

UMWELTVERTRÄGLICHKEITSPRÜFUNG

SEMMERING-BASISTUNNEL NEU

HL-Strecke Wien Südbahnhof – Spielfeld / Straß
Neubaustrecke Gloggnitz – Mürzzuschlag
km 75,5 – km 118,1

UMWELTVERTRÄGLICHKEITSGUTACHTEN

inkl. Zusammenfassung

TEIL 2 (Exkurs)

Auftraggeber:

Bundesministerium für Verkehr,
Innovation und Technologie
Gruppe Schiene, Abteilung IV/ Sch 2
Radetzkystraße 2
A - 1031 Wien

Verfasser:

KORDINA ZT GmbH
Schottenfeldgasse 28/6
A - 1070 Wien

In Zusammenarbeit mit den UVP-Sachverständigen

GLIEDERUNG / STRUKTUR DES UVG

Das vorliegende Umweltverträglichkeitsgutachten (UVG) zum Semmering-Basistunnel neu besteht aus 2 Teilen. Die nachstehende Tabelle gibt einen Überblick darüber, welche Kapitel in welchem Berichtsteil enthalten sind. Die Inhalte des vorliegenden Teils sind zur besseren Orientierung hinterlegt.

Teil	Inhalte
Teil 1	Unterschriftenliste Inhaltsverzeichnis Kapitel 0: Allgemeinverständliche Zusammenfassung Kapitel 1: Das UVP – Verfahren Kapitel 2: Fragenbereich 1 Kapitel 3: Fragenbereich 2 Kapitel 4: Fragenbereich 3 Kapitel 5: Fragenbereich 4 Kapitel 6: Maßnahmenkatalog Kapitel 7: Beurteilung der Umweltverträglichkeit
Teil 2	Kapitel 1: Fachgebiet Geologie und Hydrogeologie / Sachverhalt Kapitel 2: Fachgebiet Geologie und Hydrogeologie / Gutachten Kapitel 3: Fachgebiet Ingenieurgeologie Kapitel 4: Fachgebiet Grundwasserschutz Kapitel 5: Fachgebiet Lärmschutz Kapitel 6: Fachgebiet Elektromagnetische Felder

INHALTSVERZEICHNIS

1	FACHGEBIET GEOLOGIE UND HYDROGEOLOGIE / SACHVERHALT	7
1.1	Fragenbereich 1	7
1.1.1	Nullvariante	7
1.1.2	Alternativen	8
1.1.3	Trassen- und Bahnhofsvarianten	11
1.1.4	Trassenbündel	16
1.1.5	Im Vorfeld ausgeschiedene Varianten	22
1.1.6	Trassenauswahl	23
1.1.7	Schlussfolgerungen	29
1.1.8	Trassenoptimierungen	30
1.2	Fragenbereich 2	30
1.2.1	Umfang und Beschreibung des Vorhabens, Durchgeführte Untersuchungen	30
1.2.2	Geologie (Tunnel)	31
1.2.3	Hydrogeologie (Tunnel)	109
1.2.4	Beeinflussung von Natura-2000 Gebieten	151
1.2.5	Tunnelbau	151
1.2.6	Ermittlung des hydrogeologischen Restrisikos bei ausserbetrieblichen Ereignissen im Bereich der Freilandstrecken	168
1.2.7	Ermittlung der Restbelastung des Bergwasserhaushaltes	174
1.2.8	Erfassung des IST-Zustandes und Beeinflussungssensibilität nach Teilräumen	181
1.2.9	Ermittlung Wirkungsintensität nach Teilräumen	202
1.2.10	Wirkungsintensität und Eingriffserheblichkeit nach Teilräumen	204
1.2.11	Maßnahmen	216
1.2.12	Mineralische Rohstoffe, Bergbau	231
1.3	Fragenbereiche 3 und 4	232
2	FACHGEBIET GEOLOGIE UND HYDROGEOLOGIE / GUTACHTEN	233
2.1	Beurteilung der Auswirkungen des Vorhabens auf den Grundwasserkörper im Bereich der Freilandstrecke Gloggnitz	233
2.1.1	Freilandstrecke Gloggnitz: km 75,618 - 76,635 (Tunnelportal Gloggnitz)	233
2.1.2	Objekte orographisch links der Schwarza (einschl. Straßen- und Bahnbrücke)	234
2.1.3	Objekte orographisch rechts der Schwarza	238

2.2	Abschnittsweise Beurteilung der Gebirgsbereiche (Tunnelabschnitt) in geologischer bzw. hydrogeologischer Sicht:	239
2.2.1	GB 1: Grauwackenzone – Norische Decke (Silbersberg-Gruppe); km 76,635 – 77,975 (L ~ 1340 m).....	239
2.2.2	GB 2: Störungszone "Haltestelle Eichberg"; km 77,975 – 78,095 (L = 120 m).....	240
2.2.3	GB 3: Grauwackenzone - Norische Decke (Silbersberg-Gruppe); km 78,095 – 78,520 (L = 425 m)	241
2.2.4	GB 4: Verschuppung Veitscher Decke (GWZ) mit zentralalpinem Permomesozoikum; km 78,520 – 79,100 (L = 580 m).....	242
2.2.5	GB 5: Veitscher Decke; km 79,100 – 79,590 (L = 490 m).....	242
2.2.6	GB 6: Permomesozoikum Tattermann-Schuppe (Talquerung Auebachtal); km 79,590 – 80,080 (L = 490 m).....	243
2.2.7	GB 7: Talhof-Aue-Störung und Semmering-Kristallinspan; km 80,080 – 80,575 (L = 495 m)	244
2.2.8	GB 8: Graßbergschuppe (Karbonatgesteine); km 80,575 – 812,250 (L = 675 m).....	245
2.2.9	GB 9: Graßberg-Störung (Semmering-Kristallin); km 81,250 – 81,385 (L = 135 m).....	246
2.2.10	GB 10: Permomesozoikum des Graßberg-Schlagl - Störungssystems ("Keuper"); km 81,385 – 82,265 (L = 880 m).....	247
2.2.11	GB 11: Permomesozoikum des Otterstockes ("Reichenhaller Fm"); km 82,265 – 83,005 (L = 740 m).....	248
2.2.12	GB 12: Permomesozoikum des Otterstockes (Dolomit und Dolomitmarmor); km 83,005 – 83,730 (L = 725 m).....	249
2.2.13	GB 13: Permomesozoikum Otterbasis Süd ("Alpiner Verrucano"); km 83,730 – 83,875 (L = 145 m)	250
2.2.14	GB 14: Übergangszone Wechselschiefer- und Permomesozoikum; km 83,875 – 84,100 (L = 225 m).....	251
2.2.15	GB 15: Wechselschiefer Trattenbachtal; km 84,100 – 85,550 (L = 1.450 m)	251
2.2.16	GB 16: Wechselgneis südlich des Trattenbachtals; km 85,550 – 89,820 (L = 4.270 m)	253
2.2.17	GB 17: Wechselgneis (Trattenbach-Störung); km 89,820 – 90,025 (L = 205 m).....	253
2.2.18	GB 18: Wechselgneis (Fanklbauerhöhe); km 90,025 – 91,670 (L = 1645 m).....	254
2.2.19	GB 19: Wechselgneis (Fröschnitzgraben West); km 91,670 – 92,780 (L = 1110 m).....	254
2.2.20	GB 20: Übergang Wechselgneis - Wechselschiefer (Fröschnitzgraben); km 92,780 – 93,030 (L = 250 m).....	258
2.2.21	GB 21: Wechselschiefer Fröschnitzgraben; km 93,030 – 93,980 (L = 950 m)	258
2.2.22	GB 22: Deckengrenze Fröschnitzgraben; km 93,980 – 94,420 (L = 440 m)	259
2.2.23	GB 23: Gneis - Grüngesteins-Folge; km 94,420 – 97,210 (L = 2,790 m)	260
2.2.24	GB 24: Hühnerkogel-Störung; km 97,210 – 97,440 (L = 230 m)	260
2.2.25	GB 25: Glimmerschiefer-Folge; km 97,440 – 98,970 (L = 1530 m).....	261
2.2.26	GB 26: Glimmerschiefer-Folge / Rotes Kreuz-Störung; km 98,970 – 99,980 (L = 1010 m).....	262
2.2.27	GB 27: Grobgnais; km 99,980 – 101,130 (L = 1150 m).....	262
2.2.28	GB 28: Mürztal-Semmering-Störungssystem bei Grautschenhof; km 101,130 – 101,640 (L = 510 m).....	266

2.2.29	GB 29: Karbonatgesteine Wallersbach; km 101,640 – 102,160 (L = 520 m)	266
2.2.30	GB 30: Quarzphyllit Edlach; km 102,160 - 102,970 (L = 810 m)	267
2.2.31	GB 31: Karbonatgesteine Scheedgraben; km 102,970 – 115,010 (L = 226 m); (Fehllänge - 11.813,816 m)	268
2.2.32	GB 32: Karbonatgesteine Mürzzuschlag; km 115,010 – 115,500 (L = 490 m)	268
2.2.33	GB 33: Portalbereich Mürzzuschlag; km 115,500 – 115,726,93 (L = 226,9 m)	268
2.3	Beurteilung der Auswirkungen des Vorhabens auf den Grundwasserkörper im Bereich Freilandstrecke Mürzzuschlag:.....	269
2.3.1	Bahnhofsbereich Mürzzuschlag	269
2.3.2	Verbindungsgleis Langenwang-Unterwerk	270
2.3.3	Unterwerk Langenwang:	271
2.4	Restbelastung.....	272
2.4.1	Quantitative Restbelastung	272
2.4.2	Qualitative Restbelastung	272
2.5	Prognostizierter Bergwasseranfall.....	273
3	FACHGEBIET INGENIEURGEOLGIE.....	274
3.1	Befund/Sachverhalt	274
3.1.1	Untertagebaumaßnahmen - Tunnelstrecken.....	274
3.1.2	Obertagebaumaßnahmen - Freilandstrecken.....	280
4	FACHGEBIET GRUNDWASSERSCHUTZ	285
4.1	Befund - Sachverhalt	285
4.1.1	Kurzbeschreibung des Vorhabens	285
4.1.2	Geologischer Überblick	286
4.1.3	Geologie des Trassenverlaufs.....	288
4.1.4	Überblick über die hydrogeologischen Verhältnisse im Untersuchungsraum	289
4.1.5	Abflussentstehung.....	297
4.1.6	Hydrogeologische Gebirgscharakterisierung.....	302
4.1.7	Hydrochemie und Isotopenhydrologie	306
4.1.8	Ist-Zustand und Beeinflussungssensibilität nach Teilräumen.....	308
4.1.9	Beschreibung und Beurteilung der Auswirkungen (ohne Massnahmen)	332
4.1.10	Beschreibung und Beurteilung der Schutz-, Minderungs- und Ausgleichsmaßnahmen	351
4.2	Gutachten	388
5	FACHGEBIET LÄRMSCHUTZ	427

5.1	Schalltechnische Ergebnisse der UVE.....	427
5.1.1	Allgemeines	427
5.1.2	Untersuchungsmethode	427
5.1.3	Bestandssituation.....	431
5.1.4	Nullvariante	434
5.1.5	Bauphase.....	435
5.1.6	Betriebsphase	443
6	LITERATUR ELEKTROMAGNETISCHE FELDER.....	448

VORBEMERKUNGEN

Im vorliegenden Exkurs, der Teil des Gesamtgutachtens ist, erfolgen vertiefende Aussagen aus den Fachgebieten Geologie und Hydrogeologie, Ingenieurgeologie und Grundwasserschutz, Lärmschutz und Elektromagnetische Felder.

1 FACHGEBIET GEOLOGIE UND HYDROGEOLOGIE / SACHVERHALT

Am 16. Juli, 9., 18. und 27. August sowie am 2. und 10. Oktober 2010 erfolgten zur Feststellung des Sachverhaltes Beggehungen der Trasse, teilweise im Beisein der geologischen, geotechnischen und hydrogeologischen Projektanten.

1.1 FRAGENBEREICH 1

Nach Angabe der Projektanten bilde das Vorhaben Semmering-Basistunnel neu einen wichtigen Schritt zur Verwirklichung des transeuropäischen Verkehrsnetzes gemäß den TEN-Leitlinien. Mit dem Vorhaben erfolge die im Art. 10 Abs. 1 des Protokolls der Alpenkonvention, BGBl. III Nr. 234/2002 vorgesehene Verbesserung der Bahninfrastruktur durch den Bau und die Entwicklung großer Infrastruktur durch den Bau und die Entwicklung großer alpenquerender Achsen im Bereich der TEN Achse Danzig - Bologna sowie die in Art. 3 des EU-Beitrittsvertrages Prot. 9 BGBl. 45/1995 geforderte Entwicklung und Förderung des Schienenverkehrs durch die Alpen. Die Südbahn-Achse sei als Bahnverbindung mit der Streckenführung "Prag-Wien-Tarvis-Pontebba-Udine" angeführt.

Mit der Erklärung der Eisenbahnstrecke Gloggnitz Mürzzuschlag als Hochleistungsstrecke (1. Hochleistungsstreckenverordnung, BGBl. 370/1989) sei deren besondere Bedeutung für einen leistungsfähigen Verkehr mit internationalen Verbindungen sowie die Notwendigkeit umfangreicher Baumaßnahmen zur Optimierung der Verkehrsbedienung definiert. Mit Übertragung der Strecke Gloggnitz - Mürzzuschlag in Planung und Bau gem. HL-Übertragungsverordnung, BGBl. 405/1989 sei auch das Interesse zu einer wirtschaftlichen und zügigen Durchführung bekundet.

Die Zielsetzung bestehe in einer Bereitstellung einer modernen alpenquerenden Eisenbahninfrastruktur über den Semmering (Gloggnitz - Mürzzuschlag), um damit die infrastrukturellen Voraussetzungen für einen leistungsfähigen, wirtschaftlichen und wettbewerbsfähigen Schienengüter- und Personenverkehr zu schaffen.

Nach Angaben der Projektanten sei die Trassierung entsprechend den Bestimmungen der Richtlinie 96/48/EG über die Interoperabilität des transeuropäischen Hochgeschwindigkeitsbahnsystems und den damit ergangenen technischen Spezifikationen Interoperabilität erfolgt.

Die Bereitstellung einer modernen alpenquerenden Eisenbahninfrastruktur über den Semmering bilde die unabdingbare Voraussetzung für die gesellschaftlich erwünschte und in verschiedenen öffentlichen Plänen, Konzepten und Programmen enthaltene Zielsetzung zur Verlagerung (unvermeidbaren) Verkehrs auf die Schiene, also einer Veränderung des Modal Split zugunsten der Schiene.

1.1.1 NULLVARIANTE

Die Null-Variante (Verzicht auf den Semmering Basistunnel NEU) hätte nach Angabe der Projektanten folgende Konsequenzen:

- rasche Erschöpfung der noch bestehenden Kapazitätsreserven eines raum wettbewerbsfähigen Güterzugsverkehrs infolge begrenzter Anhängelast, ungünstiger Steigungen und Radien, erforderlichen Vorspannbetriebes mit einer zweiten Lokomotive sowie unwirtschaftlicher Fahrzeiten auf der gesamten Südbahn bzw. Baltisch-Adriatischen Achse,
- Weiterer Niedergang oder wenigstens Stagnation des Personenfernverkehrs über den Semmering wegen langer Fahrzeiten im Vergleich zu anderen HGV Strecken und dem alternativen Individualfernverkehr auf der Autobahn und dem Luftverkehr,
- Verhinderung des durchgängigen Ausbaus der Neuen Südbahn als hochrangige Eisenbahnstrecke durch Aufrechterhaltung des bestehenden Nadelöhrs über den Semmering, damit werde zugleich der durchgängige Ausbau des Baltisch-Adriatischen Korridors als bedeutender europäischer Eisenbahnkorridor eingeschränkt

- unbefriedigende Auslastung der auch im Hinblick auf den künftigen Semmering-Basistunnel NEU bereits in Umsetzung befindlichen Eisenbahninfrastruktur (Hauptbahnhof Wien, Knoten Graz, Koralmbahn inkl. Koralmtunnel);
- keine Entlastung der Bevölkerung entlang der Semmering-Bergstrecke gegenüber dem Schienenverkehrslärm
- keine Aussicht auf eine Abminderung der allgemeinen Verkehrszunahme im alpenquerenden Verkehr über den Semmering/Wechsel auf der A2 Südautobahn und S6 Schnellstraße sowie auf eine Verringerung des Schwerverkehrs in diesem Raum
- erhöhter Druck die bestehende Straßeninfrastruktur im Baltisch-Adriatischen Korridor massiv auszubauen. Das Protokoll Verkehr der Alpenkonvention schließe nur den Bau neuer hochrangiger alpenquerender Straßen aus.
- dauerhafte Belastung der historischen Semmering-Bergstrecke und Gefährdung des UNESCO Weltkulturerbestatus.

1.1.2 ALTERNATIVEN

Nach Angabe der Projektanten seien bei der Alternativenprüfung eine räumliche, die zeitliche sowie eine inhaltliche Abgrenzung erfolgt. Für den Prüfungsprozess seien Alternativen gewählt worden, die geografisch sinnvolle Achsen darstellen, um das Verkehrsanliegen des Baltisch - Adriatischen Korridors im Abschnitt Süd- und Ostösterreich sowie Teilen von Westungarn und Nordslowenien umsetzen zu können. Dabei seien die beiden größten österreichischen Städte (Wien und Graz) sowie der Kärntner Zentralraum als überregionale Wirtschaftszentren in die Achse miteingebunden worden. Die Intention und Zweckmäßigkeit einer solchen Einbindung würde sich aus zahlreichen Dokumenten mit Bezug zum Baltisch-Adriatischen Korridor ableiten lassen. Die Zulaufstrecken Wien und Klagenfurt (Kärntner Zentralraum) sowie in weiterer Folge in Tschechien, der Slowakei und Italien seien in dieser Betrachtung als konstant angesehen worden.

Nach Angabe der Projektanten seien verschiedene Alternativen der Verkehrsträger Schiene und Straße dahingehend geprüft worden, ob sie in ihrem gegenwärtigen bzw. geplanten Zustand für die Umsetzung des gg. Verkehrsanliegens zweckmäßig seien. Es sei untersucht worden, inwieweit die jeweilige Alternative den Zielen des Zielkataloges erfolge, wenn vorwiegend die geprüfte Alternative zur Umsetzung des gg. Verkehrsanliegens herangezogen werde. Subalternativen, die einen Umweg derselben Alternative darstellen sowie für die Darstellung der definierten Alternativen nicht relevante Schienen- und Straßenabschnitte seien in der Beschreibung nicht berücksichtigt worden. Bestandsstrecken einer Alternative, die nicht ausgebaut werden sollen, seien in der Darstellung der Ausbaunotwendigkeiten nicht mehr berücksichtigt worden.

Darüber hinaus sei in der Betrachtung der Alternativen die verkehrspolitische Zielsetzung zugrunde gelegt worden, auf beiden Verkehrsträgern (Schiene und Straße) ein leistungsfähiges und attraktives Angebot zu schaffen. Der Ausbau eines Verkehrsträgers alleine könne nicht der Umsetzung des Verkehrsanliegens insgesamt dienen, sondern den jeweils anderen Verkehrsträger ergänzen. Dies auch vor dem Hintergrund eines zu erwartenden steigenden Verkehrsaufkommens mit unterschiedlichen Ansprüchen an die Verkehrsträger. Die Realisierung geplanter Straßenprojekte sei dabei neben dem verstärkten Ausbau der Schieneninfrastruktur ein wesentlicher Bestandteil der Umsetzung des gg. Verkehrsanliegens.

Nach Angaben der Projektanten sei weiter geprüft worden, inwieweit eine Umsetzung des grundsätzlichen Verkehrsanliegend dieses Korridors im Bereich Ostösterreich / Westungarn / Nordslowenien auf teilweise andere Korridorachsen möglich wäre. Aufgrund der geografischen Nahelage dieses Teiles des Baltisch-Adriatischen Korridors zu Teilen des TEN-Korridors V und einem Ast des ehemaligen TINA Korridors IV seien die Alternativen der sog. Großen Südostspange und einer Anbindung dieser an den Korridor V in den Alternativenprüfprozess aufgenommen worden. Es sei untersucht worden, ob diese im Prinzip ein anderes Verkehrsanliegen bedienenden Korridore geeignet wären, im betrachteten Bereich der Baltisch-Adriatischen Achse als Alternative zu dienen.

1.1.2.1 Alternativen (Schiene)

Nach Angaben der Projektanten seien die nachstehend angeführten Alternativen geprüft worden:

Vollausbau Südbahnachse mit Semmering Basistunnel NEU: Der Vollausbau der Südbahnachse beinhalte sämtliche Schieneninfrastrukturinvestitionen an der neuen Südbahn zwischen Wien und Arnoldstein (Neubau des Hauptbahnhofes Wien, Semmering-Basistunnel NEU, Knoten Graz, Koralmbahn etc.) Bei dieser Alternative werde also der bestmögliche Ausbaugrad der Südbahnachse angenommen.

Teilausbau Südbahnachse mit Bestandertüchtigung Semmering-Bergstrecke: Nach Angabe der Projektanten enthalte diese Alternative den Neubau des Hauptbahnhofes Wien, den Umbau des Knotens Graz, die Errichtung der Koralmbahn sowie weiters eine Ertüchtigung der Semmering-Bergstrecke.

Teilausbau Südbahnachse ohne Bestandertüchtigung Semmering-Bergstrecke ("Planungsnullfall"): Nach Angabe der Projektanten enthalte diese Alternative den Neubau des Hauptbahnhofes Wien, den Umbau des Knotens Graz sowie die Errichtung der Koralmbahn. Eine über die generellen Maßnahmen hinausgehende Bestandertüchtigung der Semmering-Bergstrecke werde nicht berücksichtigt. Diese Alternative der Südbahnachse umfasse lediglich jene Projekte, die sich derzeit bereits in Umsetzung befinden und beschreibe somit den Planungsnullfall.

Kleine Südostspange mit Weiterführung über die Steirische Ostbahn: Nach Angabe der Projektanten verlaufe die Südbahn bis Wiener Neustadt. Von dort sei im Rahmen dieser Alternative ein Ausbau der Aspangbahn zur HL-Strecke mit Weiterführung über die auszubauende Steirische Ostbahn vorgesehen.

Kleine Südostspange mit Weiterführung Neubaustrecke Graz-Budapest: Nach Angabe der Projektanten sehe diese Alternative wiederum den Ausbau der Aspangbahn vor, mit dem weiteren Verlauf ab Hartberg über eine Neubaustrecke zwischen Graz und Budapest.

Große Südostspange mit Weiterführung über die Steirische Ostbahn: Nach Angabe der Projektanten seien für die große Südostspange in der Vergangenheit eine Vielfalt an alternativen Streckenführungen und Variationen konzipiert worden. Die Hauptroute umfasse den Bau einer HL-Strecke Wien-Raum Eisenstadt - Sopron - Deutschkreuz - Oberpullendorf - Köszeg - Szombathely - Graz (über die bestehende Steirische Ostbahn). Im Rahmen der Umsetzung dieser Alternative gebe es verschiedene Streckenabschnitte (Pottendorfer Linie, Steirische Ostbahn etc.), die ausgebaut werden müssen und Abschnitte mit Neubaustrecken.

Große Südostspange mit Weiterführung Neubaustrecke Graz - Budapest: Nach Angabe der Projektanten führe diese Alternative direkt von Szombathely über Oberwart und Hartberg auf einer geplanten Neubaustrecke zwischen Graz und Budapest und kürze so den Weg über die Steirische Ostbahn ab.

Große Südostspange mit Anbindung an Korridor V: Nach Angabe der Projektanten sehe diese Alternative eine Weiterführung der großen Südostspange ab Szombathely nach S über den Korridor V vor. Mit dieser für Österreich ungünstigen Alternative würden die Steiermark und Kärnten im Süden über Slowenien umfahren.

1.1.2.2 Alternativen (Straße)

An Alternativen (Straße) seien nach Angaben der Projektanten geprüft worden:

- Achse Südautobahn (A2)
- Achse Mürztal / Murtal (A2 / S6 / S 35 / A2)
- Achse Mürztal / Murtal West (A2 / S6 / S 36 / S 37 / A2)
- Westungarische Achse – Fürstenfelder Schnellstraße (S7)
- Westungarische Achse (Weiterführung Korridor V)

Einzelheiten können dem UVE-Bericht „Projektbegründung und Alternativen“ UV 01-00.01 S. 105 ff entnommen werden.

Von den Projektanten wurden die einzelnen Alternativen im UVE-Bericht „Projektbegründung und Alternativen“ UV 01-00.01 S. 108 ff sorgfältig geprüft und die Vor- und Nachteile beschrieben.

Die Projektanten kommen zum Schluss, dass sich ein Vollausbau der Südbahnachse mit Semmering-Basistunnel NEU insgesamt als die optimale Alternative mit Vorteilen der Streckenführung erwiesen habe. Diese Alternative könne abseits der Semmering-Passage auf eine Bestandsstrecke mit weitgehend vorhandener Hochleistungstauglichkeit zurückgreifen. Die Eliminierung des Nadelöhrs der Semmering-Bergstrecke verleihe ihr die entsprechende Leistungsfähigkeit. Darüber hinaus würden durch die gg. Alternative gleichzeitig positive regionalwirtschaftliche und kohäsive Effekte sowie Effekte zum regionalen Disparitätenausgleich ausgelöst werden. Mit einer Tunnellösung könne zugleich zur Bestandserhaltung der stark belasteten historischen Strecke (UNESCO – Weltkulturerbe) beigetragen werden. Damit erfülle die Alternative „Vollausbau“ die formulierten Zielsetzungen fast durchgehend positiv und vergleichsweise am besten von allen betrachteten Alternativen.

Die Südbahnalternativen seien auf Grund der bereits weitgehend HL-tauglichen Streckenabschnitte mit den vergleichsweise geringsten Ausbauerfordernissen herzustellen, jedoch mit HL-Untauglichkeit bei einer Nutzung der Semmering-Bergstrecke belastet. Die Bestandsstrecke biete selbst bei einer umfangreichen Ertüchtigung kaum Potential für Leistungsverbesserungen im Bereich der Südbahn. Sie könne den Forderungen nach erhöhter Leistungsfähigkeit der Südbahnachse tendenziell nicht gerecht werden. Zudem würde durch einen notwendigerweise massiven baulichen Eingriff das Weltkulturerbe Semmeringbahn nachhaltig verändert und gefährdet werden.

Die Alternativen einer Korridorführung über die sog. Südostspangen bzw. mit Anbindung an den Korridor V würden nach Angaben der Projektanten teilweise umfangreiche, flächenintensive und kostenaufwändige Neu- bzw. Ausbauerfordernisse von überwiegend einspurigen, nicht oder mit anderen Betriebsspannungen elektrifizierten bzw. tws. noch nicht vorhandenen Eisenbahnstrecken nach sich ziehen. Zudem würden die Trassenverläufe dieser Alternativen großteils über ländliche, regionalwirtschaftlich wenig bedeutende Gebiete führen und würden wichtige Wirtschaftszentren (Wien, Graz, Kärntner Zentralraum) teilweise großräumig umfahren. Alternativenabhängig würden sich somit unterschiedlich starke Effekte der Erschließung, der Kohäsion und des Ausgleiches von Disparitäten in Bezug auf regionale Zentren und Entwicklungsachsen ergeben.

Die weiter östlich liegenden Alternativen der großen Südostspangen würden nach Angaben der Projektanten zwar regionale Zentren in Westungarn erschließen, würden aber im Wesentlichen bereits eine völlig andere regionale bzw. überregionale Erschließungsfunktion als die Südbahnachse aufweisen. Für die Relation Wien – Graz – Klagenfurt seien sie durch ihre abweichende Linienführung kaum von Bedeutung. Die Alternative mit Anbindung an den Korridor V setze zudem eine bautechnisch aufwändige Erschließung in den gebirgigen Gebieten voraus und umfahre Österreich weitgehend. Sie sei daher nicht geeignet, das Verkehrsanliegen der Baltisch – Adriatischen Achse umzusetzen.

Die einzige Alternative neben dem Vollausbau der Südbahnstrecke, die in vielen Prüfkriterien positiv beurteilt werde, sei jene der Kleinen Südostspange mit weiteren Streckenverlauf auf der geplanten Neubaustrecke von Graz über Szombathely nach Budapest, da sie ähnliche Verlagerungseffekte erzielen könne. Umfangreiche Neubau- und Ausbauerfordernisse, die Unsicherheit der Realisierung der genannten Neubaustrecke sowie die begrenzten regionalwirtschaftlichen Effekte seien Gründe dafür, sie hinsichtlich der Zielerfüllung dennoch hinter der Alternative Vollausbau hintanzureihen.

Die betrachteten Straßenalternativen innerhalb Österreichs würden im Vergleich zu den Eisenbahnhochleistungsstrecken hinsichtlich der baulichen Herstellung tendenziell Vorteile aufweisen, da sie bereits weitgehend ausgebaut bzw. lediglich noch Lückenschlüsse erforderlich seien. Sie würden jedoch im Sinne eines ausgewogenen und nachhaltigen Modal Splits alleine stehend keine sinnvollen Alternativen zum Schienenausbau darstellen. Sämtliche Straßenalternativen seien nicht geeignet, eine in vielen politischen Willenserklärungen geforderte Verkehrsverlagerung auf die Schiene zu initiieren, womit auch die daraus resultierenden Konsequenzen (Reduktion verkehrsbedingter Emissionen, Verkehrssicherheit etc.) weitgehen ausbleiben würden.

Die unter den Alternativen Straße betrachtete Westungarische Achse (S7 Fürstenfelder Schnellstraße bzw., Korridor V) würden nach Angaben der Projektanten darüber hinaus umfangreiche, flächenintensive und kostenaufwändige Aus- bzw. Neubaumaßnahmen erfordern, sodass aus diesen Alternativen kaum Vorteile erwachsen.

Geologische – geotechnische oder hydrogeologische Gründe wurden bei der Auswahl der Alternativen nicht in Erwägung gezogen.

1.1.3 TRASSEN- UND BAHNHOFSVARIANTEN

1.1.3.1 Trasse

Die Auswahl der Vorschlagstrasse wird im Textband "Projektentwicklung - Endbericht Trassen- und Bahnhofsauswahlverfahren" (Plan-Beil. UV-02-00.03) im erforderlichen Detail beschrieben.

Auf Grund der Absichtserklärung hätten sich nach Angabe der Projektanten folgende Projektvorgaben ergeben:

- Baltisch - Adriatischer Korridor
- Neukonzeption des Tunnelsystems gemäß den aktuellen Richtlinien zur Tunnelsicherheit auf europäischer Ebene
- Fertigstellung zeitnahe mit der Koralmbahn
- Nutzung getätigter Investitionen

Diese hätten nach Angaben der Projektanten im Zuge des Planungsprozesses wie folgt präzisiert werden können, wobei in der Folge nur die für den gg. Fachbereich Geologie - Hydrogeologie relevanten Fakten angeführt werden:

- Großräumiges Ausweichen von tektonischen Störungszonen
- Großräumiges Ausweichen stark wasserführender Gesteinseinheiten
- Großräumiges Ausweichen von großen Wasserversorgungen, Natura-2000 Gebieten und Naturschutzgebieten sowie Feuchtlebensräume mit Bezug zum Berg- und Grundwasserkörper

Ziel des Trassen- und Bahnhofsauswahlverfahrens sei es gewesen, ein Trassenbündel und Bahnstandsstandorte zu entwickeln und daraus die umweltverträglichste, eisenbahntechnisch optimalste und kostengünstigste Trasse mit höchster Akzeptanz im Planungsraum auszuwählen.

Weitere trassierungstechnische Grundlagen für Tunnel- und Freilandstrecke wären:

- Maximale Längsneigung Tunnel: 8,5 Promille
- Maximale Längsneigung Bahnsteigsbereich: 2,5 Promille
- Mindestradius Tunnel: 1968 m (200 km/h)
- Umstellung von derzeitigem Links- auf Rechtsbetrieb
- TSI-konforme Ausbildung

Im Kapitel 3.4 der Einreichunterlagen wurde ein Überblick über den Planungs- und Untersuchungsraum gegeben, wobei im Unterkapitel 3.4.1 auf den geologischen Bau des Projektgebietes eingegangen wurde.

Geologie

Nach Angabe der Projektanten würden im Projektgebiet auf engem Raum mehrere geologisch - tektonische Großeinheiten auftreten:

- Die paläozoischen Gesteine der Grauwackenzone
- Die Kristallinkomplexe des "Wechsel-Kristallins", "Semmering-Kristallins" und des Kristallins des "Tratenkogels"
- Die permomesozoischen Deckensequenzen der Kristallinkomplexe ("zentralalpines Permomesozoikum")

Die Großeinheiten würden einen intensiven Decken-, Falten- und Schuppenbau zeigen, der sich in einem geologisch kompliziert gebauten Gebirgsmassiv manifestiere. Die Einheiten würden generell ein E-W gerichtetes Streichen aufweisen.

Die Grauwackenzone stelle nach Angaben der Projektanten die nördlichste und tektonisch höchste Einheit im Untersuchungsraum dar. Diese lasse sich, dem tektonischen Internbau folgend, in die "Veitscher Decke" und die "Norische Decke" (inkl. „Silbersberg-Gruppe“) untergliedern.

Die meist phyllitischen Gesteine würden zum überwiegenden Teil eine intensive schieferungsparallele Zerschierung aufweisen. Im Bereich von Störungszonen, Decken- bzw. Schuppengrenzen würden die Gesteine vielfach zu feinkörnigen Störungsgesteinen überprägt vorliegen, deren Mächtigkeiten bis in den Zehnermeter Bereich reiche.

Südlich der Grauwackenzone und nördlich der Linie Langenwang-Spital-Otterthal würden nach Angabe der Projektanten geschieferte Gesteine des Altkristallins und vor allem karbonatische Gesteine des zentralalpinen Permomesozoikums auftreten.

Unter den Kristallingesteinen würden Quarzphyllite, Phyllite und teils gneisige Glimmerschiefer auftreten. Das Permomesozoikum werde von mächtigen mitteltriadischen Karbonatgesteinszügen aus massigem bis gebanktem Kalk-/marmor und Dolomit-/marmor dominiert. An deren stratigraphischer Basis würden quarzreiche Serizitschiefer und der charakteristische Semmeringquarzit auftreten.

Im westlichen Bereich (westlich der Mürz, Bereich Tratenkogel - Kampalpe - Ochnerhöhe) würden die genannten Einheiten eine intensive Verfaltung sowie eine west- bis nordvergente Deckenstapelung aufweisen, die zu einer mehrfachen Wiederholung von permomesozoischen und kristallinen Gesteinen führe. Die Gesteine würden den tektonischen Großeinheiten der "Tattermann-Schuppe" des "Semmering-Komplexes" und der "Tratenkogel-Scholle" zugeordnet.

Im östlichen Bereich würden nach Angabe der Projektanten mächtige permomesozoische Karbonatgesteinsmassive, die die Erhebungen des Erzkogels, Sonnwendsteins, Eselsteins, Graßberges, Raachberges und des Otters aufbauen. An ihrer Basis bzw. entlang von tektonischen Strukturen würden Einschaltungen von Quarziten und tws. kristallinen Schieferen auftreten. Im Bereich Spital - Maria Schutz würden darüber hinaus die phyllitischen, meist stark zerscherten Gesteine des "Keupers" mit gelegentlich Sulfatgesteinseinschaltungen auftreten. Auch hier zeige sich ein komplexer tektonischer Internbau durch Deckenstapelung, Verschuppung, Verfaltung und Scherung.

Infolge der intensiven tektonischen Überprägung würden nach Angaben der Projektanten entlang von Überschiebungsbahnen und Störungszonen Störungsgesteine unterschiedlicher Ausbildung auftreten. Die Karbonatgesteine seien z.T. tiefgründig verkarstet und würden ergiebige Bergwasserkörper beinhalten.

Das südliche Projektgebiet werde nach Angabe der Projektanten weitgehend von unterostalpinen Kristallingesteinsabfolgen des Wechsel- und Semmering-Kristallins eingenommen.

Im Bereich östlich des Fröschnitzgrabens würden diese Gesteine der "Wechsel-Einheit" zugeordnet. Sie stelle die tiefste tektonische Einheit im Projektgebiet dar. Das Wechselkristallin werde im weiteren Sinne von Albitphyllit ("Wechselschiefer") und Paragneis ("Wechselgneise") aufgebaut. Es würden generell flache Lagerungsverhältnisse mit variablen Einfallrichtungen auftreten.

Gegen N unterlagere der Kristallinkomplex mit flachem N-Fallen das Permomesozoikum des Sonnwendsteins und des Otterstockes. Gegen W hin tauche er mit mittelsteilem tektonischem Kontakt unter das "Semmering-Kristallin" ab. Entlang dieser Deckengrenze sei eine geringmächtige Abfolge aus permomesozoischen Gesteinen entwickelt, die von Serizitschiefer, Quarzit und einzelnen Karbonatgesteinskörpern aufgebaut werde und teils von intensiver Zerschierung begleitet werde.

Das Gebiet westlich des Fröschnitzgrabens und südlich von Fröschnitz und der Mürz werde von den Gesteinen des "Semmering-Kristallins" eingenommen. Es würden Quarzphyllite bis Glimmerschiefer und grobkörnige Granitgneise

("Grobgneise") dominieren. Die Gesteine seien mehrphasig metamorph überprägt und intern gefaltet. Die Lagerungsverhältnisse würden einen Faltenbau entlang flacher WSW-ENE verlaufender Faltenachsen nachzeichnen. Westlich des Ganzbaches würden einzelne Karbonatgesteinskörper der permomesozoischen Anteile der Semmering-Einheit auftreten (z.B. Bärenkogel).

Tektonik:

Nach Angabe der Projektanten werden neben den vielfach flachen bis mittelsteilen Deckengrenzen bzw. Überschiebungsbahnen das gesamte Projektgebiet von einer Vielzahl junger steilstehender Störungszonen durchschlagen. Sie würden zum Teil zu bedeutenden Verstellungen und zu einer weiteren Zergliederung der geologischen Großeinheiten führen. Spröde tektonische Störungszonen seien durch das Auftreten stark zerlegter Gesteine und kataklastischer Störungsgesteine von baueologische Bedeutung. Das tektonische Störungsmuster erreiche gebietsweise beträchtliche Dichte. Orientierung und Kinematik der Störungen orientiere sich an übergeordneten Störungssystemen von regionaler Bedeutung.

Nach Angaben der Projektanten seien die wichtigsten Störungsgesteine im Untersuchungsraum:

- Das Mur-Mürz-Semmering-Wiener Becken-Störungssystem, welches etwa (N)NE-(S)SW streiche und eine sinistrale Seitenverschiebung darstelle, die häufig zu Duplex Strukturen führe.
- Das Talhof-Aue Störungssystem, welches etwa E-W verlaufe und eine sinistrale Seitenverschiebung darstelle
- Die sekundären Störungsstrukturen der oa. Störungssysteme (synthetische und antithetische Scherflächen sowie Abschiebungen)
- WNW-ESE streichende Störungszonen, die als dextrale Seitenverschiebungen zu interpretieren sind und deren Alnager älter als die o.a. Störungssysteme seien (z.B. Kapellener Störung).

Im Unterkapitel 3.4.2. der Einreichunterlagen werden die hydrogeologischen Gegebenheiten beschrieben:

Seitens der Projektanten wurde darauf hingewiesen, dass im zentralen Projektbereich bereits eine große Anzahl von Datenreihen und Informationen zur Verfügung stehe und auch Informationen aus anderen Projekten (z.B. S6 Semmering Schnellstraße, Tunnel Semmering, Steinhaus, Spital der ASFINAG) verfügbar seien.

Seitens der Projektanten wurde darauf hingewiesen, dass im Vorhabensgebiet keine Streckenführung möglich sei, ohne eine stark wasserführende Gesteinseinheit zu queren.

Nach Angaben der Projektanten werde das Projektgebiet in E-W-Richtung von einem mächtigen, verkarsteten Karbonatgesteinskomplex durchzogen, der auf Grund seiner meist starken Wasserführung in hydrogeologischer, geotechnischer und tunnelbautechnischer Hinsicht als ungünstig einzustufen seien. Um lange Tunnelstrecken in derartigen Einheiten zu vermeiden, sei versucht worden, die Karbonatgesteinskomplexe auf möglichst kurzem Weg zu durchhören.

Die wichtigsten Karbonatgesteinsbereiche im Untersuchungsraum seien:

- Karbonatgesteinszug Kapellen, Kaltenberg - Schottwien
- Karbonatgesteinszug Große Scheibe - Kampalpe
- Karbonatgesteinszug Mürzzuschlag - Grautschenhof
- Karbonatgesteinsmassiv Graßberg - Rachberg
- Karbonatgesteinsmassiv des Otterstockes
- Karbonatgesteinszug Erzkogel - Sonnwendstein

Nach Angaben der Projektanten seien die nachstehend angeführten tektonischen Strukturen möglichst orthogonal zu durchhören:

- Grauwackenzone und Tattermann-Schuppe bzw. insbesondere die Deckengrenzen zwischen und innerhalb dieser Einheiten
- Störungssystem Talhof-Aue
- Deckengrenzen zwischen Semmering- und Wechseleinheit
- Serie der "Keuper"-Phyllite zwischen Spital und Maria Schutz
- Tektonische Melangezone südöstlich von Mürzzuschlag

Lange Trassenverläufe in oberflächennahen Lockergesteinen sollten nach Ansicht der Projektanten in Folge ihrer ungünstigen tunnelbautechnischen Eigenschaften und im Hinblick auf Oberflächenauswirkungen (Setzungen, Grundwasserabsenkungen) vermieden werden.

Geologische Einheiten mit günstig einzustufenden tunnelbautechnischen Eigenschaften sollten nach Angaben der Projektanten mit möglichst langen Tunnelabschnitten genutzt werden (z.B. Gneise des Wechsel-Kristallins im Bereich Trattenbach). Sehr große Überlagerungshöhen über dem Tunnel sollten nach Angaben der Projektanten ebenfalls vermieden werden. Mögliche Überlagerungen von über 1000 m im Bereich des Stuhleckes (1782 m) hätten ein deutliches Abrücken der Trassenverläufe von der Südgrenze des Untersuchungsraumes nahegelegt.

1.1.3.2 Bahnhöfe

Nach Angabe der Projektanten sei bei der Entwicklung der Bahnhofsstandorte und der daraus resultierenden Tunnelverläufe das standörtliche Potential der Siedlungszentren im Untersuchungsraum des Mürz- und des Schwarzatales gewesen. Somit sei eine zentrale Anforderung an den Bahnhofsstandort gewesen, ein möglichst großes regionales Einzugsgebiet zu bedienen und damit auch die überregionale Arbeitskraft und Güterströme in und aus der Region bewältigen zu können.

Ein weiteres Kriterium bei der Entwicklung von Bahnhofsstandorten sei eine möglichst geringe Inanspruchnahme von Siedlungs- und Naturraumfläche durch das Bahnhofsgebäude sowie notwendige Objekte und Baustelleneinrichtungen gewesen. Es sei weiters eine möglichst geringe Berührung mit Oberflächengewässern und damit gewässerökologischer Aspekte angestrebt worden. Desweiteren seien Fragen des Orts- und Landschaftsbildes, der Lärmbelastigungen, der Kosten aus Grundeinlöse und Altlastensanierung berücksichtigt worden.

Auf steirischer Seite seien auf Basis dieser Überlegungen folgende Portalbahnhöfe entwickelt worden:

- Hönigsberg
- Pichlwang
- Langenwang
- Ziegenberg
- Mürzzuschlag unterirdisch
- Mürzzuschlag

Im Gegensatz zu den entwickelten Bahnhöfen Ziegenburg, Hönigsberg, Pichlwang und Langenwang, welche lediglich die Funktion eines "Portalbahnhofes" für die künftige Hochleistungsstrecke erfüllen müssen, komme nach Angaben der Projektanten dem Bahnhof Mürzzuschlag die zusätzliche Funktion als "Portal- und Bergbahnhof" zu. Darüber hinaus seien beim Bahnhof Mürzzuschlag weitere bahntechnische Aspekte zu berücksichtigen gewesen.

Mürzzuschlag

Der unterirdische Bahnhof Mürzzuschlag in einer Tiefe von rd. 30 m etwas nördlich der bestehenden Bahnsteige sei auf Grund bau- und sicherheitstechnischer Risiken für keine Güterzugüberholgleise auszubauen, sondern als reiner Personenhalt vorgesehen.

Die Haltestelle sei ähnlich einer innerstädtischen U-Bahnstation durch die bergmännisch aufzufahrenden Stationsröhren sowie einer parallel dazwischen angeordneten Erschließungsröhre mit einem Vertikalschacht (Lift) und einem Schrägschacht (Rolltreppen, Stiegenanlagen) an die Oberfläche angebunden.

Gloggnitz

Beim auf niederösterreichischer Seite gelegenen Bahnhof Gloggnitz habe auf die Planung der 90-er Jahre zurückgegriffen werden können. Dabei sei im Zuge des Projektes Semmering-Basistunnel ALT bereits eine Adaptierung des Bahnhofes zur Einbindung in eine Tunnelneubaustrecke vorgenommen worden. Diese Vorleistungen hätten auch für das neue Projekt genutzt werden können.

Für die Abzweigung der Neubaustrecke aus der Bestandsstrecke werde von der derzeit vorliegenden Bahnhofspannung (dreigleisige Westausfahrt mit Option einer Gleiszulegung) ausgegangen. Die relativ hohen Längsneigungen der Neubaustrecke im Bereich der Querung der Schwarza und der LB27 bis zum Tunnelportal müssen nach Angaben der Projektanten auf Grund der bestehenden Zwangspunkte beibehalten werden.

Die betriebsnotwendigen Flächen vom Absprungpunkt der Bestandsstrecke können nach Angaben der Projektanten bis zur Querung der Schwarza auf derzeit noch landwirtschaftlich genutzter Kulturlandschaft bzw. unbebautem Gewerbegebiet errichtet werden. Die Querung der Schwarza selbst erfordere eine Brückenkonstruktion, auf Grund der bereits in diesem Bereich erfolgten Ausweitung der beiden Gleisachsen aus zwei Tragwerken bestehend. Die im gg. Bereich gelegenen Häuser seien bereits im Zuge der vorgesehenen Umsetzung des alten Projektes abgelöst worden. Die großflächige Baustelle zur Einebnung des leicht geneigten Hanges im Bereich des Portalvoreinschnittes werde derzeit ebenfalls landwirtschaftlich genutzt. Nach Angabe der Projektanten können damit im Bereich der Eingriffe in den Siedlungs- und Naturraum sowohl bereits durchgeführte Maßnahmen einer Nachnutzung zugeführt als auch zusätzlicher Verbrauch von hochwertigen Flächen (entwickeltes Wohngebiet, Wald- und Gehölzflächen) vermieden werden.

Prüfung der Standorteignung

Nach Angabe der Projektanten sei ein wesentlicher Vorteil des Bahnhofs Hönigsberg die großen verfügbaren Flächen im Bereich der Schotterabbaufäche. Wirtschaftliches Entwicklungspotential sei durch diese entwicklungsfähigen Flächen prinzipiell vorhanden. Das Standortpotential sei jedoch auf Grund kaum vorhandener bahnhofsnahe Gewerbe- und Industriestandorte nur mäßig. Die Entwicklung eines Verknüpfungsbahnhofes am Standort Hönigsberg decke sich dabei weitgehend mit den örtlichen Entwicklungszielen der Gemeinde. Die gute Anbindung an das Straßennetz bedinge eine gute Erreichbarkeit des potentiellen Bahnhofes mit dem motorisierten Individualverkehr. Durch die Siedlungsrandlage aller betriebsnotwendiger Anlagen sei die visuelle Belastung des Ortsbildes sowie die Beeinträchtigung und der Verlust von Kulturgütern gering. Der Umstand der Siedlungsrandlage bedinge jedoch auch eine vergleichsweise schlechte Erreichbarkeit mit nicht motorisierten und dem öffentlichen Verkehr. Die notwendige teilweise Umlegung der Mürz sei bei dieser Bahnhofsvariante aus naturräumlicher und ökologischer Sicht bedenklich. Der Tunnelaustritt im Bereich des Portales befinde sich in teilweise bebautem Gewerbegebiet und erfordere einen Verbrauch mancher dieser Flächen.

Nach Angaben der Projektanten sei als wesentlicher Vorteil des Bahnhofs Ziegenburg die Nahelage zur Bezirkshauptstadt Mürzzuschlag bei gleichzeitiger guter Erreichbarkeit aus dem restlichen südwestlichen Mürztal gewesen. Die Kompromisslösung bedinge allerdings eine Ansiedelung außerhalb entwickelter Siedlungszentren an der Peripherie von Mürzzuschlag, wobei umfangreichere Eingriffe in den Natur- und Siedlungsraum (Ablöse von Wohnbauten, Verlegung eines Bachlaufes) notwendig gewesen wären.

Nach Angabe der Projektanten seien wesentliche Vorteile der Bahnhöfe Langenwang und Pichlwang die Entfernung vom Portalbahnhof Gloggnitz gewesen. Durch die relativ starke Neigung des Mürztales könne der Höhenunterschied zwischen Gloggnitz und den steirischen Bahnhöfen mit zunehmender Distanz reduziert werden. Dadurch sei eine direktere Linienführung der Trasse bei Berücksichtigung der Längsneigungsvorgaben möglich. Die großräumige Umfahrung von Mürzzuschlag und des dicht besiedelten Umlandes der Bezirkshauptstadt bringe bei diesen Bahnhofsvarianten einerseits

eine Reduktion von Lärmimmissionen aber andererseits auch eine Verringerung der mit den Verkehrsträgern des Umweltverbundes erschlossenen Wohnbevölkerung und Arbeitsplätze. Das wirtschaftliche Entwicklungspotential an diesen Bahnhöfen sei einerseits durch die zentrale Lage des Bahnhofes in den wirtschaftlich entwickelten Siedlungskörpern von Langenwang bzw. Pichlwang nicht unerheblich. Mangelnde bahnhofsnahe Erweiterungsflächen würden jedoch langfristig kaum projektinduzierte kleinräumige Wirtschaftsentwicklungen bieten.

Ein wesentlicher Vorteil des unterirdischen Bahnhofes Mürzzuschlag sei nach Angaben der Projektanten die zentrumsnahe Lage im größten Siedlungsverband der Region bei gleichzeitigem Freiwerden wertvoller Entwicklungsflächen auf dem derzeitigen Bahnhofsareal der Stadt Mürzzuschlag durch die Verlegung des Bahnhofes in den Untergrund. Der Tunnelaustritt flussabwärts im Mürztal begünstige durch die zusätzliche Distanz zum Portalbahnhof Gloggnitz eine direkte Streckenführung. Problematisch seien allerdings umfangreiche Eingriffe in den Siedlungs- und Naturraum an der Austrittsstelle nahe Hönigsberg. Ein weiterer Nachteil dieser Variante aus standorttechnischer Sicht sei die starke Erschütterungsbelastung sowohl in der Bau- als auch der Betriebsphase durch die geringe Überdeckung zwischen unterirdischer Bahnhofsbaustelle bzw. dem Tunnelverlauf und dem Stadtgebiet von Mürzzuschlag.

Ein wesentlicher Vorteil des Bahnhofes Mürzzuschlag in Niveaulage sei nach Angaben der Projektanten die zentrale Lage im Siedlungsschwerpunkt des oberen Mürztals. Die mögliche Nachnutzung des bestehenden Bahnhofsareals reduziere dabei den erforderlichen Verbrauch von Siedlungs- und Naturraum im Bahnhofsgebiet. Es seien jedoch im Vergleich zur unterirdischen Variante, die zur Erweiterung des bereits hohen Standortpotentials notwendigen zentrumsnahen Entwicklungsflächen nicht so zahlreich vorhanden. Nachteil dieser Variante sei die geringste Reduktion von Lärmimmissionen im Betrieb sowie die zentrumsnahen Baustellen während der Betriebsphase und damit gekoppelte Immissionsbelastungen.

1.1.4 TRASSENBÜNDEL

Nach Angabe der Projektanten seien die nachstehend angeführten Trassenbündel näher untersucht worden:

Variante	Tunnellänge	Gefälle	Höhendiff.
<u>Kleiner Otter</u>			
• Hönigsberg	25,482	8,3	218,4
• Pichlwang	27,743	7,2	204,8
• Langenwang	29,211	6,6	199,6
• Ziegenburg	26,044	7,8	218,6
• Mürzzuschlag unterirdisch	29,337	7,9	199,3
<u>Ochnerhöhe</u>			
• Hönigsberg	24,801	8,5	218,4
• Pichlwang	27,050	7,4	204,8
• Langenwang	28,530	6,8	199,6
<u>Preiner Gscheid</u>			
• Hönigsberg	27,459	7,7	219,6
• Pichlwang	29,207	6,8	204,8
• Langenwang	30,495	6,3	199,6
• Ziegenburg	26,624	7,7	218,6
<u>Pfaffensattel</u>	26,957	8,4	239,3

Trassenbündel Kleiner Otter

Nach Angabe der Projektanten seien folgende Motive für die Entwicklung des Trassenbündels "Kleiner Otter" ausschlaggebend gewesen:

- Unterquerung im Bereich Aue mit möglichst großem Abstand zur Palka-Quelle
- kurze Durchörterung wasserführender Karbonatgesteine (zB. Otterstock)
- senkrechte Durchörterung der Deckengrenzen und Störungszonen
- Ausweichen großer Überlagerungshöhen im Bereich des Stuhleckes (Deckengrenze zwischen Semmering-Kristallin und Wechselkristallin)

Aus den Projektunterlagen ist zu entnehmen, dass die Tunneltrasse von ihrem Ostportal beginnend zunächst in einem Bogen unter dem Eichberg hindurch führe, das Auebachtal in Tieflage quere und im Bereich des Mitterotter nach W abschwenke. Von Otterbach bis zum Fröschnitzgraben habe der Tunnel einen geradlinigen Verlauf in Richtung SW. Etwa an der Querung des Fröschnitztales erfolge die Aufspaltung der Trassenvarianten je nach Lage des Westportales.

Eine Verknüpfung der Tunneltrasse auf steirischer Seite sei unter Einhaltung der trassierungstechnischen Anforderungen mit den Bahnstandsstandorten Hönigsberg, Pichlwang, Langenwang, Ziegenburg und Mürzzuschlag (unterirdisch) möglich.

Die Baukonzepte würden nach Angabe der Projektanten für die Trassenvarianten "Kleiner Otter" einen maschinellen Vortrieb ab dem Ostportal in Gloggnitz auf eine Länge von rd. 6 km vorsehen. Nach Durchörterung des Karbonatgesteinskomplexes im Bereich Graßberg erfolge auf Grund der hoch überlagerten Phyllitgesteine die Umstellung auf einen zyklischen Betrieb (NÖT). Im Bereich Grautschenhof sei dabei ein Zwischenangriff mit einem oder zwei Zugangsstollen sowie entsprechenden ein- und beidseitigen Vortrieben vorgesehen.

Je nach Bahnstandsvariante würden die Gesamtbauzeiten zwischen 12,5 und 14 Jahren liegen.

Variante "Kleiner Otter - Hönigsberg"

Nach Angabe der Projektanten schwenke die Trasse im Bereich des Fröschnitzgrabens / Longsgraben Richtung W und verlaufe dann nahezu geradlinig Richtung Ganzstein. Kurz vor dem Ganzstein schwenke der Tunnel nach SW und unterquere den Ganzstein sowie die B23 Lahnsattel-Bundesstraße. Gleich nach der Unterquerung der Bundesstraße liege das Tunnelportal mit dem zugehörigen Tunnelrettungsplatz. Die Querung der Mürz erfolge somit obertägig (Freilandstrecke).

Rund 350 m westlich des Tunnelportales schwenke die vom bestehenden Bahnhof Mürzzuschlag kommende Regionalstrecke an die Neubaustrecke heran und werde vor Erreichen des Bahnhofes mit dieser verknüpft.

Im Bereich südwestlich von Mürzzuschlag seien nach Angaben der Projektanten drei Altlasten-Verdachtsflächen situiert. Dabei handle es sich um eine Hausmülldeponie und zwei Schlacken-/Aschendeponien. Im Rahmen der Errichtung der freien Strecke und des Bahnhofes Hönigsberg müssten alle Deponien geräumt und fachgerecht entsorgt werden.

Variante "Kleiner Otter - Pichlwang"

Nach Angabe der Projektanten sei diese Variante bis etwa in den Bereich der Unterquerung des Fröschnitztales mit der oben beschriebenen Variante ident. Im Bereich des Fröschnitztales / Longsgraben schwenke der Tunnel Richtung W und verlaufe geradlinig bis zum Ganzstein. Kurz vor dem Ganzstein schwenke der Tunnel nach SW ab und unterquere diesen und das Mürztales. Das Tunnelportal und der zugehörige Rettungsplatz würden südlich der Böhlerwerke in Hönigsberg zwischen dem Werkskanal der Böhlerwerke und der Mürz zu liegen kommen.

Nach ergänzender Mitteilung durch die Projektanten würde die Querung des Mürztales auf Höhe Ziegenburg bergmännisch erfolgen. Die druckdichten und unterdükerten Tunnelröhren würden dabei in Karbonatgesteinen bei einer Festgesteinsschwebe von ca. 9 m verlaufen. Die Lockergesteinsmächtigkeit betrage rd. 9 m.

Der Bahnhof Pichlwang beginne ca. 790 m nach dem Tunnelportal im Gemeindegebiet von Langenwang.

Nach Angaben der Projektanten seien im Bezug auf den Hochwasserschutz im Bereich der Mürz lokale Maßnahmen notwendig. Durch die Trasse würden sich Einengungen bei den Abflussquerschnitten ergeben. Die Park & Ride Anlage sei nicht HQ100 sicher.

Variante "Kleiner Otter - Langenwang"

Nach Angabe der Projektanten sei die gg. Variante bis etwa dem Bereich der Unterquerung der Mürz mit der Variante "Kleiner Otter- Pichlwang" ident. Das Tunnelportal mit dem dazugehörigen Tunnelrettungsplatz liege in Langenwang nördlich der Bestandsstrecke in der Nähe des bestehenden Sportplatzes im Ortsteil Pichlwang.

Nach ergänzender Mitteilung durch die Projektanten würde die Querung des Mürztales auf Höhe Ziegenburg bergmännisch erfolgen. Die druckdichten und unterdükerten Tunnelröhren würden dabei in Karbonatgesteinen bei einer Festgesteinüberlagerung von ca. 22 m verlaufen. Die Mächtigkeit der Lockergesteine betrage rd. 8 m.

Der Bahnhof beginne ca. 145 m nach dem Tunnelportal im Gemeindegebiet Langenwang in der Geraden (längster Tunnel !)

Im Bezug auf den Hochwasserabfluss seien im Bereich der Mürz lokale Maßnahmen notwendig. Durch die Trasse würden sich Einengungen des Abflussquerschnittes der Mürz ergeben.

Variante "Kleiner Otter - Ziegenburg"

Nach Angabe der Projektanten sei diese Trasse bis in den Bereich der Unterquerung des Fröschnitzgrabens mit der Variante "Kleiner Otter - Hönigsberg" ident. Im Bereich Fröschnitzgraben / Longsberg erfolge eine Verschwenkung des Tunnels Richtung NW sowie die anschließende Umfahrung von Mürzzuschlag im N. Kurz vor dem Tunnelportal erfolge die Querung der Mürz mit sehr geringer Überdeckung.

Nach ergänzender Mitteilung durch die Projektanten würde die Querung des Mürztales großteils in offener Bauweise erfolgen, wobei die Trasse in Grenzbereich von Lockergesteinen zu Festgesteinen verlaufe.

Das Tunnelportal liege ca. 180 m im Anschluss daran westlich der Bestandsstrecke. Der Bahnhof beginne ca. 325 m nach dem Tunnelportal im Gemeindegebiet von Mürzzuschlag.

Nach Angabe der Projektanten quere die Neubaustrecke westlich des Bahnhofs zweimal die Mürz. Durch den Bahndamm der Neubaustrecke erfolge eine Durchschneidung des Retentionsraumes der Mürz im Bereich der Kiesgrube Hönigsberg auf eine Länge von rd. 900 m. Um die verlorenen Retentionsräume auszugleichen, seien im Bereich der Kiesgrube Hönigsberg Ausgleichsmaßnahmen zu setzen (Eintiefungen). Es seien im Bahndamm der Neubaustrecke im Bereich der Kiesgrube Durchlässe zur Aktivierung der Retentionsräume im Hochwasserfall vorgesehen. Auf Höhe der Böhlerwerke würde die Neubaustrecke wieder in den Bestand einbinden.

Im Bereich südwestlich von Mürzzuschlag befinden sich nach Angabe der Projektanten drei Altlasten-Verdachtsflächen. Dabei handle es sich um eine Hausmüll- und zwei Schlacken-/Aschendeponien. Im Rahmen der Errichtung der freien Strecke und des Bahnhofs Hönigsberg müssten alle Deponien geräumt und fachgerecht entsorgt werden.

Variante "Kleiner Otter - Mürzzuschlag (unterirdisch)"

Nach Angabe der Projektanten sei die vorrangige Zielsetzung zur Entwicklung der von Seiten der Stadtgemeinde Mürzzuschlag eingebrachten Variante einer bergmännisch unter Mürzzuschlag zu errichtenden Haltestelle die Anbindung der Stadtgemeinde an das hochrangige Verkehrsnetz unter gleichzeitiger Reduktion der Längsneigung im Tunnel sowie der Tunnellänge gewesen. Die Tunneltrasse entspreche in ihrer Lage etwa bis zur Querung des Fröschnitzgrabens jener der übrigen Varianten des Trassenbündels "Kleiner Otter".

Im Bereich des Fröschnitzgrabens / Longsgraben würden beide Tunnelröhren Richtung NW abschnenken und geradlinig bis in den N von Edlach verlaufen. Kurz vor Edlach erfolge eine Verschwenkung nach SW und die Unterquerung des

Stadtgebietes von Mürzzuschlag etwas unterhalb des bestehenden Bahnsteinbereiches. Die Querung der Mürz erfolge bei einer Überdeckung von rd. 16 m.

Die geplante unterirdische Haltestelle liege unter dem bestehenden Bahnhof Mürzzuschlag in einer Tiefe von rd. 26 m. Das Niveau der Stationsröhren liege zwischen den Lockergesteinen des Fröschnitztales und den unterlagernden Festgesteinen (v.a. Karbonatgesteine). Die Haltestelle bestehe aus den beiden Tunnelröhren, in denen sich auch die Bahnsteige befinden und einer mittig liegenden Stationsröhre mit 400 m Länge. Sämtliche Röhren würden mit Querschlägen (Abstand ca. 50 m) verbunden.

Im Anschluss an den Haltestellenbereich würden die Tunnelröhren nach S abschwanken und würden südlich der Böhlerwerke in Hönigsberg zwischen dem Werkskanal und der Mürz das westliche Tunnelportal erreichen.

Nach ergänzender Mitteilung durch die Projektanten würde die Querung des Mürztales bergmännisch innerhalb von Karbonatgesteinen erfolgen. Die druckdichten (?) Tunnelröhren würden dabei in Karbonatgesteinen bei einer Festgesteinsüberlagerung von ca. 14 m verlaufen, die von rd. 5 m Lockersedimenten überlagert werden.

Trassenbündel Ochnerhöhe

Nach Angabe der Projektanten seien für das gg. Trassenbündel die nachstehend angeführten Motive ausschlaggebend gewesen:

- Vergleichstrasse zum Projekt "Semmering-Basistunnel ALT" zur Analyse der Auswirkungen einer tiefer liegenden Trasse auf die hydrogeologischen und geotechnischen Verhältnisse:
- Durchquerung von Störungszonenauf möglichst kurzem Weg (z.B. Talhof-Aue, tektonisch überprägte Tattermannschiefer im Bereich Orthof, tektonisch überprägte Keuper-Serie im Fröschnitztal)

Nach Angaben der Projektanten sei bei den Baukonzepten vorgesehen, von Gloggnitz ausgehend zwei TBM Maschinen auf eine Länge von jeweils 9 km bis in den Bereich der zu durchörternden "Tattermannschiefer" einzusetzen. Sowohl die Störungszone als auch das anschließende äußerst schlechte Gebirge (wasserführendes Karbonatgestein) werde im zyklischen Vortrieb durchfahren, wodurch eine verminderte Vortriebsleistung auf einem vergleichsweise langen Abschnitt in Kauf genommen werden müsse. Innerhalb der Karbonatgesteinsabfolgen seien untertägige Injektionsmaßnahmen erforderlich.

Die restliche Vortriebsstrecke werde vom Zwischenangriff Grautschhof weg mit jeweils einem Zugangsstollen zyklisch (NÖT) vorgetrieben. Ein zweiter Zugangsstollen bzw. ein Gegenvortrieb vom Westportal sei nicht erforderlich, da der Vortrieb durch das Karbonatgestein vom Portal Gloggnitz weg den zeitkritischen Weg ergebe. Als Bauzeit für die Varianten des Trassenbündels Ochnerhöhe wäre ein Zeitrahmen zwischen 15 und 16 Jahren zu prognostizieren.

Variante "Ochnerhöhe - Hönigsberg"

Nach Angabe der Projektanten beginne die Neubaustrecke im Bereich des Bahnhofs Gloggnitz und verlaufe nach dem östlichen Tunnelportal geradlinig Richtung W bis zur Verschwenkung Richtung SW im Bereich des Kreuzberges. Das Fröschnitztal werde zwischen Spital am Semmering und Jauern auf möglichst kurzem Weg gequert. Im Anschluss erfolge eine Verschwenkung der Tunnelröhren Richtung W und die geradlinige Weiterführung bis in den Bereich des Ganzstein. Kurz davor erfolge erneut eine Verschwenkung nach SW, um das unterhalb der Bundesstraße gelegene westliche Tunnelportal zu erreichen. Die Querung der Mürz erfolge somit obertägig (Freilandstrecke).

Ähnlich wie bei den Varianten des vorhin beschriebenen Trassenbündels müssen eine Hausmüll- und zwei Schlacken-/Aschendeponien gequert und daher fachgerecht entsorgt werden.

Variante "Ochnerhöhe - Pichlwang"

Nach Angabe der Projektanten entspreche die Trassenführung in etwa jener der Variante "Ochnerhöhe - Hönigsberg". Kurz vor dem Ganzstein schwenke der Tunnel nach SW ab und unterquere diesen und das Mürztal. Das Tunnelportal und der dazugehörige Rettungsplatz würden zwischen den Böhlerwerken in Hönigsberg und dem Werkskanal der Böhlerwerke und der Mürz zu liegen kommen.

Nach ergänzender Mitteilung durch die Projektanten würde die Querung des Mürztals auf Höhe Ziegenburg bergmännisch erfolgen. Die druckdichten und unterdükerten Tunnelröhren würden dabei in Karbonatgesteinen bei einer Festgesteinsschwebe von ca. 9 m verlaufen. Die Lockergesteinsmächtigkeit betrage rd. 9 m.

Variante "Ochnerhöhe - Langenwang"

Nach Angabe der Projektanten entspreche die Trassenführung dieser Variante etwa jener der Variante "Ochnerhöhe - Hönigsberg". Kurz vor dem Ganzstein schwenke der Tunnel nach SW ab und unterquere diesen und das Mürztal, wobei im Bereich der Mürz eine maximale Überdeckung von rd. 30 m erreicht werde. Das Tunnelportal mit dem dazugehörigen Tunnelrettungsplatz liege in Langenwang nördlich der Bestandsstrecke in der Nähe des Sportplatzes im Ortsteil Pichlwang.

Nach ergänzender Mitteilung durch die Projektanten würde die Querung des Mürztals auf Höhe Ziegenburg bergmännisch erfolgen. Die druckdichten und unterdükerten Tunnelröhren würden dabei in Karbonatgesteinen bei einer Festgesteinüberlagerung von ca. 22 m verlaufen. Die Mächtigkeit der Lockergesteine betrage rd. 8 m.

Trassenbündel Preiner Gscheid

Nach Angabe der Projektanten seien für das gg. Trassenbündel die nachstehend angeführten Motive ausschlaggebend gewesen:

- möglichst kurze Durchörterung wasserführender Karbonatgesteine (östlich von Kapellen)
- möglichst senkrechte Durchörterung der Deckengrenzen und Störungszonen
- möglichst senkrechte Unterfahrung von Tälern (z.B. Raxenbachgraben, Mürztal)
- keine Freistrecken- bzw. Tunnelabschnitte in offener Bauweise in Niederösterreich westlich von Gloggnitz.

Bei den Baukonzepten sei nach Angabe der Projektanten für den Vortrieb der Karbonatstock zwischen dem Mürztal und dem Raxenbachgraben bauzeitbestimmend. Eine Vorentwässerung dieses Karbonatstockes sei über den Zwischenangriff Stojen vorgesehen. Der Vortrieb durch den Karbonatstock erfolge zyklisch (NÖT) mit entsprechend geringen Vortriebsgeschwindigkeiten und erforderlichen aufwändigen Injektionsmaßnahmen.

Ausgehend von Portal Gloggnitz sei die Herstellung der ersten rd. 13 km Tunnelstrecken mittels zweier TBM vorgesehen. Alle übrigen Abschnitte würden zyklisch vom Zwischenangriff Stojen bzw. dem Westportal vorgetrieben. Als Bauzeit werde ein Zeitrahmen von rd. 15 Jahren veranschlagt.

Nach ergänzender Mitteilung durch die Projektanten würde die Querung des Mürztals bergmännisch in teils gestörten Karbonatgesteinen und Quarzphylliten erfolgen, wobei von minimalen Schwebenmächtigkeiten in der Festgesteinsabfolge von ca. 60 m auszugehen wäre.

Variante "Preiner Gscheid - Hönigsberg"

Nach Angabe der Projektanten beginne die Neubaustrecke am westlichen Ende des Bahnhofs Gloggnitz und verlaufe geradlinig durch das östliche Tunnelportal Richtung W, anschließend gegen NW. Im Bereich Mitterbach erfolge eine Verschwenkung Richtung S, um den Karbonatgesteinszug Kapellen - Kaltenberg auf möglichst kurzem Weg zu durchqueren. Nach der Unterquerung des Mürztals würden die Tunnelröhren nach SE abschnenken, um dann nach einem kurz darauf folgenden Rechtsbogen bei Ziegenberg auf Höhe der Böhlerwerke das westliche Tunnelportal zu erreichen.

Nach ergänzender Mitteilung durch die Projektanten würde die Querung des Mürztales bergmännisch in teils gestörten Karbonatgesteinen und Quarzphylliten erfolgen, wobei von minimalen Festgesteinsüberlagerung von ca. 50 m auszugehen wäre. Die Mächtigkeit der Mürzalluvionen betrage rd. 5 m.

Durch den Bahndamm der Neubaustrecke erfolge eine Durchschneidung des Retentionsraumes der Mürz im Bereich der Kiesgrube Hönigsberg auf eine Länge von rd. 650 m. Weiters erfolge eine Verlegung des großen Lambaches mit ausreichendem Abflussquerschnitt. Die Mürz müsse im Bereich des Bahnhofes auf eine Länge von ca. 1,1 km verlegt werden.

Bei dieser Variante müssten nach Angabe der Projektanten auch die vorhin beschriebene Hausmüll - und die beiden Aschen-/Schlackendeponien berücksichtigt werden.

Variante "Preiner Gscheid - Pichlwang"

Nach Angabe der Projektanten entspreche der Trassenverlauf bis in den Bereich der unterirdischen Querung des Mürztales jener der oben beschriebenen Variante. Nach der Unterquerung des Mürztales würden beide Tunnelröhren nach W verschwenken, um südlich der Böhlerwerke in Hönigsberg zwischen dem Werkskanal der Böhlerwerke und der Mürz das westliche Tunnelportal zu erreichen.

Nach ergänzender Mitteilung durch die Projektanten würde die Querung des Mürztales bergmännisch in teils gestörten Karbonatgesteinen und Quarzphylliten erfolgen, wobei von minimalen Festgesteinsüberlagerung von ca. 50 m auszugehen wäre. Die Mächtigkeit der Mürzalluvionen betrage rd. 5 m. Durch die Beeinträchtigung des Bergwasserkörpers im Querungsbereich des Mürztales seien Auswirkungen auf die umliegenden Wasserversorgungsanlagen nicht auszuschließen.

Variante "Preiner Gscheid - Langenwang"

Nach Angabe der Projektanten entspreche die Trassenführung grundsätzlich der Variante "Preiner Gscheid - Pichlwang", wobei allerdings das westliche Tunnelportal wie bei den Varianten "Kleiner Otter Hönigsberg" und "Ochnerhöhe - Hönigsberg" im Bereich des Sportplatzes im Ortsteil Pichlwang der Gemeinde Langenwang situiert wären.

Nach ergänzender Mitteilung durch die Projektanten würde die Querung des Mürztales bergmännisch in teils gestörten Karbonatgesteinen und Quarzphylliten erfolgen, wobei von minimalen Festgesteinsüberlagerung von ca. 50 m auszugehen wäre. Die Mächtigkeit der Mürzalluvionen betrage rd. 5 m. Durch die Beeinträchtigung des Bergwasserkörpers im Querungsbereich des Mürztales seien Auswirkungen auf die umliegenden Wasserversorgungsanlagen nicht auszuschließen.

Variante "Preiner Gscheid - Ziegenburg"

Nach Angabe der Projektanten entspreche die Trassenführung bis nach Unterquerung des Mürztales jener der übrigen Varianten des Bündels Preiner Gscheid. Nach der Unterquerung des Mürztales erfolge nach einem Verschwenken der Tunnelröhren Richtung S ein Rechtsbogen zur Errichtung des westlichen Tunnelportales südlich der bestehenden Siedlung im Ortsteil Lambach.

Nach ergänzender Mitteilung durch die Projektanten würde die Querung des Mürztales bergmännisch in teils gestörten Karbonatgesteinen und Quarzphylliten erfolgen, wobei von minimalen Festgesteinsüberlagerung von ca. 50 m auszugehen wäre. Die Mächtigkeit der Mürzalluvionen betrage rd. 5 m. Durch die Beeinträchtigung des Bergwasserkörpers im Querungsbereich des Mürztales seien Auswirkungen auf die umliegenden Wasserversorgungsanlagen nicht auszuschließen.

Trassenvariante Pfaffensattel

Nach Angabe der Projektanten beginne die Neubaustrecke im westlichen Bahnhofsbereich von Gloggnitz, schwenke nach dem Portal in Richtung Aue nach S ab und unterquere den Auebach. Bis zum Beginn des Großen Otter verlaufe die Strecke Richtung S und schwenke kurz vor der Unterquerung des Gipfels des Mitterrotter nach SW ab, um einerseits das

Karbonatgesteinsmassiv des Otterstockes auf möglichst kurzem Weg zu durchfahren und andererseits den zu erwartenden Störungen im Kleinen Otter auszuweichen.

Der anschließende Bogen von Trattenbach bis in den Bereich des Fröschnitzgrabens diene zur Absenkung der Längsneigung und führe die Trasse in die tunnelbautechnisch wesentlich günstigeren Bereiche der Gneise des Wechsel-Kristallins. Beim Fröschnitzgraben erfolge eine Durchörterung der Deckengrenze zwischen „Semmering- Kristallin“ und dem "Wechsel-Kristallin" orthogonal zum Streichen der etwa N-S verlaufenden Deckengrenze. Die entlang der Deckengrenze eingeschalteten Abfolgen von permomesozoischen Gesteine weisen in diesem Bereich eine relativ geringe Mächtigkeit auf.

Im Bereich des Fröschnitzgraben / Longsgraben schwenke nach Angaben der Projektanten der Tunnel in Richtung W und verlaufe ziemlich geradlinig bis kurz vor die Querung des Fröschnitztales, welches in nordwestlicher Richtung gequert werde. Anschließend schwenke der Tunnel wieder Richtung W und trete im E des Bahnhofes Mürzzuschlag wieder zutage.

Nach ergänzender Mitteilung durch die Projektanten würde die Querung der Fröschnitz bei Grautschenhof bergmännisch in teils gestörten Grobgneisen des Semmering-Kristallins erfolgen, wobei von minimalen Schwebenmächtigkeiten in der Festgesteinsabfolge von ca. 80 m auszugehen wäre.

Aufgrund der zentralen Lage innerhalb des geschlossenen Siedlungsgebietes bzw. im Hauptsiedlungsraum sei der Bahnhof Mürzzuschlag durch eine sehr gute Gesamterreichbarkeit gekennzeichnet.

Die beiden Streckengleise sowie die beiden nach dem Tunnelportal abzweigenden Güterüberholgleise würden nach Angabe der Projektanten in Tieflage innerhalb einer Wanne bis zum Beginn der Bahnsteige verlaufen. Im Bereich der Bahnsteige würden die beiden Hauptgleise des Tunnels als auch die Bergstrecke zur Verknüpfung das gleiche Höhenniveau aufweisen. Die Gleise der Bergstrecke würden links und rechts in Parallellage zur Wanne verlaufen, wobei das nördliche Gleis die Tunnelstrecke mittels einer Brücke nach SE überquere.

1.1.5 IM VORFELD AUSGESCHIEDENE VARIANTEN

Nach Angabe der Projektanten seien bereits im Vorfeld mehrere Varianten geprüft und zuzufolgende mangelnder Zielerfüllung oder anderer Gründe nicht weiter verfolgt worden:

Variante "Pfaffensattel - Bahnhof Mürzzuschlag einfache Tieflage"

Diese Variante mit einer Haltestelle rd. 8 - 10 m unter dem bestehenden Bahnhof sei auf Grund der erheblichen betrieblichen Probleme wie auch auf Grund der Umweltauswirkungen während der Bauphase ausgeschieden worden.

Variante "Dipl. Ing. Franz Mitterer"

Die vorgeschlagene Trasse sehe einen ca. 32 km langen Tunnel im S des Projektsgebietes vor. Diese Variante sei deswegen ausgeschieden worden, weil der westliche Verknüpfungsbahnhof außerhalb des durch den Projektauftrag gelegenen Planungsauftragsbereiches gelegen sei, durch die asymmetrische Lage im Bezug auf Taktknoten Bruck/Mur bzw. Wr. Neustadt die Funktion eines Verknüpfungsbahnhofes in Frage gestellt hätte sowie die Trassenführung zwischen dem Verknüpfungsbahnhof und dem westlich des Tunnelportals zufolge der Hochwassersituation eine rd. 2 km lange und bis zu 12 m hohe Brücke erfordert hätte.

Variante "Umfahrung Gloggnitz"

Nach Angaben der Projektanten sei diese Variante vorzeitig ausgeschieden worden, weil die grundsätzliche Zielsetzung der Umfahrungsvarianten, durch einen vorzeitigen Höhengewinn eine Verkürzung der Tunneltrasse bei Einbindung in den Bahnhof Mürzzuschlag zu ermöglichen, nicht gegeben gewesen sei, eine Umfahrung des Bahnhofes Gloggnitz dem Projektauftrag widersprochen hätte, der Umbau des Bahnhofes Gloggnitz einen verlorenen Aufwand bedeutet hätte, ein Widerspruch zu den verkehrlichen Zielsetzungen des Landes Niederösterreich bzw. der Stadtgemeinde Gloggnitz auf

Grund des Entfalls einer Eilzughaltestelle bestanden hätte, sowie mehrere Siedlungsgebiete, ein markantes Brückenbauwerk im Schwarzatal sowie die Querung eines Wasserschutzgebietes der Stadt Wien hätten gequert werden müssen.

1.1.6 TRASSENAUSWAHL

Nach Angabe der Projektanten sei die Beurteilung der Trassenvarianten auf Basis eines eigens entwickelten Kriterienkataloges erfolgt, der mit dem Auftraggeber sowie den projektbegleitenden Gremien abgestimmt worden sei.

In den Auswahlprozess waren u.a. die Regionen, Bezirksverwaltungsbehörden, Interessenvertretungen, Gemeinde, Bürgerinitiativen u.a. mehr eingebunden. Die Gewichtung sei durch eine 5 teilige "Benotung" erfolgt.

Der Kriterienkatalog ist auf Seite 74, die Bewertungsmethodik auf Seite 75 ff des Berichtes "Projektentwicklung - Endbericht Trassen- und Bahnhofsauswahlverfahren" (UV 02-00.03) ersichtlich. Die zusammenfassenden Beurteilungsergebnisse, gegliedert nach den einzelnen Fachbereichen finden sich ab Seite 80 des Berichtes "Projektentwicklung - Endbericht Trassen- und Bahnhofsauswahlverfahren" (UV 02-00.03)

Die für den Fachbereich Geologie und Hydrogeologie maßgebenden Ergebnisse finden sich ab Seite 87 des Berichtes "Projektentwicklung - Endbericht Trassen- und Bahnhofsauswahlverfahren" (UV 02-00.03). Die geologisch - hydrogeologisch relevanten Aspekte wurden zu einem Hauptkriterium "Baugrundverhältnisse" zusammengefasst. Dieses wurde in die Teilkriterien "tektonische Überprägung", "Lockergesteinsstrecken", "Bergwasserführung" und "Prognosesicherheit" untergliedert:

1.1.6.1 Hauptkriterium „Baugrundverhältnisse“

Teilkriterium tektonische Überprägung:

Seitens der Projektanten wird hierzu ausgeführt, dass im Vergleich zu nicht gestörtem Gebirge tektonisch gestörtes Gebirge deutlich ungünstigere tunnelbautechnische Eigenschaften aufweise. Im Teilkriterium "tektonische Überprägung" würden die Vortriebsstrecken der jeweiligen Varianten unter schwierigen Gebirgsverhältnissen erfasst und bewertet.

Im Projektgebiet würde eine Vielzahl von tektonischen Störungszonen unterschiedlicher Mächtigkeit auftreten. Bereiche mit besonders starker tektonischer Überprägung und demnach hohem Anteil an Störungsgesteinen würden vor allem die Grauwackenzone und die Tattermann-Schuppe im nördlichen gebiet sowie die tektonische Melangezone im Raum Mürzzuschlag und ihre östliche Fortsetzung entlang der Fröschnitz darstellen. Im Vergleich zu den anderen Varianten würden die Variantenbündel "Kleiner Otter" und "Pfaffensattel" den streckenmäßig geringsten Anteil an Störungsgesteinen aufweisen und seien als tektonisch gering überprägt beurteilt worden. Demgegenüber werde der Grad der tektonischen Überprägung für die Variantenbündel "Ochnerhöhe" als hoch, für das Variantenbündel "Preiner Gscheid" als mittel eingestuft. Die jeweilige Länge der Auffahrungslängen in den Störungsgesteinen ist aus Abb. 55 des Berichtes "Projektentwicklung - Endbericht Trassen- und Bahnhofsauswahlverfahren" (UV 02-00.03) ersichtlich.

Teilkriterium Lockergesteinsstrecken:

Nach Angabe der Projektanten würden Lockergesteine in der Regel schwierige Gebirgsverhältnisse bedingen. Im Vergleich zu Festgesteinen würden Lockergesteine meist deutlich ungünstigere tunnelbautechnische Eigenschaften aufweisen. Längere Lockergesteinsstrecken würden im Projektgebiet unterhalb von dicht bebauten Gebieten (Siedlungen, Bahnanlagen) bei gleichzeitig geringen Überlagerungshöhen auftreten und seien daher infolge der potentiellen Auswirkungen auf die Oberfläche (Setzungen) zu vermeiden.

Der Großteil der Varianten treffe lediglich vernachlässigbare Lockergesteinsstrecken in den unmittelbaren Portalbereichen auf. Zwei Varianten würden jedoch längere Lockergesteinsstrecken aufweisen.

Die Variante "Kleiner Otter - Ziegenburg" enthalte eine Lockergesteinsstrecke im Bereich der Mürzquerung nördlich von Mürzzuschlag (Bewertung: kurze Lockergesteinsstrecke). Die Variante "Kleiner Otter - Mürzzuschlag unterirdisch" ver-

laufe im Bereich des Bahnhofs Mürzzuschlag im Grenzbereich zwischen den Talsedimenten der Fröschnitz und dem anstehenden Fels. Die Länge der Lockergesteinsstrecke werde nach dem derzeitigen Kenntnisstand in Summe mit rd. 2300 m angenommen (Beurteilung: erhebliche Lockergesteinsstrecke).

Die jeweilige Länge der Lockergesteinsstrecken ist aus Abb. 56 des Berichtes "Projektentwicklung - Endbericht Trassen- und Bahnhofsauswahlverfahren" (UV 02-00.03) ersichtlich.

Teilkriterium Bergwasserführung:

Nach Angaben der Projektanten würden hohe Bergwasserzutritte (>20 l/s) in der Regel schwierige Gebirgsverhältnisse hervorrufen. Sie würden sich ungünstig auf die Gebirgsfestigkeit und das Gebirgsverhalten, somit auch auf die Vortriebsfähigkeit auswirken. Lange Vortriebsstrecken unter schwierigen Gebirgsverhältnissen seien daher zu vermeiden.

Als geologische Einheiten für hohe Berg- bzw. Grundwasserzutritte gelten nach Ansicht der Projektanten vor allem Karbonatgesteine, Quarzite, Grüngesteine, Zerrüttungszonen in unterschiedlichen lithologischen Einheiten sowie Lockergesteine. Wassereinbrüche von mehreren 100 l/s müssen nach Angaben der Projektanten in den Karbonatgesteinen der Kampalpe und im Bereich Kapellen - Kohleben erwartet werden. Weiters seien auch die Mürzquerungen im Raum Mürzzuschlag (Lockergesteine über verkarsteten Karbonatgesteinen) ein Potential für Wassereinbrüche (u.a. durch Eindringen von Oberflächengewässer der Mürz). Die seichten Mürzquerungen in stark wasserführenden verkarsteten Karbonatgesteinen würden grundsätzlich Fragen hinsichtlich der technischen Machbarkeit bzw. der Genehmigungsfähigkeit aufwerfen.

Beim Variantenbündel "Preiner Gscheid" führe die lange Strecke mit Potential für Wassereinbrüche von mehreren 100 l/s bei der Durchörterung der Karbonatgesteine im Bereich Kapellen - Kohleben zu einer "ungünstigen" bis "sehr ungünstigen" Einstufung bei der Beurteilung.

Die Variantenbündel "Ochnerhöhe" und "Kleiner Otter" würden nach Angaben der Projektanten weitgehend als "ungünstig" eingestuft. Jene Varianten mit den Bahnhofsstandorten Pichlwang und Langenwang (inkl. der Variante Mürzzuschlag unterirdisch) seien nach Ansicht der Projektanten infolge der seichten Mürzquerungen im Bereich Mürzzuschlag mit den damit verbundenen Problemstellungen und Unsicherheiten mit dem Vermerk "!" gekennzeichnet worden.

Das gänzliche Fehlen von Strecken mit Potential für Wassereinbrüche von mehreren 100 l/s resultiere in einer "mittleren" Bewertung der Varianten "Kleiner Otter - Hönigsberg" bzw. einer "günstigen" Bewertung der Variante "Pffarsattel".

Die jeweilige Länge mit Bergwasserführungen > 20 l/s bzw. >100 l/s ist aus Abb. 57 des Berichtes "Projektentwicklung - Endbericht Trassen- und Bahnhofsauswahlverfahren" (UV 02-00.03) ersichtlich.

Teilkriterium Prognoseunsicherheit:

Nach Angabe der Projektanten würden lange Strecken mit Prognoseunsicherheit das geologische Risiko und die Eintrittswahrscheinlichkeiten von Schadensereignissen erhöhen. Von den im Projektgebiet auftretenden geologischen Einheiten / Strukturen würden nach gegenwärtigem Kenntnisstand die Grauwackenzone, die Tattermann-Schuppe und die tektonische Melange- bzw. Verschuppungszone (Kristallin / Permomesozoikum) als weitgehend "ungünstig" prognostiziert. In diese Klasse falle auch auf Grund unzureichender Kenntnis der Verlauf der Felslinie im Vortriebsabschnitt im Bereich des unterirdischen Bahnhofs Mürzzuschlag.

Nach Angaben der Projektanten würden die Bereiche des Semmering- und Wechselkristallins, der Karbonatgesteinsabfolgen und auf Grund der höheren Aufschlussedichte (Nahelage zur Trassenführung im Altprojekt) der Grauwackenzonebereich westlich von Gloggnitz als "mäßig" eingestuft.

Als "günstig" würden Trassenabschnitte nahe dem Semmering-Pilotstollen, dem Ganzsteintunnel und dem Tunnel Spital bewertet, ebenso wie Gebirgsbereiche, die durch Bohrungen bis auf Trassenniveau erkundet worden seien (Querung Preinbachgraben, Fröschnitz bei Grautschenhof, Portalbereich Gloggnitz, Mürzquerungen bei Mürzzuschlag).

Die Prognosesicherheit der Variantenbündel "Preiner Gscheid" und "Ochnerhöhe" werde durch ihren langen Verlauf in den Gesteinen der Grauwackenzone / Tattermannschuppe als "sehr gering" eingestuft. Das Variantenbündel "Kleiner Otter" weise eine weitgehend "mittlere" Prognosesicherheit auf, wobei die relativ gute Kenntnis des Gebirges im Bereich Grautschenhof- Semmering-Pilotstollen zu einer Aufwertung der Prognosesicherheit der Varianten "Kleiner Otter - Ziegenburg" und "Kleiner Otter - Mürzzuschlag unterirdisch" in die Klasse "hoch" geführt haben.

Die Variante Pfaffensattel - Mürzzuschlag werde infolge der kürzesten als "ungünstig prognostizierbaren" Streckenlänge und der "günstigen" Prognostizierbarkeit des Abschnittes im Bereich Grautschenhof - Semmering-Pilotstollen mit "hoher" Prognosesicherheit bewertet.

Die jeweilige Länge mit Prognosesicherheit ist aus Abb. 58 des Berichtes "Projektentwicklung - Endbericht Trassen- und Bahnhofsauswahlverfahren" (UV 02-00.03) ersichtlich.

Wertesynthese:

Nach Angaben der Projektanten sei die Bewertung des Hauptkriteriums "Baugrundverhältnisse" durch Verknüpfung der Teilkriterien "tektonische Überprägung", "Lockergesteinsstrecken", "Bergwasserführung" und "Prognosesicherheit" erfolgt. Hierfür sei eine Mittelwertbildung der Zielerfüllungsklassen "tektonische Überprägung", "Lockergesteinsstrecken", "Bergwasserführung" durchgeführt worden. Der ermittelte Wert liefere ein Maß für die Baugrundqualität und werde einer Zielerfüllungsklasse zugewiesen.

Mit dem Teilkriterium "Prognosesicherheit" sei die Verlässlichkeit dieser Information beurteilt worden. Varianten mit "mittlerer" bis "hoher" Prognosesicherheit würden die Information über die Baugrundqualität der übrigen Teilkriterien bekräftigen. Die Gesamtbeurteilung entspreche dann dem oben ermittelten Mittelwert der drei Teilkriterien.

Varianten mit "sehr geringer" oder "geringer" Prognosesicherheit würden nach Angaben der Projektanten hingegen ein deutlich erhöhtes Potential für eine Abweichung der geologischen Verhältnisse von der derzeitigen Einschätzung aufweisen. Da sich eine mögliche Verschlechterung der Baugrundverhältnisse gegenüber einer möglichen Verbesserung wesentlich stärker auf die Gesamtbeurteilung der Trassenvarianten auswirke, werde bei der Zusammenführung der Teilkriterien "tektonische Überprägung", "Lockergesteinsstrecken", "Bergwasserführung" das Teilkriterium "Prognosesicherheit" in Form einer Abwertung um eine Zielerfüllungsklasse berücksichtigt.

Sei bei einem der Teilkriterien die "Machbarkeit / Genehmigungsfähigkeit" fraglich, werde der Vermerk "!" auch beim Hauptkriterium beibehalten und dem Zielerfüllungsgrad hintangefügt. Die Bewertung ergebe sich im wesentlichen aus "mittlerer" bis "hoher" tektonischer Überprägung des Gebirges und "sehr geringer" Prognosesicherheit, die im Wesentlichen auf der starken Heterogenität großer Gebirgsbereiche beruhe.

Die Variantenbündel "Ochnerhöhe" und "Preiner Gscheid" würden nach Angaben der Projektanten mit "2- Zielerfüllungsgrad mäßig" beurteilt. Das Variantenbündel "Kleiner Otter" werde überwiegend mit "3 - Zielerfüllungsgrad durchschnittlich" bewertet. Die Variante "Kleiner Otter - Hönigsberg" erreiche den Zielerfüllungsgrad "4 - gut". Das Variantenbündel "Kleiner Otter" unterscheide sich nach Angabe der Projektanten von den Variantenbündeln "Ochnerhöhe" und "Preiner Gscheid" generell durch geringere tektonische Überprägung des Gebirges und durch höhere Prognosesicherheit.

Die Variante "Pfaffensattel" erreiche nach Angabe der Projektanten in allen Teilkriterien wie auch in der Gesamtbeurteilung den Zielerfüllungsgrad "4-gut".

Fünf Varianten seien nach Angaben der Projektanten mit dem Vermerk "!" (Machbarkeit / Genehmigungsfähigkeit) in Frage gestellt worden. Dies betreffe alle Varianten, die seicht liegende Querungen der Mürz im Raum Mürzzuschlag beinhalten:

- Kleiner Otter Pichlwang
- Kleiner Otter Langenwang

- Kleiner Otter Mürzzuschlag unterirdisch
- Ochnerhöhe Pichlwang
- Ochnerhöhe Langenwang.

1.1.6.2 Hauptkriterium Massendisposition:

Aus rohstoffgeologischen Überlegungen ist auch der Massendisposition ein besonderes Augenmerk zu schenken.

Teilkriterium "Massenbilanz"

Ausgehend vom grundlegenden Ziel eines ausgeglichenen Massenhaushaltes sei nach Angaben der Projektanten die Klassifikation linear zwischen einem nur theoretischen Optimum (keine bis geringe Massenüberschüsse) und dem denkbar ungünstigen Fall (gesamtes Ausbruchsmaterial zu deponieren) aufgespreizt worden.

Die Massenermittlung sei für alle 13 Varianten auf Basis der zugrundeliegenden Regelprofile und Annahmen für das Tunnelprofil durchgeführt worden. Es habe sich gezeigt, dass die Überschussmassen bei allen Varianten zwischen 4,7 Mio m³ und 6,3 Mio m³ liegen und somit einheitlich nur eine mäßige Zielerfüllung gegeben sei.

Teilkriterium Verwertbarkeit:

Nach Angaben der Projektanten erfolge mit diesem Kriterium ein Vergleich der Varianten auf Basis der quantitativen Erfassung der Strecken mit günstiger Wiederverwertbarkeit des Tunnelausbruchsmaterials. Zusammenfassend betrachtet seien dabei die Trassenführungen in den geologischen Einheiten der Grauwackenzone als ungünstiger einzustufen als jene in den Einheiten des Semmering- und des Wechselkristallins. sowie der Karbonatgesteinszüge. Umgelegt auf die Tunneltrassen würden sich die Ergebnisse wie folgt zusammenfassen lassen:

- Tunneltrassen "Kleiner Otter" und "Pfaffensattel": Durchörterung der Grauwackenzone lediglich auf kurzer Strecke, vergleichbar günstige Streckenlänge in den Wiederverwertbarkeitsklassen A (z.B. Frostkoffermaterial, Betonzuschlagsstoff) und B (für belastete Dämme); Nachteile für Varianten "Kleiner Otter - Hönigsberg" und "Kleiner Otter - Ziegenburg" aufgrund der Altlastenproblematik im Bereich des westlichen Tunnelportales.
- Tunneltrassen "Ochnerhöhe": Im Vergleich durchschnittliche Streckenlänge in den Wiederverwertbarkeitsklassen A und B; Abstufung der Variante "Ochnerhöhe-Hönigsberg" auf Grund der Altlastenproblematik im Bereich des westlichen Tunnelportales.
- Tunneltrassen "Preiner Gscheid": sehr langer Verlauf der Tunneltrasse im Bereich der Grauwackenzone, im Vergleich durchschnittliche Streckenlänge in den Wiederverwertbarkeitsklassen A und B.

Die jeweiligen Mengen an verwertbarem Ausbruchsmaterial sind in Abb. 59 des Berichtes "Projektentwicklung - Endbericht Trassen- und Bahnhofsauswahlverfahren" ersichtlich.

Wertesynthese:

Nach Angaben der Projektanten sei für die Einstufung der Varianten aus Ebene des Hauptkriteriums "Massendisposition" die Beurteilung im Teilkriterium "Massenbilanz" gewesen. Eine überdurchschnittlich gute Beurteilung im Teilkriterium Verwertbarkeit habe zu einer Aufwertung um eine Stufe geführt.

Ausgehend von einer auf Basis des Teilkriteriums "Massenbilanz" für alle 13 Varianten einheitlichen Einstufung mit "2" sei eine Aufwertung auf Grund günstiger Verwertbarkeit des Ausbruchsmaterials bei den Varianten "Kleiner Otter - Pichlwang", "Kleiner Otter - Langenwang", "Kleiner Otter - Mürzzuschlag unterirdisch" sowie "Pfaffensattel" erfolgt.

1.1.6.3 Hauptkriterium Grund- und Bergwasser, Trinkwasserschutz

Nach Angaben der Projektanten könne davon ausgegangen werden, dass im vorgegebenen Untersuchungsgebiet keine Streckenführung möglich sei, ohne stark in wasserführende Gesteinsabfolgen zu queren.

Für die Trassen „Preiner Gscheid“ im N seien dies die Karbonatgesteinsabfolgen im Bereich Kapellen – Kohleben. Die Trassen „Ochner Höhe“ im Mittelabschnitt des Untersuchungsgebietes würden die Karbonatgesteinsabfolgen der Kampalpe queren. Die Trassen des „Kleinen Otter“ und die Trasse „Pfaffensattel“ würden die Karbonatgesteine des Grasberges und des Otters queren. Allen diesen Karbonatgesteinen sei gemein, dass daran Karstquellen gebunden seien, die für Trinkwasserzwecke genutzt werden.

Teilkriterium „Bergwassermengen und großräumige einzugsgebietsübergreifende Änderungen des Bergwasserhaushaltes“

Nach Angabe der Projektanten beziehe sich die Beurteilung (lediglich) auf die Betriebsphase.

Nach Angabe der Projektanten seien für den Trassenvergleich die prognostizierten anfallenden Wassermengen während der Betriebsphase herangezogen worden. Der Prognose der möglichen anfallenden Bergwassermengen wurden einheitliche einfache Wasserbilanzgrößen und deren hydrogeologisch wirksame Einzugsgebiete zugrunde gelegt. Zusätzlich wäre projektsintern vorgegeben worden, dass die Durchlässigkeiten längerer Karbonatgesteinsstrecken durch Injektionen verringert werden. Denjenigen Karbonatgesteinsabschnitten, in welchen ein TBM Vortrieb geplant sei, liege eine Reduktion der anfallenden Bergwassermenge von 50% zugrunde, in Abschnitten mit NÖT-Vortrieb eine Reduktion von 30%.

Zur Frage der Größenordnung des höheren Reduktionserfolges beim TBM Vortrieb als beim NÖT-Vortrieb wurde von den Tunnelplanern ergänzend mitgeteilt, dass

- aus der persönlichen Erfahrung der Tunnelplaner im Druckstollenbau bei systematischer Bohrlochinjektion und vertretbarem Aufwand unter den gegebenen Umständen jedenfalls eine Reduktion der durchschnittlichen Wasserzutritte um 50% zu erwarten sei,
- beim TBM- Vortrieb, wo die TBM auf einen Hochleistungsbetrieb mit systematischer Gebirgsinjektion ausgelegt sei, und wo diese in den stark wasserführenden Strecken auch präventiv systematisch eingesetzt werden solle (Zusatzmaßnahme), daher zumindest von einer Reduktion auf 50% ausgegangen werde, bzw.
- beim NÖT- Vortrieb die Injektion demgegenüber anlassbedingt eingesetzt (Sondermaßnahme) werde. Somit sei hier vorsorglich eine niedrigere Reduktionsrate (30%) angesetzt worden.

Auf Grund des Tunnelgefälles würden nach Angabe der Projektanten in der Betriebsphase sämtliche anfallenden Bergwässer über das Ostportal in Gloggnitz ausgeleitet. Für die Trassen Preiner Gscheid würde dies bedeuten, dass die im Bereich Kapellen – Kohleben anfallenden Bergwässer innerhalb der hier zu durchörternden Karbonatgesteine in Zukunft aus dem Einzugsgebiet der Mürz in das Einzugsgebiet der Schwarza geleitet werden. Da der überwiegende Anteil der prognostizierten Bergwässer in diesem Abschnitt anfallen werde, käme dies nach Ansicht der Projektanten zu einer großräumigen einzugsgebietsübergreifenden Änderung des Bergwasserhaushaltes, weshalb für die Trassen Preiner Gscheid in der Beurteilung ein Rufzeichen vergeben wurde.

Teilkriterium „quantitative Auswirkungen auf Trinkwasserversorgungen“ und „quantitative Auswirkungen auf ungenutzte Quellen und nutzbare Porenaquifere“

Nach Angabe der Projektanten beziehe sich die Beurteilung (lediglich) auf die Betriebsphase.

Auf Grund der hydrogeologischen Prognose würden nach Angaben der Projektanten trassenspezifisch Quellen definiert, für welche eine mögliche Auswirkung durch den Tunnelbau gegeben sein könne. In der Beurteilung der Quellen seien Gewichtungen eingeführt worden, um die Bedeutung von z.B. großen Karstquellen im Vergleich zu kleinen Einzelversorgungen entsprechend berücksichtigen zu können. In der Zusammenschau der Daten habe sich gezeigt, dass trassenabhängig nicht sehr große Unterschiede vorhanden seien.

Im Bereich Kapellen – Kohleben werden nach Angabe der Projektanten durch die Trassen Preiner Gscheid das Raxental und das Mürztal unterfahren. Auf Grund des lithologischen Aufbaues der hier vorhandenen Lockergesteine würden prinzipiell nutzbare Porenaquifere vorliegen (die derzeitige Nutzung dieser Porenaquifere sei geringfügig). Da mögliche Aus-

wirkungen der Trassen Preiner Gscheid auf diese Trassen nicht ausgeschlossen werden könne, sei bei der Beurteilung eine Rückstufung um eine Stufe erfolgt.

In allen anderen betrachteten Abschnitten hinsichtlich möglicher Auswirkungen auf nutzbare Porenaquifere seien auf Basis der vorliegenden Daten keine dauerhaften Auswirkungen erkannt worden.

Teilkriterium „Quantitative Auswirkungen auf Oberflächengerinne“

Nach Angabe der Projektanten beziehe sich die Beurteilung (lediglich) auf die Betriebsphase.

Bei der Beurteilung dieses Teilkriteriums hätten sich nach Angaben der Projektanten die größten Unterschiede der einzelnen Trassen zueinander ergeben. Dies sei vorrangig durch den Umstand begründbar, dass bei den Trassen Ochnerhöhe und Kleiner Otter mit den Bahnstandsstandorten Pichlwang und Langenwang im Westen eine Reihe von kleinen Gräben mit geringer Überlagerung unterfahren werden müssen, wo mögliche Auswirkungen auf die Oberflächengerinne nicht ausgeschlossen werden können.

Im Bereich Kohleben werde nach Ansicht der Projektanten durch die Trassen Preiner Gscheid das Mürztal unterfahren. Aufgrund des lithologischen Aufbaues der hier vorhandenen Lockergesteine sowie den im Untergrund anstehenden verkarsteten Karbonatgesteinen könnten sich mögliche Auswirkungen von Bergwasserzutritten in den Tunnel auf die Mürz einstellen. Da der Mürz auf Grund deren Größe fachlich eine Sonderstellung eingeräumt worden sei, sei bei der Bewertung eine Rückstufung um einen Stufe der Beurteilungsziffer durchgeführt worden.

Bei den Trassen der Varianten Ochnerhöhe und Kleiner Otter werde nach Angaben der Projektanten je nach geplantem Bahnstandsstandort die Mürz im Bereich Müzzuschlag mit geringer Überlagerung unterfahren. Eine seichte Unterfahrung der Mürz könne aus fachlicher Sicht als hydrogeologisch kritischer Abschnitt bezeichnet werden. Die hydrogeologische Modellvorstellung gehe grundsätzlich davon aus, dass intensive hydraulische Zusammenhänge zwischen Berggrundwasservorkommen, dem mürzbegleitenden Porengrundwasseraquifer und der Mürz selbst vorliegen. Aus tunnelbautechnischer Sicht sei jedoch geplant, in diesem Bereich den Tunnel dicht herzustellen, sodass in der Betriebsphase in diesem Abschnitt kein Wasser in den Tunnel anfallen werde. Deshalb seien die unterirdischen Mürzquerungen im Bereich Müzzuschlag in diesem Teilkriterium nicht berücksichtigt worden. Aus hydrogeologischer Sicht sei jedoch in diesem Abschnitt mit erheblichen Problemen während der Bauphase zu rechnen.

Teilkriterium „Prognosesicherheit“

Auf Basis der vorliegenden geologischen Längenschnitte sowie der hydrogeologischen Modellvorstellung seien nach Angaben der Projektanten alle Trassen hinsichtlich ihrer Prognosesicherheiten bewertet worden. Sämtliche Streckenabschnitte mit schlechter Prognosesicherheit seien in die Beurteilung mit doppelter Gewichtung eingegangen. Dies deshalb, weil bei allen Trassenvarianten über längere Streckenabschnitte sehr gute und Gute Prognosesicherheiten bestehen. Diejenigen Streckenabschnitte mit schlechten Prognosesicherheiten könne nach Angaben der Projektanten jedoch beim Vortrieb erhebliche Probleme bereiten. Da die Streckenabschnitte mit schlechteren Prognosesicherheiten im Vergleich zur Gesamtlänge gering seien, würde dies in Summe eine bessere Prognosesicherheit für jeweiligen Trassen bewirken. Dies würde jedoch der Erfahrung widersprechen, welche zeige, dass immer wieder oft nur sehr kurze Streckenabschnitte mit großen Prognoseunsicherheiten zu großen bautechnischen Problemen, erheblichen Kosten und Zeitverzögerungen führen.

Bei der Beurteilung der einzelnen Trassen habe sich gezeigt, dass im Teilkriterium keine signifikanten Unterschiede zwischen den 13 Trassen bestehen, weshalb nach Angabe der Projektanten das Teilkriterium „Prognosesicherheit“ bei der Wertesynthese nicht berücksichtigt worden sei.

Wertesynthese:

Die Teilkriterien „Bergwassermengen und großräumige einzugsübergreifende Änderungen des Bergwasserhaushaltes“, „quantitative Auswirkungen auf Trinkwasserversorgungen“, „quantitative Auswirkungen auf ungefasste Quellen und nutz-

bare Porenaquifere“ und „quantitative Auswirkungen auf Oberflächengewässer“ seien nach Angaben der Projektanten bei der Wertesynthese gleichwertig maßgebend. Das Teilkriterium „Prognosesicherheit“ sei bei der Beurteilung aller Trassenvarianten mit „3“ beurteilt worden und scheide daher in der weiteren Betrachtung aus. Bei der Zusammenführung (Mittelwertbildung) der Teilkriterien seien diese als gleichwertig zu betrachten, wobei bei Ergebnissen, die zwischen zwei Stufen liegen, mathematisch auf- bzw. abgerundet worden sei.

Bei der Zusammenführung der einzelnen Teilkriterien habe sich gezeigt, dass zwischen den einzelnen Trassen keine großen Unterschiede bestehen. Mit Ausnahme der Trassenvarianten „Preiner Gscheid – Hönigsberg“, „Preiner Gscheid – Pichlwang“ und „Preiner Gscheid – Langenwang“ (Stufe 2) hätten sich nach Angaben der Projektanten bei allen übrigen Varianten eine einheitliche Stufe 3 ergeben.

Aus Sicht der Hydrogeologie könne daher generell ausgesagt werden, dass innerhalb des vorgegebenen Untersuchungsbereiches keine Trassenführung möglich sei, bei welcher nicht mit z.T. großen Schwierigkeiten hinsichtlich Bergwasser (Andrang und mögliche Auswirkungen) gerechnet werden müsse.

1.1.6.4 Hauptkriterium „Risiken“

Nach Angaben der Projektanten seien basierend auf den umfangreichen Untersuchungen und Analysen je Variante abschließend die potentiell erwartbaren Risiken im Hinblick auf genehmigungsrechtliche Umsetzungsschwierigkeiten sowie generelle bautechnische Machbarkeit im Hauptkriterium „Risiken“ zusammengefasst worden.

Dabei weise die Variante „Kleiner Otter – Mürzzuschlag unterirdisch“ neben einem erheblichen bautechnischen Risiko auf Grund ungünstiger Baugrundverhältnisse im Bereich der unterirdischen Haltestelle Mürzzuschlag auch ein erhebliches Risiko im Teilkriterium „Tunnelausrüstung“ durch die äußerst komplexen Anforderungen und dem dadurch bedingten „Prototypcharakter“ der Haltestelle auf.

Zusammenfassend sei festzuhalten, dass von 13 untersuchten Varianten lediglich drei Linienführungen („Kleiner Otter – Hönigsberg“, „Kleiner Otter Ziegenburg“ und „Pfaffensattel“) keine generellen Risiken auf genehmigungsrechtliche Verfahren bzw. bautechnische Machbarkeit aufweisen.

1.1.7 SCHLUSSFOLGERUNGEN

Aus den Gewichtungsbögen für den Fachbereich Raum und Umwelt wurde vom Bundesland Niederösterreich dem Hauptkriterium „Grund- und Bergwasser, Trinkwasserschutz“ höchste Wertigkeit zugemessen (siehe Grafik auf Seite 115 des Berichtes "Projektentwicklung - Endbericht Trassen- und Bahnhofsauswahlverfahren" (UV 02-00.03)).

Vom Bundesland Steiermark wurden jeweils dem Hauptkriterium „Bahnhofserschließung“ sowie dem Hauptkriterium „Grund- und Bergwasser, Trinkwasserschutz“ höchste Wertigkeit zugemessen (siehe Grafik auf Seite 116 des Berichtes "Projektentwicklung - Endbericht Trassen- und Bahnhofsauswahlverfahren" (UV 02-00.03)).

Vom Lenkungsausschuss für den Fachbereich Verkehr und Technik wurden dem Hauptkriterium „Eisenbahntechnik – Betriebsführung im Regelbetrieb“ knapp vor dem Hauptkriterium „Baugrundverhältnisse“ die jeweils höchste Wertigkeit zugemessen (Grund- und Bergwasser, Trinkwasserschutz höchste Wertigkeit zugemessen (siehe Grafik auf Seite 117 des Berichtes "Projektentwicklung - Endbericht Trassen- und Bahnhofsauswahlverfahren" (UV 02-00.03)).

Auf Seite 118 des Berichtes "Projektentwicklung - Endbericht Trassen- und Bahnhofsauswahlverfahren" (UV 02-00.03) ist eine synoptische Darstellung der Ergebnisse der Bewertungen der einzelnen Hauptkriterien dargestellt. Hieraus geht hervor, dass lediglich die Varianten „Kleiner Otter – Hönigsberg“, „Kleiner Otter – Ziegenburg“ sowie „Pfaffensattel“ keine grundsätzlichen bautechnischen bzw. genehmigungsrechtlichen Risiken aufweisen.

Von diesen drei Varianten weisen allerdings die beiden Varianten „Kleiner Otter“ jeweils in den Hauptkriterien Oberflächengewässer eine „schlechte“ Klassifikation auf („wesentliche Projektziele nicht erfüllt, schwerwiegende Nachteile, aber bei entsprechenden Vorteilen in anderen Themenbereichen akzeptierbar“).

1.1.8 TRASSENOPTIMIERUNGEN

Nach Angabe der Projektanten sei im Zuge der Einreichplanung noch eine Trassenoptimierung erfolgt. Dabei sei unter anderem die Linienführung im Tunnel basierend auf den Ergebnissen der zweiten Bohrkampagne mehrfach adaptiert worden, um für den späteren Tunnelbau möglichst günstige geologische Bereiche anzufahren bzw. die angetroffenen Störungszonen zu umgehen.

So sei die Linienführung im steirischen Abschnitt nach ursprünglich geradlinigem Verlauf an die geologisch - tektonischen Verhältnisse optimiert worden. In gleicher Weise sei die Linienführung im Bereich der voraussichtlichen Durchquerung der Schlaglöstörung geringfügig nach W verschoben worden.

1.2 FRAGENBEREICH 2

1.2.1 UMFANG UND BESCHREIBUNG DES VORHABENS, DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN

Nach Angaben der Projektwerberin springe die im Trassenauswahlverfahren als beste Trassenführung ausgewählte Variante „Pfaffensattel“ im Bahnhof Gloggnitz von der bestehenden Südbahnstrecke ab und binde im neu umgebauten Bahnhof Mürzzuschlag wieder in diese ein. Die Trassenführung sei im Tunnelabschnitt wesentlich durch die geologischen und tunnelbautechnischen Rahmenbedingungen geprägt. Die Trasse schwenke unmittelbar nach dem Tunnelportal nach S, unterquere im Otterstock die stark wasserführende Kalkgesteinsabfolge auf kürzestem Weg, schwenke bei Trattenbach nach W und verlaufe in leicht geschwungener Linienführung (Ausweichen wasserführender Kalkgesteinsbereiche unterhalb des Schigebietes Stuhleck) bis Mürzzuschlag.

Das Gesamtvorhaben „Semmering-Basistunnel NEU“ bestehe nicht nur aus dem „Kernstück“, dem rd. 27,3 km langen zweiröhriigen Tunnel, sondern auch aus östlich bzw. westlich daran anschließenden Freilandstrecken sowie einer großen Zahl weiterer für das Projekt erforderlicher Infrastruktureinrichtungen bzw. –Umbauten (Vorhaben bzw. Objekte mit geologisch – hydrogeologischer Relevanz sind hervorgehoben)

- Liftanlage im Bahnhof Gloggnitz
- Adaptierung Bahnhof Gloggnitz (Projektbeginn bei km 75,562)
- Unterwerk Gloggnitz inkl. Gleisanschluss und Zufahrt
- 110 kV Bahnstromzuleitung für Unterwerk Gloggnitz
- Abbau Unterwerk Schlöglmühl inkl. 110 kV Bahnstromzuleitung
- Freistrecke Gloggnitz inkl. Bahnbrücken über die Schwarza
- Flussbauliche Maßnahmen an der Schwarza inkl. Retentionsraum Mühlhof
- Verlegung B27 Höllental Straße und Neuerrichtung der Huyckbrücke sowie Anpassung der Huyckstraße und Eichbergstraße
- Betriebsgebäude inkl. Besucherzentrum Tunnelportal Gloggnitz
- Rettungs- und Portalplatz Gloggnitz inkl. Zufahrt
- Zweiröhriiger Basistunnel mit Nothaltestelle und Belüftungsschacht und Betriebs- und Lüftungsgebäude Fröschnitzgraben
- Deponie Longsgraben (rekultiviert) inkl. Neutralisationsanlage
- Ersatzwasserversorgungen für Spital / Semmering sowie Otterthal und Raach / Hochgebirge
- Umbau Bahnhof Mürzzuschlag incl. Adaptierung der Bestandsstrecke (Projektende bei km 118, 123)
- Betriebsgebäude Tunnelportal Mürzzuschlag

- Schaltposten Mürzzuschlag
- Portal- und Rettungsplatz Mürzzuschlag inkl. Zufahrt
- Unterwerk Langenwang inkl. Gleisanschluss und Zufahrt
- 110 kV Bahnstromleitung für Unterwerk Langenwang
- Zusätzliche Vorhabensbestandteile während der Bauphase:
 - Baustelleneinrichtungsfläche und Baustelleninfrastruktur Gloggnitz (inkl. Bahnanschluss für Materialtransporte)
 - Zwischenangriff Göstritz; Baustelleneinrichtungsfläche, Baustelleninfrastruktur und Baustraße
 - Zwischenangriff Grautschenhof: Baustelleneinrichtungsfläche und Baustelleninfrastruktur
 - Zwischenangriff Fröschnitzgraben
 - Baulüftungsschächte Trattenbach und Sommerau
 - Baustraße Steinhaus
 - Baustraße Longsgraben
 - Deponie Longsgraben und Gewässerschutzanlagen
- S6-Halbanschluss Dürrgraben
- Begleitstollen („Pilotstollen“ Altprojekt)
- Baustelleneinrichtungsfläche und Baustelleninfrastruktur Mürzzuschlag

1.2.2 GEOLOGIE (TUNNEL)

Nach Angabe der (baugeologischen) Projektanten sei im Großteil des Gesamtprojektraumes im Rahmen der Tätigkeiten zum „Trassen- und Bahnhofauswahlverfahren“ eine ingenieurgeologische Geländekartierung im Maßstab 1:10.000 durchgeführt worden. Bestehende Unterlagen anderer Projekte, wie Semmering Basistunnel (Altprojekt), S6-Tunnel Spital und Steinhaus sowie im Bereich Sonnwendstein seien ebenfalls mitberücksichtigt worden.

Für den trassenrelevanten Bereich seien in den Jahren 2008 und 2009 vertiefende Geländekartierungen 1:5.000 durchgeführt worden. Dabei sei besonderes Augenmerk auf jene Bereiche gelegt worden, in denen aus der Bohrerkundung Neuerkenntnisse vorlagen bzw. in denen im Hinblick auf gezielte Fragestellungen zum Gebirgsbau eine Präzisierung des Geländebefundes erforderlich war.

Im Zuge der Geländearbeiten seien im Wesentlichen lithologische bzw. lithostratigraphische Einheiten, struktureologische Daten, geomorphologische Merkmale und hydrogeologische Phänomene kartiert worden, wobei besonderes Augenmerk auf die Identifizierung möglicher tektonischer Störungszonen gelegt wurde.

Weiters seien ausgewählte Geländeaufschlüsse einer ingenieurgeologischen Aufschlussdokumentation unterzogen worden. Die für den trassenrelevanten Bereich als repräsentativ erachteten, detailbearbeiteten Aufschlüsse seien in Dokument Nr. 5510-EB-BM50AL-00-0102 dargestellt worden.

Die Ergebnisse der Geländekartierung seien nach Angabe der (baugeologischen) Projektanten in der Geologische Karte - Detailkarten Blatt 1 und Blatt 2, M 1:10.000, Plan Nr. 5510-EB-5000AL-02-0104 und 5510-EB-5000AL-02-0105 sowie in der Geologischen Übersichtskarte, M 1:25.000, Plan Nr. 5510-EB-5000AL-02-0103 dargestellt worden.

Kernbohrungen

Im Rahmen des Projektes Semmering-Basistunnel neu und des Projektes Semmering Basistunnel (Altprojekt) seien nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten zahlreiche Kernbohrungen im gesamten Projektgebiet abgeteuft worden. Die Lage der zur Bearbeitung herangezogenen Bohrungen sei im „Lageplan Erkundungsmaßnahmen“ (Plan Nr.

5510-EB-5000AL-02-0102) dargestellt. Die Bohrungen seien weitgehend als Kernbohrungen ausgeführt und einer detaillierten baugelologischen Bohrkerndokumentation und Bearbeitung unterzogen worden.

In Dokument Nr. 5510-EB-BM50AL-00-0101, „Bohrprofile“ seien die Ergebnisse der Bohrkerndokumentation all jener Bohrungen dargestellt, die innerhalb des unmittelbar trassenrelevanten Bereichs gelegen sind und zur detaillierten baugelologischen Auswertung und Prognose herangezogen wurden.

Bohrkampagne 2006-2007

Im Zeitraum zwischen Mai 2006 und November 2007 seien nach Angabe der (baugelologischen) Projektanten im Rahmen des Trassenauswahlverfahrens 82 Kernbohrungen im Bereich des Gesamtprojektraumes (ca. 11.355 m) abgeteuft worden. Von diesen 82 Kernbohrungen würden 30 Bohrungen mit maximalen Teufen bis zu 450 m im trassenrelevanten Bereich liegen. Der gesamte Kerngewinn dieser 30 Bohrungen betrage rd. 5.781 m.

Bohrkampagne 2008

Im Zeitraum zwischen Juli 2008 und November 2009 seien nach Angaben der (baugelologischen) Projektanten 59 Kernbohrungen (ca. 17.977 m) mit Teufen bis zu rd. 722 m abgeteuft worden. Die Bohrungen hätten weitgehend der Erkundung des unmittelbaren Trassenbereichs gedient. Vier Bohrungen davon seien zur Beurteilung der Standorteignung der Deponie im Longsgraben hergestellt worden, seien jedoch auch in unmittelbarer Trassennähe situiert.

Bohrungen aus dem Projekt Semmering Basistunnel (Altprojekt)

Aus den in den Jahren 1988 und 1994 abgeteuften Bohrungen des Projektes Semmering Basistunnel (Altprojekt) seien nach Angabe der (baugelologischen) Projektanten eine Reihe von repräsentativen Bohrungen ausgewählt worden. Diese Bohrungen hätten sowohl der fachlichen Bearbeitung im Trassen- und Bahnhofauswahlverfahren als auch in der EB/UVP-Phase gedient und seien tws. neu aufbereitet worden.

Bohrlochmessungen:

In den Bohrungen der Kampagnen 2006-2007 und 2008 seien eine Reihe von Bohrlochmessungen und -versuchen ausgeführt worden. Diese hätten der Ermittlung geophysikalischer und geotechnischer Parameter des Gebirges sowie weiterer geologisch-tektonischer Daten gedient. Dabei seien zur Ausführung gekommen:

- Drei-Arm-Kalibermessung
- Bohrlochverlaufsmessung
- Gamma-Gamma-Dichtemessung
- Messung der natürlichen Gammastrahlung
- Strukturlogs: Acoustic Borehole Imager (ABI), Optical Borehole Imager (OBI)
- Bohrlochfernsehen
- VSP-Messung (Vertical Seismic Profiling bzw. Downhole Seismic Messung)
- Dilatometersversuch
- In-situ Spannungsmessungen (Hydrofracturing)
- Hydrogeologische Bohrlochmessungen und hydraulische Versuche

Eine Übersicht über sämtliche Bohrlochuntersuchungen, die im trassenrelevanten Bereich durchgeführt wurden, sei im Dokument „Übersichtstabellen Laborversuche, Bohrlochmessungen“ (Dokument Nr. 5510-EB-5000AL-00-0003) enthalten.

Oberflächengeophysik

Geophysikalische Oberflächenmessungen seien nach Angabe der (baugeologischen) Projektanten 2006, 2007 und 2009 durch JOANNEUM RESEARCH - Institut für WasserRessourcenManagement durchgeführt worden und hätten seismische und geoelektrische Verfahren umfasst. Die seismischen Daten seien für den Großteil der Messprofile reflexionsseismisch, refraktionstomographisch und klassisch refraktionsseismisch bearbeitet worden. Bei den meisten Messprofilen seien beide geophysikalische Methoden (Seismik und Geoelektrik) redundant entlang der gleichen Linie eingesetzt worden, um durch einen Abgleich der Erkundungsergebnisse entsprechende Grundlagen für die Abklärung der jeweiligen geologisch-geotechnischen und hydrogeologischen Fragestellungen zu erhalten.

In Tabelle 1 des Technischen Berichtes 5510-EB-50000AL-00-0001 wurden die im trassenrelevanten Raum gelegenen geophysikalischen Profile sowie deren Erkundungszweck dargestellt.

Laborversuche:

Aus den Bohrkernen der Bohrkampagnen 2006-2007 und 2008 seien nach Angabe der (baugeologischen) Projektanten Kernproben entnommen und unterschiedlichen Laboruntersuchungen zugeführt worden.

Die geologisch-mineralogischen Untersuchungen seien im Labor des Institutes für Angewandte Geowissenschaften der Technischen Universität Graz durchgeführt worden. Zur Ausführung der felsmechanischen Tests sei das Labor des Institutes für Felsmechanik und Tunnelbau (TU Graz) beauftragt worden, zu jener der bodenmechanischen Versuche bzw. bodenphysikalischen Untersuchungen das Geotechnische Labor des Institutes für Bodenmechanik und Grundbau, ebenfalls TU Graz.

Zusätzlich seien Laboruntersuchungen des Altprojektes (aus Kernbohrungen und aus dem Vortrieb Begleitstollen) für die geologische Bearbeitung herangezogen worden. Dabei seien folgende Untersuchungsmethoden zur Ausführung gekommen:

Geologie - Mineralogie

- Gesamtmineralbestand (Röntgendiffraktometeranalyse)
- Modalbestand (Dünnschliffauszählung)
- Quarzäquivalent-Gehalt
- Dünnschliffbearbeitungen (petrographische Dünnschliffbeschreibung, Bestimmung des Texturkoeffizienten)
- Tonmineralanalysen
- Abrasivitätstests nach CERCHAR

Felsmechanik

- einaxiale Druckversuche
- einaxiale Druckversuche inkl. Ermittlung der elastischen Parameter und der Zerstörungsenergie
- triaxiale Druckversuche
- Scherversuche an Trennflächen
- Scherversuche an intakten Proben
- Spaltzugversuche
- Bestimmung des Wassergehalts

Bodenmechanik

- Korngrößenanalysen
- Scherversuche

- Wiener Routinescherversuche
- freie Quellversuche
- Quellversuche nach Huder-Amberg
- Quelldruckversuche
- einaxiale Druckversuche
- Bestimmung des Wassergehalts
- Bestimmung des Sättigungsgrades
- Bestimmung der Wasseraufnahme nach Enslin
- Bestimmung von Korndichte, Dichte des feuchten und trockenen Bodens, Porenanteil, Porenzahl

Die methodischen Details und die Ergebnisse aller Laborversuche, die im Zuge der Bohrkampagnen 2006-2007 und 2008 durchgeführt wurden, seien nach Angabe der (baugeologischen) Projektanten in den Laborberichten des Institutes für Angewandte Geowissenschaften, des Institutes für Felsmechanik und Tunnelbau und des Institutes für Bodenmechanik und Grundbau (alle TU Graz) enthalten (Dokumente Nr. 5510-EB-BM50AL-00-0201, 5510-EB-BM50AL-00-0202), 5510-EB-BM50AL-00-0203).

Eine Übersichtstabelle über alle Proben und Laborergebnisse mit unmittelbarer Trassenrelevanz sei im Dokument Nr. 5510-EB-5000AL-00-0003 („Übersichtstabellen Laborversuche, Bohrlochmessungen“) enthalten. Weitere Untersuchungen an Proben aus den Kernbohrungen im Hinblick auf bodenmechanische Fragestellungen seien vom bodenmechanischen Gutachter (Dr. Lackner) veranlasst worden und seien in dessen Unterlagen dargestellt (Dokument Nr. 5510-EB-5100AL-00-001) worden.

1.2.2.1 großräumiger geologisch – tektonischer Aufbau des Projektgebietes

Nach Angabe der (baugeologischen) Projektanten treten im Projektgebiet des Semmering-Basistunnel neu treten auf engem Raum mehrere geologisch-tektonische Großeinheiten auf:

- Die Kristallinkomplexe des „Wechsel-Kristallins“, „Semmering-Kristallins“ und des „Kristallins des Tratenkogels“.
- Die permomesozoischen Decksequenzen der Kristallinkomplexe („zentralalpines Permomesozoikum“).
- Die paläozoischen Gesteine der Grauwackenzone.

Die Großeinheiten zeigen nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten einen intensiven Decken-, Falten- und Schuppenbau, der in einem geologisch sehr komplex gegliederten Gebirgsbau resultiert. Die Einheiten würden, dem tektonischen Bau der Ostalpen folgend, generell ein E-W verlaufendes Gebirgsstreichen zeigen.

In Sinne des ostalpinen Deckenbaus würden sich die geologischen Großeinheiten vereinfacht in die Grauwackenzone, Tattermann-Schuppe, Semmering-Einheit und Wechsel-Einheit zusammenfassen lassen.

Grauwackenzone

Die oberostalpine „Grauwackenzone“ stelle nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten die nördlichste und tektonisch höchste Einheit im Untersuchungsraum dar. Sie baue in einem etwa E-W verlaufenden Streifen die nördlichen Bereiche des Untersuchungsraums auf. Sie lasse sich, dem tektonischen Internbau folgend, in die liegende „Veitscher Decke“ und die hangende „Norische Decke“ (inkl. „Silbersberg-Gruppe“) untergliedern.

Die meist phyllitischen Gesteine würden zum überwiegenden Teil eine intensive schieferungsparallele Zerschering zeigen. Im Bereich von Störungszonen, Decken- bzw. Schuppengrenzen würden die Gesteine vielfach zu feinkornreichen Störungsgesteinen überprägt vorliegen, deren Mächtigkeiten bis in den Zehnermeterbereich reichen.

Semmering-Einheit (inkl. Tratenkogel-Scholle und Tattermann-Schuppe)

Südlich der Grauwackenzone werde nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten der geologische Bau von Kristallingesteins-Komplexen und deren permomesozoischen Decksedimenten bestimmt. Infolge intensiver Verfaltung, Deckenstapelung und Störungstätigkeit würden die Kristallin- und Deckgesteine in einem komplexen tektonischen Internbau mit z.T. mehrfacher Wiederholung der Schichtfolge zu Tage treten.

Unter den Kristallingesteinen würden Glimmerschiefer bis Quarzphyllite, bereichsweise auch Gneise und Grüngesteine sowie grobkörniger „Grobgneis“ dominieren. Die Gesteine seien mehrphasig metamorph überprägt und intern verfaltet worden.

Das Permomesozoikum werde von mächtigen mitteltriadischen Karbonatgesteinszügen aus massigem bis gebanktem Kalkstein/-marmor und Dolomit/-marmor dominiert. An deren stratigraphischer Basis seien Serizitphyllite und quarzreiche Serizitschiefer („Alpiner Verrucano“) und der charakteristische Semmeringquarzit entwickelt. Lokal trete auch die von Serizitphylliten dominierte Einheit des „Keupers“ auf.

Der im nördlichsten Bereich an der tektonischen Basis der Grauwackenzone gelegene Permomesozoikumsstreifen aus Serizitschiefern und Quarzit werde der sogenannten „Tattermann-Schuppe“ zugeordnet.

Der westliche und zentrale Bereich (Bereich Tratenkogel - Kampalpe - Ochnerhöhe sowie westlich der Mürz) werde nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten von einer intensiven Verfaltung sowie einer nord- bis westvergenten Deckenstapelung geprägt, die zu einer mehrfachen Wiederholung von permomesozoischen und kristallinen Gesteinen führe. Die Kristallingesteine seien den tektonischen Großeinheiten des „Semmering-Kristallins“ und der „Tratenkogel-Scholle“ zuzuordnen.

Im östlichen Bereich (etwa östlich der Ortschaft Steinhaus) würden nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten mächtige permomesozoische Karbonatgesteinsmassive dominieren, die die Erhebungen des Erzkogels, Sonwendsteins, Eselsteins, Großbergs, Raachbergs und Otters aufbauen. An ihrer Basis bzw. entlang von tektonischen Strukturen würden Einschaltungen von Quarziten und tws. kristallinen Glimmerschiefern und Phylliten auftreten. Im Bereich Spital - Maria Schutz - Schlagl würden weiters die phyllitischen, meist stark zerscherten Gesteine des „Keupers“ mit gelegentlichen Sulfatgesteinseinschaltungen auftreten. Auch hier zeige sich ein komplexer tektonischer Internbau durch Deckenstapelung, Verschuppung, Verfaltung und Scherung.

Der südliche Bereich (südlich von Fröschnitztal und Mürz sowie westlich des Fröschnitzgrabens) werde weitgehend von den Gesteinen des „Semmering-Kristallins“ eingenommen. Es würden Glimmerschiefer bis Quarzphyllite, Gneise mit Grüngesteinseinschaltungen und grobkörnige Granitgneise („Grobgneis“) dominieren. Die Lagerungsverhältnisse würden einen Faltenbau entlang flacher WSW-ENE verlaufender Faltenachsen nachzeichnen.

Die Karbonatgesteine seien nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten z.T. tiefreichend verkarstet und würden ergiebige Bergwasserkörper beinhalten.

Wechsel-Einheit

Im südöstlichen Untersuchungsraum (Raum Trattenbach und östlich des Fröschnitzgrabens) seien nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten die Gesteine der „Wechsel-Einheit“ zuzuordnen. Sie stelle die tiefste tektonische Einheit im Projektgebiet dar. Auch diese Einheit umfasse einen Kristallinkomplex und permomesozoische Decksedimente, wobei die Kristallingesteine weiträumig dominieren.

Das „**Wechsel-Kristallin**“ werde im Wesentlichen von (Para)Gneisen („Wechselgneis“) und den ihnen auflagernden Albitphylliten („Wechselschiefer“) aufgebaut. Die konkordant aufliegenden Decksedimente des Permomesozoikums würden von Serizitphylliten und Serizitschiefern („Alpiner Verrucano“), Semmeringquarzit und gelegentlichen Karbonatgesteinsschollen dominiert. Der tektonische Internbau der Wechsel-Einheit sei - im Vergleich zu den zuvor beschriebenen

Einheiten - etwas weniger komplex, wodurch die Deckgesteine durchwegs in aufrechter Lagerung im Hangenden der Kristallingesteine auftreten.

Im kristallinen Kern der Wechsel-Einheit würden vorwiegend flache Lagerungsverhältnisse mit variablen Einfallsrichtungen vorherrschen. Gegen N hin unterlagere die Wechsel-Einheit mit flachem bis mittelsteilem Nordfallen die Karbonatgesteine des Sonnwendsteins. Im Bereich des Otterstocks werde die Grenze zwischen Semmering- und Wechsel-Einheit durch steilstehende, W-E verlaufende Störungen überprägt. Gegen W hin tauche die Grenze mit mittelsteilem tektonischem Kontakt unter das „Semmering-Kristallin“ ab. Entlang dieser Deckengrenze sei jeweils die Abfolge permomesozoischer Deckgesteine entwickelt.

Tektonik

Neben den meist flachen bis mittelsteilen Deckengrenzen bzw. Überschiebungsbahnen werde nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten das gesamte Projektgebiet von einer Vielzahl junger, steilstehender Störungszonen durchschlagen. Sie würden zu teils bedeutenden Verstellungen und einer weiteren Zergliederung der o.a. geologischen Großeinheiten führen. Sprödetektonische Störungszonen seien durch das Auftreten stark zerlegter Gesteine und kataklastischer Störungsgesteine von baueologischer Bedeutung. Das tektonische Störungsmuster erreiche gebietsweise eine sehr hohe Dichte. Orientierung und Kinematik der Störungen würden sich an übergeordneten Störungssystemen von regionaler Bedeutung orientieren.

Die wichtigsten Störungssysteme im Untersuchungsraum sind:

- Das „Mur-Mürz-Semmering-Wiener-Becken-Störungssystem“: etwa SW-NE-streichende und östlich des Semmerings auf W-E Richtungen einbiegende, sinistrale Seitenverschiebungen, die häufig zur Ausbildung von Duplex-Strukturen führen.
- Das „Talhof-Aue-Störungssystem“: E-W-verlaufende sinistrale Seitenverschiebungen.
- Die sekundären Störungsstrukturen der o.a. Störungssysteme (synthetische und antithetische Scherflächen sowie Abschiebungen).
- N-S-streichende, mittelsteil bis steil nach E und W einfallende Abschiebungen.
- WNW-ESE-streichende Störungszonen: dextrale Seitenverschiebungen, deren Anlage zum Teil älter als die o.a. Störungssysteme ist (z.B. „Kapellener Störung“, „Feistritzal-Störung“).

Der geologische Rahmen des trassenrelevanten Bereich ist in der Geologischen Karte - Detailkarten Blatt 1 und Blatt 2, M 1:10.000 (Plan Nr. 5510-EB-5000AL-02-0104 und 5510-EB-5000AL-02-0105) dargestellt.

1.2.2.2 lithologische Beschreibung der bau- bzw. hydrogeologisch relevanten Gesteinsserien

Nach Angabe der (baueologischen) Projektanten sei die Charakterisierung der im trassenrelevanten Raum maßgeblichen Gesteine bzw. Gesteinseinheiten in Form von „baueologischen Einheiten“ erfolgt. Die Untergliederung orientiere sich an den im Gelände differenzierten Kartiereinheiten. Teilweise seien Kartiereinheiten bzw. stratigraphische Schichtglieder auf Grund ähnlicher ingenieurgeologischer Charakteristik zu einer „baueologischen Einheit“ vereint worden. Eine Zusammenführung sei dabei nur innerhalb einer großtektonischen Einheit (Grauwackenzone, Permomesozoikum, Wechsel-Kristallin, u.a.) erfolgt.

Die Beschreibung der baueologischen Einheiten sei in tabellarischer Form durchgeführt worden. Die Tabellen würden eine detaillierte makro- und mikroskopische Beschreibung des Gesteins, eine Beschreibung des Trennflächengefüges, Angaben zur regionalen Verbreitung, die bau- und hydrogeologischen Gebirgscharakteristika, maßgebliche Bohrungen sowie eine Referenz zu den entsprechenden lithostratigraphischen Einheiten beinhalten.

Die verwendeten deskriptiven Begriffe zur Beschreibung der Gesteinsfestigkeit, Tropic, Trennflächenabstände, Abrasivität sowie des Quellpotenzials seien im Berichtsanhang, Kapitel 9.2.1 des Berichtes "Baugeologie" EB 19-00.01 definiert worden.

Lockergesteine und neogene Sedimentgesteine

Nach Angabe der (baugeologischen) Projektanten können die unterschiedlichen kartierten quartären Lockergesteine, deren Differenzierung vielfach auf stratigraphischen und morphologischen Merkmalen beruhe, im Hinblick auf baugeologische Fragestellungen i.W. in zwei Einheiten zusammengefasst werden (Hangschutt und Bach-/Flussablagerungen). Stark lokal begrenzte Phänomene ohne Relevanz für das Niveau der Tunneltrassierung (z.B. Gehängebrekzien, Moränen) seien dabei nicht berücksichtigt worden.

Die diagenetisch verfestigten Sedimentgesteine des Neogens (v.a. Neogenbecken von Kirchberg) würden nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten eine weitere baugeologische Einheit darstellen.

Eine Untergrundbeschreibung aus bodenmechanischer Sicht liege für die Nahbereiche der Portale, der Baustelleneinrichtungsflächen und der Zwischenangriffe im Bodenmechanischen Gutachten Dr. LACKNER Plan Nr. 5510-EB-5100AL-00-0010 vor.

Seitens der (baugeologischen) Projektanten erfolgte eine differenzierte tabellarische Darstellung von

- Hangschutt
- Bach und Flussablagerungen, sowie
- Blockschotter ("Neogen von Kirchberg")

Gesteinsabfolgen der Grauwackenzone - Silbersberg-Gruppe und Norische Decke

Die oberostalpine Grauwackenzone bilde nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten das tektonisch höchste Element im alpinen Gebirgsbau des Projektgebietes und werde im nordöstlichen Teil des relevanten Trassenbereichs angetroffen. Nach der klassischen Gliederung werde innerhalb der östlichen Grauwackenzone in die „Veitscher Decke“ im Liegenden und die „Norische Decke“ (inklusive „Silbersberg-Gruppe“) im Hangenden der Grauwackenzone unterschieden. Die aus neueren Bearbeitungen hervorgehende Sichtweise des internen Deckenbaus innerhalb der Grauwackenzone sei in Kapitel 6.2 des Berichtes "Baugeologie" EB 19-00 dargestellt worden und fasse die „Silbersberg-Gruppe“ als eigene Decke auf, die von den Gesteinen der „Kaintaleck-Decke“ und der „Norischen Decke“ überlagert werden.

Im gegenständlichen relevanten Trassennahbereich seien vor allem die Gesteine der „Silbersberg-Gruppe“ maßgeblich. Bei diesen handle es sich im Wesentlichen um niedriggradig metamorphe Gesteine, die als Phyllite und geröllführende Schiefer bis Phyllite mit Übergängen zu Metasandsteinen und Metakonglomeraten vorliegen. Lokal würden konkordante Einschaltungen von Grünschiefern und Quarzitschiefern bis Metaarkosen auftreten. Altersmäßig würden diese Metasedimente nach jüngeren Untersuchungen vorwiegend dem Perm (Jungpaläozoikum) zugeordnet. In die Metasedimente seien örtlich Riebeckitgneis-Körper (mylonitische Orthogneise) tektonisch eingeschaltet.

Als Vertreter der hangenden Anteile in der Norischen Decke seien im Trassennahbereich Körper aus Porphyrschiefer („Blasseneckporphyroid“) vorhanden, die vorwiegend auf Gesteinen der Veitscher Decke als tektonische Deckschollen auflagern. Diese würden zwar im Tunnel nach derzeitigem Kenntnisstand nicht angetroffen, würden jedoch maßgebliche morphologische und geologische Bauelemente im Abschnitt der Grauwackenzone entlang der Trasse darstellen.

Seitens der (baugeologischen) Projektanten erfolgte eine differenzierte tabellarische Darstellung von

- Phyllit ("Silbersberg-Gruppe")
- Schiefer und Phyllit, geröllführend ("Silbersberg-Gruppe")
- Riebeckitgneis
- Quarzitschiefer ("Silbersberg-Gruppe")

- Grünschiefer ("Silbersberg-Gruppe")
- Porphyrschiefer ("Blasseneckporphyroid")

Gesteinsabfolgen der Grauwackenzone - Veitscher Decke

Die Veitscher Decke repräsentiere nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten das tektonisch tiefste Deckenelement der Grauwackenzone. Die Gesteinsserien der Veitscher Decke würden vorwiegend epimetamorphe Sedimentgesteine mit Karbon-Alter umfassen. Es würden klastische Meta-Sedimentgesteine (Meta-Sandsteine, Meta-Quarkonglomerate) und dunkelgraue, meist graphitische Phyllite bis Schiefer (graphitische Phyllite, Graphitphyllit, graphitischer Metasiltstein) dominieren. Die Gesteine würden häufig als Wechsellagerungen im dm- bis 10er-Meterbereich vorliegen. Karbonatische Einschaltungen (Dolomit, Magnesit) würden ausschließlich im Ostteil des Projektgebietes als unterschiedlich große Scherkörper in den hangenden Anteilen der Veitscher Decke auftreten.

Seitens der (baugeologischen) Projektanten erfolgte eine differenzierte tabellarische Darstellung von

- Dolomit, Magnesit
- Phyllit, Schiefer, graphitisch
- Metasandstein, Metakonglomerate

Gesteinsabfolgen des Zentralalpinen Permomesozoikums

Permomesozoische Gesteine würden nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten als primäre sedimentäre Decksequenzen des Wechsel-, und Semmering-Kristallins sowie in der Tattermann-Schuppe auftreten. Das Permomesozoikum im Untersuchungsraum weise eine einheitliche fazielle Entwicklung auf und könne unabhängig von der großtektonischen Position bzw. von der Interpretation als Unterostalpin oder Mittelostalpin zum „zentralalpinen Permomesozoikum“ zusammengefasst werden.

Aus baugelogischer Sicht seien nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten die permomesozoischen Gesteinseinheiten in einen karbonatischen und einen silikatischen Anteil zu gliedern.

Der karbonatische Anteil umfasse die zumeist in Gebirgskörpern größerer Ausdehnung vorliegenden Kalksteine bis Kalkmarmore und Dolomite bis Dolomitmarmore der Mitteltrias (Anis und Ladin), die im trassenrelevanten Untersuchungsraum markante Karbonatgesteinszüge und -stöcke aufbauen. Nach lithostratigraphischen Kriterien seien diese Gesteine Äquivalente der „Gutensteiner Fm“ (hier vorwiegend dunkelgraue, leicht bituminöse Dolomite) bzw. dem Wettersteinkalk und Wettersteindolomit (vorwiegend hell- bis mittelgraue, farblich variierende Kalke und Dolomite bzw. Marmore) zuzuordnen. Mit den Kalken und Dolomiten der Mitteltrias seien in der Regel Rauhacken, Kalk- und Dolomitbrekzien, Brekzien sowie brekziierte karbonatische Schiefer vergesellschaftet. Diese Gesteine können als Äquivalente der „Reichenhaller Schichten“ in das Anis eingestuft werden. Zum Teil seien sie jedoch auch als Produkte tektonischer Störungstätigkeit - und somit ohne stratigraphischen Bezug - zu interpretieren.

Als karbonatische Schichtglieder der Obertrias würden im Zusammenhang mit dem „Keuperzug“ graue bis dunkelgraue, dünnplattige bis bankige Kalke auftreten, die häufig mit dunkelgrauen bis schwarzen Tonschiefern vergesellschaftet seien und als „Rhätalk“ bzw. „Rhätschiefer“ angesehen werden. Weiters würden mit den silikatischen „Keuperschiefern“ (siehe unten) bereichsweise dm- bis m-starke, sehr helle Dolomitbänke („Keuperdolomit“) wechseln.

Im Rahmen der Bearbeitung seien jeweils Kalksteine/Kalkmarmore und Dolomite/Dolomitmarmore – unabhängig von ihrer stratigraphischen Zuordnung – zu einer baugelogischen Einheit zusammengefasst worden.

Der silikatische Anteil des zentralalpinen Permomesozoikums bestehe nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten aus phyllitisch-schieferigen und aus quarzitischen Metasedimenten.

Zu den phyllitisch-schieferigen Gesteinen seien grüne, grünlichgraue und örtlich violettrote Serizitphyllite bis Serizitschiefer (teilweise Quarzgerölle führend) mit Übergängen zu Metasandsteinen und Metaarkosen (bzw. Porphyroide) zu rech-

nen, die als „Alpiner Verrucano“ (Perm) bezeichnet werden. Die als „Bunter Keuper“ (Obertrias) eingestuften Serizitphyllit- und Serizitschiefer-Abfolgen des sich von Spital bis Raach erstreckenden „Keuperzugs“ würden die sehr ähnlichen lithologischen Merkmale und Gesteinsausbildungen aufweisen, wie sie im „Alpinen Verrucano“ weit verbreitet seien. Die Gesteine beider Formationen seien daher jeweils in einer baueologischen Einheit zusammengefasst (Serizitphyllit und Serizitschiefer) worden. Sowohl mit den Gesteinen des „Alpinen Verrucano“, als auch mit dem „Bunten Keuper“ seien Sulfatgesteine in Form von Gips und Gipsbrekzien (selten Anhydritanteile) vergesellschaftet.

Im stratigraphisch Hangenden des „Alpinen Verrucano“ und auch im Zusammenhang mit dem „Bunten Keuper“ würden nach Angaben der (baueologischen) Projektanten quarzitisches Gesteine auftreten. Es sei dies der sogenannte „Semmeringquarzit“ (Skyth) mit quarzgeröllführenden Metakonglomeraten in den basalen Anteilen, darüber folgenden feinkörnigen hellgrauen bis grünlichen Quarziten und hangenden Chloritquarzitschiefern. Innerhalb der Keuperabfolge auftretende Quarzite („Keuperquarzit“) seien vorwiegend grau und können Schichtmächtigkeiten bis zu wenigen 10er-Metern erreichen. Die Quarzite seien ebenfalls zu einer gemeinsamen baueologischen Einheit zusammengefasst worden.

Seitens der (baueologischen) Projektanten erfolgte eine differenzierte tabellarische Darstellung von

- Kalkstein, Kalkmarmor,
- Dolomit, Dolomitmarmor
- Rauhwaacke
- Brekzien, sandig- schluffig gebunden
- Schiefer, karbonatisch - brekziiert,
- Tonschiefer
- Quarzit
- Serizitphyllit
- Serizitschiefer
- Sulfatgesteine

Gesteinsabfolgen des Semmering - Kristallins

Das Semmering-Kristallin repräsentiere nach Angaben der (baueologischen) Projektanten einen polymetamorphen Grundgebirgskomplex des Unterostalpins. Der Gesteinsinhalt werde von Glimmerschiefern bis Quarzphylliten, Phylloniten, Gneisen und Grünschiefern dominiert, die eine amphibolitfazielle (variszische und/oder permotriassische) Metamorphose sowie eine retrograde Grünschieferfazielle (eoalpidische) Überprägung erfahren haben.

Die im trassennahen Bereich auftretenden Gesteine können nach Fachmeinung der (baueologischen) Projektanten in drei Folgen bzw. Großeinheiten zusammengefasst werden, die als „Gneis-Grünschiefer-Folge“, „Glimmerschiefer-Folge“ sowie als „Grobgneis“ bezeichnet werden.

Die Gneis-Grünschiefer-Folge werde von einer Abfolge aus (Para)Gneisen und Grünschiefern dominiert, die vielfach in reger Wechsellagerung vom cm- bis in den 10er-m-Bereich auftreten sowie tws. fließende Übergänge aufweisen. Bei stärkerer duktiler Überprägung würden die Gesteine auch als Glimmerschiefer, Grünschiefer oder Phyllonite vorliegen. Von Gneisen dominierte Abschnitte mit Einschaltungen von bzw. Übergängen in Grünschiefer und Glimmerschiefer würden als Baueologische Einheit „Gneis-Grünschiefer“ beschrieben. Mächtigere Pakete aus Grünschiefer sowie Grünschiefer seien als eigenständige Einheit „Grünschiefer“ beschrieben worden. Als Grünschiefer würden hierbei Gesteine mit über 20 % Grünmineralen (v.a. Hornblende und Epidot) bezeichnet.

Die Gesteinsfolge werde als metasedimentäre Sequenz mit basisch-vulkanischem Einfluss (Metatuffe-Metatuffite) gedeutet (KURZ, 2009). Weitere markante Schichtglieder dieser Folge seien helle, quarzreiche bis quarzitisches Gneise (Orthogneise?) sowie gering mächtige Porphyroid-Lagen („Porphyroid des Hasental“).

Der Gesteinsinhalt der Glimmerschiefer-Folge werde von Glimmerschiefer bis Quarzphyllit dominiert, die infolge retrograder Überprägung vielfach phyllonitischen Charakter besitzen (Phyllit, Phyllonit). Tws. würden auch Varietäten mit gneisigem Habitus auftreten. Die Übergänge zwischen den Gesteinstypen seien dabei fließend ausgebildet. Die Gesteine würden eine metasedimentäre Abfolge darstellen (Metapelite und -psamite), die den in der älteren Literatur vielfach als „Mürztaler Quarzphyllit“ oder „Hüllschiefer“ bezeichneten Gesteinen entsprechen.

Als charakteristisches Gestein des Semmering-Kristallins würden weiters große granitische Intrusionskörper auftreten, die als meist grobkörniger Augengneis vorliegen und als Grobgnais bezeichnet werden.

Seitens der (baugeologischen) Projektanten erfolgte eine differenzierte tabellarische Darstellung von

- Gneis-Grüngestein,
- Grüngestein
- Gneis, quarzreich bis quarzitisch
- Porphyroid
- Glimmerschiefer - Quarzphyllit
- Phyllit, Phyllonit
- Grobgnais

Gesteinsabfolgen des Wechsel-Kristallins

Nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten gliedere sich das Wechsel-Kristallin grob in eine Hülle aus phyllitisch-schieferigen Gesteinen, den „Wechselschiefern“, und in einen Kernbereich aus Paragneisen („Wechselgnais“).

Die „Wechselschiefer“ seien dunkle, quarz- und chloritreiche Phyllite (Chloritphyllite, Albitphyllite) mit einer lithologisch relativ großen Variationsbreite und zum Teil auch graphitisch pigmentiert (graphitische Albitphyllite). In den hangenden Anteilen würden diese auch als schieferige Gesteinstypen vorliegen. Die Wechselschiefer würden als Metasedimente mit eingelagerten Metavulkaniten angesehen. Das Ablagerungsalter werde als paläozoisch eingestuft, die Bandbreite der Alterseinschätzungen liege zwischen Silur und der Karbon/Permngrenze.

In der vorliegenden Bearbeitung seien die Phyllite und Schiefer in der baueologischen Einheit „Albitphyllit (Wechselschiefer)“ zusammengefasst worden, graphitisch pigmentierte Anteile seien als „Phyllit, graphitisch (graphitreicher Wechselschiefer)“ differenziert worden.

Der „Wechselgnais“ variere nach Angaben der (baueologischen) Projektanten hinsichtlich Mineralbestand und Habitus von massigen bis undeutlich geschieferten, relativ plagioklas- bzw. quarzreichen Ausbildungen (Albitgnais, Albit-Blasten-Gneis, quarzreicher Gneis) bis zu stark geschieferten bzw. phyllitischen und schichtsilikatreichen Typen (Chloritschiefer, Albitschiefer, Serizit-Chlorit-Quarz-Schiefer bis –Phyllite). Auch im Wechselgnais würden vereinzelt graphitisch pigmentierte Abschnitte auftreten.

Im Zuge der geologischen Feldkartierung sei der Wechselgnais mangels konsistenter Differenzierbarkeit in Oberflächenaufschlüssen zur Kartiereinheit „Albit-Blasten-Gneis“ zusammengefasst worden. Für die baueologische Bearbeitung sei eine Untergliederung in vier baueologische Einheiten erfolgt, die den Variationen hinsichtlich des Mineralbestandes, der Schieferungsintensität und den baueologischen Eigenschaften Rechnung tragen:

- Albitgnais (Albit-Blasten-Gneis bis Albitschiefer; charakteristischer „Wechselgnais“)
- Serizit-Chlorit-Quarz-Schiefer bis –Phyllite („phyllitischer Wechselgnais“)
- Albitschiefer, graphitisch („graphitischer Wechselgnais“)
- Gneis, quarzitisch („quarzitischer Wechselgnais“)

Die Metamorphose der Wechselgneise sei nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten mehrphasig und werde in eine frühvariszische (Oberdevon) Hochdruckmetamorphose und eine spätvariszische (Perm) Metamorphose gegliedert. Der letzteren werde die intensive Albitblastese der Wechselgneise zugeordnet, sowie die erste prograde metamorphe Überprägung der Wechselschiefer. Im Zuge der alpidischen Metamorphose seien die Gesteine unter niedrigen Druck- und Temperaturbedingungen im unteren grünschieferfaziellen Bereich überprägt worden.

Seitens der (baugeologischen) Projektanten erfolgte eine differenzierte tabellarische Darstellung von

- Albitphyllit ("Wechselschiefer")
- Phyllit, graphitreich ("graphitreicher Wechselschiefer")
- Albitgneis ("Wechselgneis")
- Serizit-Chlorit-Quarzschiefer ("phyllitischer Wechselgneis")
- Albitschiefer, graphitisch ("graphitischer Wechselgneis")
- Gneis. quarzreich bis quarzitisch ("quarzitischer Wechselgneis")

1.2.2.3 Gebirgsbau und Tektonik des unmittelbaren Trassenbereiches

Seitens der (baugeologischen) Projektanten erfolgte auf Basis des geologischen Aufbaues eine EB-Teilabschnittsgliederung wie folgt:

EB-Teilabschnittsgliederung	Entspricht Gebirgsbereichen
Tunnelabschnitt Schafkogel - Eichberg - Graßberg	GB 1 -GB 8
Tunnelabschnitt Göstritz	GB 9 -GB 10
Tunnelabschnitt Otterstock	GB 11 - GB 12
Tunnelabschnitt "Wechselgneis - Semmering-Kristallin"	GB 13 - GB 26
Tunnelabschnitt Grautschenhof	GB 27 - GB 33

Hiezu wurde auf die nachstehend angeführten Detailunterlagen verwiesen:

- Geologische Karte - Detailkarten Blatt 1 und Blatt 2, M 1:10.000 (Plan Nr. 5510-EB-5000AL-02-0104 und 5510-EB-5000AL-02-0105)
- Baueologischer Längenschnitt Semmering-Basistunnel neu, M 1:10.000 (Plan Nr. 5510-EB-5000AL-05-0201)
- Baueologische Längenschnitte Zwischenangriffe und Baulüftungsschächte, M 1:10.000 (Plan Nr. 5510-EB-5000AL-05-0202)
- Geologische Profile Portalbereich Gloggnitz, M 1:1.000 (Plan Nr. 5510-EB-5000AL-04-0203)
- Geologische Profile Portalbereich Mürzzuschlag, M 1:1.000 (Plan Nr. 5510-EB-5000AL-04-0204)
- Geologische Querprofile - Querprofile 1 bis 7, M 1:10.000, (5510-EB-5000AL-04-0205)

Geologie des Tunnelabschnitts Schafkogel - Eichberg - Graßberg

a) Lockergesteine im Bereich Schwarzatal

Nach Angabe der (baueologischen) Projektanten quere nordwestlich des Ortsgebietes von Gloggnitz, zwischen der Werkzufahrt der Huyck & Wangner GmbH und der Talenge zwischen Silbersberg und den Ausläufern des Schafkogels die Trasse das Schwarzatal und die am westlichen Talrand verlaufende B 27. In diesem Bereich seien vor allem im Laufe der verschiedenen Erkundungsphasen des Altprojektes umfangreiche Erkundungsmaßnahmen für die Schwarzatalquerung und die Baustelleneinrichtungsfläche westlich der B 27 durchgeführt worden (Bearbeiter: Dr. LACKNER).

Der hier ca. 300 m breite ebene Talgrund (Seehöhe ca. 443 bis 445 m) reiche vom Südhangfuß des Silbersberges bis zur Bebauung westlich der B27 am Fuß des Schafkogels. Hier steige das Gelände mit einer markanten Terrassenstufe (Erosionskante der Schwarzza; Seehöhe ca. 455 m) annähernd 10 m hoch steil zu den unteren Hangbereichen des Schafkogel-Nordosthanges an.

Die diversen Erkundungsergebnisse würden eine sehr seichte Talfüllung im ebenen Talgrund aus Flussablagerungen (Alluvionen) aufweisen. Diese würden vorwiegend sandige, gering schluffige bis schluffige, graubraune bis braune Kiese (gerundete Komponenten diverser Gesteinsarten) umfassen, die bereichsweise mit schluffigen bis stark schluffigen Sandlagen in dm-Stärke wechseln. Die Lagerungsdichte werde aus den Bohrergebnissen mit „dicht“ angegeben. Die Stärke der Alluvionen betrage in den Kernbohrungen relativ einheitlich 3,5 m bis ca. 4,5 m.

Darunter sei jeweils die Verwitterungsschwarte des anstehenden Felsuntergrundes erreicht worden. Es handle sich dabei um stark zerlegte und blättrige bis verwitterungsbedingt zersetzte und entfestigte Phyllite der „Silbersberg-Gruppe“. Die Verwitterungsschwarte sei mehrere Meter stark, im Liegenden nehme die Zersetzung und Zerlegung ab. Unterhalb dieser Schicht folge im Verband anstehender, angewitterter und teilweise zerlegter, blättriger bis dünnplattiger Phyllit mit steil bis saiger stehenden Schieferungsflächen.

Am westlichen Talrand des Schwarzatales würden sich alluviale Ablagerungen auch oberhalb der oben beschriebenen Erosionskante in Form eines schmalen Terrassenrestes fortsetzen, der bergwärts in die flach gegen den Schafkogel ansteigenden Hänge übergehe. Hier seien in mehreren Bohrphasen in den obersten Bodenschichten angerundete bis gerundete Kieskomponenten, als Beimengungen zum kantigen Hangschutt bis auf eine Seehöhe von 470 m hinaufreichend, erbohrt worden. Der Hangschutt bestehe aus sandigen bis stark sandigen, schluffigen Kiesen mit Komponenten aus schuppig-blättrigen bis kleinstückigen Phylliten und geröllführenden Phylliten bis Schiefern der „Silbersberg-Gruppe“.

Oberhalb der Erosionskante weise die Lockergesteinsbedeckung (Hangschutt mit geringen alluvialen Beimengungen) variierende Stärken auf. Teilweise betrage diese nur wenige Meter (nahe der Erosionskante; z.B. Bohrung KB-37/08), weiter hangaufwärts seien auch bis zu 8 m starke Ausbildungen festgestellt (KB-38/08) worden. Darunter folge jeweils eine mehrere Meter mächtige Verwitterungsschwarte mit entfestigtem Fels (schuppig-stückige Kieskomponenten in sandig-schluffiger Matrix). Diese reiche bis in ca. 7 m Tiefe nahe der Erosionskante bzw. bis in ca. 12 m Tiefe im Hangbereich bei ca. 465 m Seehöhe. Unter der entfestigten Verwitterungsschwarte folge jeweils im Verband anstehender und angewitterter Phyllit der „Silbersberg-Gruppe“. Ähnlich wie in Bohrungen der Schwarzatalebene würden auch hier die Schieferungsflächen steil bis annähernd saiger mit 60° bis 80° Neigung nach Norden einfallen.

b) Grauwackenzone - Norische Decke (Silbersberg-Gruppe)

Der im Detailuntersuchungsraum für das EB-Projekt zur Norischen Decke der Grauwackenzone zu rechnende Bereich werde nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten ausschließlich durch Gesteine der „Silbersberg-Gruppe“ aufgebaut. Diese würden sich entlang des nördlichen Eichberges von Gloggnitz über den Schafkogel und den Abfallersbach über Pettenbach bis in den Raum Küb erstrecken und die Nordseite des Höhenzuges Eichberg – Kobermannsberg aufbauen. In weiterer Folge reichen die Gesteine der Silbersberg-Gruppe über den Untergrund des Schwarzatales weiter nach N zum Silbersberg.

Der Felsuntergrund werde in diesem Teil des Projektgebietes meist durch eine mehrere Meter starke Verwitterungs- und Hangschuttschwarte bedeckt und trete nur vereinzelt in Oberflächenaufschlüssen zutage. Die maßgeblichen Kenntnisse bezüglich des Untergrundaufbaus stammen daher aus Bohrungen (teilweise Altprojekt).

Zum überwiegenden Teil bestehe der Felsuntergrund aus charakteristischen, grauen bis violettgrauen, seltener grünlich-grauen Phylliten der „Silbersberg-Gruppe“, die mit m- bis mehrere 10er-Meter starken Schichtpaketen aus quarzreicheren grauen, grüngrauen und seltener violettgrauen Schiefern wechsellagern. Teilweise würden die Gesteine Quarzgerölle in mm-Größe bis örtlich unterer cm-Größe führen. Die Phyllite und Schiefer seien zum Teil sehr feinkörnig, lagenweise aber auch psammitisch und gehen in körnige Metasandsteine bzw. örtlich auch in Metaarkosen über. Eine strikte Gliede-

rung der „Silbersberg-Gruppe“ in einen liegenden pelitischen (Phyllite) und einen hangenden psammitisch-psephitischen Anteil (geröllführende Schiefer bis Metakonglomerate), wie in der einschlägigen Fachliteratur generalisiert, könne im Untersuchungsbereich nicht als allgemein gültig bestätigt werden. Vielmehr würden geröllführende Abschnitte (z.B. im Bereich Schafkogel und Raum Schloss Gloggnitz) mit nicht geröllführenden Anteilen schichtpaketweise wechseln.

In diese – allen Anzeichen nach bereits primäre sedimentäre – Wechsellagerung seien in geringeren Anteilen grüne Chloritphyllite bis Chloritschiefer („Grünschiefer“) eingeschaltet. Ausgeprägte Grünschieferzüge seien mit den Kernbohrungen 14a/91 und 15a/91 (Altprojekt) am Schafkogel und mit der Bohrung KB-01/08 westlich des markanten Grabeneinschnittes, der sich von der Haltestelle Eichberg bis zur Ortschaft Heufeld erstreckt, nachgewiesen worden. Untergeordnet seien in dm-starken bis vereinzelt 10er-Meter starken Zügen auch quarzreiche, dichte braungraue Schiefer („Quarzitschiefer“) bis Metaarkosen angetroffen worden, die mit den typischen violettgrauen bis grauen Phylliten und Schiefen wechsellagern (KB-01/08).

Weitgehend allen angetroffenen Gesteinen sei eine starke Ausprägung der Schieferungsflächen mit schieferungsparalleler Scherung und Harnischen mit schwach tonigen bis serizitischen Bestegen entlang der Schieferung gemein. Generell herrsche in diesem Bereich des Projektgebietes eine starke tektonische Beanspruchung der Gesteine mit zahlreichen parallel zum Gebirgsbau orientierten Scherbahnen mit zum Teil intensiver Zerlegung von Schichtpaketen (dm- bis tws. m-starke, vorwiegend schluffige und mit Gesteinsbruchstücken in Kiesgröße durchsetzte Kataklastite) vor.

Die Lagerungsverhältnisse der Gesteine der „Silbersberg-Gruppe“ seien nach Angabe der (baugeologischen) Projektanten lokal relativ homogen, würden jedoch großräumig deutliche Variationen aufweisen. Im östlichen Teil des Schafkogels dominiere ein steiles bis sehr steiles Einfallen der Schieferungsflächen mit relativ konstanter Fallrichtung nach N. Weiter gegen W, im Westteil des Schafkogels (KB-53/08) sei das Einfallen mittelsteil mit Fallrichtungen nach NNW bis NNE. Nördlich der ÖBB Haltestelle Eichberg an der bestehenden Semmering-Bahnstrecke sei dagegen vorwiegend flaches Einfallen der Schichten nach NNE bis NE nachgewiesen (KB-01/08) worden. Weiter gegen W dominiere im Bereich des Abfaltersbachgrabens wieder mittelsteiles bis steiles Einfallen der Schieferungsflächen nach N bis NE.

Der Felsuntergrund werde nach Angabe der (baugeologischen) Projektanten im Bereich zwischen Schafkogel und Pettenbach durch markante, den Grabenverläufen bei Heufeld, Abfaltersbach und dem Pettenbach, weitgehend in N-S – Richtung verlaufenden Störungen durchtrennt. Aus dem Geländebefund und Untersuchungen beim Altprojekt (Bohrungen oberhalb Heufeld) handle es sich dabei um relativ junge, steil nach E fallende bis vertikale, sprödetektonische Scherzonen mit zum Teil mächtigen Kataklastiten in m- Stärke mit einer Gesamtausdehnung der Störungen bis zur 10er-Meterstärke. Analog zu vergleichbaren Lineationen im Permomesozoikum der Semmering-Einheit (siehe unten) werde für diese ein Abschiebungsmechanismus gegen E in Richtung südlichstes Wiener Becken angenommen.

Zwei weitere, den südlichen Anteil der Silbersberg-Gruppe wesentlich bestimmende Störungszonen seien zwischen Schafkogel und dem Höhenzug Eichberg – Kobermannsberg angetroffen worden. Es handle sich dabei um W-E bis WNW-ESE streichende, steil nach N fallende Störungssysteme, die als sinistrale Seitenverschiebungen ausgebildet seien und parallel zum Störungssystem der Talhof – Aue – Störung verlaufen. Die Störungssysteme seien jeweils direkt erbohrt (KB-02/08, KB-54/08, KB-55/08) worden, Oberflächenaufschlüsse von Störungsgesteinen würden sich in diesem Bereich keine finden. Der Verlauf der Störungen sei im Gelände daher nur anhand von morphologischen Kriterien festzulegen:

Das nördliche Lineament („Haltestelle Eichberg – Seitenverschiebung“) verlaufe nach Angabe der (baugeologischen) Projektanten vom Bereich Gehöft Steinhöfler nördlich des Kotsteins Richtung E, quere den Hellgraben und Abfaltersbachgraben bis in den Raum der ÖBB Haltestelle Eichberg. Hier lasse sich aus morphologischer Sicht eine Auftrennung in einen nördlichen Ast, der über die markante Einsattelung südlich des Schafkogel-Gipfels nach E ins Schwarzatal streiche, und einen südlichen Ast, der Richtung Wolfsschlucht streiche, vermuten. Diese Äste würden die markante Riebeckitgneisschuppe bei Gloggnitz im N und S ihres spanartigen Verbreitungsbereiches begrenzen. Anhand der Bohrergebnisse KB-54/08 westlich der Haltestelle Eichberg seien hier im Kernbereich der Störung intensivst zerscherte Kataklastite

mit einer durchgehenden Stärke von mindestens 20 m erbohrt und anhand von Harnischflächen Bestätigungen für die räumliche Orientierung und die sinistrale Seitenverschiebungscharakteristik sowie für Abschiebungen der nördlichen Schollen gegenüber der südlichen angetroffen worden. Die Gesamtmächtigkeit der Störungszone (Kernzone und Randzonen) werde auf über 100 m geschätzt.

Das südliche Element („Eichberg-Seitenverschiebung“) quere nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten den Eichberg vom Kochhof, über die Verebnung südlich des Hahnhofes bis in den Raum der Quelfassungen der WVA Eichberg im oberen Abfallersbachgraben und streicht Richtung ESE durch die markante Einsattelung südlich Kote 760 bis in den Raum Furth südlich Gloggnitz. Dieses, aus mehreren Scherbahnen bestehende System sei im oberen Abfallersbach mit der Bohrung KB-02/08 und südlich davon durch die Bohrung KB-55/08 aufgeschlossen worden. Das Störungssystem erreiche hier vermutlich eine Gesamtstärke von 250 bis 300 m und enthalte in den Kernbereichen entlang von Bewegungsbahnen vollständig zerscherte Kataklasitzonen in serizitischen Phylliten in unterer 10er-Meter-Stärke. Gesteine der unterlagernden Veitscher Decke seien hier teilweise bis an die Geländeoberfläche als Groß-Scherkörper aufgeschuppt worden und würden in einem Niveau auftreten, welches etwa 200 m höher liege, als es dem generellen Gebirgsbau entsprechen würde.

Entlang der N-Grenze dieses Störungssystems sei aus feldgeologischer Sicht auch die – durch das Seitenverschiebungssystem überprägte – Grenze zwischen den Gesteinen der „Silbersberg-Gruppe“ (die im gegenständlichen Gutachten im Rahmen der Norischen Decke behandelt werden) und den Gesteinen der Veitscher Decke zu sehen.

Im relevanten Umfeld der Trasse seien nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten im Bereich des Eichberges (westlich von Furth über Kote 760 bis Kote 818) und weiter westlich am Kobermannsberg Blasseneckporphyroidkörper vorhanden. Deren Grenze zu den unterlagernden Gesteinen sei jeweils tektonisch stark überprägt (Scherzone) und flach nach N bzw. NE fallend. Es handle sich hier um graue bis grünlichgraue, im Verwitterungsbereich braune bis braungraue Porphyrschiefer. Im Oberflächenaufschluss seien die Porphyrschiefer in der Regel stark entlang der Klüfte durchtrennt und zerlegt.

In den Bohrungen KB-03/08 und KB-55/08 sei die Liegendgrenze der Porphyrschiefer des Eichberges durchörtert worden. Diese würden hier direkt flach auf grauen bis dunkelgrauen Gesteinen der Veitscher Decke (zerscherte graphitische Phyllite, Metasiltsteine) aufliegen. Gesteine der Silbersberg-Gruppe, die gemäß der klassischen Deckengliederung hier auftreten müssten, würden fehlen.

Die klassische Gliederung der Grauwackenzone sehe jene phyllitischen Gesteine, die im zentralen und südlichen Bereich des Eichberges zwischen den Gesteinen der Veitscher Decke auftreten bzw. die am Eichberg und Kobermannsberg vorhandenen Deckschollen aus Blasseneckporphyroiden unterlagern, als Teile der „Silbersberg-Gruppe“ an.

c) Grauwackenzone, Veitscher Decke

Der Bau und die interne Tektonik der im Liegenden der Norischen Decke folgenden Veitscher Decke weise nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten im Trassennahbereich und im näheren Umfeld sehr komplexe Verhältnisse auf, die sich sowohl im Kartenbild (geologische Oberflächenkartierung), als auch in den erbohrten Untergrundverhältnissen widerspiegeln.

Im Wesentlichen enthalte die Veitscher Decke klastische und pelitische Metasedimentgesteine unterschiedlicher Zusammensetzung, die dem Karbon zugerechnet werden. Nach den Ergebnissen der Untergrunderkundung seien hierbei vor allem zwei Gesteinsgruppen zu unterscheiden. Vorwiegend im Hangendbereich der im Trassenumfeld erkundeten Schichtfolge würden dunkelgraue, feinkörnige phyllitische Metasedimente (graphitische Phyllite bis graphitische Metasiltsteine) verbreitet und in stärkerer Mächtigkeit auftreten. Diese würden lokal im dm-, meist jedoch im m- bis unteren 10er-Meterbereich mit grobkörnigen Metasedimenten in Form von massigen bis undeutlich geschiefertem bzw. gebanktem Metasandsteinen bis Metakonglomeraten wechseln. Der liegende Anteil der Abfolge enthalte überwiegend grobkörnige Anteile mit geringmächtigen bzw. weniger häufigen Einschaltungen von graphitischen Phylliten. Die pelitischen Gesteine

der Veitscher Decke seien ausgesprochen selten an der Geländeoberfläche aufgeschlossen, Aufschlüsse der verwitterungsresistenteren Metasandsteine und teilweise auch Metakonglomerate würden sich dagegen in der unteren Hangflanke entlang des Höhenzuges zwischen Eichberg und Kobermannsberg relativ häufig finden.

In die phyllitischen und grobkörnigen Metasedimenten seien im Projektgebiet zwischen Breitenstein und Gloggnitz charakteristische Dolomit-Magnesit-Schollen eingeschaltet, die in der Regel nur bis zu wenige 10er Meter stark ausgebildet seien, jedoch mehrere hundert bzw. örtlich auch bis zu 1 km an lateraler Erstreckung aufweisen. Die Dolomit-Magnesit-Körper würden hier generell in den hangenden Bereichen der Veitscher Decke auftreten. Magnesit sei hier im Tagbau und in Stollen untertage im Trassennahbereich am Eichberg südlich bzw. östlich des Hahnhofes abgebaut worden. Weitere Abbaue und Stollen auf Magnesit und Talk seien aus dem Raum Weißenbach und Furth im Auebachtal südwestlich von Gloggnitz bekannt.

In der Bohrung KB-03/08 sei eine insgesamt ca. 80 m starke Dolomit-Magnesitabfolge erbohrt worden. Diese relativ große Mächtigkeit beruhe auf einer tektonischen Mehrfachverschuppung entlang kataklastischen, flach bis mittelsteil vorwiegend nach N bis NE einfallenden Scherbahnen, die vorwiegend zerscherte graphitische Phyllite enthalten, lokal aber auch grüne Serizitphyllite mit einigen dm-Stärke führen. Mit der Bohrung KB-03/08 sei zwischen 675 m und 680 m Seehöhe ein Stollen eines aufgelassenen Bergbaus (vermutlich auf Magnesit) durchbohrt worden, der offensichtlich von der Südseite des Eichberges in Richtung NW mindestens 150 m weit vorgetrieben worden sei. Der Stollen sei weder aus den vorhandenen Bergbauunterlagen noch aus der Kartierung bekannt (Mundloch verschüttet). Im hangenden Grenzbereich sei der Dolomit-Magnesit – Körper in der Bohrung KB-03/08 entlang eines ca. 2 m starken Randsaumes stark vertalkt.

Der geologische Befund der Bohrungen KB-55/08 im N des Eichberges und KB-03/08 im Südabhang zeige nach Meinung der (baugeologischen) Projektanten, dass zwischen den zweifelsfrei der Veitscher Decke zugehörigen graphitischen Phylliten und Metasandsteinen auch grünlichgraue, grüne und violettgraue bis violette Serizitphyllite und Serizit-schiefer, die örtlich bis cm-große weiße Quarzgerölle führen können. Diese Gesteine würden als m-starke bis mehrere 10er-Meter starke, teilweise zerscherte und häufig kataklastisch überprägte Einschuppungen zwischen einzelnen Schuppen der Veitscher Decke vorliegen. Eine gesicherte tektonostratigraphische Zuordnung dieser Gesteine sei im Rahmen dieser Bearbeitung nicht möglich. Aufgrund der großen lithologischen Ähnlichkeiten mit den Serizitphylliten und -Schiefern der Tattermann-Schuppe im Liegenden der Veitscher Decke und der lokalen tektonischen Verhältnisse (siehe unten) würden die Gesteine hier dem Permomesozoikum und nicht der „Silbersberg-Gruppe“ zugerechnet.

Hinsichtlich der Lagerungsverhältnisse der Schichten dominiere im südlichen Bereich des Eichberges flaches, teilweise auch mittelsteiles Einfallen der Schicht- bzw. Schieferungsflächen nach N bis NE. Richtung N würden die Fallwinkel (ABI-Auswertung der Bohrung KB-55/08) entlang der Bewegungsbahnen der „Eichberg-Seitenverschiebung“ auf mittelsteiles bis örtlich auch steiles Einfallen nach NW bis NE verstellen.

Die tektonische Überprägung sei in den Gesteinen der Veitscher Decke im projektrelevanten Raum vorwiegend stark. Vor allem die phyllitischen Anteile seien als „Schwächezonen“ im Gebirgsbau schichtparallel stark geschert, verfaltet und verschuppt. Graphitische Phyllite würden dementsprechend in den Bohrungen häufig als dm- bis m-starke, vorwiegend schluffige und tonige Kataklastite vorliegen, entlang von ausgeprägten Störungen können diese auch bis 10er-Meter-Stärke erreichen (z.B. KB-03/08). In den kompetenteren Metasandstein-Abfolgen äußere sich die tektonische Beanspruchung – neben der Ausbildung von diskreten Scherbahnen (Harnische, meist mit graphitischen Bestegen und Füllungen) – vor allem in einer Reduzierung der Kornbindung und einer deutlichen Abnahme der Gesteinsfestigkeit („mürber“ Charakter) bis hin zu sandig-grusig entfestigten Kataklastitbereichen in dm- bis m-Stärke.

Die regionaltektonischen Verhältnisse im Bereich zwischen Kobermannsberg und Gloggnitz mit W-E streichenden und steil nach N fallenden Seitenverschiebungen würden sich hier auch auf den Internbau der Veitscher Decke maßgeblich auswirken. Die tektonisch höheren (nördlichen) Anteile der Veitscher Decke seien entlang der hier so bezeichneten „Eichberg-Seitenverschiebung“ offensichtlich vom Hauptteil der Veitscher Decke abgesichert worden, in einzelne Groß-

scherkörper zerlegt und aufgepresst worden. Dadurch würden z.B. an der Geländeoberfläche südlich von Pettenbach Dolomit-Magnesit Schollen größeren Ausmaßes auf in einen deutlich höheren tektonischen Niveau auftreten, als es dem („ungestörten“) alpidischen Deckenbau entsprechen würde. Die Bewegungsbahnen innerhalb dieses Seitenverschiebungssystems würden dabei hauptsächlich von völlig zerscherten Serizitschiefern und Serizitphylliten (hier dem Permomesozoikum der Tattermann-Schuppe zugerechnet) gebildet. In den Kernzonen würden hier 10er-Meter starke durchgehend plastische, vollständig durchbewegte, violettgraue bis grünliche, serizitische Störungsgesteine (schluffig-tonige Kataklasite) mit einzelnen, cm-großen und meist grusig-entfestigten Scherkörpern aus Karbonatgesteinen und Quarzmo-bilisaten vorliegen.

Die im zentralen und südlichen Teil des Eichberges konkordant zum Gebirgsbau auftretenden Zwischenlagen von Serizitphylliten und –Schiefern (siehe oben) würden hier ebenfalls als Einschuppungen der Tattermannschiefer interpretiert und belegen somit nicht nur eine Verschuppung der Veitscher Decke entlang der „Eichberg-Seitenverschiebung“, sondern auch entlang von schichtparallelen Scherbahnen. Von einer Mehrfachverschuppung der Veitscher-Decke mit Gesteinen der Tattermann-Schuppe sei daher nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten nach den vorliegenden Erkundungsergebnissen auszugehen.

d) Permomesozoikum im Auebachtal (Tattermann-Schuppe)

Das Auebachtal bilde nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten zwischen Gloggnitz-Furth, über Weißenbach und Aue bis zur Engstelle zwischen Schottwien und Klamm verlaufend, ein markantes morphologisches Element im relevanten Trassenbereich. Das W-E gerichtete Tal zeichne den Verlauf der Talhof-Aue-Störung und den nördlich anschließenden Verbreitungsbereich der Tattermann-Schuppe nach. Nach Ergebnissen der bisher durchgeführten Erkundungen werde der Taluntergrund in diesem Bereich vornehmlich durch blättrige bis dünnplattige Serizitphyllite, Serizitschiefer und örtlich auch plattige bis bankige serizitische Quarzite bis Metasandsteine und Metaarkosen („Alpiner Verrucano“; Perm) der Tattermann-Schuppe aufgebaut. Diese seien durchgehend im Bereich von der Bohrung KB-37/06 im E bis zur Bohrung KB-09/08 im W unter der Talfüllung angetroffen worden. Die vornehmlich lichtgrünen bis grünen und graugrünen, seltener violettgrauen feinkörnigen und schichtsilikatreichen Gesteine seien meist wenig verwitterungsresistent und würden nur äußerst selten in kleinflächigen Oberflächenaufschlüssen zutage treten.

Der Felsuntergrund werde im Auebachtal zwischen Schottwien und Weißenbach von geringmächtigen Talalluvionen bedeckt. Es handle sich dabei um angerundete bis gerundete sandig, schluffige und lokal steinige Kiese, die örtlich mit dm-starken sandigen Schluff- bzw. Sandlagen wechseln. Die Stärke der Lockergesteinsbedeckung variere zwischen ca. 4 m und ca. 12 m. In diesen Sedimenten sei ein zusammenhängender Porengrundwasserkörper ausgebildet, der gut mit dem Wasserspiegel des Auebaches korrespondiere. Als Grundwasserstauer fungiere die Felsoberfläche im Liegenden der Sedimente. Die Grundwasserströmung dieses wenige Meter starken Grundwasserkörpers sei mehr oder weniger parallel bzw. spitzwinklig zum Auebach ausgerichtet. Der Flurabstand betrage im Trassenbereich rund 3-4 m. Die Durchlässigkeiten der grundwasserführenden Talalluvionen liegen in Größenordnungen von 10^{-3} – 10^{-4} m/s.

Die Lagerungsverhältnisse innerhalb der Tattermann-Schuppe seien nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten im Auebachtal relativ einheitlich. Die Schieferungsflächen würden vorwiegend mittelsteil, teilweise auch steil nach NNE bis NE einfallen. Die durchgeführten Erkundungsbohrungen würden generell eine starke tektonische Überprägung dieser Gesteine mit vornehmlich schieferungsparalleler Scherung zeigen. Es würden dabei paketweise stark beanspruchte, von Scherbahnen mit dm- bis m-starken Kataklasiten durchzogene Abfolgen mit tektonisch geschonten, weitgehend intakten Abfolgen wechseln. Bemerkenswert sei jedenfalls eine durchgehend starke und intensive Zerlegung von quarzreichen bis quarzitischen Schichten bzw. Metaarkosen, die größtenteils sehr kleinstückig zerbrochen bzw. auch zu kiesig-sandigem Kataklasit zerrieben vorliegen. Die Mächtigkeit könne ca. 150 m erreichen. Die Mächtigkeit der Tattermann-Schuppe im Auebachtal sei nach den vorhandenen Daten auf bis zu 400 m zu schätzen, eine tektonische Verdoppelung infolge einer internen Verschuppung bzw. im Zusammenhang mit der Talhof-Aue-Störung sei daher wahrscheinlich. Die Mehrzahl der in Bohrungen angetroffenen Scherbahnen und Störungen streiche mehr oder weniger talparallel W-E und falle mittelsteil

bis steil parallel zum Schichtstreichen nach N ein. Vereinzelt seien auch subvertikale Stellungen bzw. am Südrand des Tales im Nahbereich der Talhof-Aue Störung subvertikale bis steil nach S fallende Scherbahnen festgestellt worden.

Die „Talhof-Aue-Störung“ sei nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten als sinistrale Seitenverschiebung das maßgebliche tektonische Element im Auebachtal. Die vorliegenden Erkundungsergebnisse würden im Auebachtal eine Störungs-Kernzone entlang des südlichen Talrandes ausweisen, die hier über weite Strecken identisch mit der Grenze zwischen der Tattermann-Schuppe und dem am Graßberg-Nordabhang entlang verlaufenden Kristallinspan des Semmering-Kristallins sei. Ein direkter Aufschluss der Störung liege mit der Bohrung KB-06/08 vor. Demnach würden die Serizitphyllite und Serizitschiefer der Tattermann-Schuppe bis in den Hangfußbereich des Graßberg-Nordabhanges reichen und seien im Nahbereich zur Störung meist zu sandig-kiesigen (quarzreichere Serizitschiefer und Quarzite) bzw. untergeordnet zu schluffig-tonigen (Serizitphyllite) Kataklasiten entfestigt. Hier sei auch das Auftreten von m-starken Gipsbrekzien bestätigt worden. Entlang von subvertikal stehenden und tendenziell sehr steil nach S fallenden Scherbahnen seien im Kernbereich der Störung Scherkörper von Karbonatgesteinen (Kalk, Kalkmarmor, Dolomit) in Störungsbrekzien bzw. auch als 10er-Meter starke Scherkörper eingearbeitet. Die meist mehrere Meter starken kataklastischen Bewegungsbahnen würden neben Karbonatgesteinsgrus auch phyllitische Anteile, sowohl aus lichtgrünen, entfestigten Serizitphylliten („Alpiner Verrucano“), als auch in Form völlig zerscherter dunkelgrauer bis schwarzer Tonschiefer bzw. Phyllite führen. Die Zuordnung der Tonschiefer sei nicht eindeutig möglich, es könnte sich hier sowohl um „Rhät-Schiefer“, als auch um graphitische Phyllite des Semmering-Kristallins oder um pelitische Anteile der Veitscher Decke handeln. Im Kernbereich weise die Störungszone im Bereich der Bohrung KB-06/08 eine Stärke von ca. 100 m auf. Die Randbereiche der Störungszone reichen nach Norden bis ins Auebachtal und nach S bis zur S6-Trasse.

Im westlichsten Ortsgebiet von Aue sei im Untergrund Kalkmarmor, Dolomitmarmor und Rauhwaacke angetroffen (Bohrung KB-39/06) worden. Diese Gesteine seien einem schmalen, über die Adlitzgräben und die Engstelle zwischen Schottwien und Klamm nach E streichenden Karbonatgesteinszug zuzurechnen, der hier im Talbereich zwischen Tattermann-Schuppe im N und Talhof-Aue-Störung im S auskeile. Dieses Auskeilen sei im Nahbereich östlich der Palkaquelle zu lokalisieren und stehe mit dieser im ursächlichen Zusammenhang.

e) Semmering - Kristallinspan im Bereich Auebachtal

Nach Angabe der (baugeologischen) Projektanten baue südlich der Talhof-Aue-Störung (Kernzone) ein schmaler, aus Glimmerschiefern bis quarzreichen Phylliten bestehender Kristallinspan die unteren Anteile der Graßberg-Nordabhänge auf. Die Kristallingesteine seien dem Grobgnais-Komplex der Semmering-Einheit zuzurechnen und würden von Schottwien (im Nahbereich des Talübergangs Schottwien der S6) über die nordwestlichen Ausläufer des Graßberges (Graßbergtunnel der S6) in die Südflanke des Auebachtals streichen. Die Ausbissbreite des Kristallinspans betrage im Bereich von Schottwien zwischen 100 und 150 m. Weiter Richtung E nehme dessen Ausdehnung südlich von Aue (auf Höhe Fa. SCHROPPER) auf ca. 350 m Breite und südlich des Ungarhofes auf über 700 m Breite zu.

Der Internbau des Kristallinspans sei im relevanten Trassennahbereich aufgrund der starken Überprägung im Zusammenhang mit der Talhof-Aue-Störung recht komplex. Entlang von mehreren W-E-streichenden, steilstehenden und nach N und S einfallenden Bewegungsbahnen, die als Begleitstörungen zur Kernzone der Talhof-Aue-Störung zu sehen seien, seien die Phyllite und Glimmerschiefer stark geschert und in m- bis teilweise auch über 10 m starke, sandig-kiesige bis teilweise auch schluffige Kataklasite entfestigt worden. Zwischen einzelnen Bewegungsbahnen seien hier permomesozoische Gebirgsspäne, die vermutlich großteils vom Graßbergzug abgeschert wurden, eingeschuppt. Es handle sich um Kalkbrekzien bis Rauhwaacken bzw. karbonatische Brekzien mit sandig-schluffigem Bindemittel (Hangflanke südlich Fa. SCHROPPER), teilweise aber auch um eingeschuppte Semmeringquarzite (Hangfußbereiche westlich des Auer- bzw. Probstwaldgrabens). Während die eingeschuppten Karbonatgesteine mit Bohrungen im Zuge der Erkundungsmaßnahmen angetroffen worden seien (KB-20/07 und KB-06/08), seien die eingeschuppten Semmeringquarzite ausschließlich im Zuge der geologischen Kartierung festgestellt worden. Sowohl karbonatische, als auch quarzitische Großscherkörper würden eine Mächtigkeit quer zum Gebirgsstreichen bis zu 100 m und eine laterale Ausdehnung bis zu mehreren hundert Metern erreichen.

Die Südgrenze des Kristallinspans zum Karbonatgesteinszug der „Graßbergshuppe“ verlaufe über Schottwien und den Bereich des Graßbergstunnel-Ostportals der S6 und weiter nach E weitgehend entlang der S6-Trasse bis in die W-Flanke des Weningergrabens (Grabeneinschnitt, der vom Ungarhof Richtung SSW verläuft) und biege hier Richtung SE in das obere Einzugsgebiet des Weningergrabens um. Die Grenze werde durch eine ausgeprägte **Störung** gebildet, die im östlichen Teil des projektrelevanten Raumes (etwa bis zum Auer- bzw. Probstwaldgraben reichend) vorwiegend mittelsteil nach S falle. In ihrem Nahbereich seien vorrangig die Glimmerschiefer bis quarzreichen Phyllite stark kataklastisch zerlegt und auf 10er-Meter starken Abschnitten weitgehend entfestigt worden (siehe Bohrungen KB-40/06 und KB-15/07). Aufgrund der sehr ungünstigen geotechnischen Verhältnisse in diesem Störungsbereich, seien beim Bau der S6 umfangreiche Hangsicherungsmaßnahmen erforderlich (z.B. Ankerwand Aue, Ankerwand beim Graßbergstunnel-Ostportal). Weiter westlich sei die Südgrenze des Kristallinspans weniger deutlich verfolgbar, da diese entlang von jüngeren, N-S bis NE-SW streichenden und steil bis vertikal stehenden Störungen überprägt worden sei. Entlang dieser N-S Störungen seien teilweise laterale Versetzungen der Karbonatgesteine und Glimmerschiefer von zumindest einigen 10er-Metern zu vermuten. Eine Kartierung der Grenze sei aufgrund tiefgreifender Auflockerungszonen, einer starken Hangschuttbedeckung und der Umgestaltung des Geländes mit zum Teil großflächigen Anschüttungen beim Bau der S6 nur eingeschränkt möglich. Hinweise auf die erwähnten Versätze würden sich jedoch aus der baugelologischen Bearbeitung des S6-Projektes und den damals durchgeführten Aufschlussbohrungen ergeben.

Die Lagerungsverhältnisse innerhalb des Kristallinspans würden nach Angaben der (baugelologischen) Projektanten variieren. Während im nördlichen Randbereich (nahe der Kernzone der Talhof-Aue-Störung) flache bis steile Fallrichtungen der Schieferungsflächen, sowohl nach N, als auch nach S auf Verfaltungen hinweisen, würden die Schieferungsflächen im Nahbereich zur südlichen Grenze homogener, meist flach bis mittelsteil nach S bis SW einfallen.

f) Permomesozoikum der Graßbergshuppe

Südlich des entlang der Graßbergnordseite verlaufenden Semmering-Kristallinspans quere nach Angaben der (baugelologischen) Projektanten der Karbonatgesteinszug des Graßberges (hier als „Graßbergzug“ bezeichnet) den trassenrelevanten Untersuchungsraum. Der Gesteinszug setze im W keilförmig entlang von Störungen mit begleitenden Semmeringkristallingesteinen im Ortsgebiet von Schottwien ein, streiche in WNW – ESE Richtung über die Graßberg-Nordseite, baue den höchsten Punkt des Graßberges auf und setze sich über die Ostseite des Graßberges und die Burg Wartenstein bis in den Bereich des Raachberges fort.

Der Graßbergzug werde ausschließlich durch Karbonatgesteine aufgebaut. Es dominiere hier Kalkstein in massiger bzw. undeutlich gebankter bis teilweise auch bankiger Ausbildung. Die grauen, beigegrauen und zum Teil farblich gebänderten Gesteine würden häufig ein schwach kristallines bis deutlich kristallines Gefüge aufweisen, das auf eine schwach metamorphe Überprägung des Karbonatgesteinszuges hinweise. Im Zuge der geologischen Aufnahmen seien die Gesteine als Kalksteine mit Übergängen zu Kalkmarmor bzw. als Kalkmarmor bezeichnet worden. Mit diesen seien Dolomite bis Dolomitmarmore und Dolomitmarmor, sowie Rauhackenzüge mit Mächtigkeiten bis zu mehr als 100 m vergesellschaftet.

Entlang der vorwiegend mittelsteil nach S bis SSW fallenden Nordgrenze des Graßbergzuges seien die Karbonatgesteine intensiv sprödekonisch überprägt und gestört worden. Bohrungen würden hier sandig-kiesige Kataklasitzonen ausweisen, die als durchgehende Störungszone mehr als 10 m Stärke erreichen können (KB-15/07, KB-19/07). Infolge von tiefgreifenden Verwitterungserscheinungen seien die hier angetroffenen Gesteinszerreißel teilweise zersetzt (stark reduzierte Klufkörperfestigkeit).

Die vorhandenen Gefügedaten hätten für den Graßbergzug größtenteils steil bis mittelsteil nach S bis SW, selten auch davon abweichende und nach NW bis NE fallende Lagerungsverhältnisse ergeben. Die Internstruktur des Graßbergzuges könne aufgrund der in Aufschlüssen angetroffenen Gefügemerkmale als komplexer Falten- und Schuppenbau mit einer Synklinalstruktur im Kernbereich des Graßbergzuges interpretiert werden. Mit den aktuell vorliegenden Ergebnissen könne dieser Faltenbau aber nicht bestätigt werden, da diese auf einen weitgehend homogenen, nach S fallenden Gebirgsbau schließen lassen. Eine interne Verschiebung der Karbonatgesteine entlang von parallel zum Gebirgsbau orientierten Störungen sei nicht auszuschließen.

tierten Störungen sei dagegen wahrscheinlich. Neben diesen W-E bis NW-SE streichenden tektonischen Elementen würden annähernd rechtwinklig dazu orientierte, N-S bis NE-SW streichende Störungen aus der Geländekartierung hervorgehen, die sich in Verlängerung der Grabenstrukturen entlang der Graßberg-Nordseite (Auer- bzw. Probstwaldgraben südlich von Aue, Weningergraben südlich Ungarhof und Kaltenbachgraben südlich von Weißenbach) bis in den Karbonatgesteinszug erstrecken. Mangels entsprechender Aufschlüsse sei die Kinematik dieser als steilstehend interpretierten, sprödetektonischen Störungen nicht direkt abklärbar. Im Zusammenhang mit Beobachtungen und Untersuchungen aus dem Otterstock und den regionalen tektonischen Verhältnissen, seien die Störungen mit einiger Wahrscheinlichkeit als ostgerichtete Abschiebungen zu charakterisieren.

Vor allem die kalkigen Karbonatgesteine, in geringerem Ausmaß auch die dolomitischen Vertreter, würden in den erkundeten Bereichen deutliche Verkarstungserscheinungen aufweisen. Klüfte und Bankungsfugen seien durch Lösung erweitert (Kluftkarst) und teilweise in mm-Stärke bis lokal in cm-Stärke geöffnet. Verkarstung und eisenoxidische Verwitterungsspuren (braune Trennflächenanflüge) würden in Erkundungsbohrungen bis auf Trassenniveau (z.B. KB-21/07) reichen.

g) Semmering-Kristallin im Bereich Graßberg

Nach Angabe der (baugeologischen) Projektanten bilde im Raum des Graßberges ein schmaler Kristallinspan aus Glimmerschiefern und quarzreichen Phylliten, die der Semmering-Einheit zuzurechnen sind, ein markantes morphologisches Bauelement. Der Kristallinspan streiche vom Ortszentrum Schottwien kommend Richtung E durch das „Himmelreich“, quere das obere Einzugsgebiet des Auer- bzw. Probstwaldgrabens und bilde unmittelbar südlich des Graßberg-Hauptgipfels den markanten Geländesattel. Der Gesteinszug biege in weiterer Folge in Richtung SE und E um und dünne im oberen Einzugsbereich des Kaltenbachgrabens tektonisch aus. Seine maximale Breite von knapp über 100 m erreiche der Kristallinspan südlich des Graßberggipfels.

Die Kristallingesteine würden sowohl im N gegen den Graßbergzug durch ein steil nach S fallendes, sinistrales Seitenverschiebungselement in Fortsetzung des Mürtal-Semmering-Störungssystems begrenzt, als auch im S gegen die südlich folgenden Gesteine des „Keuperzugs“. Das Semmering-Kristallin sei daher hier als schmale tektonische Lamelle zwischen den angrenzenden permomesozoischen Einheiten entlang der Seitenverschiebungsbahnen störungsparallel eingeschuppt und entsprechend stark sprödetektonisch überprägt. Dieser Bereich werde als „Graßbergstörung“ bezeichnet, die als nördlicher Teil des „Graßberg-Schlagl-Seitenverschiebungssystems“ anzusehen sei.

Der Bereich der „Graßbergstörung“ mit dem Kristallinspan sei mit der Schrägbohrung KB-16/07 in der Graßberg-Ostseite praktisch durchgehend aufgeschlossen. Im Nahbereich zum karbonatischen Graßbergzug seien die grauen bis grünlich-grauen quarzreichen Phyllite und Glimmerschiefer stark zerlegt und teilweise zu dm- bis m-starken schluffig-sandigen Kataklastiten mit kiesigen Gesteinsbruchstücken entfestigt. Zwischen steilstehenden, kataklastischen Bewegungsbahnen würden stark zerlegte, aber im Gefügeverband erhaltene Gesteinsabschnitte vorliegen. Im südlichen Teil der Störungszone seien m-starke graphitische Phyllite (Semmering-Kristallin) und kataklastische grüne Serizitphyllite (Permomesozoikum) entlang von Störungen angetroffen worden. In weiterer Folge in der Störung erbohrte dunkle Kalke (m-große Scherkörper) und kataklastische schwarze Tonschiefer, sowie Quarzite, lichtgrüne und geröllführende, weitgehend kataklastische Serizitphyllite, seien bereits dem Keuperzug („Rhät“, „Bunter Keuper“ bzw. „Alpiner Verrucano“) zuzuordnen.

Die Gesteine des Semmering-Kristallins seien nach Angabe der (baugeologischen) Projektanten im Bereich der Graßbergstörung hydrogeologisch als weitgehend dicht zu betrachten und würden den karbonatischen Graßbergzug im N von den südlich angrenzenden Gesteinen des Keuperzugs und dessen Karbonatgesteinsauflage trennen.

Geologie des Tunnelabschnitts Göstritz

a) *Permomesozoikum des Graßberg - Schlagl - Störungssystems*

Der Raum zwischen den Linien Schottwien – Graßberg – Schlagl im Norden und Maria Schutz – Schanzkapelle – Raach im Süden werde nach Angabe der (baugeologischen) Projektanten von den Fortsetzungen der über den Semmering vorerst nach NE streichenden, im Bereich Göstritz nach E umbiegenden sinistralen Seitenverschiebungsästen des Mur-Mürztal-Semmering-Wiener Becken - Störungssystems bestimmt. Charakteristisch für diesen Bereich sei ein kleinräumiges Aufeinanderfolgen von parallel bis spitzwinkelig zueinander streichenden, meist steilstehenden Störungen, die großräumig ein anastomosierendes ("aufgefiedertes"), linsiges Muster von Großscherkörpern und dazwischenliegenden Bewegungsbahnen ergeben. Im trassenrelevanten Bearbeitungsraum sei dieser Bereich als „Graßberg-Schlagl-Störungssystem“ bezeichnet worden. Der am weitesten südlich gelegene Störungssast („Schlaglstörung“) verlaufe über Maria Schutz, die Kehre der Semmering-Straße oberhalb Göstritz in den Raum der alten „Schanze“ unmittelbar südlich der Schanzkapelle und nach E Richtung Ortskern von Raach. Diese Störung werde als Südgrenze des „Graßberg-Schlagl-Störungssystems“ angesehen und stelle die Nordgrenze des Otter-Karbonatgesteinsstocks dar.

Die maßgeblichen Anteile am Gebirgsbau innerhalb des Störungssystems würden die Gesteine des „Keuperzugs“, der sich, aus dem Bereich Semmeringpass kommend über die Göstritz in den Raum Schlagl-Raach fortsetzt, sowie dessen Karbonatgesteinsbedeckung darstellen.

Charakteristisch für den „Keuperzug“ im Bereich Göstritz – Schlagl seien nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten kleinräumige Wechsellagerungen – bzw. durch tektonische Verschuppungen bedingte Aufeinanderfolgen – von Serizitphylliten, Serizitschiefern, dunklen Kalken, schwarzen Tonschiefern, teilweise auch Quarziten, sowie Sulfatgesteinen.

Die feinkörnig-blättrigen Serizitphyllite würden dabei teilweise als violettrot bis grün und grau gefärbte Schichtfolge unter Wechsellagerung (dm- bis m-Bereich) mit weißgrauen bis teilweise bunten Dolomitbänken und Gips auftreten. Gips trete dabei in Lagenform (mit mm- bis dm-Stärke), als feine Kluffüllungen und in Form einzelner Gipszüge mit Stärken von einigen 10er-Metern auf. Anhydritanteile seien in den Erkundungsbohrungen nur lokal und in geringfügigem Ausmaß (wenige Prozent Anteil am Mineralbestand) festgestellt worden. Allerdings sei aus der Gipslagerstätte in der Göstritz Anhydrit bzw. ein Übergang des Gipses zu einem Anhydritkern gegen die Tiefe der Lagerstätte beschrieben worden.

Diese charakteristischen Abfolgen seien als „Bunter Keuper“ (Karn-Nor) einzustufen und würden häufig als „Keuper-schiefer“ bezeichnet.

Neben jenen Serizitphylliten, die im Verband der oben beschriebenen Schichtfolge dem „Bunten Keuper“ zuzuordnen seien, seien im Bereich Schanzkapelle-Graßberg auch lichtgrüne bis grüne Serizitphyllite, psammitische Serizitschiefer und Metaarkosen angetroffen worden. Diese Gesteine würden zum Teil cm-große Quarzgerölle (weiß, grau und fleischrot gefärbt) führen, seien quarzreicher und meist grobkörniger als jene des „Bunten Keupers“ und würden dem „Alpinen Verrucano“ zugerechnet. Derartige Abfolgen seien in Teilbereichen der Bohrungen KB-10/08, KB-11/08 und KB-39/08 angetroffen worden bzw. durchgehend in der Bohrung KB-50/08. Die dem „Alpinen Verrucano“ entsprechenden Schichten würden Stärken von einigen Metern bis lokal ca. 100 m erreichen und würden im Hangenden bereichsweise an 10er-Meter starke, hellgraue bis grünlichgraue Quarzite grenzen. Ob es sich bei diesen um „Semmeringquarzit“ oder um „Keuperquarzite“ handle, sei im Rahmen der durchgeführten Untersuchungen nicht gesichert zu differenzieren. Die in der geologischen Karte 1:50.000 im Bereich der Schanzkapelle an der Geländeoberfläche zum Teil als anstehend ausgewiesenen Semmeringquarzite seien jedoch nur punktuell als Aufschleppungen entlang von oberflächlich ausbeißenden Bewegungsbahnen zu verifizieren.

Dunkle, dünnplattige bis bankige Kalke, die teilweise Zwischenlagen von schwarzen, karbonatischen Tonschiefern führen oder unmittelbar im Zusammenhang mit bis über 10 m starken Tonschieferlagen auftreten, seien als hangendste Anteile der Keuperfolge im „Georginstollen“ aus dem Krenthaller Gipsbergbau in Göstritz beschrieben worden. Diese Schich-

ten seien als „Rhät“ belegt und würden als „Rhätkalk“ und „Rhätschiefer“ bezeichnet. Rhätkalke und Rhätschiefer seien in den Erkundungsbohrungen (KB-10/08, KB-11/08) in unterschiedlichen Tiefenlagen und unterschiedlichen Mächtigkeiten (bis in den oberen 10er-Meter Bereich) erbohrt worden.

Die Gesteine des „Keuperzugs“ seien nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten im Talkessel der Göstritz großflächig oberflächennah anstehend und wesentlich seltener auch in kleinräumigen Oberflächenaufschlüssen vorhanden. In den östlich angrenzenden Hangflanken würden die Gesteine ab einer Seehöhe von ca. 850 m vollständig von Dolomiten, Rauhacken, Kalken und karbonatischen Brekzien der Mitteltrias (Anis) bedeckt. Dieser karbonatische „Deckel“ erstreckte sich mit einer Stärke bis zu 200 m über den Bereich von der Schanzkapelle bis nach Schlagl.

Ähnlich heterogen wie der Gesteinsinhalt würden sich im gegenständlichen Permomesozoikumsbereich auch die Lagerungsverhältnisse gestalten. Grundsätzlich müsse zwischen den Lagerungsverhältnissen im „Keuperzug“ bzw. dem eingeschuppten „Alpinen Verrucano“ und den teilweise diskordant auflagernden Karbonatgesteinen unterschieden werden. Für die auf Tunnelniveau vorhandenen Gesteine des „Keuperzugs“ und des „Alpinen Verrucano“ seien mangels geeigneter Oberflächenaufschlüsse die in Erkundungsbohrungen durchgeführten Strukturlogs (ABI, seltener OBI) maßgeblich. Diese würden für den südlichsten Teil des Störungssystems nahe der Schlagl-Störung vorwiegend flach bis mittelsteil nach E bis S fallende Schieferungsflächen aufweisen (KB-50/08, KB-11/08). Im zentralen Teil (KB-10/08, KB-39/08,) seien stark variierende Fallrichtungen zwischen SW und SE mit mittelsteilen bis steilen Fallwinkeln, sowie auch stark in der Neigung variierenden Fallrichtungen zwischen E über N bis NW angetroffen worden. Für den Nordteil seien aus Beschreibungen von NEUNER und einzelnen Oberflächenaufschlüssen in der Göstritz vorwiegend mittelsteil nach NE bis NW fallende Schieferungsflächen abzuleiten. Der Internbau des Störungssystems zeichne daher – von den Verschuppungen abgesehen – eine flache Antiklinalstruktur nach.

Der im Bereich Göstritz noch auf einer Gesamtbreite von ca. 1700 m zutage tretende „Keuperzug“ werde nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten südlich des Graßberges – infolge des Richtung SE schwenkenden Graßbergzuges – auf ca. 800 m Ausbißbreite eingeengt, wodurch im Trassennahbereich eine intensive tektonische Beanspruchung und Störungsdichte resultiere. Aus den Befunden der durchgeführten Erkundungsbohrungen lasse sich für den gegenständlichen Permomesozoikumsstreifen eine Verschuppung von Gesteinen des „Keuperzugs“ mit Anteilen des „Alpinen Verrucano“ und Karbonatgesteinen der Mitteltrias entlang von bevorzugt W-E streichenden und meist mittelsteil bis steil nach Süden fallenden Bewegungsbahnen des sinistralen Seitenverschiebungssystems ableiten. Die deutlich unterschiedlichen Niveaus, in denen markante Schichtfolgen (z.B. Bunter Keuper, Rhät) angetroffen worden seien, sowie eine aus in den Bohrungen hervorgehende Schichtverdoppelung, weise auf vertikale Verstellungen und Verschuppung der Schichtfolge entlang der Bewegungsbahnen hin. Im Zusammenhang mit der intensiven tektonischen Überprägung würden die phyllitischen Anteile des „Keuperzugs“ bzw. des „Alpinen Verrucano“ über weite Strecken in schluffige bis tonige Kataklastite übergehen oder seien als Störungsbrekzien ausgebildet. In Kernzonen von Bewegungsbahnen würden diese Störungsgesteine durchgehende Stärken bis in den unteren 10er-Meterbereich erreichen.

Im Zuge der tektonischen Überprägung seien die spröderen Karbonate und Quarzite oft kleinststückig zerbrochen worden. Lediglich den in Form von massigem Gips erbohrten Sulfatgesteinszügen fehle diese intensive Zerlegung bzw. Entfestigung, da Gips auch unter starken Deformationen weitgehend steifplastisch ohne Zerstörung des Kornverbandes reagiere. Die mehrfach angetroffene „Bänderung“ im Gips zeichne somit nicht die ursprünglichen Lagerungsverhältnisse nach, sondern folge als Einregelungsgefüge den Orientierungen der Bewegungsbahnen.

Im trassenrelevanten Nahbereich sei in der Göstritz, wie oben bereits erwähnt, Gipsbergbau betrieben worden. Der größere Abbau wurde im Nordteil des „Keuperzugs“ bis Ende der 1960er Jahre betrieben. Das heute verschüttete Mundloch des jüngsten (und am tiefsten liegenden), ca. 350 m langen „Georginenstollens“ befinde sich knapp südlich der letzten Häuser von Schottwien gegenüber des Fischteichs auf einer Seehöhe von ca. 645 m. Der in NE-Richtung vorgetriebene Stollen habe die Keuperabfolge annähernd quer zum Streichen (Quarzite, Rhätkalke und Keuperschiefer mit Gips) aufgeschlossen. Der Stollen liege ca. 800 m westlich der Tunneltrasse und annähernd 150 m höher als die Tunnelgradienten.

Weitere, insgesamt mehrere hundert Meter lange Stollen (Dörl-Stollen, Marianne- und Frieda-Stollen) mit Abbauen auf Gips hätten sich weiter südlich unterhalb des Gudenhofes (Grubenfelder Krenthaller und Deisinger) zwischen 710 und 730 m Seehöhe befunden. Die heute nicht mehr zugänglichen Stollen kommen gemäß der damaligen Grubenkarten ca. 600 m westlich der Tunnelachse und mindestens ca. 200 m nördlich des im Rahmen des gegenständlichen Projektes geplanten Zugangsstollens für den Zwischenangriff Göstritz zu liegen, würden sich jedoch auf annähernd gleichem Niveau wie dieser befinden.

Geologie des Tunnelabschnitts Otterstock

a) Permomesozoikum des Otterstockes

Der Otterstock werde nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten durch das Göstritztal im W, die Schlagl-Störung im N, das Raachtal bzw. die Ausläufer des Kirchberger Tertiärbeckens im E und die permomesozoischen Hüllgesteine der Wechsel-Einheit im S begrenzt.

Der nördliche Abschnitt des Otterstockes werde aus Rauhacken und karbonatischen Brekzien (Kalkbrekzien, Dolomitbrekzien, karbonatische Brekzien mit tw. sandig-schluffigem Bindemittel und mäßiger Kornbindung) gebildet. Innerhalb der Abfolge würden im m- bis meist 10er-Meterbereich Wechsellagerungen und Übergänge der oben genannten Gesteine auftreten. Die Rauhacken und Brekzien würden der unteren Mitteltrias (Anis) zugeordnet und würden als Äquivalent der Reichenhall-Formation („Reichenhaller Schichten“) gelten. Gemäß Erkundungsbefund (KB-40/08) betrage die Gesamtmächtigkeit dieser Abfolge mindestens 450 m, wobei ein Teil der Gesteinsabfolge entlang der subvertikal bis steil nach Süden fallenden „Schlagl-Störung“ tektonisch abgesichert und die Ausblöbreite dieses Schichtpaketes im Bereich des Otterstock-Nordrandes an der Geländeoberfläche dadurch reduziert wurde. Aus den Strukturlog-Messungen in der Bohrung KB-40/08 und einzelnen Oberflächenaufschlüssen seien die Lagerungsverhältnisse in diesem Bereich mit generell flachem bis mittelsteilem Einfallen nach SE bis S abzuleiten. Die tektonische Beanspruchung der Rauhacken und Brekzien sei im Allgemeinen mäßig hoch, zerscherte Anschnitte mit katalastischer Entfestigung bzw. der Ausbildung von Störungsbrekzien seien lediglich vereinzelt entlang von Scherbahnen in dm- bis m-Stärke festgestellt worden.

Aus hydrogeologischer Sicht sei der Rauhacken- und Brekzien-Zug auf Basis der Ergebnisse der Bohrungen KB-42/06 und KB-40/08 als gering durchlässig einzustufen. Auf Trassenniveau seien im Bohrloch KB-40/08 Durchlässigkeitsbeiwerte in der Größenordnung von 1×10^{-8} bis 2×10^{-9} m/s bestimmt worden. Am Bohrkern hätten sich aber bis in große Tiefen Spuren von Bergwasserführung ergeben und im Bohrloch habe sich auch ein Bergwasserspiegel bei rund 780 m ü.A. eingestellt. Das Bergwasser zeige reduzierende Bedingungen und reagiere mit dem Eisen des Pegelrohres unter Bildung einer schwarzen Eisensulfidausfällung. Dieser Bergwasserspiegel liege um rund 200 m höher als jener im Graßbergzug und um rund 90 m höher als der Bergwasserspiegel im südlich anschließenden verkarsteten Otterstock-Abschnitt. Der gleiche Bergwasserkörper sei offensichtlich bei der nach N gerichteten Schrägbohrung KB-42/06 in der Göstritz angetroffen worden. Im Bereich von Bohrmeter 278 - 284 (= 543 - 547 m) sei es zu starken artesischen Austritten mit einer Schüttung von rund 6 l/s gekommen. Eine Probe daraus vom 15.2.2007 habe nur 1,2 TE enthalten, was auf eine sehr lange unterirdische Aufenthaltszeit hinweise. Der statische Grundwasserspiegel sei mit 41,2 m über GOK bestimmt worden (entspricht einer Höhe von rund 766,7 m). Ein hydraulischer Bohrlochversuch habe für die verkarsteten Karbonatgesteinsbereiche im Bereich des gespannten Bergwasserzutritts eine sehr hohe Transmissivität von $6,0 \times 10^{-2}$ m²/s, bzw. eine über die 27 m lange Versuchsstrecke gemittelte Durchlässigkeit von $2,2 \times 10^{-4}$ m/s ergeben. Dies täusche vermutlich geringere Durchlässigkeitsverhältnisse vor, da die eigentlichen Wasserwegigkeiten konzentriert über offene Klüfte und Zerrüttungszonen stattfinden, die von der kleinvolumigen Bohrung möglicherweise nur teilweise erfasst wurden. Es dürfe sich also in diesem Abschnitt um einen isolierten Bergwasserkörper handeln, dem keine bekannten Quellaustritte zugeordnet werden können und der vom südlichen Abschnitt des Otterstockes abgetrennt sei.

Aus den Lagerungsverhältnissen und den Bohrergebnissen sei nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten eine tektonische Überprägung der Grenze zwischen dem Rauhacken- und Brekzien-Zug und den auflagernden Dolomiten bis Dolomitmarmoren abzuleiten. In der Bohrung KB-40/08 seien innerhalb der Rauhacken- und Brekzien-Abfolge ent-

lang einer flach bis mittelsteil nach S fallenden Störungszone mehrere Meter starke Einschüppungen von lichtgrünen Serizitphylliten (weitgehend zu Kataklasit entfestigt) angetroffen worden. Ob derartige Bewegungsbahnen mit Einschüppungen an der Basis der Dolomite die oben erwähnte hydrogeologische Trennung bewirken, oder steilstehende, weiter südlich folgende Störungen, sei mit derzeitigem Kenntnisstand nicht verifizierbar. Eine hydrogeologisch wirksame Trennung der Bergwässer zwischen Rauhacken- und Brekzien-Zug und den erbohrten Bergwässern im Südteil des Otterstockes (KB-12/08) müsse nach Ansicht der (baugeologischen) Projektanten aufgrund der divergierenden Bergwasserspiegelhöhen jedenfalls vorhanden sein.

Der Hauptteil des Otterstockes werde durch massige bis teilweise auch bankige Dolomite, kalkige Dolomite, untergeordnet auch Dolomitrekzien und lokal dolomitische Kalke (Äquivalente der Gutensteiner Dolomite bzw. des Wettersteindolomites mit Übergängen zu Dolomitmarmor) gebildet, die im Otterstock großflächig kartiert und südlich des Otterkammes durch die Bohrung KB-12/08 aufgeschlossen wurden. Die Gesteine würden Kluftkarsterscheinungen mit Öffnungsweiten aufweisen, die vorwiegend im mm-Bereich liegen, lokal entlang von stärker zerlegten Zonen auch bis in den cm-Bereich reichen. Lediglich in einer Bohrung (KB-18/07) am Ostrand des Otterstockes sei ein größerer Karsthohlraum mit Öffnungsweiten im oberen dm-Bereich und lateralen Erstreckungen in m-Größe angetroffen worden. Die Bohrungen KB-18/07 und KB-12/08 hätten eisenoxidische Verwitterungsspuren entlang der Kluftwandungen bis in große Tiefen (KB-18/07 bis ET 250 m; KB-12/08 bis zur Liegendgrenze der Karbonate bei ca. 590 m Bohrtiefe) gezeigt.

Abgesehen von einzelnen m-starken Zerrüttungszonen mit kleinstückiger Zerlegung der Dolomite, sei die tektonische Beanspruchung der Gesteine generell als gering bis mäßig einzustufen. Ausgeprägte sprödetektonisch überprägte Störungszonen mit intensiver Kataklyse seien in den Bohrungen nicht angetroffen worden. Hinweise auf das Vorhandensein von grob N-S streichenden Störungen hätten die geologische Kartierung und teilweise die geophysikalischen Untersuchungen (geoelektrisches und seismisches Messprofil Schlagl) für die Bereiche Schanzkapelle - Einsattelung westlich des Mitter-Otters – Hinterotter, die flache Grabenstruktur auf der N- und S-Seite des Otters über die Verebnung zwischen Mitter-Otter und Großem Otter, sowie die Grabensysteme knapp westlich des Großen Otters ergeben. Der ostgerichtete und abschiebende Charakter dieser steilstehenden Störungen sei an Versetzungen von permomesozoischen Schichtfolgen an der südlichen Otterbasis ersichtlich (siehe unten). Teilweise hätten diese Lineationen anhand von Harnischflächen und Scherindikatoren auch in Oberflächenaufschlüssen in den Dolomiten bestätigt werden können.

Entlang des Südrandes der Otterkarbonatgesteine würden im Bereich östlich Kummerbauerstadl über die SW-Schulter des Kleinen Otters streichende Quarzite („Semmeringquarzit“) auftreten. Ein Quarzitaufschluss mit weitestgehend zu sandig-kiesigem Kataklasit entfestigten Quarziten liege innerhalb der Karbonatgesteine unmittelbar südlich des Mitter-Otters. Weitere Geländeaufschlüsse mit Quarzit würden sich westlich der Steinernen Brücke im Bereich Hinterotter, im Trattenbachtal zwischen Baumgarten und Anger und im Raachtal nordwestlich der Ortschaft Otterthal befinden.

Diese Semmeringquarzite werden aufgrund der in ihrem Liegenden befindlichen Rauhacken (unterhalb Kummerbauerstadl, Hinterotter) zur Semmering-Einheit gestellt, während die Rauhacken und die in deren Liegendem in größerer Mächtigkeit entwickelten permomesozoischen Gesteine der Hülle der Wechsel-Einheit zugerechnet werden. Die Grenzen zwischen Karbonatgesteinen und Semmeringquarzit seien jedenfalls entlang der gegenständlichen Otter-Südumrahmung sehr stark tektonisch überprägt, der Quarzit sei hier großteils kleinstückig zerlegt bis völlig zerrieben. Nach aktuellen Ergebnissen sei der Südrand der Karbonatgesteine als steil- bis subvertikal stehende W-E streichende Störung aufzufassen, die ähnliche Charakteristik wie die Seitenverschiebungssysteme des Graßberg-Schlagl-Systems aufweise. Quarzite würden demnach ausschließlich tektonisch an die Karbonatgesteine des Otterstockes grenzen, ein ursprünglicher Schichtverband zwischen den Quarziten der Untertrias und den Dolomiten der Mitteltrias habe im Ottergebiet an keiner Stelle nachgewiesen werden können. Diese als „Ottersüdrandstörung“ bezeichnete Störungszone verlaufe entlang der Quarzit-Dolomitgrenze von der Göstritz kommend über die SW-Schulter des Kleinen Otter und nach E in die Ottersüdflanke. Knapp westlich der „Steinernen Brücke“ werde der Grenzverlauf zwischen Dolomit und Quarzit allerdings durch

eine jüngere, NNW-SSE streichende Störung gebildet, an welcher der östliche, dolomitische Karbonatstock gegen E abgeschoben wurde.

Aus den vorliegenden Gefügedaten mit unterschiedlichen, flachen bis mittelsteilen Fallrichtungen der Bankungsflächen N bis E und nach E bis S, würden Hinweise auf einen Faltenbau mit einer flachen Synklinalstruktur im Nordteil und einer Antiklinalstruktur im Südteil des Otters vorliegen.

Geologie des Tunnelabschnitts "Wechselschiefer - Semmering-Kristallin":

a) Permomesozoikum und Wechselschiefer zwischen Otterstock und Trattenbachtal

Nach Angabe der (baugeologischen) Projektanten trete zwischen Kummerbauerstadl und Hinterotter südlich des Otterstockes vorwiegend silikatisches Permomesozoikum, als Hülle der kristallinen Wechseleinheiten in Form eines schmalen, an der Geländeoberfläche meist schlecht aufgeschlossenen Gürtels zutage. Es handle sich dabei um grünliche, teilweise auch rötlichgraue bis violettgraue, lagenweise geröllführende Serizitphyllite und Serizitschiefer des „Alpinen Verrucano“. Die Gesteine würden teilweise in Metasandsteine und Metaarkosen übergehen bzw. würden Wechsellagerungen mit diesen aufweisen. Karbonatische Anteile seien lediglich als stark beanspruchte bis entfestigte, ockergelb verwitterte Rauhacken im Hangenden der Serizitphyllite und Schiefer vorhanden.

Die Abfolge des „Alpinen Verrucano“ sei im Bereich Kummerbauerstadl an der Geländeoberfläche lediglich punktuell aufgeschlossen und sei dort von den hangenden Rauhackenanteilen (diese waren lediglich im Hangschutt nachweisbar) ausgehend, mit der Bohrung KB-43/06 erbohrt worden. Neben grünlichen und violettgrauen Serizitphylliten bis –Schiefern seien hier auch geringmächtige Dolomit-Gips-Brekzien angetroffen worden. Die Schichtfolge falle hier mittelsteil nach E bis NE ein. Der Kontakt zu den unterlagernden Wechselschiefern werde in der Bohrung tektonisch durch eine steilstehende Störung (diese streiche von der Göstritz über den Sattel beim Kummerbauerstadl nach SE ins Gebiet von Hinterotter) gebildet. Entlang der Störung sei der nordöstliche Gebirgsbereich (Kummerbauerstadl-Kleiner Otter) gegenüber dem südwestlichen Bereich (Weinweg zwischen Kummerbauerstadl und Alpkogel) um mehr als 100 m abgeschoben worden.

Im Trassennahbereich seien nach Angabe der (baugeologischen) Projektanten Gesteine des „Alpinen Verrucano“ als quarzreiche Serizitschiefer bis Metasandsteine im Bereich von Hinterotter mehrfach aufgeschlossen bzw. als Serizitschiefer und Serizitphyllite im Hangschutt vertreten. In der Bohrung KB-13/08 sei eine ca. 200 m starke Schichtfolge des „Alpinen Verrucano“ erbohrt worden. Rauhacke sei hier ebenfalls nur in der Lockergesteinsstrecke (Hangschutt) vertreten gewesen. Darunter wären flach bis mittelsteil nach N bis NE und SE einfallende Serizitphyllite und Serizitschiefer gefolgt. Die Bohrung habe auch einen mehr als 30 m starken Zug aus Gipsbrekzie durchörtert. Ab einer Bohrtiefe von ca. 255 m hätten im Liegenden einer mehrere Meter starken, markant rotbraun und grün wechselnden, stark geröllführenden Serizitphyllitschicht die hangendsten Anteile der Wechselschiefer mit grüngrauen Albitschiefern und grünen Chloritschiefern bis –Phylliten in konkordanter Abfolge eingesetzt. In tieferen Abschnitten der Bohrung sei zwischen 306 m und 331 m Tiefe wieder eine konkordant eingelagerte Abfolge aus teilweise geröllführender Metaarkose bis Serizitschiefer und Serizitphyllit mit Gipsbrekzien angetroffen worden, die lithologisch dem „Alpinen Verrucano“ zuzurechnen sei.

Auf Basis der Bohrergergebnisse – und auch fallweise aus dem Bild der geologischen Kartierung – sei daher ein primärer Zusammenhang zwischen den Gesteinen des „Alpinen Verrucano“ und den unterlagernden hangenden Anteilen der Wechselschiefer abzuleiten.

Die hangenden „Wechselschiefer“ würden nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten in der Bohrung KB-13/08 eine eher mäßig geschieferte, dünnbankige bis bankige und relativ kompakte Ausbildung mit Albitschiefer, Chloritschiefer und bereichsweise auch graphitischen Albitphylliten bis –Schiefern zeigen. Die tektonische Überprägung sei in den erbohrten Abschnitten lediglich in graphitischen Anteilen mit schieferungsparalleler Scherung und Harnischflächen stärker, ansonsten gering. Die Wechselschiefer würden in diesem Bereich häufig schlierige verfaltete Quarzmobilisate bzw. quarzreiche Lagen, relativ hohe Anteile an Plagioklas und praktisch immer nennenswerte Dolomitanteile im Mineralbe-

stand führen. Teilweise seien Klüfte ebenfalls silikatisch verheilt, im Nahbereich zum „Alpinen Verrucano“ seien Kluffüllungen und Verheilungen aus Gipskristallisaten häufig vorhanden.

Mit der Bohrung KB-14/08 seien nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten Wechselschiefer erbohrt worden, die bereits einem tieferen Niveau innerhalb des Wechselkristallins entsprechen und den „liegenden Wechselschiefern“ zuzurechnen seien. Hier seien charakteristische, straff geschieferte, dunkelgraue bis grüngraue, dünnplattige Albitphyllite, teilweise schwach graphitisch pigmentiert, angetroffen worden.

Die Albitphyllite und graphitischen Albitphyllite der Wechselschiefer würden sich im trassenrelevanten Untersuchungsraum vom Kamm zwischen Göstritz- und Trattenbachtal in den Schlaggraben und den Bereich zwischen Baumgarten und Hinterotter bis zum Trattenbachtal erstrecken. Die Schieferungsflächen würden hier flach bis mittelsteil nach N bis NE, teilweise auch nach NW einfallen.

Hinsichtlich des Störungsinventars seien die südlichen Fortsetzungen der bereits im vorhergehenden Kapitel beschriebenen, N-S bis NNW-SSE streichenden, jungen Störungen mit nach Osten abschiebendem Charakter maßgeblich. Diese Störungfortsetzungen würden sich auf den östlichen Grabenast im Bereich Hinterotter und den Bachgraben oberhalb Baumgarten lokalisieren lassen. Anhand der Kartierung und der Bohrergebnisse in der Bohrung KB-13/08 lasse sich deren Kinematik als sprödetektonische Scherbahnen mit steilem Einfallen nach E bis ENE verifizieren, die zu vertikalen und auch lateralen Versetzungen im oberen 10er-Meterbereich und mehr geführt haben. In der Bohrung KB-12/08 werde die Grenze zwischen Karbonatgesteinsstock des Otters und den darunter folgenden Gesteinen des „Alpinen Verrucano“ durch eine derartige ca. 70° geneigte Abschiebung gebildet. Der westliche Grabenast in Hinterotter stelle die Fortsetzung der über den Kummerbauerstadl in NW-SE Richtung bis in die Wechselschiefer streichenden Störungszone (siehe oben; Vertikalversatz über 100 m) dar.

Eine weitere maßgebliche Störungszone verlaufe nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten aus dem Bereich nördlich des Alpkogels kommend, über den Weinweg entlang des Schlaggrabens in WNW-ESE – Richtung ins Trattenbachtal und setze sich, offensichtlich leicht versetzt, südlich des Trattenbaches als trennendes Element zwischen Wechselschiefern und Wechselgneis fort. Die Störung werde hier als „Schlaggraben-Nebelsbach-Störung“ bezeichnet. Auch bei dieser handle es sich um eine Abschiebung des nördlichen Abschnittes gegenüber dem südlichen. Im Bereich des Schlaggrabens sei der vertikale Versatz entlang dieser großen Abschiebungszone nicht genau festzulegen, südlich des Trattenbachtals könne der Versatz jedoch aufgrund von lithologischen Vergleichen innerhalb der Wechselgneise und der auflagernden Wechselschiefer auf mehr als 500 m eingestuft werden. So seien die Wechselgneise südlich von Nebelsbach, nahe den aus dem Kartenbild als „auflagernde Hülle“ vermuteten Wechselschiefern, nicht die hangenden Anteile der Wechselgneisabfolge, sondern deren tektonisch tieferer Anteil. Die östliche Fortsetzung dieser ausgeprägten Abschiebungszone bilde die in der geologischen Karte 1:50.000 Bl. 105 als parallel zum Feistritztal verlaufende und als Deckengrenze eingetragene Grenze zwischen Wechselkristallin im S und dem Semmering-Kristallin im N.

b) Wechselgneis

Der tektonisch tiefste Anteil der Wechsel-Einheit, der „Wechselgneis“, werde nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten auf einem ca. 7,5 km langen Tunnelabschnitt, der vom Trattenbachtal über die Landesgrenze Niederösterreich-Steiermark bis ins Fröschnitztal reiche, angetroffen. Es handle sich dabei um grüne bis grünlichgraue, massige bzw. undeutlich geschieferte Albitgneise (bzw. Albit-Blasten-Gneise) bis geschieferte, bankige und dünnbankige Albitschiefer und Chloritschiefer. Innerhalb dieser Abfolge würden auch phyllitische Typen auftreten, die als Serizit-Chlorit-Quarzschiefer bis –phyllite bezeichnet wurden. Bereichsweise würden auch graphitisch pigmentierte Albitgneise und Albitschiefer, sowie quarzreiche Varietäten (quarzitische Gneise) lagenförmig in m- bis unterer 10er-Meter-Stärke vor.

Die massigen Gneise, bankigen Schiefer, quarzitären Gneise, graphitisch pigmentierten Typen und die meist plattigen Phyllite würden im Gebirgsverband langensweise wechseln, bevorzugt im oberen m- und unteren 10er-Meterbereich. Dieser Lagenbau sei konkordant zum Gebirgsbau und praktisch über die gesamte erkundete Wechselgneissequenz (die Gesamtmächtigkeit der erbohrten Wechselgneise betrage mehr als 1500 m), allerdings mit stark variierenden Anteilen,

vorhanden. So seien deutlich geringere Anteile an Serizit-Chlorit-Quarz-Phylliten, graphitischen und quarzitischen Gneisen in den tektonisch tieferen Anteilen und relativ hohe Anteile in den tektonisch hangenden Bereichen des Wechselgneises zu beobachten. Das Verhältnis von massigen Albitgneisen bzw. Albit-Blastengneisen zu stärker geschieferten Typen (Albitschiefer, Chloritschiefer) variere dagegen insgesamt weniger stark, hier sei tendenziell allerdings auch eine Zunahme stärker geschieferter Typen gegen das tektonisch Hangende erkennbar.

Die Auswertung der Lagerungsverhältnisse zeige nach Angabe der (baugeologischen) Projektanten für den Abschnitt südlich des Trattenbachtals (Bohrungen KB-15/08 bis KB-18/08 und Oberflächenaufschlüsse) einen verhältnismäßig gering gestörten und weitgehend einheitlichen Bau des Gebirges mit vorwiegend flach bis mittelsteil nach WSW bis WNW fallenden Schieferungsflächen. Die Oberflächenaufschlüsse im Wechselgneis nördlich des Trattenbaches würden ein vergleichbares Bild ergeben. Im Bereich Siebengraben sei in den oberflächennahen Wechselgneisen der Bohrung KB-19/08 vorwiegend sehr flaches bis flaches Einfallen der Schieferungsflächen nach Süden festgestellt worden. Eine Änderung der Lagerungsverhältnisse trete im oberen Trattenbachtal und nördlich des Trattenbaches auf. In den Bohrungen KB-20/08 und KB-21/08 seien im Wechselgneis überwiegend flach bis mittelsteil nach ESE bis SSE fallende Schieferungsflächen angetroffen worden.

Aus den Erkundungsergebnissen stelle sich nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten der tektonische Gebirgsbau im Wechselgneis daher wie folgt dar:

Die tektonisch tiefsten Anteile des Wechselgneisstockwerkes liegen offensichtlich im NE des trassenrelevanten Bereiches zwischen Nebelsbach und Feichtenbachgraben. Hier sei der Kontakt zur Wechselschieferhülle entlang der „Schlaggraben-Nebelsbach-Störung“ (große, nach NNE gerichtete Abschiebung tektonisch bedingt. Von diesem Bereich ausgehend, würden gegen W gesehen, höhere Stockwerke des Wechselgneises zutage treten.

Im Trattenbachgraben seien sowohl in der Bohrung KB-17/08, als auch in Oberflächenaufschlüssen Hinweise auf mehrere, mittelsteil bis steil stehende, NNE-SSW streichende Störungszonen mit abschiebendem Charakter nach WNW angetroffen worden. Die vertikalen Versetzungsbeträge seien hier allerdings nicht erfassbar. In der Bohrung KB-17/08 sei im Zusammenhang mit dieser Störungszone eine starke Scherung bis Zerschierung der Gesteine und eine deutliche Schwächung des Kornverbandes („mürbe“ Gneise) im unteren 10er-Meterbereich festgestellt worden. Innerhalb der Störungszone sei eine Abnahme der seismischen P-Wellengeschwindigkeit (VSP-Messergebnisse KB-17/08) von durchschnittlich über 4000 m/s im intakten Wechselgneis auf ca. 2700 m/s zu verzeichnen.

Im Bereich des Fröschnitzgrabens stelle sich in den unterhalb der Wechselschiefer erbohrten Wechselgneisen wiederum flaches bis mittelsteiles Einfallen nach v.a. W bis NW ein. Die Schieferungsflächendaten aus den Bohrungen KB-22/08, KB-23/08 und KB-24/08 würden dabei einen sanften Faltenbau mit flach nach WSW abtauchender Faltenachse andeuten.

Im Siebengraben und im Trattenbachtal nahe Pfaffen seien großflächig die hangenden Teile des Wechselgneises aufgeschlossen, die hier häufig Einschaltungen von phyllitischen und quarzitischen Anteilen aufweisen. Das obere Trattenbachtal (Thalergraben) stelle wiederum eine steilstehende Störungszone dar, die entlang des Talverlaufes in Richtung SW-NE streiche. Ergebnisse aus der Bohrung KB-20/08 würden auf eine Abschiebung des nordwestlichen Teiles gegenüber dem südöstlichen schließen lassen. Die vertikalen Versetzungen seien als relativ gering einzustufen (10er-Meter Bereich). Im Abschnitt zwischen dem oberen Trattenbachtal und dem Fröschnitztal liege offensichtlich eine flache Antiklinalstruktur im Wechselgneis vor. Die hier erbohrten Wechselgneisabschnitte seien den hangenden Teilen des Wechselgneiskomplexes zuzuordnen und würden vergleichsweise hohe Anteile an phyllitischen und quarzitischen Wechselgneisvarietäten (v.a. KB-22/08) aufweisen. Im unmittelbaren Kontaktbereich zu den Wechselschiefern seien im Fröschnitzgraben graphitisch pigmentierte Albitgneise bis -schiefer entwickelt (v.a. KB-24/08).

Kennzeichnend für den gesamten Wechselgneisbereich sei – neben den lokal auftretenden mittelsteil bis steil stehenden Abschiebungen – eine lagenweise deutliche, schieferungsparallele Scherung des Gebirges. Diese trete größtenteils entlang von schichtsilikatreichen (phyllitischen) Schichten und graphitischen Lagen auf. Damit sei innerhalb dieser

Schichtpakete häufig eine Ausbildung der Schieferungsflächen als glatte Harnischflächen mit charakteristisch serizitisch-talkigen (bzw. graphitischen) Bestegen verbunden, die zu deutlich anisotropen Festigkeitseigenschaften der gescherten Gesteine und des Gebirges führe. In stark gescherten Abschnitten können auch schieferungsparallel sandig-schluffige bis schluffig-tonige Kataklaste in cm- bis örtlich auch dm-Stärke auftreten.

Im trassenrelevanten Raum seien im oberen Trattenbachtal (Thalergraben) und im Kiengraben ca. 3 km südwestlich von Trattenbach, vom späten Mittelalter bis teilweise ins 19. Jahrhundert gangförmige NW-SE streichende sulfidische Kupfervererzungen in den hangenden Anteilen des Wechselgneises, vornehmlich untertage in mehreren Stollen abgebaut worden. Die Stollen im Thalergraben seien in 950 bis 990 m Seehöhe nordseitig des Trattenbaches angelegt und seien heute nicht mehr zugänglich. Die Grubenfelder im Thalergraben würden zwar von der Tunneltrasse randlich unterfahren, die Überdeckung zwischen Tunnelgradiente und Bergbausohlen betrage jedoch mindestens ca. 400 m.

c) Wechselschiefer im Bereich Fröschnitzgraben

Dieser Gebirgsbereich umfasse nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten wiederum die Gesteinsabfolge der Wechselschiefer, die den Höhenrücken zwischen Alpkogel, Poirhöhe und Fröschnitzsattel sowie weite Bereiche der E- und W-flanke des hinteren Fröschnitzgrabens aufbaue.

Das Gelände sei von milden morphologischen Formen und einer meist geringmächtigen Hangschuttdecke geprägt, die insbesondere bei Durchfeuchtung zu Kriechphänomenen neige.

Die Wechselschiefer würden dem Wechselgneis als Sedimenthülle mit weitgehend flachem bis mittelsteilem Schichteinfallen auflagern. Dabei dominiere im Nordabschnitt (Dürrgraben, KB-01/06) flaches, teils verfaltetes (N)NW-Fallen, während im Südabschnitt (Fröschnitzsattel - Rabenkropf) flaches südgerichtetes Einfallen zu beobachten sei. Im Trassenbereich (Thalergraben - KB21/08; Fröschnitzgraben - KB-24/08, KB-25/08, KB-26/08) würden jedoch v.a. flache bis mittelsteile, tendenziell W bis NW fallende Lagerungsverhältnisse vorherrschen.

Der Kontakt der Wechselschiefer zu den unterlagernden Wechselgneisen sei teilweise tektonisch stark überprägt. So zeige sich etwa im oberen Trattenbachtal (KB-21/08), dass die Wechselschiefer in tektonischem Kontakt und mit diskordanten Lagerungsverhältnissen den Wechselgneisen auflagern. Im Fröschnitzgraben würden KB-24/08 und KB-02/06 zwar konkordantes Schieferungseinfallen anzeigen, der Kontaktbereich werde jedoch tws. von schieferungsparallelen Störungszonen begleitet (v.a. KB-24/08).

Entlang des Fröschnitzgrabens seien die Wechselschiefer im unmittelbaren Trassennahbereich mit mehreren Kernbohrungen erkundet worden, die etwa im Bereich der Gehöfte Windhaber und Winter sowie westlich davon situiert seien (KB-02/06, KB-24/08, KB-25/08, KB-26/08 und KB-03/06).

Die Wechselschiefer würden sich hier als etwa 600 m mächtige metasedimentäre Gesteinsfolge darstellen. Es würden graue Phyllite bis Schiefer dominieren, die aus Muskovit, Chlorit, Quarz, Plagioklas und Karbonat zusammengesetzt seien. Plagioklas sei häufig als kleine Blasten gesprosst und für die Namensgebung „Albitphyllit“ verantwortlich. Die Gesteine würden durchwegs Pyrit-Führung aufweisen, häufig sei Graphit in geringen Anteilen vorhanden.

In Abhängigkeit vom Ausgangsgestein und der tektonischen Überprägung würden die Wechselschiefer unterschiedlichen Habitus aufweisen. „Phyllitische“ Varietäten würden dünnplattig bis blättrig vorliegen und seien durch eine feinkörnig, intensiv geschieferte Textur und glatte, serizitische, teils auch graphitische Schieferungsflächen gekennzeichnet. „Schiefrige“ Typen mit körnigerer Textur würden meist dünnbankig bis plattig vorliegen.

Bereichsweise würden graphitreiche Phyllit-Lagen auftreten, für die Mächtigkeiten bis max. rd. 20 m nachgewiesen worden seien. Diese Lagen würden weitgehend stark tektonisch überprägt, mit deformiertem Gefüge und häufig zu Kataklastiten entfestigt vorliegen.

Als Zwischenlagen, die den m-Bereich kaum überschreiten, würden weiters grüne, meist kompetente Chloritschiefer (Grünschiefer) sowie graubraune Quarzphyllit-Einschaltungen auftreten.

In den hangendsten Wechselschieferanteilen würden kompetente, „schiefrige“ Varietäten dominieren, die v.a. mit KB-26/08 im Kontakt zum Permomesozoikum und mit weitgehend geringer tektonischer Überprägung erbohrt wurden. In den liegenderen Anteilen, die insbesondere mit KB-25/08 und KB-24/08 erschlossen worden seien, zeige sich hingegen ein verstärktes Auftreten von „phyllitischen“ Typen sowie von Zwischenlagen aus graphitreichen Phylliten.

Störungszonen würden v.a. mittelsteiles Einfallen nach W zeigen. Sie seien somit etwa schieferungsparallel ausgebildet und würden die Orientierung des tektonischen Kontaktes zum Semmering-Kristallin nachzeichnen. Die wichtigsten Störungen dieser als Abschiebungen zu verstehenden Elemente seien im obersten Abschnitt von KB-24/08 sowie in KB-25/08 erbohrt worden. Weiters würden etwa NE-SW verlaufende Elemente auftreten, wie etwa von KB-02/06 durchörtert.

Die Störungszonen seien nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten v.a. von schluffig-sandig-kiesigen Kataklastiten und zerscherten Phylliten aufgebaut. Feinkornreiche Kataklastite würden meist nur untergeordnet zum Aufbau der Störungszonen beitragen. Die mächtigsten Störungszonen seien mit KB-02/06 und KB-03/06 mit Mächtigkeiten von rd. 30 bis 40 m erbohrt worden.

Die hydrogeologische Charakteristik der Wechselschiefer sei nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten von geringen Durchlässigkeiten in der Größenordnung von $k_f \sim 10^{-9}$ bis 10^{-10} m/s geprägt. Demzufolge erfolge die Entwässerung v.a. sehr oberflächennah. Quellaustritte würden weitgehend sehr geringe Schüttungen und kleine Einzugsgebiete aufweisen.

Permomesozoikum und Deckengrenze im Bereich Fröschnitzgraben

Nach Angabe der (baugeologischen) Projektanten lagere den Wechselschiefern wiederum die permomesozoische Deckserie der Wechsel-Einheit auf, die im Fröschnitzgraben v.a. in der orographisch linken Flanke etwa in der Linie Peterbauer - Pfaffensattel zu Tage trete. Das Permomesozoikum sei hier als weniger 100 m breiter Streifen mit etwa N-S Streichen ausgebildet und sei im Gelände v.a. durch das Auftreten von Serizitschiefern/-phylliten, Semmeringquarzit und einzelnen Karbonatgesteinskörpern gekennzeichnet.

Der Permomesozoikumszug sei insbesondere mit den Bohrungen KB-03/06, KB-05/06 und KB-26/08 erkundet worden. Sie würden ein vollständiges Profil von den Gesteinen des Semmering-Kristallins (Gneise, Glimmerschiefer, Phyllonite) im Hangenden erschließen, durch das Permomesozoikum der Wechsel-Einheit hindurch bis in die Wechselschiefer des Wechsel-Kristallins. Gefügedaten aus den Bohrlöchern und Oberflächenaufschlüssen würden einheitliches W- bis WNW-Fallen mit rd. 30 bis 45 ° aufweisen.

Die permomesozoische Schichtfolge werde vom Liegenden ins Hangende wie folgt aufgebaut:

„Alpiner Verrucano“

An der Basis sei die von Serizitschiefern mit Zwischenlagen von bzw. Übergängen in Serizitphyllit und Metasandstein/-arkose dominierte Abfolge des „Alpiner Verrucano“ entwickelt. Sie weise insbesondere in den hangenden Anteilen Zwischenlagen von Metakonglomerat, Quarzit und Porphyroid (Mächtigkeiten v.a. im oberen m-Bereich) sowie von Sulfatgesteinen auf. Sulfatgesteine seien insbesondere in KB-26/08 als rd. 10 m mächtige Lage von brekzierten Gips-Phyllit-Wechselagerungen mit geringen Anhydrit-Anteilen (wenige Prozent) angetroffen worden. Eine Sulfatmineralführung betreffe jedoch auch die umliegenden Gesteine, in denen Gips und untergeordnet Anhydrit in Form von dünnen Lagen und Adern bzw. Kluffüllungen vorhanden sei.

Die Folge erreiche in KB-26/08 eine (weitgehend ungestörte) Mächtigkeit von rd. 100 m und sei dort in unmittelbarem sedimentärem Kontakt zu den Wechselschiefern erschlossen. In KB-03/06 werde diese Folge durch Serizitschiefer bis -phyllite repräsentiert, die hier deutlich stärker tektonisch überprägt und auf eine Mächtigkeit von rd. 30 m reduziert vorliegen. In KB-05/06 werde die Folge von teils sulfatmineralführenden Metasandsteinen/-arkosen repräsentiert, die im Bohrlochtieftsten über rd. 35 m erbohrt worden seien.

Semmeringquarzit

Die Einheit würde nach Angaben der Projektanten durch Quarzite, die vielfach einen deutlichen Glimmer- und Feldspatgehalt aufweisen, repräsentiert. Bereichsweise seien Übergänge in Metasandsteine, Metaarkosen und Metakonglomerate mit charakteristischen rötlichen Quarzgeröllen beobachtbar. Untergeordnet seien auch Wechsellagerungen mit geringmächtigen grünlichen Phyllit-Lagen möglich.

Das Gesteinspaket sei in KB-26/08 und KB-03/06 mit einer Mächtigkeit von rd. 50 m erbohrt worden. In KB-05/06 würden Quarzite lediglich in einzelnen Lagen auftreten.

Der Semmeringquarzit würde weitgehend mäßig bis teils stark geklüftet vorliegen. Eine das Korngefüge schwächende „Vergrusung“ trete bereichsweise entlang von Scherflächen auf. Sandig-grusige Störungsgesteine mit meist guter Kompaktierung und Kornverzahnung seien z.T. mit Mächtigkeiten bis in den m-Bereich angetroffen worden.

An der Hangendgrenze des Semmeringquarzits können nach Angabe der (baugeologischen) Projektanten wiederum grünliche bis graue Serizitschiefer ausgebildet sein. Sie seien etwa in KB-26/08 mit einer Mächtigkeit von rd. 15 m angetroffen worden und könnten als Vertreter des Röts interpretiert werden („Rötschiefer“).

Karbonatische Gesteine

Im Hangenden des Semmeringquarzits trete nach Angabe der (baugeologischen) Projektanten eine karbonatreiche Gesteinsfolge auf, die im Wesentlichen von karbonatischen Brekzien und karbonatischen brekzierten Schiefen mit stark deformiertem Gefüge bestimmt wird. Die Gesteine würden teils bis in erhebliche Tiefen Verwitterungserscheinungen in Form von limonitischen Verfärbungen zeigen und dadurch Rauhwacken-ähnlichen Charakter erhalten. Eine Interpretation dieser Gesteine als basale Anteile der mitteltriadischen Karbonatgesteinsentwicklung („Reichenhaller Schichten“) gelte als wahrscheinlich.

In KB-26/08 seien diese Gesteine mit einer Mächtigkeit von rd. 80 m erbohrt worden. In KB-03/08 würden entsprechende Gesteine lediglich mit einer Gesamtmächtigkeit von rd. 25 m vorliegen. Auch die im Talboden des Fröschnitzgrabens mit KB-04/06 bis auf die Endteufe von 100 m erbohrten Brekzien seien dieser Einheit zuzuordnen.

Aus den deformierten bis brekzierten Gesteinsgefügen lasse sich eine starke tektonische Überprägung mit einhergehender karbonatischer Verheilung ableiten. Das Gebirge werde von geringen Gesteinsfestigkeiten und weitgehend masbigem, gering geklüftetem Habitus gekennzeichnet. Einschuppungen von anderen (v.a. phyllitischen) Gesteinen unterschiedlicher Herkunft würden dem Gebirge bereichsweise den Charakter einer tektonischen Melange geben (siehe auch „Deckengrenze“).

Dolomite und Kalksteine bzw. -marmore der Mitteltrias, die das hangendste Glied des Permomesozoikums der Wechsel-Einheit darstellen, seien nur stellenweise erhalten. Im trassennahen Bereich trete hier insbesondere ein Dolomitspan im Bereich südlich des Longsgrabens zu Tage, der in KB-03/06 mit einer Mächtigkeit von rd. 45 m in weitgehend stark zerlegtem Zustand erbohrt worden sei. Der Geländebefund wie auch die Bohrerergebnisse aus KB-26/08 würden jedoch belegen, dass der Dolomit unmittelbar südlich von KB-03/06 bereits wieder ausdüne.

Deckengrenze zwischen Wechsel-Einheit und Semmering-Kristallin

Die permomesozoische Schichtfolge der Wechsel-Einheit grenze nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten in ihrem Hangenden an die Gesteine der Semmering-Einheit. Während die Semmering-Einheit im Bereich des Erzkogels und Sonnwendsteins von mitteltriadischen Karbonatgesteinen repräsentiert wird, würden im Bereich Longsgraben - Hocheck - Stuhleck die Gesteine des Semmering-Kristallins anstehen.

KB-06/06, KB26/08 und KB-05/06 würden dabei die unmittelbar im Hangenden der Deckengrenze auftretenden Gesteine des Semmering-Kristallins erschließen, die v.a. Gneise bis Glimmerschiefer sowie insbesondere Phyllonite umfassen.

Mit KB-26/08 und KB-05/06 sei der Deckenkontakt jeweils unmittelbar durchörtert worden. Die tektonische Grenze sei mit etwa 40 bis 50° steilem Einfallen nach W bis WNW erbohrt worden und sei somit etwa parallel bzw. tws. geringfügig steiler als die Lagerung der Permomesozoikumseinheiten orientiert. Der Kontaktbereich werde von stark duktil deformierten, weitgehend vermutlich kristallinen Phylloniten und von karbonatreichen Störungsgesteinen (Störungsbrekzien, Kataklastite) charakterisiert. Die Gesteine treten dabei in teils mehrfacher Verschuppung auf. Die Mächtigkeiten der tektonischen Schuppen würden bis in den 10er-m-Bereich reichen. Die Gesamtmächtigkeit der Kontaktzone betrage in KB-26/08 rd. 50 m bzw. in KB-05/08 rd. 90 m.

Wenngleich die phyllonitische Überprägung der Kristallingesteine (KB-06/06, KB-05/08, KB-26/08) als Zeuge der Deckenstapelung entlang duktiler Überschiebungsbahnen gedeutet werden könne, seien v.a. die karbonatischen Störungsgesteine von sprödetektonischen Bruchstrukturen (mit vielfach begleitender karbonatischer Wiederverheilung) geprägt. Eine detaillierte strukturgeologische Analyse der in Bohrung KB-26/08 beobachtbaren sprödetektonischen kinematischen Marker (v.a. Harnischdaten) weise die mittelsteil W-fallenden Störungsflächen durchwegs als Abschiebungen aus, was jedenfalls für eine jüngere sprödetektonische Überprägung der „Deckengrenze“ spreche.

Semmering-Kristallin - Gneis - Grüngesteinsfolge (Bereich Hocheck)

Die als Gneis-Grüngesteins-Folge zusammengefassten Gesteine des Semmering-Kristallins treten nach Angabe der (baugeologischen) Projektanten an der Oberfläche v.a. zwischen der Westflanke des Fröschnitzgrabens und dem Kaltenbachgraben auf und bauen dabei die Umrahmung des Longsgrabens, den Bereich Arzberg sowie den Rücken nördlich des Hochecks auf. Östlich des Hühnerkogels würden sie auch bis in die westliche Talseite des Kaltenbachgrabens reichen.

In der Gneis-Grüngesteins-Folge würden gebänderte bis geschieferte (Para-)Gneise mit Grüngesteinseinschaltungen und Zwischenlagen aus quarzreichen Gneisen dominieren. Bei stärkerer duktiler Überprägung würden die Gesteine auch als Glimmerschiefer, Grünschiefer und Phyllonite vorliegen. Die Gesteine würden vielfach in reger Wechsellagerung vom cm- bis in den 10er-m-Bereich auftreten und tws fließende Übergänge zeigen.

Die Gesteine würden sich vorwiegend aus Plagioklas, Muskovit, Chlorit und Quarz sowie bereichsweise aus variablen Anteilen von Grünmineralen (Hornblende und Epidot) zusammensetzen. Vielfach könne Granat-Führung beobachtet werden. Die Chlorit-Gehalte würden zumindest teilweise auf eine retrograde Umbildung von Granat und Hornblende zurückgehen. Örtlich würden sich mm-große helle Plagioklas-Blasten beobachten lassen, die den Gneisen lokal ein dem Wechselgneis ähnliches Erscheinungsbild geben. Karbonat trete insbesondere in den Grüngesteinen in dünnen hellen Lagen bzw. Adern auf.

Den größten Anteil an der „Gneis-Grüngesteins-Folge“ nehme die baueologische Einheit „Gneis-Grüngestein“ ein, die von Gneisen mit Übergängen in bzw. geringmächtigen Einschaltungen von Grüngestein und Glimmerschiefer aufgebaut werde.

Diesen Gesteinen seien mächtigere Pakete aus massigen bis gering anisotropen Grüngesteinen zwischengeschaltet, deren mächtigste Lagen v.a. in KB-07/06, KB-27/08 und KB-29/08 angetroffen wurden und bis zu rd. 40 m erreichen.

Die Gneise und Grüngesteine würden eine meist gering bis mäßig anisotrope Textur aufweisen und vielfach nur mäßig bis gering geklüftet vorliegen.

Weitere markante Schichtglieder dieser Folge seien helle, quarzreiche bis quarzitishe Gneise. Lagen bis rd. 30 m Mächtigkeit seien insbesondere in KB-27/08 und KB-30/08 angetroffen worden.

Lokal würden auch Einschaltungen von Phylloniten bzw. phyllonitischen Glimmerschiefern auftreten, die den Verlauf duktiler Scherbahnen markieren. Mächtigkeiten von 10 m würden jedoch kaum überschritten.

Lagen aus Porphyroid treten nach Angaben der (baueologischen) Projektanten zwar selten auf, seien jedoch optisch besonders markant. Das als „Porphyroid des Hasental“ bezeichnete Gestein trete in konkordanten Lagen mit Mächtig-

keiten im m-Bereich auf. Porphyroide seien v.a. in KB-51/08 unterhalb von 450 m, in KB-30/08 (bei rd. 180 und 200 m) sowie an der Geländeoberfläche im Bereich Arzberg angetroffen worden. Sie würden somit durchwegs in den Liegendanteilen der Gneis-Grüngesteins-Folge auftreten.

Im Nahebereich zur Deckengrenze zur Wechsel-Einheit würden die Gesteine mittelsteiles Einfallen in westliche Richtungen aufweisen und somit die Orientierung der Deckengrenze nachzeichnen (v.a. KB-26/08, KB-44/08, KB-28/08).

Im unmittelbaren Kontakt zu den Gesteinen des Permomesozoikums treten nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten hier vermehrt Gesteine mit stärker geschiefertem Habitus auf, der auf intensive duktile Deformation zurückzuführen sein dürfte. Es würden sich insbesondere in KB-05/06 Phyllonite bis phyllonitische Glimmerschiefer zeigen, die mit einer Mächtigkeit von rd. 150 m durchörtert wurden. Auch die in KB-44/08 unterhalb von rd. 600 m angetroffenen Phyllonite seien wohl mit den tektonischen Prozessen im Rahmen der Deckenstapelung in Verbindung zu bringen.

Weiter im Hangenden seien mit KB-44/08 und KB-28/08 die geringer geschieferten Gesteine der Gneis-Grüngesteins-Folge erschlossen worden, die hier von Gneisen dominiert werden. Zwischenlagen von Grüngesteinen und quarzreichen bis quarzreichen Gneisen würden nur vereinzelt mit Mächtigkeiten im oberen m-Bereich auftreten. In KB-44/08 seien weiters bei rd. 433 m und 510 bis 515 m unvollständig verheilte Störungsbrekzien und sandige Kataklastite mit karbonatreicher Matrix angetroffen worden. Die Störungsgesteine würden Mächtigkeiten im dm- bis unteren m-Bereich aufweisen und zeigen, dass sprödetektonisch gebildete Brekzien ähnlich jenen im Verschubbereich der Deckengrenze auch etwas abseits davon auftreten können.

Der westliche und nördlich des Longsgrabens befindliche Gebirgsbereich werde in seinem tektonischen Bau von der sogenannten „Kaltenbach-Antiklinale“ geprägt. Der unmittelbare Trassennahbereich sei dabei im steilen Südschenkel der Antiklinale gelegen und werde durchwegs von Kristallingesteinen der Gneis-Grüngesteins-Folge aufgebaut.

Der Faltenkern dieser Antiklinalstruktur werde von permomesozoischen Gesteinen aufgebaut, die die westliche, untertägige Fortsetzung des Sonnwendstein-Erzkogel-Zugs darstellen. Mit KB-30/08, KB-31/08 und KB-51/08 sei das von Karbonatgesteinen dominierte Permomesozoikum jeweils unterhalb der Kristallingesteine des Semmering-Kristallins erbohrt worden.

Die permomesozoische Abfolge bestehe hier v.a. aus vielfach massigen Dolomiten, wie sie in der Westflanke des vorderen Fröschnitzgrabens an der Geländeoberfläche anstehen. KB-30/08 habe die untertägige Fortsetzung der Karbonatgesteine ab einer Teufe von rd. 350 m erbohrt, wobei bis zu einer Teufe von rd. 396 m dolomitische Karbonatschiefer/phyllite mit deutlicher duktiler Überprägung entwickelt sind. Darunter seien bis zur Endteufe von 680 m vorerst dunklere, teils geschichtete Dolomite und darunter hellere, meist massige Dolomite ausgebildet. Die Dolomite seien meist nur gering zerlegt, helle Varietäten seien bereichsweise von pyritischen Erzgängen/-schnüren mit Mächtigkeiten bis in den unteren cm-Bereich begleitet. Hinweise auf geöffnete Trennflächen bzw. geringe Verkarstungserscheinungen mit kariösen Auslösungen seien bereichsweise auf den hangendsten 10er-Metern der Dolomite beobachtbar, würden jedoch kaum den mm-Bereich überschreiten. Im liegenden Abschnitt würden diesbezügliche Hinweise fast gänzlich fehlen.

Im Kaltenbachgraben seien die Karbonatgesteine mit KB-31/08 ab rd. 100 m unter der Talsohle bis zur Endteufe von 360 m als weitgehend stark zerlegte, im Hangendbereich stark gestörte, helle bis mittelgraue Dolomite erbohrt worden. KB-52/08 (ET 591 m) zeige auf den untersten rd. 23 Bohrm Metern mittelgraue, mäßig zerlegte Dolomite.

Im Hangenden der Karbonatgesteine sei in KB-30/08 ein rd. 15 m mächtiges Paket aus grünlichem Quarzit erbohrt worden, der gemäß mikroskopischem Befund als Metasandstein des Semmeringquarzit-Komplexes bestätigt wurde. Semmeringquarzite (tw. auch Metakonglomerate) im Hangenden der Karbonatgesteine können nach Angabe der (baugeologischen) Projektanten auch im Hasental sowie im Fröschnitzgraben südlich des Grubenhauses angetroffen werden und würden für die permomesozoische Schichtfolge inverse Lagerung belegen.

Im Hangenden der Semmeringquarzite und somit im Kontaktbereich zu den darüberliegenden Kristallingesteinen der Gneis-Grüngesteins-Folge würden stark duktil deformierte Phyllonite bis phyllonitische Glimmerschiefer auftreten. Sie

seien in KB-30/08 mit einer Mächtigkeit von rd. 90 m erbohrt worden und in gleicher tektonischer Position sowie ähnlicher Gesteinsausbildung auch in KB-06/06, KB-29/08 (im Bohrloch tiefsten) sowie tw. in KB-31/08 angetroffen worden. Diese Phyllonite würden den duktilen tektonischen Kontakt zwischen der permomesozoischen Schichtfolge und den Gesteinen des Semmering-Kristallins markieren.

Im Hangenden der Phyllonite folgen nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten die Gesteine der Gneis-Grüngesteins-Folge, die als kristalline Hülle den Kernbereich der Kaltenbach-Antiklinale umschließen.

Das im Verlauf des Kaltenbachgrabens ausgeführte geophysikalische Profil SP0901K sowie die ermittelten Gefügedaten der Schieferungsflächen (Geländebefund und Gefüge-Scanner in den Bohrungen) würden nach Angabe der (baugeologischen) Projektanten den Antiklinalbau deutlich nachzeichnen. Die WSW-verlaufende Scheitellinie der Antiklinale sei etwa auf Höhe KB-31/08 gelegen und durch die flacheren, tendenziell W-gerichteten Einfallswinkel angedeutet. Auch in KB-30/08 dominiere in den obersten Abschnitten tendenzielles W-Fallen, darunter würden die Einfallsrichtungen jedoch in S- bis SSE-Richtung schwenken und das Erreichen des Südschenkels der Antiklinale anzeigen. Sämtliche weiter südlich gelegene Bohrungen (v.a. KB-29/08, KB-07/06, KB-27/08, KB-51/08) würden ebenfalls mittelsteiles bis steiles Südfallen aufweisen und seien somit im Südschenkel gelegen. In den Bohrungen lasse sich jeweils mit zunehmender Tiefe eine Versteilung der Einfallswinkel beobachten, die in KB-27/08 wie auch in KB-30/08 zu einer Vertikalstellung der Lagerungsverhältnisse und tw. auch zu überkippten Einfallsrichtungen führe.

Die im Südschenkel gelegenen Bohrungen KB-29/08, KB-27/08 und KB-51/08 würden bis unter das Trassenniveau (rd. 600 m SH) ausschließlich Kristallingesteine erschließen und dokumentieren, dass die permomesozoischen Gesteine bereits nördlich der drei Bohrungen unter das Trassenniveau abtauchen. Die Tunneltrasse verlaufe dadurch etwa parallel zum Gebirgsstreichen innerhalb der Gneis-Grüngesteins-Folge des Südschenkels.

Gegen W hin werde die Kaltenbach-Antiklinale von einem Bündel an Störungszonen abgeschnitten. Es handle sich um etwa NNE-SSW streichende Elemente mit mittelsteilem W-Fallen, die an der Geländeoberfläche vom hinteren Kaltenbachgraben hinauf auf den Höhenrücken zwischen Hühnerkogel und Stuhleck ziehen und in weiterer Folge hinab in den hinteren Steinbachgraben verlaufen. Entsprechende Störungszonen seien mit KB-52/08, KB-51/08 und KB-31/08 erbohrt und mittels strukturgeologischer Untersuchungen als Abschiebungen identifiziert worden.

Eines der Hauptelemente stelle die sogenannte „Hühnerkogelstörung“ dar. Sie sei an der Geländeoberfläche abschnittsweise deutlich nachgezeichnet und in KB-52/08 zwischen etwa 395 m und rd. 460 m erbohrt worden. Sie werde hier von einer rd. 12 m mächtigen Kernzone aus zu feinkornreichen Kataklasiten zerscherten Phylliten aufgebaut, die von vorwiegend sandigen Kataklasiten und geschonten Scherkörpern aus quarzreichen Gneisen bzw. Schiefen begleitet werde. In Liegenden der Hühnerkogelstörung sei die Gneis-Grüngesteins-Folge teils stark gestört erbohrt und schließlich bei rd. 550 m eine weitere markante Hauptscherbahn angetroffen worden. Diese knapp 15 m mächtige Störungszone werde von vorwiegend zu sandigen Kataklasiten zerscherten Phylliten und Quarziten aufgebaut. Sie markiere die tektonische Grenze zu den Dolomiten der Kaltenbach-Antiklinale, die hier in ihrem Liegenden rd. 15 m unterhalb des Trassenniveaus erbohrt wurden. Auch der in KB-31/08 erbohrte und über 60 Bohrmeter stark gestörte tektonische Kontakt zwischen Dolomit und Kristallin sei auf dieses bzw. ein unmittelbar parallel verlaufendes Störungselement zurückzuführen.

In Zusammenschau mit den Bohrergebnissen von KB-32/08 und insbesondere KB-45/08 zeige sich, dass die Gneis-Grüngesteins-Folge und die Karbonatgesteine an der Hühnerkogelstörung und ihren Begleitelementen abgeschnitten bzw. abgeschoben sind und die Karbonatgesteine westlich der Störungen nicht mehr auf Trassenniveau auftreten.

Im südwestlichen Bereich der Gneis-Grüngesteins-Folge sei nach Angabe der (baugeologischen) Projektanten mit den Bohrungen KB-51/08, KB-52/08 und KB-27/08 lokal eine Sulfatmineralführung innerhalb der Kristallingesteine nachgewiesen worden. Sulfatminerale würden in meist nur cm-dünnen schieferungsparallelen Lagen und Linsen sowie als Krusten entlang von Klüften bzw. Adern auftreten. In schieferungsparallelen Lagen würden Sulfatminerale meist mit Karbonat, Quarz, Feldspat und Muskovit vergesellschaftet auf und rd. 20 - 70 % des Mineralbestandes einnehmen. Das dominierende Mineral sei Gips, wenngleich in einer wenige dm-mächtigen Lage in KB-27/08 66 % Anhydrit nachgewiesen wur-

den. Entlang von Klüften trete weitgehend Gips auf, der als Krusten mit Stärken im mm-Bereich vorliege und von den Sulfatminerallagen ausgehend in das Klufftnetzwerk mobilisiert worden sei.

In KB-27/08 seien Sulfatminerale in einem rd. 30 m langen Abschnitt beobachtet worden. Es seien hier mehrere Lagen in cm-Stärke sowie eine Lage mit einer Mächtigkeit von mehreren dm ausgebildet. In KB-51/08 trete Sulfatmineralführung in weitaus längeren Abschnitten auf (von rd. 135 bis 455 m und von rd. 520 bis 595,5 m (ET)). Die Mächtigkeiten der Lagen und Klufftfüllungen würden dabei im mm- bis unteren cm-Bereich und die Abstände meist im Bereich von mehreren Metern liegen.

Die Genese bzw. Herkunft der Sulfatminerallagen sei unklar, wobei sowohl eine primäre Ablagerung wie auch eine sekundäre Bildung aus sulfatreichen Lösungen möglich sei.

Semmering-Kristallin - Glimmerschiefer Folge (Bereich Hühnerkogel)

Nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten bauen die Gesteine der „Glimmerschiefer-Folge“ v.a. die Südabfälle des Stuhlecks sowie die Nord- und Westseite des Hühnerkogels auf.

Die Leitgesteine dieser Einheit seien Glimmerschiefer bis Quarzphyllite, die sich v.a. aus Muskovit, Quarz, Chlorit und Plagioklas zusammensetzen. Sie würden ein deutlich geschiefertes Gefüge aus alternierenden Schichtsilikat-betonten und Quarz-Feldspat-betonten Lagen aufweisen. Häufig würden Quarzlinzen/-leisten/-knauern auftreten, deren Stärke meist im cm-Bereich liege.

Die Gesteine seien weitgehend von einer retrograden metamorphen Überprägung und duktilen Deformation gekennzeichnet. Sie würden sich in vielfach stark duktil verformtem und verfaltetem Gefüge äußern, der Ausbildung von Glimmerfischen sowie feinschuppigem Serizit-Wachstum. Bei starker Überformung würden die Gesteine als Phyllite bzw. Phyllonite vorliegen. Bereichsweise sei insbesondere in phyllitischen Lagen – eine Graphit-Führung vorhanden.

Gesteine mit „gneisigem“ und geringer deformiertem Gefüge können nach Angabe der (baugeologischen) Projektanten lokale Biotit- und Granat-Führung aufweisen, die als Relikt einer älteren, höhergradigen Metamorphose verstanden werden können. Eine dem Wechselgneis ähnliche Plagioklas-Sprossung in Form von mm-großen Blasten sei ebenfalls abschnittsweise beobachtbar.

Die Glimmerschiefer-Folge zeige im Vergleich zur Gneis-Grüngesteins-Folge deutlich stärker geschieferte und deformierte Gesteine, wenn auch einzelne Gesteinsvarietäten starke Ähnlichkeiten aufweisen können. Hornblende-führende Gneise und Grüngesteine würden im Gebirgsabschnitt der Glimmerschiefer-Folge lediglich in einem geringmächtigen Abschnitt in KB-43/08 und KB-08/06 auftreten.

Lagerungsverhältnisse und tektonischer Bau

Die Lagerungsverhältnisse seien von einem Faltenbau mit flach nach WSW bis SW abtauchenden Faltenachsen geprägt. Es würden sich meist flache bis mittelsteile Einfallswinkel der Schieferungsflächen und kleinräumig variierende Einfallrichtungen zwischen SE, SW und NW zeigen. KB-32/08 und KB-52/08 würden v.a. flaches, im Mittel W-gerichtetes Einfallen aufweisen. KB-45/08 und KB-09/06 würde v.a. flaches bis mittelsteiles SE- bis SW-Fallen zeigen, während in KB-43/08 und KB-08/06 W- bis NW-Einfallen dominiere.

Phyllite bis Phyllonite mit teils erheblicher Zerschering seien v.a. in den oberen Abschnitten von KB-45/08 und KB-52/08 sowie in KB-43/08 und KB-09/06 angetroffen worden. Sie würden tws. von etwa schieferungsparallelen S- bis NW-fallenden Störungszonen begleitet, deren Mächtigkeiten meist im oberen m- bis untersten 10er-m-Bereich liegen (max. erbohrte Mächtigkeit rd. 15 m).

Glimmerschiefer in teils gneisiger Ausbildung und verhältnismäßig geringerer Zerlegung würden v.a. im unteren Abschnitt von KB-45/08 auftreten.

In KB-32/08 sei innerhalb der Glimmerschiefer-Folge ein rd. 100 m mächtiger, schieferungsparallel eingelagerter Grobgnais-Körper erbohrt worden. Weiter südlich würden sich jedoch keine Hinweise auf ein Auftreten von Grobgnais im Bereich des Trassenverlaufs finden.

Im nordwestlichen Abschnitt der Glimmerschieferfolge sowie im Kontakt zum Grobgnais seien mehrere Störungszonen mit beträchtlicher Mächtigkeit ausgebildet. Die Störungszonen würden etwa NE-SW Streichen aufweisen und mittelsteil bis flach nach NW einfallen.

Die mächtigste Störungszone verlaufe an der Geländeoberfläche etwa in der Linie südlich Spital - Rotes Kreuz - Schabauer. Sie deute sich v.a. durch unruhige, kleinstrukturierte Morphologie im Bereich des Rot-Kreuz-Weges sowie durch Vernässungen und Quellaustritte im hinteren Sommeraubachgraben an. Ihr Verlauf sei im Bereich Rotes Kreuz Störungszone auch mit dem seismischen Profil SP0901K geophysikalisch erfasst worden.

Die als „Rotes-Kreuz-Störung“ bezeichnete Störungszone sei im obersten Bohrungsabschnitt von KB-43/08 über eine Länge von rd. 185 m erbohrt worden. Es würden sich v.a. kataklastische Störungsgesteine zeigen sowie zerscherte, teils auch geschonte Gebirgsabschnitte, die durch tektonische Überprägung aus Glimmerschiefern sowie Phylliten/Phylloniten mit lokaler Graphitführung gebildet wurden. Der Internbau der Störungszone lasse drei Kernzonen erkennen, die von kompaktierten, feinkornreichen Kataklastiten (Feinkornanteile bis 80 %) beherrscht werden und Mächtigkeiten von jeweils rd. 10 bis 20 m aufweisen. Abseits der Kernzonen werde die Störungszone von einem Wechsel aus schluffig-sandig-kiesigen Kataklastiten, feinkornreichen Kataklastitbahnen und geschonten Gesteinsabschnitten aufgebaut, die variable Anteile am Gebirgsvolumen einnehmen.

Auch der Kontaktbereich zum nordwestlich angrenzenden Grobgnais liege stark gestört vor. Mit KB-33/08, KB-46/08 und KB-10/06 seien jeweils Störungsbereiche aus kataklastisch überprägtem Glimmerschiefer/Phyllit angetroffen worden. KB-10/06 zeige dabei mit rd. 40 m die größte Mächtigkeit.

Geologie des Tunnelabschnitts Grautschenhof

a) Semmering-Kristallin - Grobgnais und Querung Fröschnitztal

Der gegenständliche Gebirgsbereich wird nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten v.a. von Grobgnais aufgebaut, der sich südwestlich von Spital, weitgehend auf der südöstlichen Talseite des Fröschnitztales erstreckt. Bei Grautschenhof reiche der Grobgnais - wie Lesesteine indizieren - auch geringfügig auf die nördliche Talseite. Hier grenze der Grobgnais an kristalline Glimmerschiefer bis Quarzphyllite, die den Mündungsbereich des Wallersbachs einnehmen.

Der Gebirgsbereich werde geprägt vom (E)NE - (W)SW-verlaufenden Mur-Mürz-Semmering-Wiener-Becken-Störungssystem, dessen Störungsstäbe den Verlauf des Fröschnitztales nachzeichnen.

Der Grobgnais sei v.a. mit den Bohrungen KB-11/06, KB-54/06, KB-33/08, KB-34/08, KB-35/08 und KB-46/08 erkundet worden. Oberflächenaufschlüsse seien im gesamten Gebirgsbereich nur vereinzelt zu beobachten. Der Grobgnais liege als grobkörniger, massiger bis schwach geschieferter Augengneis vor. Lokal können - insbesondere in Störungsbereichen - auch stark geschieferte bis phyllitische Gesteine auftreten, deren Genese mit duktilen Scherzonen in Verbindung gebracht wird. Ihre Mächtigkeit überschreite jedoch kaum den Meterbereich.

Der Grobgnais sei weitgehend mäßig bis stark zerlegt angetroffen worden. Die Zerlegung des hochfesten Gesteins habe ein tiefgreifendes Eindringen der Verwitterung ermöglicht. Oxidative Verwitterungsspuren entlang der Trennflächen würden sich dabei bis in Teufen über 90 m zeigen.

Häufig lasse sich im Grobgnais infolge starker tektonischer Beanspruchung eine Entfestigung des Korngefüges zu v.a. sandig-grusigen Störungsgesteinen beobachten. Die Gesteine würden sowohl als cm- bis dm-starke Einschaltungen im Gebirgsverband wie auch in Störungszonen mit Mächtigkeiten in den 10er-m-Bereich auftreten.

Die Störungszonen würden weitgehend mittelsteiles bis steiles NW- bis NNW-Fallen aufweisen und somit der Orientierung des übergeordneten Störungssystems folgen. Die Bohrerergebnisse würden jedoch zeigen, dass Störungszonen nicht

nur an die im Verlauf des Fröschnitztales zu erwartenden Hauptstörungsäste gebunden sind, sondern auch abseits davon auftreten (KB-34/08, KB-46/08).

Weiters würden orthogonal zur Hauptstörungsrichtung orientierte, NW-SE verlaufende Störungszonen auftreten. Eines dieser Elemente werde vom Verlauf des Sommeraubachgrabens nachgezeichnet und sei mit KB-46/08 durchörtert worden.

Die Schieferung zeige, sofern diese erkennbar sei, häufig etwa NNE-SSW-verlaufende und somit parallel zum Hauptstörungssystem ausgerichtete Streichrichtungen.

Im Bereich des Fröschnitztales liege vorwiegend steiles NNW-Fallen vor (KB-54/08, KB-35/08). Nahe der südöstlichen Grenze des Grobgneises sei sowohl mittelsteiles NW-Fallen (südwestlicher Abschnitt; KB-10/06) als auch steiles S-Fallen (nordöstlicher Abschnitt; Geländeaufschlüsse, KB-33/08) entwickelt. Im zentralen Bereich des Grobgneiskörpers zeige KB-34/08 v.a. mittelsteiles W-Fallen, das mit zunehmender Tiefe in NW-Richtung verschwenke.

Die kristallinen Glimmerschiefer bis Quarzphyllite, die im Bereich Grautschenhof und im Mündungsabschnitt des Wallersbachs auftreten, seien v.a. mit KB-55/06 erkundet worden. Die Bohrergebnisse würden eine intensive tektonische Überprägung der Gesteine nachweisen, die auch von den milden morphologischen Oberflächenformen und einem gänzlichen Fehlen von Oberflächenaufschlüssen angedeutet werde.

Die Gesteine würden in ihrer lithologischen Ausbildung grundsätzlich jenen der Glimmerschiefer-Folge bzw. jenen, die mit dem Begleitstollen SBT-alt erschlossen wurden, entsprechen und in KB-55/06 jedoch durchwegs stark gestört vorliegen. Kataklastische Störungsgesteine seien teils sandig-kiesig, teils schluffig-sandig dominiert und können Feinkornanteile bis über 60 % enthalten. Lokal würden auch Späne von ebenfalls gestörtem Grobgneis auftreten.

Die Orientierung der Schieferungsflächen und der Störungszonen zeige mittelsteiles bis steiles Einfallen nach NNW. Die stark gestörten Gebirgsverhältnisse würden zeigen, dass der Glimmerschiefer/Quarzphyllit-Zug von einem der Hauptäste des Mürztal-Semmering-Störungssystems geprägt sei, der hier nördlich des eigentlichen Talbodens der Fröschnitz verlaufe.

Gegen NNW hin würden die Kristallingesteine mit tektonischem Kontakt an permomesozoische Gesteine grenzen. Diese würden im Bereich des Wallersbachgrabens von Karbonatgesteinen, weiter im NE auch von „Keuper“-Gesteinen eingenommen. Auch wenn im Mündungsbereich des Wallersbachgrabens entsprechende Hinweise fehlen, sei ein Auftreten von eingeschuppten Spänen aus „Keuperschiefern“ im Trassennahbereich nicht auszuschließen. KB-56/08, die den Kontaktbereich zu den Karbonatgesteinen erkunden sollte, habe aufgrund bohrtechnischer Probleme abgebrochen werden müssen und lasse Fragen zu einem eventuellen Auftreten von „Keuper“-Gesteinen offen.

Der Talboden des Fröschnitztales werde von gemischtkörnigen alluvialen Sedimenten aufgebaut, die aus schluffigen Sand-Kies-Stein-Gemischen mit gelegentlicher Blockführung zusammengesetzt sind. Vereinzelt seien geringmächtige feinkornreiche Ausedimente mit Mächtigkeiten im dm-Bereich zwischengeschaltet. Weiters seien im Fröschnitztal verbreitet anthropogene Anschüttungen ausgebildet, die vom Bau der S6-Semmering Schnellstraße herrühren. KB-54/08 und KB-35/08 würden die Lockergesteinsdecke (Anschüttung und Alluvium) mit einer Mächtigkeit von etwa 8 bis 11 m erschließen.

Die Lockergesteine des Fröschnitztales beinhalten nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten einen Porengrundwasserkörper, dessen Wasserspiegel in KB-54/08 und KB-35/08 etwa 5 bis 6 m unter GOK angetroffen wurde. Die Lockergesteine seien als mäßig wasserdurchlässig mit Durchlässigkeiten in der Größenordnung von $k_f \sim 4 \cdot 10^{-5}$ m/s einzustufen.

b) Permomesozoikum und Semmering-Kristallin im Bereich Mürzzuschlag

Dieser Gebirgsbereich umfasse nach Angabe der (baugeologischen) Projektanten die nördlich der Linie Mürzzuschlag - Grautschenhof - Spital auftretenden Gesteine der Semmering-Einheit, die durch eine Abfolge von permomesozoischen

Karbonatgesteinen und Quarziten sowie kristallinen Phylliten bis Glimmerschiefern gekennzeichnet seien. Die südliche Grenze bilde das im Wesentlichen dem Verlauf des Fröschnitztales folgende Mürztal-Semmering-Störungssystem als Teil des Mur-Mürz-Semmering-Wiener-Becken-Störungssystem.

Der geologische Bau in diesem Bereich werde an der Basis von einem mächtigen Karbonatgesteinsstapel bestimmt, der an der Oberfläche als durchgehender Zug von Mürzzuschlag nach Spital verfolgt werden könne. In seinem Hangenden trete ein Schichtpaket aus Semmeringquarzit auf, dem schließlich die Phyllite bis Glimmerschiefer des Semmering-Kristallins folgen.

Die Karbonatgesteine im Bereich Mürzzuschlag bis Edlach seien im Detail durch den Begleitstollen, ergänzt durch die Bohrungen E115/89, E118/89, E117/91, KB-47/08 und KB-48/08, erkundet worden. Im Bereich östlich von Edlach stütze sich die Erkundung neben dem Begleitstollen v.a. auf die Bohrungen E128/89, KB-36/08 und KB-56/08. Oberflächenaufschlüsse seien entlang des Ausbisses des Karbonatgesteinszugs vielfach zu beobachten.

Die Karbonatgesteine würden vorwiegend aus bankigem bis massigem, lokal dickplattigem, meist feinkörnigem Kalkstein bis Kalkmarmor und Dolomit bis Dolomitmarmor aufgebaut. Daneben würden massige, brekziöse Rauhacken bis karbonatische Brekzien auftreten, die im Bereich Edlach bis Grautschenhof auch Mächtigkeiten im Zehnermeterbereich erreichen können (E-128/89, KB-36/08, KB-56/08). Im Bereich von Störungszonen seien die Karbonatgesteine kleinstückig zerlegt sowie zu schwach verfestigten Störungsbrekzien oder sandig-kiesigen Kataklastiten überprägt worden.

Von der Oberfläche ausgehend würden die Karbonatgesteine vielfach tiefreichende Auflockerungs- und Verkarstungsphänomene aufweisen. Offene Trennflächen mit lehmigen Füllungen seien dabei im Begleitstollen zwischen dem Portalbereich Mürzzuschlag und dem Scheedgraben beobachtet worden.

Im Hangenden des Karbonatgesteinszugs würden Semmeringquarzite folgen, die v.a. durch den Begleitstollen und die Bohrung E129/91 erkundet wurden. Die Mächtigkeit dieser Einheit variere von ca. 10 bis 20 m im Bereich des Scheedgrabens (angetroffen im Begleitstollen) bis ca. 60 m in der Bohrung E129/91. Oberflächenaufschlüsse würden sich kaum finden.

Die Semmeringquarzite seien überwiegend durch eine starke tektonische Überprägung gekennzeichnet, die sich vielfach in einer Schwächung bis Entfestigung des Korngefüges („Vergrusung“) bis hin zur Ausbildung von sandig-grusigen Kataklastiten äußere. Die tektonisierten Semmeringquarzite hätten beim Vortrieb des Begleitstollens (v.a. Bereich Scheedgraben und Wallersbachgraben) im Zusammenwirken mit Bergwasser einen deutlichen Abfall der Festigkeitseigenschaften gezeigt, der insbesondere beim Auftreten von Porenwasserüberdrücken bereichsweise zu einem breiigen Ausfließen von sandkörnigem Gesteinsmaterial geführt habe.

Die hangendste Einheit in diesem Gebirgsbereich würden die Phyllite, Quarzphyllite und Glimmerschiefer des Semmering-Kristallins bilden. Ihre Gebirgseigenschaften seien ebenfalls aus dem Begleitstollen bekannt. Weitere Informationen würden die Bohrungen E118/89, E117/91, E127/91 und E129/91 sowie Oberflächenkartierungen liefern.

Die deutlich geschieferten Quarzphyllite bis Phyllite seien im gegenständlichen Gebirgsbereich durch eine starke tektonische Beanspruchung gekennzeichnet, die sich v.a. in schieferungsparalleler Zerschermung mit feinkörnigen Bestegen und kataklastischen Bahnen äußere.

c) Lagerungsverhältnisse und tektonischer Bau

Der Abfolge aus Karbonatgesteinen, Semmeringquarzit und Kristallingesteinen sei nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten - den anzunehmenden stratigraphischen Bezügen folgend - inverse Lagerung beizumessen. Das Einfallen der Schicht-/Schieferungsflächen werde dabei generell von einer übergeordneten Synklinalstruktur bestimmt. Wie im Begleitstollen dokumentiert, würden die Schieferungsflächen im Bereich von Mürzzuschlag bis Edlach überwiegend flaches Einfallen nach E bis SE zeigen. Weiter in Richtung E würden sich die Lagerungsverhältnisse hin zu einem flachen bis mittelsteilen Einfallen nach N bis NW ändern (KB-36/08 und KB-56/08). Dieser Faltenbau bewirke, dass zwischen

zwei Karbonatgesteinsabschnitten (Bereich Mürzzuschlag bis Scheedgraben und Bereich Wallersbachgraben) die Quarzphyllite in Form einer flachen Muldenstruktur auf Tunnelniveau auftreten.

An der südlichen Grenze der Karbonatgesteine zeige sich ein Aufsteilen der Lagerungsverhältnisse von flachem auf mittelsteiles Einfallen. Dies sei im Bereich Wallersbachgraben durch Bohrung KB-36/08 wie auch in Oberflächenaufschlüssen dokumentiert und stehe mit der Annäherung an das (E)NE – (W)SW-verlaufende Mürztal-Semmering-Störungssystem in Zusammenhang.

Das sprödetektonische Störungsmuster werde von steilen, ca. N-S bzw. ENE - WSW streichenden Störungen dominiert. Die Hauptstörungszonen dieses Gebirgsbereichs würden die beiden N-S verlaufenden Störungsbündel des Scheedgrabens und des Wallersbachgrabens sowie an der S-Grenze das Mürztal-Semmering-Störungssystem darstellen.

Die Scheedgrabenstörung sei im Begleitstollen als ca. 250 m mächtiges Störungsbündel angetroffen worden und werde von verkarsteten, stark zerscherten, kleinstückig zerlegten und brekziösen Karbonatgesteinen bis karbonatischen Störungsgesteinen dominiert. Daneben seien mehrfach zerscherte Gesteine aus den hangenden Semmeringquarziten und Quarzphylliten in den Störungsbereich eingeschuppt.

Die Wallersbachstörung sei im Bereich des Begleitstollens v.a. in tektonisch stark beanspruchten Semmeringquarziten aufgeföhren worden. Das Gebirge sei vielfach kleinstückig zerlegt und teilweise zu sandig-grusigen Kataklasiten überprägt.

An der Südgrenze der Karbonatgesteine sei im Bereich Wallersbachgraben der Kontakt der Karbonatgesteine zu den Kristallingesteinen der Fröschnitztalquerung mit KB-56/08 erbohrt worden. Der Kontaktbereich werde von schwach verfestigten karbonatischen Störungsbrekzien und sandkorndominierten Kataklasiten aufgebaut, die eine Mächtigkeit von mehreren 10er-Metern aufweisen und den Übergang zum Mürztal-Semmering-Störungssystem darstellen.

d) Lockergesteine im Fröschnitztal bei Mürzzuschlag

Der Bereich des Bahnhofs Mürzzuschlag und östlich davon werde nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten von Lockergesteinen des Fröschnitztales eingenommen, die hier den am nördlichen Hangfuß von Mürzzuschlag Richtung Osten ziehenden Karbonatgesteinszug überlagern.

Die Erkundung stütze sich v.a. auf Bohrungen, die im Bereich der einstigen Baustelleneinrichtungsfläche des Begleitstollens in den frühen 1990er-Jahren abgeteuft worden seien. Für das gegenständliche Projekt seien die Untergrundaufschlüsse um zwei neue Bohrungen in Richtung E hin ergänzt worden (KB-47/08, KB-48/08).

Die Erkundungsergebnisse hätten gezeigt, dass die Lockergesteinsdecke talseitig von alluvialen Flusssedimenten aufgebaut werde, die in Annäherung an die nördliche Talflanke mit Hangschuttsedimenten verzahnt seien und schließlich von diesen abgelöst werden.

Der Talboden im Trassennahbereich sei dabei bereits weitgehend von Hangschuttsedimenten dominiert, die in den Bohrungen E 5/91, KB-47/08 und KB-48/08 mit Mächtigkeiten von rd. 10 bis 20 m erbohrt wurden. Es handle sich dabei um Kies-Sand-Stein-Gemische sowie um Blockschuttablagerungen, die tws. „verlehmt“ vorliegen und deren Komponenten weitestgehend aus Karbonatgesteinen bestehen. Der darunterliegende anstehende Fels werde von Karbonatgesteinen (v.a. Kalkmarmor, Dolomit, Rauhwanke) aufgebaut, die infolge intensiver Verwitterung und Verkarstung stark aufgelockert und mit teils „verlehmtem“ Trennflächengefüge vorliegen. Eine gesicherte Bestimmung der Tiefenlage der Felslinie in den Bohrkernen werde dadurch teils erschwert.

Der schwach ausgebildete morphologische Rücken im unmittelbaren Portalbereich werde von gemischtkörnigen Hangschuttsedimenten aufgebaut, die sowohl Karbonatgesteins- als auch Kristallinkomponenten enthalten. Die Bohrungen E 2/91, E 3/91, E 6/91 und E 19/91 würden Lockergesteinsmächtigkeiten zwischen 9 und 15 m mit tendenzieller Mächtigkeitszunahme zum Tal hin ableiten lassen.

Die hydrogeologischen Verhältnisse würden einen unmittelbaren hydraulischen Zusammenhang des Porengrundwasserkörpers der Lockergesteine mit dem Karstkluftwasserkörper der Karbonatgesteine erkennen lassen. Der gemeinsame Grundwasserspiegel sei dabei durch die Baumaßnahmen im Begleitstollen um mehrere Meter abgesenkt worden und liege nun rd. 15 bis 25 m unter der Talflur. Der Grundwasserspiegel liege somit deutlich unterhalb der Sohle der nahegelegenen Fröschnitz, wodurch der Fröschnitz in diesem Bereich keine unmittelbare Vorflutstellung zukommt.

1.2.2.4 Prognose der Gebirgsbereiche Semmering-Basistunnel-NEU

Nach Angabe der (baugeologischen) Projektanten beziehe sich der Begriff „Gebirgsbereich“ (GB) sich auf einen Abschnitt im Gebirge, der großräumig betrachtet, weitgehend gleichartige Verhältnisse hinsichtlich des geologischen Aufbaus und seiner maßgeblichen Eigenschaften (dies bezieht sich auf die am Gebirgsaufbau beteiligten baueologischen Einheiten, deren Lagerungsverhältnisse, ihre tektonische Beanspruchung u.a.) aufweist. Da im Semmeringgebiet teilweise kleinräumige Wechsel von mehreren baueologischen Einheiten (Gesteinen) mit unterschiedlichen geotechnischen Eigenschaften den lokalen Gebirgsaufbau bestimmen (z.B. „Keuperzug“), können einzelne Gebirgsbereiche auch eine derartige, charakteristische Vergesellschaftung unterschiedlicher Gesteine umfassen.

Der folgenden Prognose der einzelnen Gebirgsbereiche würden die im Baueologischen Längenschnitt Semmering-Basistunnel neu (Plan Nr. 5510-EB-5000AL-05-0201) ersichtlichen Gebirgsbereichsgliederungen zugrunde liegen.

Die km-Angaben der Gebirgsbereichsgrenzen würden sich alle auf die Tunnelröhre Gleis 1 beziehen und damit der Darstellung im baueologischen Längenschnitt entsprechen. Die für die Tunnelröhre Gleis 2 maßgeblichen Gebirgsverhältnisse seien zwar inhaltlich ident mit den Angaben für Gleis 1, die Grenzen der jeweiligen Gebirgsbereiche und deren Ausdehnung könne jedoch um bis zu mehrere 10er-Meter gegenüber Gleis 1 variieren.

Durch die zur Erstellung des baueologischen Prognosemodells erforderlichen Inter- bzw. Extrapolationen, geometrischen Projektionen und Interpretationen seien die km-Angaben der Gebirgsbereichsgrenzen mit Unsicherheiten bzw. Unschärfen behaftet.

Im Sinne der projektinternen Gliederung der Trasse in Abschnitte bzw. Teilabschnitte könne die unten angeführte Tabelle angegebene für die Zuordnung der Gebirgsbereiche zu Teilabschnitten angewandt werden.

EB-Teilabschnittsgliederung	entsprechende Gebirgsbereiche
Tunnelabschnitt Schafkogel – Eichberg - Graßberg	GB 1 - 8
Tunnelabschnitt Göstritz	GB 9 - 10
Tunnelabschnitt Otterstock	GB 11 - 12
Tunnelabschnitt "Wechselgneis – Semmering-Kristallin"	GB 13 - 26
Tunnelabschnitt Grautschenhof	GB 27 - 33

Gebirgsbereich 1 (Grauwackenzone – Norische Decke (Silbersberg-Gruppe)

km 76,635,03 – 77,975 (L ~ 1340 m)

Nach Anabe der (baueologischen) Projektanten umfasse der Gebirgsbereich den östlichsten Abschnitt des Semmering-Basistunnel neu und reiche vom Portal bei Gloggnitz bis in den Bereich der bestehenden ÖBB-Haltestelle Eichberg. Der Gebirgsbereich werde im E durch das Schwarzatal und im Westen (bzw. SW) durch eine ausgeprägte Störungszone („Haltestelle Eichberg-Seitenverschiebung“) begrenzt. Die Überlagerung betrage im Gebirgsbereich 1 unmittelbar am bergmännischen Portal Gloggnitz ca. 6 m (Lockergesteine über der Firste) und reiche bis maximal ca. 145 m.

Im portalnahen Tunnelabschnitt werden nach Angabe der (baueologischen) Projektanten im Vortrieb Lockergesteine angetroffen. Diese würden aus sandig-schluffigen Kiesen (Hangschutt und zu Lockergestein entfestigte Felsverwitterungsschwarte) der östlichen Schafkogelabhänge bestehen, in die lagenweise bzw. als geringfügige Beimengungen

alluviale (gerundete, sandig-schluffige Kiese) aus Terrassensedimenten der Schwarza eingelagert seien. Die Felsoberfläche steige im Tunnel, ausgehend von der Sohle (Portal) flach an und streiche etwa bei km 76,700 über die Firste aus. In weiterer Folge würden ausschließlich Gesteine der „Silbersberg-Gruppe“ der Grauwackenzone aufgefahren.

Es handle sich dabei überwiegend um graue bis violettgraue und grüngraue, blättrige bis dünnplattige Phyllite, die teilweise Quarzgerölle in mm-Größe bis lokal unterer cm-Größe führen können. In die Phyllite seien bis zu mehrere 10er-Meter starke Schichtpakete von quarzgeröllführenden, plattigen bis teilweise dünnbankigen Schiefen, untergeordnet auch Grünschiefer und selten Quarzitschiefer bzw. quarzreiche Metaarkosen eingeschaltet. Die Phyllite und Schiefer würden zum Teil eine kleinräumige Wechsellagerung bzw. Übergänge zu Metasandstein zeigen.

Die Gesteine seien vorwiegend tektonisch beansprucht bis stark beansprucht und schieferungsparallel geschert. Die Schieferungsflächen seien häufig als Harnische mit serizitischen bis tonigen Bestegen ausgebildet. Teilweise würden schieferungsparallele Scherbahnen mit Kataklasiten bis dm-Stärke, lokal auch bis m-Stärke auftreten. Die Gesteine seien bezüglich ihrer Festigkeitseigenschaften vorwiegend als stark anisotrop einzustufen. Lediglich quarzreichere und in geringerem Ausmaß gescherte Schiefer bis Grünschiefer und Quarzitschiefer seien mäßig anisotrop. Die einaxiale Druckfestigkeit der Phyllite sei meist gering, jene der Schiefer und Quarzitschiefer reiche bis mäßig hoch. Vor allem die phyllitischen Gesteine können nach Angabe der (baugeologischen) Projektanten geringe Anteile an quellfähigen Tonmineralen enthalten (bis ca. 1 % Smektit effektiv) und damit ein schwaches Quellpotential aufweisen. Lokal ermittelte Smektitgehalte bis zu 30 % würden sich auf örtliche, dm-starke Kataklasitzonen beziehen und seien geotechnisch nicht ausschlaggebend. Die phyllitischen Gesteine seien als schwach abrasiv bis abrasiv einzustufen, die quarzreicheren Schiefer (inklusive Quarzitschiefer) als abrasiv bis sehr abrasiv.

Die Schieferungsflächen der Gesteine würden im Nordteil (Raum Schafkogel) vorwiegend steil nach NNW bis NNE einfallen und würden subparallel bis spitzwinklig zum Tunnel streichen. Im südlichen Abschnitt dieses Gebirgsbereiches sei das Einfallen mit flachen bis mittelsteilen Fallwinkeln generell flacher, die Streichrichtung schwenkt hier auf NNE bis NE.

Bei ca. km 77,175 und bei km 77,590 quere die Tunneltrasse jeweils eine annähernd N-S streichende, steilstehende Störung („Schafkogelstörung“ und „Heufeldstörung“). Die beiden Störungen seien als junge, sprödetektonische Bewegungsbahnen (vermutlich nach E abschiebend) einzustufen und enthalten Scherbahnen mit feinkörnigen Kataklasitstreifen bis zu m-Stärke bei einer Gesamtstärke der Störung bis zum unteren 10er-Meterbereich. Die Störungen würden von der Trasse stumpf- bis annähernd rechtwinklig gequert.

Mit der Annäherung der Tunneltrasse an die markante Seitenverschiebungszone im Bereich der Haltestelle Eichberg (Südgrenze des Gebirgsbereiches 1) sei mit einer zunehmenden Zerschierung der Gesteine und steilstehenden, stumpfwinklig zur Tunnelachse streichenden und nach N einfallenden Bewegungsbahnen zu rechnen.

Gebirgsbereich 2: Störungszone "Haltestelle Eichberg"

km 77,975 – 78,095 (L = 120 m)

Nach Angabe der (baugeologischen) Projektanten beziehe sich der Gebirgsbereich 2 auf die Störungszone der „Haltestelle Eichberg – Seitenverschiebung“ im nördlichen Teil des Eichberges. Die Gesamtüberdeckung des Tunnels betrage im Gebirgsbereich 2 etwa zwischen 130 und 140 m.

Im Trassennahbereich würden stark gescherte Phyllite und geröllführende Schiefer der „Silbersberg-Gruppe“ dominieren, die in den Störungsbereichen meist als Serizitphyllit bis Serizitschiefer mit tonig-talkigen Trennflächenbestegen bzw. als Störungsgesteine vorliegen. Die Gesteine würden in jenen Teilen der Störung, die als „geschonte“ Bereiche in geringerem Ausmaß beansprucht wurden, ähnliche baueologisch-geotechnischen Eigenschaften aufweisen, wie im Gebirgsbereich 1 bzw. Gebirgsbereich 3.

In den Kernbereichen der Störungszone herrsche eine hochgradige Zerschierung und Entfestigung der Phyllite und Schiefer zu weitgehend feinkörnigen Kataklasiten mit sandig-kiesigen Anteilen vor. Die Trennflächen seien in der Regel

als Kleinsttharnische ausgebildet, cm- bis dm-große Scherkörper (Quarzit, Dolomit u.a.) seien zwar in der feinkörnigen, meist serizitphyllitischen Grundmasse noch als solche erkennbar, aber großteils zu sandigem Grus entfestigt. Entlang von Hauptbewegungsbahnen würden diese Störungsgesteine durchgehende Mächtigkeiten bis in den unteren 10er-Meterbereich erreichen. Zwischen den vollständig entfestigten Störungs-Kernzonen (Bewegungsbahnen) würden in den Randbereichen auch geschonte Gebirgsabschnitte in dm- bis zur unteren 10er-Meter - Stärke mit weitgehend erhaltenem Gefüge auftreten. Die Gesteinsfestigkeit sei allerdings auch in diesen Bereichen gegenüber gering beanspruchten („intakten“) Phylliten bzw. Schiefen reduziert. Das Gebirge sei aufgrund der hohen Anteile an Störungsgesteinen großräumig als wasserempfindlich bezüglich seiner Festigkeitseigenschaften einzustufen. Die Gesteine seien weitgehend als schwach abrasiv bis abrasiv einzuschätzen, lediglich in geschonten Bereichen sei von sehr abrasiven Verhältnissen auszugehen.

Die entfestigten serizitphyllitischen Kataklasten innerhalb des Störungssystems können nach Angabe der (baugeologischen) Projektanten effektive Gehalte an quellfähigen Tonmineralen (als Smektit bestimmt) in der Größenordnung zwischen 1 % und 6 % enthalten und damit ein schwaches bis mäßig hohes Quellpotential aufweisen.

Die Hauptbewegungsbahnen des Seitenverschiebungssystems würden weitgehend W-E streichen, fallen vorwiegend steil nach N ein und würden die Tunneltrasse in einem Winkel zwischen 35° und 50° queren. Der Einfluss von Trennflächen auf das Gebirgsverhalten sei durch die weitgehende Entfestigung stark reduziert. Großteils sei im Bereich der Störungszone von einem ausgeprägt plastischen Gebirgsverhalten auszugehen.

Gebirgsbereich 3: Grauwackenzone - Norische Decke (Silbersberg-Gruppe)

km 78,095 – 78,520 (L = 425 m)

Nach Angabe der (baugeologischen) Projektanten schliesse der Gebirgsbereich 3 südlich an die „Haltestelle Eichberg – Seitenverschiebung“ an und umfasse die südlichen Anteile der „Silbersberg-Gruppe“ in der Grauwackenzone. Der Gebirgsbereich werde auch im Süden von einem ausgeprägten Störungssystem („Eichberg-Seitenverschiebung“) begrenzt. Die Überlagerung variere im gegenständlichen Gebirgsbereich zwischen ca. 115 m und 140 m.

Zwischen diesen beiden Störungssystemen würden vorwiegend stark tektonisch beanspruchte und schieferungsparallel gescherte, Quarzgeröll-führende Phyllite und Schiefer auftreten (die Gesteinseigenschaften entsprechen dem Gebirgsbereich 1, siehe dort).

Die Schieferungsflächen der Gesteine würden in diesem Bereich vorwiegend mittelsteil bis steil nach NW bis NE einfallen. Der Gebirgsbau streiche somit spitz- bis stumpfwinkelig zur Tunnelachse.

Im Bereich zwischen km 78,350 und 78,380 unterquere die Trasse den Apfaltersbachgraben. Dieser sei entlang einer annähernd N-S streichenden und annähernd vertikal stehenden, sprödetektonischen Störungszone mit m-starken Kataklasten und geschonten Gebirgsanteilen angelegt. Die Gesamtausdehnung der Störungszone sei im 10er-Meter-Bereich einzustufen, die Durchörterung der Störungszone erfolge spitzwinkelig bis zu einem Winkel von ca. 45°. Ab ca. km 78,400 sei in Richtung SW mit einer zunehmenden tektonischen Überprägung des Gebirges im Annäherungsbereich an das ausgeprägte Seitenverschiebungssystem des Eichberges („Eichberg-Seitenverschiebung“) zu rechnen. Diese äußere sich in einer zunehmenden schieferungsparallelen Zerschering der Gesteine und in einem vermehrten Auftreten von steil nach N fallenden Bewegungsbahnen des Störungssystems.

Gebirgsbereich 4: Verschuppung Veitscher Decke (GWZ) mit zentralalpinem Permomesozoikum:

km 78,520 – 79,100 (L = 580 m)

Nach Angabe der (baugeologischen) Projektanten beziehe sich der Gebirgsbereich 4 auf einen intensiv von Störungen durchzogenen Abschnitt der Grauwackenzone im Bereich des Eichberges, in dem Gesteine der Veitscher Decke mit Gesteinen des Permomesozoikums (vergleichbar den „Tattermannschiefern“) entlang eines ausgeprägten Seitenver-

schiebungssysteme miteinander verschuppt wurden. Die Überlagerung der Tunnefirste variere in diesem Bereich zwischen 140 m im N des Abschnittes und maximal ca. 330 m unter dem Eichberg-Höhenzug.

Der Gebirgsbereich enthalte somit sowohl phyllitische (graphitische Phyllite und Schiefer) und mittel- bis grobkörnige Gesteine (Metasandsteine bis Metakonglomerate) der Veitscher Decke, als auch phyllitische und schieferige Gesteine des Permomesozoikums. Bei letzteren handle es sich um meist stark gescherte Serizitphyllite und teilweise Quarzgeröllführende Serizitschiefer. Auf Trassenniveau sei auch mit eingeschuppten Dolomit-Magnesit-Scherkörpern zu rechnen, die in Durchmessern bis zu einigen 10er-Metern auftreten können.

Der Gebirgsbau werde in diesem Bereich durch ausgeprägte, W-E streichende und bevorzugt steil nach N fallende Seitenverschiebungsbahnen bestimmt. Entlang der Haupt-Scherbahnen sei das Gebirge im oberen m- bis unteren 10er-Meterbereich größtenteils zu kataklastischen Störungsgesteinen umgesetzt (Störungs-Kernzonen). Zwischen diesen einzelnen Kernzonen würden Bereiche mit geschonten Gebirgsanteilen (weitgehend im Schichtverband verbliebenes, aber tektonisch stark beanspruchtes Gebirge) und auch intensive Wechsel von gestörten Bereichen mit intakten Bereichen vor (Störungs-Randzonen) erwartet. Die Lagerungsverhältnisse entsprechen mit meist mittelsteilem Einfallen der Schieferungsflächen nach N bis NE dem generellen Gebirgsbau, im Nahbereich der Scherbahnen können diese mit steilem Einfallen nach N bis zu subvertikalen Stellungen überprägt sein. Sowohl die maßgeblichen Störungen, als auch die Schieferungsflächen würden stumpfwinkelig zur Tunnelachse streichen.

Die der Veitscher Decke zuzurechnenden Schichtpakete würden nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten einen Internbau aus Wechsellagerungen von blättrigen bis graphitischen Phylliten bis Metasiltsteinen und Metasandstein bis Metakonglomerat aufweisen, der vom dm-Bereich bis zum 10er-Meterbereich reichen könne. Vor allem die graphitischen und phyllitischen Gesteinsanteile seien stark geschert und häufig zu schluffig-tonigem Kataklasit entfestigt (dm- bis m-Stärke, entlang von ausgeprägten Bewegungsbahnen örtlich auch bis zur unteren 10-er Meterstärke). Die Schieferungsflächen würden das Trennflächengefüge der Phyllite dominieren, die Gesteine seien in der Regel stark anisotrop und würden eine geringe einaxiale Druckfestigkeit aufweisen. Die gröberkörnigen Anteile (Metasandstein und Metakonglomerat) seien aufgrund der starken Beanspruchung oft mürbe geschert und entlang von Störungen zu grusig-sandigem bis kiesigem Kataklasit entfestigt. In geschonten Abschnitten sei die Gesteinsfestigkeit der Metasandsteine und Metakonglomerate hoch, in stärker beanspruchten Abschnitten mäßig hoch. Diese Gesteine seien mäßig anisotrop. Während die phyllitischen bis schieferigen Gesteine der Veitscher Decke als kaum abrasiv bis abrasiv einzustufen seien, seien die quarzreichen Metasandsteine und Metakonglomerate durchgehend sehr abrasiv bis extrem abrasiv.

Eingeschuppte Dolomite und Magnesite (Scherkörper) seien vorwiegend stark zerlegt, Magnesitkörper können nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten auch vollständig vertalkte Randsäume bis in Meterstärke aufweisen. Diese Randsäume seien bezüglich ihrer Festigkeit als sehr gering einzustufen und würden ausgeprägte Schwächezonen im Gebirgsbau darstellen. In den geschonten Abschnitten sei die Gesteinsfestigkeit innerhalb der Scherkörper vorwiegend hoch; Dolomite und Magnesite seien isotrop bis gering anisotrop.

Die oberflächennah am Eichberg dem Gebirge auflagernden Deckschollen aus Porphyrschiefen, die dem „Blasseneckporphyroid“ (Norische Decke) zuzurechnen seien, würden nach derzeitigem Kenntnisstand im Tunnel nicht angetroffen.

Die zwischen Schichtpaketen der Veitscher Decke auftretenden Einschuppungen aus Serizitphyllit und Serizitschiefer würden im Gebirgsverband Stärken von wenigen Metern bis mehrere 10er-Meter annehmen. Diese Gesteine seien in geringen Anteilen im nördlichsten Bereich des GB 4 der „Silbersberg-Gruppe“ zuzurechnen, im überwiegenden Anteil würden sie jedoch den permomesozoischen Serizitphylliten und -Schiefern der Tattermann-Schuppe entsprechen. Charakteristisch für Serizitphyllite und Serizitschiefer sei eine starke Zerschering und Kataklastose mit Ausbildung von bis über 10 m starken schluffig-tonigen bzw. sandigen Kataklastozonen entlang ihrer tektonischen Grenzen zu Gesteinen der Veitscher Decke. Die Gesteinsfestigkeit der vorwiegend stark anisotropen Serizitphyllite und -Schiefer sei im Allgemeinen gering, lediglich lokal in geschonten, schieferigen Abschnitten mit erhöhtem Quarzgehalt auch mäßig hoch.

Mit bis zu 5 % effektiven Anteilen an quellfähigen Tonmineralen sei sowohl in den graphitischen Phylliten, als auch in den Serizitphylliten und in den phyllitischen Störungsgesteinen zu rechnen. Das Quellpotential sei somit als schwach bis mäßig einzustufen.

In den Abschnitten des Gebirgsbereiches 4, die vorwiegend aus phyllitischen Gesteinen bzw. Störungsgesteinen aufgebaut sind, sei von einem plastischen Gebirgsverhalten auszugehen. Stark gescherte bzw. zu Störungsgesteinen umgesetzte Bereiche seien als wasserempfindlich einzustufen.

Die bisher durchgeführten Erkundungsmaßnahmen hätten nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten zwar keine Hinweise auf eine **Methangasführung** des Gebirges ergeben, allerdings sei nach dem vorliegenden Gesteinsinventar in der Veitscher Decke ein örtliches Auftreten von Methangas nach derzeitigem Kenntnisstand nicht auszuschließen.

Gebirgsbereich 5: Veitscher Decke;

km 79,100 – 79,590 (L = 490 m)

Nach Angabe der (baugeologischen) Projektanten umfasse der Gebirgsbereich 5 den südlichen Teil des Verbreitungsgebietes der Veitscher Decke (Grauwackenzone) im Bereich der südlichen Eichberg-Flanke. Die Überlagerung der Tunnelfirste nehme hier von ca. 320 m im Bereich des Eichberges auf ca. 85 m nahe des Auebachtals ab.

Es würden in diesem Abschnitt nach derzeitigem Kenntnisstand auf Tunnelniveau ausschließlich Gesteine der Veitscher Decke auftreten. Das Gebirge sei zwar auch hier tektonisch stark beansprucht und vor allem schieferungsparallel entlang von graphitischen Phyllitlagen geschert, jedoch nur in geringem Ausmaß von steilstehenden Störungen durchzogen. Der Grad der tektonischen Beanspruchung sei als geringer einzuschätzen als im benachbarten GB 4 bzw. im südlich anschließenden GB 6 (Tattermann-Schuppe im Bereich der Aue-Talquerung).

Es würden im Nordteil dieses Abschnittes blättrige bis dünnplattige, stark anisotrope graphitische Phyllite bis Metasiltsteine dominieren, im Südteil des Bereiches würden überwiegend graue, bankige und mäßig anisotrope Metasandsteine bis Metakonglomerate vorliegen. Diese würden jedoch immer wieder geringmächtige (cm- bis dm-starke, teilweise auch bis zu mehrere m-starke) Einschaltungen aus graphitischen Phylliten bzw. dunklen Metasiltsteinen aufweisen. Vor allem diese graphitischen Zwischenlagen seien teilweise zu schluffigen bis tonigen Kataklasiten in dm- bis teilweise auch m-Stärke entfestigt und würden parallel zum Gebirgsbau orientierte Schwächezonen bilden. Die phyllitischen Anteile des Gebirges würden in gestörten Bereichen eine sehr geringe, in weitgehend intakten Bereichen eine geringe Gesteinsfestigkeit aufweisen und seien kaum abrasiv bis mäßig abrasiv. Metasandsteine und Metakonglomerate seien dagegen stark abrasiv bis extrem abrasiv.

Die graphitischen Phyllite bis Metasiltsteine können in Teilbereichen geringfügige Anteile an quellfähigen Tonmineralen (effektive Smektitgehalte bis 1 %) enthalten. Das Quellpotential sei demnach als schwach einzustufen.

Die Schieferungsflächen würden bevorzugt flach bis mittelsteil, in der Fallrichtung relativ breit zwischen NNW bis NE streuend, einfallen. Der Tunnelvortrieb erfolge somit in diesem Gebirgsbereich stumpfwinkelig zum Gebirgsbau.

Sulfatminerale seien zwar in den Gesteinen der Veitscher Decke bisher nicht nachgewiesen worden, allerdings gebe es aus der hydrogeologischen Untersuchung des Gebietes Hinweise auf hoch mineralisierte Quellwässer auf der Eichberg-Südseite, die vermutlich im Zusammenhang mit sulfatmineralführenden Einschuppungen von permomesozoischen Gesteinen stehen. Im Grenzbereich zum südlich anschließenden GB 6 (Tattermann-Schuppe) sei mit einer Gipsführung des Gebirges über Klufmineralisationen zu rechnen, wodurch in diesem Abschnitt sulfatführende Bergwässer auftreten können.

Im Nahbereich der tektonischen Grenze (mittelsteil nach N bis NE fallende Scherzone) zur Tattermann-Schuppe (GB 6) sei generell mit einer Zunahme der Zerschierung und mit mittelsteil nach N bis NE fallenden Scherbahnen bzw. auch mit kataklastischen Einschuppungen von entfestigten Serizitphylliten zu rechnen.

Entsprechend der Einschätzung des Gebirges in Gebirgsbereich 4 (siehe vorhergehendes Kapitel) sei ein örtliches Auftreten von Methangas nach derzeitigem Kenntnisstand auch im gegenständlichen Gebirgsbereich nicht auszuschließen.

Gebirgsbereich 6: Permomesozoikum Tattermann-Schuppe (Talquerung Auebachtal);

km 79,590 – 80,080 (L = 490 m)

Nach Angabe der (baugeologischen) Projektanten umfasse der gegenständliche Gebirgsbereich die Gesteine der Tattermann-Schuppe im Bereich der Auebachtal-Querung. Zwischen Km 79,600 und 79,850 werde hier der lückig bebaute Talbereich der Ortschaft Aue zwischen dem Weinweg am südlichen Eichberg-Hangfuß und dem südlichen Talrand unterfahren. Die Überlagerung der Tunnelfirste betrage in diesem Bereich minimal ca. 35 m in Talmitte des Auebachtals und erreiche am Fuß der beiden Talflanken jeweils 85 bis 90 m. Davon entfallen im Talbereich ca. 6 bis 12 m auf die oberflächennahe Lockergesteinsbedeckung.

Die Tattermann-Schuppe werde auf Trassenniveau vorwiegend durch permomesozoische Serizitphyllite, in geringerem Ausmaß durch quarzreiche Serizitschiefer und Metaarkosen bis Quarzite aufgebaut. Sulfatgesteine (Gipsbrekzie) seien bisher zwar nur im südlichsten Randbereich der Schuppe in geringen Anteilen (m-starke Lage) angetroffen worden. Weitere derartige Vorkommen innerhalb der Schichtfolge im Mittel- und Nordteil des Gebirgsbereiches seien jedoch nicht auszuschließen.

Die aufzufahrenden Gesteine seien in der Regel stark zerlegt bis gestört und würden eine vorwiegend sehr geringe bis geringe (Serizitphyllite), untergeordnet auch eine mäßig hohe (Serizitschiefer und Metaarkosen) Gesteinsfestigkeit aufweisen und seien vorwiegend stark anisotrop. Die Gesteine seien überwiegend als wasserempfindlich bezüglich ihrer Festigkeitseigenschaften einzuschätzen. Die stark ausgeprägten Schieferungsflächen seien meist als glatte, talkig-serizitisch belegte Harnischflächen ausgebildet und würden eine hohe Teilbeweglichkeit der Gesteine bedingen. Das Einfallen der Schieferungsflächen variere zwischen mittelsteilen und örtlich auch steilen Fallwinkeln mit generell NNE bis NE weisenden Fallrichtungen. Die Tunnelachse verlaufe daher weitgehend rechtwinkelig zum Gebirgsstreichen.

Der Gebirgsbereich sei tektonisch sehr stark beansprucht. Die Gesteine seien vorwiegend schieferungsparallel geschert (Harnische, cm- bis teilweise m-starke Kataklasite), jedoch auch von steilstehenden bis subvertikal und weitgehend dem Talverlauf bzw. dem Gebirgsstreichen folgenden Scherbahnen durchzogen. Die Beanspruchung habe besonders innerhalb der kompetenteren Anteile (Serizitschiefer, Metaarkosen, Quarzite) zu einer intensiven Zerbrechung der Gesteine entlang der Bewegungsbahnen mit ausgeprägten, kleinstklüftigen Zerrüttungstreifen bzw. sandig-kiesigen Kataklasiten in m-Stärke geführt. Serizitphyllite seien entlang von Störungen zu dm- bis m-starken feinkörnigen Kataklasiten entfestigt worden.

Serizitphyllite seien als schwach abrasiv bis abrasiv, quarzreiche Serizitschiefer, Metaarkosen und Quarzite als sehr abrasiv einzuschätzen.

Die Gesteine würden nach den vorliegenden Untersuchungen jeweils Spuren bis teilweise auch geringe Anteile an quellfähigen Tonmineralen (effektiver Smektitgehalt bis 2 %) enthalten. Ein schwaches Quellpotential sei daher in Teilbereichen als möglich einzuschätzen. Lediglich Störungsgesteine können lokal bis zu 7 % Smektit aufweisen und örtlich ein hohes Quellpotential bedingen.

Nach Angabe der (baugeologischen) Projektanten können im Bereich von zerlegten Sandsteinen und Quarziten der Tattermann-Schuppe vereinzelte Kluftwasserzutritte bis 1 l/s auftreten. Die Störungsgesteine würden als weitgehend dicht mit geringen Einzelwasserzutritten von deutlich unter 1 l/s prognostiziert. Eine hydrogeologische Auswirkung des Tunnelvortriebes auf oberflächennahe Wasservorkommen werde nicht erwartet.

Aufgrund der nachgewiesenen bzw. aus dem geologischen Schichtverband als „potenziell vorhanden“ einzuschätzenden Sulfatmineralanteile im Gebirgsverband der Tatterman-Schuppe, sei von betonangreifenden Eigenschaften auftretender Bergwässer im gesamten Abschnitt der Tattermann-Schuppe auszugehen.

Gebirgsbereich 7: Talhof-Aue-Störung und Semmering-Kristallinspan;**km 80,080 – 80,575 (L = 495 m)**

Nach Angabe der (baugeologischen) Projektanten würden die Talhof-Aue Störung und der begleitende Semmering-Kristallinspan in W-E-Richtung dem südlichen Talrandbereich des Auebachtals folgen. Der Gebirgsbereich erstreckt sich vom Hangfuß der Graßberg-Nordabhänge bis etwa in den Bereich der S6 - Semmering-Schnellstraße. Die Überlagerung der Tunnelfirste steige in diesem Bereich von talrandnahen 90 m bis auf ca. 280 m an der Grenze zu den südlich anschließenden Karbonatgesteinen des Graßbergzuges an.

Hinsichtlich des Gesteinsinventars sei diese Zone als tektonische Melange anzusehen, die entlang des Talhof-Aue-Störungssystems bzw. entlang der Graßberg-Nordrandstörung eingeschuppte Gesteine unterschiedlicher Herkunft und tektonostratigraphischer Zuordnung enthalte.

Im Grenzbereich zur Tattermann-Schuppe würden permomesozoische, teilweise gipsführende, stark anisotrope Serizitphyllite als Einschuppungen entlang von Scherbahnen auftreten, die weitgehend zu feinkörnigen Kataklasiten in m-Stärke entfestigt wurden. Weiter Richtung S folge eine intensive Verschuppung im 10er-Meterbereich von steilstehenden, scheibenartigen Karbonatgesteins-Scherkörpern (Kalkmarmor, Rauhwanke, Kalk- und Dolomitbrekzien) mit quarzreichen Phylliten und Glimmerschiefern des Kristallinspanes.

Die Gesteine seien meist sehr stark tektonisch beansprucht und entsprechend stark zerlegt (Karbonatgesteine, Glimmerschiefer) bzw. entlang von Scherbahnen zu sandig-schluffigen Kataklasiten (Phyllite, quarzreiche Phyllite, Serizitphyllite) in m-Stärke, örtlich auch bis zur unteren 10er-Meter-Stärke entfestigt. Die Bewegungsbahnen würden innerhalb des Talhof-Aue-Seitenverschiebungssystems meist in W-E Richtung streichen und seien subvertikal bzw. steil nach N und nach S fallend orientiert. Innerhalb der Schuppen seien stark variierende Fallwinkel bzw. -Richtungen der Bankungs- bzw. Schieferungsflächen festgestellt worden, die Streichrichtung folge jedoch meist dem Gebirgsbau. Die Hauptbewegungsbahnen und die Schieferungsflächen würden stumpfwinkelig bis rechtwinkelig zur Tunneltrasse streichen. Neben den W-E streichenden Störungen, die dem Talhof-Aue-Störungssystem zuzuordnen seien, würden im Bereich km 80,140 auch steil bis vertikal stehende, N-S orientierte Bewegungsbahnen mit Kataklasitanteilen in m-Stärke auftreten. Diese queren die Tunnelachse ungünstig spitzwinkelig schleifend.

Zwischen ca. km 80,080 und ca. 80,320 sei das Gebirge aufgrund der Scherkörperanteile zwischen kataklastischen Bewegungsbahnen durch zahlreiche „hart-weich“-Wechsel gekennzeichnet. Die Gesteinsfestigkeiten würden hier im m- bis 10er-Meterbereich zwischen sehr gering (Störungsgesteine, Phyllite) bis hoch (Karbonatgesteinsscherkörper und geschonte Anteile der Glimmerschiefer) variieren. Ähnlich stark variere auch die Anisotropie der vorhandenen Gesteine zwischen stark anisotrop (phyllitische Gesteine) und gering anisotrop (Karbonatgesteinsscherkörper). Im Nahbereich zur „Graßberg-Nordrandstörung“ nehme die Zerlegung und Zerschierung in den hier vertretenen quarzreichen Phylliten und Glimmerschiefern des Semmering-Kristallinspanes deutlich zu. Entlang der Störung würden feinkörnige bis sandige und teilweise kiesige Kataklasite bis ca. 10 m Stärke vorliegen. Die Störungsgesteine seien als wasserempfindlich bezüglich ihrer Festigkeitseigenschaften einzustufen. Lokal vorhandener Gips bzw. Gipsbrekzie sei unter Wasserzutritt auslaugbar.

Bezüglich ihrer Abrasivität seien die im Gebirgsbereich 7 aufzufahrenden Gesteine teilweise als schwach abrasiv bis abrasiv (Serizitphyllite, Kalkmarmor, Rauhwanke etc.), teilweise aber auch als sehr abrasiv (Glimmerschiefer, Quarzite) einzustufen.

Die im Zuge der Erkundungsmaßnahmen festgestellten Anteile an quellfähigen Tonmineralen würden bis einige Prozent (schwaches bis mäßiges Quellpotential) erreichen, lediglich in einer Kataklasitzone aus Phylliten entlang der Graßberg-Nordrandstörung sei ein höherer Gehalt von 10 % Smektit (effektiv) angetroffen worden. Hier sei von einem hohen Quellpotential in Störungsgesteinen auszugehen.

Gebirgsbereich 8: Graßbergsschuppe (Karbonatgesteine);**km 80,575 – 812,250 (L = 675 m)**

Nach Angabe der (baugeologischen) Projektanten beziehe sich Gebirgsbereich auf den relativ schmalen Karbonatgesteinszug des Graßberges, der den Großteil der Graßberg-Nordflanke, bis über den Gipfelbereich hinausgehend, aufbaue. Der Karbonatgesteinszug werde beidseitig durch tektonisch eingeschuppte Kristallingesteine (GB 7 und GB 9) begrenzt. Die Überlagerung des Tunnels betrage in diesem Bereich ca. 280 m nahe der Nordgrenze und erreiche bis zu 530 m unter der höchsten Erhebung des Graßberges.

Der Gebirgsbereich werde ausschließlich durch weitgehend isotrope bis gering anisotrope Karbonatgesteine des zentral-alpinen Permomesozoikums (Semmering-Einheit) aufgebaut. Es seien dies vor allem Kalke bis Kalkmarmore, teilweise auch hellgraue bis graue Kalk- und Dolomitrekzien und Rauhwacken und untergeordnet graue Dolomite. Vor allem Kalke und Kalkmarmore würden bis auf Tunnelniveau reichende Karsterscheinungen (Kluftkarst) und Verwitterungsspuren entlang der Trennflächen aufweisen.

Der Gebirgsbau sei durch eine steile Stellung der Bankungsflächen gekennzeichnet, die überwiegend nach S bis SW einfallen. Die Tunneltrasse quere den Gebirgsbau stumpf- bis rechtwinkelig. Neben den steil stehenden und stumpf- bis rechtwinkelig zur Tunnelachse streichenden Bankungsflächen würden steil nach W bis NW, nach E bis SE und nach NW bis NE fallende Klüfte das Trennflächengefüge dominieren.

Kalk und Kalkmarmor, bzw. auch Dolomit würden überwiegend hohe Gesteinsfestigkeiten aufweisen, Rauhwacken bzw. Brekzien würden meist eine geringe bis mäßig hohe Festigkeit besitzen. Die Karbonatgesteine seien größtenteils als schwach abrasiv bis abrasiv zu charakterisieren.

Die Karbonatgesteine seien zwar tektonisch beansprucht und würden von einzelnen Scherbahnen durchzogen, insgesamt würden jedoch in diesem Gebirgsbereich hinsichtlich der Gesteins- und Gebirgsfestigkeiten für den Tunnelbau günstige Gebirgsverhältnisse vorliegen. Kataklasite würden vorrangig entlang der Graßberg-Nordrandstörung auftreten. Hier seien vor allem Kalk- und Dolomitrekzien über 10er-Meter-Bereiche sehr intensiv zerlegt und teilweise bis in den unteren 10er-Meterbereich mürbe geschert bzw. großteils zu mehlig-sandigem Karbonatgesteinsgrus entfestigt und verwittert.

Gebirgsbereich 9: Graßberg-Störung (Semmering-Kristallin);**km 81,250 – 81,385 (L = 135 m)**

Nach Angabe der (baugeologischen) Projektanten kennzeichne die „Graßbergstörung“ eine schmale, steilstehende Einschuppung von Gesteinen des Semmering-Kristallins, die den Karbonatgesteinszug des Graßberges im S begrenze und die Tunneltrasse südlich des Graßberggipfels entlang einer markanten Einsattelung quere. Die Überlagerung der Tunnelfirste betrage in diesem Bereich 500 m bis 535 m.

Der Kristallinspan bestehe – vergleichbar mit den Kristallingesteinen in Gebirgsbereich 7 – aus quarzreichen Phylliten bis Glimmerschiefern des Semmering-Kristallins. Die mäßig bis stark anisotropen Gesteine seien innerhalb der Störung häufig stark zerlegt, verfaltet und geschert. Die Gesteine würden in geschonten Bereichen eine geringe bis teilweise mäßig hohe Festigkeit besitzen. Entlang von Störungsbahnen würden hier dm- bis teilweise auch m-starke, sandig-schluffige Kataklasite auftreten. Geschonte und stark gestörte bis entfestigte Bereiche würden oft im m-Bereich wechseln. Vor allem im südlichen Abschnitt seien entlang von Bewegungsbahnen auch graphitische Phyllite des Semmering-Kristallins und lichtgrüne Serizitphyllite des Permomesozoikums in m-Stärke eingeschuppt. Diese Bereiche seien in der Regel stark durchbewegt und zu Störungsgesteinen umgesetzt. Die Gesteine seien in den geschonten Bereichen als sehr abrasiv einzustufen, in entfestigten Bereichen sei die Abrasivität deutlich vermindert. Feinanteilreiche Störungsgesteine seien als wasserempfindlich einzuschätzen.

Die Hauptorientierung der Bewegungsbahnen und der Schieferungsflächen sei mit steilem Einfallen nach SSW bis SW zu sehen, allerdings würden die durchgeführten Erkundungsmaßnahmen auch Hinweise auf davon abweichende Orientierungen der Schieferungsflächen ergeben. Der Gebirgsbau und die Hauptbewegungsbahnen innerhalb der „Graßbergstörung“ würden in einem Winkel von ca. 45° zur Tunnelachse streichen.

Die ermittelten effektiven Smektitgehalte (vor allem von Kataklasiten) würden ähnliche Werte im einstelligen Prozentbereich mit maximal 7 %, wie im Kristallin des Gebirgsbereiches 7 (hohes Quellpotential) ergeben. Hinweise auf Sulfatminerale am Mineralbestand würden aus den Phylliten und Glimmerschiefern nicht vorliegen, das Auftreten sulfatmineralführender Serizitphyllite und -Schiefer bzw. auch von Gipsbrekzien, die entlang von Bewegungsbahnen aus dem südlich angrenzenden Permomesozoikum („Keuperzug“) eingeschuppt wurden, sei jedoch wahrscheinlich.

Gebirgsbereich 10: Permomesozoikum des Graßberg-Schlagl- Störungssystems ("Keuper");

km 81,385 – 82,265 (L = 880 m)

Nach Angabe der (baugeologischen) Projektanten umfasse der gegenständliche Gebirgsbereich den permomesozoischen „Keuperzug“ mit Anteilen des „Alpinen Verrucano“, der zwischen der Graßberg- und der Schlaglstörung auftritt und den Graßberg vom Otterstock trenne. Der Bereich werde aufgrund seiner intensiven tektonischen Überprägung entlang von steilstehenden Seitenverschiebungen als „Graßberg-Schlagl-Störungssystem“ bezeichnet. Die Überlagerungshöhe betrage in diesem Bereich zwischen 450 m und 530 m.

Nahe der Geländeoberfläche würden fast ausschließlich Karbonatgesteine (Kalke, Dolomite, Rauhdecken und Brekzien) zutage treten. Auf Trassenniveau würden jedoch vorwiegend stark zerlegte bis gestörte phyllitische Gesteine des „Keuperzuges“ bzw. des „Alpinen Verrucano“ vorliegen. Es seien dies gipsführende, grüne und violettrote Serizitphyllite, grüne quarzreiche Serizitschiefer (teilweise Quarzgerölle führend und in Metasandsteine bis Metaarkosen übergehend), Sulfatgesteine (Gips und Gipsbrekzien, ev. auch Anhydrit), Quarzite, Rhät-Tonschiefer und Rhätkalke. Der Gebirgsaufbau sei entsprechend heterogen, die einzelnen baugeologischen Einheiten würden zum Teil im unteren Meter- bis im oberen 10er-Meter Bereich wechseln. Aufgrund einer tektonischen Verschuppung würden die Abfolgen als mehrfache Schichtstapel auftreten.

Bei den überwiegend vertretenen Serizitphylliten und Serizitschiefern handle es sich vorwiegend um stark anisotrope, blättrige bis dünnplattige Gesteine mit sehr geringer bis geringer, und nur in geschonten Bereichen lokal mäßig hoher Gesteinsfestigkeit. Aufgrund der intensiven Tektonik seien die Gesteine stark geschert bis zerschert und in weiten Bereichen zu Störungsgesteinen (tonig-schluffige Kataklasite mit teilweise sandigen und kiesigen Anteilen) entfestigt. Kernzonen entlang von Hauptbewegungsbahnen (steilstehende Seitenverschiebungen) würden durchgehende Kataklasite bis zur unteren 10er-Meter-Stärke aufweisen. Randlich der Kernzonen würden Bewegungsbahnen mit Kataklasiten in cm- bis m-Stärke mit geschonten Gebirgsanteilen (Störungszone-Randbereich) wechseln. Intakte, gering gescherte Bereiche seien selten. Kompetentere Anteile am Gebirgsaufbau (Quarzite, Rhätkalke) seien oft entlang von Kleinklüften stark zerbrochen und teilweise zu sandig-kiesigen Kataklasiten entfestigt.

Gips trete als cm- bis dm-starke Lagen innerhalb von Serizitphylliten, als mm-starke Kluffüllungen und teilweise auch als über 10 m starke Gipslagen bzw. Gipszüge im Gebirgsverband auf. Die Anhydritanteile innerhalb dieser Lagen und Züge seien nach derzeitigem Kenntnisstand gering, lediglich fallweise wurden wenige Prozent Anhydritanteil am Mineralbestand festgestellt. Es sei jedoch nicht auszuschließen, dass anhydritreiche Sulfatgesteinszüge auch auf Tunnelniveau in maßgeblicher Stärke von mehr als 10 m vorkommen.

Die am Gebirgsaufbau dieses Bereiches beteiligten Gesteine würden eine starke Variationsbreite bezüglich ihrer Abrasivität aufweisen. Serizitphyllite, Tonschiefer, Rhätkalk und Gips seien in der Regel kaum abrasiv bis schwach abrasiv, selten abrasiv. Quarzreiche Serizitschiefer und Quarzite seien dagegen als abrasiv bis sehr abrasiv einzustufen.

Neben Kataklastiten würden entlang von Haupt-Bewegungsbahnen auch häufig Störungsbrekzien in m-Stärke auftreten, die eine kompaktierte Melange stark variierender Färbung aus zerschertem Serizitphyllit, grusig entfestigtem Karbonatgestein und zerbrochenen, cm-großen Quarzit- und Dolomit-Scherkörpern bilden.

Die starke bis hochgradige Zerschörung und Verschuppung dieses Bereiches sei vornehmlich entlang von steil nach S fallenden bis subvertikal stehenden Störungen erfolgt. Der Internbau des Permomesozoikums gebe einen flachen Faltenbau wieder, wobei die Schieferungsflächen im Nordabschnitt vornehmlich flach bis mittelsteil Richtung NW bis NE und im Südabschnitt überwiegend flach bis mittelsteil nach S bis E einfallen. Verschleppungen von Gebirgskörpern und Schichtverstellungen entlang von Bewegungsbahnen würden hier vorwiegend parallel zu Bewegungsbahnen orientierte Schieferungsflächen wiedergeben.

Das Gebirge sei im gegenständlichen Bereich aufgrund der intensiven sprödektotonischen Überprägung und der geringen Festigkeiten tunnelbautechnisch als sehr ungünstig einzustufen. Es sei beim Vortrieb über große Bereiche von Gebirge mit weitgehend plastischen Eigenschaften auszugehen, da kompetentere Anteile im Gebirgsverband entweder fehlen oder ebenfalls sehr stark zerlegt seien.

Die hier vorliegenden Gesteine seien großteils als wasserempfindlich bezüglich ihrer Festigkeitseigenschaften und teilweise auch als auslaugbar (Gips) einzustufen. Mit effektiven Smektitgehalten bis zu 4 % würden die Serizitphyllite ein mäßiges Quellpotential aufweisen.

Nach Angabe der (baugeologischen) Projektanten lassen sich aus der Bohrung KB-39/08 Hinweise auf vorhandene **Gase** im Gebirge schließen, die Schwefelwasserstoff (H_2S) enthalten. Methan sei zwar nicht nachgewiesen worden, aus dem Inhalt und dem Aufbau des „Keuperzuges“ könne ein örtliches Auftreten von Methan jedoch nicht ausgeschlossen werden.

Wegen der sehr schwierigen geotechnischen Verhältnisse seien in der nächsten Erkundungsphase weitere Untersuchungen in diesem Bereich zur Absicherung des baugeologischen Gebirgsmodells und als Grundlage für geotechnische Detailplanungen vorgesehen.

Gebirgsbereich 11: Permomesozoikum des Otterstockes ("Reichenhaller Fm")

km 82,265 – 83,005 (L = 740 m)

Nach Angabe der (baugeologischen) Projektanten kennzeichne der Gebirgsbereich 11 den nördlichen Teil des Otter-Karbonatgesteinsstockes, der südlich an die „Schlagl-Störung“ angrenze und hier die vorgelagerte Basis der Dolomite des Otters bilde. Die Überlagerung über Tunnelfirste erreiche in diesem Abschnitt bis zu rd. 675 m Höhe.

Der Bereich werde vorwiegend von Rauhwacken und Brekzien (meist Kalkbrekzien bis breckiierte Kalke) aufgebaut. Teilbereiche der Brekzien würden ein sandig-schluffiges Bindemittel aufweisen, hier sei die Kornbindung gegenüber karbonatisch gebundenen Brekzien reduziert. Die Gesteine seien vorwiegend isotrop und würden eine geringe, in gescherten Abschnitten auch sehr geringe Festigkeit aufweisen. Die Gesteine seien kaum abrasiv bis abrasiv.

Das Gebirge sei arm an Trennflächen und im Allgemeinen gering zerlegt. Eine Bankung sei selten ausgebildet, Klüfte würden ebenfalls nur in geringer Dichte und mit geringer Persistenz auftreten. In der ungesättigten Zone (oberhalb von ca. 780 m Seehöhe) seien teilweise Karsterscheinungen entlang von schlauchartigen Lösungshohlräumen bis dm-Stärke vorhanden. Auf Tunnelniveau seien mit den Bohrungen keine Karst- oder Auslaugungserscheinungen angetroffen worden.

Die vorliegenden Erkundungsergebnisse würden auf einen flach bis mittelsteil nach S bis SE einfallenden Gebirgsbau schließen lassen. Die Tunneltrasse verlaufe daher vorwiegend stumpfwinkelig zum Gebirgsstreichen.

Im Nahbereich zur „Schlagl-Störung“ sei von einer starken tektonischen Überprägung der Rauhwacken und Brekzien auszugehen. Die Gesteine seien hier entlang von Bewegungsbahnen im dm- bis m-Bereich mürbe geschert und teilweise

zu Störungsbrekzien überprägt bzw. zu sandig-schluffigem bis kiesigem Kataklasit entfestigt. Entlang dieser Störungen können vertikale Versetzungen der Schichtpakete auftreten.

Gebirgsbereich 12: Permomesozoikum des Otterstockes (Dolomit und Dolomitmarmor);

km 83,005 – 83,730 (L = 725 m)

Der Gebirgsbereich 12 umfasse nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten den Großteil der Karbonatgesteine des Otterstockes und schließe südlich des Rauhwacken- und Brekzienzuges („Reichenhall-Formation“) des Gebirgsbereiches 11 an. Der Gebirgsbereich erstrecke sich bis an die Südgrenze der Karbonatgesteine, die entlang der „Otter-Südrandstörung“ tektonisch an das vorgelagerte Permomesozoikum („Semmeringquarzit“ und „Alpiner Verrucano“) grenzen. Die Überlagerung der Tunnelfirste variere im gegenständlichen Abschnitt zwischen minimal 550 m bis zu maximal 720 m.

Im Wesentlichen bestehe dieser Teil des Otterstockes aus massigen bis undeutlich gebankten, teilweise auch bankigen Dolomiten bis Dolomitmarmor der Mitteltrias, die hier einen weitgehend lithologisch homogenen Gebirgskörper aufbauen. Untergeordnet seien hier Dolomitbrekzien und selten dolomitische Kalke vertreten. Die überwiegend isotropen bis lokal gering anisotropen Gesteine würden eine überwiegend hohe Festigkeit aufweisen und seien vorwiegend mäßig stark entlang der Trennflächen zerlegt. Die Gesteine seien als „abrasiv“ bis „sehr abrasiv“ einzustufen. Die Gesteine würden Kluftkarsterscheinungen aufweisen, die bis in große Tiefen reichen können.

Die Lagerungsverhältnisse würden aufgrund eines flachen Faltenbaus variieren, der wiederum entlang von einzelnen Störungen verstellt sei. Die Bankungsflächen würden überwiegend flach bis mittelsteil nach ESE bis S einfallen, teilweise würden auch sehr flache bis mittelsteile Fallrichtungen nach NE und häufiger mittelsteile Fallrichtungen nach NW auftreten. Die Faltenachsen würden flach nach NE streichen. Es würden annähernd normal dazu streichende Klufsysteme mit bevorzugt steilem Einfallen nach E, N, W bis SW und SSW dominieren. Die Tunneltrasse verlaufe vorwiegend stumpf- bis rechtwinkelig zum Gebirgsstreichen. Die Hauptklufsysteme werden dagegen teilweise spitzwinkelig bis subparallel zur Tunnelachse verlaufend angetroffen.

Der Otterstock sei vorwiegend mäßig tektonisch beansprucht. Das wesentliche tektonische Bauelement seien annähernd N-S streichende, steilstehende Störungen, die als ostgerichtete Abschiebungen angesehen werden. Diese würden den Otterstock von W nach E in mehrere Gebirgsblöcke aufgliedern. Entlang dieser Störungen sei das Auftreten von m-Starken Kataklasitzonen, aber auch das Vorhandensein von eingequetschten Fremdgesteinen (z.B. Serizitphyllite des „Alpinen Verrucano“ bzw. „Semmeringquarzite“) nicht auszuschließen. Nach derzeitigem Kenntnisstand werde auf Tunnelniveau keine derartige Lineation maßgeblich wirksam. Die am nächsten zur Tunnelachse gelegene N-S Störung quere die Tunneltrasse im Bereich der KB-13/08 zweimal (siehe Darstellung im baugeologischen Längenschnitt), erreiche jedoch aufgrund der geometrischen Verhältnisse den unmittelbaren Tunnel-Nahbereich nicht.

In den Dolomiten sei das Gebirgsverhalten beim Tunnelausbruch trennflächenbestimmt. Dabei sei aufgrund der dolomit-typischen, geotechnisch günstigen Klufflächenausbildung (vorwiegend stufig-rauh) auch in stärker durchtrennten Bereichen von einer guten Verzahnung der Kluffkörper und von einer guten Verspannung des Gebirges auszugehen. Geringe Gebirgsfestigkeiten würden lediglich in ausgeprägten Zerrüttungszonen mit kleinklüftiger Zerlegung und entsprechenden Verwitterungserscheinungen vorliegen, die in Stärken bis zum oberen Meterbereich auftreten können. Die Verwitterungserscheinungen können in Form schwach oxidierten Trennflächen bis auf Tunnelniveau reichen.

Nach aktuellem Kenntnisstand würden die Dolomite keine primären Sulfatanteile aufweisen. Allerdings sei im nahen Grenzbereich zu gipsführenden Gesteinen des „Alpinen Verrucano“ entlang der Ottersüdrandstörung möglicherweise mit gipsführenden tektonischen Einschüppungen bzw. einer sekundären Sulfatmineralbildung entlang von Scherbahnen oder Klüften zu rechnen, die lokal zu einer Anreicherung vorhandener Bergwässer mit Sulfat führen können. Die Bergwässer können daher in diesem Grenzbereich betonangreifend sein.

Gebirgsbereich 13: Permomesozoikum Otterbasis Süd ("Alpiner Verrucano")**km 83,730 – 83,875 (L = 145 m)**

Der Gebirgsbereich 13 sei nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten durch einen schmalen Saum aus permomesozoischen Gesteinen gekennzeichnet, die entlang des südlichen Randes des Otter-Karbonatstockes auftreten. Die Überlagerung nehme hier von ca. 550 m im Grenzbereich zu den Karbonaten auf ca. 475 m an der Südgrenze des Gebirgsbereiches ab.

Auf Tunnelniveau sei davon auszugehen, dass die oberflächennah auf größerer Breite vorliegenden Gesteine des Permoskyths („Alpiner Verrucano“ und „Semmeringquarzit“) tektonisch auf einen schmalen Saum ausgedünnt wurden. Nach gegenwärtigem Kenntnisstand würden daher beim Tunnelvortrieb im gegenständlichen Bereich ausschließlich Gesteine des „Alpinen Verrucano“ auftreten. Diese umfassen vorwiegend grüne, stark anisotrope, blättrige bis plattige Serizitphyllite und mäßig anisotrope Serizitschiefer. Die Serizitschiefer würden häufig Übergänge bzw. Wechsel mit Metasandstein bzw. Metaarkosen zeigen. Lokal seien bis über 10 m starke Züge aus Gips bzw. Gipsbrekzie im Gebirgsbau vorhanden. Die Gesteine würden Festigkeiten besitzen, die von sehr gering bis mäßig hoch reichen. Die Abrasivität variere von schwach abrasiv bis sehr abrasiv.

Die vorhandenen Oberflächen- und Bohraufschlüsse würden ein Einfallen der Schieferungsflächen mit vorwiegend flacher bis mittelsteiler Neigung nach NW bis NE aufweisen. Im Nahbereich der Ottersüdrandstörung sei allerdings davon auszugehen, dass der Gebirgsbau sich tektonisch bedingt versteile und die Schieferungsflächen auf Tunnelniveau steiler einfallen. Die Tunneltrasse verlaufe daher stumpf- bis rechtwinkelig zum Gebirgsstreichen.

Der Gebirgsbau werde hier von der grob W-E streichenden, steilstehenden Seitenverschiebung bestimmt, welche die Karbonatgesteine des Otters gegen die silikatischen Permoskyth-Abfolgen begrenze. Diese als „Otter-Südrandstörung“ bezeichnete Störung werde auf Tunnelniveau als sehr steil nach N fallend bzw. als subvertikal angenommen und quere die Tunneltrasse stumpfwinkelig. Im Störungsbereich sei vor allem innerhalb der silikatischen Gesteine (Gebirgsbereich 13) von einer starken tektonischen Überprägung und der Ausbildung von Kataklasitzonen bis in den unteren 10er-Meterbereich auszugehen. In den Kataklasitzonen sei von einem plastischen Gebirgsverhalten auszugehen. Neben der „Otter-Südrandstörung“ würden weitere, ausgeprägte spröde tektonische Scherbahnen, die parallel zum Gebirgsbau verlaufen, entlang der Grenzen zwischen „Semmering-Quarzit“ und der eingeschalteten Rohwackenzüge vorliegen. Diese Scherbahnen können zwar feinkörnige Kataklasite bis zur unteren 10er-Meter-Stärke erreichen, ihr Auftreten auf Tunnelniveau sei allerdings unwahrscheinlich. Eine markante, N-S verlaufende Abschiebung („Otter-Baumgarten-Abschiebung“), die im Nahbereich der Bohrung KB-13/08 die Trasse oberflächennah quere, werde nach derzeitigem Kenntnisstand ebenfalls auf Tunnelniveau nicht wirksam werden.

Die hier vertretenen Gesteine seien nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten teilweise bezüglich ihrer Festigkeitseigenschaften als wasserempfindlich und örtlich auch als auslaugbar (Gips) einzustufen. Vereinzelt seien in serizitphyllitreichen Störungsgesteinen Smektitgehalte bis zu 3 % nachgewiesen worden, die lokal ein mäßiges Quellpotential aufweisen.

Gebirgsbereich 14: Übergangszone Wechselschiefer- und Permomesozoikum**km 83,875 – 84,100 (L = 225 m)**

Nach Angabe der (baugeologischen) Projektanten beziehe sich der gegenständliche Gebirgsbereich auf die Übergangszone zwischen den Gesteinen des „Alpinen Verrucano“ der Otterbasis und den Wechselschiefern des Wechsel-Kristallins. Dieser Abschnitt werde im Bereich Hinterrotter von der Tunneltrasse durchörtert. Die Überlagerung der Tunnelfirste nehme hier von 475 m in Richtung Trattenbachtal auf ca. 385 m ab.

Der Gebirgsbereich sei durch das Auftreten der hangenden Anteile der Wechselschiefer (Albitschiefer, untergeordnet Albitphyllite und Chloritphyllite) gekennzeichnet, die hier teilweise mit Schichtpaketen und Lagen von Gesteinen des

„Alpinen Verrucano“, vertreten durch Metaarkosen, Gipsbrekzien und Serizitschiefer (tw. in Metasandstein übergehend), im m- bis unteren 10er Meterbereich wechsellagern.

Die hangenden Wechselschiefer würden sich generell durch eine eher bankige und schieferige Ausbildung auszeichnen, Klüfte seien teilweise silikatisch verheilt, enthalten jedoch auch Gips. Ausgeprägt graphitisch pigmentierte Lagen seien untergeordnet in m-Stärke vorhanden. Diese Gesteine seien mäßig, teilweise auch gering anisotrop, würden in der Regel eine mäßig hohe bis hohe Gesteinsfestigkeit besitzen und seien als sehr abrasiv einzuschätzen. Gegenüber den weiter südlich im Gebirgsbereich 15 anzutreffenden Wechselschiefern seien diese hier deutlich kompakter und geringer anisotrop. Die Gesteine des „Alpinen Verrucano“ würden die gleichen baueologischen Eigenschaften besitzen, wie für den Gebirgsbereich 13 beschrieben.

Die Lagerungsverhältnisse seien mit flachem bis mittelsteilem Einfallen nach NW bis NE gleich wie im Gebirgsbereich 14. Die tektonische Überprägung des Gebirgsbereiches sei als schwächer einzuschätzen als jene des Gebirgsbereiches 13. Die tektonischen Bauelemente würden jenen des GB 13 entsprechen. Die Erkundungsergebnisse würden auf einzelne Störungen und Scherbahnen schließen lassen, die über dm-starke bis selten m-starke Kataklasten nicht hinausgehen. Die Tunnelachse verlaufe in diesem Bereich stumpf- bis rechtwinkelig zum Gebirgsstreichen.

Gebirgsbereich 15: Wechselschiefer Trattenbachtal;

km 84,100 – 85,550 (L = 1.450 m)

Nach Angabe der (baueologischen) Projektanten sei der Bereich zwischen Otterstock und dem Wechselgneiskörper südlich des Trattenbachtals, der ausschließlich durch Wechselschiefer aufgebaut wird, unter dem Gebirgsbereich 15 zusammengefasst worden. Die Überlagerung der Tunnelfirste betrage hier maximal ca. 390 m und nehme auf ein Minimum von ca. 180 m im Bereich der Trattenbachtalunterfahrung bei Baumgarten ab. Der Talbereich sei mit einzelnen Wohnobjekten in sehr geringer Dichte bebaut.

Die Wechselschiefer würden hier aus vorwiegend stark anisotropen Albitphylliten bis Albitschiefern, mit Zwischenlagen aus graphitreichem Phyllit und untergeordnet Chloritphylliten bis Chloritschiefern bestehen, die großteils den phyllitischen bzw. gescherten Wechselschiefern zuzuordnen seien. Es handle sich um meist stark anisotrope und überwiegend „sehr abrasive“ Gesteine mit mäßig hoher bis teilweise auch geringer Festigkeit. Vor allem graphitische Bereiche, die in m- bis örtlich unterer 10er-Meter-Stärke auftreten, seien stärker schieferungsparallel geschert bzw. teilweise zu dm- bis m-starken Kataklasten zerschert.

Die Schieferungsflächen würden vorwiegend mittelsteil, örtlich auch flach nach NNW bis NE einfallen. Der Gebirgsbau streiche annähernd rechtwinkelig zur Tunneltrasse. Aufgrund der erhöhten Teilbeweglichkeit entlang der Schieferungsflächen sei im Fall eines von N kommenden Tunnelvortriebs mit dem Ausgleiten von Klufftkörperverbänden aus der Ortsbrust zu rechnen.

Die vorherrschenden tektonischen Elemente seien im Nordabschnitt des Gebirgsbereiches die südlichen Fortsetzungen der bereits im Rahmen der Gebirgsbereiche 12 bis 14 beschriebenen, steilstehenden und N-S streichenden, jungen Störungen. Mit zunehmender Annäherung an die Trattenbachtalunterquerung würden talparallel streichenden Störungen, sowie WNW-ESE streichende Abschiebungen der „Schlaggraben-Nebelsbach-Störung“ hinzukommen. Letztere würden eine bedeutende Abschiebungszone bilden, welche die Wechselschiefer von den Wechselgneisen südlich des Trattenbachtals trenne (Grenze GB 15 zu GB 16). Im Bereich der Trattenbachtalunterquerung bis zur tektonischen Grenze zum Wechselgneis sei entlang von steilstehenden und NNW fallenden, sowie steil nach NNE fallenden Scherbahnen mit dem Auftreten ausgeprägter Kataklasten vorwiegend in m-Stärke, lokal aber auch bis zur unteren 10er-Meterstärke zu rechnen. Die Tunneltrasse quere die Störungsbahnen stumpfwinkelig zu deren Streichrichtungen.

In den gescherten Bereichen der Trattenbachtalquerung (nahe der „Schlaggraben-Nebelsbach-Störung“) können geringfügige Anteile an quellfähigen Tonmineralen auftreten, die ein schwaches Quellpotential bedingen können.

Wegen der im Grenzbereich zu Anteilen des „Alpinen Verrucano“ (GB 14) vorhandenen Gipsanteile im Gebirge sei das Auftreten von gipsgefüllten Klüften in den hangenden Abschnitten des Gebirgsbereiches 15 möglich. Zwischen der nördlichen Gebirgsbereichsgrenze und – grob geschätzt – km 84,400 können nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten daher auch hier gipsführende Klüfte auftreten, die zu einer Sulfatanreicherung im Bergwasser und zu betonangreifenden Eigenschaften der Bergwässer führen.

Gebirgsbereich 16: Wechselgneis südlich des Trattenbachtals;

km 85,550 – 89,820 (L = 4.270 m)

Der Gebirgsbereich 16 umfasse nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten den ausgedehnten Bereich der Wechselgneise, welcher von der Tunneltrasse südlich des Trattenbachtals bogenförmig unterfahren werde. Hier quere der Tunnel die NW-Hänge des Alpls, den Feichtenbachgraben, den Trattenbachgraben, den Saurücken und den Siebengraben, bevor mit dem nachfolgenden Gebirgsbereich 17 das obere Trattenbachtal (Thalergaben) wieder unterquert werde. Die Überlagerung der Tunnelfirste reiche von ca. 195 m im Nahbereich des Trattenbachtals bis zu 650 m unter dem Saurücken. Bebautes Gebiet werde lediglich im Trattenbachgraben bei ca. km 87.700 unterfahren.

Das Gebirge werde hier ausschließlich aus Wechselgneis mit unterschiedlichen Ausbildungen aufgebaut. Diese würden von massigen, gering bis mäßig anisotropen Albitgneisen und Albit-Blasten-Gneisen über stärker geschieferte, mäßig anisotrope Albitgneise bis Albitschiefer, quarzreiche Gneise und Chloritschiefer bis zu „phyllitischen“, stark gescherten und stark anisotropen Albitschiefern, Chloritphylliten und Serizit-Chlorit-Quarz-Schiefern bis –Phylliten reichen. Die einzelnen Gesteinstypen würden im Gebirgsaufbau lagenweise in m- bis 10er-Meter-Stärke wechseln. Relativ selten würden graphitisch pigmentierte Albitgneise, Albitschiefer und Albitphyllite als m-starke, örtlich auch bis über 10 m starke, schieferungsparallele Lagen im Gebirgsbau auftreten. Die Gesteinsfestigkeiten der Wechselgneise seien meist hoch (teilweise auch sehr hoch), lediglich gescherte, „phyllitische“ bzw. teilweise auch graphitische Schichtpakete würden mäßig hohe Festigkeiten aufweisen. Die Gesteine seien als sehr abrasiv einzustufen.

Die Erkundungsergebnisse würden unterschiedliche Lagerungsverhältnisse, mit meist flach einfallenden Schieferungsflächen aufweisen. Die Fallrichtungen weisen großteils flaches bis mittelsteiles Einfallen nach W (zwischen WSW und NW variierend), teilweise aber auch flaches bis mittelsteiles Einfallen nach S bis SE auf. NE-SW verlaufende und flach fallende b-Achsen würden auf einen flachwelligen Faltenbau hinweisen. Die Tunnelachse verlaufe im nordöstlichen Abschnitt des GB 16 spitzwinkelig bis subparallel zur Streichrichtung der Schieferungsflächen, im südwestlichen Abschnitt stumpf- bis rechtwinkelig. Die dominierenden Kluffstellungen streichen – breit streuend – NW-SE bis NE-SW und würden mittelsteil bis sehr steil nach NE bis SE fallen. Untergeordnete Kluffstellungen würden steil nach NW bzw. steil nach SW fallen.

Generell weise nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten der Wechselgneiskörper hier eine bereichsweise variierende, im Allgemeinen mäßige tektonische Beanspruchung im Vergleich zu anderen tektonostratigraphischen Einheiten des Semmeringgebietes auf. Über weite Strecken seien lediglich schieferungsparallele Scherbahnen vorhanden, die in stärker beanspruchten Schichtpaketen zur Ausbildung von charakteristischen, talkig-serizitischen Trennflächen bestegen bzw. teilweise zu schieferungsparallelen Harnischen und cm- bis dm-starken sandig-schluffigen Kataklasiten geführt haben. Stark gescherte Schichten würden einen „mürben“ Gesteinscharakter mit deutlich reduzierten Festigkeiten aufweisen. Entlang der Seitengraben des Trattenbachtals, zum Teil aber auch querschlägig dazu, würden mittelsteile bis steile Störungen auftreten. Diese seien häufig als Abschiebungen zu charakterisieren und würden m-starke Kataklasitzonen und mürbe gescherte Gesteinsanteile enthalten. Diese Zonen würden von der Tunneltrasse vorwiegend stumpfwinkelig gequert.

Quellfähige Tonminerale seien in diesem Bereich lediglich vereinzelt in cm- bis dm-starken Kataklasiten mit Gehalten bis zu einigen Prozent festgestellt worden. In geotechnischer Hinsicht seien diese Anteile aufgrund der geringen Stärke potentiell quellfähiger Schichten für das Bauvorhaben nicht maßgeblich.

Gebirgsbereich 17: Wechselgneis (Trattenbach-Störung)**km 89,820 – 90,025 (L = 205 m)**

Der Gebirgsbereich 17 kennzeichne nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten den Abschnitt, in dem die Tunneltrasse den oberen Trattenbachgraben (Thalergraben) quere. Hier verlaufe entlang des Trattenbachtals eine Störung, die als Abschiebung interpretiert werde. Die Überlagerung der Tunnelfirste betrage im Querbereich im Minimum ca. 380 m.

Das Gebirge werde durch Wechselgneis aufgebaut, dessen Charakteristik und baueologische Eigenschaften jenen im Gebirgsbereich 16 entsprechen.

Entlang der oben erwähnten, WSW-ENE bis SW-NE streichenden Störungszone, die steil nach NW bis NNW einfallt, sei das Gebirge stärker zerlegt und geschert. Die Störungszone enthalte eine Kernzone mit bis zu 10 m starken sandig-schluffigen Kataklastiten. Im Randbereich sei vom Vorhandensein von diskreten Scherbahnen mit cm- bis lokal m-starken Kataklastiten auszugehen. Die Störungsgesteine können bis zu einige Prozent an quellfähigen Tonmineralen (nachgewiesen wurden bis zu 4 % effektiver Smektitgehalt) führen und würden dementsprechend örtlich ein mäßiges Quellpotential aufweisen.

Die Lagerungsverhältnisse würden jenen der angrenzenden Gebirgsbereiche 16 und 18 entsprechen. Im Zusammenhang mit der Störungszone sei eine Änderung der Fallrichtungen von Schieferungsflächen von einem Einfallen nach W bzw. S-SE (Gebirgsbereich 16) auf überwiegend flach nach ESE fallende Schieferungsflächen (Gebirgsbereich 18) zu vermuten. Die Tunneltrasse quere die Störungszone spitzwinkelig und verlaufe vorwiegend stumpfwinkelig zum Streichen des Gebirgsbaus.

Gebirgsbereich 18: Wechselgneis (Fanklbauerhöhe);**km 90,025 – 91,670 (L = 1645 m)**

Nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten betreffe der Gebirgsbereich den Höhenzug des Grenzkammes zwischen Niederösterreich und der Steiermark, der sich vom Erzkogel über den Alpkogel und die Poirhöhe bis zum Feistritzsattel erstreckt. Die Tunneltrasse quere den Höhenzug im Bereich der Fanklbauerhöhe. Die Überlagerung der Tunnelfirste steige in diesem Bereich von ca. 415 m im Nahbereich des Trattenbachtals auf bis zu 715 m an.

Auf Tunnelniveau trete ausschließlich Wechselgneis in unterschiedlicher Ausbildung mit vorwiegend geringer bis mäßiger, in Teilbereichen auch stärkerer Zerlegung auf. Die Gesteinsvariationen würden von massigen bis gering geschieferten Albitgneisen bis zu bankigen bzw. örtlich dünnbankigen Albitschiefern reichen. Untergeordnet würden stärker geschieferte Chloritschiefer und Serizit-Chlorit-Quarz-Schiefer vorkommen. Die einzelnen Varietäten des Wechselgneises würden vorwiegend lagenweise im m- bis 10er-Meterbereich wechseln. Die Gesteine würden eine geringe bis mäßige Anisotropie aufweisen, vorwiegend aber eine hohe Gesteinsfestigkeit besitzen und seien als „sehr abrasiv“ einzustufen. Gescherte, mürbe Anteile (meist Serizit-Chlorit-Quarz-Schiefer mit mäßiger Gesteinsfestigkeit), sowie dm- bis m-starke graphitisch pigmentierte Anteile sind vergleichsweise selten. Die oberflächennah in diesem Bereich teilweise großflächig auflagernden Wechselschiefer werden auf Tunnelniveau nicht angetroffen.

Hinweise auf ausgeprägte Störungszone gebe es für diesen Gebirgsbereich nicht. Nach den Erkundungsergebnissen würden Kataklastite im Wesentlichen lokal entlang von schieferungsparallel gescherten Gesteinslagen in cm- bis dm-Stärke auftreten. Die Schieferungsflächen seien allerdings teilweise als Scherbahnen mit Harnischen ausgebildet und würden in diesen Bereichen charakteristische, serizitisch-talkige Bestege führen.

Die Lagerungsverhältnisse seien durch sehr flach liegende bzw. flach in diverse Richtungen einfallende Schieferungsflächen gekennzeichnet, wobei im niederösterreichischen Anteil des Gebirgsbereiches im unmittelbarer Trassennähe eine Tendenz zu vorwiegend flachem Einfallen nach ESE vorliege. Auf der steirischen Seite der Fanklbauerhöhe seien vorwiegend mittelsteil nach W bis NW fallende Schieferungsflächen festgestellt worden. Der Gebirgsbau werde daher nach

Angaben der (baugeologischen) Projektanten als flache Antiklinalstruktur interpretiert. Die dominierenden Klufscharen würden steil bis sehr steil bis überkippt nach SSE bzw. NNW, annähernd nach N-S und nach E-W einfallen. Die Tunnelachse verlaufe daher teilweise stumpf- bis rechtwinkelig, teilweise auch spitzwinkelig schleifend und subparallel zu den Hauptkluftstellungen.

Im Allgemeinen würden in diesem Gebirgsbereich baugelogisch günstige Gebirgsverhältnisse vorliegen. Aufgrund der teilweise ungünstigen Trennflächenausbildung (Harnische und Bestege) sei in tektonisch stärker beanspruchten Bereichen von einer erhöhten Teilbeweglichkeit vorwiegend entlang der flach gelagerten Schieferungsflächen auszugehen.

Gebirgsbereich 19: Wechselgneis (Fröschnitzgraben West)

km 91,670 – 92,780 (L = 1110 m)

Nach Angabe der (baugeologischen) Projektanten umfasse der Gebirgsbereich die östlich der Fanklbauerhöhe gelegene Westflanke des Fröschnitzgrabens und reiche auf Trassenniveau bis etwa zur Querung des Fröschnitzgrabens. Die Überlagerung der Tunnelfirste nehme von rd. 630 m auf rd. 385 m ab.

Der Gebirgsabschnitt werde von Wechselgneis in unterschiedlicher Ausbildung aufgebaut. Es würden massige bis gering geschieferte Albitgneise mit geringer bis mäßiger Zerlegung dominieren, die Einschaltungen von stärker geschieferten und stärker zerlegten Varietäten aufweisen.

Bereichsweise würden quarzreiche bis quarzitische Gneise und stark geschieferte, teils mürbe Serizit-Chlorit-Quarz-Schiefer („phyllitischer Wechselgneis“) auftreten. Die Mächtigkeit der zwischengeschalteten Pakete bewege sich im untersten 10er-Meterbereich. Lokal würden auch geringmächtige, z.T. tektonisch beanspruchte Lagen von graphitischen Albitschiefern auftreten.

Der überwiegende Teil des Gebirgsbereiches weise mäßige, teils auch geringe Anisotropie auf. Die Gesteine würden vorwiegend hohe Gesteinsfestigkeiten aufweisen und seien als weitgehend sehr abrasiv einzustufen.

Die Lagerungsverhältnisse seien durch mittelsteiles Einfallen in westliche Richtungen geprägt. Die Schieferungsflächen würden somit stumpf- bis rechtwinkelig zur Tunnelachse streichen.

Einzelne kataklastische Bahnen bzw. Störungszonen würden mit maximalen Mächtigkeiten im obersten Meter bis untersten 10er-Meterbereich auftreten. Störungszonen würden dabei weitgehend parallel bis spitzwinkelig zur Schieferung mit stumpf- bis rechtwinkeligem Streichen zur Tunnelachse verlaufen. Die Störungsgesteine können bis zu mehrere Prozent an quellfähigen Tonmineralen (bis zu 7 % effektiver Smektitgehalt gemäß Laborbefund) führen und dementsprechend lokal ein erhöhtes Quellpotential aufweisen.

Das Gebirgsverhalten beim Tunnelvortrieb sei in diesem Abschnitt trennflächenbestimmt. Im Allgemeinen würden baugelogisch günstige Gebirgsverhältnisse vorliegen. Aufgrund der teilweise ungünstigen Trennflächenausbildung (Harnische und serizitisch-talkige Bestege) sei in tektonisch stärker beanspruchten Bereichen von einer erhöhten Teilbeweglichkeit entlang der Schieferungsflächen auszugehen.

Gebirgsbereich 20: Übergang Wechselgneis - Wechselschiefer (Fröschnitzgraben);

km 92,780 – 93,030 (L = 250 m)

Der Gebirgsbereich umfasse die hangendsten Anteile des Wechselgneises und stelle den Übergangsbereich zur Gesteinsfolge der Wechselschiefer dar. Die Überlagerung der Tunnelfirste variere zwischen etwa 405 und 450 m.

Das Gebirge werde von graphitischen Albitschiefern mit vorwiegend dünnbankiger bis bankiger Ausbildung und mäßiger bis teils starker Zerlegung aufgebaut. Das intakte Gestein weise hohe bis teils mäßig hohe Gesteinsfestigkeiten auf und sei als sehr abrasiv einzustufen.

Die Orientierung der Schieferung zeige dominierend W-gerichtetes Einfallen mit mittelsteilen Einfallswinkeln und weise somit überwiegend stumpf- bis rechtwinkelig zur Tunnelachse verlaufendes Streichen auf.

In Folge tektonischer Überprägung sei das Gebirge bereichsweise stark geschert. Kataklastische Bahnen und Störungszonen treten mit Mächtigkeiten bis in den untersten 10er-Meterbereich auf und seien dabei vorwiegend etwa schieferungsparallel ausgebildet.

In feinkornreichen Kataklastiten können nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten quellfähige Tonminerale auftreten. Die ermittelten Smektitgehalte würden bis zu 3 % betragen, wodurch das Quellpotenzial als weitgehend gering bis lokal mäßig einzustufen sei.

Infolge der geringen hydraulischen Durchlässigkeit des Gebirges würden sich Bergwasserzutritte zum Tunnel auf eine bereichsweise Durchfeuchtung sowie geringe Kluftwasserführungen in kaum nennenswerten Bergwassermengen beschränken. Lokal können sich artesische Verhältnisse, mit hydrostatischen Druckniveaus über GOK einstellen. Hydrogeologische Auswirkungen bis an die Oberfläche seien nicht zu erwarten.

Gebirgsbereich 21: Wechselschiefer Fröschnitzgraben;

km 93,030 – 93,980 (L = 950 m)

Der Gebirgsbereich umfasse nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten die Einheit der Wechselschiefer, die die östliche Talflanke des Fröschnitzgrabens aufbaue. Auf Trassenniveau würden die Gesteine nach W hin bis unter den Höhenrücken zwischen Fröschnitzgraben und Longsgraben reichen, wodurch die Überlagerung der Tunnelfirste von vorerst rd. 445 m bis auf etwa 715 m ansteige.

Das Gebirge werde von Albitphylliten dominiert, die in Abhängigkeit von der lithologischen Ausbildung und der tektonischen Überprägung teils dünnplattig bis blättrig („phyllitisch“), teils dünnbankig bis plattig („schiefrig“) vorliegen. Die Gesteine seien mäßig bis stark zerlegt, lagenweise auch kataklastisch überprägt.

Bereichsweise würden graphitreiche Phyllit-Lagen auftreten, für die Mächtigkeiten bis max. rd. 20 m nachgewiesen worden seien. Diese Lagen würden weitgehend stark tektonisch überprägt häufig zu Kataklastiten entfestigt vorliegen.

Innerhalb der Abfolge der Wechselschiefer lasse sich dabei mit aufsteigender Kilometrierung eine tendenzielle Zunahme der kompetenteren, „schiefrigen“ Varietäten sowie eine Abnahme der stärker zerlegten „phyllitischen“ und graphitischen Varietäten erkennen.

Die Lagerungsverhältnisse werden nach Angabe der (baugeologischen) Projektanten von mittelsteilem Einfallen in westliche Richtungen gekennzeichnet. Die Schieferungsflächen würden somit etwa stumpf- bis rechtwinkelig zur Tunnelachse streichen.

Die intakten Gesteine zeigen v.a. hohe bis mäßig hohe Gesteinsfestigkeiten und seien sehr abrasiv. In Folge der Ausbildung der Schieferung (Schieferungsabstände, z.T. serizitische und graphitische Bestege) weise das stark bis teils mäßig anisotrope Gebirge erhöhte Teilbeweglichkeit entlang der Schieferungsflächen auf.

Einzelne Störungszonen seien v.a. von schluffig-sandig-kiesigen Kataklastiten und zerscherten Phylliten aufgebaut und würden Mächtigkeiten bis in den unteren 10er-Meterbereich erreichen. Sie seien v.a. etwa schieferungsparallel ausgebildet und würden somit ebenfalls etwa stumpf- bis rechtwinkelig zur Tunnelachse streichen. In feinkornreichen Kataklastiten können nach Angabe der (baugeologischen) Projektanten bereichsweise quellfähige Tonminerale auftreten. Die Smektitgehalte würden jedoch weitgehend unter 5 % liegen, wodurch das Quellpotenzial als schwach bis mäßig einzustufen sei.

Gebirgsbereich 22: Deckengrenze Fröschnitzgraben**km 93,980 – 94,420 (L = 440 m)**

Der Gebirgsbereich umfasse nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten die permomesozoischen Gesteine der Wechsel-Einheit sowie den Deckenkontakt zum Semmering-Kristallin, zu dem auch die angrenzenden phyllonitischen Kristallingesteine gezählt werden. Die Überlagerung der Tunnelfirste liege zwischen rd. 710 m und etwa 560 m.

Mit aufsteigender Kilometrierung würden - dem stratigraphischen Aufbau des Permomesozoikums folgend - vorerst Serizitschiefer des „Alpinen Verrucano“, dann „Semmeringquarzite“ und daraufhin karbonatische Gesteine (v.a. brekziierte karbonatische Schiefer und karbonatische Brekzien) erwartet. Die Mächtigkeit der Pakete liege jeweils im (oberen) 10er-Meterbereich. In den Grenzbereichen der Einheiten seien z.T. graduelle Übergänge bzw. Wechsellagerungen der Gesteine ausgebildet. Der Kontaktbereich zum Semmering-Kristallin sei abschließend von Phylloniten bis phyllonitischen Glimmerschiefern aufgebaut.

Die Lagerungsverhältnisse würden v.a. von mittelsteilem W-Fallen dominiert. Die Schieferungsflächen würden somit etwa stumpf- bis rechtwinkelig zur Tunnelachse streichen.

Die Einheit des „Alpinen Verrucano“ werde von Serizitschiefern mit Übergängen in Serizitphyllit und Metasandstein/-arkose dominiert. Die überwiegend dünnbankig bis (dünn)plattig ausgebildete Schieferung weise vielfach serizitisch-talkige Bestege auf. Die Gesteine würden überwiegend mäßige Gesteinsfestigkeiten zeigen und seien abrasiv bis sehr abrasiv. Das Gebirge sei überwiegend mäßig bis stark anisotrop.

Mit den Gesteinen des Alpinen Verrucano assoziiert würden Sulfatgesteine (erkundete Mächtigkeit bis rund 10 m) in Form von brekziierten Gips-Phyllit-Wechsellagerungen mit geringen Anhydrit-Anteilen (wenige Prozent) auftreten. Eine Sulfatmineralführung betreffe jedoch auch die umliegenden Gesteine, in denen Gips und untergeordnet Anhydrit in Form von dünnen Lagen und Adern bzw. Klufffüllungen vorhanden sei.

Die Semmeringquarzit-Einheit werde von massigen bis (dünn)bankigen Quarziten mit Übergängen in Metasandsteine, Metaarkosen und Metakonglomerate aufgebaut. Die Gesteine seien überwiegend mäßig bis stark zerlegt und würden hohe bis mäßig hohe Gesteinsfestigkeit aufweisen. Das Gestein sei als sehr abrasiv bis tw. extrem abrasiv einzustufen. Durch tektonische Beanspruchung trete lokal eine das Korngefüge schwächende „Vergrusung“ bzw. sandig-grusige kataklastische Überprägung des Gesteins auf, die maximale Mächtigkeiten bis in den m-Bereich erreichen könne.

Der folgende Abschnitt werde von karbonatischen Brekzien und karbonatischen brekziierten Schiefer dominiert. Das Gebirge sei von weitgehend massigem, gering geklüftetem Habitus, jedoch geringen bis teils sehr geringen Gesteinsfestigkeiten gekennzeichnet. Aus der Baugrunderkundung sei weiters ein lokales Auftreten von tektonischen Schollen bzw. Spänen aus Dolomit bekannt, denen insbesondere in hydrogeologischer Hinsicht Bedeutung zukomme. Ein Auftreten von Dolomitschollen auf Trassenniveau sei zwar nicht gesichert, könne jedoch nicht ausgeschlossen werden.

Im Kontaktbereich zum Semmering-Kristallin können nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten die karbonatischen Gesteine als karbonatische Störungsgesteine sowie in tektonischer Verschuppung mit stark geschieferten, phyllonitischen Gesteinen vorliegen. Das Gebirge erlange dadurch bereichsweise den Charakter einer tektonischen Melange.

Im westlichsten Abschnitt des Gebirgsbereichs 22 würden die Gesteine des Semmering-Kristallins erwartet, die infolge intensiver duktiler tektonischer Überprägung als Phyllonite bis phyllonitische Glimmerschiefer, teils mit graphitischen Anteilen vorliegen. Die Schieferung sei in Abhängigkeit des Maßes der tektonischen Überprägung dünnbankig bis dünnplattig, teils auch blättrig ausgebildet und z.T. mit serizitischen, lokal auch graphitischen Bestegen versehen. Die Gesteine seien mäßig bis stark zerlegt, würden überwiegend mäßige bis teils geringe Gesteinsfestigkeit aufweisen und seien als sehr abrasiv einzustufen. Das Gebirge sei überwiegend stark bis mäßig anisotrop.

Störungszonen würden im gesamten Gebirgsbereich 22 vorwiegend mittelsteiles Einfallen nach etwa W aufweisen und seien etwa schieferungsparallel orientiert. Sie streichen somit stumpf- bis rechtwinkelig zur Tunnelachse. In Abhängigkeit

von der Art des Ausgangsgesteins weisen die Störungszonen unterschiedliche Ausbildung und Charakteristik auf. Die Mächtigkeiten würden vorwiegend im oberen m- bis untersten 10er-Meterbereich liegen.

Der Gebirgsbereich 22 sei von wechselnden Gebirgseigenschaften gekennzeichnet, die sich in variabler Gesteinsfestigkeit, Zerlegung und Anisotropie widerspiegeln.

In feinkorn- und phyllosilikatreichen Störungsgesteinen können nach Angabe der (baugeologischen) Projektanten lokal quellfähige Tonminerale auftreten (effektive Smektitgehalte bis mehrere Prozent), die lokal ein mäßiges Quellpotenzial bedingen können.

Gebirgsbereich 23: Gneis - Grüngesteins-Folge;

km 94,420 – 97,210 (L = 2,790 m)

Der Gebirgsbereich 23 wird nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten von den Gesteinen der Gneis-Grüngesteins-Folge des Semmering-Kristallins eingenommen. Im Bereich der Unterfahrung des Hochecks würden die Firstüberlagerungen mit rd. 870 m die größten Beträge entlang der gesamten Tunneltrasse erreichen. Bei der Querung des Longsgrabens und des Kaltenbachgrabens betrage die Überlagerung der Tunnelfirste rund 560 m bzw. 470 m.

Das Gebirge werde von der Einheit Gneis-Grüngestein dominiert, die aus gebänderten bis geschieferten Gneise mit Grüngesteinseinschaltungen aufgebaut wird. Bei stärkerer duktiler Überprägung würden die Gesteine auch als Glimmerschiefer bzw. Grünschiefer vorliegen.

Zwischengeschaltete Pakete aus Grüngestein und quarzreichem bis quarzitischem Gneis würden Mächtigkeiten bis in den 10er-Meterbereich aufweisen. Lokal würden weiters Einschaltungen von stark geschiefertem Phyllonit bzw. phyllonitischem Glimmerschiefer sowie von grobkörnigem Porphyroid („Porphyroid des Hasentales“) auftreten. Deren Mächtigkeiten überschreiten jedoch kaum den oberen Meterbereich.

Die Gesteine würden hohe bis sehr hohe Gesteinsfestigkeiten besitzen und seien als sehr abrasiv lokal auch als extrem abrasiv (v.a. quarzitisches Gneise) einzustufen. Vorwiegend dickbankiger bis bankiger Habitus und geringe bis mäßige Zerlegung würden zu isotropem bis gering anisotropem Gebirge führen.

Die Lagerungsverhältnisse würden bis etwa km 94,850 von mittelsteilen W-fallenden Schieferungsflächen geprägt, die die Orientierung der Deckengrenze zur Wechsel-Einheit nachzeichnen. Die Schieferung streiche somit etwa stumpf- bis rechtwinklig zur Tunnelachse. Im westlich anschließenden Abschnitt würden steile bis mittelsteile Einfallsrichtungen nach S bis SE dominieren, wodurch die Schieferung schweifend bis spitzwinklig zur Tunnelachse verlaufe.

Kataklastische Bahnen und Störungszonen würden nur lokal und mit weitgehend geringen Mächtigkeiten im dm- bis m-Bereich auftreten. Mächtigkeiten im untersten 10er-Meterbereich seien an einzelne Störungszonen (etwa Bereich Longsgraben, Bereich Kaltenbachgraben) gebunden. Sie würden v.a. mittelsteiles W- bis NW-Fallen zeigen und streichen somit stumpfwinklig zur Tunnelachse. Untergeordnet können auch schieferungsparallele Kataklastizone auftreten. Als Spezifikum des Nahbereichs zur Deckengrenze können nach Angabe der (baugeologischen) Projektanten lokal dm- bis m-starke Störungsbahnen mit porösen karbonatischen Störungsbrekzien und sandigen Kataklastiten auftreten, deren Bedeutung sich weitgehend auf eine lokale Erhöhung der Wasserwegigkeit beschränke.

Im westlichen Abschnitt des Gebirgsbereiches können auf einer Länge von über 1 km in den Kristallingesteinen Sulfatminerale in Form von schieferungsparallelen Lagen und Linsen sowie als Mineralkrusten entlang von Klüften auftreten. Die Mächtigkeiten der Lagen und Kluffüllungen würden dabei meist im mm- bis unteren cm-Bereich und die Abstände weitgehend im Bereich von mehreren Metern liegen. Die Sulfatminerale würden vorwiegend aus Gips bestehen, wengleich in einer schieferungsparallelen Lage 66 % Anhydrit nachgewiesen worden sei. Einem möglichen Anhydritbedingten Quellverhalten komme auf Grund der geringen Auftretenshäufigkeit von Anhydrit nur eingeschränkte Bedeutung zu.

Gebirgsbereich 24: Hühnerkogel-Störung;**km 97,210 – 97,440 (L = 230 m)**

In diesem Gebirgsbereich werden nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten der Hühnerkogel unterfahren und die sogenannte Hühnerkogelstörung durchörtert. Die Überlagerung der Tunnelfirste betrage rd. 730 bis 760 m.

Der Gebirgsbereich sei von kataklastischen Störungszonen der Hühnerkogelstörung bzw. ihrer begleitenden Störungselemente geprägt. Die Störungszonen würden mit mittelsteilen Einfallswinkeln etwa gegen W bis NW einfallen und somit etwa stumpf- bis rechtwinklig zur Tunnelachse streichen. Der Internbau des Störungsbereichs weise Kernzonen mit einem hohen Anteil an feinkornreichen Kataklastiten und mit Mächtigkeiten im oberen m- bis untersten 10er-Meterbereich auf, die von Zonen mit vorwiegend Sandkorn-dominierten Kataklastiten und von geschonten Gebirgsbereichen aus gescherten bis stark zerlegten Festgesteinen (Übergangszone bzw. stark zerlegtes Gebirge) begleitet werden.

Geschonte Gebirgsabschnitte würden aus weitgehend stark zerlegten Gesteinen der Gneis-Grüngesteins-Folge des Semmering-Kristallins bestehen und demzufolge v.a. aus Gneisen mit Einschaltungen von Grüngestein, Grünschiefer, Glimmerschiefer und Phyllonit aufgebaut. Die Mächtigkeiten dieser Gebirgsabschnitte reichen bis in den 10er-Meterbereich. Die Schieferungsflächen würden dabei flach bis mittelsteil nach S bis W einfallen und einen Faltenbau nachzeichnen. Die Streichrichtung der Schieferung nehme demnach variablen Verlauf zur Tunnelachse ein.

Zusammenfassend beurteilt sei der Gebirgsabschnitt von starker Zerlegung bis kataklastischer Überprägung des Gebirges gekennzeichnet. Anisotropie und Gesteinsfestigkeit würden mit dem Maß der tektonischen Scherung bzw. Entfestigung variieren. Intakte Gesteine seien als sehr abrasiv einzustufen.

Analog zum östlich angrenzenden Gebirgsabschnitt (Westabschnitt des Gebirgsbereichs 23) würden in den Gesteinen Sulfatminerale in Form von dünnen Lagen und Kluffüllungen auftreten. Die baugeologische Einschätzung hinsichtlich Quellpotenzial und Betonaggressivität des Bergwassers entspreche jener in Gebirgsbereich 23.

Gebirgsbereich 25: Glimmerschiefer-Folge;**km 97,440 – 98,970 (L = 1,530 m)**

In Gebirgsbereich 25 werden nach Angabe der (baugeologischen) Projektanten Gesteine der Glimmerschiefer-Folge des Semmering-Kristallins durchörtert. Die Überlagerung der Tunnelfirste nehme graduell von rd. 730 auf 485 m ab.

Die Glimmerschiefer-Folge werde von Glimmerschiefern dominiert, die in Abhängigkeit von der mineralogischen Zusammensetzung und dem Maß an duktiler tektonischer Überprägung teils gneisigen, teils phyllonitischen Charakter besitzen. Lokal würden Einschaltungen von teils Graphit-führenden Phylliten bzw. Phylloniten auftreten.

Das meist mäßig bis teils stark anisotrope Gebirge zeige überwiegend (dick)bankigen bis dünnbankigen Habitus mit mäßiger bis geringer Zerlegung. Das intakte Gestein weise hohe bis mäßige Gesteinsfestigkeit auf und sei sehr abrasiv bis lokal extrem abrasiv. Starke schieferungsparallele Zerschierung mit serizitischen Schieferungsbestegen sowie intensive kataklastische Überprägung seien an lokal auftretende Zonen mit Mächtigkeiten im oberen m- bis untersten 10er-m-Bereich gebunden und würden vielfach mit dem Auftreten von Phyllonit-Einschaltungen einhergehen.

Die Lagerungsverhältnisse seien von einem Faltenbau mit flach nach WSW bis SW abtauchender Faltenachse geprägt. Es würden sich meist flache bis mittelsteile Einfallswinkel der Schieferungsflächen und kleinräumig variierende Einfallrichtungen zwischen SE, SW und NW ergeben. Zerscherte Zonen bzw. Störungsbahnen seien vielfach etwa schieferungsparallel ausgebildet, wobei mittelsteiles Einfallen nach S bis NW dominiere. Schieferungsflächen und Störungsbahnen würden somit variables Streichen zur Tunnelachse einnehmen.

In feinkornreichen Kataklastiten könne örtlich ein Quellpotenzial auf Grund der vorhandenen Tonmineralgehalte (bis zu mehrere Prozent Smektit) gegeben sein, das jedoch durch die weitgehend geringen Mächtigkeiten der kataklastischer Bahnen nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten als geotechnisch nicht maßgeblich eingestuft werde.

Gebirgsbereich 26: Glimmerschiefer-Folge / Rotes Kreuz-Störung**km 98,970 – 99,980 (L = 1010 m)**

Der Gebirgsbereich 26 umfasse nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten weiterhin Gesteine der Glimmerschiefer-Folge des Semmering-Kristallins, die hier weitgehend stärker zerlegt als in Gebirgsbereich 25 auftreten. Weiters werde die sogenannte „Rotes-Kreuz-Störung“ durchörtert. Die Überlagerung der Tunnelfirste nehme graduell von rd. 485 auf 255 m ab.

Das Gebirge werde von Glimmerschiefern und Phylliten bis Phylloniten aufgebaut. Die Schieferungsabstände würden vielfach zwischen bankig und blättrig schwanken, wobei schieferungsparallel gescherte Zonen mit Mächtigkeiten im 10er-Meterbereich auftreten und längere Tunnelabschnitte einnehmen können. Die vielfach serizitisch belegte Schieferung stelle das dominierende Gefügeelement dar und führe zu weitgehend stark anisotropem, tws. auch mäßig anisotropem Gebirge. Die Gesteinsfestigkeit sei für intakte Gesteine als mäßig hoch zu beschreiben, sei jedoch häufig durch tektonische Überprägung deutlich herabgesetzt. Das intakte Gestein sei als sehr abrasiv einzustufen.

Die Orientierung der Schieferungsflächen folge nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten einem Faltenbau mit flach nach SW abtauchender Faltenachse. Unter dem zwischen SE, SW und NW schwankendem Einfallen würden (N)W-liche und südliche Richtungen mit flachen bis mittelsteilen Einfallswinkeln dominieren. Die Streichrichtungen der Schieferungsflächen würden somit variablen Verlauf zur Tunnelachse einnehmen.

Die auftretenden Störungszonen seien tws. mit beträchtlicher Mächtigkeit ausgebildet. Die markanteste werde als Rotes-Kreuz-Störung bezeichnet und erlange gemäß Bohrbefund eine Gesamtmächtigkeit von rd. 100 bis 150 m. Der Internbau der Störungszone lasse mehrere (lt. Bohrbefund: drei) Kernzonen erkennen, die von kompaktierten, feinkornreichen Kataklasiten (Feinkornanteile bis 80 %) beherrscht werden und Mächtigkeiten von jeweils rd. 10 bis 20 m aufweisen. Abseits der Kernzonen werde die Störungszone von einem Wechsel aus schluffig-sandig-kiesigen Kataklasiten, feinkornreichen Kataklasitbahnen und geschonten Gesteinsabschnitten aufgebaut, die variable Anteile am Gebirgsvolumen einnehmen. Das Durchörteren der Rotes-Kreuz-Störung sei nach ca. km 99,650 prognostiziert.

Die maximale Mächtigkeit von weiteren Störungszonen sei überwiegend im unteren 10er-Meterbereich anzunehmen. Sie würden beiderseits der Rotes-Kreuz-Störung auftreten, wobei im Kontakt zum Grobgneis des Gebirgsbereichs 27 jedenfalls mit starker kataklastischer Überprägung zu rechnen sei.

Die Hauptstörungszonen würden stumpf- bis rechtwinkelig zur Tunnelachse verlaufendes NE-SW Streichen aufweisen und mittelsteil bis flach nach NW einfallen. Untergeordnet können auch mittelsteil nach SE einfallende Elemente auftreten.

In den Störungszonen treten v.a. an feinkornreiche Zonen gebunden quellfähige Tonminerale auf. Die im Labor bestimmten Smektitgehalte würden jedoch nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten kaum 5 % überschreiten, wodurch das Quellpotenzial als mäßig einzustufen sei.

Gebirgsbereich 27: Grobgneis**km 99,980 – 101,130 (L = 1150 m)**

Im Gebirgsbereich 27 nähere sich nach Angabe der (baugeologischen) Projektanten die Trasse an das Fröschnitztal an und quere dieses mit einer minimalen Firstüberlagerung von etwa 80 m.

Das aus Grobgneis aufgebaute Gebirge werde von mehreren Störungsästen des Mürztal-Semmering-Störungssystems durchschlagen, die mit der Trasse zu durchörteren seien.

Der massige bis schwach geschieferte Grobgneis liege v.a. mäßig bis stark zerlegt vor. Das Gestein weise hohe bis sehr hohe Gesteinsfestigkeit auf und sei als sehr abrasiv bis extrem abrasiv einzustufen.

Häufig lasse sich im Grobgnais infolge starker tektonischer Beanspruchung eine Entfestigung des Korngefüges zu v.a. sandig-grusigen Störungsgesteinen beobachten. Die Störungsgesteine würden sowohl als cm- bis dm-starke Einschaltungen im Gebirgsverband als auch in Störungszonen mit Mächtigkeiten bis in den 10er-m-Bereich auftreten. Lokal seien geringmächtige kataklastisch überprägte Zonen aus phyllitischen Gesteinen ausgebildet.

Die Schieferungsflächen würden variables Einfallen zeigen. Ihnen komme im weitgehend isotropen bis gering anisotropen Gebirge jedoch nur eingeschränkte mechanische Bedeutung zu.

Störungszonen und Harnischflächen würden bis etwa km 100,450 v.a. mittelsteil nach WSW bis NNW einfallen und v.a. stumpf- bis spitzwinkelig zur Tunnelachse streichen. Im Nahbereich des Fröschnitztales dominiere steiles bis mittelsteiles Einfallen der Großstörungen nach NW bis NNW und somit v.a. stumpfwinkelig zur Tunnelachse verlaufendes Streichen. Scher- und Harnischflächen würden vorwiegend E-W bis NE-SW streichen und mittelsteil bis steil in beide Richtungen (Streichen recht- bis stumpfwinkelig zur Tunnelachse) einfallen.

Entlang des Trennflächennetzes können lokal limonitische oxidierte Beläge auftreten, die als von der Oberfläche bis auf Tunnelniveau eindringende Verwitterungserscheinungen zu verstehen seien.

Lokal können Scherbahnen mit erhöhtem Phyllosilikatanteil auftreten, die quellfähige Tonminerale beinhalten. Die im Labor bestimmten Smektitgehalte betragen dabei bis zu 7 %. Aufgrund der geringen räumlichen Ausdehnung und Häufigkeit von feinkornreichen Kataklasten sei jedoch nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten davon auszugehen, dass das Quellpotenzial keine geotechnische Bedeutung erlange.

Ein lokales Auftreten von gasförmigem Schwefelwasserstoff durch anaerobe Umsetzung von Pyrit sei zwar nicht als wahrscheinlich zu erachten, könne jedoch nicht gänzlich ausgeschlossen werden.

Gebirgsbereich 28: Mürztal-Semmering-Störungssystem bei Grautschenhof;

km 101,130 – 101,640 (L = 510 m)

Nach Angabe der (baugeologischen) Projektanten quere im Gebirgsbereich 28 die Tunneltrasse den unmittelbar nördlich des Fröschnitztales gelegenen Mündungsbereich des Wallersbachgrabens. Die Überlagerung der Firste variere zwischen etwa 95 und 150 m.

Der Gebirgsabschnitt sei vom (E)NE - (W)SW-verlaufenden Mürztal-Semmering-Störungssystem geprägt, das die auftretenden Glimmerschiefer bis Quarzphyllite weitgehend intensiv tektonisch überprägt vorliegen lasse.

Das Gebirge werde von einem Wechsel von teils sandig-kiesig, teils schluffig-sandig dominierten Kataklasten sowie stark zerlegten und zerscherten Gebirgsabschnitten aufgebaut. Feinkornreiche Kernzonen (mit Feinkornanteilen bis über 60 % gemäß Laborbefund) können Mächtigkeiten bis in den unteren 10er-Meterbereich erlangen. Lokal können auch Späne von ebenfalls gestörtem Grobgnais auftreten.

Die Orientierung der Störungszonen und der Schieferungsflächen zeige mittelsteiles bis steiles Einfallen nach etwa NNW. Sie würden somit stumpf- bis rechtwinkelig zur Tunnelachse streichen. Untergeordnet sei auch mit steilen NNW-SSE-streichenden Störungsbahnen der Wallersbachstörung zu rechnen, die spitzwinkelig zur Tunneltrasse verlaufe.

Der gesamte Gebirgsabschnitt sei von stark zerlegtem bis gestörtem Gebirge mit weitgehend starker Anisotropie gekennzeichnet.

Insbesondere in feinkornreichen Störungskernzonen können quellfähige Tonminerale auftreten. Die Smektitgehalte würden jedoch kaum 5 % überschreiten, wodurch das Quellpotenzial als mäßig einzustufen ist.

Im Kontaktbereich zum anschließenden Gebirgsbereich 29 sei ein Auftreten von Serizitphylliten des „Keupers“ möglich. Diese Gesteine können Sulfatmineralführung aufweisen, wodurch Bergwässer betonaggressive Eigenschaften aufweisen können.

Gebirgsbereich 29: Karbonatgesteine Wallersbach;**km 101,640 – 102,160 (L = 520 m)**

Der Gebirgsbereich 29 wird nach Angabe der (baugeologischen) Projektanten von einem Karbonatgesteinszug aufgebaut, der an der Geländeoberfläche als erkennbare morphologische Rippe den Talverlauf des Wallersbachgrabens quere. Die Überlagerung der Firste betrage etwa 150 bis 210 m.

Es würden vorwiegend Kalkstein bzw. Kalkmarmor und Dolomit bzw. Dolomitmarmor auftreten. Untergeordnet würden sich Rauhacken und Kalk- und Dolomitmikrobrekzien finden. Die Gesteine würden mit unterschiedlichen Bankungsabständen (massig bis dünnbankig) vorliegen und seien vielfach mäßig bis gering, bereichsweise auch stark zerlegt. Bereichsweise würden Karsterscheinungen in Form korrosiv erweiterten Trennflächen mit Öffnungen im mm- bis cm-Bereich auftreten.

Das Gebirge sei meist isotrop und von weitgehend hohen Gesteinsfestigkeiten und günstiger Trennflächenbeschaffenheit gekennzeichnet. Die Gesteine seien als schwach abrasiv bis abrasiv einzustufen.

Die Lagerungsverhältnisse würden von flachem Schichteinfallen in Richtung N bis WNW dominiert, das zur Südgrenze der Karbonatgesteine hin ein Aufsteilen zu mittelsteilen Einfallswinkeln erfahre. Schieferungs- bzw. Schichtflächen würden somit spitz- bis stumpfwinkelig zur Tunnelachse streichen.

Störungsgesteine würden lokal entlang von Störungszonen auftreten. Die markanteste Störungszone sei entlang der Südgrenze des Gebirgsbereichs ausgebildet und weise eine Gesamtmächtigkeit von rd. 80 bis 90 m auf. Der Großteil des Störungsbereichs liege als schwach verfestigte karbonatische Störungsbrekzien, teils mit rauhackigem Charakter vor. Die Mächtigkeit des kataklastischen Störungskerns aus vielfach zu feinem Gesteinsmehl zerriebenen Karbonatgesteinen betrage gemäß Bohrbefund etwa 30 m. Die Störungszone falle mittelsteil bis steil nach NNW und streiche somit etwa im 45°-Winkel zur Tunneltrasse. Sie sei als Teil des Mürztal-Semmering-Störungssystems zu verstehen.

Weitere geringermächtige Störungszonen würden v.a. nach WNW bzw. ENE einfallen und spitz- bis stumpfwinkelig zur Tunneltrasse streichen. Sie würden z.T. Begleitelemente der Wallersbachstörung darstellen, deren Hauptstörungsbündel hier etwas östlich der Tunneltrasse verlaufe.

Gebirgsbereich 30: Quarzphyllit Edlach;**km 102,160 - 102,970 (L = 810 m)**

Der Gebirgsbereich werde nach Angabe der (baugeologischen) Projektanten von Quarzphylliten bis Phylliten des Semmering-Kristallins dominiert. Weiters sei ein Paket aus Semmeringquarzit ausgebildet, das im Liegenden der Phyllite und somit in unmittelbarem Kontakt zu den darunterliegenden Karbonatgesteinen auftrete. Der geologische Bau werde von einer flachen Synklinalkonstruktion bestimmt, die bis etwa km 102,550 dominierend NW-gerichtetes, danach vorwiegend SE-gerichtetes Einfallen der Schieferungsflächen zeige. Demzufolge werde das Semmeringquarzit-Paket beiderseits des Synklinalkerns aus kristallinen Phylliten angetroffen.

Die Überlagerung der Firste betrage in diesem Gebirgsbereich etwa zwischen 120 und 205 m.

Die deutlich geschieferten Quarzphyllite bis Phyllite des Semmering-Kristallins liegen nach Angabe der (baugeologischen) Projektanten in intaktem Zustand vorwiegend dünnbankig bis plattig vor. Tektonische Beanspruchung führe jedoch häufig zu einer intensiven schieferungsparallelen Zerschering mit feinkörnigen Bestegen auf den Schieferungsflächen sowie zu schieferungsparallelen kataklastischen Bahnen. Das Gestein zeige überwiegend mäßige bis geringe Festigkeit und sei als sehr abrasiv einzustufen. Das Gebirge sei stark bis mäßig anisotrop und weise insbesondere in schieferungsparallel gescherten Abschnitten hohe Teilbeweglichkeit entlang der Schieferungsflächen auf.

Im westlichsten wie auch im östlichsten Abschnitt des Gebirgsbereichs werden Semmeringquarzite angetroffen, die als wenige 10er-Meter mächtiges Schichtpaket die kristallinen Phyllite unterlagern. Infolge der flachen Lagerungsverhältnisse könne der Semmeringquarzit über längere Vortriebsabschnitte im Tunnelquerschnitt zu liegen kommen.

Der massige bis dünnbankige Quarzit sei infolge tektonischer Überprägung überwiegend stark bis mäßig zerlegt. Das intakte Gestein weise hohe Gesteinsfestigkeit auf, die jedoch durch tektonisch induzierte Mikrorisse häufig auf mäßig hoch herabgesetzt sei. Das Gestein sei als sehr abrasiv bis tw. extrem abrasiv einzustufen. Das Trennflächennetz weise - mit Ausnahme von lokalen phyllitischen Zwischenlagen bzw. Schieferungsbelägen - weitgehend günstige Eigenschaften auf. Das Gebirge sei weitgehend gering anisotrop.

Stark tektonisierte Quarzitabschnitte würden eine Schwächung bis Entfestigung des Korngefüges („Vergrusung“) bis hin zur Ausbildung von sandig-grusigen Kataklastiten zeigen. Im Zusammenwirken mit Bergwasser sei ein deutlicher Abfall der Festigkeitseigenschaften anzunehmen, der lokal zu einem breiigen Ausfließen von sandkörnigem Gesteinsmaterial führen könne.

Lokal auftretende steilstehende Störungszonen würden v.a. NNE-SSW verlaufen und somit stumpfwinkelig zur Tunnelachse streichen. Im westlichsten Abschnitt des Gebirgsbereichs sei durch die Annäherung an die Scheedgrabenstörung eine Erhöhung der Dichte von Störungsbahnen anzunehmen. Hier können untergeordnet auch stark zerlegte Karbonatgesteinsabschnitte zwischengeschaltet sein.

In den kristallinen Phylliten würden lokal v.a. an feinkornreiche Kataklastite gebunden quellfähige Tonminerale auftreten. Die Smektitgehalte seien im Labor mit 1 bis 3 %, lokal auch bis 5 % bestimmt worden, wodurch das Quellpotenzial als schwach bis lokal mäßig einzustufen ist.

Gebirgsbereich 31: Karbonatgesteine Scheedgraben;

km 102,970 – 115,010 (L = 226 m); (Fehllänge -11.813,816 m)

In diesem Gebirgsbereich trete nach Angabe der (baugeologischen) Projektanten die Tunneltrasse wiederum in den Karbonatgesteinszug ein, der sich vom Bereich Wallersbachgraben kommend, über den Portalbereich bis nach Mürzzuschlag erstreckt. Die Tunneltrasse unterfahre hier den Scheedgraben mit minimaler Überlagerung der Tunnelfirste von über 85 m. Der Gebirgsbereich entspreche dem im Begleitstollen zwischen etwa Station 830 und 1050 aufgefahrenen Abschnitt.

Das Gebirge sei von einer starken tektonischen Beanspruchung geprägt, die mit dem Störungsbündel der Scheedgrabenstörung in Zusammenhang stehe. Die steilstehenden Störungsbahnen würden ca. NNE-SSW streichen und somit stumpf bis rechtwinkelig zur Tunnelachse verlaufen.

Es würden stark zerscherte, kleinstückig zerlegte und brekziöse Karbonatgesteine (v.a. Dolomit, -marmor, -brekzie) bis karbonatische Störungsgesteine dominieren, die zum Teil verkarstet vorliegen. Durch tektonische Verschuppung seien den Karbonatgesteinen wiederholt Semmeringquarzite und Quarzphyllite zwischengeschaltet, die ebenfalls stark zerlegt bis kataklastisch überprägt vorliegen.

Das weitgehend stark zerlegt Gebirge sei zum überwiegenden Teil isotrop bis gering anisotrop. Die hohe Festigkeit des intakten Gesteins sei durch tektonische Beanspruchung bereichsweise deutlich herabgesetzt. Die Gesteine seien als schwach abrasiv bis abrasiv einzustufen.

Gebirgsbereich 32: Karbonatgesteine Mürzzuschlag;

km 115,010 – 115,500 (L = 490 m)

Der Gebirgsbereich 32 wird nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten von den Karbonatgesteinen aufgebaut, die im Begleitstollen etwa bis Station 835 aufgefahren wurden. Die Überlagerung der Tunnelfirste betrage vorerst rd. 120 bis 140 m, um ab etwa km 115,200 konstant abzunehmen. Auf den letzten rd. 60 m des Gebirgsbereichs betrage die Firstüberlagerung lediglich rd. 20 bis 30 m.

Die auftretenden Karbonatgesteine würden v.a. von Dolomit/-marmor sowie von Kalk/-marmor eingenommen. Das Gebirge sei meist massig bis bankig ausgebildet und vielfach mäßig, teils auch gering zerlegt. Das Gebirge sei isotrop bis gering anisotrop. Die Gesteine würden hohe bis sehr hohe Festigkeit aufweisen und seien schwach abrasiv bis abrasiv.

In Störungsbereichen sei das Gebirge stark zerrüttet und kleinstückig zerlegt sowie abschnittsweise kataklastisch entfestigt. Dies treffe insbesondere auf den Gebirgsabschnitt zwischen etwa km 115,350 und 115,440 zu.

Charakteristisch für diesen Gebirgsbereich sei eine über weite Bereiche auftretende Verkarstung des Trennflächengefüges, die mit lehmigen Trennflächenfüllungen bzw. -bestegen einhergehe. Die Öffnungsweiten der Trennflächen würden sich v.a. im mm- bis cm-Bereich bewegen, können im portalnahen Abschnitt jedoch lokal auch darüber hinaus reichen.

Die Schieferungs- bzw. Schichtflächen würden flaches bis mittelsteiles Einfallen nach E bis ESE zeigen und somit stumpf bis rechtwinkelig zur Tunnelachse streichen. Steilstehende Harnischflächen und Störungsbahnen würden mit variablen Streichrichtungen auftreten.

Gebirgsbereich 33: Portalbereich Mürzzuslag;

km 115,500 – 115,726,93 (L = 226,9 m)

Der Gebirgsbereich sei nach Angabe der (baugeologischen) Projektanten von einem stark schleifenden Verlauf der Trasse zur Felslinie gekennzeichnet. Dadurch sei über längere Abschnitte mit heterogenen baugeologischen Verhältnissen zu rechnen, bei denen Lockergesteine im oberen und Festgesteine im unteren Bereich des Tunnelquerschnittes auftreten. Die Überlagerung der Tunnelfirste betrage etwa zwischen 18 m und 5 m. Der größte Teil dieses Gebirgsabschnittes falle in den Bereich der offenen Bauweise. Für detaillierte geologische Profildarstellungen sei auf Plan Nr. 5510-EB-5000AL-04-0204 verwiesen.

Die Lockergesteine würden vorwiegend aus Hangschuttsedimenten bestehen. Sie würden eine maximale Mächtigkeit von rd. 10 bis 20 m erreichen, wobei im Hangbereich lokal auch ein gänzlich Auskeilen der Lockergesteinsschwarte auftrete (Felsaufschlüsse). Bei den Lockergesteinen handle es sich vorwiegend um Kies-Sand-Stein-Gemische sowie um Blockschuttagerungen, die tws. „verlehmt“ vorliegen und deren Komponenten überwiegend aus Karbonatgesteinen untergeordnet auch aus Kristallingesteinen (v.a. Quarzphyllit) bestehen. Lokal liege eine Verzahnung mit Bachschuttsedimenten vor.

Der darunterliegende anstehende Fels werde von Karbonatgesteinen (v.a. Kalkmarmor, Dolomit, Rauhwacke) aufgebaut, die infolge intensiver Verwitterung und Verkarstung stark auflockert und mit teils „verlehmtem“ Trennflächengefüge vorliegen.

Bei einem Auftreten von blockreichem karbonatischem Hangschutt im Nahebereich der Felslinie, können sich hinsichtlich der baugeologischen Charakteristik fließende Übergänge zum stark aufgelockerten Fels ergeben.

Die bislang gegebene Baugrundbeschreibung beziehe sich auf die südlichere Tunnelröhre (Gleis 1). Die bergseitig gelegene Tunnelröhre (Gleis 2) sei bis zum Portal großteils im anstehenden Fels aus zerlegten und aufgelockerten Karbonatgesteinen gelegen. Lockergesteine aus Hangschuttsedimenten begleiten den Tunnelquerschnitt im südlichen First-/Kämpferbereich maximal über wenige 10er-Meter.

Die bodenmechanische und geotechnische Bearbeitung der Lockergesteine sei durch den bodenmechanischen Gutachter (Dr. LACKNER) erfolgt, auf dessen Bearbeitungen hiermit verwiesen wird (Dokument Nr. 5510-EB-5100AL-00-0010).

1.2.2.5 Prognose der Voreinschnitte und Portalbereiche

Baugeologische Profil bzw. Schnittdarstellungen zu den Voreinschnitten und Portalbereichen sind in folgenden Plänen beigelegt:

- 5510-EB-5000AL-04-0203: Geologische Profile Portalbereich Gloggnitz
- 5510-EB-5000AL-04-0204: Geologische Profile Portalbereich Mürzzuschlag

Voreinschnitt bzw. Vor-Portalbereich Gloggnitz

Nach Angabe der (baugeologischen) Projektanten werde im Portal- und Vorportalbereich Gloggnitz oberflächennah die Lockergesteinsüberlagerung in einer Stärke von bis zu 12 m (bergmännisches Portal) angetroffen. Diese nehme gegen E, im Nahbereich einer Terrassenkante der Schwarza (ca. km 76,600) auf eine Stärke von etwa 7 m ab. Die Lockergesteinsbedeckung bestehe im überwiegenden Anteil aus Hangschutt (kantige, sandige Kiese mit schluffigen Feinanteilen) mit Phyllit- und Schieferkomponenten der „Silbersberg-Gruppe“. In diese seien untergeordnet lagenweise gut gerundete, sandig schluffige Kiese (fluviale Ablagerungen der Schwarza) eingeschaltet. Sowohl Hangschutt- als auch fluviale Ablagerungen würden weitgehend gleiche Zusammensetzungen (Kornverteilungen) aufweisen und seien lediglich anhand des Komponentenrundungsgrades zu differenzieren. Die untersten Anteile der Lockergesteinsschwarte seien der Verwitterungszone des anstehenden Felsuntergrundes zuzurechnen. In dieser wenige Meter starken Zone sei der anstehende Phyllit der „Silbersberg-Gruppe“ weitestgehend in cm-große kiesige Komponenten mit sandig-schluffigen bis tonigen Anteilen entfestigt.

Unter der Lockergesteinsbedeckung stehe angewitterter bis oberflächennah verwitterter, grauer bis violettgrauer, teilweise geröllführender und stark entlang der Schieferungsflächen zerlegter Phyllit („Silbersberg-Gruppe“) an. Die Felsoberfläche verlaufe zwischen dem bergmännischen Portal und der Terrassenkante sehr flach gegen die Schwarza geneigt. Lokal trete stark zerlegter Fels an der Erosionsflanke der Terrassenkante bergseitig der entlang der B27 vorhandenen Bebauung zutage. Die Schieferungsflächen würden hier steil bis sehr steil in Richtung N bis NNE einfallen.

Beim Voreinschnitt für das Tunnelportal in Gloggnitz würden nach Angabe der (baugeologischen) Projektanten nur geringe Wasserzutritte aus der Verwitterungsschwarte bzw. der Hangschuttauflage erwartet. Die beiden Erkundungsbohrungen KB-37/08 und KB-38/08 hätten nur sehr geringe Durchlässigkeiten im Bereich von 1×10^{-8} m/s erbracht. Sie seien jeweils mit Pegelrohren ausgebaut worden, in denen sich ein oberflächennaher Hangwasserspiegel eingestellt habe. Im nahen Umfeld zur Trasse würden sich keine Quellen oder Brunnen befinden. Auswirkungen des Bauvorhabens auf bestehende Wassernutzungen seien daher nicht zu erwarten.

Die Untergrundverhältnisse seien im Plan „Geologische Profile Portalbereich Gloggnitz“, M 1:1.000, Plan Nr. 5510-EB-5000AL-04-0203 im Detail dargestellt.

Voreinschnitt Vor- und Portalbereich Mürzzuschlag

Der Vor-Portalbereich Mürzzuschlag umfasse nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten die sogenannte Rampe, den Voreinschnitt der bergseitigen Tunnelröhre (Gleis 2) sowie das Abtauchen der Trasse unter GOK.

Der Bereich werde weitgehend von Lockergesteinen aufgebaut. Die Lockergesteinsdecke werde talseitig von alluvialen Flusssedimenten aufgebaut, die in Annäherung an den Hangfuß mit Hangschuttsedimenten verzahnt seien und schließlich von diesen abgelöst werden. Die Mächtigkeit der Lockergesteine betrage talseitig bis über 30 m und nehme zum Hang hin deutlich auf tws. nur mehr wenige Meter ab.

Die Lockergesteine würden vorwiegend aus Kies-Sand-Stein-Gemischen mit unterschiedlichem Feinanteil bestehen. Höhere Feinkorngehalte seien in „verlehmten“ Hangschuttlagen sowie in Ausediment-Lagen im Bereich der Flussablagerungen möglich. Blockreicher karbonatischer Hangschutt trete tws. insbesondere im Nahebereich zur Felslinie auf.

Tiefer in den Baugrund eingreifende Bauwerke (v.a. Rampe, Voreinschnitt bergseitige Tunnelröhre) würden bereichsweise den anstehenden Fels aus zerlegten und stark auflockerten Karbonatgesteinen mit teils „verlehmtem“ Trennflächengefüge erreichen.

Die Lockergesteine des Talbodens und die Karbonatgesteine würden einen zusammenhängenden Grundwasserspiegel zeigen, der durch die absenkende Wirkung des Begleitstollens derzeit unterhalb der herzustellenden Bauteile gelegen sei. In der Betriebsphase sei der Grundwasserspiegel jedoch z.T. auf Höhe des Sohlbereiches der Bauwerke zu erwarten. Auswirkungen auf das hydrogeologische Umfeld werden nicht erwartet.

1.2.2.6 Objekte und Hilfsbauwerke

Objekte im Bereich Gloggnitz orographisch links der Schwarza einschl. Straßenbrücke

Wannenbauwerk Unterwerk Gloggnitz (Objekt GLO.MA02)

Nach Angaben der Projektanten sei für die Zufahrt zum Unterwerk Gloggnitz die Errichtung einer wasserdichten Wanne erforderlich. Unter Betrachtung der örtlichen geologisch - hydrogeologischen Gegebenheiten ist aber zu rückzuschließen, dass die orographisch links der Schwarza situierte Wanne auf die gesamte Bauwerkslänge von 107,8 m in die grundwasserführenden Kiessande einbindet.

Ein Bemessungsniveau zum Grundwasser wurde auf Kote 444,80 (HW30 der Schwarza) angenommen.

Die Felsoberkante kommt nach Angabe der Projektanten an der Westseite auf einer Höhe von 439,50 m, an der Ostseite auf ca. 440,40 m zu liegen. Bohrungen wurden im Objektsbereich offensichtlich nicht hergestellt. Die Fundamentunterkante kommt auf 440,171 m zu liegen. Hieraus geht hervor, dass nahezu kein freier Durchflussquerschnitt mehr besteht.

Der Grundwasserabstrom verläuft annähernd parallel zur Schwarza und somit auch annähernd parallel zum Wannenbauwerk.

Die Entfernung der Achse des gg. Wannenbauwerkes zur parallel dazu verlaufenden Wanne Landesstraße B27 beträgt ca. 75 m.

Seitens der Projektanten wurde zur Beherrschung des Wasserandranges eine dichte Baugrubensicherung in Form einer im Schloss geschlagenen Spundwand mit ausreichender Einbindung in den Fels und eine offene Wasserhaltung durch Pumpensümpfe eingeplant.

Unterwerk Gloggnitz

Nach Angaben der Projektanten werde das Objekt auf Streifenfundamenten errichtet. Das Bauwerk tiefste komme auf ca. Kote 444,32 m zu liegen. Konkrete hydrogeologische Informationen sind in den Einreichunterlagen aber nicht enthalten.

Im geplanten Objektsbereich wurden offensichtlich keine künstlichen Aufschlüsse hergestellt. Aus Rückschlüssen aus benachbarten Objekten ist davon auszugehen, dass die Felsoberkante auf ca. Kote 440 m zu liegen kommt. Der Grundwasserabstrom verläuft annähernd normal zur Längsachse des Bauwerkes.

In den Einreichunterlagen sind auch (noch) keine konkreten Vorstellungen über die Art der erforderlichen Grundwasserabsenkung und der Wasserhaltungsmaßnahmen enthalten.

BE-Fläche

In den Einreichunterlagen finden sich keine objektspezifischen Angaben zur geplanten Baustelleneinrichtungsfläche. Aus den Unterlagen kann jedoch rückgeschlossen werden, dass diese auf geringmächtigen Deckschichten zu liegen kommt, die von quartären, grundwasserführenden Kiessanden unterlagert werden.

Rückhalte- und Versitzbecken

Aus den Projektunterlagen ist zu entnehmen, dass im gg. Teilabschnitt nördlich des Unterwerkes Gloggnitz offensichtlich nach Rückbau der BE-Fläche ein Rückhaltebecken und ein Versitzbecken (GSA Gloggnitz Ost; GLO.WB34) errichtet werden.

Objekt GLO.WB34	Sohl	BaWS	BeWS
Km 76,30	tiefe		
Rückhaltebecken	442,75		443,25
Versitzbecken	442,40		

Aus den Einreichunterlagen ist lediglich zu entnehmen, dass die Beckensohle des (dicht herzustellen) Rückhaltebeckens mit hoher Wahrscheinlichkeit in den Grundwasserkörper einbindet. Künstliche Aufschlüsse im Objektsbereich (z.B. Bohrungen) wurden nicht durchgeführt. Der Bemessungswasserstand wurde mit 443,25 m angegeben. Bemerkenswerterweise wurde der Bemessungswasserstand für das unmittelbar südlich anschließende Unterwerk mit dem HW30 der Schwarza (444,80 m) angegeben. Die Höhenlagen der Felsoberkanten (Stauer) unterhalb des Rückhaltebeckens bzw. des Versitzbeckens sind mangels an künstlichen Aufschlüssen nicht mit ausreichender Sicherheit bekannt.

Angaben über die Art der Wasserabsenk- bzw. Wasserhaltemaßnahmen während der Herstellung der Becken sind in den Einreichunterlagen nicht vorhanden.

Straßenbrücke (Huyckstraße) über die Schwarza

Nach Angaben der Projektanten sei auf Grund der wasserbaulichen Maßnahmen entlang der Schwarza und zur Sicherstellung des Abflussquerschnittes im Hochwasserfalls (HW100) die bestehende Straßenbrücke über die Schwarza durch eine neue Brücke ohne Mittelpfeiler zu ersetzen. Die neue Straßenbrücke (GLO.BR05) sei auf Grund straßenbaulicher Randbedingungen für die Werkszufahrt der Fa Huyck an der gleichen Stelle wie die bestehende Brücke zu errichten.

Aus den Projektunterlagen ist zu entnehmen, dass ein HW30 der Schwarza mit 444,08 m angenommen wurde.

Desweiteren ist den Projektunterlagen zu entnehmen, dass die Deckschicht eine Mächtigkeit von ca. 0,5 m aufweise und für die Objektplanung nicht maßgebend sei. Die darunterliegenden Kiese würden an der Westseite bis auf eine Höhe von ca. 439,50 m und an der Ostseite bis ca. 440,40 m reichen. Darunter stehe klüftiger, zersetzter Fels an.

Nach Angabe der Projektanten werde zur Beherrschung des anfallenden Wasserandranges eine dichte Baugrubensicherung verwendet. Diese solle in Form von im Schloss geschlagenen Spundwänden mit ausreichender Einbindung in den Fels ausgeführt werden. Bei der Herstellung der Spundwände könne ein Vorbohren auf Grund der dichten Lagerung und den steinig oder blockigen Zwischenlagen notwendig sein.

Als Wasserhaltung werde eine Schwerkraftentwässerung innerhalb der Spundwände durch gut gefilterte Pumpensümpfe vorgeschlagen.

Objekte Bereich Gloggnitz orographisch rechts der SchwarzaWannenbauwerk Landesstraße B27

Nach Angabe der Projektanten sei im Zuge der Errichtung des Semmering-Basistunnels NEU im Abschnitt Gloggnitz zwischen km 75,561 bis km 76,335 die bestehende Landesstraße B27 niveaufrei zu kreuzen.

Auf Grund des wenig verzögerten Anstieges des Begleitgrundwassers entlang der Wanne sei von den (baugeologischen) Projektanten der Bemessungswasserspiegels in Anlehnung an den HW100 der Schwarza ein Niveau von 445,45 m gewählt worden. Wegen des sehr raschen Durchganges einer HW100 Welle und der Reduzierung der Filterstrecke zwischen Wannen-UK und Fels OK werde sich der Grundwasseranstieg in diesem Zeitraum voraussichtlich nicht auf die gleiche Kote wie bei einem HW100 der Schwarza einstellen. Ein flächiger Anstieg des Grundwassers bis etwa 0,5 m über

GOK sei in diesem kurzen Zeitraum zwar nicht zu erwarten, da auch die natürlichen Deckschichten eine wesentlich geringere Durchlässigkeit aufweisen als die sandigen Kiese des Untergrundes. Der Bemessungswasserspiegel könne daher als konstante Höhe über die Länge der Wanne angenommen werden.

Um das Wannenbauwerk vor dem direkten Einströmen der hochwasserführenden Schwarza zu schützen, sei die flussseitige Wannenwand mindestens 1,00 m über das HW100 der Schwarza zu führen.

Aus den Projektunterlagen ist zu ersehen, dass die FUK der Wanne auf Kote 440,149 zu liegen kommt.

Zwischenangriff Göstritz

Zugangsstollen Göstritz

Die baugelogischen Profil- bzw. Schnittdarstellungen zu den Zwischenangriffen und Baulüftungsschächten seien in Plan-Beil. 5510-EB-5000AL-05-0202 "Baugelogische Längenschnitte Zwischenangriffe und Baulüftungsschächte" ersichtlich.

Der Zugangsstollen Göstritz verlaufe von der östlichen Talflanke der Göstritz oberhalb der markanten Kurve der Semmering-Straße (Querung des Göstritzbaches) in Richtung ENE und erreicht die Tunneltrasse bei ca. km 81,849 (bezogen auf Gleis 1). Der Stollen weise einen Ausbruchsquerschnitt von ca. 74,5 m² auf, besitze eine Gesamtlänge von ca. 986 m und steige vom Portal ausgehend konstant mit 1 % Neigung an. Die letzten ca. 60 m des Stollens seien als Schachtkopfkaverne mit einem Ausbruchsquerschnitt von ca. 477 m² vorgesehen. Als Bauhilfsmaßnahme zum Zugang der Schachtkopfkaverne für die Hebeanlagen sei weiters ein ca. 378 m langer Stollen mit einem Ausbruchsquerschnitt von ca. 40,7 m² und 12 % Steigung geplant.

Die Überlagerung des Zugangsstollens betrage im Bereich des Portals insgesamt etwa 9 m, davon entfallen ca. 5 m auf die Lockergesteinsbedeckung (Hangschutt und Felsverwitterungsschwarte; Kies, sandig, schluffig-tonig). Die maximale Überlagerung von ca. 250 m erreiche der Stollen nahe der Schachtkopfkaverne.

Gesteins- und Gebirgsverhältnisse im Bereich des Zugangsstollens würden weitestgehend jenen, wie sie für den Gebirgsbereich 10 des Tunnels beschrieben wurden, entsprechen. Über den gesamten Abschnitt des Zugangsstollens werden nach Angabe der (baugelogischen) Projektanten Gesteine des „Keuperzuges“ und des „Alpinen Verrucano“ angetroffen. Im Wesentlichen seien dies blättrige bis dünnplattige, vorwiegend stark anisotrope Serizitphyllite und Serizit-schiefer, die teilweise gipsführend und teilweise quarzgeröllführend sind. In untergeordnetem Ausmaß würden auch dunkelgraue, stark anisotrope Tonschiefer („Rhätschiefer“), dunkelgraue, meist stark zerlegte, gering bis mäßig anisotrope Kalke („Rhätkalk“) und Quarzite angetroffen. Sulfatgesteine würden als einzelne cm- bis dm-starke Lagen vorrangig im Serizitphyllit bzw. Serizitschiefer eingeschaltet und örtlich als bis über 10 m starke Gipszüge auftreten. Der Gips könne geringfügige Anhydritanteile enthalten. Die Gesteine würden meist eine sehr geringe bis geringe, in untergeordneten Anteilen auch eine mäßig hohe Gesteinsfestigkeit aufweisen.

Die Lagerung der Schieferungsflächen sei im Bereich des Zugangsstollens flach bis mittelsteil mit Einfallen nach S bis E. Der Zugangsstollen verlaufe daher vorwiegend spitzwinkelig bis subparallel zum Streichen der Gesteinsschichten. Maßgeblich für die Gebirgsverhältnisse im Bereich des Zugangsstollens sei eine starke bis hochgradige tektonische Überprägung des Gebirges entlang von weitgehend W-E streichenden Seitenverschiebungsbahnen des „Graßberg-Schlagl-Störungssystems“. Diese würden vorwiegend steil nach S einfallen und den Zugangsstollen in spitzem Winkel queren. Die tektonische Überprägung führe zu einer (häufig schieferungsparallelen) starken Scherung bis Zerschierung und einer starken Zerlegung der Gesteine, die in der Folge in weiten Bereichen zu Störungsgesteinen (Kataklasite) entfestigt wurden. Entlang der Hauptscherbahnen seien feinkörnige Kataklasite bzw. Störungsbrekzien mit Stärken bis in den unteren 10er-Meter-Bereich ausgebildet („Störungs-Kernzonen“), zwischen den Hauptscherbahnen wechseln Bewegungsbahnen mit Kataklasiten in cm- bis m-Stärke mit geschonten Gebirgsanteilen (Störungszonen-Randbereiche). Die intensive Tektonik bringe teilweise Schichtverstellungen, Verschleppungen und Verkippen von Gebirgsschollen mit sich und führe beim Tunnelvortrieb zu oft kleinräumig wechselnden Gesteins- und Gebirgsverhältnissen. Intakte, gering gescherte Be-

reiche würden selten auftreten. Kompetentere Gesteinsanteile (Quarzite, Rhätkalke) seien oft stark entlang von Kleinklüften zerbrochen und teilweise zu sandig-kiesigen Kataklasiten entfestigt.

Das Gebirge sei im gegenständlichen Bereich aufgrund der intensiven Überprägung und der geringen Festigkeiten tunnelbautechnisch als sehr ungünstig einzustufen. Es sei beim Vortrieb des Zugangsstollens bereits bei relativ geringen Überlagerungshöhen von einem weitgehend plastischen Gebirgsverhalten über große Bereiche auszugehen, da kompetentere Anteile im Gebirgsverband entweder fehlen oder sehr stark zerlegt sind.

Die beim Vortrieb des Zugangsstollens angetroffenen Gesteine seien größtenteils als wasserempfindlich bezüglich ihrer Festigkeitseigenschaften und teilweise auch als auslaugbar (Gips) einzustufen. Mit effektiven Smektitgehalten bis zu 4 % würden die Serizitphyllite ein „mäßiges“ Quellpotential aufweisen.

Das örtliche Auftreten von **Gasen** (Schwefelwasserstoff, Methan) im Gebirge sei nach derzeitigem Kenntnisstand nicht auszuschließen.

Nach Angabe der (baugeologischen) Projektanten würden im Hinblick auf die anfallenden Bergwässer auf Grund der Erkundungsergebnisse (KB-50/08) in Serizitphylliten und Serizitschiefern Gebirgsdurchlässigkeiten in der Größenordnung von 1×10^{-9} m/s aufweisen. Es seien daher nur geringe Einzelwasserzutritte bis max. 1 l/s zu erwarten. Infolge der vorhandenen Anteile von gipshaltigen Gesteinen sei von erhöhten Sulfatgehalten im Bergwasser auszugehen.

Die Quellen dieses Gebietes seien durchwegs an oberflächennahe, lokal begrenzte Grundwasserkörper gebunden, die keine Verbindung zur Tiefenlage der Stollentrasse oder des Schachtes aufweisen. Hydrogeologische Auswirkungen an der Geländeoberfläche seien daher nicht zu erwarten.

Wegen der im „Graßberg-Schlagl-Störungssystem“ sehr schwierigen Baugrundverhältnisse seien nach Angabe der (baugeologischen) Projektanten in der nächsten Erkundungsphase weitere Untersuchungen in diesem Bereich zur Absicherung des baugeologischen Gebirgsmodells und als Grundlage für geotechnische Detailplanungen vorgesehen. Die Ergebnisse dieser zusätzlicher Untersuchungen könnten eine lagemäßige Optimierung des Zwischenangriffes Göstritz (Zugangsstollen und Schacht) aus geotechnischen Gründen bis in den Bereich südlich der Schlaglstörung (in den Nordabschnitt des Gebirgsbereiches 11, erfordern.

Schacht Zwischenangriff Göstritz

Für den Zwischenangriff Göstritz sei nach Angabe der (baugeologischen) Projektanten das Abteufen von zwei Schächten (Schacht 1 mit 9 m Durchmesser bei km 81,849 und Schacht 2 mit 7 m Durchmesser bei ca. km 81,900) vorgesehen. Die Schächte würden ab der Sohle des Zugangsstollens eine Teufe von ca. 255 m aufweisen. Für die Hebeanlage sei im Bereich Schacht 1 ein Schachtkopf erforderlich, der ca. 37 m über die Schachtkopfkaverne ins Hangende hinaufreiche. Dieser sei mit einem Schrägschacht mit dem Betriebsraum der Hebeanlage bei Schacht 2 verbunden. Im Bereich des Schachtkopfes Schacht 1 betrage die Überlagerung ca. 210 m, über dem Betriebsraum der Hebeanlage ca. 245 m.

Mit den beiden Schachtbauwerken werde ein Gebirge aufgefahren, das zwischen Schachtkopfkaverne und Schachtfuß ausschließlich aus Gesteinen des „Keuperzuges“ und des „Alpinen Verrucano“ aufgebaut werde. Die Gebirgsverhältnisse entsprechen in diesem Bereich den bereits unter Gebirgsbereich 10 des Tunnels und für den Zugangsstollen prognostizierten Verhältnissen. Aufgrund der örtlichen Gebirgsverhältnisse sei allerdings im Schachtbereich gegenüber dem Zugangsstollen mit höheren Anteilen an Quarziten, Rhätkalcken und Rhätschiefern am Gebirgsaufbau zu rechnen.

Mit dem geplanten Schachtkopf über Schacht 1 werde nach dem aktuellen Gebirgsmodell der Grenzbereich zwischen den silikatischen Keuper- und Verrucano-Gesteinen und dem auflagernden „Karbonatgesteinsdeckel“ erreicht. Die hier vorliegenden Quarzite seien im Nahbereich zur Karbonatgesteins-Untergrenze stark zerlegt (häufig kiesig-sandige Kataklasite in oberer m-Stärke) und es seien hier m-starke, teilweise kompaktierte Störungsbrekzien ausgebildet.

Nach aktuellem Kenntnisstand werde mit den beiden Schachtbauwerken keine Hauptbewegungsbahn des „Graßberg-Schlagl-Störungssystems“ angetroffen. Neben steil nach S fallenden Begleitscherbahnen des Störungssystems (dm- bis

m-starke Kataklasitzonen) sei daher bei den Schachtbauwerken größtenteils mit schieferungsparallel (flach bis mittelsteil nach S bis E einfallend) orientierten Scherbahnen und Störungsgesteinen bis m-Stärke, bzw. in Einzelfällen auch bis ca. 10 m Stärke zu rechnen.

Bezüglich Gebirgsverhalten, Quellvermögen, Bergwasser-, Gas- und Sulfatführung würden die für den Zugangsstollen getroffenen Prognosen auch für die Schachtbauwerke gelten. In gleicher Weise würden für den Schacht Göstritz auch die bereits unter „Zugangsstollen Göstritz“ getroffenen Aussagen über die tunnelbautechnisch und geotechnisch sehr schwierigen Baugrundverhältnisse im „Graßberg-Schlagl-Störungssystem“ gelten, wobei im Rahmen weiterer Untersuchungen eine lagemäßige Optimierung des Schachtstandortes erreicht werden könnte.

Baulüftungsschacht Trattenbachgraben

Der Baulüftungsschacht werde nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten im Bereich der Trattenbachgraben-Querung zwischen den beiden Tunnelröhren bei ca. km 87,767 als temporäres Bauwerk für die Vortriebsphase errichtet und anschließend wieder verschlossen. Das Schachtbauwerk solle einen Durchmesser von 2,8 m aufweisen und erreiche eine Tiefe von ca. 350 m. Der Schacht reiche bis zum Querschlag 24, der die beiden Tunnelröhren miteinander verbindet.

Beim Abteufen des Schachtes sei eine bis zu 6 m starke Deckschicht aus Hangschutt- und Wildbachablagerungen als oberste Schicht zu durchteufen. Es handle sich dabei um sandige, meist gering schluffige, steinige Kiese mit wechselndem Rundungsgrad.

Darunter würden Festgesteine des Wechselgneises folgen, die hier als massige bis undeutlich geschieferte Albitgneise, als bankige bis dünnbankige Albitschiefer bzw. untergeordnet auch als Chloritschiefer ausgebildet seien. Gescherte, stärker geschieferte Lagen würden lokal als Serizit-Chlorit-Quarz-Schiefer (m-Stärke) auftreten. Graphitisch pigmentierte Albitgneise bzw. Albitschiefer bis Albitphyllite seien selten und in relevanter Stärke (m- bis unterer 10er-Meterbereich) lediglich im tiefsten Abschnitt des Schachtes zu erwarten. Der Fels sei bis in eine Tiefe von ca. 20 m oberflächennah verwittert und weise in dieser Zone sandige Kluffüllungen bis dm-Stärke auf.

Das Gebirge sei hauptsächlich parallel zu den Schieferungsflächen geschert (Harnische mit talkig-serizitischen Bestegen bzw. lokal Scherbahnen mit cm- bis dm-starken, sandig-schluffigen Kataklasiten). Die Schieferungsflächen und parallel dazu orientierte Scherbahnen würden vorwiegend flach nach W bis WNW einfallen. Eine ausgeprägte, mittelsteil bis steil nach W einfallende Störungszone werde vermutlich in einer Schachteufe zwischen 80 m und 100 m durchörtert. In diesem Bereich seien die Wechselgneise stärker zerlegt, mürbe geschert bis alteriert und würden eine deutlich reduzierte Festigkeit aufweisen. Entlang von diskreten Scherbahnen seien die Gesteine völlig zu sandig-schluffigem Kataklasit (dm-Stärke) entfestigt.

Die Festigkeit der aufzufahrenden Gesteine sei, abgesehen vom oben angeführten Störungsbereich, im Allgemeinen hoch, in stärker gescherten bzw. graphitischen Abschnitten auch mäßig hoch. Aufgrund des lagenweisen Wechsels im oberen m- bis 10er-Meterbereich von gering anisotropen bis mäßig anisotropen Wechselgneisen mit mäßig bis stark anisotropen „geschieferten“ bzw. „phyllitischen“ Typen, variiere die Gebirgsfestigkeit und das Ausbruchverhalten lagenweise. Die zu durchörternden Gesteine seien als größtenteils „sehr abrasiv“ einzustufen.

Das Gebirgsverhalten werde maßgeblich vom Trennflächensystem bestimmt. Die dominierenden Kluffstellungen würden mittelsteil nach ENE fallen, teilweise auch steil nach SW und stumpfwinkelig mit den Schieferungsflächen verschneiden. Die Klüfte seien meist stufig und rau, in gescherten Bereichen auch glatt mit talkig-serizitischen Bestegen.

In der Lockergesteins-Deckschicht entlang der Grabensohle sei ein bachbegleitender Porengrundwasserkörper ausgebildet. Eine Abdichtung des Schachtkopfes gegen das Entwässern dieses Porengrundwasserkörpers über den Schacht sei vorzusehen.

Der darunter aufgefahrene Felsuntergrund weise nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten unterhalb der Verwitterungszone weitgehend dichte Verhältnisse auf, tropfende bis örtlich rinnende Bergwasserzutritte entlang von einzelnen wasserführenden Klüften würden daher auf Gesamtzutrittsmengen von maximal 1-5 l/s geschätzt. Wie die benachbarte Bohrung KB-17/08 gezeigt habe, seien aber bis zur Endteufe Zutritte von artesischen Wässern mit Einzelschüttungen bis zu wenigen Litern pro Minute und Druckspiegeln bis über GOK zu erwarten.

Um mögliche Auswirkungen des Schachtbauwerkes auf oberflächennahe Grundwasserkörper, die eine Verbindung mit diesen Artesern aufweisen können, zu unterbinden, müsse eine dauerhafte Entwässerung artesischer Bergwässer über den Schacht mit geeigneten Maßnahmen verhindert werden.

Zwischenangriff Fröschnitzgraben und Nothaltestelle

Der Zwischenangriff Fröschnitzgraben bestehe nach Angabe der (baugeologischen) Projektanten aus zwei vertikalen Schächten mit Tiefen von rd. 420 m. Schacht 1 erreiche das Tunnelniveau mittig zwischen den Streckenröhren bei etwa km 92,606 (Gleis 1) und weise einen ovalen Querschnitt mit maximalen Abmessungen von rd. 23 x 19 m auf. Schacht 2 sei knapp westlich der Tunnelröhre Gleis 2 bei etwa km 92,631 gelegen und habe einen Durchmesser von rd. 11 m. Am Fuß der Schächte sei die Errichtung der Nothaltestelle mit mehreren Kavernen und Querschlägen geplant.

Die beiden Schächte würden gleichermaßen die liegenden Anteile der Wechselschiefer sowie die Gesteine des Wechselgneis-Komplexes durchörtern, die im hangenden Bereich als graphitischer Albitschiefer und darunter v.a. als Albitgneis vorliegen.

Im gesamten Bereich der Bauwerke würden einheitliche Lagerungsverhältnisse vorherrschen. Die Schieferungsflächen würden dabei v.a. mittelsteil nach W bis NW einfallen. Störungszonen würden parallel bis spitzwinkelig zur Schieferung mit meist mittelsteilem Einfallen nach W verlaufen.

a) Gebirgsbereich 1: Schachtteufen 0 - 60 m:

Die obersten Meter werden nach Angabe der (baugeologischen) Projektanten von Hangschuttsedimenten aus Sand-Kies-Gemischen mit schwankendem Schluff- und Steinanteil aufgebaut.

Darunter würden die Gesteine der Wechselschiefer-Einheit folgen, die insbesondere im obersten Abschnitt stark gestört vorliegen. Gemäß Bohrbefund würden zwei etwa schieferungsparallele Störungszonen mit Mächtigkeiten zwischen etwa 10 und 15 m auftreten. Die Wechselschiefer würden von Albitphyllit und graphitreichem Phyllit aufgebaut, die in meist plattig-blättriger bis teils bankiger Ausbildung vorliegen und vielfach Schieferungsbestege aufweisen. Das Gebirge sei weitgehend stark anisotrop. Die Gesteinsfestigkeiten und die Abrasivität seien durch die tektonische Überprägung weitgehend deutlich reduziert.

In feinkornreichen Kataklasiten können nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten bereichsweise quellfähige Tonminerale auftreten. Die Smektitgehalte würden jedoch weitgehend unter 5 % liegen, wodurch das Quellpotenzial als schwach bis mäßig einzustufen sei.

b) Gebirgsbereich 2: Schachtteufen 60 - 280 m:

Das Gebirge werde nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten von graphitischen Albitschiefern mit vorwiegend dünnbankiger bis bankiger Ausbildung und mäßiger bis teils starker Zerlegung aufgebaut. Das intakte Gestein weise hohe bis teils mäßig hohe Gesteinsfestigkeiten auf und sei als sehr abrasiv einzustufen.

In Folge tektonischer Überprägung sei das Gebirge bereichsweise stark geschert. Kataklastische Bahnen und Störungszonen würden mit Mächtigkeiten bis in den untersten 10er-Meterbereich auftreten und seien dabei vorwiegend etwa schieferungsparallel ausgebildet.

c) Gebirgsbereich 3; Schachtteufen 280 - 420 m und Nothaltestelle:

Der Gebirgsabschnitt werde nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten von Wechselgneis in unterschiedlicher Ausbildung aufgebaut. Es würden massige bis gering geschieferte Albitgneise mit geringer bis mäßiger Zerlegung sowie stärker geschieferte und stärker zerlegte Varietäten auftreten. Lokal seien auch geringmächtige Lagen aus Serizit-Chlorit-Quarz-Schiefer („phyllitischer Wechselgneis“) sowie quarzreichem bis quarzitischem Gneis zwischengeschaltet. Der tiefere Schachtabschnitt sowie der Bereich der geplanten Nothaltestelle werde dabei von den massigeren und geringer zerlegten Gneisvarietäten beherrscht.

Das Gebirge weise vorwiegend mäßige, teils auch geringe Anisotropie auf. Die Gesteine würden vorwiegend hohe Gesteinsfestigkeiten zeigen und seien als weitgehend sehr abrasiv einzustufen.

Das Gebirge weise im gesamten Schachtbereich weitgehend geringe hydraulische Durchlässigkeit auf. Lokal sei mit geringen Kluftwasserführungen zu rechnen. Innerhalb der Gneise und in grobkorndominierten Kataklasiten seien sehr lokal bessere Wasserwegigkeiten und auch lokal höhere Wassermengen wahrscheinlich. Beim Antreffen von wasserführenden Kluftzonen seien z.T. artesische Verhältnisse zu erwarten. Derzeit werden etwa am Bohrlochkopf von KB-24/08 Drücke in der Größenordnung von 0,6 bar gemessen.

Lokale wasserwegige Zonen seien zudem in der Lockergesteinsüberdeckung wahrscheinlich.

In Gesamtwassermenge im Schachtbereich werde mit bis zu mehreren Litern pro Sekunde prognostiziert. Auswirkungen an der Oberfläche seien aus hydrogeologischer Sicht nicht zu erwarten.

Zwischenangriff Grautschenhof

Der Zwischenangriff Grautschenhof sei nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten als rd. 1.400 m langer Zugangstollen geplant. Der Stollen verlasse das auf der Südseite des Fröschnitztales gelegene Portal vorerst mit SE-gerichtetem Verlauf, um nach einer 90°-Krümmung ab etwa Station 500 in konstanter SW-Richtung die Streckenröhren anzusteuern. Die Einmündung in die Streckenröhren erfolge bei etwa km 100,477 (Gleis 1). Der Stollen weise ein Gefälle von 8 % und eine Querschnittsfläche von rd. 70 m² auf. Im Bereich der Streckenröhren sei über rd. 60 m ein vergrößerter Kavernenquerschnitt geplant.

Die Überlagerung der Firste betrage entlang des Stollenverlaufs maximal rd. 135 m. Das durchörtete Gebirge bestehe aus Gesteinen des Semmering-Kristallins.

a) Vor-Portalbereich:

Die Talflur des Fröschnitztales werde von gemischtkörnigen Schottersedimenten (Talalluvionen) aufgebaut. Der Portalbereich selbst befinde sich am Hangfuß der Südflanke, dessen Morphologie von zwei Geländestufen gekennzeichnet sei. Die Geländestufen würden sich etwa 5 m und etwa 15 m oberhalb des Talbodenniveaus befinden. Die untere Geländestufe werde von stark zerscherten und teils gestörten Glimmerschiefern bzw. Phylliten des Semmering-Kristallins aufgebaut. Die obere Geländestufe werde von gemischtkörnigen Terrassen- und Hangschuttsedimenten aufgebaut. Die Geländeoberfläche zeige bereichsweise Kriechphänomene, die jedoch lediglich die oberflächennächsten Bereiche erfassen und kaum tiefer greifen. Sumpfige Vernässungen würden sich im Bereich der Verebnung der unteren Geländestufe infolge der stauenden Wirkung der unterliegenden Glimmerschiefer/Phyllite zeigen.

Im Bereich des Voreinschnittes sei demzufolge mit zerscherten Glimmerschiefern bis Phylliten des Semmering-Kristallins, die von gemischtkörnigen Terrassen- und Hangschuttsedimenten überlagert werden, zu rechnen.

b) Gebirgsbereich 1; Stollenmeter 0 - 100 m:

Bei der gegebenen anzunehmenden Mächtigkeit der gemischtkörnigen Terrassen- und Hangschuttsedimenten würden die Lockergesteine den Stollenverlauf im Bereich des oberen Querschnittes über rd. 10 bis 20 m begleiten.

Der Großteil des Gebirges werde jedoch von Glimmerschiefern bzw. Phylliten des Semmering-Kristallins aufgebaut, die weitgehend stark anisotrop, intensiv zerschert, verfaltet und gestört vorliegen. Die Gefügesituation werde von steilen bis mittelsteilen Störungsbahnen dominiert, die etwa WSW-ENE verlaufen und stumpf- bis rechtwinklig zur Stollenachse streichen. Sie würden somit die Orientierung des Mürztal-Semmering-Störungssystems nachzeichnen.

Insbesondere in feinkornreichen Störungskernzonen können nach Angabe der (baugeologischen) Projektanten quellfähige Tonminerale auftreten. Die Smektitgehalte würden jedoch kaum 5 % überschreiten, wodurch das Quellpotenzial als mäßig einzustufen sei.

Lokale geringe Wasserwegigkeiten seien an die Lockergesteine gebunden. In den Glimmerschiefern und Phylliten würden weitgehend trockene bis bergfeuchte Bergwasserverhältnisse prognostiziert. Auswirkungen an der Oberfläche seien aus hydrogeologischer Sicht nicht zu erwarten.

c) Gebirgsbereich 2; Stollenmeter 100 – 1.400 m:

Das aus Grobgnais aufgebaute Gebirge werde nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten von mehreren Störungsästen des Mürztal-Semmering-Störungssystems durchschlagen, die mit der Trasse zu durchörteren seien.

Der Gebirgsbereich 2 werde von weitgehend massigem bis schwach geschiefertem Grobgnais aufgebaut, der mit zwischen gering und stark wechselnder Zerlegung vorliege. Das Gestein weise hohe bis sehr hohe Gesteinsfestigkeit auf und sei als sehr abrasiv bis extrem abrasiv einzustufen.

Abschnittsweise lasse sich im Grobgnais infolge starker tektonischer Beanspruchung eine Entfestigung des Korngefüges zu v.a. sandig-grusigen Störungsgesteinen beobachten. Die Gesteine würden sowohl als cm- bis dm-starke Einschaltungen im Gebirgsverband wie auch in Störungszonen mit Mächtigkeiten bis in den 10er-m-Bereich auftreten. Lokal würden geringmächtige kataklastisch überprägte Zonen aus phyllitischen Gesteinen auftreten.

Entlang des Trennflächennetzes seien lokal limonitische oxidierte Beläge als von der Oberfläche bis auf Stollenniveau eindringende Verwitterungserscheinungen zu beobachten.

Die Schieferungsflächen würden variables Einfallen zeigen. Im Abschnitt bis etwa Stollenmeter 1.200 (Querung des Sommeraubachgrabens) würden die Schieferungsflächen vorwiegend E-W bis NE-SW mit variablem Einfallen streichen. Im Abschnitt nahe der Einmündung in den Haupttunnel liege v.a. mittelsteiles W- bis NW-gerichtetes Schieferungseinfallen vor. Den Schieferungsflächen komme im weitgehend isotropen bis gering anisotropen Gebirge jedoch nur eingeschränkte mechanische Bedeutung zu.

Störungszonen und Harnischflächen würden vorwiegend steil bis mittelsteil nach N bis NW einfallen und somit zum Großteil stark schleifend des Stollenverlaufs verlaufen. Weitere Störungszonen würden steil bis mittelsteil nach W bis SW einfallen (z.B. Störungszone im Sommeraubachgraben). Auch wenn die Mächtigkeit der Störungszonen den untersten 10er-Meterbereich kaum überschreite, können sich nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten durch schleifende Verschnitte mit der Tunnelachse beträchtliche Vortriebslängen in gestörtem Gebirge ergeben.

Lokal können Scherbahnen mit erhöhtem Phyllosilikatanteil auftreten, die quellfähige Tonminerale beinhalten. Die im Labor bestimmten Smektit-Gehalte würden dabei bis zu 7 % betragen. Aufgrund der geringen räumlichen Ausdehnung und Häufigkeit von feinkornreichen Kataklastiten sei jedoch davon auszugehen, dass das Quellpotenzial keine baugelogeische Bedeutung erlange.

Der Grobgnais weise nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten im Vergleich zu den Glimmerschiefern und Phylliten deutlich bessere hydraulische Durchlässigkeit auf (kf bis zu $\sim 1 \cdot 10^{-5}$ m/s). Es werde daher mit Kluftwasserführungen und abschnittsweise flächenhaftem Firstregen gerechnet. Die prognostizierte Gesamtwassermenge liege etwa bei 5-25 l/s bei kurzfristigen Spitzenzutritten von bis zu mehreren Zehnerlitern pro Sekunde. Vereinzelt lokale Auswirkungen an der Oberfläche können nach Meinung der (baugeologischen) Projektanten aus hydrogeologischer Sicht nicht ausgeschlossen werden.

Ein lokales Auftreten von gasförmigem Schwefelwasserstoff durch anaerobe Umsetzung von Pyrit sei zwar nicht als wahrscheinlich zu erachten, könne jedoch nicht gänzlich ausgeschlossen werden.

Baulüftungsschacht Sommerau

Der Baulüftungsschacht Sommerau erreiche nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten das Trassenniveau in einer Tiefe von etwa 90 m und münde bei etwa km 100,681 (Gleis 1) in den Querschlag 50 ein. Er weise einen geplanten Durchmesser von rd. 7 m auf.

Bis in eine Tiefe von rd. 11 Metern werde der Untergrund von Lockergesteinen eingenommen, die von Bachschuttsedimenten des Fröschnitztales dominiert werden. Diese würden aus schluffigen Sand-Kies-Stein-Gemischen mit gelegentlicher Blockführung bestehen, denen vereinzelt feinkornreiche Ausediment-Lagen mit Mächtigkeiten im dm-Bereich zwischengeschaltet seien.

Die obersten rd. drei Meter würden von anthropogenen Anschüttungen aus gemischtkörnigem Karbonatgesteinsschutt eingenommen, die vom Bau der S6-Semmering Schnellstraße herrühren.

Der darunter anstehende Gebirge werde von Grobgneis des Semmering-Kristallins aufgebaut. Es zeige sich weitgehend isotropes bis gering anisotropes Gebirge mit mäßiger bis starker, tws. auch geringer Zerlegung. Die sehr abrasiven bis extrem abrasiven Gesteine würden hohe bis sehr hohe Gesteinsfestigkeiten aufweisen. Vielfach seien sandig-grusige Scherflächen bzw. Kataklastite mit Mächtigkeiten bis in den dm-Bereich ausgebildet. Vereinzelt würden Störungszonen aus meist sandig-grusigen Scherbahnen und stark zerlegtem Gebirge auftreten, deren Mächtigkeiten den oberen m-Bereich kaum überschreiten.

Entlang des Trennflächennetzes können nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten abschnittsweise limonitisch oxidierte Beläge auftreten, die als von der Oberfläche bis auf Stollenniveau eindringende Verwitterungserscheinungen zu verstehen seien.

Harnisch- und Schieferungsflächen würden vorwiegend (E)NE-(W)SW mit steilem bis mittelsteilen Einfallen in beide Richtungen streichen. Großstörungen würden tendenziell gegen NW einfallen.

Die Lockergesteine des Fröschnitztales würden in diesem Bereich einen Porengrundwasserkörper enthalten, dessen Wasserspiegel etwa 6 m unter GOK liege. Die Lockergesteine seien als mäßig wasserdurchlässig mit Durchlässigkeiten in der Größenordnung von $k_f \sim 4 \cdot 10^{-5}$ m/s einzustufen. Die Grobgneise würden mit hydraulischen Durchlässigkeiten von $k_f \sim 1 \cdot 10^{-5}$ m/s vielfach permanente Kluftwasserführungen erwarten lassen. Die Gesamtwassermenge im Schacht werde mit bis zu mehreren Litern pro Sekunde prognostiziert. Wesentliche Auswirkungen auf das hydrogeologische Umfeld seien nicht zu erwarten.

Ein lokales Auftreten von gasförmigem Schwefelwasserstoff durch anaerobe Umsetzung von Pyrit sei zwar nicht als wahrscheinlich, könne jedoch nicht gänzlich ausgeschlossen werden.

Unterwerk Langenwang

Nach Angabe der Projektanten sei bei Bahn-km 124,461 bis 125,085 die Errichtung eines Unterwerkes samt dazugehörigem Zufahrtsgleis erforderlich. Wie aus dem Technischen Bericht EB 08-02.08 zu entnehmen ist, soll das Unterwerksgebäude auf Streifenfundamenten bzw. einer Stahlbetonfundamentplatte aufgebaut werden.

Aus dem Längenschnitt EB 08-02.13 ist lediglich zu entnehmen, dass die Fundamentunterkante 2,03 m unter GOK zu liegen kommt. Angaben über die Grundwassersituation bzw. einen HGW sind in den Einreichunterlagen nicht enthalten.

1.2.2.7 Deponie Longsgraben

Nach Angabe der Konsenswerberin sei geplant, Tunnelausbruchsmaterial bzw. Aushubmassen aus dem Vorhaben Semmering-Basistunnel NEU im Longsgraben zu deponieren. Das etwa 5,0 Mio m³ umfassende Deponiebauwerk inkludiere dabei eine Bodenaushubdeponie für ca. 4 Mio m³ und ein Baurestmassenkompartiment für ca. 1,0 Mio m³. Beide Bereiche seien durch einen rd. 50 m hohen Damm voneinander getrennt. Das Baurestmassenkompartiment werde mit einer Basisdichtung und einem zugehörigen Sickerwassersystem vorgesehen. Die Schütthöhe erreiche dabei etwa 50 – 60 m.

Nach Angabe der (baugeologischen) Projektanten werde der Untergrund des Deponiebereiches von Gesteinen des Semmering-Kristallins aufgebaut. Die Lockergesteinsüberdeckung des Felsuntergrundes bestehe vor allem aus Hangschuttsedimenten mit Mächtigkeiten von wenigen Metern. Der Festgesteinsuntergrund liege unterhalb der Verwitterungszone weitgehend gering bis mäßig geklüftet vor. In Oberflächennähe sei das Gebirge bis in eine Tiefe von rd. 10 bis 15 m auf Grund von Verwitterungsprozessen und Gefügauflockerungsphänomenen stärker zerlegt.

Die vorherrschende Orientierung der auftretenden Trennflächen (insbesondere Schieferungs- und Harnischflächen) sei hinsichtlich der Hangstabilität als günstig zu bezeichnen.

Nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten würden im gesamten Deponierungsbereich keine gefassten Quellen vorliegen. Im geplanten Deponierungsbereich seien nur ungefasste Quellen und Vernässungszonen sowie der Hauptbach samt Nebenzubringer gelegen.

Entlang des Longsgrabens seien vor allem an der orographisch linken Seite auf Niveau des Baches bzw. knapp darüber immer wieder Vernässungszonen und Hangwasseraustritte zu beobachten. Aus hydrogeologischer Sicht komme diesem Umstand bei der Planung und Ausführung besonderes Augenmerk zu. Entsprechende Drainagen (Kollektoren) seien vorzusehen, deren Funktionstüchtigkeit auf Dauer gewährleistet sein müsse. Die Austrittsmengen der Vernässungen würden jahreszeitlich sehr stark variieren. Ebenso würden die räumlichen Erstreckungen der Vernässungszonen und Hangwasseraustritte jahreszeitlich variieren.

Die Durchlässigkeiten im Untergrund (Ergebnisse von Auffüllversuchen und Kurzpumpversuchen) würden in einer Größenordnung von k_f ca. 10^{-6} m/s liegen. Die hydrochemischen Analysen der untersuchten Grundwässer hätten keine Auffälligkeiten erbracht. Arsen sei nur in geringen Spuren in einer Bohrung nachgewiesen worden. Antimon sei in den untersuchten Wässern nicht nachgewiesen worden.

Die Vorgaben der Deponieverordnung 2008 können aus geologisch – hydrogeologischer Sicht eingehalten werden und der Standort grundsätzlich als positiv beurteilt werden. Die vorliegenden Gebirgsdurchlässigkeiten des Untergrundes würden jedoch nicht den Kriterien einer geologischen Barriere genügen und im Bereich des Baurestmassenkompartimentes das Aufbringen einer künstlichen Barriere (z.B. mineralische Dichtschicht) erforderlich machen. Zudem seien die vorhandenen Vernässungszonen und Hangwasseraustritte beim Aufbringen einer künstlichen Barriere technisch entsprechend zu berücksichtigen.

Nach Angabe der Projektanten habe die baugeologische Untersuchung eine geologisch – morphologische und eine hydrogeologische Aufnahme des Standortbereiches (1: 5.000), eine geologische und hydrogeologische Übersichtskartierung des erweiterten geologischen Rahmens (1:10.000), Kernbohrungen, geophysikalische und hydrogeologische Bohrlochmessungen sowie diverse Laborversuche umfasst. Die Ergebnisse der geologischen Geländekartierung seien in der geologischen Karte (Plan-Beil. Nr. 5510-EB-5000AL.04-0206) dargestellt.

Im Bereich des Deponiestandortes seien nach Angabe der Projektanten sechs Kernbohrungen hergestellt worden. Darunter hätten sich Bohrungen befunden, die spezifisch die Erkundung des Deponiestandortes umfasst hätten sowie solche, die zur Erkundung des Tunnels gedient hätten. Vier weitere Kernbohrungen aus der Erkundung für das Tunnelbauwerk würden über den weiteren geologischen Rahmen des Standortes Auskunft geben (siehe Plan-Beil. 5510-EB-BM50AL00-0101).

In den Kernbohrungen seien darüber hinaus Bohrlochmessungen und –versuche durchgeführt worden:

- Kalibermessung
- Bohrlochverlaufsmessung
- Acoustic Borehole Imager (ABI)
- Gamma-Gamma Dichtemessung
- VSP Messungen (Vertical Seismic Profiling bzw. Downhole Seismic Messungen)
- Flowmeter Messungen
- LF- und Temperatur Logs
- Hydraulische Bohrlochversuche (Packertests)
- Auffüllversuche
- Kurzpumpversuche
- Entnahme von Wasserproben

Tabelle 1 im technischen Bericht 5510-EB-5000AL-00-0004 gibt Auskunft über die jeweils durchgeführten Untersuchungen je Bohrung.

An Laboruntersuchungen seien durchgeführt worden:

Geologie – Mineralogie

- Gesamtmineralbestand (XRD)
- Dünnschliffe
- Tonmineralogie

Felsmechanik

- einaxiale Druckversuche
- triaxiale Druckversuche
- Scherversuche an Trennflächen
- Spaltzugversuche

Hydrochemie:

- hydrochemische Parameter
- Spurenelemente
- Isotope

Nach Angabe der (baugeologischen) Projektanten sei der Felsuntergrund in den Hanglagen flächig von Hangschuttsedimenten überdeckt. Es handle sich dabei um Sand-Kies-Steingemische mit geringem Schluffanteil und Blockeinlagerungen. Die Komponenten seien kantig ausgebildet und würden vorwiegend aus Gneis, Grüngestein und Glimmerschiefer bestehen. Die Mächtigkeit der Hangschuttüberdeckung betrage nur zwischen ca. 2 und 5 m.

In der Tiefenlinie des Longgrabens sei weiters ein schmaler Streifen von Wildbachschutt ausgebildet. Bei diesen alluvialen Sedimenten handle es sich um gemischtkörnige Ablagerungen mit einer Dominanz der Sand-Kies-Steinfraktion, Blockeinlagerungen und nur geringem Feinkornanteil. Die Komponenten seien vielfach kantengerundet und angerundet. Sie würden im Wesentlichen umgelagerte Hangschuttsedimente mit geringer fluvialer Transportweite darstellen. Die Mächtigkeit der Wildbachsedimente liege im Bereich von mehreren Metern.

Auf Grund der Aufschlussverhältnisse seien die Ergebnisse der geologischen Aufnahme als „abgedeckte“ Karte dargestellt worden.

Die Morphologie zeige nach Angabe der (baugeologischen) Projektanten an der orographisch rechten Talflanke weitgehend ruhige Geländeformen und einen kaum untergliederten Hangverlauf. Hinweise auf Hangbewegungen bzw. Kriechphänomene würden über weite Bereiche nicht vorliegen. Lediglich im hintersten (südlichsten) Grabenabschnitt sei eine räumlich begrenzte aktive Erosionsmuschel („Blaike“) entwickelt.

In der orographisch linken Talflanke seien mehrere kleine Seitengräben ausgebildet, die periodische Gerinne führen und den Hangverlauf gliedern. Die Mündungsbereiche der Seitengräben seien z.T. von kleineren Schuttfächern begleitet. Am Hangfuß der linken Talflanke sowie entlang der Seitengräben würden lokal einzelne begrenzte Kriech- bzw. Erosionsphänomene auftreten, die meist mit Vernässungen und kleineren Quellaustritten einhergehen.

Nach Angabe der Projektanten würden die beschriebenen kleinräumigen Erosionsphänomene durchwegs seicht (< mehrere Meter) ausgebildet und würden sich lediglich auf lokal begrenzte Bereiche (weitgehend < 100 m²) der Hangschuttschwarte beschränken. Hinweise auf größere und tiefer reichende Massenbewegungsphänomene würden auch im erweiterten Bereich der Hangflanken nicht vorliegen.

Die Gesteine des Felsuntergrundes seien nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten der „Gneis-Grüngesteins-Folge“ des Semmering-Kristallins zuzuordnen. Diese werde von gebänderten bis geschieferten (Para-) Gneisen mit Grüngesteinseinschaltungen und Zwischenlagen aus quarzreichen Gneisen dominiert. Bei stärkerer duktiler Überprägung würden die Gesteine auch als Glimmerschiefer, Grünschiefer und Phyllonite vorliegen. Die Gesteine würden vielfach in reger Wechsellagerung vom cm- bis in den 10-er Meterbereich auftreten und würden fließende Übergänge zeigen.

Den größten Anteil am Festgesteinsuntergrund nehme eine als „Gneis-Grüngestein“ bezeichnete Einheit ein, die von Gneisen mit Übergängen in bzw. geringmächtigen Einschaltungen von Grüngesteinen und Glimmerschiefern aufgebaut werde. Die Gesteine würden gebänderten bis schiefrigen Habitus mit geringer bis mäßiger Anisotropie aufweisen. Die vorhandene Anisotropie werde von einem feinen Lagenbau aus Phyllosilikaten (Muskovit, Chlorit, tws. Biotit) und Lagen / Leisten / Linsen aus Quarz und Feldspat (untergeordnet auch Karbonat) gebildet. Quarz-Lagen / Linsen würden Mächtigkeiten bis zu mehreren Zentimetern erreichen und würden tws. auch duktil deformiert vorliegen.

Diesen Gesteinen seien mächtigere Pakete aus massigeren bis mäßig geschieferten Grüngesteinen zwischengeschaltet. Als Grüngesteine würden dabei nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten Gesteine mit über 20% Grünmineralen (vor allem Hornblenden und Epidot) bezeichnet.

Weiters würden nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten helle, quarzreiche bis quarzitisches Gneise auftreten, die ebenfalls als konkordante Zwischenlagen ausgebildet sein.

Lokal seien Einschaltungen von Phylloniten bzw. phyllonitischen Glimmerschiefern zu beobachten. Diese seien durch erhöhte Schichtsilikatanteile, intensive Schieferung und stark ausgeprägte Anisotropie gekennzeichnet.

Die Mächtigkeit der Zwischenlagen aus Grüngesteinen, quarzreichen bis quarzitisches Gneisen und Phylloniten würde durchwegs unterhalb von 10 m liegen.

Aus mineralogischer Sicht würden sich die Gesteine vorwiegend aus Plagioklas, Muskovit, Chlorit und Quarz, sowie bereichsweise aus variablen Abteilen von Grünmineralien (Hornblenden, Epidot) zusammensetzen. Abschnittsweise könne auch eine Granatführung beobachtet werden. Die Chloritgehalte würden meist auf eine retrograde Umbildung von Granat und Hornblende zurückgehen. Örtlich würden auch mm-große helle Plagioklas-Blasten auftreten. Karbonat sei insbesondere in den Grüngesteinen in dünnen hellen Lagen bzw. Adern vertreten. Pyrit trete vielfach akzessorisch mit maximal wenigen Prozentanteilen auf.

Nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten können die Gesteine durch tektonische Überprägung zu kataklastischen Störungsgesteinen entfestigt vorliegen.

Die für die Gesteine der „Gneis-Grüngesteins-Folge“ ermittelten einaxialen Gesteinsdruckfestigkeiten würden in einer Größenordnung zwischen 80 und 120 MPa (bei normgemäßen Belastungsrichtungen) liegen. Die Werte würden Laborversuchen entstammen, deren Probenkörper durchwegs abseits der Deponiefläche entnommen worden seien. Die Gesteinswerte können nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten jedoch nur für den unverwitterten Fels im Bereich des Deponiestandortes als repräsentativ erachtet werden. Im Bereich der oberflächennahen Verwitterungszone sowie in tektonisch überprägten Gebirgsabschnitten seien die Festigkeiten jedoch vergleichsweise niedriger einzustufen.

Die Schieferung falle nach Angabe der (baugeologischen) Projektanten weitgehend mit mittelsteilen Winkeln (zwischen ca. 30° und 45°) nach etwa SSE bis WSW ein. Diesbezüglich werde auf die Lagenkugeldarstellung (Abb. 3 in Plan-Beil. 5510-EB-5000AL-00-0004) verwiesen. Eine Betrachtung der Raumlage der Schieferungsflächen über den Standortbereich hinaus lasse erkennen, dass die Schieferungsflächen einem Faltenbau mit flach nach etwa WSW abtauchender Achse folgen. Dieser Faltenbau führe bereichsweise auch in kleinem Maßstab (Aufschluss, Handstück) zu einer Verfallung des Schieferungsgefüges.

Bereichsweise lasse sich eine Diskordanz zwischen einer dem Bänderungsgefüge folgenden Flächenschar und einem zweiten Schieferungsgefüge erkennen. Das Bänderungsgefüge entspreche dabei einem erhaltenen sedimentären Lagenbau, der tendenziell südgerichtete Einfallrichtungen zeige. Die zweite, durch duktile Scherung aufgeprägte Schieferungsschar zeige tendenziell W-gerichtete Einfallrichtungen und entspreche damit der Orientierung der nahe gelegenen Deckengrenze (Überschiebungsbahn) zur Wechsel-Einheit.

Harnischflächen und Störungsflächen würden vor allem mittelsteiles bis steiles Einfallen nach etwa SW bis NW zeigen und seien somit schieferungsparallel, steil spitzwinkelig dazu orientiert.

Mittelsteile, etwa NE fallende Kluffflächen seien als orthogonal zur Schieferung orientierte („bankrechte“) Trennflächen ausgebildet. Weiters würden mittelsteil nach W bzw. NW einfallende Klüfte auftreten, die etwa parallel zu den vorhin beschriebenen Harnischflächen orientiert seien.

Die Gesteine seien nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten im Oberflächenbereich oxidativen Verwitterungsprozessen ausgesetzt, die sich insbesondere an limonitischen Eisenhydroxidbildungen erkennen lassen. In Abhängigkeit von wasserwegigen Kluffzonen dringe die Verwitterung unterschiedlich tief in den Felsuntergrund ein.

In den Bohrungen KB-57/08, KB-58/08 und KB-44/08 äußere sich die Verwitterung nach Angabe der (baugeologischen) Projektanten vor allem in Form von Oxidationsspuren entlang des Trennflächennetzes und reiche in Tiefen von rd. 20 m bis 25 m. Bohrungen KB-18/08, KB-59/08 und KB-60/08 würden hingegen stärkere Oberflächenbeeinflussung mit einem Eindringen der Verwitterung in das Gesteinsgefüge bis in Tiefen von zumindest rd. 20 m und oxidierten Trennflächenbelägen bis mehrere 10-er Meter Tiefe zeigen. Bohrungen KB-28/08 und KB-29/08 würden erkennen lassen, dass einzelne verwitterte wasserwegige Kluffzonen bis in eine Tiefe von über 100 m auftreten können.

Im unverwitterten Zustand würden nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten die internen Schieferungstexturen bzw. das Bänderungsgefüge des Gesteines nur zum Teil als mechanisch wirksame Trennflächen ausgebildet sein. Die auftretenden Abstände der Schieferungsflächen würden vor allem im mittleren dm-Bereich (ca. 20 – 60 cm, teilweise auch darüber) liegen. Zwischengeschaltete Pakete mit schiefrigem Charakter (Glimmerschiefer, Grünschiefer) sowie tektonisch gescherte Bereiche würden teilweise geringere Schieferungsabstände und teilweise anastomosierende („aufgefiederte“) Schieferungsgefüge zeigen.

Die Abstände der Kluffflächen würden sich im mittleren bis oberen Dezimeterbereich bewegen teilweise auch darüber. In lokal auftretenden Zonen erhöhter tektonischer Beanspruchung können nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten auch Kluffkörpergrößen im cm-Bereich vorliegen.

Im oberen Bereich der Verwitterungszone liege das Gebirge infolge oberflächennaher Verwitterungs- und Gefügauflockerungsphänomene zum Teil stärker zerlegt vor. Eine erhöhte Trennflächendichte lasse sich bis in eine Tiefe von rd. 10 – 15 m beobachten. Die Schieferungsabstände würden hier vielfach im oberen cm- bis unteren dm- Bereich. Die Kluftabstände würden vor allem im mittleren Dezimeterbereich liegen. Klufflächen würden zum Teil Hinweise auf eine Öffnung der Trennflächenwandungen erkennen lassen.

Die Trennflächenbeschaffenheit der Schieferungsflächen zeige nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten zu meist wellige und glatte Oberflächen. Klufflächen seien meist wellig und rau, teilweise auch glatt ausgebildet. Schieferungsflächen und Klufflächen würden lediglich in der Verwitterungszone Trennflächenbestege aufweisen, die in Form von limonitischen Belägen vorliegen.

Harnischflächen sowie gescherte Schieferungsflächen seien vielfach eben bis wellig und glatt, lokal auch poliert ausgebildet und würden zum Teil von kataklastischen Bestegen begleitet.

Kataklastische Störungsgesteine würden nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten in den Bohrungen innerhalb der Deponiefläche mit maximalen Mächtigkeiten im dm-Bereich angetroffen und würden nur lokal auftreten. In KB-58/08 hätten die gescherten Gebirgsabschnitte mit dünnen kataklastischen Bahnen jedoch eine im Vergleich zu anderen Bohrungen erhöhte Dichte erreicht.

In der orographisch linken Flanke des Fröschnitzgrabens verlaufe eine mächtigere Störungszone, die sich mit flachem bis mittelsteilem WNW Fallen teilweise an die westliche Deponiegrenze anschmiege. Gemäß Geländebefund und Bohrergebnissen der KB-29/08 sei dabei eine Mächtigkeit in der Größenordnung von ca. 10 m anzunehmen.

1.2.2.8 Materialverwertung und Deponierung des Tunnelausbruchmaterials

Nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten seien Fragestellungen zur Wiederverwertbarkeit und Deponierbarkeit des Tunnelausbruches in interdisziplinärer Zusammenarbeit mit anderen Fachplanern bearbeitet worden. Die Aufgabe des Fachbereichs Geologie habe im Wesentlichen in der gemeinsamen Festlegung repräsentativer Probennahmen sowie einer Hilfestellung bei der Massenermittlung der zu erwartenden Kubaturen (Übertragung der Versuchsergebnisse auf das Gebirgsvolumen) bestanden. Die fachliche Beurteilung der Materialeigenschaften bezüglich Wiederverwertbarkeit und Deponierbarkeit sei jedoch von anderen Fachplanern durchgeführt worden.

Wiederverwertbarkeit

Da im gegenständlichen Projekt Freistrecken mit erdbaulichem Massenbedarf weitgehend fehlen, sei die Wiederverwertbarkeit des Tunnelausbruches insbesondere im Hinblick auf eine Verwendung als Betonzuschlagstoff untersucht worden. Die fachliche Beurteilung der Eignung der Gesteine als Betonzuschlagstoff stütze sich auf:

- mineralogische Parameter (Schichtsilikatanteil, Auftreten von Pyrit und Sulfatmineralen)
- physikalische Parameter (einaxiale Gesteinsfestigkeit, Korndichte, CERCHAR-Abrasivitätsindex)
- chemische Parameter (Gesamtschwefel, säurelöslicher Sulfatgehalt, wasserlöslicher Chloridgehalt)
- Abschätzung der Alkali-Reaktivität (Alkali-Silikat-Reaktivität und Alkali-Dolomit-Reaktivität), sowie die
- Auftretenshäufigkeit der Gesteinseinheiten

Als Ergebnis der Untersuchungen gemäß der Projektanten lediglich drei baugelogeischen Einheiten eine Eignung als Betonzuschlagstoff beigemessen:

Baugelogeische Einheit	Streckenlänge (Haupttunnel, 1 Röhre)	Gebirgsart	Gebirgsbereich
Kalkstein, Kalkmarmor	ca. 970 m	GA 4a, GA 4b, GA 4d, GA 4e, GA 4h	GB 8, GB 29, GB 31 bis 33
Dolomit, Dolomitmarmor	ca. 1245 m		GB 12, GB 29, GB 31 bis 33
Grobgnais	ca. 780 m	GA 7g, GA 7h	GB 27

Deponierbarkeit

Zur Beurteilung der Eigenschaften des Tunnelausbruchs im Hinblick auf seine Deponierbarkeit bzw. Einstufung nach Deponieklassen seien von der TECHNISCHESES BÜRO BAUER GMBH, Wien umfangreiche abfallchemische Untersuchungen durchgeführt worden (siehe Dok. Nr. 5510-EB-BM30-AL-00-0001).

Die Auswahl repräsentativer Kernproben sei in interdisziplinärer Zusammenarbeit baugelogeischen Projektanten mit dem abfallchemischen Fachplaner erfolgt. Hierbei seien gezielt repräsentative Bohrkernabschnitte nach ihrer Zugehörigkeit zu den unterschiedlichen baugelogeischen Einheiten ausgewählt und zur Beprobung vorgeschlagen worden.

Aus den beprobten Kernstrecken seien insgesamt 131 chemische Analysen nach Deponieverordnung 2008 („Vollanalyse“) durchgeführt worden. Die seitens der TECHNISCHESES BÜRO BAUER GMBH erarbeiteten Ergebnisse und Beurteilungen seien wie folgt:

Der Großteil der Proben entspreche den Anforderungen der Bodenaushubdeponie (109 von 131 Proben).

22 der 131 Proben seien dem chemischen Analyseergebnis folgend nicht auf einer Bodenaushubdeponie zu lagern. Grenzwertüberschreitungen würden zum größten Teil aus dem Auftreten von Sulfatmineralen (Gips, Anhydrit) resultieren. Die entsprechenden Proben seien dabei insbesondere dem Permomesozoikum („Alpiner Verrucano“ bzw. „Keuperserie“) zuzuordnen. Die betroffenen baugelogeischen Einheiten seien v.a.: „Serizitphyllit“, „Serizitschiefer“, „Sulfatgestein“ und „Quarzit“. Untergeordnet seien auch sulfatmineralführende Abschnitte der „Gneis-Grüngesteins-Folge“ einer „höherwertigen“ Deponiekategorie zuzuordnen.

Je nach Höhe der analysierten, geogen bedingten Sulfatbelastung seien die Proben den Klassen Inertstoffdeponie (4 Proben), Baurestmassendeponie (9 Proben) und Reststoffdeponie (6 Proben) zuzuordnen.

Weitere drei Proben seien infolge erhöhter Werte des Parameters Arsen im Feststoff der Kategorie Reststoffdeponie zuzuordnen. Die Analysen würden jeweils einer Probe der baugelogeischen Einheit „Metasandstein“ („Veitscher Decke“), dem „Albitgneis“ des Wechsel-Kristallins sowie einer Störungszone im Bereich der Grauwackenzone („Haltestelle Eichberg Seitenverschiebung“) entsprechen.

Vertiefte mineralogische und chemische Analysen aus der Gneis-Grüngesteins-Folge des Semmering-Kristallins würden zeigen, dass die amphibolführenden Grüngesteine nicht als Asbestabfall einzustufen sind und die untersuchten Gesteine auf einer Bodenaushubdeponie abgelagert werden können (TECHNISCHESES BÜRO BAUER GMBH, Dok. Nr. 5510-EB-BM30-AL-00-0001);

1.2.2.9 Erdbebenbelastung des Bereichs „Semmering“

Nach Angaben der ZAMG-Geophysik (in der Folge als Projektanten bezeichnet) zähle der Semmering nach ÖNORM B 4015 zur Zone 3 bis 4. Die horizontale Referenzbeschleunigung unterscheide sich zwischen den einzelnen Untersuchungspunkten kaum oder könne mit 1 m/s² angesetzt werden.

Extremereignisse

Um eine größtmögliche Sicherheit im Erdbebenfall zu gewährleisten, sei das Extremereignis auf Grund des seismotektonischen Hintergrundes bestimmt worden, welches aller Wahrscheinlichkeit nicht überschritten werde.

Die rekonstruierte horizontale Spitzenbeschleunigung „ a_{max} “ für das Extremereignis eines Erdbebens der Magnitude 5,6 im Bereich der geplanten Trasse betrage demnach am Untersuchungsstandort ca. $1,98 \text{ m/s}^2$, welches einer Referenzbodenbeschleunigung von $1,39 \text{ m/s}^2$ entspreche. Verschiebungen dürften nach Angaben der Projektanten unter 5 cm bleiben, während die Schwinggeschwindigkeit knapp 14 cm/s erreichen könnte.

Untertagewerte

Seitens der Projektanten wurde darauf hingewiesen, dass es sich bei den angeführten Werten um Erfahrungswerte an der Erdoberfläche handle. Abhängig von der Überlagerungsmächtigkeit würden sich die erdbebeninduzierten Bodenbewegungen im Erdinneren bis zu etwa deren Hälfte reduzieren.

1.2.3 HYDROGEOLOGIE (TUNNEL)

Räumliche Abgrenzung

Der hydrogeologisch relevante Untersuchungsraum für das Vorhaben Semmering-Basistunnel neu wurde nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten in einzelne Teilräume gegliedert, um eine systematische Bearbeitung des Untersuchungsraums in überschaubaren räumlichen Einheiten zu ermöglichen. Die Untergliederung habe sich an vorhabensbezogenen sowie an landschaftsräumlichen Aspekten orientiert.

Für die dargestellten Teilräume sei die Beschreibung und Beurteilung von Ist-Situation, Auswirkungen, Maßnahmen und Restbelastung durchgeführt worden.

Themenbezogener Untersuchungsraum

Für die hydrogeologische Bewertung sei nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten das Untersuchungsgebiet sehr groß gewählt worden. Dies ergebe sich u.a. auch dadurch, dass die Berechnung der Wasserbilanzparameter auf orographische Einzugsgebiete ausgerichtet sei.

Zeitliche Abgrenzung

Die Beschreibung der vom Vorhaben voraussichtlich beeinträchtigten Umwelt sei nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten für das Jahr 2010 erfolgt und stelle den Ist-Zustand dar.

Die Auswirkungen des Vorhabens seien in Bau- und Betriebsphase getrennt beschrieben worden. Die Bauphase umfasse sämtliche Bauarbeiten von den Vorarbeiten, über die Hauptbauphase und Ausrüstungsphase bis zur Inbetriebnahme und erstrecke sich von Ende 2012 bis 2025. Für die Betriebsphase werde grundsätzlich 2025 als Prognosejahr herangezogen (Betriebsphase 2). Für den Bahnhof Mürzzuschlag sei zusätzlich eine „Betriebsphase 1“ definiert worden, welche die vorgezogenen Umbaumaßnahmen im Bahnhof Mürzzuschlag berücksichtigt.

Für den gegenständlichen Fachbericht sind sämtliche den Themenbereich Hydrogeologie betreffenden Auswirkungen durch die Betriebsphase 2 abgedeckt. Eine gesonderte Darstellung der Betriebsphase 1 ist damit nicht erforderlich.

Inhaltliche Abgrenzung

Gemäß § 1 Abs. 1 UVP-G 2000 sei es Aufgabe der Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP), auf fachlicher Grundlage die unmittelbaren und mittelbaren Auswirkungen festzustellen, zu beschreiben und zu bewerten, die ein Vorhaben auf die einzelnen Schutzgüter habe oder haben kann. Im vorliegenden Bericht werde im Themenbereich Hydrogeologie das Schutzgut Wasser (Grund-, Berg- und Oberflächenwasser) hinsichtlich des Istzustandes und möglicher quantitativer Auswirkungen des Tunnelbauvorhabens sowie quantitativer und qualitativer Auswirkungen der Anlagen außerhalb des

Tunnels behandelt. Zum Themenbereich Oberflächenwasser werden in diesem Bericht mögliche quantitative Auswirkungen beschrieben.

Datenbasis

Nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten hätten die Ergebnisse und Daten der schon abgeschlossenen Tunnelprojekte am Semmering eine sehr wesentliche Planungsgrundlagen gestellt dargestellt. Dies wären einerseits die Untersuchungsergebnisse der ÖBB aus dem Projekt Semmering Basistunnel alt (HLAG), andererseits auch die Daten und Auswertungen des Projektes S6 Semmering Schnellstraße (ASFINAG) gewesen. Dabei handle es sich um die hydrogeologischen Daten im Bereich der S6-Teilabschnitte Tunnel Semmering (Scheiteltunnel), Tunnel Steinhaus und Tunnel Spital sowie die dazwischenliegenden Freilandstrecken.

Im Rahmen dieser Projekte seien umfangreiche Kartierungsarbeiten und hydrogeologische Dauerbeobachtungsmessungen durchgeführt worden, welche eine wichtige Datenbasis bilden.

Sämtliche kartierte Messstellen seien zusammenfassend in der Planbeilage 5510-UV-0601AL-02-0011 (Maßstab 1:25.000) enthalten. Zudem sei das Untersuchungsgebiet hinsichtlich der Plandarstellung in drei Teile (West, Mitte und Ost) aufgeteilt worden, um eine bessere Lesbarkeit der Informationen und Nummerierungen zu gewährleisten. Überdies seien Messstellen der hydrogeologischen Dauerbeobachtung hervorgehoben worden (Planbeilagen 5510-UV-0601AL-02-0014, 5510-UV-0601AL-02-0015 und 5510-UV-0601AL-02-0016).

Die entsprechenden orographischen Einzugsgebiete und Abflusspegel der Abflussentstehungsmodellierung seien in der Planbeilage 5510-UV-0601AL-02-0013 enthalten. Die Anzahl und Lage der Messstellen der hydrogeologischen Dauerbeobachtung seien in der Planbeilage 5510-UV-0601AL-02-0012 dargestellt.

Im Zuge der hydrogeologischen Bearbeitung des Vorhabensgebietes wurden nachstehend angeführte Untersuchungsarbeiten / Methoden durchgeführt:

Bohrlochversuche

hydraulische Bohrlochversuche

- (Wasserabpressversuche, Pumpversuche, hydraulische Packertests und Hydrofracs) zur Erfassung der
- hydraulischer Durchlässigkeit (Transmissivität)
- statischem Formationsdruck
- Fließmodell
- Skin-Effekt,
- Entnahme von Wasserproben.

Bohrlochgeophysik

- Leitfähigkeit und Temperatur
- Flowmeter
- Tracerfluidlogging

Abflussentstehungsmodellierung - Wasserbilanz

- Erhebung und Erstellung von Landnutzungskarten
- Regionalisierung Pedohydrotope und bodenphysikalischer Kennwerte
- Regionalisierung der täglichen Werte der Klimaparameter
 - Niederschlag

- Lufttemperatur
- Grasreferenzverdunstung nach FAO-PENMAN-MONTEITH
- Vegetationsreferenzverdunstung nach FAO
- Preprocessing für das Modell
- Modellierung mit MIKE SHE
 - Modellierung der Schneeschmelze
 - Berechnung der aktuellen Verdunstung
 - Berechnung der Grundwasserneubildung
 - Berechnung von Gebietsabflüssen auf Teileinzugsgebietsbasis
- Validierung durch Vergleich mit Abflussdaten

Quellkartierung im gesamten Untersuchungsgebiet

Nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten hätten in Teilbereichen die Quell- und Brunnenaufnahmen von anderen Projekten übernommen werden können. Für die restlichen Gebiete seien 2006-2007 flächendeckende Quellaufnahmen durchgeführt. Nach der Trassenbekanntgabe seien zusätzliche Detailaufnahmen entlang der Trasse Semmering-Basistunnel neu erfolgt. Sämtliche aufgenommene Messstellen im Untersuchungsgebiet seien der beiliegenden Kartendarstellung im Maßstab 1:25.000 (Plannummer: 5510-UV-0601AL-02-0011) zu entnehmen.

Für die gefassten Quellen und Brunnen seien zudem digitale Katasterblätter angefertigt worden, in welchen die wichtigsten Daten vermerkt sind. Diese digitalen Katasterblätter liegen bei den einzelnen Gutachtern und gesammelt bei der ÖBB auf.

Hydrogeologische Dauerbeobachtung und Datenbank

Die hydrogeologische Dauerbeobachtung gliedere sich nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten grundsätzlich in ein qualitatives und ein quantitatives Monitoring. Auf Basis der Untersuchungsergebnisse älterer hydrogeologischer Projekte im Semmeringgebiet, sowie der Ergebnisse der Messungen aus dem Trassenauswahlverfahren seien Messstellen ausgewählt worden, an denen seit 2006 in monatlichen Abständen Messungen und Beprobungen erfolgen (siehe dazu auch Planbeilage im Maßstab 1:25.000 mit der Plannummer: 5510-UV-0601AL-02-0012). Dabei seien natürlich auch Messstellen ausgewählt, an denen bereits langjährige Zeitreihen zur Verfügung stehen.

Zusätzlich seien an 43 Messstellen der hydrogeologischen Dauerbeobachtung Datenlogger installiert worden, um hochauflösende Zeitreihen zur Verfügung zu haben. An den Bächen mit Datenloggerausstattung würden die Parameter Wasserstand und Wassertemperatur gemessen und aufgezeichnet. An den Quellen mit Datenloggerausstattung werde noch zusätzlich der Parameter elektrische Leitfähigkeit gemessen und aufgezeichnet.

Die qualitative Dauerbeobachtung umfasse nach Angaben der Projektanten die regelmäßige Analyse der wichtigsten hydrochemischen Parameter (Hauptionen für die Berechnung der Ionenbilanz – Ca, Mg, Na, K, HCO₃, NO₃, Cl, SO₄) und der isopenhydrologischen Zusammensetzung (¹⁸O, ²H, ³H) der Wässer. An zahlreichen ausgewählten Messstellen seien zur Typisierung der Wässer Wasserproben gezogen und hydrochemisch und isopenhydrologisch analysiert worden. Diese Beprobungen an Quellen würden in monatlichen Intervallen stattfinden. Im Zuge der hydraulischen Bohrlochmessungen seien bei wasserführenden Schichten im Untergrund ebenfalls Wasserproben gezogen und diese analysiert worden.

Der Datenbestand aus den Vorprojekten und der aktuellen Dauerbeobachtung werde laufend in eine zentrale Datenbank (mDB-Semmering) eingepflegt, welche auf einem zentralen Server für die bearbeitenden Projektbeteiligten bereitgestellt worden sei und etwa monatlich aktualisiert werde.

Neben der Dokumentation von eventuellen Änderungen der beobachteten Parameter im Sinne einer Beweissicherung diene dieser Datenbestand vorrangig auch der hydrogeologischen Charakterisierung des Untersuchungsgebietes und Ermittlung der Herkunft und Typisierung der Wässer. Die hydrogeologischen Interpretationen der Analyseparameter und der Geländeparameter erfolgen auf Basis dieses Datenbestandes.

1.2.3.1 Großräumige Betrachtung der hydrogeologischen Rahmenbedingungen des gesamten Untersuchungsraumes

Nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten seien aus hydrogeologischer Sicht im Untersuchungsgebiet hinsichtlich Durchlässigkeit und Wasserführung vereinfacht und generell drei unterschiedliche Bereiche ausgewiesen werden. Diese seien:

- Paläozoische Gesteine der nördlichen Grauwackenzone und kristalline Gesteine (im Wesentlichen schlecht wasserwegig)
- Karbonatgesteine Festgesteine (im Wesentlichen sehr gut wasserwegig)
- Lockersedimente der größeren Täler (sehr gut wasserwegig – bis schlecht wasserwegig)

Die hydrogeologische Beschreibung des Untersuchungsgebietes werde in mehrere Kapitel unterteilt. Die für die Hydrogeologie maßgeblichen Gesteinseinheiten der Karbonatgesteine würden in zwei getrennten Kapiteln beschrieben.

Dies seien einerseits die Karbonatgesteine die zwischen Schottwien im E und in weiterer Folge über den Kaltenberg-Kampalpe bis in den westlichen Bereich Kapellen-Kohleben-Kreuzschober anstehen.

Andererseits würden im SE des Untersuchungsraumes die Karbonatgesteine des Graßberges, Otter-Sonnwendstein-Hirschenkogel-Erzkogel gemeinsam beschrieben.

Ein eigenes Kapitel würden die Gesteine der nördlichen Grauwackenzone, sowie der Keuperserie und der kristallinen Gesteine der Semmering- und Wechseleinheit darstellen.

Karbonatgesteinsschollen, die innerhalb der Keuperserie oder auch entlang der Deckengrenze Semmering-Einheit – Wechseleinheit vorhanden sind, seien nicht in den Kapitel der Karbonatgesteine berücksichtigt.

Hydrogeologische Verhältnisse der nördlichen Grauwackenzone und Tattermannschuppe

Nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten seien für den Bereich der Grauwackenzone sanfte Geländeformen mit nur wenigen Felsaufschlüssen kennzeichnend. In diesem Gebiet seien die Gesteine in Hinblick auf die Wasserwegigkeit vorwiegend als sehr gering bis gering durchlässig einzustufen. Die Gesteine seien fallweise an der Oberfläche anzutreffen und in zahlreichen Kernbohrungen für das Projekts Semmering-Basistunnel alt erkundet worden. Dabei seien keine signifikanten Hinweise auf größere Kluftwasserführungen dokumentiert worden.

Das Niederschlagswasser fließe vorwiegend oberflächennah ab, wie die Auswertung von Durchflussmessungen an den entwässernden Gerinnen und Bächen bei unterschiedlichen Witterungsverhältnissen zeigen. In Einzugsgebieten über Gesteinen der Norischen Decke seien zahlreiche wasserführende Gräben und Gerinne ausgebildet. Kennzeichnend seien kleinräumige Grundwasserkörper und Hangwasserstränge in der Verwitterungsschwarte der vorwiegend feinkörnigen Metamorphite und den überlagernden Lockergesteinen (Hangschutt und untergeordnet kleinere Bereiche mit Talalluvionen). Im Gelände würden sich gehäuft Vernässungszonen, Wiesenabschnitte und Waldbereiche mit feuchtigkeitsanzeigendem Pflanzenbewuchs, Quelltöpfe und Quellaustritte zeigen. Dies sei ein Hinweis darauf, dass in diesen Bereichen das Wasser nahe der Oberfläche verbleibe und bereichsweise nach relativ kurzer Wegstrecke wieder in Form von Quellen und in Feuchtgebieten zu Tage trete.

Das Gebirge sei im Trassenbereich sehr stark tektonisch beansprucht und zerschert. Die tektonische Beanspruchung führe allerdings nach dem Geländebefund und der geologischen Dokumentation von Kernbohrungen der Erkundungs-

phasen zu keiner wesentlichen Erhöhung der Durchlässigkeit und damit zu großräumigeren und tiefer reichenden Verbindungen und Zusammenhängen der genutzten oder potentiell nutzbaren Aquifere.

Wassernutzungen in Form von gefassten Quellen und Brunnen seien verbreitet anzutreffen, die Ergiebigkeit der Quellen sei aber meist gering. Für die Versorgung von Ortschaften (zum Beispiel von Pettenbach oder Küb, Gemeindequelle Eichberg usw.) sei es daher erforderlich, mehrere, teilweise räumlich weit von einander entfernte Einzelquellen zu fassen und zusammen abzuleiten. Einzelwasserversorgungen weisen oftmals große Sammelbehälter auf, um den Bedarf decken zu können.

Bei den Gesteinen, welche der norischen Decke zugeordnet werden, handle es sich im Wesentlichen um Phyllite und Schiefer bzw. um Grüngesteine im Allgemeinen. Zusätzlich würden auch innerhalb der norischen Decke Störungsgesteine auftreten.

Aus hydrogeologischer Sicht seien die Phyllite und Schiefer, sowie die Störungsgesteine in diesen lithologischen Einheiten eher als schlecht bis sehr schlecht wasserwegig zu bezeichnen. Lokal sehr begrenzte Kluftwasserführungen geringeren Ausmaßes seien zu erwarten. Bergwasserzutritte in diesen Abschnitten würden vor allem bei Grabenquerungen mit geringeren Überlagerungen zu erwarten sein.

Die massigen Grüngesteine würden nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten lokale Kluftwasserführungen aufweisen, wobei großräumigere, hydraulische Zusammenhänge nicht erwartet werden. Bevorzugte Wasserwegigkeiten würden im Bereich von Störungen in Verbindung mit den massigen Grüngesteinen und im Bereich von lithologischen Wechsellagen sowie bei Grabenquerungen auftreten. Die massigen Grüngesteine seien im Vergleich zu den Phylliten und Schiefen jedoch als besser wasserwegig einzustufen.

Innerhalb der Veitscher Decke würden nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten lokale Bergwasserführungen hauptsächlich an die Meta-Quarkonglomerate und an die Metasandsteine gebunden sein. Ebenso würden lokal Störungen innerhalb dieser Gesteinsserien bevorzugte Wasserwege aufweisen. Die Graphitphyllite und Tonschiefer können als Wasserstauer angesprochen werden. Bergwasserzutritte innerhalb dieser Gesteinseinheiten seien generell nicht zu erwarten, auch Störungen innerhalb dieser Gesteinseinheiten würden eher wasserstauend ausgebildet sein.

An einer Reihe von Bohrungen seien im Rahmen der Untersuchungen zum Projekt Semmering Basistunnel alt neben Wasserabpressversuchen auch Kurzpumpversuche gefahren worden. Bei den getesteten Pegelbohrungen habe meist bereits eine Förderleistung von ca. 0,2 l/s genügt, um diese leer zu pumpen, was generell auf schlechte Durchlässigkeiten im Untergrund schließen lasse. Auch die im Rahmen der aktuellen Erkundungsphase durchgeführten hydraulischen Tests hätten generell für die Gesteine der Grauwackenzone schlechte Durchlässigkeiten ergeben. Diese sollen nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten jedoch nicht dahingehend interpretiert werden, dass im Untergrund über weite Strecken beim Tunnelbau komplett trockene Verhältnisse vorherrschen werden. Durchnässungen können immer wieder auftreten, die jedoch hydrogeologisch hinsichtlich einer Prognose lagemäßig nicht erfassbar sind. Sehr wohl können aber nach (hydrogeologischen) Projektantenmeinung Durchnässungen in gewissen Gesteinsabschnitten innerhalb der Grauwackenzone zu erheblichen geotechnischen Problemen führen, ohne dass dabei massive Kluftgrundwasserführung notwendig sei.

Aus hydrogeologischer Sicht könne für den Abschnitt innerhalb der Norischen Decke ausgesagt werden, dass die Hauptentwässerung neben dem Oberflächenabfluss hauptsächlich in den über dem anstehenden Festgesteinsuntergrund ausgebildeten Lockerbereichen stattfinde. Auch innerhalb der Sedimentgesteine der Lockerüberlagerung werde von eher schlechten Durchlässigkeiten ausgegangen.

Wesentlich für die Bergwasserführung an Störungszonen werde sein, ob bzw. wie diese Bereiche sekundär wieder verfüllt wurden. Innerhalb der Phyllitstrecken sei das ursprüngliche phyllitische Gestein teilweise aufgrund tektonischer Zerlegung in tonige Kataklastite übergeführt worden. Eine tiefreichende Entwässerung an solchen Bahnen sei daher nicht anzunehmen.

Im Abschnitt der Veitscher Decke können nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten die Gesteine einem örtlich rasch wechselnden Aufbau unterliegen. Innerhalb der Veitscher Decke seien lokale Bergwasserführungen hauptsächlich an die Meta-Quarkonglomerate und an die Metasandsteine gebunden. Ebenso können lokal Störungen innerhalb dieser Gesteinsserien bevorzugte Wasserwege im Untergrund aufweisen. Die Graphitphyllite und Tonschiefer seien als Wasserstauer anzusprechen, auch Störungen innerhalb dieser Gesteinseinheiten würden eher wasserstauend ausgebildet sein.

Aus hydrogeologischer Sicht sei in diesem Abschnitt das Vorhandensein von sulfathaltigem Gestein von Bedeutung. Hier müsse auf jeden Fall mit dem Auftreten von betonaggressiven Wässern gerechnet werden.

Im Abschnitt des Eselbachgrabens und im Bereich des Schonergrabens sei bei Bohrungen gespanntes Grundwasser angetroffen worden. Es sei daher zu erwarten, dass auch bei anderen Grabenquerungen in diesem Bereich gespannte Grundwässer vorhanden sind.

Aus hydrogeologischer Sicht könne für den Abschnitt innerhalb der Veitscher Decke ebenfalls ausgesagt werden, dass die Hauptentwässerung neben dem Oberflächenabfluss in den über dem anstehenden Festgesteinsuntergrund ausgebildeten Lockerbereichen stattfinde. Auch innerhalb der Sedimentgesteine der Lockerüberlagerung werde von eher schlechten Durchlässigkeiten ausgegangen. Pumpversuche an zu Pegeln ausgebauten Bohrungen würden in diese Richtung weisen.

Innerhalb der Gesteine der Tattermannschuppe müsse von lokalen Kluftwasserführungen im Untergrund entlang den eingeschuppten Quarziten und Karbonatgesteinen ausgegangen werden. Die Tattermannschiefer seien generell als wasserstauend zu beschreiben. So würden sie u.a. die stauenden Gesteine für die Quellaustritte der Bertaquelle (Nr. 18) und der Eselbachquelle (Nr. 3), die ihr Einzugsgebiet in den Karbonatgesteinen des Kaltenberges innehaben, und am Kontakt zu Tattermannschiefern als Art Überlaufquellen austreten, darstellen.

Hydrogeologisch können diese Einheiten nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten überblicksmäßig so zusammengefasst werden, dass die Gesteine der Grauwackenzone wegen ihrer lithologischen Zusammensetzung aus vorwiegend phyllitisch-schiefrigen Gesteinen geringe Wasserdurchlässigkeiten aufweisen. Aus diesem Grund erfolge die Entwässerung hier vorwiegend oberflächlich. Nahezu jeder kleine Taleinschnitt werde über ein Oberflächengerinne entwässert. In diesen Gebieten seien lokal begrenzte Grundwasserkörper ausschließlich auf oberflächennahe Verwitterungs- und Auflockerungsbereiche beschränkt. In tieferen Abschnitten seien nur begrenzte, gering ergebnisreiche Bergwasserführungen bevorzugt entlang von Störungen zu erwarten.

In Hinblick auf unterirdische Hohlraumbauten innerhalb der Grauwackenzone im Arbeitsgebiet würden sich aus hydrogeologischer Sicht günstige Bedingungen ergeben. Es sei weder mit größeren Wasserzutritten bei Vortrieben im Festgestein zu rechnen, noch seien ungünstige Auswirkungen auf bestehende Wassernutzungen zu erwarten, so ferne genügend Überdeckung vorhanden sei.

Karbonatgesteine im Zentralbereich des Untersuchungsgebietes

Südlich der Gesteine der Grauwackenzone (die Gesteine der Grauwackenzone seien nur im Nordabschnitt des Untersuchungsgebietes vorhanden) würden die sehr gut wasserwegigen, verkarsteten Karbonatgesteine auftreten. Innerhalb dieser Karbonatgesteine seien nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten weitreichende hydraulische Zusammenhänge zu erwarten und damit auch weitreichende mögliche Auswirkungen an der Oberfläche.

Im Zentralbereich würden sich die Karbonatgesteine vom W (Kreuzschober-Mahdtalkogel) über Kohleben, Große Scheibe, Kampalpe bis nach NÖ über die Adlitzgräben in Richtung E erstrecken, um im Bereich etwa ab Schottwien unter die neogenen Talsedimente abzutauchen. Über weite Strecken würden diese Karbonatgesteine abflusslos vorliegen, sehe man lokal von Oberflächengewässern geringer Schüttung ab, die hydraulisch abgekoppelt anzusehen seien.

Im W sei das überlagernde Permomesozoikum im Grenzbereich zum Semmering-Kristallin stark tektonisch verschuppt, mit Wechsellagerungen von Quarzit und Karbonatgesteinen. Die Karbonatgesteine seien zum Teil tiefreichend verkarstet und würden ergiebige Bergwasserkörper beinhalten. Als hangendste Einheit würden hier permische Porphyroide auftreten, die im Grenzbereich zum Permomesozoikum ebenfalls stark mit diesem verschuppt seien. Das Einfallen der meist flachen Deckenstapelung weise hier in nordwestliche bis westliche Richtungen. Die Einfallrichtungen der Schicht- und Schieferungsflächen des Permomesozoikums würde eine große Variabilität aufweisen. Es würden flach bis mittelsteil bzw. steil einfallende NE-SW-streichende und steil einfallende NW-SE-streichende Klufflächen überwiegen. Im Permomesozoikum würden zusätzlich E-W-streichende um die Vertikale pendelnde und N-S-streichende mittelsteil gegen E bzw. W einfallende Häufungen auftreten.

Der nach W hin ausdünnende Karbonatzug im Bereich Mahdtalkogel – Kreuzschober – Höllgraben - Feistritzberg weise gute Durchlässigkeiten auf. Durch die ausgeprägte Verkarstung sei eine gute Wasserwegigkeit gegeben. Der nordöstlichste Bereich (Einzugsgebiet Dietlergraben) liege weitgehend abflusslos vor, Richtung W hin nehme die Abflussspende stark zu und ergebe sich im Einzugsgebiet Glawoggengraben Mitte im Wesentlichen aus Quellaustritten, die im Nahbereich des unterlagernden, wasserstauenden Semmeringkristallins in der Talsohle situiert sind. Im westlichsten Bereich (Feistritzberg) befinde sich eine, ebenfalls im Grenzbereich zum unterlagernden Semmeringkristallin liegende, stark schüttende Karstquelle, die für die Wasserversorgung der Gemeinde Krieglach verwendet werde. Aufgrund der hydrochemischen in Zusammenschau mit den geologisch/hydrogeologischen Gegebenheiten könne vermutet werden, dass zumindest ein Teil des Wassers aus dem Einzugsbereich des Dietlergrabens in Richtung SE unterirdisch abfließe.

Der Bereich der Kampalpe, welcher von Karbonatgesteinen aufgebaut wird, liege nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten oberflächenabflusslos vor. Aus anderen Untersuchungen im Bereich Schottwien sei bekannt, dass diese Karbonatgesteine tiefgründig verkarstet sei, und sehr gute Wasserwegigkeiten aufweisen. Im Einzugsgebiet der Kampalpe-Ziehgraben sei kein Oberflächenabfluss vorhanden. Daraus könne einerseits die angesprochene sehr gute Durchlässigkeit der Karbonatgesteine abgeleitet werden, andererseits würden auch sehr große Wassermengen im Untergrund abfließen, da aus der Wasserbilanz der oberirdische Abfluss nach Niederschlagsereignissen komplett fehle und sich die Größe der Grundwasserneubildung nur aus den beiden Gliedern der Wasserbilanz Niederschlag minus Verdunstung abschätzen lasse. Die Entwässerungsrichtung im Untergrund in diesem Abschnitt dürfte W-E verlaufen. Im Bereich Schottwien würden die Karbonatgesteine unter die neogenen Talsedimente abtauchen. In diesem Bereich sei auch die sogenannte Palkaquelle (FS092) situiert. Es bestehe aufgrund der hydrochemischen und isotopenhydrologischen Untersuchungen in Zusammenschau mit den geologisch/hydrogeologischen Gegebenheiten die Vermutung, dass zumindest ein Teil des Wassers der Palkaquelle sein Einzugsgebiet in den Karbonatgesteinen des Bereiches Adlitzgraben-Kampalpe habe. Die ähnliche hydrochemische und isotopenhydrologische Zusammensetzung der Quellwässer am Grabenausgang des Adlitzgrabens und der Grundwässer in einer Bohrung im Adlitzgraben im Vergleich zum Quellwasser der Palkaquelle würden in diese Richtung weisen.

Entlang dem Adlitzgraben, dem Eselstein, im westlichen Rotgraben, im Bereich der Ochnerhöhe und des Pinkelkogels seien nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten vorwiegend karbonatische Gesteine (Dolomit, Dolomitmarmor, Kalkstein) anzutreffen, die im Adlitzgraben intensiv tektonisch beansprucht seien. Diese Gesteine würden in das Permomesozoikum der Semmering-/ Wechsel-Einheit und Tattermannschuppe eingeordnet. Die Gesteine seien verkarstet, oberflächennahe Abflüsse in diesem Bereich würden nur untergeordnet stattfinden. Die Vegetation zeige in weiten Bereichen trockene Bedingungen im Boden an. Quellaustritte und Vernässungszonen seien nur sporadisch anzutreffen. Dafür sei die Ergiebigkeit einiger weniger Quellen entsprechend hoch. Quellen würden sich oftmals im Grenzbereich zu dichteren Gesteinen (zum Beispiel feinkörnigen Serizitschiefern) oder in Gebieten finden, in denen das Gebirge (Karbonatgesteine) durch tektonische Beanspruchung (Scherzonen) für Wasser bereichsweise geringer durchlässig werde.

Diese mächtigen verkarsteten Karbonatgesteine des Zentralbereiches würden sich in westliche Richtung (Stmk) über den Bereich Kapellen-Kohleben hinaus bis hin zum Kreuzkogel / Mahdtalkogel erstrecken. Auch in diesem Abschnitt sei eine

Reihe von großen Karstquellen vorhanden, die ebenfalls für Trinkwasser verwendet werden. Dabei seien die Staudenpeterquellen (private Trinkwasserversorgung), sowie die Kientalquellen (TWVA Kapellen) und der Quellbereich Kohleben (TWVA Mürzzuschlag) zu nennen. Im Untergrund lasse sich für diese Quellwässer innerhalb der verkarsteten Karbonatgesteine eine Entwässerungsrichtung von E nach W ableiten.

Im Rahmen von Markierungsversuchen sei diese Entwässerungsrichtung am Beispiel Krampusgraben – Staudenpeterquellen-Kientalquellen nachgewiesen worden.

Ob der gesamte Karbonatstock zwischen Schottwien im E und Kohleben im W ein einheitlich zusammenhängendes hydraulisches System darstelle, sei nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten nicht bekannt. Die hydrogeologische Modellvorstellung der unterirdischen Entwässerung gehe eher von größeren hydraulischen Einheiten aus, die voneinander durch minder permeable bis stauende Schichten getrennt seien. Regional gesehen entwässere der östliche Abschnitt der Karbonatgesteine nach W, der westliche Abschnitt nach W.

Im Wallersbachgraben, im Zentralbereich dieser Karbonatgesteine der Kampalpe seien nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten die sogenannten Wallersbachquellen gelegen, die einen Teil der Trinkwasserversorgungsanlage der Stadtgemeinde Mürzzuschlag darstellen. Diese Wallersbachquellen würden auf einer Seehöhe von etwa 1050 m entspringen, während die Karstquellen im Bereich Kapellen und Kohleben im Tal auf einer Seehöhe von etwa 700-800 m austreten. In diesem Abschnitt liege somit eine Entwässerungsrichtung der Karbonatgesteine im Untergrund in südliche Richtung vor. Aufgrund der unterschiedlichen Entwässerungsrichtung sowie auch auf Grund der deutlich unterschiedlichen Austrittsseehöhen von etwa 200-300 m könne ein hydraulisch abgeschlossenes Einzugsgebiet im hinteren Abschnitt des Wallersbachgrabens angenommen werden.

Die im hintersten Abschnitt des Wallersbach abfließenden Oberflächengerinne aus den phyllitischen Gesteinsbereichen würden ebenfalls ihr Wasser zur Gänze beim Durchfließen der Karbonatgesteinspassagen verlieren, und würden hier an den Wallersbachquellen wieder zu Tage treten.

Im Rahmen des Projektes Semmering Basistunnel alt, seien bereits verkarstete, stark wasserführende Karbonatgesteine durch den Begleitstollen aufgeschlossen worden. Dabei seien im Portalbereich Mürzzuschlag, und bei und nach der Querung des Wallersbachgrabens Karbonatgesteine durchörtert worden. Detaillierte Ausführungen zu den hydraulischen, isotopenhydrologischen und hydrochemischen Auswertungen und Interpretationen seien den entsprechenden hydrogeologischen Berichten zu entnehmen, die zum damaligen Zeitpunkt noch im Auftrag der HL-AG erstellt wurden.

Zusammenfassend könne für die Karbonatgesteine, die im Rahmen des Begleitstollens aufgefahren wurden ausgesagt werden, dass sie sehr gut wasserwegig seien, und ein gut durchlässiges Karst-Kluftnetz vorliege. Sehr große Hohlräume und/oder Höhlen seien beim Vortrieb aber nicht angetroffen worden. Im Bereich Wallersbachgraben sei es beim Antreffen der Karbonatgesteine (Karbonatbereich II – Benennung im Projekt SBT_alt-Pilotstollen) zu großen Bergwasserzuflüssen gekommen. Nach diesen Karbonatgesteinen seien beim Begleitstollen phyllitische Gesteine aufgefahren worden, um in weiterer Folge beim Vortrieb erneut Karbonatgesteine (Karbonatbereich III – Benennung im Projekt SBT_alt-Pilotstollen) zu durchörteren. Im Zuge von Pumpmaßnahmen innerhalb der Karbonatgesteine bei der Querung des Wallersbachgrabens (Brunnenfilternische 1 - Karbonatbereich II) habe der Bergwasserspiegel bis unter Stollenniveau abgesenkt werden können. Beim Antreffen der Karbonatgesteine des Karbonatbereiches III seien trotz der ständigen Pumpmaßnahmen im Karbonatbereich II erneut große Bergwassermengen angetroffen worden. Für den weiteren Vortrieb sei im Karbonatbereich III ebenfalls eine Brunnenfilternische errichtet worden, um auch in diesem Abschnitt den Bergwasserspiegel unter Stollenniveau absenken zu können. Bei anschließenden Pumpversuchen habe sich gezeigt, dass beide Karbonatgesteinsbereiche hydraulisch zusammenhängen.

Aufgrund der Tatsache, dass durch die lang anhaltenden Pumpmaßnahmen im Karbonatbereich II keine deutliche Vor-entwässerung im Karbonatbereich III stattgefunden habe, müsse davon ausgegangen werden, dass Karbonatgesteinsabschnitte immer wieder durch minder durchlässige Zonen voneinander getrennt seien, hydraulisch jedoch kommunizie-

ren. Dies sollte nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten bei der Planung des Vortriebes innerhalb der Karbonatgesteine berücksichtigt werden, um z.B. durch Vorbohrungen Entwässerungsmaßnahmen einleiten zu können.

Hydrogeologische Verhältnisse der Keuperserie

Nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten würden entlang eines WSW verlaufenden Zuges von Spital am Semmering über Semmering weiter in den Myrtengraben, den Ortsteil Greis, nördlich Maria Schutz bis zum Göstritzgraben Serizitschiefer („Keuperschiefer“) mit Karbonateinschaltungen, Rauhwacken und Quarziten anstehen, die teilweise gipsführend seien. Diese Gesteine würden ebenfalls dem Permomesozoikum der Semmering-/ Wechsel-Einheit und Tattermannschuppe angehören. Die Gesteine würden sanfte Geländeformen bilden und seien selten an der Oberfläche aufgeschlossen.

Vernässungszonen und Quellaustritte seien im Gegensatz zu den Gebieten mit Karbonatgesteinen häufiger. Generell dominiere in diesem Bereich der oberflächennahe Abfluss des Niederschlagswassers. Artesisch gespannte Grundwasserhältnisse in eingeschuppten Karbonatspänen seien in der Bohrung KB-49/06 (siehe Lageplan Erkundungsmaßnahmen 5510-EB-5000AL-02-0102-E02) beobachtet worden.

Mit gespanntem Wasser und durch Lösungsvorgänge erweiterte Trennflächen müsse gerechnet werden. Verbindungen und in die Tiefe reichende Wasserführungen in angelösten Evaporitpartien seien nicht auszuschließen.

Im Rahmen des Projektes S6 Semmering Schnellstraße seien die Gesteine der „Keuperserie“ im steirischen Abschnitt bereits durch die beiden Tunnel Steinhaus und Spital durchörtert worden.

Hinsichtlich der hydrogeologischen Situation beim Tunnel Spital und Tunnel Steinhaus könne ausgesagt werden, dass die Bergwasserzutritte ein nur sehr lokal begrenztes Einzugsgebiet aufgewiesen hätten. Die Hauptwasserzutritte seien an die Karbonatgesteinseinschaltungen innerhalb der „Keuperserie“ gebunden gewesen. Durch ihre isolierte Lage innerhalb der „Keuperserie“ seien die Auswirkungen der Bergwasserzutritte räumlich sehr begrenzt gewesen. Weitreichende Auswirkungen seien prognosegemäß nicht eingetreten. Neben den Hauptwasserzutritten aus den Karbonatgesteinen seien im Rahmen der Vortriebsarbeiten immer wieder Bereiche geringfügiger Wasserführung angetroffen worden. Diese, vorwiegend aus phyllitischen Gesteinen stammenden Wasserzutritten würden sich in Form strähniger Zutritte und Tropfwässern im Bereich von Gebirgsankern und Feuchtbereichen manifestierten. Nur in unmittelbarer Nähe zum Tunnelvortrieb seien an Pegelbohrungen Auswirkungen auf den lokalen Grundwasserstand gemessen worden.

Weitreichende zusammenhängende hydrogeologische Systeme seien prognosegemäß nicht angetroffen worden, so dass das lokale Absinken des Wasserspiegels in den beobachteten Bohrungen nur als ein sehr lokaler, eng begrenzter Vorgang zu interpretieren war. Neben der Tatsache, dass sich daraus keine weitreichenden Auswirkungen ergeben können, sei es aus Beweissicherungsgründen von Bedeutung, dass an einigen Bohrungen wieder deutliche Aufspiegelungsvorgänge stattgefunden haben.

Kristalline Gesteine - Phyllite und Gneise der Semmering Einheit und der Wechsel Einheit

Nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten können die kristallinen phyllitischen Gesteine des Semmering-Kristallins als schlecht wasserwegig bezeichnet werden, untergeordnet seien geringe Kluftwasserführungen und Durchnässungen des Gebirges im Untergrund vorstellbar. Diese Gesteine seien bereits durch den Begleitstollen zum Projekt Semmering Basistunnel alt aufgefahren worden. Es habe sich dabei gezeigt, dass lokal nur untergeordnete Kluftwasserführung vorhanden sei. Zudem habe auch beobachtet werden können, dass anfangs gering bis sehr gering rinnende Kluftwasserzutritte nach einiger Zeit trocken fielen. Im Zentralbereich des Untersuchungsgebietes sei zudem zu beobachten, dass eine Vielzahl von oberirdischen Gerinnen, die aus den phyllitischen Gesteinsbereichen abfließen, beim anschließenden Abfluss in den Karbonatgesteinen zur Gänze in den Untergrund versickern bzw. versinken. Sehr markant sei dies im Bereich Talhof und im Krampusgraben zu beobachten. An diesen Stellen werde der oberirdische Abfluss zur Gänze direkt über eine Höhle in den Untergrund abgeleitet.

Orographisch rechts der Mürz, westlich bzw. nordwestlich von Mürzzuschlag, würden die Quarzphyllite bis Glimmerschiefer des Semmering-Kristallins im Wesentlichen die zur Mürz abfallenden Talflanken südlich bzw. südöstlich der Linie Lammer – Kreuzschober – Hauzenberg einnehmen. Sie würden eine Abfolge stark geschieferter Gesteine mit schwankendem Quarzgehalt und unterschiedlich starker tektonischer Überprägung darstellen. Das überlagernde Permomesozoikum sei im Grenzbereich zum Semmering-Kristallin stark tektonisch verschuppt, mit Wechsellagerungen von Quarzit und Karbonatgesteinen.

Orographisch links der Mürz, können nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten vier verschiedene Bereiche hinsichtlich des Gefüges unterschieden werden. Den Bereich „Bärenkogel“ würden im N das Mürztal und im E der Ganz- und Kogelbach bzw. dessen Fortsetzung über die Einsattelung östlich des Bärenkogels zur südlichen Grenze des Pretulbaches begrenzen. Er werde von den Gesteinen des Semmeringkristallins und den karbonatisch dominierten Abfolgen des Permomesozoikums aufgebaut, wobei Karbonatgesteinsschollen unterschiedlicher Mächtigkeit in das aus Quarzphylliten bis Glimmerschiefern bestehende Kristallin eingeschuppt seien. Die Einfallrichtungen des Semmering-Kristallins und des Permomesozoikums würden bei flachen bis steilen Einfallswinkeln von SW bis NW und von NE bis SE variieren. Diese heterogene Gefügesituation sei auf eine starke tektonische Beanspruchung an SW-NE-, N-S- und NW-SE-streichenden Störungen und Störungszonen zurückzuführen und werde durch das Auftreten von Massenbewegungen verstärkt. Die Klufflächen des Semmering-Kristallins sowie des Permomesozoikums würden ein überwiegend mittelsteiles bis steiles Einfallen in alle Richtungen zeigen, wobei sich zwei dominante Kluffscharen mit Streichrichtungen NNW-SSE bis NNE-SSW bzw. ENE-WSW bis ESE-WNW und einem um die Vertikale pendelndem Einfallen abzeichnen. Obwohl in diesen Abschnitten auch Karbonatgesteine größeren Ausmaßes vorhanden seien (z.B. Bärenkogel), würden sie hier beschrieben, dass sie als Art Schollen in das Kristallin eingeschuppt sind.

Die orographisch rechts der Mürz im Bereich südlich der Linie Lammer – Kreuzschober – Hauzenberg gelegenen phyllitischen Gesteine des Semmering-Kristallins würden auf Grund ihrer geringen Durchlässigkeiten eine deutliche Oberflächenentwässerung zeigen. Sämtliche, die Einzugsgebiete entwässernde Gräben, sind Wasser führend und alle Einzugsgebiete würden ähnliche Abflussspenden aufweisen. In diesen Gebieten seien lokal begrenzte Grundwasserkörper ausschließlich auf oberflächennahe Verwitterungs- und Auflockerungsbereiche beschränkt. In tieferen Abschnitten seien nur begrenzte, gering ergiebige Bergwasserführungen bevorzugt entlang von Störungen zu erwarten.

Südöstlich des Stürzerkogels würden im südöstlichsten Abschnitt des Einzugsgebietes die Oberflächenwässer des Grabens zur Gänze in gut durchlässigen Hangschutt-/Schwemmkegelsedimenten versickern. Eine Alimentierung des Karstwasserkörpers der unterlagernden, stark verkarsten Karbonatgesteine sei wahrscheinlich.

Südlich der Mürz würden die Einzugsgebiete, in denen phyllitischen Gesteine des Semmering-Kristallins mit eingeschalteten permomesozoischen Karbonatschollen dominieren eine ähnliche Abflusssituation wie die Kristallin-dominierten Einzugsgebiete orographisch rechts der Mürz zeigen. Der Abfluss finde hauptsächlich oberflächlich statt. In den kristallinen Gesteinen seien lokal begrenzte Grundwasserkörper ausschließlich auf oberflächennahe Verwitterungs- und Auflockerungsbereiche beschränkt. In tieferen Abschnitten seien nur begrenzte, gering ergiebige Bergwasserführungen bevorzugt entlang von Störungen zu erwarten.

Die Karbonatschollen des Bärenkogels seien nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten weitgehend abflusslos und würden auf Grund ihrer z.T. ausgeprägten Verkarstung gute Durchlässigkeiten aufweisen. Die einzelnen Karbonatkörper seien vermutlich durch gering durchlässige Gesteine oder Störungszonen in einzelne Kompartments aufgegliedert. Eine Kommunikation untereinander habe nicht festgestellt werden können. In den meist von Lockergesteinen überlagerten Randbereichen zu den kristallinen Gesteinen würden an Tiefpunkten der Karbonatschollen Quellen zu Tage treten, und würden meist zur Einzelversorgung herangezogen. Der zwischen Kranzbauer (Nord) und Strauß (Süd) gelegene Karbonatkörper werde für die Trinkwasserversorgung von Mürzzuschlag genutzt.

Die im Süden des Untersuchungsgebietes vorhandenen Gneise im Semmering Kristallin würden zusammengefasst generell etwas bessere Durchlässigkeiten aufweisen, als die schieferigen, phyllitischen Gesteine. Lokal müsse innerhalb der

massigen Gneise mit tieferreichenden Kluftwasserführungen gerechnet werden, die jedoch als nicht großräumig hydraulisch zusammenhängend prognostiziert werden. Die hydrogeologische Modellvorstellung gehe davon aus, dass Kluftwasserführungen im Untergrund hinsichtlich ihrer Verbreitung und hydraulischen Wirksamkeit nur lokalen Charakter haben werden. Ebenso seien flächenhafte Zutritte in Form von Firstregen vorstellbar.

Im Bereich des Oberlaufs des Ganzbachs finde sich nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten eine große Anzahl an Einzelquellen. Viele davon seien gefasst und würden einen Teil der Trinkwasserversorgung der Gemeinde Müzzuschlag darstellen. Aufgrund der großen Anzahl an Quellen könne angenommen werden, dass die Entwässerungssysteme innerhalb der Gesteine des Semmering-Kristallins im Untergrund zum überwiegenden Anteil nur sehr seicht vorliegen. Weiters könne angenommen werden, dass diese hauptsächlich an die Lockerüberlagerungen über dem Festgesteinsuntergrund gebunden seien.

Der Dürrgrabenbach entwässere in seinem hinteren Abschnitt schlecht durchlässige Gesteine der Wechseleinheit. In diesem Bereich liege eine Vielzahl an Einzelquellen vor. Viele davon seien gefasst und würden einen Teil der Trinkwasserversorgung der Gemeinde Semmering darstellen. Aufgrund der Vielzahl der Quellen könne interpretiert werden, dass die Entwässerungssysteme innerhalb der Gesteine der Wechseleinheit im Untergrund zum überwiegenden Anteil nur sehr seicht vorliegen, und diese hauptsächlich an die Lockerüberlagerungen über dem Festgesteinsuntergrund gebunden seien. Tieferreichende Entwässerungsbahnen seien nur lokal und sehr eingeschränkt vorstellbar.

Hydrogeologisch können nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten diese Einheiten überblicksmäßig so zusammengefasst werden, dass die Wechseleinheit wegen ihrer lithologischen Zusammensetzung aus vorwiegend phyllitisch-schiefrigen Gesteinen geringe Wasserdurchlässigkeiten aufweisen. Aus diesem Grund erfolge die Entwässerung hier vorwiegend oberflächlich. Nahezu jeder kleine Taleinschnitt werde über ein Oberflächengerinne entwässert. In diesen Gebieten seien lokal begrenzte Grundwasserkörper ausschließlich auf oberflächennahe Verwitterungs- und Auflockerungsbereiche beschränkt. In tieferen Abschnitten seien nur begrenzte, gering ergebnisreiche Bergwasserführungen bevorzugt entlang von Störungen zu erwarten.

Karbonatgesteine im SE des Untersuchungsgebiete - Grasberg / Otter / Sonwendstein / Hirschenkogel / Erzkogel

In den großteils tiefgreifend verkarsteten Karbonatgesteinszügen des mittleren Abschnitts erfolge nach Angaben des (hydrogeologischen) Projektanten die Entwässerung zum überwiegenden Teil über Klüfte im Berginneren. Oberflächengerinne würden hier großflächig fehlen. Sie seien nur am Übergang zu stauenden Gesteinseinheiten als Abflussgerinne teils starker Überlaufquellen ausgebildet. Die Karbonatgesteine würden im Bereich Grasberg / Otter auch eine interne Gliederung durch E-W-streichende Störungszonen aufweisen, die wegen ihrer lithologischen Zusammensetzung aus weitgehend wasserundurchlässigen Störungsgesteinen nicht nur eine morphologische Gliederung in einzelne E-W verlaufende Karbonatgesteinszüge sondern auch eine hydraulisch wirksame Trennung in einzelne sehr ergebnisreiche Bergwasserkörper bewirken.

Analog zur Oberflächenentwässerung der größeren Gerinne (Schwarza, Auebach, Trattenbach) erfolge offensichtlich auch die Entwässerung der Bergwasserkörper in den Karbonatgesteinszügen bevorzugt in östlicher Richtung. Dies sei vermutlich auf das östlich angrenzende Wiener Becken zurückzuführen, wo über Staffelbrüche die Gesteine der alpinen Decken tief unter die heutige Geländeoberfläche abgesenkt werden. Die größten Quellaustritte würden sich demnach immer beim östlichen Auskeilen der Karbonatgesteinszüge befinden.

Die Karbonatgesteine des Sonwendsteins und des Hirschenkogels seien bereits durch den Semmering Tunnel im Rahmen des Projektes S6 Semmering Schnellstraße aufgefahren worden. Der Tunnel habe zunächst noch die Gesteine der Keuperserie durchörtert, und sei nach der Semmering Störung in die verkarsteten, wasserführenden Karbonatgesteine des Sonwendstein-Hirschenkogelmassivs gelangt. Die Gesteine der „Keuperserie“ im N der Karbonatgesteine würden den Stauer darstellen, an welchem eine Reihe von Überlaufquellen austreten. Ähnlich sei die Situation im Bereich der Karbonatgesteine des Kaltenberges zu den stauenden Gesteinen der Tattermannschuppe zu bewerten.

Die größten Quellen, die an dieser Überschiebungslinie austreten, seien die die sogenannten Göstritzquellen (Nr. 541 und 542 Im Detaillageplan der Messstellen Teil West). Ein Austritt der Göstritzquellen sei gefasst, und werde derzeit von der Gemeinde Schottwien für Trinkwasserzwecke genutzt.

Bei Auffahren der Karbonatgesteine habe sich gezeigt, dass ein Großteil der Bergwasserzutritte eher flächenhaft zutrete. Größere Einzelzutritte seien selten gewesen. Der Schüttungsverlauf der gesamten Bergwassermenge, die beim Ostportal im Bereich Greis in den Greisbach eingeleitet werden, zeige große saisonal bedingte Schwankungen.

Diese mehrjährige Ganglinie zeige, dass es sich bei den anfallenden Bergwässern nicht um ein „Auslaufen“ handelt, sondern der Verlauf als wiederkehrendes Schüttungsverhalten interpretiert werden könne. Daraus lasse sich für den beobachteten Zeitraum ableiten, dass der Aquifer bzw. die Aquifere nicht entleert wurden, sondern davon ausgegangen werden könne, dass die kontinuierlich gemessene gesamte Bergwassermenge die natürlich bedingten jahreszeitlichen Schwankungen repräsentiert. Somit finde eine Regeneration der drainierten Bergwässer statt und der zyklische Verlauf der Bergwassermenge sei auch in Zukunft zu erwarten.

Südwestlich der Linie Sonnwendstein-Hirschenkogel schließe nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten noch der Karbonatstock des Erzkogels bis in das Fröschnitztal an. Der Erzkogel selbst, sei wie auch der Sonnwendstein und der Hirschenkogel nahezu oberflächenabflusslos. Große Karstquellen seien nur im Fröschnitztal bekannt. Eine dieser Karstquellen sei gefasst und stelle heute einen Teil der Trinkwasserversorgung der Gemeinde Spital am Semmering dar. Der Dürrgrabenbach entwässere in seinem hinteren Abschnitt schlecht durchlässige Gesteine der Wechseleinheit. Der Oberflächenabfluss des Dürrgrabenbaches schneide infolge seiner nach NW ausgerichteten Abflussrichtung in die Karbonatgesteinseinheiten des Hirschenkogels bzw. Erzkogels ein. Beim Durchfließen dieser Passage, wo im Untergrund die verkarsteten Karbonatgesteine anstehen, verliere der Bach zur Gänze sein Wasser. Der Grabenausgang sei die meiste Zeit des Jahres über trocken: Nur zu Zeiten der Schneeschmelze oder zu bzw. kurz nach Starkregenereignissen führe der Dürrgrabenbach über seine gesamte Strecke Wasser. Ein Großteil dieser Wässer fließe unterirdisch in Richtung W ins Fröschnitztal ab, um hier u.a. wieder an den hier gelegenen Karstquellen auszutreten.

1.2.3.2 Isotopenhydrologische Untersuchungen

Nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten würden für die Charakterisierung der Wasserbewegung die Umweltisotope Deuterium (^2H), Sauerstoff-18 (^{18}O) und Tritium (^3H) geeignete Tracer darstellen. Als native Bestandteile des Wassermoleküls würden sich diese nahezu konservativ verhalten und die direkte Verfolgung der Wasserbewegung erlauben. Gleichzeitig würden Umweltisotope Aussagen über die Herkunft, die mittlere Einzugsgebietshöhe und die Speicherung der Wässer im Untergrund ermöglichen. Dies sei insbesondere in alpinen Gebieten mit ausgeprägter Topographie und lithologisch uneinheitlichen Einzugsgebieten von Bedeutung. Hier komme es im Bereich von verkarsteten Karbonatgesteinen und größeren Störungszonen zum Teil zu gebietsübergreifenden Entwässerungen, sodass das orographische Quelleinzugsgebiet mit dem tatsächlichen hydrogeologischen Einzugsgebiet nicht übereinstimme. In diesen Gebieten können die Sauerstoff-18 Gehalte von Quellwässern zu einer Abschätzung der mittleren Höhe des hydrologisch wirksamen Einzugsgebietes verwendet werden, da es mit zunehmender Einzugsgebietshöhe zu einer Abnahme der ^{18}O -Gehalte in den infiltrierenden Niederschlägen komme. Da die Quellwässer in Abhängigkeit von ihrer Verweilzeit und ihrer Speicherung im Untergrund jedoch oft jahreszeitlichen Schwankungen unterliegen, seien für die Berechnung aber nur solche Messstellen heranzuziehen, bei denen zumindest einjährige Datenreihe vorhanden sei.

Tritium

Das radioaktive Isotop Tritium ^3H sei ein mit dem Niederschlag eingetragenes Wasserstoffisotop, welches Hinweise über die mittleren Verweilzeiten des Wassers im Untergrund gebe. Damit diene Tritium der Wassertypisierung und der Interpretation von Speichereigenschaften und Aquifervolumen der Gebirgseinheiten.

Grundlage für die hydrogeologische Interpretation der Tritiumgehalte sei die Markierung des versickernden Wasser mit dem Tritium-Gehalt des Niederschlags bzw. die Halbwertszeit des Tritiumzerfalls von etwa 12,3 Jahren. In Abb. 85 des

Technischen Berichtes 5510-UV-0601AL-00-0001 sei der Verlauf des Tritium-Gehaltes im Niederschlag (Graz, Wien) seit den Bombentests in den 50er und 60er Jahren zu ersehen.

In Abb. 86 und Abb. 87 des Technischen Berichtes 5510-UV-0601AL-00-0001 seien die Mittelwerte der analysierten Tritium-Gehalte der Wässer in einem Histogramm dargestellt worden. Die Wertebereiche seien unter Berücksichtigung des Tritiuminputs aus dem Niederschlag so eingeteilt worden, dass eine qualitative Interpretation der Verweilzeiten der Wässer ermöglicht werde. Daraus ergebe sich eine Klassifizierung von Wässern langer Verweilzeit (Werte <6 TU) und Wässern mit geringer Verweilzeit bzw. Mischwässern (6-18 TU). Wässer mit Tritiumgehalten über 18 TU würden ebenfalls Wässer mit erhöhter Verweilzeit darstellen. Von besonderer Bedeutung seien Wässer mit erhöhten Verweilzeiten, da diese länger gespeicherte Wasservorkommen repräsentieren und damit Auskunft über die Zirkulationspfade im aquatischen System geben. In Abb. 88 des Technischen Berichtes 5510-UV-0601AL-00-0001 sei eine Übersicht der Tritium-Werte im gesamten Untersuchungsraum zu sehen. In Abb. 89 seien nur die Messstellen mit geringen sehr geringen Tritium-Gehalten (<3 TU) und mit erhöhten Tritium-Gehalten (>18 TU) dargestellt. Sehr geringe Tritium-Gehalte würden vorrangig die Wasserproben aus einigen Erkundungsbohrungen aufweisen. An diesen Proben zeige sich, dass die Kluftwässer in diesen Bohrungen keine aktive Anbindung an eine seichte Wasserzirkulation aufweisen – es handle sich daher jedenfalls teilweise um stagnierende Kluftwässer. Neben den Wässern aus diesen Bohrungen würden aber im Untersuchungsgebiet auch einige Quellen Wässer mit erhöhten Verweilzeiten führen. Im Untersuchungsgebiet sei z.B. die Quelle FS334 (Warme Quelle - Stranz) zu erwähnen die auch aufgrund der deutlich erhöhten Wassertemperatur ($12-13^{\circ}\text{C}$) auf eine tiefe Zirkulation schließen lasse.

Die Quelle JRN1224 im steirischen Projektraum deute nach Angaben der (hydrogeologischen Projektanten) ebenfalls eine lange Verweilzeit an. Mehrmalige Analysen müssen dieses Einzelergebnis jedoch noch bestätigen.

Stabile Isotope (Sauerstoff 18, Deuterium)

Die stabilen Isotope Sauerstoff 18 (^{18}O) und Deuterium (^2H) seien nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten aufgrund von temperaturabhängigen Fraktionierungsprozessen ein gutes Werkzeug für die Typisierung der Wässer hinsichtlich deren Einzugsgebietsseehöhen. Dies deshalb, weil in höher gelegenen Einzugsgebieten eine geringere mittlere Lufttemperatur bestehe, die zu einer temperaturabhängigen Markierung der Niederschlagswässer (Abreicherung der stabilen Isotope) führe. Nach der Versickerung dieser Wässer im Untergrund würden die Gehalte an ^{18}O und ^2H konstant bleiben. Mit diesen Zusammenhängen könne die seehöhenbezogene Herkunft der Wässer interpretiert und damit Hinweise zum Einzugsgebiet der Wässer und deren Neubildungsmechanismen und Genese erhalten werden.

Grundsätzlich bestehe ein etwa linearer Zusammenhang zwischen den ^{18}O -Werten und den ^2H -Werten der Wässer.

Aufgrund der temperatur- und damit seehöhenabhängigen Fraktionierung könne aus dem Verhältnis zwischen (^{18}O -Wert/Seehöhe der Probennahmestelle) eine grobe Klassifizierung getroffen werden, wie weit die Seehöhe der Probennahmestelle dem erwarteten ^{18}O -Gehalt übereinstimmen. Wässer mit sehr geringen Verhältnissen würden Einzugsgebietsseehöhen repräsentieren, die deutlich über den Seehöhen der Probennahmestelle liegen. Diese Wässer würden also wesentlich höheren Bereichen des Untersuchungsgebietes entstammen.

Abb. 91 des Technischen Berichtes 5510-UV-0601AL-00-0001 zeige eine Übersicht der Verhältnisse zwischen dem ^{18}O -Gehalt der Wässer und der Seehöhe der Probennahmestelle.

Die sehr geringen Verhältniszahlen würden sich vorrangig im Bereich des Mürztales und im Bereich von Schottwien bis Aue zeigen. Das bedeute, dass die beprobten Wässer ein sehr hohes Einzugsgebiet aufweisen.

Im Bereich des Mürztales sei dies nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten mit dem Zusammenhang zwischen Mürzwasser und dem Grundwasserleiter zu erklären, zumal die Mürz ein sehr hohes Gesamteinzugsgebiet entwässere.

Die Wässer in dem Bereich Aue würden einem hohen Einzugsgebiet entstammen, welches durch die Adlitzgräben entwässert werde. Die Zusammenhänge seien hier sehr gut erkennbar und in Abb. 94 des Technischen Berichtes 5510-UV-0601AL-00-0001 dargestellt.

Ebenso sehr hohe Einzugsgebiete würden die Quellaustritte im Bereich des Fuchsgrabens und im Bereich Otterthal aufweisen. Hier würden sich die tiefgründigen Entwässerungsmechanismen im Bereich des Otterstockes bestätigen.

Höhere Verhältniszahlen würden Bereiche indizieren, die relativ angereicherte ^{18}O -Werte aufweisen. Dies resultiere aus den Grundwasserneubildungsmechanismen in kristallinen Festgesteinen, die aufgrund des Aufbaus der Verwitterungsschwarte geringes Speichervermögen und verstärkte Oberflächenentwässerung aufweisen. Weiters würden in kristallinen Gesteinen oft eine jahreszeitlich selektive Anreicherung in den Sommermonaten stattfinden, woraus erhöhte Gehalte der stabilen Isotope resultieren.

Aufgrund dieser Zusammenhänge seien die Isotopengehalte immer unter Berücksichtigung der geologisch-lithologischen Rahmenbedingungen zu interpretieren.

Berechnung von mittleren Verweilzeiten der Wässer

In den letzten Jahrzehnten seien nach Angaben der Projektanten verschiedene isotopehydrologische Methoden zur Bestimmung von mittleren Verweilzeiten des Grundwassers entwickelt worden und seien bei Grundwasserstudien u.a. zur Bestimmung der Speicherung, des Schutzes von Grundwasservorkommen, zur Klärung der Fragen der Grundwasserneubildung und der Wechselwirkungen zwischen Grund- und Oberflächenwässern angewandt worden.

In Rahmen der gg. Studie seien die Sauerstoff-18- und Tritiumdaten der Grundwassermessstellen mit längeren Zeitreihen hinsichtlich der Bestimmung der mittleren Verweilzeit der Wässer am Semmeringgebiet ausgewertet worden.

Die mittlere Verweilzeit (MVZ) könne mit Hilfe geeigneter Modelle sowohl aus den stabilen Isotopen Deuterium (^2H) und Sauerstoff-18 (^{18}O), als auch aus dem radioaktiven Wasserstoffisotop Tritium berechnet werden.

Abschätzung der mittleren Verweilzeit aus Sauerstoff-18-Daten

Die Verweilzeit kurz gespeicherter Wässer könne mit der von Burgman et al. (1987) beschriebenen einfache Methode abgeschätzt werden. Die Methode beruhe auf der Auswertung der Dämpfung, welche das ursprüngliche Inputsignal (^{18}O -Schwankungen im Niederschlag) am Wasserpfad im Untergrund erfahre. Die Mittlere Verweilzeit MVZ ergebe sich aus nachstehender Gleichung, wobei C die Dämpfung sei, welche das Verhältnis zwischen der Amplitude (%) des Jahresgangs des Isotopengehaltes im Grundwasser (B) und der sinusförmiger Input-Funktion des Niederschlages (A) darstelle:

$$\text{MVZ} = \frac{1}{2} \times (1-C)^{1/2} / C$$

Da das ursprüngliche Inputsignal im Untergrund bereits nach wenigen Jahren eine starke Dämpfung erfahre, sei die Berechnung der Verweilzeit auf etwa 5 Jahre beschränkt. Ältere Wässer können nach Fachmeinung der (hydrogeologischen) Projektanten mit dieser Methode nicht untersucht werden.

Zur Interpretation seien die langjährigen Sauerstoff-18-Daten der nächstgelegenen Niederschlagstation Karlgraben herangezogen worden (siehe Abb. 95 des Technischen Berichtes 5510-UV-0601AL-00-0001). Die jahreszeitlichen Variationen des ^{18}O -Gehaltes würden einen annähernd sinusförmigen Verlauf mit Minimum in den Wintermonaten und Maximum in Sommermonaten zeigen.

Auf der Grundlage der obenstehenden Gleichung seien die mittleren Verweilzeiten der Wässer im Untersuchungsgebiet berechnet worden. Um genauere und eindeutige Datierungsergebnis zu erzielen, sei die Berechnung der MVZ lediglich bei Wässern längeren Sauerstoff-18-Zeitreihen durchgeführt worden. Es sei anzumerken, dass bei einigen Messstellen Ausreißer der Sauerstoff-18-Zeitreihen vernachlässigt worden seien, um die Verfälschung der berechneten MVZ zu vermeiden.

Die Ergebnisse der Berechnung seien in Tab. 19 des Technischen Berichtes 5510-UV-0601AL-00-0001 aufgelistet. Einige der Wässer würden eine mittlere Verweilzeit MVZ zwischen 2 und 5 Jahren aufweisen, während der überwiegende Teil der Wässer über den Anwendungsbereich hinausgehende Verweilzeiten (> 5 Jahre) aufweise.

Der Vergleich der mit dieser Methode berechneten Wasseralter mit den aus den Tritiumgehalten berechneten Verweilzeiten (Tab. 21 des Technischen Berichtes 5510-UV-0601AL-00-0001) zeige nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten in einigen Fällen widersprechende Ergebnisse. In Tab. 19 des Technischen Berichtes 5510-UV-0601AL-00-0001 seien jene Messstellen aufgelistet, bei denen diesbezügliche Abweichungen vorliegen (in rot markiert).

Dies ergebe sich aus der methodischen Unsicherheit des Berechnungsverfahrens mit der ^{18}O -Methode. Im Rahmen der weiteren Dauerbeobachtung sei vorgesehen, die Werteanzahl (^{18}O -Analysen) weiter zu verdichten und die Berechnungsergebnisse mit den jeweiligen neuen Daten zu aktualisieren. Eine Weiterführung des Verfahrens schein erforderlich, zumal die Tritiumkonzentrationen im Niederschlag einem ständigen Rückgang unterliegen und der hydrogeologische Tracer Tritium über die geplante Tunnelbauzeit damit zunehmend an Bedeutung verlieren könne. Vorerst müssen nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten die Redundanzen der berechneten Verweilzeiten der beiden Bestimmungsverfahren methodisch bedingt akzeptiert werden. Hinsichtlich der hydrogeologischen Interpretation werden derzeit die mittleren Verweilzeiten aus dem Tritiumverfahren dominant betrachtet.

Gegenüberstellung der mittleren Verweilzeiten aus den beiden Berechnungsmethoden

Messstelle	Mittlere Verweilzeit berechnet auf Basis der Tritiumgehalte	Mittlere Verweilzeit berechnet auf Basis der $\text{O}18$ -Gehalte
FS031	5	>5
FUE2	2	>5
FUE14	2	>5
JRN1086	2	>5
JRN140	3	>5
JRN921	3	>5
JRN1013	3	>5
3	4	>5
FS062	5	>5
FS062	5	>5
FS070	5	>5
JRN774	5	>5
18	7	>5
JRN588	8	>5
JRN814	8	2.4
142	10	>5
138	12	>5
FUE36	13	3.8
521	14	>5
FS105	15	>5
FS124	17	>5
FS061	18	>5
FS300	18	>5
538	26	>5
540	26	>5
541	26	>5
FS092	55	>5
FS097	55	>5
FS334	56	>5

Mittelwerte und Schwankungsbreite und die Dämpfung der $\delta^{18}\text{O}$ -Werte, und daraus abgeleitete mittlere Verweilzeit ausgesuchter Grundwässer im Untersuchungsgebiet

Messstelle	Schwankungsbreite (Max-Min) (‰)	Dämpfung C	MVZ (Jahre)	Messstelle	Schwankungsbreite (Max-Min) (‰)	Dämpfung C	MVZ (Jahre)
126	0.870	0.145	> 5	521	3.600	0.602	2
136	0.950	0.159	> 5	524	1.500	0.251	> 5
138	0.790	0.132	> 5	529	1.600	0.268	5
14	0.630	0.105	> 5	537	1.800	0.301	4
142	0.740	0.124	> 5	538	1.200	0.201	> 5
16	1.500	0.251	> 5	540	1.100	0.184	> 5
18	0.660	0.110	> 5	541	1.100	0.184	> 5
196a/b	0.910	0.152	> 5	564	2.100	0.351	4
205	0.760	0.127	> 5	570	1.600	0.268	5
223a	0.980	0.164	> 5	571	1.000	0.167	> 5
224	1.100	0.184	> 5	572	1.600	0.268	5
226	1.000	0.167	> 5	58	1.400	0.234	> 5
237	0.520	0.087	> 5	580	0.910	0.152	> 5
241	1.000	0.167	> 5	584	0.700	0.117	> 5
248	1.500	0.251	> 5	64	2.300	0.385	3
255	1.900	0.318	4	81b	1.300	0.217	> 5
262	1.600	0.268	5	85	0.620	0.104	> 5
263	0.840	0.140	> 5	Z10	0.880	0.147	> 5
264	1.300	0.217	> 5	Z13	2.400	0.401	3
295	0.770	0.129	> 5	Z14=266	1.700	0.284	5
3	0.750	0.125	> 5	Z15	1.200	0.201	> 5
308(=225)	1.100	0.184	> 5	Z16	0.990	0.166	> 5
313	0.990	0.166	> 5	Z18	2.100	0.351	4
32	2.500	0.418	3	Z20=201	1.700	0.284	5
325	1.600	0.268	5	Z4=362	1.200	0.201	> 5
327	1.500	0.251	> 5	Z7	1.400	0.234	> 5
328	0.880	0.147	> 5	Z8/1=377*	1.200	0.201	> 5
33a	1.800	0.301	4	Z9=378	1.000	0.167	> 5
34	1.300	0.217	> 5	FS007	0.270	0.032	> 5
35	1.400	0.234	> 5	FS031	0.230	0.023	> 5
356	1.200	0.201	> 5	FS061	0.170	0.013	> 5
357	0.880	0.147	> 5	FS062	0.140	0.009	> 5
389	0.520	0.087	> 5	FS070	0.250	0.028	> 5
390	1.200	0.201	> 5	FS062	0.140	0.009	> 5
42	2.400	0.401	3	FS092	0.280	0.035	> 5
423	0.470	0.079	> 5	FS105	0.310	0.042	> 5
515	1.300	0.217	> 5	FS097	0.230	0.023	> 5
517	1.200	0.201	> 5	FS124	0.300	0.040	> 5

Messstelle	Schwankungsbreite (Max-Min) (%)	Dämpfung C	MVZ (Jahre)	Messstelle	Schwankungsbreite (Max-Min) (%)	Dämpfung C	MVZ (Jahre)
FS127	0.560	0.139	4	JRN483	0.270	0.032	> 5
FS154	0.440	0.086	5	JRN537	0.220	0.021	> 5
FS181	0.240	0.025	> 5	JRN588	0.290	0.037	> 5
FS2244	0.220	0.021	> 5	JRN62	0.860	0.329	3
FS238	0.420	0.078	5	JRN700	0.370	0.060	> 5
FS300	0.190	0.016	> 5	JRN715	0.220	0.021	> 5
FS332	0.110	0.005	> 5	JRN740	0.370	0.060	> 5
FS334	0.240	0.025	> 5	JRN774	0.220	0.021	> 5
FS563	0.640	0.181	4	JRN792	0.340	0.051	> 5
FUE14	0.380	0.064	> 5	JRN797	0.310	0.042	> 5
FUE143a	0.670	0.199	3	JRN798	0.410	0.074	> 5
FUE16	0.840	0.314	3	JRN806	0.500	0.111	5
FUE2	0.270	0.032	> 5	JRN814	0.930	0.385	2
FUE221c	0.290	0.037	> 5	JRN818	0.190	0.016	> 5
FUE222c	0.450	0.090	5	JRN821	0.630	0.176	4
FUE223c	0.230	0.023	> 5	JRN821a	0.940	0.393	2
FUE25	0.250	0.028	> 5	JRN849	0.460	0.094	5
FUE36	0.600	0.159	4	JRN854	0.530	0.124	4
FUE44	0.850	0.321	3	JRN921	0.330	0.048	> 5
JRN1013	0.290	0.037	> 5	JRN928	0.250	0.028	> 5
JRN1044	0.400	0.071	> 5	JRN932	0.380	0.064	> 5
JRN1076	0.940	0.393	2	JRN933	0.140	0.009	> 5
JRN1077	0.480	0.102	5	JRN934	0.140	0.009	> 5
JRN1080	0.650	0.187	3	JRN988	0.260	0.030	> 5
JRN1082	0.460	0.094	5	NB 063	0.490	0.106	5
JRN1083	0.760	0.256	3	NB 142	0.260	0.030	> 5
JRN1084	0.700	0.217	3	NB 143	0.450	0.090	5
JRN1085	0.420	0.078	5	NB 144	0.770	0.263	3
JRN1086	0.290	0.037	> 5	NB 148	0.220	0.021	> 5
JRN1091	0.770	0.263	3	NB 160	1.120	0.561	2
JRN1109	0.220	0.021	> 5	NB 167	0.800	0.284	3
JRN1185	0.470	0.098	5	NB 167	0.650	0.187	3
JRN140	0.200	0.018	> 5	NB 295	0.190	0.016	> 5
JRN378	0.310	0.042	> 5	NB 323	0.310	0.042	> 5
JRN449	0.470	0.098	5	NB 358	0.810	0.291	3
JRN463	0.150	0.010	> 5	NB 364	0.220	0.021	> 5
JRN465	0.190	0.016	> 5	NB 418	0.340	0.051	> 5
JRN475	1.270	0.723	2	NB 621	0.360	0.057	> 5
JRN478	0.150	0.010	> 5	NB 700	0.230	0.023	> 5

Berechnung der mittleren Verweilzeit mittels radioaktiven Wasserstoffisotop ^3H

In den letzten Jahrzehnten sei das radioaktive Wasserstoffisotop ^3H (Halbwertszeit 12,32 Jahre) für die Altersbestimmung junger Wässer genutzt worden. Vor den atmosphärischen Atombombenversuchen der fünfziger Jahre habe der Tritiumgehalt des Niederschlages etwa 5 TU (Tritiumkonzentration eines ^3H -Atoms auf 10^{18} ^1H -Atome) betragen. Bis zum Jahre 1963 sei jedoch die Tritiumkonzentration im Niederschlag aufgrund durchgeführter Atomtests sehr stark angestiegen. Seit Mitte der 1960er Jahre nehme diese jedoch aufgrund der Einstellung der oberirdischen Kernwaffenversuche wieder kontinuierlich ab. Aus diesem zeitabhängigen Eintrag des radioaktiven Wasserstoffisotop ^3H resultiere die Möglichkeit, Grundwasser aufgrund seines Tritiumgehaltes altersmäßig zu datieren. Da jedoch in den letzten Jahrzehnten die zeitliche Dynamik von Tritium im Niederschlag stark abgenommen habe - langsam nähere sich zurzeit die Tritiumkonzentration an die ursprüngliche (natürliche) Tritiumkonzentration vom Niederschlag vor dem Atombombenversuch der 50er Jahre - verliere das radioaktive Wasserstoffisotop an Bedeutung für Wasseraltersdatierung. Insbesondere bei sehr schnell fließenden oberflächennahen Grundwassersystemen seien die Tritiumdaten heute oft wenig aussagekräftig.

Seitens der (hydrogeologischen) Projektanten wurde zu den Einzelergebnissen der Berechnung der mittleren Verweilzeiten auf Basis der Tritiumgehalte nachstehendes angeführt:

- Die Wasserproben aus den Bohrungen KB-06/08, KB-17/08, KB-24/08 seien tritiumfrei. Diese Wässer seien vor den atmosphärischen Atombombenversuchen der fünfziger Jahre gebildet worden. Das Wasser aus der Bohrung KB-

53/06 sei mit 0,4 TU ebenfalls fast tritiumfrei und ebenfalls dieser Gruppe zuzuordnen. Auch das Wasser der Bohrung KB-20/07 sei nach einer Detailinterpretation dieser Altersgruppe zuzuordnen.

- Einige Wässer würden geringere Tritiumkonzentration als der aktuelle Niederschlag aufweisen. In diese Gruppe würden die Messstellen: FS097, FS098, FS302, FS340, FUE223c, JRN1224, JRN1236, KB-05/08, KB-33/08, KB-34/08, KB-36/06 und KB-54/06 fallen. Diese seien ebenfalls alte Wässer, die jedoch eine Mischung mit rezent gebildeten seichten Wässern aufweisen.
- Bei einigen Messstellen enthalte das Wasser eine höhere Tritiumkonzentration als im derzeitigen Niederschlag. Die höchste Tritiumkonzentration sei bei der Bohrung KB-49/06 gemessen worden. Dies sei gleichbedeutend mit einer guten Speicherung und damit hohen Verweilzeit des Wassers.
- Das Wasser der Bohrung KB-19/07 weise sehr starke Unterschiede zwischen den beiden verfügbaren Messwerten auf. Der Grund für den deutlichen Anstieg um etwa 5 TU sei derzeit nicht im Detail erklärbar. Weitere Analysen müssten diesen Anstieg erklären.
- Der Tritiumgehalt an einigen Wässern sei fast identisch mit der Tritiumkonzentration des heutigen Niederschlags (~ 6 – 7 TU, berechnet aus einer Exponentialfunktion mit den gewichteten Jahrestritiumwerte). Dies bedeute, dass die Wässer eine sehr kurzfristige Neubildung aufweisen und auch nur kurz im Untergrund verweilen.
- Die mittlere Verweilzeit (MVZ) der Wässer mit Tritiumkonzentrationen > 1 TU sei mittels den Lumped Parameter Modellen - Piston Flow und Exponentielles Modell berechnet worden. Die Grundlagen der Theorie von Lumped Parameter Modellen und deren Anwendungsbeispiele seien in mehreren Arbeiten detailliert dargelegt worden. Sinnvollerweise sei die Altersdatierung nur bei jenen Messstellen durchgeführt worden, wo mindestens zwei Tritiumwerte unterschiedlicher Zeitpunkte vorliegen.
- Für die Durchführung der Berechnung würden langjährige (1973-2002) Tritiumdaten des Niederschlages der NS-Station Gutenstein zur Verfügung stehen. Diese hätten als Inputfunktion für die Modellalterbestimmung gedient. Die Tritiumdaten dieser NS-Station seien rechnerisch mit Hilfe einer exponentiellen Funktion bis 2009 extrapoliert worden. Ebenso sei die Datenlücke zwischen 1972 bis 1961 mit Tritiumdaten der NS-Station Hohe Warte verlängert und anhand weiters mit Tritiumdaten aus der Literatur bis zu 1950 ergänzt worden.
- Piston-Flow-Modell: Die MVZ der Wässer mit geringer Tritiumkonzentration (geringer als die Tritiumkonzentration vom derzeitigen Niederschlag ~ 6-7 TU) hätten mit Hilfe des Piston-Flow-Modells berechnet werden können. Generell würden diese Wässer eine längere Verweilzeit im Untergrund aufweisen, einige Messstellen bis zu 55 Jahre. Bei manchen Messstellen sei die Bestimmung der MVZ nicht eindeutig, d.h. für das gleiche Grundwasser liefere das Modell mehrere Wasseralter
- Exponentialmodell: Bei den Grundwassermessstellen mit hoher Tritiumkonzentration (größer als aktueller Niederschlag) sei das Exponentialmodell angewandt worden. Bei der Bestimmung des Modellalters werde die Verweilzeit als Anpassungsgröße genutzt und durch mehrere Iterationen die berechnete Outputfunktion an die gemessenen Werte angepasst. Die mit dem Exponentialmodell berechneten MVZ würden zwischen 2 Jahren (sehr kurz gespeicherte Wässer) bis zu 26 Jahre variieren, bei den Wässern der Messstellen 538, 540, 541 im Bereich Göstritz-Maria Schutz. Von den im Rahmen der neuen Tunnelterrasse beprobten Messstellen würden die Messstelle FS562 das älteste Wasser (MVZ = 24 Jahre) aufweisen. Einige Messstellen hätten Tritiumkonzentration, die mit der im heutigen Niederschlag vergleichbar wären (FUE221c, JRN 378, JRN 449, JRN715, JRN1044, KB-38/06). Daher könne die MVZ dieser Wässer nicht berechnet werden.

Berechnete mittlere Verweilzeiten der Wässer im Untersuchungsgebiet

Messstelle	Mittlerer Verweilzeit (MVZ) in Jahr	Exponentielles Modell	Piston Flow Modell	Anzahl der Meßwerte von H3
138	12	X		18
142	10	X		26
18	7	X		19
3	4	X		19
521	14	X		5
538	26	X		10
540	26	X		4
541	26	X		10
FS031	2	X		2
FS061	18	X		2
FS062	5	X		3
FS070	5	X		2
FS092	55		X	25
FS093	3, 15, 23, 52		X	3
FS097	55		X	25
FS105	15	X		18
FS121	13	X		17
FS124	17	X		18
FS300	18	X		17
FS334	56		X	16
FS562	24	X		4
FS561	14	X		5
FUE2	2	X		2
FUE14	2	X		2
FUE17	2	X		2
FUE36	13	X		2
JRN140	3	X		2
FUE221c				6
FUE222c	16; 20-24;55		X	22
FUE223c	18; 21-25; 53-56		X	8
JRN378				2
JRN449				2
JRN588	8	X		2
JRN715				2
JRN774	5	X		2
JRN814	8	X		2
JRN921	3	X		2
JRN1013	3	X		2
JRN1044				2
JRN1086	2	X		2
JRN1235	2	X		3
KB-06/06	5	X		2
KB-19/07	55		X	2
KB-20/07				2
KB-23/06				3
KB-37/06	10	X		2
KB-38/06				2
KB-39/06	25; 55		X	4
KB-42/06	55			3

1.2.3.3 Abflussentstehungsmodellierung - Wasserbilanz

Nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten sei für die Erstellung der Wasserbilanz das flächendetaillierte hydrologische Modell MIKE-SHE (DHI, 2008) verwendet worden. Mit diesem Modell sei es möglich, neben den hydrologischen Bilanzgrößen Abfluss, Niederschlag und Verdunstung auch Aussagen über die in Boden und Untergrund gespeicherten Wassermengen zu erlangen. Zudem seien auch einzugsgebietsübergreifende Abschätzungen über Abflussanteile möglich, welche tiefer zirkulieren.

Für diese hydrologisch-hydrogeologischen Untersuchungen stünden allerdings erst wenig Messreihen zur Verfügung. Da aber die Messungen derzeit selbstverständlich weiter laufen, seien die Aussagen zur Wasserbilanz in weiterer Folge mit neuen und längeren Datensätzen zusätzlich abgesichert.

Gebietsdaten für die hydrologische Modellierung

Nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten seien für die flächendetaillierte Modellierung wurden folgende Gebietsdaten verwendet worden:

- Digitales Höhenmodell
- Geologie (vereinfacht nach hydrogeologischen Gesichtspunkten)
- Landnutzung
- Böden

Die Landnutzungsverteilung sei aus einer Kombination von Satellitendaten und Daten aus dem CORINNE System (ist ein EU-Programm seit 1985 - Flächendeckende Erfassung der Flächennutzung aus Satellitendaten) erstellt worden.

Abflussdaten

Nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten seien an eine Reihe von Bächen 16 Datenlogger zur Abflussregistrierung im Einsatz. Dadurch würden für die Berechnungen und Abschätzungen der Wasserbilanz hochauflösende Zeitreihen zur Verfügung stehen. Die wichtigsten Charakteristika der einzelnen Pegelmessstellen und deren orographisch abgegrenzte Teileinzugsgebiete sei in Tabelle 3 des Technischen Berichtes "Grund-, Berg- und Oberflächenwasser" Beil. Nr. 5510-UV-0601AL-00-0001 aufgelistet. Dabei würden sich manche Pegelinzugsgebiete aus mehreren Teilgebieten (in weiterer Folge als TG bezeichnet) zusammensetzen.

In den Einzugsgebieten mit Datenloggeraufzeichnungen und einer durchgehenden Abflussganglinie könne das hydrologische Modell kalibriert bzw. verifiziert werden. Eine Kalibration des Modells bedeutet, dass einige Teilkomponenten des hydrologischen Modells an die spezielle Situation in einem Teileinzugsgebiet angepasst werden können, indem einzelne Parameter im Modell verändert werden. Ziel sei es gewesen, eine Deckung der simulierten Ganglinie mit der beobachteten Abflussganglinie zu erreichen.

Nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten sei ein Modell immer als ein vereinfachtes Abbild der Natur zu verstehen. Nicht alle Parameter im hydrologischen Modell seien aufgrund ihrer räumlichen und zeitlichen Variabilität zuverlässig zu messen oder aus physikalischen Überlegungen abzuleiten. Manche Parameter müssen aus Abflussdaten rückgeschlossen, also kalibriert, werden. Die Möglichkeit einer Kalibration des Modells führe daher meist zu einer Erhöhung der Zuverlässigkeit des Modells und somit zu einer Erhöhung der Zuverlässigkeit der Aussagen, welche anhand des Modells getroffen werden.

Zu den Messstellen mit Datenloggern am Semmering seien in mehreren Einzugsgebieten periodische Einzelmessungen des Abflusses durchgeführt. In diesen Gebieten sei ebenfalls eine Simulation der Abflussganglinie erfolgt. Es sei jedoch keine Modellkalibration durchgeführt worden. Die Parameter für die Berechnungen seien entsprechend der vorliegenden geologischen Situation aus den kalibrierten Einzugsgebieten übernommen worden. Dadurch würden auch für kleine

Einzugsgebiete entsprechende simulierte Abflussganglinien vorliegen, die für die hydrogeologische Beweissicherung eine sehr wesentliche Basis darstellen.

In der Planbeilage 5510-UV-0601AL-02-0013 seien diejenigen Einzugsgebiete räumlich dargestellt worden, an welchen die Abflüsse messtechnisch mittels Datenloggerdaten in hochauflösenden Zeitreihen errechnet worden seien. Unterlegt sei diese Darstellung mit den vereinfachten geologischen-hydrogeologischen Verhältnissen.

Pegel EZG	EZG Bez.	Gewässer	Gebietsnummer im Modell (TG)	Fläche [km ²]
389	M93	Wallersbach	14	8.5
JRN213	M9	Kohlgrabenbach	37	3.8
JRN1076	M7	Auersbach	38	8.6
JRN1077	M6	Steinbach	39	9.3
JRN1082	M5	Kaltenbach	41	8.8
JRN1085	M14	Dürrgraben	43	3.2
JRN1090	M1	Raxenbach	37 + 206	24.6
FS128	T4	Otterthalbach	110	5.1
FS127	T2	Trattenbach	174	35.8
FS332	S60	Fuchsgrabenbach	164	1.35
JRN1084	M96	Fröschnitz oben	188	10.2
JRN1185	S63	Göstritzbach oben	189	2.15
Fröschnitz-Pegel	M97	Fröschnitz Mzz.	38 + 39 + 41 + 188 + 43 + 14 + 208	90.2
575	S64	Göstritzbach unten	189 + 209	7.42
Fue31	S65	Auebach-Schottw.	201	28.8

Pegelmessstellen und zugeordnete Teileinzugsgebiete für die Modell Kalibration.

Meteorologische Eingangsdaten in das Modell

Nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten seien für den Zeitraum von 1999 bis 2008 meteorologische Daten erhoben worden. Für den Simulationszeitraum seien allerdings wegen der Verfügbarkeit der Abflussdaten nur die Werte der Jahre 2004 bis 2008 herangezogen worden.

Das hydrologische Modell benötige als Eingangsdaten den Niederschlag, die Lufttemperatur und die potentielle Verdunstung. Die Regionalisierung der Daten, d.h. die Interpolation der Punktdaten zur Ermittlung eines flächenhaften Modellinputs, sei nach der Gradientenmethode (lineare Höhenabhängigkeit) auf Tagesbasis durchgeführt worden. Für jeden Tag sei die lineare Regression angewandt worden. Als Input in das Modell wurden die Tageswerte für 100 m-Höhenstufen ausgewiesen worden.

Niederschlag

Im Technischen Bericht "Grund-, Berg- und Oberflächenwasser" Beil. Nr. 5510-UV-0601AL-00-0001 wurde im erforderlichen Detail die Erfassung der für den Vorhabensbereich relevanten Niederschlagsdaten beschrieben. Dabei seien die nachstehend angeführten Messstationen herangezogen worden.

HZB-Nr	Betreiber	Name	Kürzel	Flussgebiet	Seehöhe (m ü.A.)	Daten verfügbar	korr	verwendet 2004-2008
111914	HDST	Preiner Gscheid	PrG	Mürz	890	1999-2008	x	M
112920	HDST	Zwieselgraben	Zwi	Feistritz	1080	1999-2002		
111435	HDST	Alpl	Alpl	Feistritz	1020	1999-2008	x	M
111922	ZAMG	Mürzzuschlag	Mz(Z)	Mürz	700	1999-2008		M
110247	ZAMG	Semmering	Sem	Schwarza	985	1999-2008	x	
116475	ZAMG	Hirschenkogel	Hir	Schwarza	1258	1999-2008	x	M, S
109643	ZAMG	Reichenau/Rax	Rei	Schwarza	486	1999-2008		
110213	HDNÖ	Trattenbach	Trat1	Trattenbach	803	1999-2008		T
116186	HDNÖ	Trattenbach	Trat2	Trattenbach	1105	1999-2008		T, S
109868	HDNÖ	Gloggnitz	Glo	Schwarza	512	1999-2008		S
115691	HDNÖ	Breitenstein	Brei	Schwarza	909	1999-2008	x	S

Stationsliste Niederschlag (M ... Mürz-Stmk, S ... Schwarza-Nö, T ... Trattenbach-NÖ)

Lufttemperatur

Im Technischen Bericht "Grund-, Berg- und Oberflächenwasser" Beil. Nr. 5510-UV-0601AL-00-0001 wurde im erforderlichen Detail die Erfassung der für den Vorhabensbereich relevanten Lufttemperaturen beschrieben. Konkret seien aber nur zwei Regionen mit unterschiedlichen Höhengradienten ausgewiesen worden. Die Gebiete auf der niederösterreichischen Seite (Schwarza und Trattenbach) seien zusammengefasst worden. Grundsätzlich würden nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten die Lufttemperaturen weniger starke räumliche und zeitliche Variabilität als die Niederschläge aufweisen, weshalb sich bei der Übertragung auf flächenhafte Werte durch die Regionalisierung geringere Unsicherheiten ergeben.

HZB-Nr	Betreiber	Name	Kürzel	Flussgebiet	Seehöhe (m ü.A.)	Daten verfügbar	verwendet 2004-2008
111914	HDST	Preiner Gscheid	PrG	Mürz	890	1999-2008	M
112920	HDST	Zwieselgraben	Zwi	Feistritz	1080	2000-2008	M
111435	HDST	Alpl	Alpl	Feistritz	1020	1999-2008	M
111922	ZAMG	Mürzzuschlag	Mz (Z)	Mürz	700	1999-2008	M
110247	ZAMG	Semmering	Sem	Schwarza	985	1999-2008	M, S
116475	ZAMG	Hirschenkogel	Hir	Schwarza	1258	1999-2008	M, S
116186	HDNÖ	Trattenbach	Trat2	Trattenbach	1105	1999-2008	S
109868	HDNÖ	Gloggnitz	Glo	Schwarza	512	1999-2008	S
109643	ZAMG	Reichenau/Rax	Rei	Schwarza	486	1999-2008	S

Stationsliste Lufttemperatur (M ... Mürz-Stmk, S ... Schwarza-NÖ)

Verdunstung

Zusätzlich zu Niederschlag und Lufttemperatur benötige das Modell nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten als Input auch die potentielle Verdunstung, d.h. die maximal mögliche Verdunstung bei optimalem Wasserdargebot. Für diesen Input-Parameter sei die Grasreferenzverdunstung ET₀ nach FAO-Penman-Monteith (ALLEN et al., 1998) herangezogen worden. Die Daten - ausgegeben als Tagessummen - seien von der ZAMG zur Verfügung gestellt worden. Grundsätzlich zeige sich ein klarer Höheneffekt, weshalb für die einzelnen Höhenstufen die ET₀ für jeden Zeitschritt ebenfalls aus einer linearen Regression gewonnen wurde.

Die Werte nach Penman-Monteith seien auf eine Standardvegetation bezogen. Für andere Vegetationstypen müssen die Werte mit einem Vegetationsfaktor („Crop-Factor“ kc) multipliziert werden. Dieser werde in weiterer Folge für die verschiedenen Vegetationseinheiten parametrisiert.

<i>Name</i>	<i>Flussgebiet</i>	<i>Seehöhe (m ü.A.)</i>
Mürzzuschlag	Mürz	700
Semmering	Schwarza	985
Hirschenkogel	Schwarza	1258
Reichenau	Schwarza	486

Stationen der ZAMG im Gebiet des Semmering, an welcher die Referenzverdunstung ET₀ verfügbar ist Beschreibung des Modells MIKE-SHE und Ermittlung der Modellparameter

Nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten könne MIKE SHE (DHI, 2008) als flächendetailliertes, hydrologisches Modell für Fragestellungen auf dem Gebiet der landnutzungsbezogenen Grundwasser- und Oberflächenwassermodellierung herangezogen werden. MIKE SHE bilde physikalische Prozesse im gesamten Wasserkreislauf dreidimensional ab, wie z.B. vom Oberflächenabfluss durch Niederschlag, über das Grundwasser und die Fließgewässer.

Der Schwerpunkt bei diesem Modell liege in der Verknüpfung aller hydrologischen Prozesse, sodass MIKE SHE als physikalisches, flächendetailliertes und integriertes hydrologisches Modell bezeichnet werden könne, das alle wichtigen hydrologischen Prozesse anhand physikalisch-mathematischer Gleichungen nachbilde. Um eine flexible Modellierung zu gewährleisten, sei MIKE SHE modular aufgebaut, d.h., dass jeder bedeutende hydrologische Prozess in einem eigenen Modul, welches verschiedene Lösungsansätze beinhalte, simuliert wird.

In der durchgeführten Modellierung seien Schneefall, Schneeschmelze, Evapotranspiration (Verdunstung plus Transpiration), Oberflächenabfluss, Infiltration und die Wasserbewegung in der ungesättigten Zone sowie der Grundwasserabfluss nachgebildet worden. Diesbezüglich wurde von den (hydrogeologischen) Projektanten auf die Abb. 20 des Technischen Berichtes "**Grund-, Berg- und Oberflächenwasser**" Beil. Nr. 5510-UV-0601AL-00-0001 verwiesen. Auf dieser Abbildung sei auch die in MIKE SHE verwendete Raumdiskretisierung dargestellt worden. In der Ebene ist der Raum in gleichgroße viereckige Zellen (Pixel) aufgeteilt. Für diese Arbeit sei als Zellweite des Modells eine Größe von 100 mal 100 Metern gewählt worden.

Im Technischen Bericht "**Grund-, Berg- und Oberflächenwasser**" Beil. Nr. 5510-UV-0601AL-00-0001 wurden auch die Berechnungs- bzw. Schätzmethode für die Bilanzgrößen Verdunstung (Evapotranspiration), Schneeakkumulation und Schneeschmelze, Oberflächenabfluss, Wasserbewegung in der ungesättigten Zone, Bodenparameter – Pedohydrotope, Makroporenfluss im erforderlichen Detail beschrieben.

Zur Validierung der Modellergebnisse seien auch entsprechende Geländeerhebungen erfolgt, zumal auf Grund ihrer räumlichen und zeitlichen Variabilität einige Parameter für die Bodenzone (ungesättigte und gesättigte Bereiche) nicht eindeutig aus physikalischen Gesichtspunkten definiert werden können. Hiezu sei es nach Angaben der (hydrogeologi-

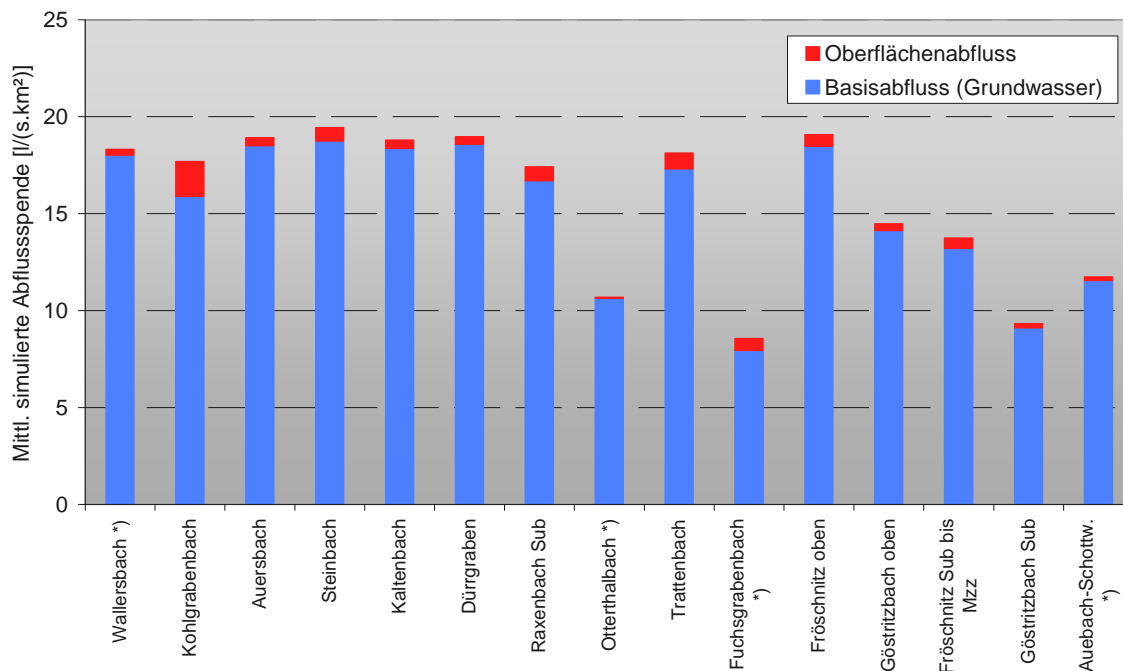
schen) Projektanten erforderlich gewesen, diese aus Abflussdaten zu kalibrieren oder aus hydrologisch-hydrogeologischen Überlegungen abzuschätzen. Die Ergebnisse dieser Geländeerhebungen sind im Technischen Bericht **"Grund-, Berg- und Oberflächenwasser"** Beil. Nr. 5510-UV-0601AL-00-0001 wiedergegeben.

1.2.3.4 Detailergebnisse auf Teilgebietsbasis: Abfluss, Grundwasserneubildung, tiefere Versickerung – Mittelwerte über die Periode 2006 bis 2008

Die Abbildung 51 im Technischen Bericht "Grund-, Berg- und Oberflächenwasser" Beil. Nr. 5510-UV-0601AL-00-0001 zeige die simulierte Aufteilung Oberflächenabfluss-Basisabfluss auf Teilgebietsbasis.

Im Basisabfluss sei nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten auch der Interflow inkludiert. Der Oberflächenabfluss sei hier allerdings als Abschätzung zu verstehen, zumal er nicht der Fokus in der Modellierung gewesen sei. Der simulierte Oberflächenabfluss könne als untere Grenze angesehen werden, kurze Spitzen seien nicht erfasst worden, da mit mittleren Niederschlagsintensitäten über den Tag gerechnet worden sei. Zudem seien in denjenigen Bereichen, in welchen verkarstete Karbonatgesteine anstehen, die Modellparameter so gesetzt worden, dass kein Oberflächenabfluss simuliert wird. In Wirklichkeit werde jedoch entgegen dieser Modellannahme in diesen Bereichen an einigen Flächen oberflächlicher Abfluss mit Sicherheit auftreten. Derartig kleinskalige Verhältnisse seien bei solchen großräumigen Betrachtungen und Simulationen nicht zu berücksichtigen, obwohl die Zellgröße mit 100 mal 100 Meter ohnehin schon sehr klein gewählt worden sei.

Der größte Anteil an Oberflächenabfluss sei am Kohlgrabenbach simuliert worden. Dieses Gebiet liege fast zur Gänze in Gesteinen der Grauwackenzone. Bei den Berechnungen und Vergleichen der hydraulischen Durchlässigkeiten habe sich ebenfalls gezeigt, dass innerhalb der Gesteine der Grauwackenzone mit den niedrigsten Durchlässigkeiten zu rechnen sei.



*Vergleich zwischen simulierten Oberflächenabfluss und Basisabfluss als mittlere Spenden. *) Kalibrierte Spenden mit Unsicherheiten behaftet, da eine Deckung zwischen Simulation und Beobachtung wegen einzugsgebietsübergreifender Entwässerungen im Untergrund nicht möglich war*

Die Tabelle 12 und die Abb. 52 im Technischen Bericht "Grund-, Berg- und Oberflächenwasser" Beil. Nr. 5510-UV-0601AL-00-0001 würden die Ergebnisse der simulierten Grundwasserneubildung (GWNb) auf Teilgebietsbasis darstellen. Es seien mittlere Werte über den Zeitraum von 01/2006 bis 12/2008 ausgewiesen worden. (zur Vergleichbarkeit bezogen auf die Einzugsgebietsfläche in [mm/d] und in [l/(s.km²)]).

Als Grundwasserneubildung werde im Modell der direkte Eintrag in eine gesättigte Zone aus der ungesättigten Zone angesehen. Dort werde das ankommende Grundwasser noch in die einzelnen zusätzlichen Speicher weiter aufgeteilt. Die Abflusskomponente Qperc sei derjenige Grundwasseranteil, von welchem der Interflow bereits abgezogen wurde. Diese Abflusskomponente sei in einem weiteren Schritt noch in zwei Speicher unterteilt worden, die sich in ihrer Auslaufcharakteristik unterscheiden lassen (unterschiedliche Speicherkonstanten). Längere Verweilzeiten (höhere Speicherkonstanten) im Untergrund würden im Modell mit tiefer reichenden Entwässerungspfaden interpretiert (in Tabelle 12 als tiefere Entwässerung Res. BF2 bezeichnet) und daher näherungsweise für die Prognose der zutretenden Bergwassermengen verwendet.

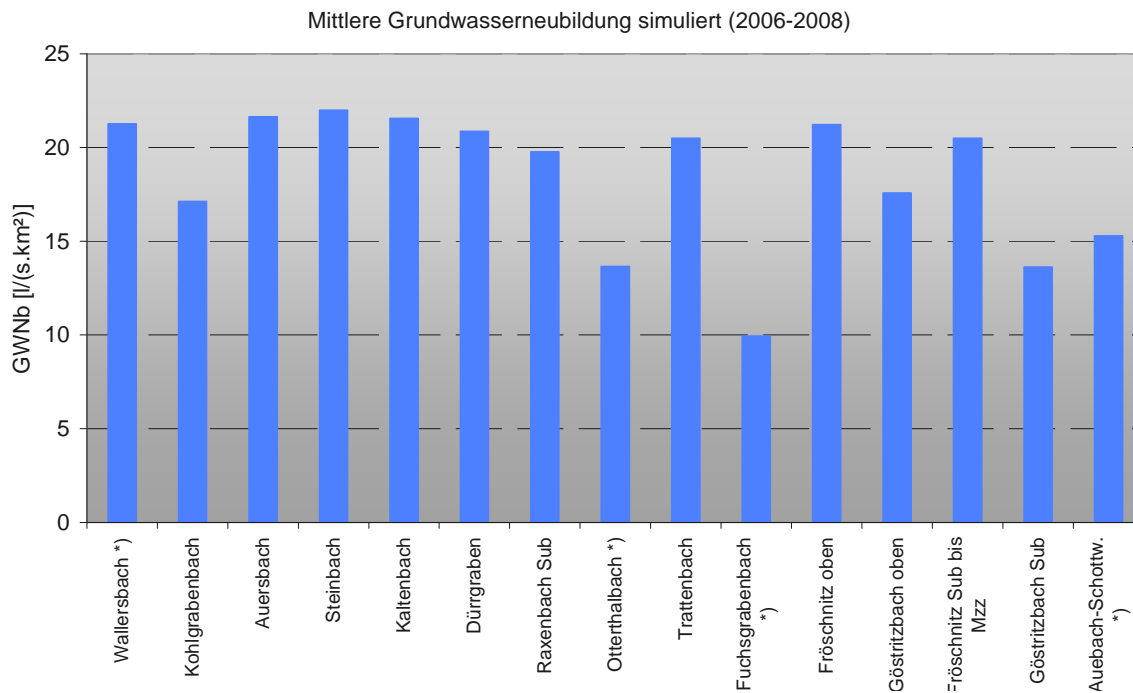
Simulierte Grundwasserneubildung (GWNb) für den Zeitraum 2006-2008 (Mittel über 3 Jahre)

Simulation Zeitraum 01/2006-12/2008 (Mittelwerte)							
Gebiets. Nr. im Modell	Gewässer	Fläche (km ²)	GWNb (mm/d)	GWNb [l/(s.km ²)]	QPerc (seichte & tiefere Ent- wässerung Res. BF1 & 2 [l/(s.km ²)]	in % GWNb	tiefere Entw- (Res. BF2) [l/(s.km ²)]
14	Wallersbach *)	8.5	1.84	21.3	13.6	64	6.8
37	Kohlgrabenbach	3.8	1.48	17.1	11.6	68	4.6
38	Auersbach	8.6	1.87	21.6	14.1	65	8.4
39	Steinbach	9.3	1.90	22.0	18.0	82	9.0
41	Kaltenbach	8.8	1.86	21.6	17.4	81	8.7
43	Dürrgraben	3.2	1.80	20.9	15.8	75	6.3
206	Raxenbach Sub	20.8	1.71	19.8	11.1	56	5.5
110	Otterthalbach *)	5.1	1.18	13.7	10.3	75	6.2
174	Trattenbach	35.8	1.77	20.5	15.9	78	8.0
164	Fuchsgrabenbach *)	1.35	0.86	9.9	7.6	77	4.6
188	Fröschnitz oben	10.2	1.83	21.2	16.6	78	8.3
189	Göstritzbach oben	2.15	1.52	17.6	10.9	62	9.8
208	Fröschnitz Sub bis Mzz41.7		1.77	20.5	12.8	62	11.5
209	Göstritzbach Sub	5.27	1.18	13.6	12.2	89	11.0
201	Auebach-Schott. *)	8.8	1.32	15.3	12.7	83	8.9

*) Kalibrierte Daten mit Unsicherheiten behaftet, da eine Deckung zwischen Simulation und Beobachtung wegen einzugsgebietsübergreifender Entwässerungen im Untergrund nicht möglich war

Die hohen Grundwasserneubildungsraten seien in den hoch gelegenen Gebieten Auersbach, Steinbach und Frörschnitz oben simuliert worden. Hier seien entsprechend der Regionalisierung die Niederschläge am größten und die Verdunstung am geringsten. In den tiefer liegenden Gebieten des Fuchsgraben- und Otterthalbaches hätten sich deutlich niedrigere Werte der Grundwasserneubildung ergeben.

Da an den Messstellen Wallersbach, Otterthalbach, Fuchsgrabenbach und Auebach in Schottwien eine Deckung der simulierten und beobachteten Abflussganglinie nicht möglich war, seien die entsprechenden Parameter für die Berechnungen aus benachbarten Einzugsgebieten mit ähnlichem geologisch-lithologischen Aufbau übernommen worden. Die Grundwasserneubildungsraten seien jedoch für alle aufgelisteten Teilgebiete gebietspezifisch gerechnet, können jedoch modelltechnisch für die vier genannten Gebiete wegen vorhandener gebietsübergreifender Entwässerungen nicht durch gemessene Abflussdaten überprüft werden.



Simulierte mittlere Grundwasserneubildung in [l/(s.km²)]. *) Kalibrierte Daten mit Unsicherheiten behaftet, da eine Deckung zwischen Simulation und Beobachtung wegen einzugsgebietsübergreifender Entwässerungen im Untergrund nicht möglich war

Flächenhafte Darstellung

Die Verwendung eines flächendetaillierten Modells wie MIKE SHE ermögliche nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten auch eine flächenhafte Darstellung der einzelnen Komponenten der Wasserbilanz – simuliert und beobachtet - zur räumlichen Interpretation (siehe Abb. 53 und 54 im Technischen Bericht "Grund-, Berg- und Oberflächenwasser" Beil. Nr. 5510-UV-0601AL-00-0001).

Die simulierte aktuelle Verdunstung sei ein Resultat der höhenabhängigen potentiellen Verdunstung, der aktuellen Bodenfeuchte (verfügbares Wasser im Boden – hänge auch mit dem Niederschlag zusammen) und der unterschiedlichen Wahl der Parameter zur Beschreibung der Wasseraufnahme durch Pflanzen in den verschiedenen Vegetationseinheiten. In den höheren Regionen über der Waldgrenze zeigt sich somit die geringste Verdunstung (unter 400 mm/Jahr), und in bewaldeten tieferen Regionen die stärkste Verdunstung mit über 750 mm/Jahr.

Bei der simulierten Grundwasserneubildung würden sich die größten Werte gemäß den Gradienten in den Inputgrößen Niederschlag und Verdunstung in den hoch gelegenen Regionen zeigen.

Kalibrierung und Prüfung der Ergebnisse der Modellierung

Die Ergebnisse der Modellierung wurden statistisch überprüft. So seien die Unterschiede zwischen Simulation und Beobachtung geprüft worden. Die Prüfmethode wurde im Technischen Bericht "Grund-, Berg- und Oberflächen-WASSER" Beil. Nr. 5510-UV-0601AL-00-0001 beschrieben. Ebenso erfolgte ein Vergleich der Modellsimulationen in Teileinzugsgebieten mit monatlichen Einzelmessungen und die Unterschiede von Simulation und Einzelmessungen an Hand von Einzelbeispielen graphisch gegenübergestellt. Allfällige Unterschiede wurden entsprechend interpretiert.

1.2.3.5 Prognose der in den Tunnelröhren anfallenden Bergwassermengen

Nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten sei bereits im Trassenauswahlverfahren dem Umstand der hydrogeologischen Prognose der in Beharrung anfallenden Bergwassermenge große Bedeutung beigemessen worden. Anhand der hydrogeologischen Rahmenbedingungen, Erfahrungen aus den Tunnelprojekten Semmering-Basistunnel alt (Begleitstollen) und den Tunnelprojekten S6 Semmering Schnellstraße (Tunnel Spital, Tunnel Steinhaus und Semmering Scheiteltunnel), den Ergebnissen des laufenden hydrogeologischen Monitorings, Erfahrungen aus anderen Tunnelprojekten, sei für die Tunneltrassen die Bergwassermenge für die Betriebsphase ermittelt worden.

Generell seien im Vorhabensbereich aus hydrogeologischer Sicht zwei Arten von wasserführenden Festgesteinen gegeben: Sehr gut wasserwegige Gesteine und schlecht wasserwegige Gesteine.

Als sehr gut wasserwegige Gesteine, in welchen auch mit z.T. großem Bergwasserandrang gerechnet werden müsse, seien die Karbonatgesteine und Quarzite anzusprechen. Die übrigen Gesteinseinheiten seien generell als mäßig bis schlecht wasserwegig zu bezeichnen.

Für die Prognose der zutretenden Wassermengen innerhalb der Karbonatgesteine und Quarzite seien in einem ersten Schritt aus geologisch/tektonischer und hydrogeologischer Sicht die Größe des maßgeblichen Einzugsgebiets und dessen mittlere Seehöhe für die möglichen Bergwasserzutritte ermittelt worden.

Für die nicht karbonatischen Gesteinseinheiten sei aufgrund der hydrogeologischen Modellvorstellung einer eher schlecht bis geringen Wasserdurchlässigkeit ein Bereich entlang der Tunneltrasse an der Oberfläche deutlich geringerer Erstreckung festgelegt worden (500 m zu beiden Seiten der Trassenführung – ergibt einen 1 km breiten Streifen).

Als zweiter Schritt seien für alle maßgeblichen Einzugsgebiete seehöhenabhängig die MQ (Mittelwasser) und MoMNQ- (mittlerer monatlicher Niedrigwasserabfluss) Werte ermittelt worden. Der MoMNQ-Wert könne größenordnungsgemäß als Maß für die mittlere Grundwasserneubildung herangezogen werden. Die Ausgangsbasis stelle ein Bericht von Joanneum Research - "Wasserversorgungsplan Steiermark" - erstellt im Auftrag der Steiermärkischen Landesregierung, BENISCHKE et al, 2002, dar.

Da jedoch innerhalb der großen Karbonatgesteinsabschnitte kaum ein nennenswerter Oberflächenabfluss vorliege, sei festgelegt worden, dass für die mittlere Grundwasseranreicherung anstelle des sonst üblichen MoMNQ-Wertes der MQ-Wert verwendet werde. Die MQ-Verteilung sei aus einer Studie von Joanneum Research übernommen worden, die am Beispiel des Wallersbachgrabens ermittelt worden sei. Die MoMNQ- und die MQ-Werte seien seehöhenmäßig GIS gestützt auf das gesamte Untersuchungsgebiet übertragen worden. Dies sei ein Ansatz gewesen, größenordnungsmäßig die Grundwasserneubildung in den betrachteten Einzugsgebieten abzuschätzen.

Neben der Prognose der anfallenden Bergwassermenge auf Basis der flächigen MQ-Werte und der MoMNQ-Werte sei zusätzlich auch eine seehöhenabhängige Niederschlagsverteilung auf Basis von Daten von Messstellen aus dem Raum Semmering erstellt worden. Für den steirischen Abschnitt würden für das Untersuchungsgebiet keine ausreichend genauen Daten von offiziellen Niederschlagsmessstellen vorliegen. Als Basis für den steirischen Abschnitt habe die Niederschlagsmessstation Mürzzuschlag gedient.

Ausgehend von den Messwerten der Station Mürzzuschlag sei eine Zunahme der Niederschlagsmenge mit der Seehöhe in der Größenordnung von 50 mm / 100 m SH angenommen worden. Zudem sei eine einheitliche Evapotranspirationsrate (ET) von 40 % im Untersuchungsraum angenommen.

Diejenigen danach zur Verfügung stehenden Wassermengen aus der Berechnung nach der Niederschlagsverteilung abzüglich der ET würden höhere Werte aufweisen, als nach der Berechnung der MQ Verteilung. Für die Prognose der anfallenden Bergwassermenge in den karbonatischen Einzugsgebieten sei einheitlich festgelegt worden, dass 75% der zur Verfügung stehenden Wassermenge für den Tunnelzufluss herangezogen werde. Es seien die Wassermengen nach beiden Berechnungsverfahren ermittelt und diese Werte wurden als Größenordnung für die anfallenden Bergwassermengen angegeben worden.

Für die Berechnung der anfallenden Wassermengen innerhalb der übrigen, mäßig bis gering wasserwegigen Gesteine seien die auf Basis der Kenntnis der hydrogeologischen Situation für den Tunnelzufluss in Betracht kommenden Einzugsgebiete betrachtet worden, innerhalb derer Grundwässer zum Tunnel gelangen können. In diesen finde die Grundwasserführung hauptsächlich in den oberflächennahen Bereichen statt. Nur ein untergeordneter Anteil der Grundwasserneubildung in diesen Gebieten könne auch in den Tunnel zufließen. Aus einer Regionalstudie der JR-WRM "Wasserversorgungsplan Steiermark" (Ausgangsbasis ist ein Bericht von Joanneum Research - "Wasser-versorgungsplan Steiermark" - erstellt im Auftrag der Steiermärkischen Landesregierung, BENISCHKE et al, 2002) sei die MoMNQ-Verteilungen auf das Gebiet Semmering übertragen. Im Verschnitt mit den jeweiligen Einzugsgebietsflächen und der seehöhenmäßig abhängigen Grundwasserneubildungsrate seien für diese Gebiete die Wassermengen geschätzt worden, wobei für die Grundwasserneubildungsrate größenordnungsmäßig 5 – 20% angesetzt wurden.

Diese Wassermengen seien auch in den weiteren Planungsphasen verwendet worden, wobei aus fachlicher Sicht die Prognosen als eher pessimistisch einzustufen seien.

Prognose der anfallenden Bergwassermenge – Vergleich Prognose Trassenauswahlverfahren mit Daten der Wasserbilanz

Nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten sei auch die Angabe der Wasserbilanzparameter als ein Ergebnis der Abflussentstehungsmodellierung zu nennen. Dabei sei versucht worden, die Grundwasserneubildung anhand von kalibrierten Einzugsgebieten weiter aufzuschlüsseln. Somit würden aus den einzelnen Einzugsgebieten für die Neubetrachtung der Prognose der anfallenden Wassermengen beim Tunnelvortrieb kalibrierte Daten zur Verfügung stehen.

In einem weiteren Schritt seien nun die aus der Wasserbilanz errechneten Daten den hydrogeologischen Einzugsgebietesgrößen gegenübergestellt worden. Weiters sei festgelegt worden, dass für die karbonatischen Einzugsgebiete 50% bzw. 75 % der Grundwasserneubildungsrate (wurde mit 20 l/s/km² sehr hoch geschätzt - pessimistischer Ansatz) als mögliche Größenordnung für die beim Tunnelvortrieb zutretende Wassermenge angesetzt werde.

Für die nichtkarbonatischen Einzugsgebiete seien die Werte mit 5% bzw. 20 % der Grundwasserneubildungsrate als mögliche Größenordnung angesetzt worden, was für kristalline Festgesteine mit hohen Überlagerungen ebenfalls als eher pessimistisch angesehen werden könne.

Zusätzlich sei in den Einzugsgebieten auch über den BFL2 (tiefer lang-gespeicherter Anteil der Grundwässer) Berechnungen durchgeführt. Für die karbonatischen Einzugsgebiete sei der BFL2 mit 75 % der Grundwasserneubildung geschätzt worden, da davon ausgegangen werden könne, dass in dem betrachteten Einzugsgebiet nicht das gesamte länger gespeicherte dem Tunnel zufließen werde. Auf Basis dieser Daten, verbunden mit den Einzugsgebietsgrößen, sei errechnet worden, wie viel 10% bzw. 100% davon betragen. All diese Daten seien in der Tab. 31 des Technischen Berichtes "**Grund-, Berg- und Oberflächenwasser**" Beil. Nr. 5510-UV-0601AL-00-0001 aufgelistet.

Zusammenfassend könne bei Betrachtung unterschiedlicher Szenarien und Ansätze ausgesagt werden, dass die Größenordnungen der anfallenden Bergwassermengen (Beharrung) mit den Daten aus dem Trassenauswahlverfahren im Vergleich mit den Rechenansätzen aus der Wasserbilanz gut übereinstimmen.

Zudem werde ebenfalls ersichtlich, dass die angegebenen Mengen eher als pessimistisch einzustufen seien. Es sei an dieser Stelle nochmals darauf hinzuweisen, dass in den prognostizierten Angaben **keine Reduktionen** (z.B. durch Injektionen) enthalten seien, weshalb auch keine Summenbildungen in der entsprechenden Tabelle enthalten seien.

Allfällige Reduktionen der anfallenden Bergwassermengen, sowie entsprechende Szenarienentwicklung, in welchem Bereich und bei welcher Vortriebsmethode und bei welchen Vortriebskonzept welche Mengen an Bergwasser anfallen, erfolge durch die Tunnelplanung auf Basis der aufgelisteten Daten. Die entsprechenden Berechnungen nach unterschiedlichen Vortriebskonzepten seien den tunnelbautechnischen Ausführungen zu entnehmen.

Hinsichtlich der Angabe der Spitzenzutritte werde ausgeführt, dass bei schwierigen geologisch-hydrogeologischen Bedingungen und auch gleichzeitig bei hohen bis sehr hohen Überlagerungen naturgemäß immer mit z.T. großen Unsicherheiten zu rechnen sei.

Berechnungsansätze und Berechnungsvergleiche Prognose anfallende Wassermengen

SBTn, Hydrogeologische Prognose Bergwasserandrang

Gebirgsbereiche	Geologie	Kilometerstreitung - km	EGG-Gebirge - km ²
1	Grauwackenzone (portal bis Halbestelle Eichberg)	76.636 / 77.975	1,3
2-5	Grauwackenzone (Halbestelle Eichberg bis Auebachtal)	77.975 / 79.590	1,6
6	Kalkermesschuppe	79.590 / 80.080	0,5
7	Semmering Einheit (Semmering Kristallin, Tainhof-Außerung)	80.080 / 80.575	0,5
8	Semmering Einheit (Zentralalpines Mesozoikum - Karbonatgesteine Grauberg)	80.575 / 81.250	4,0
9-10	Semmering Einheit (Zentralalpines Mesozoikum - Schieferungskuppe)	81.250 / 82.266	1,0
11	Semmering Einheit (Zentralalpines Mesozoikum - gestörte Karbonatgesteine Oter Nord)	82.266 / 83.005	0,7
12	Semmering Einheit (Zentralalpines Mesozoikum - verkarstete Karbonatgesteine Oter Süd)	83.005 / 83.730	7,9
13-14	Semmering Einheit (Wechselstein / Wechselstein (gestörte Gesteine der Oberbasal))	83.730 / 84.100	0,4
15-21	Wechsel Einheit (Wechelschiefer, Wechelschiefer)	84.100 / 93.980	9,9
22	Semmering Kristallin (Zentralalpines Mesozoikum - Alpin - Verucano, Semmeringquart, verkarstete Karbonatgesteine Deckengrenze)	93.980 / 94.420	2,3
23-24	Semmering Kristallin (Grau-Grundgesteinstofe)	94.420 / 97.440	3,0
25-26	Semmering Kristallin (Glimmerschieferfolge)	97.440 / 99.980	2,5
27	Semmering Kristallin (Goldgrube)	99.980 / 101.130	1,1
28	Zentralalpines Mesozoikum (Glimmerschieferfolge - gestört)	101.130 / 101.640	0,3
29	Zentralalpines Mesozoikum (Karbonatgesteine, Semmeringquart)	101.640 / 102.160	
30	Semmering Kristallin (Glimmerschieferfolge)	102.160 / 102.970	
31-33	Zentralalpines Mesozoikum (Karbonatgesteine, Semmeringquart)	102.970 / Portal WZ.	

Abschnitte in denen Injektionsmaßnahmen geplant sind

Karbonat-gestein
Nicht karbonat-gestein

GWMD / s.km ²	min=5% von GWMD [%]	max=20% von GWMD [%]	BFL2	min=10% von BFL2	max=100% von BFL2
GWMD / s.km ²	min=50% von GWMD [%]	max=75% von GWMD [%]	kg/m ²	kg	kg
12	0,8	3,2	2,5	0,3	3,3
12	1,0	3,9	2,5	0,4	4,0
12	0,3	1,2	2,5	0,1	1,2
12	0,3	1,2	2,5	0,1	1,2
20	40,0	61,0	15	6,0	60,0
20	1,0	4,7	9,8	1,0	9,9
20	0,7	3,0	9,8	0,7	7,3
20	78,8	118,7	15	11,8	118,1
20	0,4	1,5	9,8	0,4	3,6
20,5	10,7	40,5	8	7,9	79,0
20	23,0	34,5	15	3,5	34,5
21,2	3,2	12,8	8,3	2,5	25,1
21,6	2,7	11,0	8,7	2,2	22,1
22	1,3	5,7	9	1,0	10,3
20,5	0,3	1,4	11,5	0,4	3,9

Ohne Reduktion durch Injektionen				Prognose Sitzanzahl (Beauftragte)		Bemerkungen
langfristig (Beratung)		mittelfristig (Beratung)		Q [l/s]	Q [l/s]	
min	max	mittel	mittel			
3	5	4	4			
3	5	4	4			
3	5	4	4			
10	20	15	10			Prognose höher - unsichere Stellung Störung
40	70	55	200	~150-250		
3	5	4	4			
5	10	7,5	15			
70	120	95	250	~200-300		
3	5	4	4			
10	30	20	4			Prognose niedriger - hohe Überlagerungen und über weite Strecken sehr gering durchlässiges Gebirge
50	80	65	150	~100-200		Prognose höher - unsichere Stellung Störung & Deckengrenze
5	15	10	15			
3	5	4	4			Prognose niedriger wegen Erfahrung Begleitstellen
10	20	15	15			Prognose höher wegen besserer Durchlässigkeiten der Gneise
3	5	4	4			Daten übernommen aus Messungen Begleitstellen
100	100	100	0			Daten übernommen aus Messungen Begleitstellen
1	1	1	4			Daten übernommen aus Messungen/Projekt Begleitstellen - pessimistische Annahme
10	30	20	15			

1.2.3.6 Hydrogeologische Prognose nach einzelnen Gebirgsbereichen

Gebirgsbereich 1 (Grauwackenzone – Norische Decke (Silbersberg-Gruppe))

km 76,635 – 77,975 (L ~ 1340 m)

Nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten sei beim Voreinschnitt für das Tunnelportal nur mit geringen Wasserzutritten aus der Verwitterungsschwarte bzw. der Hangschuttauflage zu rechnen. Die beiden Erkundungsbohrungen KB-37/08 und KB38/08 hätten nur sehr geringe Durchlässigkeiten im Bereich 1×10^{-8} m/s ergeben. Sie seien jeweils zu Pegeln ausgebaut worden, in welchen sich ein oberflächennaher Grundwasserspiegel eingestellt habe. Da sich im unmittelbaren Umfeld keine Quellen oder Wassernutzungen befinden, seien auch keine Auswirkungen zu erwarten.

Nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten seien in der weiteren Folge im gg. Gebirgsbereich nur geringe Wasserführungen zu erwarten. Dabei handle es sich um vereinzelte Kluftwasserzutritte mit Mengen deutlich unter 1 l/s. Über längere Abschnitte werden nur tropfende Verhältnisse prognostiziert.

Hydrogeologische Auswirkungen an der Geländeoberfläche werden nach Angabe der (hydrogeologischen) Parameter nicht erwartet.

Gebirgsbereich 2: Störungszone "Haltestelle Eichberg"

km 77,975 – 78,095 (L = 120 m)

Nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten seien nur vereinzelt mit Kluftwasserzutritten deutlich unter 1 l/s zu rechnen. Über längere Abschnitte werden nur tropfende Verhältnisse prognostiziert.

Durch Einschaltungen sulfathaltiger Gesteine sei von erhöhten Sulfatgehalten (betonangreifend gem. Stufen XA1 und XA2 nach ÖNORM B 4710-1) in den zutretenden Bergwässern) auszugehen.

Hydrogeologische Auswirkungen an der Geländeoberfläche seien nicht zu erwarten.

Gebirgsbereich 3: Grauwackenzone - Norische Decke (Silbersberg-Gruppe)

km 78,095 – 78,520 (L = 425 m)

siehe GB 2

Gebirgsbereich 4: Verschuppung Veitscher Decke (GWZ) mit zentralalpinem Permomesozoikum:

km 78,520 – 79,100 (L = 580 m)

siehe GB 2

Gebirgsbereich 5: Veitscher Decke; km 79,100 – 79,590 (L = 490 m)

siehe GB 2

Gebirgsbereich 6: Permomesozoikum Tattermann-Schuppe (Talquerung Auebachtal);

km 79,590 – 80,080 (L = 490 m)

Nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten können im Bereich von zerlegten Sandsteinen und Quarziten der Tattermannschuppe vereinzelte Kluftwasserzutritte bis ca. 1 l/s auftreten. Die Störungsgesteine würden als weitgehend dicht mit lediglich geringen Einzelwasserzutritten unter 1 l/s prognostiziert.

Beim Anfahren von gut durchlässigen Karbonatgesteinsschuppen seien Einzeltritte bis 10 l/s nicht auszuschließen.

Durch Einschuppungen sulfathaltiger Gesteine seien erhöhte Sulfatgehalte in den zutretenden Bergwässern zu erwarten (betonangreifend gem. Stufen XA1 und XA2 nach ÖNORM B 4710-1).

Hydrogeologische Auswirkungen an der Geländeoberfläche seien beim Entwässern von Karbonatgesteinsschuppen auf Quellnutzungen, vor allem denjenigen, die nahe der Trasse liegen, zu erwarten.

Gebirgsbereich 7: Talhof-Aue-Störung und Semmering-Kristallinspan;

km 80,080 – 80,575 (L = 495 m)

Siehe GB 6

Gebirgsbereich 8: Graßbergsschuppe (Karbonatgesteine);

km 80,575 – 812,250 (L = 675 m)

Nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten seien sehr hoch durchlässige Karbonatgesteine mit Einzelspitzenzutritten von max. 150 – 250 l/s zu erwarten. Eine dauerhafte Absenkung des Bergwasserspiegels, der derzeit rd. 100 m über dem Tunnel liege, sei möglich. Dazu sei jedoch darauf hinzuweisen, dass der Bergwasserspiegel heute bereits über 200 m unter Gelände liege und nur im Bereich von Quellen an der Oberfläche liege.

Für Quellen, die in diesem Bereich unmittelbar über der Trasse liegen, seien mögliche Auswirkungen zu erwarten. Mögliche Auswirkungen auf weiter östlich liegende Quellen und indirekt auf Gerinne, die ein höher liegendes Bergwasserniveau repräsentieren, seien nach Ansicht der (hydrogeologischen) Projektanten ebenfalls nicht auszuschließen. Ebenso könne eine Auswirkung auf die Palkaquelle nicht mit letzter Sicherheit ausgeschlossen werden, obwohl die Wahrscheinlichkeit als sehr gering einzustufen sei. Bei keiner Bohrung in Trassennähe seien die Karbonatgesteine des Einzugsgebietes der Quelle angetroffen worden.

Für den dennoch sehr unwahrscheinlichen Fall einer quantitativen Beeinträchtigung der Quellschüttung der Palkaquelle könne vorübergehend ein Ersatz aus der Wiener Hochquellenwasserleitung bereitgestellt werden. Da diese Bereitstellung jedoch nur zeitlich begrenzt möglich sein werde, würden im Eintrittsfall parallel sofort entsprechende Ersatzwasserplanungen und Ausführungen aus nahe gelegenen Bereichen in die Wege geleitet.

Gebirgsbereich 9: Graßberg-Störung (Semmering-Kristallin);

km 81,250 – 81,385 (L = 135 m)

Nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten sei der Störungsbereich als weitgehend dicht anzusehen. Wasserzutritte seien nur in sehr geringem Ausmaß zu erwarten. Hinweise auf Sulfatminerale am Mineralbestand seien nicht gegeben, jedoch sei das Auftreten sulfatmineralführender Serizitphyllite und –schiefer bzw. auch von Gipsbrekzien, die entlang von Bewegungsbahnen aus dem angrenzenden Permomesozoikum („Keuperzug“) eingeschuppt seien, wahrscheinlich, weswegen das Auftreten betonaggressiver Wässer nicht ausgeschlossen werden könne.

Hydrogeologische Auswirkungen an der Geländeoberfläche seien nicht zu erwarten.

Gebirgsbereich 10: Permomesozoikum des Graßberg-Schlagl- Störungssystems ("Keuper");

km 81,385 – 82,265 (L = 880 m)

Nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten seien nur geringe Wasserführungen über vereinzelte Kluftwasserzutritte bis max. 1 l/s zu erwarten. Über längere Abschnitte werden nur tropfende Verhältnisse prognostiziert.

Durch Einschuppungen sulfathaltiger Gesteine seien erhöhte Sulfatgehalte in den zutretenden Bergwässern zu erwarten (betonangreifend gem. Stufen XA1 und XA2 nach ÖNORM B 4710-1).

Die Quellen dieses Gebirgsbereiches seien durchwegs an oberflächennahe, lokal begrenzte Grundwasserkörper gebunden, die keine Verbindung zur Tiefenlage der Tunneltrasse aufweisen. Hydrogeologische Auswirkungen an der Geländeoberfläche werden daher nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten nicht erwartet.

Gebirgsbereich 11: Permomesozoikum des Otterstockes ("Reichenhaller Fm")**km 82,265 – 83,005 (L = 740 m)**

Nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten würden die Gesteine dieses Gebirgsbereiches einen Bergwasserkörper bergen, der rd. 300 m über dem Tunnel einspiegle. Bei der bisher einzigen Bohrung im Trassennahebereich, die diese Gesteine aufschließe, seien aber nur sehr geringe Durchlässigkeiten $< 1 \times 10^{-8}$ m/s festgestellt worden. Auch die weit westlich der Trasse gelegene Schrägbohrung KB-42/06 habe diesen Bergwasserkörper erreicht. Hier seien die Karbonatgesteine allerdings stark verkarstet und gut durchlässig.

Wasserzutritte bis zu 5 l/s entlang von Klüften seien also zu erwarten. Aufgrund des Nahbereiches und der an der Basis bzw. Nordseite des Rauhwacken- und Brekzienzuges zu erwartenden Verschuppung mit gipshältigen Gesteinen des „Keuperzuges“ (Gebirgsbereich 10) sei das Vorhandensein von Sulfatmineralen möglich, aus denen betonangreifende Bergwässer resultieren können. In einer Wasserprobe aus KB-40/08 seien bisher keine erhöhten Sulfatgehalte festgestellt worden.

Hydrogeologische Auswirkungen auf die Geländeoberfläche seien nach Ansicht der (hydrogeologischen) Projektanten nicht zu erwarten, da diesem Bergwasserkörper keine Quellaustritte zugeordnet werden können.

Gebirgsbereich 12: Permomesozoikum des Otterstockes (Dolomit und Dolomitmarmor);**km 83,005 – 83,730 (L = 725 m)**

Nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten berge der Otterstock einen ergiebigen Bergwasserkörper, der im Trassenbereich rd. 200 m über dem Tunnel einspiegle.

Die Bohrung KB-12/08 habe auf Trassenniveau nur sehr wenige Durchlässigkeiten gezeigt. Trotzdem müsse beim Anfahren dieses Abschnittes mit dem Antreffen verkarsteter, gut wasserwegiger Bereiche gerechnet werden. Daraus seien Spitzenzutritte in der Größenordnung von 200 – 300 l/s möglich.

Eine dauerhafte Absenkung des Bergwasserspiegels, der derzeit rd. 200 m über dem Tunnel liege, sei daher möglich. Jedoch sei in diesem Zusammenhang ebenfalls auszuführen, dass über weite Strecken der Flurabstand des Bergwasserkörpers im heute natürlichen Zustand bereits mehrere 100 m betrage und dieser nur im Bereich von Quellen, die an das Karstsystem gebunden seien, nahe an die Oberfläche zu liegen komme.

Hydrogeologische Auswirkungen auf Quellaustritte und indirekt auf Bäche der Ost- und Südseite des Otterstockes seien wahrscheinlich. Eine Ersatzwasserversorgung für die Otterthaler Gemeindequelle aus einer ergiebigen Ersatzquelle (Bauernwiesquelle) in der Gemeinde Kirchberg am Wechsel sei Teil dieses Genehmigungsverfahrens. Auswirkungen auf die weiter östlich gelegene und von der Gemeinde Raach als Trinkwasserversorgung genutzte Fuchsgrabenquelle und in weiterer Folge auf den Fuchsgrabenbach seien ebenfalls zu erwarten.

Es sei nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten auf Grund der bisherigen Untersuchungsergebnisse nicht restlos auszuschließen, dass Wasser unterirdisch aus dem Otterstock auch in Richtung W abströmen. Aus diesem Grunde sei daher auch eine mögliche quantitative Auswirkung auf die beiden Göstritz-Quellen nicht völlig auszuschließen.

Nach aktuellem Kenntnisstand würden die Dolomite keine primären Sulfatanteile aufweisen. Allerdings sei im nahen Grenzbereich zu gipsführenden Gesteinen des „Alpinen Verrucano“ entlang der Ottersüdrandstörung möglicherweise mit gipsführenden tektonischen Einschüppungen bzw. einer sekundären Sulfatbildung entlang von Scherbahnen oder Klüften zu rechnen, die lokal zu einer Anreicherung vorhandener Bergwässer mit Sulfat führen können. Die Bergwässer können daher nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten betonangreifend sein.

Gebirgsbereich 13: Permomesozoikum Otterbasis Süd ("Alpiner Verrucano")**km 83,730 – 83,875 (L = 145 m)**

Nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten seien nur geringe Wasserführungen über vereinzelte Kluftwasserzutritte bis max. 1 l/s zu erwarten. Über längere Abschnitte seien nur tropfende Verhältnisse zu erwarten.

Durch Einschuppungen sulfathaltiger Gesteine seien erhöhte Sulfatgehalte in den zutretenden Bergwässern zu erwarten (betonangreifend gem. Stufen XA1 und XA2 nach ÖNORM B 4710-1).

Die Quellen dieses Gebietes seien durchwegs an oberflächennahe, lokal begrenzte Grundwasserkörper gebunden, die keine Verbindung zur Tiefenlage der Tunneltrasse aufweisen. Hydrogeologische Auswirkungen an der Geländeoberfläche seien daher nicht zu erwarten.

Gebirgsbereich 14: Übergangzone Wechselschiefer- und Permomesozoikum**km 83,875 – 84,100 (L = 225 m)**

Nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten seien im gg. Gebirgsbereich nur geringe Wasserführungen über vereinzelte Kluftwasserzutritte < 1l/s zu erwarten. Über längere Abschnitte seien nur tropfende Verhältnisse zu erwarten. Auf Grund der Gipsanteile im Gebirge sei davon auszugehen, dass die Wässer eine erhöhte Sulfatführung und somit betonangreifende Eigenschaften aufweisen.

Die Quellen des gg. Gebirgsbereiches seien durchwegs an oberflächennahe und lokal begrenzte Grundwasserkörper gebunden, die keine Verbindung zur Tiefenlage der Tunneltrasse aufweisen. Hydrogeologische Auswirkungen an der Geländeoberfläche seien daher nicht zu erwarten.

Gebirgsbereich 15: Wechselschiefer Trattenbachtal;**km 84,100 – 85,550 (L = 1.450 m)**

siehe GB 14

Gebirgsbereich 16: Wechselgneis südlich des Trattenbachtals;**km 85,550 – 89,820 (L = 4.270 m)**

Nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten seien im gg. Gebirgsbereich nur mit vereinzelten Kluftwasserzutritte < 1l/s zu rechnen. Über längere Abschnitte werden nur tropfende Verhältnisse prognostiziert. Lokal würden sich auch artesische Verhältnisse mit hydrostatischen Drücken, die über GOK liegen, einstellen.

Die Quellen dieses Gebietes seien durchwegs an oberflächennahe, lokal begrenzte Grundwasserkörper gebunden, die keine Verbindung zur Tiefenlage der Tunneltrasse aufweisen. Hydrogeologische Auswirkungen an der Geländeoberfläche seien daher nicht zu erwarten.

Gebirgsbereich 17: Wechselgneis (Trattenbach-Störung)**km 89,820 – 90,025 (L = 205 m)**

siehe GB 16

Gebirgsbereich 18: Wechselgneis (Fanklbauerhöhe);**km 90,025 – 91,670 (L = 1645 m)**

siehe GB 17

Gebirgsbereich 19: Wechselgneis (Fröschnitzgraben West)**km 91,670 – 92,780 (L = 1110 m)**

Nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten sei im gg. Gebirgsbereich mit dichten Verhältnissen zu rechnen. Die Durchlässigkeiten würden im Wesentlichen mit Werten von k_f ca. 10^{-8} m/s bis 10^{-9} m/s anzugeben sein. Übe weite Strecken würden kaum nennenswerte Bergwassermengen zutreten, zumal aber immer wieder mit geringen Kluftwasserführungen und Durchfeuchtungen des Gebirges zu rechnen sei.

Die quarzitischen Gneise würden bessere Durchlässigkeiten als jene der Albitgneise zeigen, weshalb innerhalb dieser Abschnitte lokal mit Kluftwasserführungen und auch längere Strecken mit geringem Bergwasserandrang nicht ausgeschlossen werden können. Lokal können sich aber nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten auch artesische Verhältnisse einstellen, wobei mit hydrostatischen Drücken über GOK zu rechnen sei.

Die gesamte anfallende Bergwassermenge innerhalb der großtektonischen Einheiten Wechselgneis und Wechselschiefer würden auf Grund der geringen Durchlässigkeiten und auch der hohen Überlagerungen mit etwa 20 l/s geschätzt. Hohe Einzelwasserzutritte in Form von lokal ausgeprägten Spitzenwasserzutritten seien aber nicht zu erwarten.

Hydrogeologische Auswirkungen bis an die Geländeoberfläche seien nicht zu erwarten.

Gebirgsbereich 20: Übergang Wechselgneis - Wechselschiefer (Fröschnitzgraben);**km 92,780 – 93,030 (L = 250 m)**

Siehe GB 19

Gebirgsbereich 21: Wechselschiefer Fröschnitzgraben;**km 93,030 – 93,980 (L = 950 m)**

Nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten hätten die Durchlässigkeitsversuche innerhalb der Gesteine der Wechselschiefer Durchlässigkeitsbeiwerte in einer Größenordnung von ca. 10^{-9} m/s bis 10^{-10} m/s erbracht. Diese sehr geringen Durchlässigkeiten hätten sich nicht nur auf Tunnelniveau sondern auch in oberflächennahen Bereichen ergeben, wie dies auch an Hand der Testergebnisse aus KB-25/08 ersichtlich sei.

Auf Grund dieser Untersuchungsergebnisse sei in diesem Gebirgsabschnitt nur mit sehr geringen Bergwassermengen zu rechnen, die sich eher in Form von lokalen Durchfeuchtungen und gelegentlichen Tropfwasserzutritten zeigen würden. Deshalb seien auch keine Auswirkungen auf die Oberfläche zu erwarten.

Gebirgsbereich 22: Deckengrenze Fröschnitzgraben**km 93,980 – 94,420 (L = 440 m)**

Nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten müsse entlang der Deckengrenze im Fröschnitzgraben mit länger anhaltenden starken Bergwasserzutritten gerechnet werden. Die in diesem Abschnitt eingeschuppten Karbonatgesteine, Quarzite und Störungszonen würden z.T. gute Durchlässigkeiten aufweisen. In den schiefrig – phyllitischen Gesteinen würden jedoch eher dichte Verhältnisse prognostiziert. Lokale Durchfeuchtungen des Gebirges und Tropfwasserzutritte seien jedoch nicht ausgeschlossen. Der Kontaktbereich zu den Wechselschiefern in Verbindung mit Störungen werde eher dicht erwartet.

Beim Antreffen von gut wasserwegigen Zonen innerhalb der Deckengrenzen seien Bergwasserzutritte von ca. 100 l/s bis 200 l/s als Spitzenzuflüsse auch längerfristig vorstellbar. Die Gesamtmenge werde in weiterer Folge für diesen Abschnitt mit mehreren Zehnerlitern / sec prognostiziert. Vor Erreichen der Deckengrenzen seien daher aus hydrogeologischer Sicht entsprechend lange Vorauserkundungen geboten.

Sehr wesentlich für die in Beharrung bzw. in quasistationären Zuständen abfließende Bergwassermengen werde hier sein, ob weitreichende hydraulische Verbindungen entlang der gut wasserwegigen Gesteinseinheiten bestehen. Die

hydrogeologische Modellvorstellung gehe derzeit eher davon aus, dass die Karbonatgesteine als größere isolierte Schollen innerhalb der Deckengrenzen eingeschuppt seien und hydraulisch nicht großräumig zusammenhängen. Es würden eher ähnliche Verhältnisse erwartet, wie dies auch innerhalb der Keuperserie beim Auffahren der Tunnel Steinhaus und Spital in Zusammenhang mit Karbonatgesteinsserien der Fall gewesen sei. Auch hier seien wasserführende Karbonatgesteinsschollen beim Vortrieb angetroffen worden, die bis zu 70 l/s als Spitzenwasserzutritte aufgewiesen hätten. Großräumige zusammenhängende Verhältnisse hätten bei den beiden Tunnelstrecken jedoch nicht nachgewiesen werden können. Die hydrogeologische Prognose von mehreren Zehnerlitern / sec in Beharrung stelle daher auch eine sehr pessimistische Annahme dar.

Aus hydrogeologischer Sicht solle nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten auch auf die Quarzite hingewiesen werden, die einerseits gute Wasserwegigkeiten aufweisen können und dadurch dann andererseits tunnelbautechnisch besonders beachtet werden müssen.

Durch das Vorhandensein gipshaltiger Gesteine könne das Auftreten von betonaggressiven Wässern nicht ausgeschlossen werden.

Lokale hydrogeologische Auswirkungen bis an die Geländeoberfläche seien trotz der hohen Überlagerungen nicht ausgeschlossen. Dies betreffe die Quellwässer, welche an die Karbonatgesteinseinschaltungen entlang der Deckengrenze gebunden seien.

Die zusätzlich prognostizierten Auswirkungen in diesem Bereich würden Messstellen im Bereich der geplanten Deponie Longsgraben, die BE-Fläche sowie der Umfahrungsstraße im Einzugsgebiet der Erzkogelquelle betreffen.

Hinsichtlich der möglichen Auswirkungen auf die Erzkogelquelle der Gde Spital / Semmering sei auch auf ein entsprechendes Ersatzwasserprojekt verwiesen.

Gebirgsbereich 23: Gneis - Grünschists-Folge;

km 94,420 – 97,210 (L = 2,790 m)

Nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten seien die in diesem Gebirgsbereich auftretenden Gesteine (Gneise, Grünschists, Grünschiefer und Glimmerschiefer) über weite Strecken als dicht anzusehen. Im Rahmen der Bohrlochversuche seien durchwegs Durchlässigkeiten in einer Größenordnung von ca. 10^{-7} m/s und 10^{-9} m/s errechnet worden. In gewissen tiefen Bohrlochabschnitten auf Tunnelniveau hätten sich mitunter auch Durchlässigkeiten von ca. 10^{-11} m/s ergeben.

Lokal seien durch verbesserte Durchlässigkeiten auch Kluftwasserzutritte zu erwarten. Diese würden sich vor allem entlang von Störungsbahnen einstellen, in welchen S-Kataklasite (Mittelsand mit Kieskomponenten) ausgebildet seien. Zudem würden störungsbedingt auch in Annäherung an den GB 22 ebenfalls verbesserte Durchlässigkeiten auf Tunnelniveau auftreten. Es sei daher nicht auszuschließen, dass im Bereich der Deckengrenze durch Abschiebungen verbesserte Wasserwegigkeiten geschaffen wurden, entlang welcher vermehrt Kluftwasserzutritte möglich seien.

Die hangendsten Festgesteinsbereiche können nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten lokal verbesserte Wasserwegigkeiten aufweisen als tiefere Anteile. Zudem seien an zwei Bohrungen Kluftwasserzutritte im Untergrund erbohrt worden, welche artesisch überliefen. Diese Arteser seien jedoch nur in den hangenden Anteilen der Festgesteine angetroffen worden. Auf Tunnelniveau gebe es keine Hinweise dafür.

Im GB 24 und im westlichen Teil des GB 23 seien mit Hilfe der Erkundungsbohrungen Sulfatführungen festgestellt worden. Innerhalb dieser Bereiche könne es daher bei Vorhandensein von Bergwasser lokal untergeordnet auch zum Betonangriff kommen. Dabei seien aber eher geringe Bergwassermengen zu erwarten (Tropfwasserzutritte und gelegentlich rinnende Zutritte).

In diesem Gebirgsabschnitt seien nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten die Bergwasserzutritte etwas höher prognostiziert worden, als innerhalb der nachfolgenden Glimmerschiefer im GB 25 und GB 26. Bergwassermengen seien hier in der Größenordnung von 5 – 15 l/s vorstellbar.

Auf Grund der über weite Strecken zu erwartenden geringen Durchlässigkeiten und auch sehr hohen Überlagerungen seien nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten keine hydrogeologischen Auswirkungen bis an die Oberfläche zu erwarten.

Gebirgsbereich 24: Hühnerkogel-Störung;

km 97,210 – 97,440 (L = 230 m)

Siehe GB 23

Gebirgsbereich 25: Glimmerschiefer-Folge;

km 97,440 – 98,970 (L = 1530 m)

Nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten werden in diesem GB vorwiegend Glimmerschiefer und Phyllite erwartet. Aus den Bohrlochversuchen der KB-45/08 und KB-43/08 hätten sich aus den tiefen Bohrlochabschnitten im Bereich der Tunnelführung sehr geringe Durchlässigkeiten ergeben. Die Berechnungen hätten dabei Größenordnungen von ca. 10^{-9} m/s bis 10^{-10} m/s ergeben. Aufbauend auf diese Ergebnisse könne man daher aus hydrogeologischer Sicht folgern, dass über weite Strecke mit annähernd dichtem und „trockenem“ Gebirge zu rechnen sei. Lokale Durchfeuchtungen bis hin zu einzelnen stärkeren Tropfwasserzutritten seien jedoch nicht auszuschließen.

Lokale untergeordnete Kluftwasserführungen innerhalb der gneisigen Gesteinseinheiten seien jedoch möglich. Die hangendsten Festgesteinsbereiche können nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten durch Auflockerungsphänomene jedoch verbesserte Wasserwegigkeiten aufweisen als tiefere Abteile. Diese seien jedoch nur im Grenzbereich zu GB27 zu erwarten.

In Summe sei innerhalb dieses Gebirgsabschnittes mit einem Bergwasseranfall von nur einigen wenigen l/s auszugehen. Deshalb sei auch mit keinen hydrogeologischen Auswirkungen auf die Geländeoberfläche zu rechnen.

Gebirgsbereich 26: Glimmerschiefer-Folge / Rotes Kreuz-Störung

km 98,970 – 99,980 (L = 1010 m)

siehe GB 25

Gebirgsbereich 27: Grobgneis

km 99,980 – 101,130 (L = 1150 m)

Nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten würden die Grobgneise auf Trassenniveau auf Grund der geringeren Überlagerungen im Vergleich zu den anderen Streckenabschnitten bessere Durchlässigkeiten (bis zu ca. 1×10^{-5} m/s) aufweisen. Auf Grund der Bohrlochversuche, der geringeren Überlagerungen und der lithologischen Eigenschaften der Gneise samt vorhandener Störungsbahnen müsse innerhalb dieses Gebirgsabschnittes immer wieder mit Kluftwasserführungen gerechnet werden. Der Bergwasserandrang werde in diesem Abschnitt deutlich höher als in den benachbarten GB 26 und 28 sein. Zudem sei davon auszugehen, dass die hangendsten Festgesteinsbereiche durch stärkere Auflockerungszonen auch lokal verbesserte Wasserwegigkeiten aufweisen werden, als tiefere Anteile. Über längere Strecken müsse daher auch beim Tunnelvortrieb mit anhaltendem Firstregen gerechnet werden. Aufbauend auf die z.T. guten Durchlässigkeiten für kristalline Festgesteine innerhalb dieser Grobgneise im Semmeringgebiet würden Bergwassermengen in der Größenordnung von etwa 10 – 20 l/s zu erwarten sein.

Durch die im Vergleich mit den anderen kristallinen Festgesteinen besseren Wasserwegigkeiten und dem damit höherem prognostiziertem Bergwasseranfall seien auch Auswirkungen an der Oberfläche nicht auszuschließen. Vor allem im Bereich des Sommeraugrabens seien mögliche Auswirkungen in Form von Schüttungsreduktionen nicht auszuschließen.

Bei der Querung des Fröschnitztales können nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten entlang von Grobgnaisen einzelne rinnende Kluftwasserzutritte auftreten. Diese hätten jedoch nur sehr lokalen Charakter und seien innerhalb dieser Einheit als eher untergeordnet anzusehen. Mögliche, nur sehr lokal beschränkte Zusammenhänge mit der Wasserführung aus den Lockergesteinen seien nicht gänzlich auszuschließen. Generell würden die Lockergesteine des Fröschnitztales über dem Festgesteinsuntergrund aber als mäßig wasserdurchlässig (kf ca. 4×10^{-5} m/s) und hydraulisch sehr inhomogen erwartet. Der Tunnelvortrieb wirke sich nicht direkt auf diese Lockergesteinsabfolge aus.

Gebirgsbereich 28: Mürztales-Semmering-Störungssystem bei Grautschenhof;

km 101,130 – 101,640 (L = 510 m)

Nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten seien innerhalb der Quarzphyllite und Glimmerschiefer nur sehr untergeordnete, lokal begrenzte Kluftwasserführungen zu erwarten. Vorrangig müsse mehr mit Tropfwasserzutritten gerechnet werden. Innerhalb der Festgesteinsstrecke seien maximal einige wenige l/s vorstellbar. Hydrogeologische Auswirkungen an der Geländeoberfläche seien nicht zu erwarten.

Gebirgsbereich 29: Karbonatgesteine Wallersbach;

km 101,640 – 102,160 (L = 520 m)

Nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten seien in diesem Gebirgsbereich jene Karbonatgesteine und Quarzite zusammengefasst, die im Begleitstollen beider Querung des Wallersbachgrabens durchörtert worden seien. Innerhalb dieser verkarsteten Karbonatgesteine seien beim Vortrieb sehr große Wassermengen angefallen. Durch die Errichtung der Brunnenfilternische I im Begleitstollen habe das Bergwasserdruckniveau unter das Niveau des Begleitstollens abgesenkt werden können. Darauf hin sei auch der Vortrieb ohne große Probleme wieder fortgesetzt worden. Derzeit belaufe sich die Pumpmenge aus dem Begleitstollen bei ca. 80 – 100 l/s, um den behördlicherseits vorgegebenen Wasserstand halten zu können. Im Rahmen der Bohrphase II sei im Bereich der Karbonatgesteine des Wallersbachgrabens in Nahe-lage zur Trasse des Semmering-Basistunnels NEU eine Erkundungsbohrung abgeteuft worden. Der Wasserspiegel dieser Bohrung (KB-36/08) liege derzeit auf etwa 653 m.

Durch die drainagierende Ausführung des Semmering-Basistunnels NEU könne in diesem Abschnitt davon ausgegangen werden, dass während der Betriebsphase aus diesem Abschnitt eben jene 80 – 100 l/s anfallen, die derzeit aus dem Pilotstollen ausgeleitet werden. Auswirkungen an der Oberfläche seien aus hydrogeologischer Sicht nicht zu erwarten.

Gebirgsbereich 30: Quarzphyllit Edlach;

km 102,160 - 102,970 (L = 810 m)

Nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten seien die Gesteine dieses Gebirgsbereiches bereits durch den Pilotstollen des Semmering-Basistunnels ALT aufgefahren worden. Vom Portal Mürzzuschlag aus gesehen sei der Pilotstollen etwa ab der Querung mit dem Scheedgraben in die Quarzphyllite eingedrungen. Anschließend habe er Semmering-quarzite angetroffen, bevor die Karbonatgesteine des Wallersbachgrabens erreicht worden seien. Neben gelegentlichen Feuchtstellen seien beim Durchörteren der Quarzphyllite keine größeren Bergwasserzutritte aufgetreten. Im Bereich des Semmeringquarzites seien allerdings beim Vortrieb des Begleitstollens eine Vielzahl von kleinen bis kleinsten Bergwasserzutritten angetroffen worden. Ein Großteil der punktuellen Austritte habe schüttungsmäßig zwischen ca. 0,01 l/s und 0,5 l/s geschwankt. Vereinzelt seien auch Zutritte von mehreren Litern / Sekunde beobachtet worden.

Durch die Entwässerungsmaßnahmen aus den Brunnenfilternischen im Begleitstollen seien daher für den Hauptvortrieb nur mehr lokal und untergeordnet Bergwasserzutritte zu erwarten. Vielmehr sei jedoch auf Durchfeuchtungen im Semmeringquarzit und damit verbundenen geotechnischen Schwierigkeiten Bedacht zu nehmen.

Als Größenordnung für die permanente Wasserführung seien für diesen nicht karbonatischen Abschnitt max. 1 l/s vorstellbar. Auswirkungen auf die Geländeoberfläche seien nicht zu erwarten.

Gebirgsbereich 31: Karbonatgesteine Scheedgraben;

km 102,970 – 115,010 (L = 226 m); (Fehllänge -11.813,816 m)

Nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten seien innerhalb der Karbonatgesteine des Portalbereiches keine Bergwasserzutritte im Begleitstollen vorhanden. Dies sei vor allem auf die Pumpmaßnahmen im Bereich der Brunnenfilternischen im Abschnitt der Karbonatgesteine des Wallersbachgrabens zurückzuführen. Bei Aufrechterhaltung der Wasserhaltung im Begleitstollen sei daher in der Karbonatgesteinsstrecke des Semmering-Basistunnels NEU mit keinen großen Bergwassermengen zu rechnen. Zu Zeiten starker Schneeschmelze könne es aber kurzfristig (1 – 2 Monate) zum Anspringen von Kluftwasserzutritten kommen, die in der Größenordnung von max. mehreren l/s liegen.

Die Größenordnung der Bergwasserzutritte innerhalb dieses Bereiches, vor allem im Bereich der Nahelage zu den Lockersedimenten des Fröschnitzgrabens sei mit wenigen 10-er l/s zur Zeit des Auffahrens vorstellbar.

Gebirgsbereich 32: Karbonatgesteine Mürzzuschlag;

km 115,010 – 115,500 (L = 490 m)

siehe GB 31

Gebirgsbereich 33: Portalbereich Mürzzuschlag;

km 115,500 – 115,726,93 (L = 226,9 m)

Nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten würden im Portalbereich Mürzzuschlag verkarstete, wasserführende Karbonatgesteine anstehen, deren Grundwasserspiegel unter der Sohle der nahe gelegenen Fröschnitz liege. Dies bedeute, dass in diesem Bereich der Fröschnitz keine unmittelbare Vorflutstellung zukomme. Der Grundwasserspiegel im Portalbereich Mürzzuschlag sei auf Grund der Drainagewirkung des Begleitstollens abgesenkt.

1.2.3.7 Hydrogeologische Prognose (Objekte und Hilfsbauwerke)

Objekte im Bereich Gloggnitz orographisch links und rechts der Schwarza einschl. Straßenbrücke

Seitens der (hydrogeologischen) Projektanten wurde keine objektscharfe, vielmehr eine allgemein gehaltene Prognose der Auswirkungen auf den Grundwasserkörper in qualitativer und quantitativer Sicht getroffen.

Die detaillierten technischen Ausführungen seien aus den Projektsunterlagen für das EB Verfahrens zu entnehmen. Eingriffe in den Porengrundwasserkörper seien dabei bei den Brückenfundamenten, der hochwassersicheren Straßenunterführung und nördlich der BE-Flächen bei der Herstellung eines Absetz- und eines Rückhaltebeckens geplant. Es sei vorgesehen, dass unterhalb der dichten Straßenwanne ausreichende Kieskörper geschüttet werden, um eine hydraulische Verbindung unterhalb der Wanne aufrecht zu erhalten. Für das dicht ausgebildete Absetzbecken nördlich der BE-Fläche seien „Dotierschächte“ geplant, die bei aufsteigendem Grundwasser eine Flutung des Beckens und damit Auftriebssicherheit gewährleisten. Mögliche qualitative Auswirkungen auf das Grundwasser in Form von Trübungen und leicht erhöhten pH-Wert Erhöhungen können nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten, jedoch nur sehr lokal begrenzt, nicht ausgeschlossen werden. Zudem würden in der Bauphase lokale Grundwasserspiegelabsenkungen zu erwarten sein.

Zwischenangriff Göstritz

Nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten werden sowohl der Zugangstollen als auch der Schacht in weitgehend dichten Gesteinen der „Keuper-Serie“ aufgefahren. Durchlässigkeitsuntersuchungen in der Erkundungsbohrung KB-50-08 hätten Werte in einer Größenordnung von ca. 1×10^{-9} m/s ergeben. Es seien daher nur geringe Einzelwasserzutritte zu erwarten.

Durch Einschuppungen sulfathaltiger Gesteine seien erhöhte Sulfatgehalte (betonangreifend der Stufen XA1 und XA2 nach ÖNORM B 4710-1) der Bergwässer zu erwarten.

Die Quellen dieses Gebietes seien durchwegs an oberflächennahe, lokal begrenzte Grundwasserkörper gebunden, die keine Verbindung zur Tiefenlage der Stollentrasse oder des Schachtes aufweisen. Auswirkungen an der Geländeoberfläche seien daher nicht zu erwarten. Lediglich im Bereich unterhalb der BE-Einrichtungsfläche Göstritz sei eine gefasste Quelle vorhanden, für welche sowohl eine qualitative als auch eine quantitative Beeinträchtigung nicht ausgeschlossen werden könne.

Baulüftungsschacht Trattenbachgraben

Nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten diene der Baulüftungsschacht lediglich der Wetterführung während der Bauphase und werde abschließend wieder verschlossen.

In der etwa 6 – 7 m mächtigen Deckschicht aus Wildbach- und Hangschutt sei ein bachbegleitender Porengrundwasserkörper ausgebildet. Eine Abdichtung gegen das Entwässern dieses Porengrundwasserkörpers über den Schacht sei vorgesehen.

Darunter werden nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten dichte Gesteine durchörtert, die nur geringe Wasserzutritte von max. 1 – 5 l/s bringen würden. Wie die benachbarte Bohrung KB17/08 gezeigt hätte, seien aber bis zur Endteufe Zutritte von artesischen Wässern mit Einzelschüttungen von wenigen l/min und Druckhöhen bis über GOK zu erwarten.

Um mögliche Auswirkungen auf oberflächennahe Grundwasserkörper zu unterbinden, die eine denkbare Verbindung mit diesen Artesern aufweisen können, müsse eine dauerhafte Entwässerung über den Schacht verhindert werden.

Zwischenangriff Frörschnitzgraben und Nothaltestelle

Nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten sei das Gebirge der Wechsel-Einheit generell als schlecht-wasserwegiges Festgestein zu bezeichnen. Die hydraulischen Bohrlochversuche hätten Durchlässigkeiten in einer Größenordnung von ca. $k_f = 10^{-8}$ m/s ergeben.

Lokal seien geringe Kluftwasserführungen zu erwarten. Innerhalb der Gneise und S-Kataklasite seien sehr lokal bessere Wasserwegigkeiten und auch lokal höhere Wassermengen wahrscheinlich. Lokale wasserwegige Zonen seien zudem in der Lockergesteinsüberdeckung wahrscheinlich. Beim Auftreten wasserführender Kluftzonen seien auch artesische Verhältnisse zu erwarten (siehe KB-24/08). Daher sei bei den technischen Planungen zur Schachterrichtung auf die vorherrschenden hydrostatischen Drücke Rücksicht zu nehmen. Derzeit seien am Schachtkopf Drücke in einer Größenordnung von 0,6 bar gemessen worden.

In Summe müsse nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten beim Abteufen des Schachtes mit bis zu mehreren l/s gerechnet werden.

Hydrogeologische Auswirkungen an der Oberfläche seien aber nur im Bereich der BE-Fläche zu erwarten, wo eine gefasste Quelle gelegen sei, welche abgelöst werden müsse.

Zwischenangriff Grautschenhof

Nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten seien innerhalb der Lockersedimentüberlagerung im Portalbereich als auch innerhalb der Grobgneise deutlich bessere Wasserwegigkeiten als innerhalb der Glimmerschiefer und Phyllite.

Im Abschnitt der Grobgneisvortriebe ($k_f = \text{ca. } 1 \times 10^{-5}$ m/s) müsse daher immer wieder mit Kluftwasserführungen gerechnet werden, auch das Auftreten von flächenhaftem Firstregen über längere Strecken sei abschnittsweise vorstellbar. Die Vortriebe innerhalb der Glimmerschiefer und Phyllite seien hingegen weitgehend trocken bis bergfeucht.

In Summe seien Bergwasserzutritte in einer Größenordnung von etwa 5 – 25 l/s vorstellbar, bei kurzfristigen Spitzenzutritten seien auch mehrere Zehnerliter / s vorstellbar.

Lokale, vereinzelte Auswirkungen an der Oberfläche seien aus hydrogeologischer Sicht nicht auszuschließen.

Baulüftungschacht Sommerau

Die quartären Sedimente der Talfüllung des Fröschnitztales führen nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten Grundwasser. Kurzpumpversuche hätten in diesem Bereich Durchlässigkeiten von ca. 4×10^{-5} m/s erbracht. Auch die Grobgnese würden mit Durchlässigkeiten von 1×10^{-5} m/s gute Kluftwasserführungen erwarten lassen. Es müsse daher über weite Strecken mit einer permanenten Kluftwasserführung gerechnet werden. Auch seichtes Porengrundwasser werde bei der Herstellung des Schachtes anfallen. In Summe müsse beim Abteufen des Schachtes mit bis zu mehreren Sekundenlitern gerechnet werden.

Auswirkungen an der Oberfläche seien jedoch nicht zu erwarten.

Objekte im Bereich Mürzzuschlag - Langenwang

Für das Objekt Unterwerk Langenwang samt Zufahrtsgleis wurden seitens der (hydrogeologischen) Projektanten offensichtlich mangels Relevanz keine Aussagen zu den örtlichen hydrogeologischen Gegebenheiten getroffen.

1.2.3.8 Deponie Longsgraben

Nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten sei eine mögliche Verzahnung eines seichten bachbegleitenden Grundwasserabflusses nur im Bereich der unmittelbaren Tiefenlinie des Grabens im Bachbereich vorstellbar. Knapp außerhalb dieser Tiefenlinie betrage der Flurabstand in vielen Fällen bereits >1 m (z.B. Bohrung KB-58/08; Grundwasserniveau zum Zeitpunkt des Pumpversuches 2,07 m unter GOK).

Das vorhandene seichte Grundwasser in der unmittelbaren Tiefenlinie des Grabens werde im Wesentlichen von der Oberflächenwasserführung des Longsgrabenbaches kontrolliert. Es sei daher zu erwarten, dass bei der geplanten kompletten Bachverlegung einerseits deutlich weniger Grundwasser in der Tiefenlinie des Grabens vorhanden sein werde. Andererseits könne auch erwartet werden, dass dadurch der Flurabstand (Mindestabstand) von > 1 m gegebenenfalls auch noch durch nach den Regeln des Erdbaus geschüttete, lagenweise verdichtete Schichten erreicht werden könne.

In der Bohrung KB28/08 sei etwa 49,5 m unter GOK ein erster artesischer Horizont mit einer Schüttung von etwa 0,1 l/s angetroffen worden. Zwischen 78 m und 79 m unter GOK sei in dieser Bohrung ein zweiter artesischer Horizont mit einer Schüttung von ca. 0,14 l/s angetroffen worden.

Auch in der Bohrung KB-44/08 sei in etwa 337 m unter GOK ein Arteser angetroffen worden, der zur Zeit der Bohrarbeiten mit etwa 1,5 l/s austrat.

Nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten zeige dies, dass lokal im Felsuntergrund Wasserwegigkeiten vorhanden seien, jedoch hydraulisch diese sich nicht auf den Longsgraben ausgerichtet haben und ein Fließen nach oben zu beobachten sei. Auch in den Flowmetermessungen der Bohrung KB-57/08 sei sowohl im unbepumpten als auch im bepumpten Zustand ein Aufwärtsfließen nachgewiesen worden.

Aus hydrogeologischer Sicht werde erwartet, dass keine großräumig zusammenhängenden tiefer liegenden Kluftgrundwasserkörper im Longsgraben vorliegen. Es sei eher davon auszugehen, dass kleinräumige, hydraulisch unabhängige Kluftgrundwasserkörper im Untergrund vorliegen. Hinsichtlich der seichten Fließrichtungen in den Lockersedimenten bzw. in der oberen, verwitterten Felsschwarte habe sich aller Voraussicht eine dem Grabenverlauf folgende Abströmrichtung eingestellt. Eine einzugsgebietsübergreifende Entwässerung im Bereich der Deponie werde nicht erwartet. Der Longsgrabenbach werde auf Basis dieser Ergebnisse als Vorflut prognostiziert.

Sollte wider Erwarten dennoch eine einzugsgebietsübergreifende Entwässerung im Untergrund vorhanden sei, so wäre nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten dies nur in Richtung N denkbar, jedoch unwahrscheinlich. In dieser Richtung sei die Erkundungsbohrung KB-06/06 gelegen, die als Grundwassermessstelle ausgebaut sei. Diese könne im Bedarfsfall als Beobachtungspiegel herangezogen werden.

Im Fröschnitztal selbst sei die Messstelle KB04/06 situiert, die ebenfalls als Grundwassermessstelle ausgebaut sei und im Bedarfsfall als Beobachtungssonde für den Porengrundwasserkörper herangezogen werden könne.

Am Grabenausgang des Longsgrabens seien zwei gefasste Quellen situiert. Die Quelle JRN484 sei zur Trinkwasserversorgung herangezogen worden. Auf Grund der derzeitigen Baufähigkeit dieser Quelfassung könne das Wasser nicht für Trinkwasserzwecke verwendet werden. Die andere Quelle JRN483 werde zur Speisung eines Fischteiches verwendet.

Zusätzlich werde nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten am Grabenausgang des Longsgrabens kurz vor der Einmündung in die Fröschnitz in monatlichen Abständen die Schüttung gemessen.

Im Rahmen der Untersuchungsarbeiten seien die Bohrungen KB-57/08, KB-58/08, KB-59/08 und KB-60/08 niedergebracht worden.

In den beiden Bohrungen KB-59/08 und KB-60/08, die je auf eine Teufe von 15 m unter GOK abgeteuft wurden, konnte kein Grundwasser beobachtet werden. Daraufhin sei zur orientierenden Feststellung der Durchlässigkeit ein Auffüllversuch durchgeführt worden. Dabei hätten sich Werte zwischen $1,6 \times 10^{-6}$ m/s und $6,3 \times 10^{-6}$ m/s ergeben.

In den beiden Bohrungen KB-57/08 und KB-58/08 seien zur Bestimmung der Durchlässigkeiten Kurzpumpversuche durchgeführt worden. Diese hätten Werte zwischen ca. $2,5 \times 10^{-6}$ m/s und $7,2 \times 10^{-6}$ m/s erbracht.

Zusätzlich zu den Kurzpump- bzw. Auffüllversuchen seien bepumpte bzw. unbepumpte Flowmetermessungen durchgeführt worden. Diese Messungen hätten in der ausgebauten Bohrung KB-57/08 sowohl im unbepumpten als auch im bepumpten Zustand ein Aufwärtsfließen erbracht. Zudem sei in dieser Bohrung auch eine abschnittsweise horizontale Durchströmung anzunehmen. In der Bohrung KB-58/08 sei kein vertikales Strömen, sondern nur eine horizontale Durchströmung gemessen worden.

Die Wässer der beiden Pegel KB-57/08 und KB-58/08 seien darüberhinaus aus hydrochemisch untersucht worden. Neben den routinemäßigen hydrochemischen Parametern seien auch die Parameter Summe Mineralöle und Gesamtphosphat bestimmt worden. Beim Grundwasser aus Bohrung KB57/08 habe sich vorerst ein durch die Zementierung bedingter erhöhter pH Wert gezeigt.

Ergänzend dazu seien auch Spurenelemente gemessen worden. Dabei habe sich gezeigt, dass von 71 analysierten Proben nur 5 Proben einen erhöhten As-Gehalt aufwiesen. Im Bereich des Longsgrabens wurde lediglich im Wasser der Bohrung KB29/08 eine geringe Spur an As nachgewiesen.

Im Sommer 2009 seien auch die Vernässungszonen detailliert dokumentiert worden. Die Ergebnisse wurden im Technischen Bericht 5510-EB-5000AL-00-0004 im Detail beschrieben.

Nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten komme bei der Realisierung der geplanten Deponie im Longsgraben vor allen diesen Vernässungszonen eine sehr große Bedeutung zu. Die technische Umsetzung müsse so gestaltet sein, dass sämtliche Drainagen auf Dauer funktionstüchtig sein müssen, um das gesamte Grundwasser an der Basis und an den Flanken der Deponie und der Anschüttung immer sicher abführen zu können. Dabei seien auch die schwankenden Grundwassermengen entsprechend den hydrometeorologischen Verhältnissen und die räumlichen Änderungen der Vernässungszonen zu berücksichtigen. Bei einer technisch geeigneten Realisierung der Drainagierungsmaßnahmen sowie begleitenden Beweissicherungsmessungen könne die Eignung des Standortes aus hydrogeologischer Sicht attestiert werden.

1.2.4 BEEINFLUSSUNG VON NATURA-2000 GEBIETEN

Das geplante Vorhaben Semmering-Basistunnel NEU berührt nach Angaben der Projektanten randlich das Natura 2000 Gebiet „Nordöstliche Randalpen: Hohe Wand – Schneeberg – Rax). Die flächige Erstreckung und Lagebeziehung zum geplanten Vorhaben ist aus Abb. 2 des Technischen Berichtes 5510-UV-0800AL-00-0001-F02 zu entnehmen.

Das Natura 2000 Gebiet „Nordöstliche Randalpen: Hohe Wand – Schneeberg – Rax) falle in die geologisch – hydrogeologisch relevanten Teilräume „Gloggnitz – Schwarzatal“, „Aue – Göstritz“ bzw. „Otterstock“.

Nach Angabe der Projektanten komme im Teilbereich Aue ein etwa 1 ha großer Erlen-Eschen-Weidenwald (FFH-Typ 91E0; Biotopfläche GO301) im Natura 2000 Gebiet in einem Risikogebiet für Wasserverluste zu liegen. Eine Reduktion der Schüttung werde langfristig zu einem Verschwinden der derzeit vorhandenen Standortverhältnisse und ihrer Vegetation führen.



Lage des Erlen-Eschen-Weidenwald (FFH-Typ 91E0) im Natura 2000 Gebiet

Die im Auebachtal potentiell betroffenen Quellstandorte würden nach Angaben der Projektanten einem Monitoring im Rahmen der ökologischen Bauaufsicht unterliegen, die gegebenenfalls Maßnahmen zur Minderung der Auswirkungen ergreife.

1.2.5 TUNNELBAU

1.2.5.1 Vortriebskonzepte

Nach Angabe der Tunnelplaner sei das Vorhaben im Hinblick auf den Bauablauf in drei Abschnitte (A, B und C) unterteilt worden, in welchen noch verschiedene Vortriebskonzepte möglich seien. Die Abschnittsgrenzen seien bewusst nicht starr gesetzt worden.

Vortriebsabschnitt A

Der Vortriebsabschnitt A beginne im Osten (geschlossene Bauweise) und ende grundsätzlich an der Deckengrenze des Karbonatbereiches der Semmering-Einheit und der Wechsel-Einheit, wobei durch den Ausführungsspielraum diese Grenze auch in den Wechelschiefer der Wechsel-Einheit (bis etwa km 85,5) ausgedehnt werden könne. Im Anschluss an das Portal in Gloggnitz würden die beiden Tunnelröhren ca. 30 m in offener Bauweise verlängert. Von Gloggnitz aus werde der erste Abschnitt jedenfalls konventionell aufgefahren.

Der Abschnitt A stelle mit der Durchörterung der beiden wasserführenden Karbonatstöcke des Graßbergs und des Kleinen Otters sowie der Graßberg-Schlagl-Störung eine hohe tunnelbautechnische Herausforderung dar. Für die Querung der Störungszone selbst werde nach Angaben der Tunnelplaner ein maschineller Vortrieb ausgeschlossen. Bei der Variante des maschinellen Vortriebes werde die Maschine im Bereich der Karbonatgesteine durchgezogen.

Für den Bereich der Karbonatgesteine seien aus technischer Sicht beide Vortriebsmethoden möglich.

Beim zyklischen Vortrieb sei in jeder Streckenröhre ein vorweg hergestellter **Injektionsstollen** im Firstbereich der Kalotte geplant. Für den Vortrieb des Injektionsstollens selbst seien laufende, systematische Vorausinjektionen zur Reduzierung der Wasserzutritte erforderlich.

In einer zweiten Phase seien nach Angaben der Tunnelplaner weitere Injektionen für das nachfolgende Auffahren des Restquerschnittes erforderlich.

Bei der Variante mit kontinuierlichem Vortrieb in den Karbonatstöcken werde das Gebirge nach Angaben der Tunnelplaner aus der TVM heraus systematisch vorseilend injiziert. Dabei sollen in jeder Tunnelröhre eine hochmechanisierte TVM mit fix installierten leistungsfähigen Bohr- und Injektionseinrichtungen eingesetzt werden. Derartige Maschinen seien bereits bei anderen Projekten erfolgreich zum Einsatz gelangt, wobei Wasserdrücke von bis zu 15 bar beherrscht worden seien.

Für beide Vortriebsmethoden sei es wesentlich, in den Karbonatgesteinsbereichen durch systematische Vorausinjektionen den Wasserzudrang im Vortriebsbereich soweit zu verringern, dass ein Vortrieb technisch möglich werde.

Portal Gloggnitz:

Nach Angabe der Tunnelplaner sei für den Abschnitt vom Portal Gloggnitz bis zum Antreffen des Graßbergkarbonates auf Grund der ungünstigen Gebirgsverhältnisse in der Grauwackenzone, Tattermannschuppe und im daran anschließenden tektonisch stark beanspruchten Semmeringkristallin nur ein zyklischer Vortrieb vorgesehen, wobei allenfalls auf Grund des zu Beginn noch niedrigen Spannungsniveaus im Bereich bis ca. km 78,0 (ca. 1,2 km) zumindest geotechnisch auch ein kontinuierlicher Vortrieb möglich scheine, der aber aus bauleistungsrechtlichen Gründen nicht verfolgt werde. Die Baustelleneinrichtungsfläche sei beim Portal Gloggnitz situiert.

Zugang Göstritz:

Nach Angabe der Tunnelplaner sei für den zyklischen Vortrieb im Bereich des Graßberg-Schlagl-Störungssystems aus bauleistungsrechtlichen Gründen ein gesonderter Zwischenangriff im Bereich Göstritz geplant.

Der Zwischenangriff Göstritz beinhalte einen Voreinschnitt für die Baustelleneinrichtungsfläche, einen rd. 900 m langen Zugangsstollen und einen ca. 250 m tiefen Schacht einschl. der hierfür erforderlichen Kavernen am Schachtkopf bzw. Schachtfuß.

Über den Zwischenangriff erfolge die Ver- und Entsorgung der Vortriebe, wobei jeweils zwei konventionelle Vortriebe in Richtung Gloggnitz und Mürzzuschlag geplant seien. In Richtung Gloggnitz werde der Vortrieb vor dem Erreichen des stark wasserführenden Karbonatbereiches des Graßberges gestoppt. Dieser Bereich werde von Gloggnitz aus aufgefahren.

In Richtung Mürzzuschlag sei aus bauzeitlichen Überlegungen als Option auch das Auffahren des Karbonatbereiches des Otterstockes möglich. Dabei werden nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten in Summe Wassermengen von bis zu 300 l/s prognostiziert. Diese Wassermassen seien über den Schacht hochzupumpen. Aus sicherheitstechnischen Gründen werde eine Anlage eingesetzt, die eine 100% ige Redundanz gewährleiste.

Vortriebsabschnitt B

Nach Angabe der Tunnelplaner seien im Abschnitt B die Tunnelröhren sowohl zyklisch als auch kontinuierlich aufzufahren. Alle Vortriebe würden vom Zugang Fröschnitzgraben aus aufgefahren. Vor allem der östliche Vortriebsast in Richtung Gloggnitz eigne sich auf Grund der prognostizierten Verhältnisse im Wechselkristallin (überwiegend kompetente Albitgneise und Albitschiefer) für einen TVM Vortrieb. Aus geotechnischen Bedingungen seien lediglich die Bereiche der Ottersüdrandstörung (GB13) der Deckengrenze Fröschnitzgraben (GB22) für einen maschinellen Vortrieb ungeeignet. Diese Bereiche würden jedenfalls zyklisch aufgefahren, aus baugologischen Gründen aber auch der Bereich zwischen dem Zugang Fröschnitzgraben bis zur Deckengrenze Fröschnitzgraben.

Beim maschinellen Vortrieb werde erst mit dem Vortrieb Richtung Gloggnitz begonnen und anschließend der Vortrieb Richtung Mürzzuschlag. Am Übergang zum Abschnitt A seien beide Maschinen zu demontieren und zu drehen, um anschließend Richtung Mürzzuschlag zu fahren.

Beim Zwischenangriff seien nach Angaben der Tunnelplaner Wassermengen in Summe in einer Größenordnung von max. 250 l/s zu erwarten. Diese Wassermassen seien über den Schacht hochzufördern. Aus Gründen der Sicherheit sei eine 100%ige Redundanz zu gewährleisten.

Schacht Fröschnitz 1

Nach Angabe der Tunnelplaner werde zwischen der Innen- und der Außenschale der Schachtröhre ein Abdichtungssystem angeordnet. Damit sich keine Wasserdrücke auf die Innenschale aufbauen, würden in Längsrichtung Noppenfolien angebracht, die das Wasser kontrolliert zum Schachtfuß ableiten, wo es über ein umlaufendes Schachtdrainagesystem in die Bauentwässerung bzw. die Ulmendrainage eingeleitet werden könne.

Schacht Fröschnitz 2

Dieser Schacht werde nach Angabe der Tunnelplaner voraussichtlich im Raise-Boring Verfahren hergestellt.

Baulüftungsschacht Trattenbachgraben:

Nach Angabe der Tunnelplaner werde dieser Schacht größtenteils im Raise-Boring Verfahren hergestellt. Lediglich der oberste Abschnitt im Hangschutt werde konventionell als Startbaugrube hergestellt. Nach Beendigung der Vortriebsarbeiten werde der Schacht wieder verfüllt.

Vortriebsabschnitt C

Nach Angaben der Tunnelplaner erfolgen die Vortriebsarbeiten im Abschnitt C vom Zwischenangriff Grautschenhof aus. Nach der Herstellung des Zugangsstollens würden beide Streckenröhren in beide Richtungen in zyklischer Bauweise aufgefahren.

Aus geotechnischen Gründen erscheine der westlichste Teil des Abschnittes C (etwa ab km 101,7) für einen kontinuierlichen Vortrieb zwar geeignet, sei aber aus baugologischen Gründen nicht zweckmäßig.

Auf Grund der beengten Platzverhältnisse werde im Portalbereich Mürzzuschlag eine Zugangsrampe und ein etwa 150 m langer Abschnitt in offener Bauweise errichtet. Von Mürzzuschlag aus erfolge kein bergmännischer Vortrieb.

Zugangsstollen und Kaverne Grautschenhof:

Nach Angabe der Tunnelplaner müsse der Zugangsstollen mit einem Gefälle von ca. 8 % geplant werden, um die Streckenröhren zu erreichen. Der ca. 1400 m lange Zugangsstollen werde zyklisch aufgefahren. Am Ende des Stollens sei eine Kaverne herzustellen. Der Stollen diene zur Ver- und Entsorgung der beiden Vortriebe.

Baulüftungsschacht Sommerau:

Nach Angabe der Tunnelplaner werde nach Ausbruch des ersten Querschlages westlich der Zugangskaverne auch ein ca. 100 m tiefer Schacht mit einem Durchmesser von ca. 8 m konventionell abgeteuft und an die Vortriebsröhren angeschlossen. In den obersten Bereichen werde der Schacht im Querungsbereich mit dem porengrundwasserführenden Hangschutt und den Bachalluvionen als wasserundurchlässige Baugrube (überschnittene Bohrpfähle) hergestellt.

1.2.5.2 Wasserrückhaltekonzepte**Vorgangsweise für Abdichtungsinjektionen in den GB 8, GB 12 und GB22:**

Nach Angaben der Tunnelplaner erfolge in jenen Tunnelstrecken, in denen mit großer Prognosesicherheit mit großen und druckhaften Wasserzutritten zu rechnen sei, grundsätzlich und präventiv eine systematische Gebirgsbehandlung mit Injektionsbohrschirmen, welche sowohl die Peripherie des Tunnels als auch die Ortsbrust vorausseilend erfasse. Dies treffe auf die Gebirgsbereiche GB 8, GB 12 und GB 22 zu.

Durch die vorausseilenden Injektionsmaßnahmen würden die Wasserzutritte im Vortriebsbereich auf ein mit dem Vortriebs- und Wasserhaltungskonzept verträgliches Ausmaß reduziert. Ebenso würden dadurch Wasserrückhaltemaßnahmen für einen bestmöglichen Grund- und Bergwasserschutz erreicht.

Schritt 1:

Bei Annäherung des Vortriebes an die betreffenden Gebirgsbereiche seien Vorauserkundungsmaßnahmen (z. B. überlappende Vorausbohrungen, Geophysik) vorgesehen. Die Vorausbohrungen (Länge rd. 30m, Überlappung mind. 10m) würden mit technischen Wasserrückhaltesystemen ausgeführt, die auf die erwarteten Wasserdrücke abgestimmt seien.

Bei Antreffen von Bergwasser würden zumindest Temperatur, elektrische Leitfähigkeit und Druck gemessen.

Fall 1:

GB 8, GB 12 und GB22 werden (noch) nicht angetroffen. In diesem Fall wird der Vortrieb ohne Sondermaßnahmen (systematische Gebirgsbehandlung mit Injektionsschirmen), jedoch mit weiteren Vorauserkundungsmaßnahmen fortgesetzt (weiter Schritt 1).

Fall 2:

Bei Antreffen der betreffenden Gebirgsbereiche werden die geplanten Sondermaßnahmen (präventive, systematische Vorausinjektionen) angewendet (weiter Schritt 2). Durch die vorausseilenden Injektionsmaßnahmen werden die Wasserzutritte im Vortriebsbereich auf ein mit dem Vortriebs- und Wasserhaltungskonzept verträgliches Ausmaß reduziert. Ebenso werden dadurch Wasserrückhaltemaßnahmen für einen bestmöglichen Grund-/Bergwasserschutz erreicht.

Schritt 2:

Überprüfung der Auswirkungen der Grundwasserabsenkung zufolge Tunnelvortriebs.

A: Auswirkungen auf Quellen für Trinkwasserversorgung:

- Überprüfung durch Messung der Quellschüttung.
- Im Fall von wesentlichen Beeinträchtigungen würden Kompensations- bzw. Ausgleichsmaßnahmen gesetzt (z.B. Bereitstellung Ersatzwasserversorgung), da durch zusätzliche Injektionsmaßnahmen keine Wiederherstellung der ursprünglichen Schüttungen gewährleistet werden könne.

B: Großflächige Auswirkungen auf die Bodenfeuchte

- Auf Grund der vorherrschenden hydrogeologischen Situation würden durch eine Beeinträchtigung des Grundwasserspiegels keine großflächigen Auswirkungen auf die Bodenfeuchte erwartet.
- Treten im Zuge der Bauausführung dennoch Auswirkungen auf, würden in Abstimmung mit der behördlich begleitenden Bauaufsicht zusätzliche Maßnahmen geprüft und gemäß Vorgaben der behördlich begleitenden Bauaufsicht umgesetzt.

C: Auswirkung auf einzelne Feuchtlebensräume

- Überprüfung durch Monitoring der Feuchtlebensräume.
- Durch die Beeinträchtigung des Grundwasserspiegels werden auf Grund der vorherrschenden hydrogeologischen Situation Auswirkungen auf einzelne Feuchtlebensräume erwartet. Diese seien in der UVE ausgewiesen und beurteilt worden.
- Durch zusätzliche Injektionen kann eine Reduktion der Beeinflussung nicht gewährleistet werden.
- Im Zuge der Bauausführung würden in Abstimmung mit der behördlich begleitenden Bauaufsicht zusätzliche Maßnahmen geprüft und gemäß Vorgaben der behördlich begleitenden Bauaufsicht umgesetzt werden

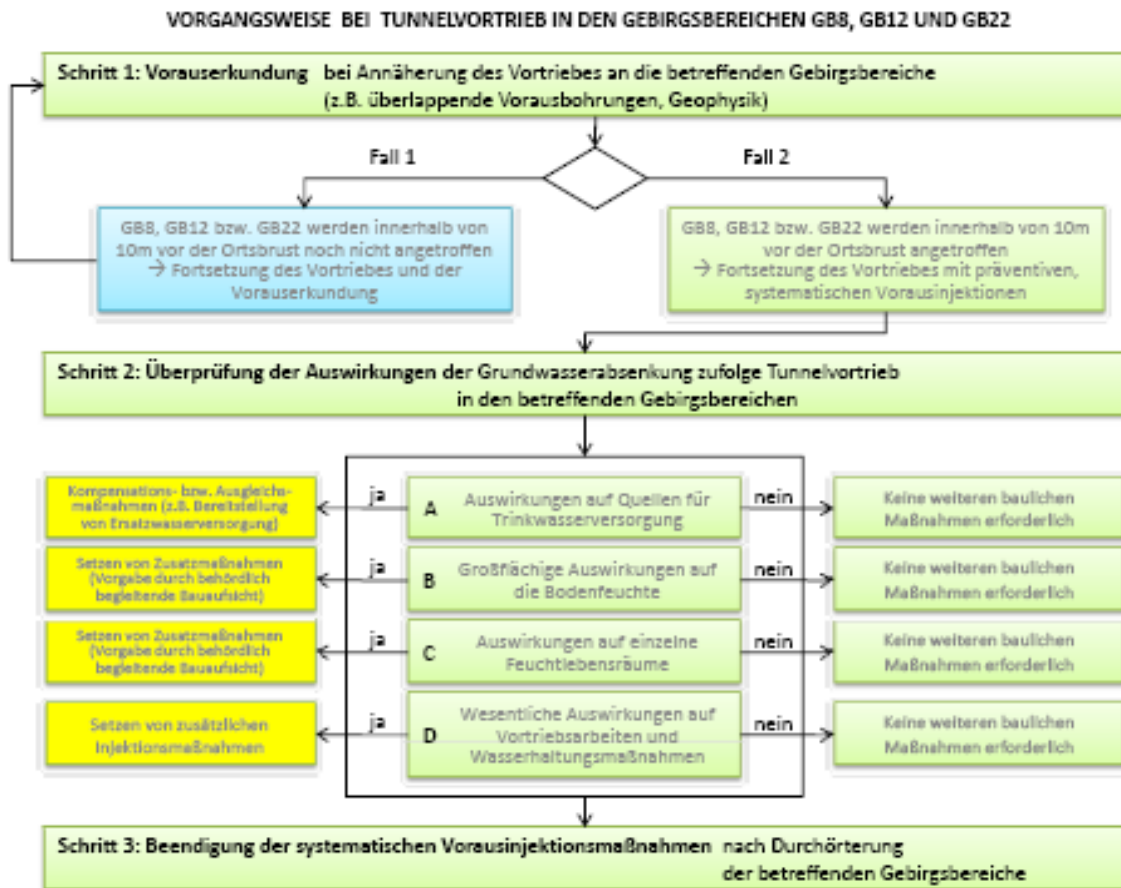
D: Auswirkungen auf die Vortriebsarbeiten und das Wasserhaltungskonzept

Treten durch die verbleibenden Wasserzutritte wesentliche Beeinträchtigung der Vortriebsarbeiten und/oder eine erwartbare Überschreitung der Wasserhaltungskapazität auf, würden zusätzliche Injektionsmaßnahmen gesetzt (z.B. Verdichtung der vorauseilenden Injektionen, lokale nachträgliche Injektionen).

Schritt 3:

Die systematischen Vorausinjektionsmaßnahmen würden bis zur vollständigen Durchörterung der betreffenden Gebirgsbereiche gesetzt. In weiterer Folge werde der Tunnelvortrieb ohne systematische vorauseilende Injektionsmaßnahmen fortgesetzt.

Sämtliche Entscheidungsprozesse werden nach Angaben der Tunnelplaner dokumentiert.



1.2.5.3 Geologische, geotechnische und hydrogeologische Messungen

Nach Angabe der Tunnelplaner werden im Zuge der Vortriebsarbeiten u.a. folgende Dokumentationen durchgeführt bzw. Maßnahmen ergriffen:

Allgemeine Maßnahmen:

- Nach Angabe der Tunnelplaner werden bei der Planung der für die Herstellung der Offenen Bauweise erforderlichen temporären Baugruben die im Baugrundgutachten angeführten Empfehlungen umgesetzt.
- Die Überwachung der Stabilität der Baugruben der offenen Bauweisen erfolge mittels geotechnischer Messungen von Obertage
- Temporäre Spritzbetonsicherungen von Baugruben werden spätestens nach Fertigstellung der Bauwerke wieder soweit rückgebaut bzw. zerstört, dass eine dauerhafte Beeinträchtigung der Wasserwegigkeit hintangehalten werden könne.

Geotechnische Messungen:

- Das Systemverhalten Gebirge / Ausbau werde während der Vortriebsarbeiten laufend durch geotechnische Messungen überprüft. Diese Messungen werden im Sinne des Geotechnischen Sicherheitsmanagements lt. „Richtlinie für die Geomechanische Planung von Untertagebauarbeiten mit zyklischem Vortrieb“ geplant und durchgeführt.
- Die systematischen geotechnischen Messungen werden mittels optischer, dreidimensionaler Verformungsmessungen der Tunnellaubung erfolgen. In speziellen Messquerschnitten können auch Extensometer und Instrumente zur Spannungs- und Dehnungsmessung im Spritzbeton zum Einsatz kommen. In Bereichen geringer Überlagerung der Tunnelröhren werden zusätzlich Oberflächensetzungen gemessen.

- Für die Überwachung der kontinuierlichen Vortriebe würden sinngemäß gleichartige geotechnische Messungen wie bei den zyklischen Vortrieben erfolgen. Dazu würden entlang des Schildes Deformationsmessungen des Gebirges durch Abstiche ausgeführt um die Deformationsgeschwindigkeit und das Deformationsverhalten des Gebirges abschätzen zu können. Im Bereich der bereits eingebauten Tübbingaußenschale können Deformationsmessungen z.B. am Firsttübbling (Messungen der Sehnenverlängerung) zweckmäßig sein. Zusätzlich würden vortriebspezifische Kennwerte der TVM aufgezeichnet, welche ebenfalls Rückschlüsse auf das Systemverhalten beim Ausbruch zulassen.
- Die Überwachung der Stabilität der Baugruben der Offenen Bauweise erfolge mittels geotechnischer Messungen von Obertage.

Geologische / hydrogeologische Dokumentation:

- Während der Vortriebsarbeiten werden die geologisch – tektonischen Verhältnisse und die Wasserzutritte – der Vortriebsmethode zeitlich angepasst – ständig sorgfältig erfasst und dokumentiert. Dabei werde auch ein besonderes Augenmerk auf die Deponierfähigkeit des Ausbruchsmaterials gelegt.
- Bereiche, in denen nach Vorgabe der geologischen Betreuung mit geologischen bzw. hydrogeologischen Komplikationen zu rechnen sei, werden durch rechtzeitige Voruntersuchungen, gegebenenfalls durch Bohrungen aus Nischen vorerkundet.
- Sämtliche Wasserzutritte im Tunnelbereich würden vom betreuenden Geologen vor Ort hinsichtlich Lage und Schüttung dokumentiert.
- Signifikante Wasserzutritte werden nach Erfordernis auf ihre chemische Zusammensetzung untersucht. Die Zutrittsmenge werde laufend, zumindest monatlich auf ihre Veränderung gemessen. Über die Ergebnisse werden Aufzeichnungen geführt. Darüber hinaus werden die chemischen und physikalischen Parameter erfasst und mit dem hydrogeologischen Gesamtbild verglichen.
- Im Verdachtsfall werden Wasserzutritte auch geringer Schüttung qualitativ untersucht, wenn auf Grund der Beschaffenheit eine bauwerksschädigende Wirkung zu vermuten ist.
- Zur Feststellung allfälliger Auswirkungen der Tunnelbauwerke auf den Grund-/Bergwasserhaushalt werde ein qualitatives und quantitatives hydrogeologisches Beweissicherungsprogramm durchgeführt, welches umfangmäßig von den Projektanten des Fachbereiches Geologie – Hydrogeologie definiert worden sei.
- Auch werde angesichts des Umfangs und der Bedeutung des Bauvorhabens eine unabhängige begleitende Bauaufsicht aus dem Fachgebiet Geologie / Hydrogeologie bestellt.
- Bei den Vorauserkundungen werde auf eine mögliche Gasführung (Methan) in dafür potentiellen Bereichen Rücksicht genommen. Eine ständige Überwachung der möglichen Methangasführung werde während der Bauphase sowohl im unmittelbaren Ortsbrustbereich als auch – der jeweiligen Vortriebsmethode angepasst – dahinter durchgeführt.
- Bezüglich der Überwachung, Dokumentation und Maßnahmen bei einer nicht auszuschließenden Methangasführung während der Bauphase (im unmittelbaren Ortsbrustbereich) und für den Fall, dass eine solche beim Vortrieb festgestellt wurde und auch nach Fertigstellung des Bauwerkes werde auf das entsprechende Explosionsschutzdokument gemäß § 5 VEXAT verwiesen.

1.2.5.4 Bauhilfsstoffe (Tunnel / Objekte):

Seitens der Tunnelplaner wurde ausgeführt, dass im deutschsprachigen Raum das Gefährdungspotential von Stoffen in der „Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Wasserhaushaltsgesetz über die Einstufung wassergefährdender Stoffe in Wassergefährdungsklassen“ (Verwaltungsvorschrift wassergefährdende Stoffe – VwVwS vom 17. Mai 1999) geregelt sei.

Die wassergefährdenden Stoffe werden entsprechend ihrer Gefährlichkeit in eine der folgenden Wassergefährdungsklassen eingeteilt:

WGK 3: stark wassergefährdend

WGK 2: wassergefährdend

WGK 1: schwach wassergefährdend

Gemische seien aus zwei oder mehreren Stoffen bestehende Gemenge, Mischungen und Zubereitungen sowie Lösungen in Wasser.

Als nicht wassergefährdend gelten Gemische, wenn folgende Voraussetzungen erfüllt sind:

- a) Der Gehalt der Komponenten der WGK 1 ist geringer als 3% Massenanteil
- b) Der Gehalt an Komponenten der WGK 2 und 3 ist geringer als 0,2% Massenanteil
- c) Es sind keine Komponenten der WGK 3, krebserzeugende Komponenten oder Komponenten unbekannter Identität zugesetzt.
- d) dem Gemisch sind keine Dispergatoren zugesetzt.

Zur Vermeidung einer unzumutbaren qualitativen Grund-/Bergwasserbelastung durch Bauhilfsstoffe werde Nachstehendes berücksichtigt:

- Bei der Errichtung der Freilandstrecke, der Tunnel und der Objekte werden umweltverträgliche Baustoffe und Bauhilfsstoffe eingesetzt.
 - Bauhilfsstoffe der WGK 3 kommen nicht zum Einsatz.
 - Bauhilfsstoffe der WGK 2 werden dann nicht mehr eingesetzt, wenn erprobte gleichwertige Bauhilfsstoffe der WGK 1 verfügbar sind,
 - lösungsmittelhaltige Bauhilfsstoffe werden nach Verfügbarkeit durch lösungsmittelfreie Bauhilfsstoffe ersetzt
 - biologisch abbaubare Bauhilfsstoffe werden biologisch schwer oder nicht abbaubaren Bauhilfsstoffen vorgezogen.

Sämtliche Auftragnehmer werden nachweislich von dieser Vorgangsweise in Kenntnis gesetzt.

Die Sicherheitsdatenblätter werden bei der ÖBA aufbewahrt. Vor Einsatz neuer Bauhilfsstoffe ist die unabhängige Bauaufsicht hievon in Kenntnis zu setzen.

1.2.5.5 Baustelleneinrichtungsflächen

Nach Angabe der Tunnelplaner seien Baustelleneinrichtungsflächen erforderlich:

- | | |
|----------------------------------------|---------------------------|
| • BE Portal Gloggnitz: | ca. 55.150 m ² |
| • BE Portal Göstritz: | ca. 45.600 m ² |
| • BE Lüftungschacht Trattenbachgraben: | ca. 3.950 m ² |
| • BE Frörschnitzgraben: | ca. 79,800 m ² |
| • BE Grautschenhof: | ca. 48.000 m ² |
| • BE Lüftungschacht Sommerau: | ca. 6.900 m ² |
| • BE Portal Mürzzuschlag: | ca. 29.225 m ² |

Flächenbedarf und Ausstattung der jeweiligen BE-Flächen werden in Plan-Beil. 5510-EB-1001AL-00-1001 beschrieben. Auf den geologischen Untergrund wird dabei nicht direkt eingegangen. In Verbindung mit der (bau-)geologischen Karte ist zu entnehmen, dass zwar sämtliche BE-Flächen auf Lockergesteinen zu liegen kommen, eine vorherige Nutzung dieser aus Qualitäts- und/oder Grundwassergründen nicht in Betracht gezogen werden kann.

Nach Angabe der Tunnelplaner werden Teile der BE-Flächen sowie die Baustraßen zur Minimierung der Staub- und Lärmbelästigung bituminös befestigt. Die übrigen Flächen werden eingeschottert und verdichtet. Die befestigten Flächen werden nach Bedarf gereinigt. Nicht befestigte Flächen würden zur Staubniederschlagung nach Bedarf befeuchtet.

Für alle BE-Flächen sei grundsätzlich eine geordnete Entwässerung vorgesehen.

Insbesondere die Bereiche der Tankstelle, der Waschplätze und der Geräteabstellflächen werden nach Angabe der Tunnelplaner mit Betonplatten befestigt und mit Ölabscheidern versehen. Dort anfallende Wässer mit möglicher Verunreinigung durch Mineralöle und Schmierstoffe können so geordnet gefasst und den Ölabscheidern zugeführt werden. Das Betanken und Waschen von Baugeräten und Baufahrzeugen erfolge ausschließlich auf diesen Flächen.

Nach Angabe der Tunnelplaner werden nur Baugeräte eingesetzt, welche mit biologisch abbaubaren Schmiermitteln und hydraulikölen betrieben werden.

Baugeräte, Baustoffe und Baumittel werden nach Angaben der Tunnelplaner so gelagert, dass keine Abschwemmungen durch Hoch- oder Niederschlagswasser erfolgen können.

Auf der Baustelle würden ausreichende Mengen an Ölbindemitteln bereitgehalten. Beim Austritt von größeren Mengen von Mineralöl werde im Rahmen des Notfallmanagements die Feuerwehr verständigt.

Nach Beendigung der Bauarbeiten werden nach Angabe der Tunnelplaner die BE-Flächen wieder ordnungsgemäß rückgebaut.

1.2.5.6 Mögliche Gasführung des Gebirges

Nach Angabe der (baugeologischen) Projektanten seien Gasaustritte im Rahmen der Erkundungsmaßnahmen ausschließlich bei der Bohrung KB-39/08 in anisichen Dolomiten des Gebirgsbereiches 10 (Karbonatgesteinsdeckel des „Keuperzuges“) angetroffen worden. Dabei sei organoleptisch Schwefelwasserstoff (H_2S) und messtechnisch Stickstoff (N_2) festgestellt worden. Methan (CH_4) habe aber nicht nachgewiesen werden können.

Methan

Im Zusammenhang mit einer potentiellen Methangasführung seien graphitische Phyllite bis Metasiltsteine der Veitscher Decke und Tonschiefer („Rhätschiefer“) des Keuperzuges in Betracht zu ziehen. Die bei der Ablagerung dieser Gesteine vorhandenen organischen Anteile können nach Fachmeinung der (baugeologischen) Projektanten in weiterer Folge zu Methangasbildungen geführt haben. Nach aktuellem Kenntnisstand sei daher eine potentielle Gasführung (Methan) in Teilen der Gebirgsbereiche 4 und 5 (Veitscher Decke) und 10 (Keuperzug) nicht auszuschließen. Als Speichergesteine mit entsprechendem Kluftvolumen würden dabei Metasandsteine (Gebirgsbereiche 4 und 5) oder Rhätkalke (Gebirgsbereich 10) in Frage kommen.

Für den Tunnelvortrieb seien in diesen Bereichen entsprechende Maßnahmen seitens der Tunnelplanung zu berücksichtigen.

Schwefelwasserstoff

Grundsätzlich sei nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten durch das Einwirken von Kohlendioxid auf Eisensulfide unter anaeroben Bedingungen die Bildung von Schwefelwasserstoff (H_2S) möglich. Ein Potenzial für entsprechende Prozesse bestünde dabei in den kristallinen Gesteinseinheiten des Wechsel-Kristallins und des Semmering-Kristallins, in denen vielfach Pyrit-Gehalte bis wenige Prozent auftreten.

In den Grobgneisen der Bohrung KB-34/08 sei in einer Bohrteufe von rd. 72 m schwefeliger Geruch an den Bohrkernen festgestellt worden. Die Beobachtungen könnten nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten auf Schwefelwasserstoff in Verbindung mit den angeführten Prozessen zurückzuführen sein. Die Grobgneise würden hier geklüftet und mit verwitterten Trennflächen vorliegen und sich unterhalb des Grundwasserspiegels befinden. Entsprechende Hinweise auf Tunnelniveau sowie in anderen Bohrungen im Grobgneis würden nicht vorliegen. Ein Auftreten von Schwefelwasserstoff sei jedoch innerhalb der Grobgneise nicht gänzlich auszuschließen.

Entsprechende Maßnahmen wären im Zuge des Tunnelvortriebs im Grobgneis gegebenenfalls zu berücksichtigen (Gebirgsbereich 27, Zugangstollen Grautschenhof, Baulüftungsschaft Sommerau).

In den übrigen Kristallingesteinen (Glimmerschiefer-Folge, Gneis-Grüngesteins-Folge, Wechsel-Kristallin) erscheine nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten eine Gasführung insbesondere auf Grund des fehlenden Kluftvolumens als Speicher sehr unwahrscheinlich.

In den übrigen Gebirgsabschnitten würden nach Fachmeinung der (baugeologischen) Projektanten weder aus historischen Unterlagen noch aus den bisherigen Erkundungen Hinweise auf eine etwaige Gasführung des Gebirges vorliegen.

1.2.5.7 Mögliche Asbestführung

Die Bedeutung von einem eventuellen Auftreten von Asbest im Baugrund sei nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten durch das nachgewiesene gesundheitliche Gefährdungspotenzial kleinster eingeatmeter Mineralpartikel gegeben.

Die Bezeichnung „Asbest“ werde dabei für einen **feinstfaserigen Habitus** von Mineralen angewandt. Diese feinstfaserige Mineralausbildung sei ausschließlich an einige wenige Minerale der Serpentin-Gruppe (Chrysotil) und der Amphibol-Gruppe (Aktinolith, Amosit, Anthophyllit, Krokydolith und Tremolit) gebunden. Die genannten Minerale seien durch einen spezifischen Mineralchemismus definiert und können sowohl „asbestiform“ (feinstfaserig, häufig gebündelt in Klüften und Adern) als auch „nicht asbestiform“ (z.B. stengelig, diffus im Korngefüge der Gesteine mit anderen gesteinsbildenden Mineralen vergesellschaftet) auftreten.

Der makroskopische Befund aus der geologischen Geländearbeit und der Bohrkernaufnahme wie auch der mikroskopische Befund aus Dünnschliffauswertungen hätten nach Angabe der (baugeologischen) Projektanten keine Hinweise auf ein Auftreten von Asbest erbracht. Entsprechende Minerale der Serpentin-Gruppe seien aus dem Untersuchungsgebiet nicht bekannt. Unterschiedliche Minerale der Amphibol-Gruppe seien insbesondere in den Grüngesteinen der Gneis-Grüngesteins-Folge des Semmering-Kristallins ausgebildet.

Amphibolführende Gesteine

Die Gesteine der Gneis-Grüngesteins-Folge des Semmering-Kristallins würden entlang der Trassenführung einen rd. 3 km langen Gebirgsabschnitt auf (Gebirgsbereiche 23 und 24) aufweisen.

Amphibole (v.a. Hornblenden) seien hier streckenweise und in unterschiedlichen Prozentsätzen am Mineralbestand der Gesteine beteiligt. Die Amphibole seien dabei als stängelige Mineralkörner in das Korngefüge aus meist Epidot, Feldspat, Quarz, Chlorit und Glimmermineralen eingebettet.

Die wesentlichen baugeologischen Einheiten der Gneis-Grüngesteins-Folge seien die Einheiten „Grüngestein“ sowie „Gneis-Grüngestein“.

In der Einheit „Grüngestein“ trete nach Angabe der (baugeologischen) Projektanten Amphibol z.T. als gesteinsbildendes Mineral auf und sei gemeinsam mit Epidot und Chlorit („Grünminerale“) für die Namensgebung des Gesteins verantwortlich. Minerale der Amphibol-Gruppe (v.a. Hornblenden) würden dabei im Schnitt rund 20 % des Mineralbestandes ausmachen, wobei lediglich 3 von 18 Proben Amphibol-Gehalte über 25 % (Maximalwert 66 %) ausweisen. Die Grüngesteine

steinslagen können nach Angabe der (baugeologischen) Projektanten Mächtigkeiten bis in den 10er-Meter-Bereich aufweisen und eine anzunehmende Gesamterstreckung entlang der Trasse von rd. 450 bis 600 m einnehmen.

Die baugelogeische Einheit "Gneis-Grüngestein" bestehe im Wesentlichen aus Gneisen ohne Amphibol-Führung. Vereinzelt würden jedoch auch die Gneise Amphibol als Nebengemengteil enthalten (7 von 28 Proben, Maximalwert 11 %) bzw. können Grüngesteinslagen mit Mächtigkeiten im dm- bis unteren m-Bereich als Einschaltungen auftreten. Die Einheit „Gneis-Grüngestein“ werde über eine Vortriebstrecke von rd. 1950 bis 2100 m prognostiziert.

Spezifische Untersuchungen

Zur Abklärung eines eventuellen Auftretens von Asbestmineralen im Untersuchungsgebiet, sei die TECHNISCHES BÜRO BAUER GMBH, Wien und die G.U.T GRUPPE UMWELT+TECHNIK GMBH, Linz beauftragt worden (in der Folge als "abfalltechnische Projektanten" bezeichnet). Im Zuge der Bearbeitung sei eine Reihe von speziellen Untersuchungen durchgeführt worden, die röntgendiffraktometrische, mineralchemische und rasterelektronenmikroskopische Methoden umfassen (siehe Dok. Nr. 5510-EB-BM30-AL-00-0001).

Die Auswahl der untersuchten Proben sei in interdisziplinärer Zusammenarbeit zwischen (baugeologischen) Projektanten mit den o.a. Fachplanern erfolgt.

Es seien insgesamt 50 Proben aus unterschiedlichen geologischen Einheiten untersucht worden, wobei insbesondere Gesteinseinheiten betestet wurden, in denen aus mineralogischer Sicht eine Bildung von Asbestphasen möglich erscheinen.

Die ersten röntgendiffraktometrischen Analysen hätten ergeben, dass in 38 Proben keine Mineralphasen mit Potenzial zur Asbestfaserbildung vorliegen.

Die Analysen hätten jedoch gezeigt, dass die in den Gesteinen der Gneis-Grüngesteines-Folge (v.a. Grüngesteine) auftretenden Amphibole vielfach als Magnesiohornblende vorliegen, deren chemische Zusammensetzung und struktureller Aufbau Asbestvarietäten nahe stehe. Zur Abklärung, ob es sich bei diesen Mineralen um Asbest handelt, seien an 10 der als „auffällig“ erachteten Proben vertiefte Untersuchungen angestellt worden.

Für die weiterführenden Untersuchungen seien die Gesteinsproben feinst gemahlen worden. Unter dem Rasterelektronenmikroskop (REM) seien Gesteinspartikel mit als „lungengängig“ identifizierten Abmessungen ausgewählt und mittels der angeschlossenen energiedispersiven Röntgenmikroanalyse (EDX) mineralchemisch bestimmt worden.

Die Ergebnisse und deren Beurteilungen wurden vom TECHNISCHES BÜRO BAUER GMBH (Dok. Nr. 5510-EB-BM30-AL-00-0001) weiter präzisiert und können wie folgt zusammengefasst bzw. zitiert werden:

- Die vertieften Untersuchungen mittels REM hätten keinen Nachweis von faserförmigen Asbestmineralen erbracht. Die rasterelektronenmikroskopischen Aufnahmen charakteristischer Kristallbruchstücke hätten in allen Fällen stängeligen oder plättchenartigen Habitus gezeigt.
- Die kristallchemischen Analysen (EDX) hätten für neu von zehn Proben erbracht, dass keine Asbestphase vorliege. Das Analysenergebnis einer Probe (aus KB-27/08) hätte mit dem Mineral Tremolit eine Mineralvarietät erbracht, die chemisch als Amphibol-Asbest einzustufen sei. Die Kornform entspreche jedoch einem stängeligen und nicht einem faserigen Kristallhabitus.
- *„In Hinblick auf die Beurteilung der Deponierbarkeit würden erlauben die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchungen die Aussage, dass der Tunnelausbruch aus dem Grüngesteinsbereich der Amphibolite keinesfalls als Asbestabfall einzustufen ist. Auch wenn vereinzelt Mineralbruchstücke unterschiedlichen Asbestvarietäten sehr nahe stehen, handelt es sich nicht um Asbest.“*
- *„Aus den vorliegenden Ergebnissen kann und darf nicht auf die Freisetzungsrates von Mineralfasern beim Vortrieb geschlossen werden [...]. Zwar wurden Asbeste nicht nachgewiesen, jedoch bildet sich bei jeglicher Art des Auffah-*

rens eines Tunnels Gesteinsstaub. Im Tunnelabschnitt der Grüngesteine enthält Gesteinsstaub auch Mineralbruchstücke von Hornblenden mit Längserstreckung.“

1.2.5.8 Mögliche andere Belastungen

Seitens der (abfalltechnischen) Projektanten würden die meisten Gesteine der gg. Trasse nur geringe Anteile an Sulfid, vorwiegend Pyrit enthalten. Dies sei von Bedeutung, da sich bei der Verwitterung von Pyrit Säuren bilden können. Eine Prüfung der Gesteine und Eluate auf betonaggressive Eigenschaften sei aus diesem Grunde durchgeführt worden. In diesem Zusammenhang sei auch das Ausbruchsmaterial hinsichtlich seiner Deponierfähigkeit beurteilt worden.

Im Bezug auf das Verhalten der Gesteine nach Ablagerung sei auch der pH Wert geprüft worden, wobei sich auch bei den pyritführenden Gesteinen basische pH Werte ergeben hätten. Zahlreiche Gesteine würden darüberhinaus auch karbonatische Phasen (Minerale wie Kalzit oder Dolomit) enthalten. Auch Tunnelausbruchsmaterial silikatischer Gesteine weise nach Angaben der (abfalltechnischen) Projektanten (auch ohne Anteile an Injektions- oder Spritzbeton) basische pH Werte auf. Damit bestehe auch für eine langsame Lösung von Pyrit unter oxidischen Bedingungen eine Pufferkapazität in Bezug auf Versauerung. Bei der Deponierung von Gesteinen mit höheren Pyritanteilen, wie graphitischer Wechelschiefer der baugelogeischen Einheit Albitschiefer (graphitisch), könnte durch eine Wechsellagerung mit anderen Gesteinsausbruch das Langzeitverhalten auf eine Auslaugung verbessert werden.

1.2.5.9 Gebirgstemperaturen

Nach Angabe der (hydrogeologische) Projektanten seien für die Abschätzung der erwarteten Gesteinstemperaturen beim Vortrieb und damit zusammenhängend den zu erwartenden Wassertemperaturen eine erste Prognose der Gesteinstemperaturen durchzuführen gewesen. Die prognostizierten Gesteinstemperaturen hätten weiters auch Eingang im Rahmen der Berechnungen der Tunnelbelüftung gefunden.

Grundsätzlich sei eine Berechnung der zu erwartenden Gesteinstemperaturen auf Basis der Gesteinsüberlagerung entlang der Tunneltrasse in entsprechenden Gesteinsabschnitten unter Zugrundelegung der thermischen Rahmenbedingungen (Gradientenvariation) erfolgt. Anhand der in den Erkundungsbohrungen gemessenen Temperaturen seien die zugrunde gelegten geothermischen Gradienten für die einzelnen Gesteinseinheiten variiert worden, sodass eine weitgehende Übereinstimmung der berechneten Werte mit den Messwerten erzielt werde.

Neben den Detailinformationen aus den Bohrungen der verschiedenen Erkundungsphasen sei den folgenden Berechnungen der geologische Längenschnitt zugrunde gelegt bzw. für die Berechnungen herangezogen worden.

Weiters seien die Temperaturmessungen in den Bohrungen (geophysikalische Bohrlochmessungen) herangezogen worden, welche die einzigen verfügbaren Messwerte der Gesteinstemperatur bzw. Umgebungstemperatur im Untergrund und auf Tunnelniveau darstellen. Zusätzlich seien Temperaturmessungen, die im Begleitstollen (Semmering-Basistunnel alt) gemessen wurden, eingebunden worden. Alle verfügbaren Temperaturmesswerte seien in Tabelle 35 der Plan-Beil. 5510-UV-0601AL-00-0001 zusammengefasst worden.

Seitens der (hydrogeologische) Projektanten wurde darauf hingewiesen, dass die aufgelisteten Messwerte z.T. durch Abkühlungsprozesse evtl. auch Erwärmungsprozesse (Spülung, Zirkulation im Bohrloch) beeinflusst sein können und manche Messwerte daher im Detail nicht in die Interpretationen eingebunden worden seien.

Der Abschnitt von Bahn-km 115,00 bis Bahn-km 115,690 sei auf Grund des Kilometrierungssprunges nicht berücksichtigt, da sich ansonsten Darstellungsprobleme ergeben würden. Der fehlende Abschnitt von 690m im Bereich des Portals in Mürzzuschlag ist jedoch aufgrund geringer Überlagerungen und den aus dem Begleitstollen bekannten Bedingungen nur von sehr untergeordneter Bedeutung für die weiteren Temperaturberechnungen.

Bohrung	Gemessene Temperatur (Bohrungen)
Pilotstollen 230	7.8
Pilotstollen 854	7.9
Pilotstollen 972	8.1
KB-55/06	10.3
KB-35/08	10.1
KB-34/08	9.5
KB-43/08	14.2
KB-45/08	16.9
KB-32/08	11.5
KB-52/08	14.6
KB-51/08	14.6
KB-31/08	11.4
KB-27/08	14.2
KB-30/08	12.5
KB-29/08	7.5
KB-44/08	13.6
KB-26/08	14.0
KB-24/08	16.0
KB-22/08	18.5
KB-21/08	16.5
KB-20/08	16.5
KB-18/08	15.5
KB-17/08	16.3
KB-15/08	14.5
KB-14/08	12.9
KB-12/08	10.0
KB-40/08	8.4
KB-10/08	8.1
KB-11/08	11.0
KB-39/08	8.4
KB-21/07	16.5
KB-20/07	12.3
KB-19/07	10.0
KB-04/08	12.0
KB-07/08	11.7
KB-08/08	11.5
KB-36/06	12.3
KB-55/08	13.3
KB-02/08	10.6
KB-54/08	14.5
KB-01/08	10.7
KB-53/08	10.8

Wärmestrom

Nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten sei der Wärmestrom im Bereich des Semmerings im Vergleich mit anderen Gebieten in Österreich relativ gering anzunehmen

Dieser geringe Wärmestrom und die ausgeprägte Topografie im Projektgebiet würden relativ geringe zu erwartende geothermische Gradienten und damit generell relativ geringe Gebirgs- und Wassertemperaturen auf Tunnelniveau begründen.

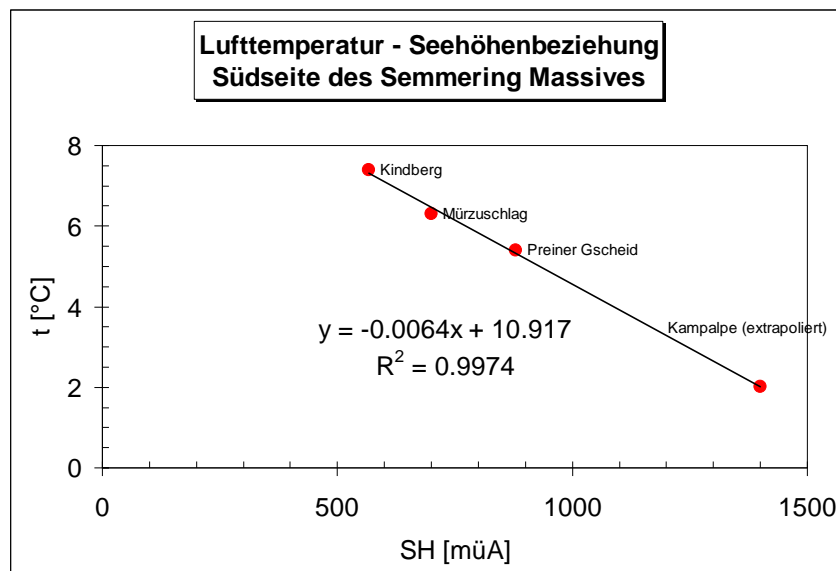
Die Gliederung der Trasse in 17 Gesteinseinheiten weiche von der verwendeten Gliederung in 33 Gebirgsbereiche ab, weil nach der hier dargestellten Berechnung der Gesteinstemperaturen eine weitere Untergliederung der Gesteinseinheiten erfolgte. Für die Temperaturprognose sei dies jedoch nicht von Bedeutung, da sich damit kein Informationsverlust und keine Änderung der thermischen Eigenschaften ergeben.

Methodischer Ansatz

Auf Basis des geologischen Modells seien nach Angabe der Projektanten 17 geologische Gesteinseinheiten festgelegt worden, welchen im Rahmen der Temperaturprognose entsprechende Wärmeleiteigenschaften zugeordnet wurden (siehe Tab 36 der Plan-Beil. 5510-UV-0601AL-00-0001)

Die Oberflächentemperaturen seien auf Basis von mehreren Messstationen der ZAMG in eine Seehöhen-Temperatur-Beziehung gebracht und als Basis für die Berechnungen der zu erwartenden Temperaturen auf Tunnelniveau herangezogen worden.

Nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten seien die Lufttemperaturen der Nordseite des Projektgebietes und der Südseite des Projektgebietes ausgewertet worden. Es habe sich gezeigt, dass nur untergeordnete Differenzen auftreten, die für die weiteren Berechnungen keine relevante Bedeutung besitzen. Für die weitere Berechnung der Lufttemperaturen sei nur mehr die Lufttemperatur-Seehöhen-Beziehung für den Südbereich des Projektgebietes herangezogen worden



Die Berechnung der Oberflächentemperaturen sei für die mittleren Seehöhen der 17 Gesteinseinheiten erfolgt.

Anhand dieser Oberflächentemperaturen und der ermittelten Gesteinsüberlagerung sei mit einer Variation der geothermischen Gradienten für die dargestellten geologischen Gesteinseinheiten in 10m-Abständen entlang der Tunneltrasse die Gesteinstemperaturen prognostiziert worden.

Durch die gesteins-einheitsweise Variation der geothermischen Gradienten seien die berechneten Tunneltemperaturen den gemessenen Temperaturen in den Erkundungsbohrungen und des Begleitstollens möglichst gut angenähert worden, sodass damit eine Temperaturprofil entlang der Tunneltrasse ermittelt und dargestellt werden konnte, welches mit den Messungen in den Bohrungen und im Bereich des Begleitstollens möglichst weitgehend übereinstimme.

Die ermittelten Temperaturgradienten und die abgeleiteten Wärmeleitfähigkeiten seien auf deren Plausibilität mit publizierten Wärmeleitfähigkeiten der auftretenden Gesteinseinheiten verglichen worden hätten realistische Wertebereiche ergeben, obwohl darauf hinzuweisen sei, dass nur sehr unscharfe Informationen zum Wärmestrom vorliegen.

Zusammenfassende Interpretation:

Nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten sei auf Basis der beschriebenen Methodik der Temperaturverlauf (in zwei Varianten des geothermischen Gradienten) berechnet worden. Die geothermischen Gradienten seien so gewählt worden, dass eine möglichst gute Übereinstimmung zwischen den gemessenen Temperaturen und den prognostizierten Temperaturen erreicht wurde. In manchen Gesteinseinheiten sei dies mit einem Gradienten möglich gewesen, in anderen Gesteinseinheiten sei mit einem maximalen und einem minimalen geothermischen Gradienten gerechnet worden. Die daraus resultierende Spreizung der Gradienten (max-min) sei in Abb. 154 der Plan-Beil. 5510-UV-0601AL-00-0001 dargestellt worden.

Die so berechneten Maximaltemperaturen seien zwischen etwa 20°C und 25°C im Bereich der höchsten Überlagerungen in den Wechselgneisen, Quarziten und Grüngesteinen (~km 85,000-95,000) zu erwarten. Aufgrund der topografischen Gegebenheiten (topografisch bedingter Auskühlungseffekt) würden diese Temperaturangaben jedoch mit großer Wahrscheinlichkeit nicht erreicht.

Die Temperaturminima seien einerseits in Zonen geringster Überlagerung und andererseits in den Karbonatgesteinsbereichen des Graßberg-Otter-Zuges zu erwarten. Im Bereich Graßberg-Otter seien die geringen geothermischen Gradienten u.a. auf eine abkühlende Wirkung der Wasserzirkulation zurückzuführen.

Abb. 154 der Plan-Beil. 5510-UV-0601AL-00-0001 zeige die Abweichung der berechneten Temperaturen von den gemessenen Temperaturen [für die beiden Varianten (rot, blau) der geothermischen Gradienten]. Die berechneten Temperaturen hätten den gemessenen Temperaturen bei vielen Bohrungen sehr gut (grüner Bereich $\pm 1^\circ\text{C}$) und bei einigen Bohrungen zufriedenstellend (gelber Bereich $\pm 2^\circ\text{C}$) angepasst werden können. Einige Messwerte in den Bohrungen (vor allem im Bereich des Wechselgneises) hätten sich nur unzureichend anpassen lassen. Eine Reduktion der dargestellten Prognoseunschärfe sei aus fachlicher Sicht derzeit nicht erforderlich, da die mit den zu erwartenden Gesteinstemperaturen zusammenhängenden Fragestellungen (Belüftung, Wassertemperaturen) mit hinreichender Genauigkeit und Sicherheit beantwortet werden können.

Die beiden zugrunde gelegten geothermischen Gradientenvarianten min/max sind in der nachfolgenden Tabelle zusammenfassend dargestellt.

Gesteinseinheit	Geothermischer Gradient (max)	Geothermischer Gradient (min)
Abschnitt 1 - Grauwackenzone (Portal-Hast Eichberg)	2.5	2.3
Abschnitt 2 - Grauwackenzone (Hast Eichberg - Auebachtal)	3.5	3.5
Abschnitt 3 - Tattermannschuppe	3	3
Abschnitt 4 - Semmeringeinheit (Semmeringkristallin, Thahof-Aue-Störung)	2.2	2.2
Abschnitt 5 - Semmeringeinheit (Zentralalpines Mesozoikum, Karbonatgesteine Grasberg, Zentralalpines Mesozoikum Schlagl-Störung/Keuper)	1.1	1
Abschnitt 6 - Semmeringeinheit (Zentralalpines Mesozoikum, Gestörte Karbonatgesteine Otter Nord)	1.1	0.9
Abschnitt 7 - Semmeringeinheit (Zentralalpines Mesozoikum, Verkarstete Karbonatgesteine Otter Süd)	1	1
Abschnitt 8 - Semmeringeinheit / Wechseleinheit (Gestörte Gesteine der Otterbasis)	1	1
Abschnitt 9 - Wechseleinheit (Wechselschiefer, Wechselgneise)	2.9	2.4
Abschnitt 10 - Semmeringkristallin (Zentralalpines Mesozoikum / Alpiner Verrucano, Semmeringquarzit, verkarstete Karbonatgesteine [Deckengrenze])	2.6	2.5
Abschnitt 11 - Semmeringkristallin (Gneis-Grüngesteinsfolge)	1.8	1.6
Abschnitt 12 - Semmeringkristallin (Glimmerschieferfolge)	2.4	2.2
Abschnitt 13 - Semmeringkristallin (Grobgneise)	3.1	2.6
Abschnitt 14 - Semmeringkristallin (Glimmerschieferfolge-gestört)	3	2
Abschnitt 15 - Zentralalpines Mesozoikum (Karbonatgesteine, Semmeringquarzit)	2.3	2.1
Abschnitt 16 - Semmeringkristallin (Glimmerschieferfolge)	2.5	2
Abschnitt 17 - Zentralalpines Mesozoikum (Karbonatgesteine, Semmeringquarzit)	2	2

1.2.5.10 Betonaggressivität von Bergwässern

Nach Angabe der (baugeologischen) Projektanten seien hinsichtlich betonangreifender Eigenschaften von Bergwässern unter den vorliegenden geologischen Verhältnissen vor allem die teilweise festgestellten Sulfatgehalte maßgeblich. Diese seien in erster Linie aus den in Teilbereichen des Projektgebietes am Gesteins- und Gebirgsaufbau beteiligten sulfathaltigen Mineralen und Gesteinen begründet. Vor allem das Vorhandensein gipsführender Gesteine (als feine Kluffüllungen, cm- bis dm-starke Lagen und bis über 10 m starke Züge) führe aufgrund der leichten Lösbarkeit von Gips im Bergwasser zu hohen Sulfatgehalten. Hinsichtlich eines Auftretens von erhöhten Sulfatgehalten in Bergwässern seien daher vorrangig die permomesozoischen Gesteine, lokal jedoch auch Kristallingesteine des Semmering-Kristallins betroffen. Folgende Bereiche seien dabei zu berücksichtigen:

- Tattermann-Schuppe, Gebirgsbereich 6 inklusive angrenzende Abschnitte des Gebirgsbereiches 5 (Grenzbereich der Veitscher Decke)
- Talhof-Aue-Störung und Semmering-Kristallinspan südlich Aue (inkl. permomesozoische Einschuppungen) des Gebirgsbereiches 7
- Semmering-Kristallin mit örtlich Einschuppungen gipsführender permomesozoischer Gesteine aus dem „Keuperzug“ entlang der „Graßbergstörung“, Gebirgsbereich 9
- „Graßberg-Schlagl-Störungssystem“ mit dem Permomesozoikum des „Keuperzuges“ und des „Alpinen Verrucano“, Gebirgsbereich 10, inklusive angrenzendem Gebirgsbereich 11 (Rauhacken und Brekzien des nördlichen Otterstockes)
- „Alpiner Verrucano“ der südlichen Otterbasis, Gebirgsbereich 13, Übergangszone zu den Wechselschiefern, Gebirgsbereich 14 und der unmittelbar anschließende Abschnitt der Wechselschiefer in Gebirgsbereich 15
- Permomesozoikum (insbesondere „Alpiner Verrucano“) im Bereich des Fröschnitzgrabens, Gebirgsbereich 22
- Gneis-Grüngesteins-Folge des Semmering-Kristallins; Westabschnitt Gebirgsbereich 23 und Gebirgsbereich 24

Aus den durchgeführten Erkundungsbohrungen in diesen Gesteinen seien nur aus dem Gebirgsbereich 6 repräsentative Bergwasserproben gewinnbar gewesen. Analyseergebnisse von Bergwasserproben aus den Bohrungen KB-06/08, KB-08/08 und KB-09/08 seien auf Betonaggressivität untersucht worden. Gemäß ÖNORM B 4710-1 (Tab. 2, S. 24) hätten sich nur beim Parameter Sulfat Überschreitungen der Grenzwerte für betonangreifende Wirkung der Klassen XA1 (200-600 mg SO₄/l) bzw. XA2 (600-3000 mg SO₄/l) ergeben. Die höchsten Werte seien im Bergwasser aus KB-06/08 mit 1840 mg/l, die niedrigsten in KB-09/08 mit 225 mg/l nachgewiesen worden. Aus den übrigen oben angeführten Gebirgsbereichen mit schwefelhaltigen Mineralien seien wegen der sehr geringen Gebirgsdurchlässigkeiten keine repräsentativen Beprobungen (keine ausreichenden Bergwasserzutritte, Beeinflussung durch Bohrspülung, geringe Bohrlochstandfestigkeit) durchgeführt worden. Der Sulfatgehalt könne für diese Bereiche daher nur als „maßgeblich vorhanden“ eingeschätzt werden. Es könne aber davon ausgegangen werden, dass vorhandene Bergwässer in diesen Abschnitten ebenfalls in die Klassen XA1 bis XA3 gemäß ÖNORM B 4710-1 eingestuft werden müssen. Vereinzelt würden auch Quellaustritte in den Gebirgsbereichen 5 (FS038, FS039), 6 (FS098, FS704, FS705), 10 (FS062, FS064) und 14 (FS123) deutlich erhöhte Sulfatgehalte aufweisen. Obwohl es sich dabei durchwegs um oberflächennahe Quelleinzugsgebiete handle, können diese Ergebnisse auch als Hinweis auf hohe Sulfatgehalte des tieferen Bergwassers gedeutet werden.

Im Bereich des Permomesozoikums nahe dem Fröschnitzgraben könne nach Angabe der (baugeologischen) Projektanten anhand der verfügbaren hydrochemischen Untersuchungen eine Betonaggressivität der Wässer nicht zwingend abgeleitet werden. Das Vorhandensein von Sulfatgesteinen lasse jedoch entsprechende Eigenschaften der Wässer nicht ausschließen.

Im Bereich der sulfatmineralführenden Anteile der Gneis-Grüngesteins-Folge hätten hydrochemische Untersuchungen keine signifikant erhöhten Sulfatgehalte ergeben. Betonaggressive Eigenschaften von lokalen Bergwasserführungen seien nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten jedoch auch hier lokal nicht auszuschließen.

1.2.5.11 Injizierbarkeit des Gebirges

Injektionsmaßnahmen seien nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten im Rahmen des Projektes vor allem zur Reduktion von Bergwasserzutritten in stark wasserführenden Gesteinen sowie lokal für Maßnahmen zur Untergrundverbesserung von Bedeutung.

Die Injizierbarkeit der entlang der Tunneltrasse auftretenden Gesteine sei im Rahmen der vorliegenden Bearbeitung lediglich grob nach baugeologischen Kriterien und ohne Berücksichtigung unterschiedlicher Eigenschaften möglicher Injektionsmaterialien und Injektionsverfahren beurteilt worden

Grundlage dafür würden für Festgesteine, die im Rahmen der Untersuchungen und Auswertungen festgestellten Trennflächen, deren Häufigkeit, Persistenz, Beschaffenheit, Öffnungsweiten, Bestege bzw. Füllungen und vorhandene Verkarstungserscheinungen und der daraus resultierenden Durchlässigkeiten und nutzbaren Kluftvolumina bilden. Zur Beurteilung der Gebirgsdurchlässigkeit seien die Ergebnisse von hydraulischen Bohrlochversuchen herangezogen worden.

Diese je Gebirgsart durchgeführte Grobbeurteilung sei jeweils in den beiliegenden Gebirgsartenblättern (Dokument Nr. 5510-EB-5000AL-00-0002) enthalten.

Grundsätzlich seien ausgeprägt feinkörnige, phyllitische Gesteine der „Silbersberg-Gruppe“ (Grauwackenzone), der Serizitphyllite des „Alpinen Verrucano“ und des „Keuperzuges“ bzw. der „Rhätschiefer“ (Permomesozoikum) der Gebirgsarten GA 2a, GA 3a, GA 5a, und GA 5d wegen der fehlenden Kluftvolumina und der sehr geringen Durchlässigkeiten entlang der Trennflächen (meist durch feinkörnige Bestege „abgedichtet“) als „nicht injizierbar“ einzustufen. In diese Kategorie würden auch die im Zusammenhang mit den oben genannten Phylliten vergesellschafteten Sulfatgesteine (GA 5f) fallen, die praktisch keinerlei für eine Injektionsgutaufnahme nutzbaren Trennflächen aufweisen. Dies gelte auch für Störungsgesteine aus Phylliten bzw. Störungsgesteine mit maßgeblichem Feinanteil (GA 8c, GA 8d und GA 8f), die als weitgehend „dicht“ einzustufen seien.

Eine sehr geringe bis in Teilbereichen nicht gegebene Injizierbarkeit sei generell für Schiefer des Permomesozoikums bzw. der Grauwackenzone der Gebirgsarten GA 2b, GA 5e, GA 5g anzuschätzen. Diese Gesteine würden ebenfalls kein bzw. ein nur lokal und in sehr geringem Umfang nutzbares Kluftvolumen aufweisen. Die Durchlässigkeit entlang der Trennflächen sei meist durch feinkörnige Trennflächenbestege stark herabgesetzt. Ähnliches gelte auch für die permomesozoischen Quarzite (Gebirgsarten GA 5b und GA 5c), die Gesteine der Wechselschiefer (Gebirgsarten GA 6a, GA 6b und GA 6c), für den Wechselgneis (Gebirgsarten GA 6d, GA 6e, und GA 6f) und für die Glimmerschiefer bis Phyllite des Semmering-Kristallins (GA 7d, GA 7e und GA 7f). Störungsgesteine aus Karbonatgesteinen, Quarziten und Grobgneis (GA 8a, GA 8b und GA 8e) würden nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten ebenfalls als sehr gering injizierbar eingeschätzt. Diese würden in der Regel aufgrund von Feinanteilen bzw. einer sehr dichten Lagerung und starken Verzahnung der Gesteinspartikel ebenfalls nur sehr geringe Durchlässigkeiten aufweisen.

Als in geringem Ausmaß injizierbar, weil nutzbare Kluftwegigkeiten teilweise mangels feinkörniger Trennflächenfüllungen oder –Bestege vorhanden seien, würden Metasandsteine und Metakonglomerate der Grauwackenzone (Gebirgsart GA3b), Dolomite bzw. zerlegte Karbonatgesteine der Gebirgsarten GA 4d und GA 4e und die Gesteine der Gneis-Grüngesteins-Folge im Semmering-Kristallin (Gebirgsart GA 7a, GA 7b und GA 7c) gelten.

Als „eingeschränkt injizierbar“ seien nach Angabe der (baugeologischen) Projektanten Kalksteine und Kalkmarmor der Gebirgsarten GA 4a, GA 4b und GA4c sowie die „aufgelockerten“ Karbonatgesteine der GA 4h einzuschätzen. Hier sei in Teilbereichen aufgrund von Verkarstungserscheinungen eine hohe Durchlässigkeit entlang der Trennflächen gegeben. Die Injizierbarkeit beschränke sich allerdings auf das vernetzte Kluftsystem und sei stark von den Öffnungsweiten der Trennflächen abhängig. Bis in den cm-Bereich erweiterte Karstklüfte würden in diesen Gesteinen eine teilweise hohe Injektionsgutaufnahme bedingen. Die Erreichbarkeit gering durchlässiger bzw. die Injizierbarkeit des gesamten relevanten Kluftvolumens sei damit jedoch nicht gewährleistet.

Eine vergleichbar hohe Injektionsgutaufnahme sei nach Angaben der (baugeologischen) Projektanten für Rauhacken und Brekzien (GA 4f und GA 4g) in der ungesättigten Zone (oberhalb des Bergwasserspiegels) aufgrund von oft vorhandener, karstbedingt erweiterter Spalten und unregelmäßiger, zusammenhängender Lösungshohlräume gegeben. In tieferen Niveaus (dies gelte vorrangig für die Brekzien auf Höhe des Tunnels) sei bei geringer Vernetzung der oft nur lokal vorhandenen Lösungshohlräume bzw. wegen fehlender Karstwegigkeiten die Durchlässigkeit in diesen Gesteinen stark herabgesetzt. Grobgnese des Semmering-Kristallins (GA 7g, GA 7h) würden entlang des Trennflächensystems teilweise ein zusammenhängendes und nutzbares Kluftvolumen aufweisen und würden daher ebenfalls als „eingeschränkt injizierbar“ eingestuft.

Lockergesteine der Gebirgsarten GA 1a und GA 1b würden bezüglich ihrer Injizierbarkeit eine größere Bandbreite aufweisen. Diese sei vom vorhandenen Feinanteil und dem nutzbaren Porenraum abhängig. Sehr feinanteilarme Lockergesteine aus Karbonatgesteinen und Quarzit seien als gut injizierbar anzusehen. Phyllitischer Hangschutt mit weitgehender Komponentenentfestigung bzw. sehr feinanteilreiche Alluvionen seien dagegen als sehr gering injizierbar bis kaum injizierbar einzustufen.

1.2.6 ERMITTLUNG DES HYDROGEOLOGISCHEN RESTRISIKOS BEI AUSSERBETRIEBLICHEN EREIGNISSEN IM BEREICH DER FREILANDSTRECKEN

Zur objektiven Ermittlung des Restrisikos auf das Grundwasser im Bereich von Freilandstrecken wurde von ILF eine "Risikoanalyse außerbetriebliche Ereignisse" ausgearbeitet. Die zu Grunde liegende Arbeitsmethode wurde bereits bei anderen vergleichbaren Verfahren erfolgreich angewendet.

Einstufung	Kurzbez.	Einstufungskriterien
Hoch	H	Jedenfalls bei Querung oder Berührung eines Wasserschutzgebietes Jedenfalls bei großer Erstreckung und überregionaler Bedeutung des Grundwasserkörpers Grundwasserkörper mit hohen Durchsatzmengen und keinen bzw. geringen natürlichen Grundwasserstandschwankungen im Dezimeterbereich (mittlere Jahreswerte) Gute Nutzbarkeit (Flurabstände <1 ca. 10,0 m bis ca. 15,0 m)
Hoch bis Mittel	HM	Jedenfalls bei Querung oder Berührung eines Schongebietes bzw. Grundwasserhoffungsgebietes Jedenfalls bei mittlerer bis großer Erstreckung und/oder überregionaler Bedeutung Grundwasserkörper mit hohen Durchsatzmengen und geringen bis mittleren Grundwasserstandschwankungen in der Größenordnung von ca. 1,0 m (mittlere Jahreswerte) Gute Nutzbarkeit (Flurabstände < ca. 10,0 m bis ca. 15,0 m)
Mittel	M	keine Querung oder Berührung eines Gebietes mit rechtlichem Schutzstatus Jedenfalls bei mittlerer Erstreckung und untergeordneter überregionaler Bedeutung bzw. kleinräumiger Erstreckung und hoher lokaler Bedeutung

Grundwasserkörper mit mittleren Durchsatzmengen und mittleren Grundwasserstandsschwankungen zwischen ca. 1,0 m bis ca. 2,0 m (mittlere Jahreswerte)

mit technisch nicht allzu hohem Aufwand verbundene Nutzbarkeit (Flurabstände maximal in der Größenordnung von ca. 20 m bis ca. 25 m)

**Mittel bis
niedrig** **MN**

keine Querung oder Berührung eines Gebietes mit rechtlichem Schutzstatus

jedenfalls bei mittlerer Erstreckung ohne überregionaler Bedeutung bzw. kleinräumiger Erstreckung und untergeordneter lokaler Bedeutung

Grundwasserkörper mit eher geringen Durchsatzmengen und mittleren bis hohen Grundwasserschwankungen zwischen ca. 2,0 m bis ca. 3,0 m (mittlere Jahreswerte)

Technisch mit hohem Aufwand verbundene Nutzbarkeit (Flurabstände >25m)

Niedrig **N**

keine Querung oder Berührung eines Gebietes mit rechtlichem Schutzstatus

Jedenfalls bei kleinräumiger Erstreckung mit geringer bis keiner lokalen Bedeutung

Grundwasserkörper mit sehr geringen Durchsatzmengen und hohen Grundwasserschwankungen größer 3,0 m (mittlere Jahreswerte)

Technisch mit sehr hohem Aufwand verbundene Nutzbarkeit (Flurabstände >50 m)

*Die Einstufung hinsichtlich der **Nutzungssituation** sei in die drei nachstehenden Kategorien gegliedert worden:*

EW Siedlungsgebiet mit Einzelwasserversorgungen ohne Anschluss an zentrale Wasserversorgung bzw. Trinkwassernutzungen für größere Einheiten

K Siedlungsgebiet mit Einzelwasserversorgungen und Anschlussmöglichkeit an zentrale Wasserversorgung

NW Siedlungsgebiete mit Anschluss an zentrale Wasserversorgung, reine Nutzwasserbrunnen oder keine Nutzungen vorhanden

Außerdem seien zwei weitere Kategorien zur Differenzierung bezüglich der Ausbreitungsgeschwindigkeit und der Nahe-lage von Nutzungen definiert worden:

S Nutzungen können durch Nahelage und/oder durch rasche Ausbreitung schnell von Schadstoffen erreicht werden

L Nutzungen können durch weite Entfernung und/oder durch langsame Ausbreitung Nur langsam von Schadstoffen erreicht werden

Die **vertikale Ausbreitung** sei durch Einstufung in drei Kategorien unter Heranziehung der Deckschichtsituation klassifiziert worden:

- A** homogene, sehr gering durchlässige ($k \leq 10^{-7}$ m/s),
mächtige Deckschichte (>3 m)
- B** weitgehend homogene, gering durchlässige ($k = 10^{-6}$ m/s bis $k = 10^{-7}$ m/s),
mittelmächtige Deckschichte (ca. 2 m bis ca. 3 m).
- C** inhomogene, relativ durchlässige ($k \geq 10^{-6}$ m/s)
Gering mächtige Deckschichte (<2 m)

Zur Differenzierung des **Flurabstandes** seien drei Kategorien definiert worden:

- g** geringer Flurabstand (bis ca. 5 m)
- m** mittlerer Flurabstand (ca. 5 m bis ca. 10 m)
- h** hoher Flurabstand (> ca. 10 m)

Zur Differenzierung der **Freisetzungshäufigkeit** seien 4 Kategorien definiert worden:

- Erhöht (H)** in Weichenbereichen auf freien Streckenabschnitten (bei hoher Güterzugfrequenz)
In Weichenbereichen auf Durchfahrtsgleisen im Bhf (bei hoher Güterzugfrequenz)
Bei Verladegleisen, an denen wassergefährdende Stoffe verladen werden
- Normal (N)** auf Streckenabschnitten ohne Weichen (oder sonstige risikoerhöhende Einflussfaktoren) auf freier Strecke (bei hoher Güterzugfrequenz)
Auf Streckenabschnitten ohne Weichen (oder sonstige risikoerhöhende Einflussfaktoren) auf Durchfahrtsgleisen im Bahnhofsbereich (bei hoher Güterzugfrequenz)
In Weichenbereichen auf freien Streckenabschnitten sowie auf Durchfahrtsgleisen im Bahnhofsbereich (bei niedriger Güterzugfrequenz)
- Gering (G)** auf Streckenabschnitten ohne Weichen (oder sonstige risikoerhöhende Einflussfaktoren) auf freier Strecke (bei niedriger Güterzugfrequenz)
Auf Streckenabschnitten ohne Weichen (oder sonstige risikoerhöhende Einflussfaktoren) auf Durchfahrtsgleisen im Bahnhofsbereich (bei niedriger Güterzugfrequenz)
Abstellgleise für Güterzüge bzw. mit niedriger Geschwindigkeit befahrene Güterzuggleise im Bahnhofsbereich (überwiegend Verschubbetrieb)
- nicht vorhanden (NV)** nur von Reisezügen befahrene Streckengleise bzw. Durchfahrtsgleise in Bahnhöfen
Abstellgleise nur für Reisezüge

Klassifikation (Gefährdungsklassen)

0	Keine Gefährdung
1	Vernachlässigbar gering bis niedrige Gefährdung
2	Niedrige bis mittlere Gefährdung
3	Mittlere Gefährdung
4	Mittlere bis hohe Gefährdung
5	Hohe bis sehr hohe Gefährdung

In einem ersten Arbeitsschritt werde durch Verknüpfung der Hauptindikatoren „Bedeutung des Grundwasserkörpers“, „Nutzungssituation“ und „horizontale Ausbreitung“ eine erste Grobabschätzung der Gefährdungsklasse des jeweiligen Abschnittes vorgenommen.

Verknüpfungsmatrix einzelner Hauptindikatoren für die Einstufung in Gefährdungsklassen – Porengrundwasserkörper

	H	HM	M	MN	N
Ews	5	5	4	3	3
Ks	5	4	3	3	3
Ewl	4	3	3	3	2
Kl	3	3	3	2	1
NWs	3	3	2	2	1
NWI	3	3	2	1	1

In einem zweiten Arbeitsschritt erfolge unter Berücksichtigung des Hauptindikators „Freisetzungshäufigkeit“ eine Erhöhung oder Abminderung der "Gefährdungsklasse". In Abschnitten mit erhöhter Freisetzungshäufigkeit werde dabei die im 1. Arbeitsschritt aus der Verknüpfungsmatrix ermittelte Klasse – ausgenommen der höchsten Klasse – um eine Stufe erhöht. Liege jedoch nur eine normale Freisetzungshäufigkeit vor, ändere sich nichts an der bereits abgeschätzten Gefährdungsklasse.

Einstufung**Ausmaß der Erhöhung bzw. Abminderung****Freisetzungshäufigkeit***H (erhöht)*

letztermittelte Gefährdungsklasse >5:

Erhöhung um eine Gefährdungsstufe

N (Normal)

letztermittelte Gefährdungsklasse bleibt bestehen

G (gering)

letztermittelte Klasse > 1:

Reduktion um eine Gefährdungsklassenstufe

NV (nicht vorhanden)

automatische Einstufung in die Gefährdungsklasse 0

In einem abschließenden dritten Arbeitsschritt seien unter Zuhilfenahme des Hauptindikators „vertikale Ausbreitung“ natürliche Abdichtungs- bzw. Verzögerungsmechanismen berücksichtigt worden. Liegen solche mehr oder weniger wirksamen, natürlichen Mechanismen im jeweiligen Betrachtungsabschnitt vor, könne je nach Wirksamkeit eine Abminderung des im zweiten Arbeitsschritt ermittelten Gefährdungspotentials bzw. der Gefährdungsklasse erfolgen.

„Abminderung der Gefährdungsklasse“:

Einstufung

Vertikale Ausbreitung	Ausmaß der Abminderung:
Ah	letztermittelte Klasse >1 : Reduktion auf Klasse 1
Am	letztermittelte Klasse >1 : Reduktion auf Klasse 2
Ag	letztermittelte Klasse >2 : Reduktion auf Klasse 2
Bh	letztermittelte Klasse >2 : Reduktion auf Klasse 2
Bm	letztermittelte Klasse >2 : Reduktion auf Klasse 2
Ch	letztermittelte Klasse >3 : Reduktion auf Klasse 3
Bg	letztermittelte Klasse >3 : Reduktion auf Klasse 3
Cm	letztermittelte Klasse >4 : Reduktion auf Klasse 4
Cg	keine Reduktion

Streckenabschnitte mit dichten Kunstbauwerken erhalten automatisch die Klassifizierung 0

Von den Projektanten wird richtigerweise darauf hingewiesen, dass diese Klassifikationskriterien sowie der Bewertungsvorgang nur als Hilfestellung für eine Entscheidungsgrundlage und nicht als strenge Richtlinie angesehen werden darf.

Auf Basis dieses objektiven Bewertungsschemas sei eine Klassifizierung der einzelnen Streckenabschnitte des Vorhabensbereiches erstellt worden. Die einzelnen Streckenbereiche seien unter Berücksichtigung hydrogeologisch homogener Bereiche und der Trassenlage (Dammstrecke, Tunnel, Einschnitt) abgegrenzt worden. Dabei seien die nachstehend angeführten Ergebnisse erzielt worden:

Bei den Streckenabschnitten mit Zuordnung zur **Gefährdungsklasse 0** handle es sich um Streckenabschnitte mit Kunstbauwerken (Tunnel- oder Wannenbauwerke). Auf Grund der Bauweise bestehe kein grund-/bergwassergefährdendes Freisetzungspotential. Daraus resultiere die Einstufung in die niedrigste Gefährdungsklasse dieser Abschnitte (Gesamtlänge ca. 27,65 km). Ein weiterer kurzer Streckenabschnitt mit Gefährdungsklasse 0 sei das Anschlussgleis zum Unterwerk Langenwang (km 124,78 bis km 125,09; Gesamtlänge = ca. 0,31 km). Dieses Anschlussgleis diene lediglich für eine alle fünf Jahre stattfindende Transformatorenwartung und werde nur von einem Zug mit einem Transformator befahren. Es sei nicht vorgesehen, dass Güterzüge oder Reisezüge dieses Gleis befahren.

Die Streckenabschnitte mit einer Zuordnung zu den **Gefährdungsklassen 1 und 2** würden in Bereichen mit geringer hydrogeologischer Sensibilität (geringere Grundwassermächtigkeiten, maximal lokale Bedeutung, untergeordnete Nutzungssituation - keine zentralen Trinkwasserfassungen im näheren und weiteren Umfeld, lediglich einige Brunnen einer Kleingartensiedlung mit Anschlussmöglichkeit an die öffentliche Versorgung) zu liegen kommen. Diesen Streckenabschnitten sei weiters lediglich eine normale Freisetzungshäufigkeit bzw. nur lokal erhöhte Freisetzungshäufigkeit zugewiesen worden. Alle Abschnitte mit dieser Gefährdungszuordnung würden nach Angabe der Projektanten eine Gesamtlänge von ca. 3,07 km aufweisen.

In Streckenabschnitten mit Zuordnung zu den **Gefährdungsklassen 3** sei eine erhöhte Freisetzungshäufigkeit zu Grunde gelegt worden. Dabei handle es sich um einen Abschnitt mit lediglich niedriger bis mittlerer hydrogeologischer Situation und untergeordneter Nutzungssituation (keine zentrale Wasserversorgung und nur einige Nutzwasserbrunnen im näheren oder weiteren Umfeld, lediglich einige Brunnen einer Kleingartensiedlung mit Anschlussmöglichkeit an die öffentliche Versorgung). Somit sei eine Strecke mit einer Gesamtlänge von 0,45 km dieser Gefährdungsklasse zugeordnet worden.

Der **Gefährdungsklasse 4 und 5** seien keine Streckenabschnitte zugeordnet worden.

Maßnahmenplanung:

Nach Angabe der Planer seien Maßnahmen zur Vorsorge bzw. Bekämpfung bei außerbetrieblichen Ereignissen in drei Gruppen gliederbar:

Betriebliche Maßnahmen: Dabei handle es sich in der Regel um Maßnahmen, welche die Freisetzung von Gefahrgütern verhindern (z.B. eine modernen Standards entsprechende signaltechnische Streckenausrüstung, die Anordnung von Heißläufer- und Festbremsortungsanlagen, Weichen mit beweglichem Herzstück etc.).

Bauliche Maßnahmen: Dabei handle es sich in der Regel um Maßnahmen, die die Schadenswirkung eingrenzen bzw. rückhalten und das Schadensausmaß verringern sollen. Dabei werde in Retardierungsmaßnahmen, zusätzliche Abdichtungsmaßnahmen und Rückhaltemaßnahmen, die zumeist in unmittelbaren Zusammenhang mit Entwässerungsmaßnahmen stehen, unterschieden.

Organisatorische Maßnahmen: Dabei handle es sich nach Angabe der Planer in der Regel um Notfall-, Sicherungs- und Sanierungsmaßnahmen, welche im konkreten Schadensfall die Schadenswirkungen im Zusammenwirken mit den baulichen Maßnahmen eingrenzen und das Schadensausmaß verringern bzw. kompensieren soll.

Auf Basis der letztermittelten Gefährdungsklasse wurde von den Planern die jeweils erforderlichen Schutzmaßnahmentypen festgelegt:

Gefährdungsklasse	erforderliche Schutzmaßnahmentypen:
0	keine
1	keine baulichen Maßnahmen erforderlich Bei außerbetrieblichen Ereignissen: organisatorische Maßnahmen geringeren Umfanges notwendig (hauptsächlich Notfallmaßnahmen)
2	keine baulichen Maßnahmen erforderlich Bei außerbetrieblichen Ereignissen organisatorische Maßnahmen erforderlich; (Notfall- bzw. Sanierungsmaßnahmen geringeren Umfanges)
3	bauliche Maßnahmen (grundwasserschutzwirksame Entwässerungsmaßnahmen bzw. bei etwas höherer Sensibilität bereichsweise Abdichtungsmaßnahmen) sind nur im Falle der Querung von Gebieten mit Schutzstatus (Schutz-, Schon- oder Hoffungsgebiete) erforderlich. In Bereichen ohne Berührung bzw. Querung bzw. Querung von Gebieten mit Schutzstatus können je nach Sensibilität der Situation Retardierungsmaßnahmen vorgesehen werden. Bei außerbetrieblichen Ereignissen organisatorische Maßnahmen erforderlich (Notfall- Sicherungs- bzw. Sanierungsmaßnahmen)
4	bauliche Maßnahmen durchgehend erforderlich (grundwasserschutzwirksame Entwässerungsmaßnahmen bzw. eventuell Abdichtungsmaßnahmen) Bei außerbetrieblichen Ereignissen umfangreiche organisatorische Maßnahmen notwendig (Notfall- bzw. Sanierungsmaßnahmen)
5	jedenfalls umfangreiche bauliche Maßnahmen in Form von Abdichtungen erforderlich. Bei außerbetrieblichen Ereignissen umfangreiche organisatorische Maßnahmen notwendig (Notfall- bzw. Sanierungsmaßnahmen)

Von den Projektanten wurden entsprechende Regelquerschnitte ausgearbeitet (Profiltyp A - D). Detailliertere Angaben sind im Technischen Bericht - Entwässerungen (Plan-Nr. 5510-EB-0801AL-00-0001) ersichtlich.

- a) Entwässerung in Drainagen im Bahnhofsbereich (Profiltyp A)
- b) Entwässerung in Bahngräben bzw. Drainagen (Profiltyp B)
- c) Entwässerung in Bahngräben (Profiltyp C)
- d) Entwässerung in Halbschalen (Profiltyp D)
- e) --
- f) dichte Rückhaltekommer
- g) Versickerungsbecken mit vorgeschaltetem dichten Rückhaltebecken
- h) Entwässerungssystem des Tunnelverkehrsraumes
- i) Entwässerungssystem

Retardierungsmaßnahmen:

- a) Entwässerung über die Dammschulter mit retardierender Humusschicht (Profiltyp E)

Seitens der Projektanten wurden auf Grund der vorhin beschriebenen Eingangsparameter die nachstehend angeführten Profilquerschnitte definiert:

Streckenabschnitt Gloggnitz **Profilquerschnitt:**

- Bahn-km 75,56 – Bahn-km 76,25: A
- Bahn-km 76,25 – Bahn-km 76,49: C
- Bahn-km 76,55 – Bahn-km 76,65: B

Bergstrecke (Bestand)

- Bahn-km 76,17 – Bahn-km 78,78: A

Streckenabschnitt Mürzzuschlag **Profilquerschnitt:**

- Bahn-km 115,73 – Bahn-km 116,25: W
- Bahn-km 116,25 – Bahn-km 117,02: A
- Bahn-km 117,02 – Bahn-km 117,76: E
- Bahn-km 117,76 – Bahn-km 117,82: E
- Bahn-km 117,82 – Bahn-km 118,12: D

Streckenabschnitt Mürzzuschlag **Profilquerschnitt:**

(Bestandsstrecke)

- Bahn-km 115,42 – Bahn-km 115,80: C

Unterwerk Langenwang (Anschlussgleis)

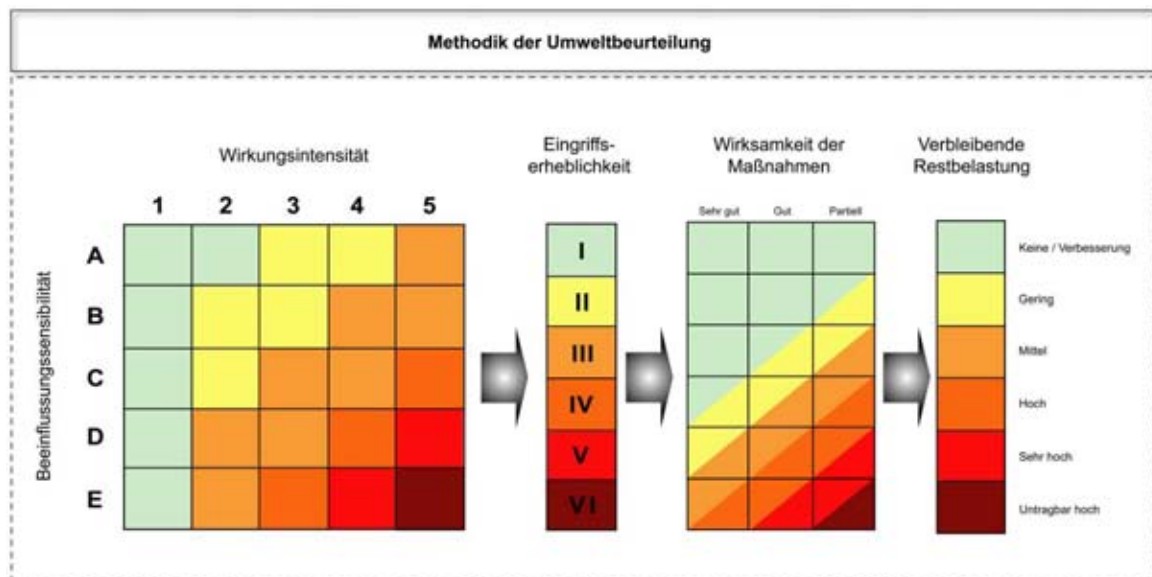
- Bahn-km 124,78 – Bahn-km 125,09: --

1.2.7 ERMITTLUNG DER RESTBELASTUNG DES BERGWASSERHAUSHALTES

Um die Nachvollziehbarkeit und die Vergleichbarkeit zu gewährleisten, sei nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten für alle Themenbereiche der UVE ein einheitlicher Bearbeitungszugang gewählt worden. Die Grundstruktur der Beurteilungsmethode folge den Prinzipien der ökologischen Risikoanalyse und sei für das gegenständliche Vorhaben in Anlehnung an die RVS Umweltuntersuchungen (RVS 04.01.11) adaptiert worden:

- Darstellung der **Ist-Zustands** und Ermittlung der **Beeinflussungssensibilität**: Themenbereichsspezifische Bestandserfassung und -analyse anhand von Kriterien sowie Bewertung des Bestandes
- Ermittlung der **Wirkungsintensität**
Analyse der Wirkung des geplanten Vorhabens im Hinblick auf Art (Wirkfaktoren) und Stärke der Einwirkungen auf Kriterienebene
- Ermittlung der Erheblichkeit der Auswirkungen (**Eingriffserheblichkeit**): Verknüpfung von Beeinflussungssensibilität (Bestandsbewertung) und Wirkungsintensität (Stärke der Einwirkungen) auf Kriterienebene)
- Entwicklung von **Maßnahmen** für die jeweilige Planungsstufe
- **Optimierung** des geplanten Vorhabens oder
- **Beurteilung der Wirksamkeit** von Maßnahmen bezogen auf die festgelegten Kriterien
- Ermittlung der verbleibenden Auswirkungen (**Restbelastung**) auf Basis der Verknüpfung von Erheblichkeit und Wirksamkeit der Maßnahmen für die Kriterien

Die Beurteilungsmethode sei nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten dem Schema folgender 5-säuliger Matrix gefolgt:



Verknüpfungsmatrix zur Ermittlung von Eingriffserheblichkeit und Restbelastung

1. Schritt: Beurteilung der Beeinflussungssensibilität im Ist-Zustand

Als erster Schritt erfolgt eine Beschreibung und Beurteilung des Ist-Zustandes im Untersuchungsraum. Dabei wird die Beeinflussungssensibilität in fünf Stufen beurteilt:

- A: keine bis sehr geringe Sensibilität 1
- B: geringe Sensibilität 2
- C: mittlere Sensibilität 3
- D: hohe Sensibilität 4
- E: sehr hohe Sensibilität 5

Grundsätzlich gelte: Je höher die Schutzwürdigkeit bzw. Sensibilität eines Schutzgutes nach UVP-Gesetz bzw. der dazugehörigen Nutzungen sei und je empfindlicher das Schutzgut auf mögliche Projektwirkungen reagiere, desto höher werde es eingestuft.

Die Einschätzung der Sensibilität kann wie folgt verbal beschrieben werden:

Als Beurteilungskriterien seien die (1) Bergwassermenge, (2) die Anzahl bestehender Quellen, (3) die Bedeutung des Porengrundwasserkörpers sowie (4) die Bedeutung der kommunalen Trinkwasserversorgungsanlagen und (5) Art und Ausmaß möglicher Grundwasserabsenkungen in Betracht gezogen worden.

Ad (1): Bergwassermenge:

- 1 0 – 5 l/s
- 2 > 5 – 10 l/s
- 3 > 10 – 50 l/s
- 4 > 50 – 200 l/s
- 5 > 200 l/s

Ad (2): Anzahl bestehender Quellen:

- 1 wenige Quellen mit geringer Gesamtschüttung
- 2 zahlreiche Quellen mit geringer Gesamtschüttung
- 3 wenige Quellen mit hoher Gesamtschüttung
- 4 viele Quellen mit hoher Gesamtschüttung
- 5 viele Quellen mit sehr hoher Gesamtschüttung

Ad (3): Bedeutung des Porengrundwasserkörpers:

- 1 kein Porengrundwasserkörper vorhanden
- 2 kein bedeutender Porengrundwasserkörper vorhanden
- 3 Porengrundwasserkörper mit Einzelversorgungen vorhanden
- 4 Porengrundwasserkörper mit wasserwirtschaftlicher Bedeutung
- 5 Porengrundwasserkörper mit hoher wasserwirtschaftlicher Bedeutung

Ad (4): Anzahl kommunaler Trinkwasserversorgungsanlagen:

- 1 keine
- 3 einige
- 5 viele

Ad (5): Art und Ausmaß möglicher Grundwasserabsenkungen:

- 1 unbedeutende Absenkungen im unmittelbaren Tunnelbereich
- 3 lokal begrenzte Absenkungen
- 5 weitreichende Absenkungen

Verknüpfung von (1) – (5):

Aus den numerischen Angaben der einzelnen Einschätzungen wird das arithmetische Mittel errechnet und der Quotient auf- oder abgerundet:

Beispiel: Trattenbach:

Bergwassermenge l/s:	> 10 - 50 l/s	3
Anzahl bestehender Quellen:	zahlreiche Quellen mit geringer Gesamtschüttung	2
Menge Porengrundwasser:	kein bedeutender Porenaquifer vorhanden	2
Anzahl kommunaler TWVA:	einige	3
Grundwasserabsenkungen:	unbedeutende Absenkungen im unmittelbaren Tunnelbereich	1
		11

$11/5 = 2,2$; abgerundet = 2 = geringe Beeinflussungssensibilität

2. Schritt: Beurteilung der Wirkungsintensität des Vorhabens

Im zweiten Schritt werden die Wirkungen des Vorhabens auf sein Umfeld erfasst und dargestellt. Dabei seien als Eingangsgroßen die (1) Durchlässigkeit der Festgesteinsüberlagerung und (2) die Anzahl der prognostizierten Auswirkungen eingeschätzt und arithmetisch gemittelt worden:

Ad (1): Durchlässigkeit der Festgesteinsüberlagerung:

- 1 geringst wasserdurchlässig bis annähernd dicht
- 2 generell schlecht durchlässig
- 3 generell schlecht durchlässig mit lokal begrenzten guten Durchlässigkeiten
- 4 generell gut durchlässig
- 5 hoch durchlässig

Ad (2): Ausmaß der prognostizierten Auswirkungen:

- 1 keine
- 2 wenige
- 3 einige
- 4 viele
- 5 sehr viele

Darauf aufbauend erfolge eine Prognose der Wirkungsintensität des Vorhabens in fünf Stufen:

- 1: keine Wirkung / Verbesserung
- 2: geringe Wirkung
- 3: mittlere Wirkung
- 4: hohe Wirkung
- 5: sehr hohe Wirkung

Das Vorhaben umfasse das vorliegende technische Projekt. Es enthalte noch nicht die Maßnahmen, mit denen wesentliche nachteilige Auswirkungen des Vorhabens vermieden, eingeschränkt oder, soweit möglich, ausgeglichen werden sollen.

Teilraum Trattenbach:

Durchlässigkeit Festgesteinsüberlagerung:	generell schlecht durchlässig	2
Anzahl prognostizierter Auswirkungen:	keine	<u>1</u>
$3/2 = 1,5$ (aufgerundet 2) =		3

Wirkungsintensität: geringe Wirkungsintensität

Verbal könne die Wirkungsintensität wie folgt beschrieben werden:**(quantitativ):**

- 1 Keine Wirkung / Verbesserung: Alle Baumaßnahmen erfolgen über dem Grund-/ Bergwasserspiegel (sowohl Tunnel als auch Freilandstrecke) und Baumaßnahmen obertage.
- 2 Geringe Wirkung: Der Tunnel verläuft in Gebirgsabschnitten, in welchen nur eine geringe Grund-/Bergwasserführung zu erwarten ist. Die unterirdische Entwässerung erfolgt oberflächennah (z.B. kristalline Gesteine und Grauwackenzone); Keine Auswirkungen an der Geländeoberfläche zu erwarten.

Die Arbeiten bei Freilandstrecken und die Baumaßnahmen obertage (z.B. Objekte, Ersatzwasserversorgungen udgl.) erfolgen mit Ausnahme von Fundamenten, die geringfügig in das Grundwasser hineinragen können, über dem Grundwasserspiegel; Dabei können sich lokale Strömungsänderungen mit lediglich geringen Auswirkungen einstellen, zumal hydraulische Verbindungen vorhanden sind.
- 3 Mittlere Wirkung: Der Tunnel verläuft in Gebirgsabschnitten, in denen zumindest lokal erhöhte Bergwassermengen anfallen, die ohne Setzung von Maßnahmen eine lokale Absenkung des Bergwasserkörpers bewirken können.

Bei Baumaßnahmen im Bereich von Porengrundwasserkörpern kommt es durch Wasserhaltungsmaßnahmen zu lokalen, zeitlich begrenzten Absenkungen des Grundwasserspiegels.
- 4 Hohe Wirkung: Durch den Tunnel werden Gebirgsabschnitte mit hoher Bergwasserführung durchörtert (z.B. verkarstete Karbonatgesteine). Ohne Setzung von Maßnahmen kann dies zu einer weitreichenden Bergwasserspiegelabsenkung mit Auswirkungen an die Geländeoberfläche führen.

Bei Baumaßnahmen im Bereich von Porengrundwasserkörpern kommt es durch Wasserhaltungsmaßnahmen zu größeren, zeitlich begrenzten Absenkungen des Grundwasserspiegels. Hievon können auch Wasserversorgungen betroffen sein.
- 5 sehr hohe Wirkung: Durch den Tunnel werden Gebirgsabschnitte mit hoher Bergwasserführung durchörtert (z.B. verkarstete Karbonatgesteine). Ohne Setzung von Maßnahmen kann dies zu sehr weitreichenden Bergwasserspiegelabsenkungen mit großem, flächenhaftem Trockenfallen von Quellen, Brunnen und Oberflächengewässern führen. Darüberhinaus sind weitreichende Auswirkungen auf den Bodenwasserhaushalt und auf seichte Porengrundwasserkörper möglich.

Qualitativ:

- 1 **keine Wirkung / Verbesserung:** Da bei Tunnelröhren der hydraulische Gradient zur Tunnelachse oder im Bereich von Freilandstrecken innerhalb einer (dichten) Spundwandumschließung zur Baugrube gerichtet ist, ist mit keiner Wirkung zu rechnen.
- 2 **geringe Wirkung:** lokale / punktuelle Auswirkungen in Form von Trübungen bzw. Beeinträchtigung des Grundwassers durch Bauhilfsstoffe während der Bauphase.

- 3 **mittlere Wirkung:** größere lokale, jedoch nicht flächenhafte Trübung des Grundwassers oder Beeinträchtigung des Grundwassers durch Bauhilfsstoffe während der Bauphase
- 4 **hohe Wirkung:** dauerhafte Veränderung des Grundwasserchemismus (sowohl während der Bau- als auch der Betriebsphase) ohne Parameterüberschreitungen gem. Trinkwasserverordnung
- 5 **sehr hohe Wirkung:** dauerhafte Veränderung des Grundwasserchemismus (Bau- und Betriebsphase) bei zusätzlicher Überschreitung von einem oder mehreren Parametern gemäß Trinkwasserverordnung

3. Schritt: Beurteilung der Eingriffserheblichkeit des Vorhabens

Die Eingriffserheblichkeit des Vorhabens resultiere aus der Verschränkung von Beeinflussungssensibilität und Wirkungsintensität des Bauwerks. Damit erfolge als dritter Schritt die Beurteilung der Eingriffserheblichkeit des Vorhabens.

Die Eingriffserheblichkeit sei ein Maß für die Erheblichkeit der Vorhabensauswirkung. Sie werde durch die Gegenüberstellung der Beeinflussungssensibilität mit der Wirkungsintensität des Vorhabens in Form einer Matrix in sechs Stufen ermittelt, wobei Stufe I die geringste und Stufe VI die höchste Eingriffserheblichkeit darstelle; diese Stufen seien:

- I: keine Erheblichkeit / Verbesserung
- II: geringe Erheblichkeit
- III: mittlere Erheblichkeit
- IV: hohe Erheblichkeit
- V: sehr hohe Erheblichkeit
- VI: untragbar hohe Erheblichkeit

Die Eingriffserheblichkeit des Vorhabens werde für Bau- und Betriebsphase getrennt beurteilt, und zwar zunächst ohne dass Maßnahmen zur Reduktion der Auswirkungen des Bauwerkes berücksichtigt werden.

4. Schritt: Festlegung der Schutz- und Ausgleichsmaßnahmen

Aufbauend auf der Ermittlung der Eingriffserheblichkeit seien als vierter Schritt **Schutz- und Ausgleichsmaßnahmen** zu entwickeln und vorzuschlagen. Diese würden der Vermeidung bzw. Minderung der Wirkungsintensität des Vorhabens und damit der Reduktion der Eingriffserheblichkeit dienen. Letztlich gehe es bei der Festlegung der Maßnahmen darum, die **Umweltverträglichkeit** herzustellen.

5. Schritt: Beurteilung der Wirksamkeit der vorgeschlagenen Maßnahmen

Im fünften Schritt erfolge nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten die Beurteilung der Wirksamkeit und Effizienz der vorgeschlagenen Maßnahmen und die Ansprache der nach der Umsetzung dieser Maßnahmen verbleibenden Restbelastung. Mit zunehmender Eingriffserheblichkeit wachse die Notwendigkeit der Entwicklung wirksamer Ausgleichsmaßnahmen, um ein umweltverträgliches Projekt zu erhalten. Erst der Grad der Maßnahmenwirksamkeit lasse die Ableitung der verbleibenden Restbelastung zu. Diese werde als Maß für die Beurteilung der Umweltverträglichkeit des Vorhabens herangezogen.

Bei einer sehr guten Wirksamkeit der Maßnahmen werde die Eingriffserheblichkeit um zwei bis drei Klassen, bei guter Wirksamkeit um eine bis zwei Klassen und bei partiell wirksamen Maßnahmen um bis zu einer Klasse rückgestuft. Die hier im Einzelnen vorzunehmende Vorgehensweise müsse, um den Gegebenheiten im Einzelfall entsprechen zu können, der individuellen Expertenbeurteilung vorbehalten bleiben

Quantitativ:

- Sehr gut: Im Bereich von Freilandstrecken erfolgt die Wasserhaltung innerhalb einer Spundwandumschließung
Im Bereich der Tunnelvortriebe werden Injektionsmaßnahmen mit einem Reduktionserfolg der zutretenden Bergwassermenge > 50% gesetzt.
- Gut Einbau einer Filterschicht unter dichte Wanne oder in Gräben als Grundwasserkommunikationsmaßnahme
Im Bereich der Tunnelvortriebe werden Injektionsmaßnahmen mit einem Reduktionserfolg der zutretenden Bergwassermenge beim NÖT Vortrieb zwischen 10 und 30% bzw. beim TVM Vortrieb zwischen 30 und 50% gesetzt;
- Partiell: Im Bereich der NÖT Tunnelvortriebe erfolgt ein Aufbringen einer Spritzbetonschale mit geringer Reduzierung der Bergwasserzutritte und kleinräumiger Wirkung;

Qualitativ:

- Sehr gut: Im Bereich von Freilandstrecke und Baumaßnahmen obertage erfolgt die Wasserhaltung innerhalb einer (dichten) Spundwandumschließung. Beim Errichten von Baustraßen werden Spezialmaßnahmen gesetzt (zB.: Herstellung eines dichten Untergrundes, Herstellung von Absturzsicherungen udgl.)
Im untertägigen Bereich (Tunnel, Zwischenangriffe) existiert eine geordnete Tunnelentwässerung über eine Gewässerschutzanlage.
- Gut Im Bereich von Freilandstrecken und Baumaßnahmen obertage erfolgt der Einsatz von Absetzbecken und Ölabscheidern ohne Betrieb einer Gewässerschutzanlage;
- Partiell Im Bereich von Freilandstrecken und Baumaßnahmen obertage erfolgt der Einsatz von kleinen Absetzbecken zum partiellen Abscheiden von Trübstoffen;

6. Schritt: Ermittlung der Restbelastung

Abschließend werde als sechster Schritt eine fachbereichsbezogene **Gesamteinschätzung der Auswirkungen** des Vorhabens (einschließlich der vorgeschlagenen Maßnahmen) vorgenommen und eine zusammenfassende Beurteilung der Umweltverträglichkeit des Vorhabens (= **Restbelastung**) gemacht. Die Restbelastung gliedere sich wie die Eingriffserheblichkeit in fünf (recte sechs) Stufen:

- keine Restbelastung / Verbesserung
- geringe Restbelastung
- mittlere Restbelastung
- hohe Restbelastung
- sehr hohe Restbelastung
- untragbar hohe Restbelastung

Verbale Beschreibung der Restbelastung:

Keine Restbelastung / Verbesserung: Vom Vorhaben gehen weder quantitative noch qualitative Auswirkungen auf den Grund-/Bergwasserkörper aus.

Geringe Restbelastung: mögliche Absenkungen des Grund-/Bergwassers liegen innerhalb des natürlichen Grundwasserschwankungsbereiches; Allfällige Auswirkungen auf Geländeoberfläche treten nur bei seicht liegenden Tunnelabschnitten auf.

- Mittlere Restbelastung: Trotz Setzung von Wasserrückhaltemaßnahmen und verbleibenden Absenkungen des Grund- / Bergwasserkörpers ergeben sich einzelne, lokale Auswirkungen auf Wassernutzungen bis zur Geländeoberfläche. Diese oberflächigen und oberflächennahen Auswirkungen sind nicht großräumig und flächenhaft, sondern sind auf Zonen bestimmter hydrogeologischer Rahmenbedingungen beschränkt (z.B. Grenze zwischen wasserleitenden und wasserstauenden Gesteinen). Kompensationsmaßnahmen sind möglich.
- Hohe Restbelastung: Trotz Setzung von Wasserrückhaltemaßnahmen und verbleibenden Absenkungen des Grund- / Bergwasserkörpers ergeben sich Auswirkungen auf eine größere Anzahl von Wassernutzungen. Diese oberflächigen und oberflächennahen Auswirkungen sind großräumig und flächenhaft, und sind nicht nur auf hydrogeologisch vorgegebene Zonen (z.B. Grenze zwischen wasserleitenden und wasserstauenden Gesteinen) beschränkt. Kompensationsmaßnahmen sind möglich.
- Sehr hohe Restbelastung: Trotz Setzung von Wasserrückhaltemaßnahmen und verbleibenden Absenkungen des Grund- / Bergwasserkörpers ergeben sich Auswirkungen auf eine größere Anzahl von Wassernutzungen. Diese oberflächigen und oberflächennahen Auswirkungen sind großräumig und flächenhaft, und sind nicht nur auf hydrogeologisch vorgegebene Zonen (z.B. Grenze zwischen wasserleitenden und wasserstauenden Gesteinen) beschränkt. Zusätzlich wird der Grundwasserspiegel in Porengrundwasserkörpern auf Dauer deutlich abgesenkt. Kompensationsmaßnahmen sind nur teilweise bzw. unter schwierigen Bedingungen möglich.
- Untragbar hohe Restbelastung: Trotz Setzung von Wasserrückhaltemaßnahmen und verbleibenden Absenkungen des Grund- / Bergwasserkörpers ergeben sich Auswirkungen auf eine überwiegende Anzahl von Wassernutzungen. Diese oberflächigen und oberflächennahen Auswirkungen sind großräumig und flächenhaft, und sind nicht nur auf hydrogeologisch vorgegebene Zonen (z.B. Grenze zwischen wasserleitenden und wasserstauenden Gesteinen) beschränkt. Durch Grundwasserabsenkungen sind nicht nur Wassernutzungen, sondern auch der grundwassergenährte Bodenwasserhaushalt flächenhaft betroffen. Desweiteren ist das Trockenfallen von Oberflächenwässern (Bäche) auf längeren Fließstrecken gegeben. Zusätzlich wird der Grundwasserspiegel in Porengrundwasserkörpern auf Dauer deutlich und flächenhaft abgesenkt und es kann bis zu einer gänzlichen Drainagierung ("Entleerung") von Porengrundwasserkörpern kommen.

Kompensationsmaßnahmen sind nur teilweise bzw. unter schwierigen Bedingungen möglich.

Das Ergebnis sei eine Aussage bezüglich der Umweltverträglichkeit des Vorhabens und umfasse dabei das technische Projekt sowie alle entwickelten Schutz- und Ausgleichsmaßnahmen. Diese werden dadurch zum untrennbaren Bestandteil des Vorhabens.

1.2.8 ERFASSUNG DES IST-ZUSTANDES UND BEEINFLUSSUNGSENSIBILITÄT NACH TEILRÄUMEN

Nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten seien die Auswertungen und Beschreibungen naturgemäß aus hydrogeologischer Sicht auf Basis von orographischen Einzugsgebieten durchgeführt worden. Die hydrogeologischen Prognosen seien im geologischen Längenschnitt sind auf die vorgegebenen Gebirgsbereiche (1-33) abgestimmt worden.

Um die geologischen und hydrogeologischen Aussagen besser miteinander vergleichen zu können, werden dieselben Unterkapitel verwendet worden (Tunnelabschnitte – decken sich weitgehend mit den Teilräumen).

EB-Teilabschnittsgliederung	Entspricht Gebirgsbereich
Tunnelabschnitt Schafkogel	GB 1 - 8
– Eichberg - Graßberg	
Tunnelabschnitt Göstritz	GB 9-10
Tunnelabschnitt Otterstock	GB 11 - 12
Tunnelabschnitt "Wechselgneis - Semmeringkristallin."	GB 13 - 26
Tunnelabschnitt Grautschenhof	GB 27 - 33

Für die Bewertung im Rahmen der UVE-Untersuchungen seien folgende Teilräume vorgegeben worden:

Teilraum UVE

Teilraum Gloggnitz - Schwarzatal
 Teilraum Aue - Göstritz
 Teilraum Otterstock
 Teilraum Trattenbach
 Teilraum Fröschnitzgraben
 Teilraum Grautschenhof
 Teilraum Müzzuschlag
 Teilraum Langenwang
 Teilraum Bergstrecke Semmeringbahn

1.2.8.1 Teilraum Gloggnitz – Schwarzatal

Freilandstrecke Bahnhof Gloggnitz – Portal Semmeringtunnel

Nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten werde die neue Strecke im ersten Streckenabschnitt vom Bahnhof Gloggnitz bis zum Portal des Semmeringtunnels zuerst auf einem Damm und anschließend über ein neu zu errichtendes Brückenbauwerk über die Schwarza geführt.

Der Untergrund werde in diesem Streckenabschnitt von Terrassenschottern der Schwarza gebildet. Die Mächtigkeit der gut gerundeten, locker bis mitteldicht gelagerten, sandig-steinig-schluffigen Kiese liege im Bereich der geplanten Schwarzabrücke bei rund 3,0 bis 5,0 m, weiter talabwärts Richtung Bahnhof nehme sie noch um wenige Meter zu. Darunter würden dünnplattige bis blättrige Tonschiefer und Phyllite der Grauwackenzone folgen. Im Hangenden der Kiese würden Überflutungssedimente („Ausande u. –lehme“) eine bis 1 m starke Deckschicht bilden.

Im Porenraum der fluviatilen Kiese seien Porengrundwasserkörper ausgebildet, der über weite Strecken in nicht hart verbauten Abschnitten gut mit der Schwarza korrespondiere. Ein im Sommer 2009 in den wenige Meter bergseitig des Unterwasserkanals befindlichen Bohrpegel B3b eingebauter Datenlogger habe einen nahezu unverzögerten und in den Intervallen ungedämpften parallelen Verlauf der Grundwasserspiegelschwankungen wie der Abflusspegel an der Schwarza gezeigt. Als Grundwasserstauer fungiere die Oberfläche der liegenden Tonschiefer und Phyllite. Die Grundwassermächtigkeit betrage daher durchschnittlich etwa 2-3 m. Die Strömungsrichtung sei in spitzem Winkel zur Schwarza hin bzw. mehr oder weniger parallel zur Schwarza ausgerichtet. Durchlässigkeitsbestimmungen über Pump-, Sicker- und Laborversuche hätten kf-Werte im Bereich zwischen 6×10^{-3} und 5×10^{-5} m/s für die sandig-schluffigen Kiese und 1×10^{-6} bis 5×10^{-8} m/s für die Deckschichten erbracht.

Generell seien sämtliche Gebäude dieses Abschnitts an die zentrale Wasserversorgung angeschlossen. Im Bereich der geplanten Schwarza-Brücke und im Grundwasserabstrombereich der Dammstrecke bis zum Bahnhof gebe es aber einige zusätzliche Nutzungen dieses Porengrundwasserkörpers. Rd 250 m oberhalb der geplanten Brücke existiere ein alter 2,5m tiefer Schachtbrunnen (FS293), der als Nutzwasserbrunnen für die Gartenbewässerung verwendet werde. Abstromig der Dammstrecke werde das Porengrundwasser durch 6 Nutzwasserbrunnen der Fa. Huyck (Kühlwasser, betriebliches Nutzwasser; FS292), einen Garten-Nutzwasserbrunnen (FS290) und einen alten 2,5m tiefen Schachtbrunnen beim Gasthaus Blum (FS291), der seit Jahrzehnten nur mehr für Nutzwasserzwecke (Garten, Aquarium) verwendet wird, genutzt.

Im Monitoring-Programm seien in diesem Abschnitt der erwähnte Grundwasserpegel B3b und dazu 2 Pegeln (FS288, FS289) in der Schwarza selbst, welche ebenfalls mit Datenloggern kontinuierlich die Wassertemperatur registrieren, enthalten.

Im Bereich des geplanten Einschnittes für das Tunnelportal und die dort situierten Teile der Baustelleneinrichtung auf einer terrassenartigen Verflachung des östlichen Hangfußes vom Schafberg bestehe nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten eine wenige Meter starke Auflage aus feinkornreichem Hangschutt und teilweise angerundeten Komponenten eines alten Terrassenrestes. Darin sei ein lokal begrenzter Porengrundwasserkörper ausgebildet, der auch in die Verwitterungs- und Auflockerungsschwarte der liegenden Phyllite und Schiefer des Schafkogels reiche. Nutzungen dieses gering ergebnigen Hangwassers seien nicht vorhanden. Durch die beiden Erkundungsbohrungen KB 37/08 und KB 38/08 und durch ältere Bohrungen aus dem alten Semmering-Basistunnelprojektes sei dieser Bereich gut aufgeschlossen. In den zu Grundwasserpegeln ausgebauten Bohrungen KB 37/08 und KB 38/08 seien hydraulische Versuche durchgeführt worden und Durchlässigkeiten im Bereich von 3×10^{-8} bis 2×10^{-9} m/s ermittelt worden. Entsprechend dieser geringen Durchlässigkeit sei hier auch ein steiles Grundwasserspiegelgefälle ausgebildet. Beide Pegel (KB 37/08, KB 38/08) seien im derzeitigen Monitoring-Programm mit monatlichen Abstichsmaßmessungen erfasst.

Die örtliche Situation samt Geologie und Lage der Quellen, Brunnen, Bäche und Bohrungen ist in Abbildung 98 des Technischen Berichtes 5510-UV-0601AL-00-0001-F00 zu sehen.

Der Schwarza-begleitende Porengrundwasserkörper im Abschnitt der Freilandstrecke würde wegen des geringen Flurabstands eine höhere Beeinflussungssensibilität ergeben. Wegen der flächendeckenden zentralen Wasserversorgung, der eingeschränkten Nutzungsmöglichkeiten im teilweise dicht bebauten, teilweise mit Industriebetrieben besetzten Gebiet und wegen der Tatsache, dass bereits derzeit die Südbahnstrecke durch führt, könne diesem Abschnitt nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten eine mittlere Sensibilität zugeordnet werden.

Die neu zu errichtenden 110kV-Leitung werde obertägig geführt und verursache daher keine nennenswerten Auswirkungen. Es werde für diese Baumaßnahme keine Restbelastung erkannt, da davon auszugehen sei, dass bei Errichtung der Stützen die üblichen Vorschriften auf Baustellen eingehalten werden und auch für den Einsatz der geplanten Baumaterialien keine grundwasserbedenklichen Stoffe eingesetzt werden, weshalb sich dadurch keine Restbelastungen ableiten lassen.

Tunnelabschnitt

Die Erkundungsbohrungen im Bereich des Tunnelabschnitts durch die Grauwackenzone haben nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten auf Trassenniveau noch stärker zerlegte und gestörte Gesteine als ursprünglich für diesen Abschnitt angenommen gezeigt. Hydrogeologisch bedeutet das, dass die Durchlässigkeiten im tieferen Untergrund noch geringer ausfallen.

Aus den Bohrlochversuchen auf Trassenniveau seien Durchlässigkeitsbeiwerte von rund 2×10^{-9} bis 2×10^{-10} m/s ermittelt worden. Nur bei KB-3/08 hätten sich etwas höhere Durchlässigkeiten im Bereich von 2×10^{-7} m/s vermutlich über die zerlegten Metasandsteine und Metakonglomerate im Testabschnitt ergeben.

Wegen dieses dichten Untergrunds werde nach Ansicht der (hydrogeologischen) Projektanten das Gebiet vorwiegend oberflächlich entwässert. Die einzelnen Bäche würden starke niederschlagsbedingte Abflussschwankungen zeigen und können nach längeren niederschlagsfreien Perioden auch abschnittsweise trocken fallen. So seien im bisherigen Beobachtungszeitraum vor allem die kleinen Bäche auf der S-Seite des Eichkogels (FS032, FS036) aber auch der Abfalterbach (FS2243) und der Wolfsgrabenbach (FS2242) auf der Nordseite in den Jahren 2007 und 2008 periodisch trocken gefallen.

Nur ein relativ kleiner Teil der Niederschläge versickere in der Verwitterungsschwarte und bilde dort geringmächtige lokal begrenzte Grundwasserkörper. Quellen würden entsprechend hohe niederschlagsbedingte Schüttungsschwankungen und bei den Analysen immer wieder Hinweise auf kurzfristige oberflächennahe Einspeisungen (Verkeimungen) und kurze unterirdische Aufenthaltszeiten (Tritium-Werte entsprechen den aktuellen Niederschlagswerten) zeigen. Die Schüttungen würden durchwegs deutlich unter 1 l/s, meist im Bereich weniger Zehntel bis Hundertstel Liter/Sekunde liegen.

Die Wasserversorgung der meisten Gebäude erfolge nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten großteils dezentral über zahlreiche Einzelquellfassungen und Brunnen. Gelegentlich seien einige Häuser zu kleinen Wassergemeinschaften mit Nutzung einer gemeinsamen Wasserbezugsstelle zusammengeschlossen. Die Brunnen würden Tiefen zwischen etwa 2 m und max. 25 m aufweisen und nutzen ebenfalls die gering ergebnisreichen oberflächennahen Grundwasserkörper.

Die elektrische Leitfähigkeit der Grundwässer auf der Nordseite des Eichbergs liege im Allgemeinen wegen der überwiegend kristallinen tonmineralreichen Gesteine in niedrigen Bereichen bis etwa 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Auf der Südseite des Eichbergs würden einige Quellen aber deutlich erhöhte Leitfähigkeiten bis $>1000 \mu\text{S}/\text{cm}$ (FS038, FS039, usw.) zeigen. Die Ursache dafür seien erhöhte Sulfat- und Hydrogencarbonat-Gehalte, die aus gipsführenden Gesteinsschuppen dieses Gebietes stammen. Auffällig sei auch die Nahelage dieser Quellfassungen zu den verwachsenen Halden der alten Magnesit-Bergbaue auf der S-Seite des Eichkogels. Auch die Gemeindequelle von Pettenbach (FS282) auf der Nordseite liege im Einzugsgebiet einer derartigen Halde und weise daher ebenfalls erhöhte Leitfähigkeiten im Bereich zwischen 700-950 $\mu\text{S}/\text{cm}$ und Sulfatgehalte bis ca. 120 mg/l auf.

Für das derzeitige Monitoring-Programm über diesen Tunnelabschnitt seien sechs Bäche (FS2241, FS2242, FS2243, FS2244, FS032, FS036), sechs gefasste Quellen (FS007, FS037, FS038, FS039, FS058, FS802), drei Hausbrunnen (FS027, FS800, FS801) und drei Pegelbohrungen (KB 1/08, KB 2/08, KB 3/08) für monatliche Abstichs- bzw. Schüttungsmessungen (+ Temperatur, elektrische Leitfähigkeit) ausgewählt worden. Aus der Quelle FS007 würden überdies seit 2006 monatlich Proben für eine Ionenbilanz gezogen.

Zusammenfassende Beurteilung der Beeinflussungssensibilität im Ist-Zustand

Im Tunnelabschnitt durch die Grauwackenzone würden nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten keine großen Bergwassermengen erwartet. Durch die schlechten Durchlässigkeiten im Festgesteinsuntergrund seien viele kleine Quellen mit geringer Gesamtschüttung vorhanden. Eine kommunale Trinkwasserversorgung samt Schutzgebiet, welches von der Tunneltrasse gequert werde (eine Auswirkung darauf wird jedoch nicht prognostiziert) liege in diesem betrachteten Teilraum. Der Schwarza-begleitende Porengrundwasserkörper werde lokal genutzt.

Zusammenfassend werde daher diesem Teilraum eine „mittlere“ Beeinflussungssensibilität zugeordnet

Teilraum Gloggnitz - Schwarzatal

Bergwassermenge l/s:	5 - 10 l/s
Anzahl bestehender Quellen:	zahlreiche Quellen mit geringer Gesamtschüttung
Menge Porengrundwasser:	Porenaquifer mit Einzelversorgungen
Anzahl kommunaler TWVA:	einige
Grundwasserabsenkungen:	unbedeutende Absenkungen im unmittelbaren Tunnelbereich
Beeinflussungssensibilität:	mittel

1.2.8.2 Teilraum Aue - Göstritz

Tunnelabschnitt Auebachtalquerung

Im Auebachtal sei nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten nur eine relativ geringmächtige Felsüberlagerung mit Wildbach- und Hangschutt von maximal 9 - 11 m gegeben. Im Porenraum dieser Lockersedimente sei ein zusammenhängender Grundwasserkörper mit einer Mächtigkeit von 5-7 m ausgebildet, der vereinzelt mit Brunnen für Nutzwasser verwendet werde. Die geringen Wasserspiegelschwankungen werden in den zu Pegeln ausgebauten Bohrungen im Zuge der hydrogeologischen Dauerbeobachtung laufend gemessen. Im Pegel KB-38/06 sei ein Datenlogger für kontinuierliche Aufzeichnungen eingebaut. Pumpversuche in Pegelabschnitten der Lockergesteinsauflage (KB-07/08) hätten Durchlässigkeiten im Bereich von 1×10^{-3} und 5×10^{-4} m/s ergeben. Als Stauer fungiere die Oberfläche der liegenden Festgesteine. Die Strömungsrichtung sei talparallel nach E gerichtet.

Die Festgesteine im Liegenden der Lockersedimente seien zum überwiegenden Teil stark zerlegte und teilweise entfestigte Störungsgesteine der Talhof-Aue-Störung. Der hohe Anteil von Schichtsilikaten in der Zusammensetzung führe zu einer weitgehenden Abdichtung des Gesteins. Unregelmäßig eingeschuppt würden sich aber auch härtere Gesteinslinsen und -schuppen aus Rauhacken, Karbonatgesteinen und Sandsteinen finden. Entlang von Klüften und Lösungshohlräumen seien hier lokal gute Wasserwegigkeiten vorhanden.

Die Ergebnisse bei den Bohrlochversuchen auf Trassenniveau hätten zwischen rund 2×10^{-5} und 2×10^{-8} m/s geschwankt. Die Ergebnisse würden also um 2-3 Zehnerpotenzen höhere Durchlässigkeiten als in der Grauwackenzone ergeben. Das habe seinen Grund einerseits in der geringeren Tiefe, andererseits aber in den erwähnten Einschuppungen von höher durchlässigen Gesteinen. Da sich die Wasserwegigkeiten auf gut geklüftete Bereiche dieser Gesteine konzentrieren, sei lokal mit noch höheren Durchlässigkeitsbeiwerten zu rechnen. So habe sich bei der Schrägbohrung KB-06/08 gezeigt, dass nach einer weitgehend dichten Abfolge von stark gestörten Phylliten und Störungsgesteinen scharf abgegrenzt eine 10er-Meter mächtige Schuppe aus gut durchlässigen Rauhacken und verkarsteten Karbonatgesteinen durchbohrt wurde. Aus dieser Schuppe seien artesisch 2-3 l/s Grundwasser mit sehr hoher elektrischer Leitfähigkeit ($>2500 \mu\text{S}/\text{cm}$) geflossen. Analysen hätten gezeigt, dass eine sehr hohe Konzentration an Sulfat, Calcium, Magnesium und Hydrogenkarbonat dafür verantwortlich waren. In die weichen Störungsgesteine sei auch eingeschuppter reiner Gips angetroffen worden, der als Hauptlieferant für diese hohen Lösungsinhalte des Bergwassers angenommen werden kann. Die Bohrung sei zu einem Pegel ausgebaut und der Pegelkopf frostsicher und dicht mit einem Manometer verschlossen worden. Über ein Absperrventil seien jederzeit Beprobungen des gespannten Bergwassers möglich. Die Ablesungen der Manometerwerte erfolge im Rahmen des monatlichen Dauermessprogrammes.

Rund 300 m westlich der Trasse werde nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten der Felsuntergrund im Auebachtal auch von verkarsteten Karbonatgesteinen gebildet (KB-39/06). Sie würden hier die hier auskeilende Verlängerung des Karbonatgesteinszugs der westlich angrenzenden Adlitzgräben bilden. Wie die Bohrlochversuche in KB-39/06 zeigten, sei in den Klüften dieser Karbonatgesteine (Durchlässigkeiten im Bereich von 1×10^{-3} m/s) ein mächtiger Grundwasserkörper ausgebildet. Dieser trete zuerst bei den „Hirsch-Quellen“ am südlichen Ortsrand von Schottwien (FUE221c, FUE 222c und FUE223c) in kleinerem Umfang (in Summe bis 10 l/s) und weiter östlich beim Auskeilen der Karbonate in der Palkaquelle (FS092) mit $Q > 100$ l/s zutage. Diese Quelle sei im Zuge der Errichtung der S 6 im Auftrag der ASFINAG gefasst worden. Ein Teil der Quellschüttung (30 l/s) werde der Stadt Gloggnitz als Trinkwasser im Ersatz für die aufgelassenen Aue-Quellen und Duftquellen (bei beiden waren Beeinträchtigungen durch die S 6 nicht auszuschließen) zur Verfügung gestellt. Bei der Festlegung der Tunneltrasse sei daher besonders darauf geachtet worden, so weit wie möglich von dieser Quelle und dem zugehörigen Karbonatgesteinszug nach E abzuweichen.

Für das Dauermessprogramm werde daher der Palkaquelle besonderes Augenmerk geschenkt, da sie mit $Q > 100$ l/s die größte Schüttung aller Quellen dieses Gebietes aufweise. Zur Erfassung des Wasseranfalles in der Palkaquelle sei es jedoch notwendig gewesen, aufgrund der baulichen Ausführung der Quellfassung umfangreiche Einbauten durchzuführen. Diesbezüglich wird auf den Technischen Berichtes 5510-EB-5300AL-00-0004-F03 verwiesen.

Einzelmessungen an der Ausleitung in den Auebach hätten gezeigt, dass die hier ausgeleitete Wassermenge deutlich höher sei, als diejenige, die in der Quelfassung am Messüberfall vorhanden sei. Durch Mitteilungen des Besitzers der Palkaquelle habe in Erfahrung gebracht werden können, dass aufgrund von Umläufigkeiten nicht der gesamte Wasseranfall an der Palkaquelle in der Fassung erfasst werden könne. Diese Umläufigkeiten würden über Drainageleitungen in die Ableitung in den Auebach eingeleitet.

In Abb. 101 des Technischen Berichtes 5510-EB-5300AL-00-0004-F03 ist die Schüttungsganglinie der Palkaquelle im Zeitraum Juni 2006 bis Herbst 2009 dargestellt.

In weiteren Abbildungen des Technischen Berichtes 5510-EB-5300AL-00-0004-F03 seien auch die Zeitreihen der Parameter elektrische Leitfähigkeit und Wassertemperatur dargestellt. Der Verlauf der Wassertemperatur zeige einen deutlichen Jahresgang, wobei die gemessenen Wassertemperaturen nur in einem Bereich zwischen 11,68 °C und 11,76 °C schwanken, was auf sehr gute Speichereigenschaften im Untergrund schließen lasse. Die Anfang September 2007 niedergehenden Starkniederschläge im Untersuchungsgebiet seien dabei auch deutlich ablesbar; ein Einfluss kurz gespeicherter Wässer kann daraus interpretiert werden.

Die Bestimmung des Tritium-Gehalts in Bergwasserproben aus Bohrpegeln habe nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten gezeigt, dass in diesem Abschnitt bei einigen Bohrungen deutlich niedrigere Gehalte als in den Niederschlägen hervorgehen. Proben aus KB-36/06, KB-39/06, KB-5/08, KB-9/08 und KB-20/07 würden zwischen 2,3 und 6,3 TE liegen. Die Proben aus KB-8/08 und KB-6/08 seien überhaupt tritiumfrei.

An den aufsteigenden Nordeinhängen unterhalb der S 6 seien nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten an einigen Stellen im Nahbereich zur Trassenführung Quellen gefasst. Zwei davon würden als Trinkwasserversorgungen für einen kleinen Betrieb (FS705) bzw. ein Einfamilienhaus (FS704) und eine als Viehquelle (FS703) verwendet. Sie würden durchwegs <1 l/s schütten und hohe elektrische Leitfähigkeiten wegen erhöhter Sulfatwerte aufweisen.

Eine rund 15 m unter heutiger GOK in einem Stollenbauwerk aus den 1930er-Jahren gefasste Quelle (FS098) schüttet nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten rund 4 l/s und weise eine elektrische Leitfähigkeit von 1300 bis 1900 µS/cm auf. Sie bilde gemeinsam mit der Quelle FS097 (rund 5-8 l/s), die aber in einem Stollenbauwerk unter der S 6 Wasser aus dem Karbonatstock des Graßbergs erschließe, die „Alten Aue-Quellen“ (Mischwasser: FS096). Diese seien bis zum Bau der S6 als Trinkwasserversorgung für die Stadt Gloggnitz verwendet worden und würden seither ungenutzt in den Kraftwerkskanal für das Klein-KW Kaltenberger auslaufen. Die hohen Leitfähigkeitswerte würden deutlich die Einzugsgebiete der Quellen aus den gipsführenden Karbonatlinsen des Abschnitts Auebach-Talquerung (FS098, FS703 bis FS705) von den wesentlich niedriger mineralisierten Quellen aus dem Bergwasser des Graßbergs (FS097 usw.) unterscheiden.

Die Schüttung dieser Quelle sei nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten offenbar stark niederschlagsabhängig. Deswegen sei auch die Leitfähigkeit gegenüber den übrigen aufgezählten Quellen dieses Abschnitts unter 1000 µS/cm abgesenkt (Verdünnung durch oberflächennahes Grundwasser aus der Verwitterungsschwarte).

Für das derzeitige Monitoring-Programm über diesen Abschnitt (ausgreifend nach Westen bis in die Adlitzgräben und nach E bis zum Sommergraben) seien 9 Bachmessstellen (374, 375, 559u, FUE31, FS096, FS110, FS117, FS118, FS702), davon 2 mit Datenlogger (FUE31, FS110) und das Überlaufgerinne der alten Aue-Quellen (FS096) mit einem Datensammler, 16 gefasste Quellen (FUE141a, FUE142a, FUE41, FUE43-45, FUE221c, FUE222c, FUE223c, FS059, FS060, FS092, FS095, FS098, FS703, FS704, FS705, FS707), und die Palkaquelle (FS092) mit mehreren Datensammlern, und 10 Pegelbohrungen (J1/94, KB04/08, KB05/08, KB06/08, KB07/08, KB09/08, KB37/06, KB38/06, KB39/06, KB20/07) davon 1 mit Datenlogger (KB38/06), ausgewählt worden.

Tunnelabschnitt Graßberg-Karbonatgesteine

Nach der Unterquerung der S6 trete nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten die Trasse im Graßbergzug erstmals in verkarstete Karbonatgesteine ein. Der Graßberg sei als E-W-streichende Härtlingsschuppe zwischen die eher weichen bis plastischen Störungsgesteine der Graßbergstörung im S und der Talhof-Aue-Störung im Norden tektonisch eingeregelt. In östlicher Richtung würden die Karbonatgesteine in den Glimmerschiefern zwischen Schlagl und dem Sommergraben auskeilen und damit den Karbonatstock des Raachbergs von der Graßbergschuppe abtrennen. Im W würden die Glimmerschiefer und „Keuper“-Formationen bei Schottwien die Graßbergschuppe von den Karbonatgesteinen der Adlitzgräben abgrenzen.

Die schwach metamorphen Kalke, Kalkmarmore und Kalkbrekzien des Graßbergs würden nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten über eine Strecke von rund 700 m auf Trassenniveau erwartet. Bohrkerne aus dieser Tiefe würden immer noch deutliche Verkarstungsspuren mit ausgeweiteten Klüften und Lösungshohlräumen zeigen.

Nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten seien bei den Bohrlochversuchen entsprechend hohe Durchlässigkeiten im Bereich zwischen 1×10^{-3} und 1×10^{-5} m/s festgestellt worden. Der Bergwasserspiegel in der Graßbergschuppe sei bei rund 587-590 m erbohrt worden. Flowmetermessungen hätten aber nur nahe dem Bergwasserspiegel Wasserzutritte nachgewiesen. Auf Trassenniveau, rund 100 m unterhalb des Bergwasserspiegels, seien in den Bohrungen keine Fließbewegungen mehr festgestellt werden.

Überlaufquellen dieses Bergwasserkörpers seien nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten nur entlang der Nordgrenze der Graßbergschuppe zu finden. Die „Auequelle 1“ (FS097) sei in einem bergmännisch errichteten Stollen unterhalb der S6-Trasse gefasst worden. Sie habe gemeinsam mit der „Auequelle 2“ (FS098), die ebenfalls in einem Stollen, aber rund 50 Höhenmeter tiefer in einer Karbonatgesteinsschuppe innerhalb der Glimmerschiefer des nördlichen Auetalbereichs gefasst ist (siehe das vorherige Kapitel), lange Jahre bis zur Errichtung der S 6 das Hauptstandbein der Wasserversorgung von Gloggnitz gebildet. Im Unterschied zur „Auequelle 2“ habe das Bergwasser aus der Graßbergschuppe nur Leitfähigkeiten im Bereich von 400-450 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Wegen des Einsickerns von Straßenwässern der S6 in den Quelfassungsbereich unterhalb der Straßentrasse, komme es im Winterhalbjahr nach Tausalzstreuungen kurzfristig immer wieder zu starken Anstiegen der Leitfähigkeit. Analysen zeigten, dass dafür extrem hohe Na- und Cl-Ionen-Gehalte verantwortlich sind.

Die normale Leitfähigkeit des Mischwassers der beiden unterschiedlichen Quellen FS097 (rund 400-450 $\mu\text{S}/\text{cm}$) und FS098 (rund 1300-1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$) liege bei rund 700-750 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Durch die Zutritte von Tausalzwasser der S 6 steige die Leitfähigkeit kurzfristig bis $>2500 \mu\text{S}/\text{cm}$ an.

Anders verlaufe nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten die Leitfähigkeitskurve bei den Duftquellen (FS102, FS103, FS104 und FS106) weiter östlich im Kaltbachtal. Wegen der weitgehenden Ähnlichkeit der chemischen Zusammensetzung der Einzel-Quellen und deren Unzugänglichkeit bis zum Dezember 2009 sei als Messstelle für das Monitoring-Programm der gemeinsame Ausfluss aus dem Sammelschacht bei FS105 gewählt worden. Trotz großer Schüttungsschwankungen hätten sich hier nur sehr geringe Leitfähigkeitsschwankungen im Bereich von wenigen $\mu\text{S}/\text{cm}$ gezeigt.

Diese Quellgruppe sei nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten zu Beginn des vorigen Jahrhunderts gefasst worden und hätte der Stadt Gloggnitz lange Jahre für die Trinkwasserversorgung gedient. Seit mehreren Jahren laufe das Quellwasser jetzt ungenutzt ab und bilde den Ursprung des Kaltbaches. Die Schüttungskurve zeige einen völlig anderen Verlauf als bei den Auequellen. Nach einem lang dauernden Abwärtstrend habe erst die Schneeschmelze im Frühjahr 2009 zu einem deutlichen Anstieg geführt. Da auch die Austrittshöhe um rund 70 m über jener der Auequellen und des erbohrten Bergwasserspiegels im Graßberg liege, sei ein anderes Einzugsgebiet für die Duftquellen wahrscheinlich. Möglicherweise seien dichte Störungsgesteine, die den Graßberg durchziehen für eine Unterteilung in getrennte Bergwasser-Kompartements verantwortlich.

Aus dem gleichen Niveau wie die Duftquellen entspringe nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten auch die Quelle Hasiberhof (FS101). Ihre Schüttung von <1 l/s reiche aber für die Versorgung des Anwesens Hasiberhof samt Landwirtschaft und Nebengebäuden seit vielen Jahren aus. Die Leitfähigkeit dieser Quelle liege aber mit rund 360-380 $\mu\text{S}/\text{cm}$ unter jener der Duftquellen und der Auequelle 1.

Ebenfalls aus dem gleichen Austrittsniveau bei rund 640 bis 660 m, also rund 50-70 m über dem erbohrten Bergwasserspiegel im Graßberg, entspringe nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten die Quelle Gruber (FS115) etwa in gleicher Entfernung zwischen den Duft- und den Auequellen. Sie versorge zwei Einfamilienhäuser und speise mit ihrem Überlauf einen Fischteich. Die Schüttung betrage relativ konstant rund 0,3 l/s, die Leitfähigkeit liege hier bei rund 270-290 $\mu\text{S}/\text{cm}$ und liege damit deutlich niedriger als bei den übrigen Quellen an der Nordseite des Graßbergs.

Auch die beiden zuletzt genannten Quellen würden auf eine Auftrennung in einzelne Bergwasser-Kompartements im Graßberg hinweisen.

Für das derzeitige Monitoring-Programm über diesen Abschnitt seien zwei Bachmessstellen (FS096, FS108), sieben gefasste Quellen (FS097, FS101, FS102, FS103, FS105, FS106, FS115), davon der Gesamt-Überlauf der Auequellen (FS096) mit einem Datensammler, und eine Pegelbohrung (KB19/07) ausgewählt worden.

Tunnelabschnitt Göstritz - Schlagstörung

Zwischen dem Graßberg im N und dem Otterstock im S liege nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten ein Abschnitt mit ausgeprägten E-W-streichenden Störungssystemen. An der Geländeoberfläche würden zwischen den eingetieften Störungsbereichen immer wieder Karbonatgesteinsschuppen auftreten. Wie die Erkundungsbohrungen gezeigt hätten, würden diese Karbonatgesteine nicht bis auf Tunnelniveau in die Tiefe reichen, sondern würden von weichen, stark gestörten und verfalteten Gesteinen der sogenannten „Keuper-Serie“ unterlagert. Es seien dies Phyllite, Tonschiefer, Anhydrite und Gipse in bunter Mischung.

Hydrogeologisch seien diese Gesteine auf Trassenniveau als weitgehend dicht und daher nur gering wasserführend zu betrachten. In den hangenden Karbonatgesteinslinsen seien aber begrenzte Bergwasserkörper in unterschiedlichen Höhenlagen ausgebildet.

An der Ostseite begrenzter Karbonatgesteinsschuppen sei die ursprüngliche Versorgungsquelle der Burg Wartenstein in einer Höhe von rund 920 m gefasst (FS111). Sie werde aber seit vielen Jahren bei der Messstelle FS112 ungenutzt ausgeleitet. Wegen des begrenzten Einzugsgebietes schwanke die Schüttung stark und gehe nach längeren niederschlagsfreien Perioden auf Null zurück, was für die weitere hydrogeologische Beweissicherung wichtig sei, da dadurch gezeigt werde, dass es auch heute bereits Quellen gibt, die aus natürlichen Gründen aufgrund der vorherrschenden hydrometeorologischen Situationen trocken fallen.

An der NW-Seite einer Karbonatgesteinsschuppe sei auf rund 740 m die Himmelreichquelle (FS061) der Gemeinde Schottwien gefasst. Sie entspringe offensichtlich aus einem größeren Einzugsgebiet und schüttele zwischen 0,5 und 2,5 l/s.

Auch aus der Verwitterungsschwarte der liegenden „Keuper-Serie“ im Bereich von Göstritz seien einige kleine Quellen gefasst. Sie würden sowohl der Trinkwasserversorgung einzelner Anwesen (FS062, FS065, FS076) als auch der Nutzwasserversorgung (FS064) bzw. der Speisung von Teichen beim Gudenhof dienen. Die Hauptanspeisung dieser Teiche erfolge aber aus einer Bachentnahme im obersten Göstritzgraben (FS077). Aufgrund des begrenzten oberflächennahen Einzugsgebietes würden die Schüttungen durchwegs deutlich <1 l/s liegen. Nach langen niederschlagsfreien Perioden würden die Schüttungen stark zurückgehen. So sei etwa die Quelle FS064 im Sommer 2007 trocken gefallen und liefere seither kein Wasser mehr.

Bei einigen Quellen würden sich auch die gipsführenden Gesteine durch erhöhte Leitfähigkeiten, bedingt durch sehr hohe Sulfat- und Hydrogenkarbonatgehalte bemerkbar machen.

Auffallend seien die niederschlagsbedingten starken Schüttungsschwankungen und die sehr hohen Leitfähigkeiten bedingt durch gipsführende Gesteine in der Verwitterungsschwarte des oberflächennahen Einzugsgebiets.

Östlich der geplanten Trasse seien entlang der Störungssysteme keine weiteren Quellaustritte vorhanden. Im Bereich von Schlagl würden 2 alte Schachtbrunnen mit wenigen Metern Tiefe (FS132, FS134) existieren. Hier werde das gering ergebbige Porengrundwasser aus der Verwitterungsschwarte bzw. dem aufliegend Hangschutt genutzt.

Für das derzeitige Monitoring-Programm über diesen Abschnitt seien ein Bach (zwei Messstellen im Göstritzbach), fünf gefasste Quellen (FS061, FS062, FS065, FS076, FS112) und zwei Pegelbohrungen (KB 39/08, KB 50/08) ausgewählt worden.

Im Bereich Göstritz sei ein Zwischenangriff geplant. Diese Baumaßnahmen würden aus einer Baustelleneinrichtungsfläche, einem Zugangsstollen und einem Schachtbauwerk bestehen. Der Zugangsstollen und das Schachtbauwerk würden im Wesentlichen in dichten Gesteinseinheiten liegen. Lokal seien in diesem Bereich nur gering mächtige seichte Hanggrundwasserführungen vorhanden. Im unmittelbaren Baustellenbereich sei nur eine gefasste und genutzte Quelle (FS076) gelegen. Auf Basis der Einschätzung der hydrogeologischen Situation in diesem Detailgebiet werde eine geringe Beeinflussungssensibilität abgeleitet.

Zusammenfassende Beurteilung der Beeinflussungssensibilität im Ist-Zustand

Im Bereich der Karbonatgesteine des Grasberges werden nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten erhöhte Bergwasserzutritte erwartet. Durch die guten Durchlässigkeiten würden sich weitreichende Bergwasserspiegelabsenkungen einstellen. Im Bereich Auetal seien im Porenaquifer einzelnen Grundwassernutzungen gelegen. Zudem würden sich im Teilraum viele Quellen mit z.T. hohen Gesamtschüttungen finden, aber auch Quellen die für die kommunale Trinkwasserversorgung verwendet werden.

Der Tunnel quere das Trinkwasserschutzgebiet der Auequellen. Da diese Quellen jedoch nicht mehr für Trinkwasserzwecke verwendet werden, habe dieser Umstand keine weiteren Auswirkungen mehr in der fachlichen Beurteilung.

Zusammenfassend seien daher seitens der (hydrogeologischen) Projektanten diesem Teilraum eine „hohe“ Sensibilität zugeordnet worden.

Teilraum Aue-Gloggnitz

Bergwassermenge l/s:	>50 - 200l/s
Anzahl bestehender Quellen:	viele Quellen mit hoher Gesamtschüttung
Menge Porengrundwasser:	Porenaquifer mit Einzelversorgungen
Anzahl kommunaler TWVA:	einige
Grundwasserabsenkungen:	weitreichende Absenkungen
Beeinflussungssensibilität:	hoch

1.2.8.3 Teilraum Otterstock

Von N kommend folge nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten nach der weitgehend dichten Schlagstörung der Karbonatgesteinsabschnitt des Otterstocks.

Der nördliche Abschnitt werde vorwiegend aus Rauhacken der Reichenhaller Schichten gebildet. In diesem Bereich sei die Bohrung KB-40/08 abgeteuft worden und habe bei den Bohrlochversuchen nur geringe Durchlässigkeiten gezeigt. Auf Trassenniveau seien nur Durchlässigkeitsbeiwerte in der Größenordnung von 1×10^{-8} bis 2×10^{-9} m/s bestimmt worden. Am Bohrkern hätten sich aber bis in große Tiefen Spuren von Bergwasserführung ergeben. Im Bohrloch habe sich auch ein Bergwasserspiegel bei rund 780 m eingestellt. Das Bergwasser zeige reduzierende Bedingungen und reagiere

mit dem Eisen des Pegelrohres unter Bildung einer schwarzen Eisensulfidausfällung. Dieser Bergwasserspiegel liege um rund 200 m höher als in der Graßbergschuppe und um rund 90 m höher als im südlich anschließenden verkarsteten Otterstock-Abschnitt.

Der gleiche Bergwasserkörper wurde offensichtlich bei der nach N gerichteten Schrägbohrung KB-42/06 in der Göstritz angetroffen. Diese Bohrung sollte nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten die Durchlässigkeitsverhältnisse der Schlagl-Störung in diesem Bereich erkunden. Weiters sollte überprüft werden, ob das gegen Ende der 300 m langen Bohrstrecke erwartete gespannte Bergwasser aus dem nordwestlichen Otterstock hydraulische Verbindungen zur Göstritz-Quelle und dem Bergwasser des Sonnwendsteins aufweise. Wegen der gespannten Grundwasserverhältnisse sei die mit 50° Richtung S angesetzte Bohrung mit aufwändigen Sicherungen (Preventer) ausgestattet worden. Bis Bohrmeter 98 seien Kataklasite und schwarze graphitische Phyllite der Schlagl-Störung erbohrt worden. Darunter seien bis Bohrmeter 200 zellig angelöste Rauhwacken und Kalkbreccien angetroffen worden. Nach einer 25 m starken Störungszone aus Kataklasiten seien bis zur Endteufe von 300 m (= 533 m) Wechselfolgen aus Kalkbreccien und geklüfteten Dolomiten erbohrt worden. Im Bereich zwischen Bohrmeter 160 und 190 (= 600-620 m) sei erstmals gespanntes Bergwasser mit einer Schüttung von rund 0,16 l/s festgestellt worden. Eine Probe vom 8.2.2007 habe 4,4 TU enthalten. Dieser Wert liege deutlich unter den damaligen Niederschlagswerten von rund 7-9 TU und weise auf mehrjährige Aufenthaltszeiten des Bergwassers hin. Im Bereich von Bohrmeter 278-284 (= 543-547 m) sei es zu starken artesischen Austritten mit einer Schüttung von rund 6 l/s gekommen. Eine Probe vom 15.2.2007 habe nur 1,2 TU enthalten, was auf eine sehr lange unterirdische Aufenthaltszeit hinweise. Der statische Grundwasserspiegel sei mit 41,2 m über GOK bestimmt worden, was einer Höhe von rund 766,7 m entspreche. Der Austritt der Göstritzquelle aus dem Sonnwendstein liege deutlich unterhalb dieses Druckspiegels. Ein hydraulischer Bohrlochversuch habe für die verkarsteten Karbonatgesteinsbereiche im Bereich des gespannten Bergwasserzutritts eine sehr hohe Transmissivität von $6,0 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$ erbracht, bzw. eine über die 27 m lange Versuchsstrecke gemittelte Durchlässigkeit von $2,2 \times 10^{-4} \text{ m/s}$. Dies täusche vermutlich geringere Durchlässigkeitsverhältnisse vor, da die eigentlichen Wasserwegigkeiten konzentriert über offene Klüfte und Zerrüttungszonen stattfinden, die von der kleinvolumigen Bohrung möglicherweise nur teilweise erfasst werden. Nach den Bohrlochversuchen sei der Arteser abzementiert und die Bohrung dicht verfüllt worden. Während der Bohrarbeiten seien bei der unterhalb liegenden Quelle Lechner (FS076) laufend quantitative Beweissicherungsmessungen und Beprobungen für Trinkwasseranalysen durchgeführt worden. Es seien aber keine Veränderungen der Quelle festgestellt worden.

Es dürfte sich nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten in diesem Abschnitt um einen isolierten Bergwasserkörper handeln, dem keine bekannten Quellaustritte zugeordnet werden können und der vom südlichen Abschnitt des Otterstocks abgetrennt sei.

Wie die Trennschicht zu den südlich anschließenden verkarsteten Karbonatgesteinen des zentralen Otterstocks mit einem Bergwasserspiegel bei rund 690 m beschaffen ist, sei derzeit nicht bekannt. Sie sei bisher weder erbohrt noch an der Geländeoberfläche angetroffen worden. Sie müsse aber vorhanden sein, da ohne wirksame Trennung die eng benachbarten Bergwasserspiegel mit rund 90 m Höhenunterschied nicht erklärt werden können. Der Bergwasserkörper im zentralen Otterstock sei mit der Bohrung KB-12/08 erschlossen worden. Die Durchlässigkeiten seien offensichtlich im Bereich des Bergwasserspiegels bei rund 690 m sehr hoch, wie die deutlichen Verkarstungsaufweitungen von Klüften und Hohlräumen in dieser Teufe zeigten. Bei Bohrlochversuchen auf Tunnelniveau rd. 200 m darunter habe sich das Karbonatgestein aber mit Durchlässigkeitsbeiwerten im Bereich von 2×10^{-8} bis $2 \times 10^{-10} \text{ m/s}$ sehr undurchlässig erwiesen.

Da Quellaustritte aus dem Otterstock auf seinen Ost- und Südostrand beschränkt sind, sei auch am Ostrand des Otterstocks nahe dem Einschnitt des Otterthaler Baches eine Erkundungsbohrung abgeteuft (KB-18/07) worden. Sie habe den Bergwasserspiegel in stark verkarsteten Karbonatgesteinen bei rund 677 m, also rund 15 m tiefer als im trassennahen westlichen Otterstock erschlossen. Es sei dies das gleiche Niveau wie bei den Quellaustritten entlang dem Ostrand des Otters (FS121, FS136, FS137 usw.).

Die Trinkwasserversorgung von Otterthal erfolge nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten zentral über 2 Quelfassungen (FS121, FS124) aus dem Otterstock. Die „Hansl-Quelle“ (FS121) sei am Fuß einer großen Bergsturzmasse aus der Ostflanke des Großen Otters gefasst. Die Schüttung habe im bisherigen Beobachtungszeitraum zwischen 1,5 und 7 l/s geschwankt. Seit Spätherbst 2009 sei in der Quellsammelstube ein Datensammler eingebaut worden. Die „Quelle West“ (FS124) sei am Südrand des Großen Otters in einer Höhe von rund 700 m gefasst. Die Schüttung habe im bisherigen Beobachtungszeitraum zwischen 0,5 und 10 l/s geschwankt. Seit Oktober 2008 sei an dieser Quelle ebenfalls ein Datensammler eingebaut worden.

Noch tiefer, im Bereich von 655-660 m, würden nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten die starken Quellaustritte beim östlichen Auskeilen der Karbonatgesteine des Otterstocks am Beginn des Fuchsgrabens östlich von Raach liegen. Hier, beim Ursprung des Fuchsgrabenbachs, liege die gefasste Fuchsgrabenquelle (FS300). Mit dem Fassungsbaupunkt würden rund 15 l/s erschlossen. Mehr sei über die verwendeten Fassungsrohre nicht einzuleiten. Deshalb würden in der Umgebung der Fassung an zahlreichen Stellen weitere Quellen austreten. Die Gemeinde Raach habe einen wasserrechtlich bewilligten Konsens zur Entnahme von 4 l/s aus der Quelfassung. Der Rest laufe zusammen mit den ungefassten Austritten über den Fuchsgrabenbach ab. Rund 300 m unterhalb der Fuchsgrabenquelle sei am Fuchsgrabenbach ein Datenlogger an der Abflussmessstelle (FS332) installiert.

Das deutliche Gefälle des Bergwasserspiegels vom westlichen trassennahen Bereich des Otterstocks bei rund 690 m über die Austritte am Ostrand des Großen Otters bei rund 670 m bis zur Fuchsgrabenquelle beim östlichen Auskeilen der Karbonatgesteine des Otterstocks bei rund 655 m könnte nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten ebenfalls auf Unterbrechungen oder dichtende Abtrennungen einzelner Bergwasser-Kompartements, ähnlich wie in der Graßbergschuppe hinweisen. Auch der Austritt der Quelle FS139 an der Ostseite des Großen Otters mehr als hundert Höhenmeter über dem Bergwasserspiegel des Otterstocks im trassennahen Bereich spreche für eine derartige Aufteilung.

Der Otter-Stock besitze entlang seiner Nordseite bis über die Schlaglstörung hinaus keine Oberflächengerinne. Nur entlang der Ostflanke des Großen Otters im Taleinschnitt des Raachtals zwischen Raach und Otterthal beginne ein Überlaufgerinne, der Otterthaler Bach, das bei mehreren Quellaustritten (FS136, FS137, FS138) seinen Ursprung habe. In seinem weiteren Verlauf sei es abschnittsweise verrohrt und im Ortsgebiet von Otterthal bis zur Mündung in den Trattenbach sogar hart verbaut. Es durchlaufe kurz nach seinem Ursprung einen kleineren (Feuchtenhofer) und nordwestlich von Otterthal mehrere große Fischteiche (Hübner). Die Abflussmessstelle (FS128) sei im Frühjahr 2008 zu einer Datenlogger-Messstelle ausgebaut worden.

Im SE sei der Otterstock durch das Tertiärbecken von Kirchberg begrenzt. Mit der Bohrung KB-53/06 sei der Aufbau erschlossen worden. Die tertiäre Beckenfüllung bestehe demnach bei Otterthal bis zu einer Tiefe von rund 120 m aus dichten Konglomeraten und führe nach derzeitigem Kenntnisstand kein Grundwasser. Nur in den obersten Metern sei in den Alluvionen ein lokal begrenzter, gering ergiebiger Porengrundwasserkörper ausgebildet. Wie die Wasserbilanzberechnungen zeigen, fehle ein Teil des im Otterstock theoretisch ablaufenden Wassers. Die Auswertung von geophysikalischen Messungen entlang dem Otterthaler Bach würden Hinweise auf eine oberflächennahe Eindellung der dichten Tertiärbeckenfüllung in der Verlängerung der Bergsturzmasse aus der Ostflanke des Großen Otters (siehe Geologischen Berichtsband) geben. Hier könnte nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten ein unterirdischer Abfluss aus dem Bergwasserkörper des Otters über das Tertiärbecken zum Trattenbach erfolgen.

Eine hydraulisch wirksame westliche Begrenzung des Otterstocks zum Sonnwendstein sei nicht gesichert. Die unterschiedlichen Austrittsniveaus der Quellen aus dem Otterstock und der Göstritzquelle am nordöstlichen Fuß des Sonnwendsteins würden aber eine Trennung entlang dem Göstritzbach vermuten lassen.

Der südliche basale Abschnitt des Otterstocks zum Trattenbachtal hin werde von Abfolgen aus „Alpinem Verrucano“, Serizit-Phylliten und gipsführenden Gesteinen gebildet, die durch Abscherungen versetzt und verstellt seien. Mit den Bohrung KB-13/08 und KB 43/06 sei dieser Abschnitt aufgeschlossen worden.

Hydrogeologisch würden hier wieder weitgehend dichte Verhältnisse mit sehr geringer Durchlässigkeit im Bereich von 1×10^{-11} m/s und geringer Bergwasserführung vorliegen. Allerdings seien Bergwässer wegen der gipshaltigen Gesteine mit hohen Sulfatgehalten zu erwarten.

Westlich des Otterstockes befinden sich nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten die Karbonatgesteine des Sonnwendsteines und des Hirschenkogels. Diese Karbonatgesteine seien durch die Errichtung des Semmering Scheiteltunnels im Rahmen des Projektes S6 Semmering Schnellstraße aufgeföhren worden. Hydrogeologisch zeige sich bei diesen Karbonatgesteinen, dass sich im Bereich des Sonnwendsteines die unterirdische Entwässerung nach N hin ausgerichtet habe, und hier am Kontakt zu den wasserstauenden Gesteinen der Keuperserie eine Reihe von Quellaustritten in Form von Überlaufquellen vorhanden seien. Ein Teil dieser Quellen werde für Trinkwasserzwecke verwendet. Die größte dieser Quellen sei die sogenannte Göstritzquelle (Nr. 541 und 542) die aus einem gefassten und einem ungefassen Quellaustritt bestehe. Die Pichlerquelle (Nr. 538) sei ebenfalls an dieses hydrogeologische System gebunden und trete weiter westlich im Bereich des Ostportales des Semmering Tunnels aus. Beide Quellen würden einen Teil der Trinkwasserversorgungsanlage der Gemeinde Schottwien darstellen. An beiden Quellen seien Datenlogger installiert, an welchen die Parameter Wasserstand, elektrische Leitfähigkeit und Wassertemperatur kontinuierlich gemessen werden. Zudem seien weiterführende Messungen an der Messstelle Übergabeschacht Greis am Ostportal des Semmering Tunnels erfolgt, wo die gesamte im Tunnel anfallende Bergwassermenge in den Greisbach ausgeleitet werde.

Seit 1992 erfolge in der Stollenfassung der Pichlerquelle eine kontinuierliche Aufzeichnung des Wasserstandes, seit dem Jahre 2000 würden auch zusätzlich die Parameter elektrische Leitfähigkeit und Wassertemperatur in hochauflösenden Zeitreihen vorliegen.

Gleiche Auswertungen würden auch für die gefasste Göstritzquelle vorliegen. Am ungefassen Austritt der Göstritzquelle würden seit 1991 monatliche Messungen der Quellschüttung erfolgen.

Die Messung der Gesamtwassermenge aus dem Semmering Tunnel erfolge nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten im Bereich des Ostportals im Bereich Greis. Am Auslauf des Übergabeschachtes, über welchen die gesamten anfallenden Bergwässer abgeföhrt werden, sei im Auftrag der ASFINAG ein Messüberfall errichtet worden. An diesem Messüberfall sei ein Datenlogger installiert, wo in ¼-Stunden Intervallen Wasserstand (Schüttung), elektrische Leitfähigkeit und Wassertemperatur registriert werden. Über eine Abflusshöhen-Wassermengen Beziehung würden die aufgezeichneten Wasserstände wie auch bei der gefassten Göstritzquelle und der Pichlerquelle in Schüttungen umgerechnet.

Für das gegenständliche Projekt werden nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten diese Messungen und Aufzeichnungen weitergeföhrt, und würden somit für die hydrogeologische Beweissicherung sehr wichtige Grunddaten darstellen, da die Messergebnisse bereits über lange Zeiträume vorliegen.

Aus Kirchberg sei im Rahmen des Ersatzwasserprojektes Raach/Otterthal der Anschluss an die sogenannte Bauernwiesquelle (FS561) geplant. Die Leitungsverlegung dazu sei weitgehend im Bereich des öffentlichen Straßennetzes erfolgt, weshalb für diesen Bereich aus hydrogeologischer Sicht nur eine geringe Beeinflussungssensibilität abgeleitet werde. Nur im letzten Abschnitt würden südlich von Raach Grabungsarbeiten abseits der Straße erfolgen. Der Festgesteinsuntergrund in diesem Bereich werde von den verkarsteten karbonatischen Festgesteinen des Otterstockes aufgebaut, weshalb dieser Abschnitt mit einer hohen Sensibilität bewertet wird.

Für das derzeitige Monitoring-Programm über den Abschnitt des Otterstockes seien sieben Bachmessstellen (FS128, FS135, FS146, FS157, FS158, FS182, FS332), davon zwei Messstellen mit Datenloggern (FS128, FS332), 8 gefasste Quellen (FS121, FS123, FS124, FS139, FS144, FS300), davon drei mit Datensammlern (FS121, FS124, FS300), zwei ungefaste Quellen (FS329, FS334) und vier Pegelbohrung (KB18/07, KB12/08, KB13/08, KB40/08) ausgewählt worden. Dazu würden noch die beiden Gemeindequellen von Kirchberg am Wechsel (FS561 und FS562 + FS563) kommen, weil aus der Bauernwiesquelle (FS561) die Ersatzversorgung für Otterthal und Raach geplant wird.

Zusammenfassende Beurteilung der Beeinflussungssensibilität im Ist-Zustand

Innerhalb des tiefgreifenden verkarsteten Karbonatgesteinszugs des zentralen Otterstocks werden nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten hohe Bergwassermengen prognostiziert. Durch die guten Durchlässigkeiten im Untergrund seien weitreichende Bergwasserspiegelabsenkungen zu erwarten. Es seien viele Quellen mit z.T. hohen Gesamtschüttungen in diesem Teilraum situiert. Einige davon würden für kommunale Trinkwasserversorgungen verwendet.

Zusammenfassend werde diesem Teilraum daher ebenfalls eine „hohe“ Sensibilität zugeordnet.

Teilraum Gloggnitz - Otterstock

Bergwassermenge l/s:	> 50 - 200 l/s
Anzahl bestehender Quellen:	viele Quellen mit hoher Gesamtschüttung
Menge Porengrundwasser:	kein bedeutender Porenaquifer vorhanden
Anzahl kommunaler TWVA:	einige
Grundwasserabsenkungen:	weitreichende Absenkungen
Beeinflussungssensibilität:	hoch

1.2.8.4 Teilraum Trattenbach

Tunnelabschnitt Wechselschiefer

Der Abschnitt der Wechselschiefer im Bereich des Trattenbachtals südlich des Otterstocks werde nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten durch weitgehend dichte Gesteine bestimmt. Die Bohrung KB-14/08 habe auf Tunnelniveau sehr geringe Durchlässigkeiten im Bereich von 7×10^{-10} m/s erbracht.

Die Entwässerung würde hier zum überwiegenden Teil oberflächlich über Bäche erfolgen. Nur ein geringer Teil bilde lokal begrenzte Porengrundwasserkörper in der Hangschutt- und Verwitterungsschwarte dieses Gebietes aus. In den verstreuten Siedlungen würden zahlreiche Einzelversorgungen aus kleinen Quellfassungen derartiger oberflächennaher Grundwasserkörper bestehen. Die Schüttungen würden durchwegs deutlich unter 1 l/s, die Leitfähigkeiten seien wegen des kristallinen Gesteinsbestandes eher niedrig.

Für das derzeitige Monitoring-Programm über diesen Teilabschnitt seien ein Bach (FS231), zwei gefasste Quellen (FS154, FS181) und eine Pegelbohrung (KB 14/08) ausgewählt worden.

Tunnelabschnitt Wechselgneise

Der große Abschnitt durch den Wechselgneis bis zur Landesgrenze werde nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten durch weitgehend dichte Gesteine bestimmt. Die Bohrungen KB-15/08 bis KB-21/08 seien zur Erkundung dieses Abschnitts abgeteuft worden.

Bohrlochversuche hätten auf Tunnelniveau nur sehr geringe Durchlässigkeiten zwischen 3×10^{-8} m/s und 5×10^{-11} m/s erbracht. Bei einzelnen Bohrungen seien bis in große Tiefen artesische Wasserzutritte mit Druckhöhen über der GOK registriert worden. Die Fließraten seien aber nur bei 1-2 l/min (KB-17/08) gelegen.

Ähnlich wie im vorigen Abschnitt der Wechselschiefer erfolge nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten die Entwässerung auch hier zum überwiegenden Teil oberflächlich über Bäche. Nur ein geringer Teil des Niederschlags bilde lokal begrenzte Porengrundwasserkörper in der Hangschutt- und Verwitterungsschwarte dieses Gebietes aus. In den verstreuten Siedlungen würden zahlreiche Einzelversorgungen aus kleinen Quellfassungen derartiger oberflächennaher Grundwasserkörper bestehen. Die Schüttungen würden durchwegs deutlich unter 1 l/s liegen, die Leitfähigkeiten seien wegen des kristallinen Gesteinsbestandes eher niedrig.

Auffallend seien die starken niederschlagsbedingten Schüttungsschwankungen, die durch das oberflächennahe Einzugsgebiet bedingt sind.

Für das derzeitige Monitoring-Programm über diesen Teilabschnitt seien acht Bachmessstellen (FS127, FS232, FS238, FS547, FS548, FS549, FS550, FS551), davon eine mit einem Datenlogger (FS127), sechs gefasste Quellen (FS400, FS401, FS417, FS454, FS552, FS559), drei ungefasste Quellen (FS555, FS556, FS557) und fünf Pegelbohrung (KB15/08, KB17/08, KB18/08, KB20/08, KB21/08) ausgewählt worden.

In diesem Teilraum komme nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten auch der Baulüftungsschacht Trattenbachbachgraben und der zugehörigen Baustelleneinrichtungsfläche zu liegen. Der Schacht werde in eher gering durchlässigen Lockergesteinen und gering durchlässigen Festgesteinen abgeteuft. Die Baustelleneinrichtungsfläche befinde sich ebenfalls in gering durchlässigen Lockersedimenten, weshalb sich aus dem Schachtstandort als auch der zugehörigen Baustelleneinrichtungsfläche nur eine geringe Beeinflussungssensibilität ergebe.

Zusammenfassende Beurteilung der Beeinflussungssensibilität im Ist-Zustand

Der gesamte Wasserablauf der beiden Tunnelabschnitte erfolge nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten oberflächlich bzw. oberflächennah. Sämtliche Wassernutzungen würden daher ihr Quellwasser aus lokal begrenzten oberflächennahen Porengrundwasserkörpern mit kurzen unterirdischen Aufenthaltszeiten beziehen.

Der tiefere Felsuntergrund habe sich bei den hydraulischen Versuchen in den Erkundungsbohrungen als weitgehend dicht mit nur sehr geringen Durchlässigkeitsbeiwerten erwiesen.

Zusammenfassend werde dem Teilraum „Trattenbach“ daher eine niedrige Beeinflussungssensibilität im Ist-Zustand zugeordnet.

Teilraum Trattenbach

Bergwassermenge l/s:	> 10 - 50 l/s
Anzahl bestehender Quellen:	zahlreiche Quellen mit geringer Gesamtschüttung
Menge Porengrundwasser:	kein bedeutender Porenaquifer vorhanden
Anzahl kommunaler TWVA:	einige
Grundwasserabsenkungen:	unbedeutende Absenkungen im unmittelbaren Tunnelbereich
Beeinflussungssensibilität:	gering

1.2.8.5 Teilraum Fröschnitzgraben

Wechselgneis und Wechselschiefer im Bereich Fröschnitzgraben

Der große Abschnitt durch den Wechselgneis werde nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten durch weitgehend dichte Gesteine bestimmt. Zur Erkundung dieses Abschnitts seien die Bohrungen KB-15/08 bis KB-21/08 auf niederösterreichischer Seite und KB-22/08 und KB-23/08 auf der steirischen Seite abgeteuft worden.

Nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten hätten die Durchlässigkeitsversuche in den Wechselgneisen nicht nur in den tieferen Teufenabschnitten der Bohrungen KB-22/08 und KB-23/08 sehr geringe Durchlässigkeiten ergeben. Auch die Versuche in den Bohrungen, die im Untergrund die Wechselschiefer aufschlossen hätten, hätten dichte Verhältnisse gezeigt. Vor allem auch innerhalb der Gesteinseinheiten der Wechselschiefer seien sehr viele, vor allem kleine und kleinste Quellaustritte vorhanden, was eindeutig darauf hinweise, dass ein Großteil der Grundwässer nur sehr oberflächennah abfließe und keine großen Wassermengen tiefgründig entwässern. Die meisten Quellen würden aufgrund ihrer geringen Schüttung auf kleine Einzugsgebiete hinweisen. Dies werde auch durch die geringen elektrischen Leitfähigkeitswerte der höher gelegenen Quellwässer bestätigt. Die oberflächennahe Zirkulation werde auch durch die größtenteils niedrigen Wassertemperaturen (< 5°C) zur Zeit der Aufnahme belegt. Die Aufnahme sei vorwiegend im Oktober / November 2005 erfolgt, wo die Lufttemperaturen um bzw. knapp über den Gefrierpunkt lagen.

Im Zuge der hydrogeologischen Dauerbeobachtungsmessungen habe sich bislang gezeigt, dass speziell bei Schüttungsanstiegen es immer wieder zu Leitfähigkeitseinbrüchen gekommen sei, was ebenfalls auf oberflächennahe Entwässerungsdynamiken hinweise.

Im hinteren Abschnitt des Fröschnitzgrabens sei auch eine Abflussmessstelle des hydrogeologischen Dauermessprogramms samt Datenloggerausstattung situiert. Aufgrund der starken Geschiebeführungen sei diese Messstelle bereits 2-mal verlegt worden. Derzeit befinde sich diese Messstelle im Bereich des Gasthof Postls. Die Daten des Wasserstandes und der Wassertemperatur werden in ¼- stündlichen Intervallen gemessen und vor Ort aufgezeichnet. Bei den monatlichen Messdurchgängen und Probennahmen würden an allen Datenloggermessstellen die Daten ausgelesen.

Speziell im Winter würde es immer wieder durch Eisbildungen Datenlücken kommen, da einerseits die Sonden einfrieren und andererseits auch das Bachprofil oft nicht mehr zugänglich sei.

In diesem Teilraum sei auch der Zwischenangriff Fröschnitzgraben innerhalb der kristallinen Gesteine der Wechseleinheit geplant. Im Untergrund können nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten in diesem Abschnitt lokal artesische Verhältnisse auftreten, wie auch anhand der Bohrung KB-24/08 am Schachtstandort nachgewiesen worden sei.

Im hinteren Grabenabschnitt des Dürrgrabens sei eine Vielzahl an gefassten Quellen gelegen, die einen Teil der Trinkwasserversorgungsanlage der Gemeinde Semmering darstellen. Die Vielzahl der Quellen und Schüttungsschwankungen würde anzeigen, dass der überwiegende Anteil der Grundwasserführung in diesem Abschnitt sehr oberflächennah stattfindet. Durchlässigkeitsversuche an der Bohrung KB-01/06 hätten zwischen 200-300 m sehr schlechte Durchlässigkeiten erbracht.

Permomesozoikum und Deckengrenze im Bereich Fröschnitzgraben

Entlang der Deckengrenze seien nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten gut wasserwegige Karbonatgesteine eingeschaltet. Entlang dieser Einschaltungen seien verbesserte Wasserwegigkeiten im Untergrund vorhanden. Zudem würden Quellwässer, die an diese Karbonatgesteine gebunden sind, höhere elektrische Leitfähigkeiten anzeigen. Es zeige sich aber, dass auch kurzfristig im Untergrund gespeicherte Grundwässer an der Quellschüttung dieser Quellen vorhanden seien. Die Quelle JRN483 sei am Grabenausgang des Longsgraben gelegen und entwässere offensichtlich Karbonatgesteine, die in diese Deckengrenze eingeschuppt sind. Die vergleichbar hohen Leitfähigkeiten würden dies anzeigen. Der Rückgang der elektrischen Leitfähigkeit zum Zeitpunkt der Schneeschmelze 2009 lasse kurz gespeicherte Abflusskomponenten vermuten.

Weiter südlich dieser Quelle seien drei weitere Quellen gelegen (JRN463-465), die ebenfalls erhöhte Leitfähigkeiten aufweisen und ebenfalls Karbonatgesteine entwässern. Die Quellen würden seehöhenmäßig deutlich höher als die Quelle JRN483 liegen, weshalb hydraulisch abgekoppelte Entwässerungssysteme entlang der eingeschuppten Karbonatgesteine denkbar erscheinen.

Für einige dieser Quellen, die an diese Karbonatgesteinseinschaltungen gebunden sind und in einer Nahelage zur geplanten Tunneltrasse liegen, können nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten mögliche Auswirkungen nicht ausgeschlossen werden. Ersatzmaßnahmen durch Neufassung von lokalen Quellen bzw. Nutzung von bereits bestehenden Quellen würden für diese möglichen Auswirkungen in Frage kommen.

Weiter grabenauswärts seien die verkarsteten Karbonatgesteine des Erzkogels gelegen. Diese Karbonatgesteine würden aber nicht mit den Karbonatgesteinseinschaltungen im Bereich der Deckengrenze zusammenhängen. An die Karbonatgesteine des Erzkogels seien zwei große Karstquellen gebunden. Die Erzkogelquelle stelle zudem einen Teil der Trinkwasserversorgungsanlage der Gemeinde Spital am Semmering dar. Diese Quelle entspringe an der orographisch rechten Seite der Fröschnitz. Die andere Quelle sei die sogenannte Siebenbrunnquelle und entspringe an der orographisch linken Talseite. Die Siebenbrunnquelle sei gefasst und habe früher ebenfalls der Trinkwasserversorgung der Gemeinde Spital am Semmering gedient. Wegen Qualitätsproblemen in Zusammenhang mit Trübungseinbrüchen habe diese Quelle vor langem bereits von Netz genommen werden müssen.

Aus Detailuntersuchungen 1994 sei bekannt gewesen, dass das Einzugsgebiet der Erzkogelquelle am Erzkogel und vor allem im Dürrgraben zu suchen sei. Der Oberflächenabfluss des Dürrgrabens versickere zur Gänze beim Durchfließen der Karbonatgesteine. Ein Markierungsversuch habe eindeutig den Zusammenhang mit der Erzkogelquelle ergeben. Die

Siebenbrunnquelle habe sich damals nicht im Untersuchungsprogramm befunden, welches ausschließlich auf die orographisch rechte Talseite der Fröschnitz und dem Grabenausgang des Dürrgrabens ausgerichtet war.

Aus alten Aufzeichnungen der Siebenbrunnquelle sei hervorgegangen, dass bakteriologische Belastungen des Quellwassers immer wieder in Zusammenhang mit Trübungseinbrüchen standen. Da angedacht war, das Wasser der Siebenbrunnquelle durch entsprechende Adaptierungsarbeiten wieder für Trinkwasserzwecke zu verwenden, sei es notwendig gewesen, entsprechende Detailuntersuchungen durchzuführen.

Im Sommer 2008 seien zu mehreren Zeiten Trübungseinbrüche, die in Zusammenhang mit Starkniederschlagsereignissen einhergingen, gemessen und auch vor Ort beobachtet worden. Die Vermutung eines unmittelbaren Einflusses der Fröschnitz sei nahe gelegen. Am 4.8.2008 hätten nachmittags Gewitterniederschläge zu einem starken Anstieg der Wasserführung in der Fröschnitz geführt. Zeitgleich seien auch im Wasser der Siebenbrunnquelle Trübungen registriert worden. Eine Begehung vor Ort habe gezeigt, dass sich durch die starke Wasserführung der Fröschnitz Fröschnitzwasser bis in die Quellstube zurückgestaut hatte. Jedoch sei aber auch beobachtet worden, dass das zufließende Wasser am Quellzulauf in der Stollenfassung Trübungen aufwies.

Anhand der nachträglich ausgewerteten Datenloggerdaten habe deutlich beobachtet werden können, dass bei deutlichen Schüttungsanstiegen auch immer Trübungseinbrüche registriert wurden. Zudem könne auch aus den Daten abgelesen werden, dass die Trübungseinbrüche nur sehr kurzfristig auftraten und meistens nach mehreren Stunden bis max. 1 Tag wieder abgeklungen waren. Ein Zusammenhang mit der Fröschnitz sei auf Basis dieser Daten sehr somit wahrscheinlich gewesen. Aufgrund der raschen Trübungseinbrüche einhergehend mit Schüttungsanstiegen habe sich die Frage gestellt, ob nicht generell ein ständiger Zusammenhang zwischen der Fröschnitz und dem Quellwasser der Siebenbrunnquelle bestehe.

Aus diesem Grund sei im November 2008 ein Markierungsversuch an der Fröschnitz durchgeführt worden. Dabei sei das Wasser der Siebenbrunnquelle, der gefassten Erzkogelquelle und einer ungefassten Quelle, die in Nahelage zur Erzkogelquelle ebenfalls orographisch rechts situiert ist, beprobt worden. Dabei sei sehr deutlich erkennbar, dass auch zu Niedrigwasserzeiten ein Zusammenhang zwischen der Fröschnitz und dem Quellwasser der Siebenbrunnquelle bestehe. Da das zeitliche Auftreten des eingesetzten Farbstoffes (Uranin) bereits nach einigen Stunden erfolgte, sei aus fachlicher Sicht zu empfehlen, das Wasser dieser Quelle in Zukunft nicht für Trinkwasserzwecke zu verwenden.

An den beiden anderen Quellen (gefasste und ungefasste Erzkogelquelle) sei kein Farbstoff nachgewiesen worden. Durch den unmittelbaren Tunnelvortrieb bestehe keine Gefahr einer Auswirkung auf diese Quellen.

In diesem Teilraum komme nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten auch der Zwischenangriff Fröschnitzgraben mit zwei Schächten und einer zugehörigen Baustelleneinrichtungsfläche zu liegen. Die Schächte würden in eher gering durchlässigen Lockergesteinen und Festgesteinen abgeteuft. Die Baustelleneinrichtungsfläche befände sich ebenfalls in gering durchlässigen Lockersedimenten an der orographisch linken und rechten Talseite. Sowohl den Schächten als auch der Baustelleneinrichtungsfläche würden geringe Beeinflussungssensibilitäten zuerkannt.

In einem orographisch linken Seitengraben des Fröschnitztales sei im sogenannten Longsgraben geplant, Tunnelausbruchmaterial zu deponieren. In diesem Graben im Bereich der Deponie seien nur eine Reihe von ungefassten Quellen und Feuchtstellen gelegen, ebenfalls befände sich in diesem Graben kein ausgeprägter oder nennenswerter Grundwasserkörper. Sowohl der zugehörigen Baustraße Longsgraben, als auch dem geplanten Förderband sowie auch dem Longsgraben selbst werde daher nur eine geringe Beeinflussungssensibilität zugeordnet.

Als Baustraße zur Deponie werde nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten weitgehend eine bestehende Forststraße nach entsprechenden Umbauarbeiten verwendet. Nur ein kurzer Abschnitt müsse neu errichtet werden. Die geplante Straßenführung erfolge in einem hydrogeologischen Umfeld (sehr schlecht wasserwegige Gesteine im Untergrund, schlecht wasserwegige Lockerüberlagerung, wenig Quellen, kein ausgebildeter Grundwasserkörper, nur lokale Hanggrundwasserabflüsse), welches eine geringe Beeinflussungssensibilität ableiten lässt.

Der Transportweg in den Fröschnitzgraben erfolge über die Baustraße Steinhaus (für Zwischenangriffspunkt Fröschnitzgraben, Deponie Longsgraben). Für diese Baustraße werde ebenfalls weitgehend ein bestehender Forstweg nach entsprechenden Umbauarbeiten verwendet. Einerseits verlaufe die Baustraße im Süden z.T. über einem Untergrund, der aus verkarsteten, sehr gut wasserwegigen und wasserführenden Karbonatgesteinen aufgebaut wird, andererseits verlaufe die geplante Baustraße Steinhaus durch die Schutzzone II der sogenannten Erzkogelquelle (JRN933), die einen Teil der bestehenden Trinkwasserversorgung von Spital am Semmering darstelle. Im Norden der Straßenführung würden eher gering bis mäßig wasserwegige Lockersedimente sowohl an den Hängen als auch in der Talniederung prognostiziert. Quellen oder Brunnen oder auch Nutzungen seien in diesem Abschnitt nicht bekannt. Zudem würden in diesem Abschnitt auch vor kurzem die Grabungsarbeiten im Zuge der Erdgasverlegung erfolgen. Zusammenfassend könne daher für die Baustraße Steinhaus ausgesagt werden, dass für den südlichen Abschnitt im Bereich der wasserführenden Karbonatgesteine eine hohe Sensibilität ausgesprochen werde. Im nördlichen Abschnitt außerhalb der angesprochenen Karbonatgesteine gehe die Prognose nur von einer geringen Sensibilität aus.

Im Zuge eines bereits teilweise realisierten Ersatzwasserprojektes Spital am Semmering seien Trinkwasserleitungen neu zu verlegen. Die Verlegung der Leitungen aus dem Quellbereich der Ziereckquellen (223a, 223b und 224) würden dort erfolgen, wo bereits bestehende Trinkwasserleitungen verlegt seien. Einerseits würden die Grabungsarbeiten innerhalb von gering wasserwegigen Gesteinseinheiten der Keuperserie erfolgen, andererseits Karbonatgesteine gequert, die bereits im Untergrund durch den Tunnel Steinhaus aufgeföhren wurden. Somit könne dieser Abschnitt mit einer geringen Sensibilität beurteilt werden.

Semmeringkristallin - Gneis-Grüngesteins-Folge (Bereich Hocheck)

In der Gneis-Grüngesteins-Folge seien nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten zumindest oberflächennah etwas bessere Wasserwegigkeiten im Festgesteinsuntergrund wie in den Wechselabschnitten und der nachfolgenden Glimmerschiefer-Folge zu erwarten. In den tiefen Abschnitten auf Trassenniveau hätten jedoch die Bohrlochversuche gezeigt, dass mit sehr schlechten Durchlässigkeiten zu rechnen sei. Somit sei auch davon auszugehen, dass ein Großteil der unterirdischen Entwässerung nur sehr oberflächennah stattfindet.

Auswirkungen des Tunnelvortriebes in dieser Gesteinsfolge bis an die Oberfläche würden nach Ansicht der (hydrogeologischen) Projektanten aufgrund der geringen Durchlässigkeiten und der hohen Tunnelüberlagerungen nicht erwartet.

Im Zuge von detaillierten Profilmessungen am Kaltenbach habe sich im Winter gezeigt, dass die an der orographisch rechten Talseite zutretenden Wässer etwas höhere Mineralisierungen aufwiesen als diejenigen Wässer, die an der orographisch linken Talseite, also bereits aus den Einzugsgebieten der Glimmerschiefer-Folge, zutreten. Der Grund dafür dürfte nach Ansicht der (hydrogeologischen) Projektanten im unterschiedlich lithologischen Aufbau der Gesteine zu suchen sein. So sei der Calcit-Dolomit-Gehalt in der Gneis-Grüngesteins-Folge höher als in der Glimmerschiefer-Folge. Die im Vergleich dennoch gering mineralisierten Wässer würden nicht zwingend einen Zusammenhang mit mächtigeren Karbonatgesteinen benötigen.

Im vorderen Abschnitt des Kaltenbaches sei auf der orographisch rechten Seite die Quelle JRN878 situiert. Für die oberflächennahe Entwässerung würden auch hier erneut die Leitfähigkeitseinbrüche infolge von Schüttungsanstiegen sprechen

Im hintersten Abschnitt des Kaltenbaches sei an der Quelle JRN814, der Wasserversorgung des Alois-Günther-Hauses, ein Datenlogger installiert. Die gemessenen Daten würden zeigen, dass es in den Wintermonaten immer wieder zu einem Trockenfallen der Quelle komme. Die sehr geringen Leitfähigkeiten würden auch anzeigen, dass die Quellwässer nur sehr kurz im Untergrund gespeichert sein können, was auch durch das Verhältnis Schüttungsminimum zu Schüttungsmaximum belegt sei. Sehr wichtig sei aus Beweissicherungsgründen, dass bereits vor Baubeginn, diese Quelle aus natürlichen Gründen trocken falle.

Am Grabenausgang in Spital knapp vor der Einmündung des Kaltenbaches in die Frörschnitz sei eine Abflussmessstelle mit Datenloggerausstattung errichtet worden. Wie auch bei den anderen Oberflächenabflussmessstellen seien die Spitzenwassermengen mit gewissen Unsicherheiten behaftet, da die Schlüsselkurve (Wasserstand-Abflussbeziehung) in den sehr hohen Wasserstandsbereichen meistens nicht durch Messungen abgedeckt sei. Ebenso würden auch im Winter durch Eisstau und mitgeführte Schneemassen Unsicherheiten in den Aufzeichnungen bestehen und nicht korrigierbare Wasserstände vorhanden sein.

Semmeringkristallin - Glimmerschiefer-Folge (Bereich Hühnerkogel)

Innerhalb der Gesteine der Glimmerschiefer-Folge sei aus hydrogeologischer Sicht davon auszugehen, dass der überwiegende Anteil des Grundwassers nur sehr seicht und oberflächennah abfließe. Sehr tiefe Entwässerungsbahnen im Festgesteinsuntergrund würden nicht erwartet. Die Durchlässigkeitsversuche in den Bohrungen hätten auf Trassenniveau dichte Verhältnisse erbracht.

Im Einzugsgebiet des Kaltenbaches sei in den Gesteinseinheiten der Glimmerschiefer-Folge u.a. die Sonnwinkelquelle JRN921 gelegen, die die Trinkwasserversorgung für eine Reihe von Häusern im Kaltenbachgraben darstelle. Im Sammelbehälter dieser Quelle sei ein Datenlogger installiert worden, um die Parameter Wasserstand, Wassertemperatur und elektrische Leitfähigkeit kontinuierlich zu messen.

Immer wieder komme zu Überstauphänomenen von mehreren cm, die die Erstellung eines Pegelschlüssels sehr erschweren. Für Grundwässer können in diesen Bereich entsprechend schlechte Speichereigenschaften abgeleitet werden. Zudem könne weiters prognostiziert werden, dass in Bereichen, in denen derartige Gesteine vom Tunnel aufgeföhren werden, kaum nennenswerte Bergwasserzutritte bestehen werden und darüber hinaus auch keine Auswirkungen an der Oberfläche zu erwarten sind.

Sehr interessante Austritte in Form von Drainagen würden sich direkt in Spital am Semmering im Schuttkörper des Kaltenbaches finden. Diese hätten in Summe für kristalline Abschnitte hohe Schüttungen erbracht, und würden sehr hohe Gesamtmineralisierungen aufweisen. Derart hohe Gesamtmineralisierungen bei elektrischen Leitfähigkeiten von $> 700 \mu\text{S}/\text{cm}$ können nur geogen und in Zusammenhang mit Karbonatgesteinen erklärt werden. Die hydrochemischen Analysen hätten hohe Gehalte an Calcium, Hydrogenkarbonat und auch Sulfat erbracht. Das Wasser der Frörschnitz habe bei Profilmessungen im Jänner 2009 knapp vor diesen Zutritten elektrische Leitfähigkeiten von etwa $335 \mu\text{S}/\text{cm}$ erbracht.

Als mögliches Herkunftsgebiet dieser Wässer komme nach Ansicht der (hydrogeologischen) Projektanten einerseits die Karbonatgesteine, die östlich von Spital im Bereich des Hasentales unter das Semmering Kristallin abtauchen, in Betracht. Diese Karbonatgesteine seien auch in den Bohrungen KB-30/08 und KB-31/08 im Untergrund angetroffen worden. Aufgrund dieser Tatsache sei die Trasse nach Süden verschwenkt worden, um diese wasserführenden Karbonatgesteine zu umgehen. Andererseits würden aber auch die Karbonatgesteine als mögliches Einzugsgebiet in Frage kommen, die im Bereich Steinhaus-Spital innerhalb der Keuperserie eingeschuppt sind. Unmittelbar nordöstlich dieser Drainageaustritte würden Karbonatgesteine anstehen. Die erhöhten Sulfatgehalte würden für ein Einzugsgebiet in diesem Bereich sprechen. Für die Linienführung des Tunnels bedeute das Verschwenken nach S auf Basis des angefertigten geologischen Modells, dass die derzeitige Trasse diese Karbonatgesteine im Untergrund nicht antreffen werde.

Im Zuge eines bereits teilweise realisierten Ersatzwasserprojektes Spital am Semmering seien auch Trinkwasserleitungen im Bereich Kaltenbachgraben neu zu verlegen. Hier sei geplant, an der orographisch linken Grabenseite einen neuen Hochbehälter zu errichten. Um diesen Hochbehälter anspeisen zu können, seien zusätzliche Leitungsverlegungen geplant. Dabei würden die geplanten Grabungsarbeiten weitgehend innerhalb von gering wasserwegigen Lockersedimenten der Glimmerschiefer Serie teilweise im Nahebereich und auch in verbauten Gebieten erfolgen. Zusätzlich hätten in diesem Bereich auch die Grabungsarbeiten zur Verlegung der Erdgasleitung erfolgt. Im Abschnitt der geplanten Grabungsarbeiten sei nur eine gefasste Quelle bekannt. Diese geplanten Grabungsarbeiten würden daher mit einer geringen Sensibilität beurteilt.

Zusammenfassend könne nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten festgehalten werden, dass die Kristallin-gebiete durch sehr oberflächennahe Wasserzirkulation gekennzeichnet sind. Tiefzirkulierende, auf Trassenniveau reichende größere Grundwassersysteme seien nicht zu erwarten. Die oberflächennahe Entwässerung sei teilweise auch im Zusammenhang mit kleinräumigen Massenbewegungen zu sehen. Dies könne vor allem im Bereich nördlich von Hinterleiten zur Fröschnitz hin festgestellt werden.

Zusammenfassende Beurteilung der Beeinflussungssensibilität im Ist-Zustand

Hinsichtlich der Beeinflussungssensibilität dieses Teilraumes werde zusammenfassend festgestellt, dass der überwiegende Anteil der Grundwasserbewegung hauptsächlich auf die oberflächennahen Bereiche beschränkt sei und daher viele Quellen mit geringer Schüttung vorhanden seien, wie es für derartige hydrogeologische Räume durchaus charakteristisch sei. Entlang der Deckengrenze mit eingeschuppten Karbonatgesteinen seien erhöhte Bergwassermengen vorstellbar. Obwohl hier größere Bergwassermengen prognostiziert werden, würden sich ob der hydrogeologischen Modellvorstellung keine weitreichenden Bergwasserspiegelabsenkungen einstellen. Mit Ausnahme der Erzkogelquelle und den Quellen im Dürrgraben der Gemeinde Semmering seien keine kommunalen Trinkwasserversorgungen in diesem Teilraum gelegen. Zudem sei kein bedeutender Porenaquifer vorhanden.

Aus diesen Gründen werde diesem Teilraum eine „mittlere“ Sensibilität eingeräumt.

Teilraum Gloggnitz - Fröschnitzgraben

Bergwassermenge l/s:	> 50 - 200 l/s
Anzahl bestehender Quellen:	zahlreiche Quellen mit geringer Gesamtschüttung
Menge Porengrundwasser:	kein bedeutender Porenaquifer vorhanden
Anzahl kommunaler TWVA:	einige
Grundwasserabsenkungen:	lokal begrenzte Absenkungen
Beeinflussungssensibilität:	mittel

1.2.8.6 Teilraum Grautschenhof

Semmeringkristallin - Grobgnais und Querung Fröschnitztal

Der Porengrundwasserkörper im Bereich des Fröschnitztales besitze nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten aufgrund der schlechten Durchlässigkeiten keine nennenswerte wasserwirtschaftliche Bedeutung. Innerhalb der Gesteine der Grobgnaisfolge müsse mit tiefer reichenden Auflockerungen und dadurch verbesserten Wasserwegigkeiten im Untergrund gerechnet werden. Mögliche hydraulische Zusammenhänge zwischen dem Porenaquifer und einem darunter vorhandenen Kluftaquifer seien nicht zur Gänze ausgeschlossen. Sollten hydraulische Zusammenhänge bis auf Trassenniveau bestehen, seien diese nur sehr lokal.

Einerseits seien geringfügige mögliche Auswirkungen in der unmittelbaren Querung des Fröschnitztales (im Bereich der Grundwassermessstelle KB-35/08) nicht auszuschließen, andererseits können auch Auswirkungen auf Quellen im Bereich des Unterlaufes des Sommeraugrabens und unmittelbar westlich im Bereich der Trasse nicht ausgeschlossen werden.

Nach der endgültigen Festlegung der Trasse sei der Datenlogger am Auersbach abgebaut und im September 2009 am Unterlauf des Sommeraugrabens installiert worden.

In diesem Teilraum sei auch der Zwischenangriff Grautschenhof geplant. Dieser sehe vor, dass über einen Zugangsstollen die Trasse der beiden Röhren des Semmering Basistunnels erreicht wird.

Der Zugangsstollen werde nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten neben einer kurzen Strecke in der Lockerüberlagerung Gneise und Störungsgesteine auffahren. Die Gneise können in diesem Bereich vor allem auch durch die geringen Überlagerungen bedingt gute Durchlässigkeiten aufweisen, wie dies auch im Rahmen der hydraulischen Bohrlochversuche nachgewiesen habe werden können (kf bis zu $\sim 1 \cdot 10^{-5}$ m/s). Deshalb würden hier vermehrt Kluftwas-

serführungen sowohl bei der Errichtung des Zugangsstollens als auch bei der Errichtung des Haupttunnels prognostiziert. Deshalb seien auch in diesem Teilraum mehrere mögliche Auswirkungen an der Oberfläche prognostiziert worden. Dennoch hätten die hydraulischen Zusammenhänge im Festgesteinsuntergrund nur lokalen Charakter. Auf Basis der Beurteilungen des Haupttunnels werde sowohl für den Bereich der Baustelleneinrichtungsfläche als auch den Abschnitt des Zugangsstollens nur eine geringe Sensibilität prognostiziert. In diesem Zusammenhang sei auch erwähnt, dass im Bereich der geplanten Baustelleneinrichtungsfläche in Längsrichtung vor kurzem die Grabungsarbeiten zur Verlegung der Erdgasleitung stattgefunden hätten.

Der Baulüftungsschacht Sommerau samt zugehörigen Baustelleneinrichtungsflächen befinde sich nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten ebenfalls in diesem Teilraum. Im Bereich des Schachtes müsse entlang der prognostizierten Grobgnese und Störungsgesteine immer wieder mit einer lokalen Kluftwasserführung gerechnet werden. Innerhalb der Lockersedimente sei kein wasserwirtschaftlich bedeutender Grundwasserkörper ausgebildet, Nutzungen seien in diesem Bereich keine bekannt. Aufgrund dieser Beschreibungen sowie der Nähe zur Schnellstraße wird der Bereich um den Baulüftungsschacht und der zugehörigen Baustelleneinrichtungsfläche mit einer geringen Sensibilität bewertet.

Die am Grabenausgang des Wallersbach gelegen Quellen und Brunnen würden ihr Einzugsgebiet innerhalb des Schwemmkegels des Wallersbaches besitzen und daher oberflächennah entwässern. Der Tunnelvortrieb greife in diesen Schwemmkegel nicht ein. Hydraulische Zusammenhänge zu den generell schlecht durchlässigen Festgesteinen im Untergrund können nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten ausgeschlossen werden.

Zusammenfassende Beurteilung der Beeinflussungssensibilität im Ist-Zustand

Kommunale Trinkwasserversorgungsanlagen seien nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten in diesem Teilraum nicht vorhanden, ebenso könne dieser Teilraum auch nicht als wasserwirtschaftliches Hoffungsgebiet auf regionaler Basis bezeichnet werden. Aufgrund dieser Umstände werde dieser Teilraum mit einer „geringen“ Beeinflussungssensibilität beurteilt.

Teilraum Grautschenhof

Bergwassermenge l/s:	>0 - 50 l/s
Anzahl bestehender Quellen:	zahlreiche Quellen mit geringer Gesamtschüttung
Menge Porengrundwasser:	kein bedeutender Porenaquifer vorhanden
Anzahl kommunaler TWVA:	keine
Grundwasserabsenkungen:	lokal begrenzte Absenkungen
Beeinflussungssensibilität:	gering

1.2.8.7 Teilraum Mürzzuschlag

Permomesozoikum und Semmeringkristallin im Bereich Wallersbachgraben-Mürzzuschlag und anschließende Freilandstrecke

Nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten könne für die Beschreibung des Abschnittes nach der Querung des Fröschnitztales bis in den Portalbereich Mürzzuschlag (Karbonatbereich I - Bezeichnung im Projekt Errichtung Begleitstollen) aus fachlicher Sicht bereits auf die Erkenntnisse aus dem Begleitstollen zurückgegriffen werden. Während sich das Semmering Kristallin (Quarzphyllite) in diesem Abschnitt erwartungsgemäß als hydrogeologisch problemlos (geringe Bergwasserzutritte) erwiesen habe, habe in den verkarsteten Karbonatgesteinen mit großen Bergwassermengen umgegangen werden müssen.

Im Bereich der Querung des Wallersbachgrabens sei in den Karbonatgesteinen (Karbonatbereich II) eine Filterbrunnennische I errichtet worden, um ein weiteres Vortreiben in den stark wasserführenden Karbonatgesteinen zu ermöglichen. Nach der Durchörterung dieser Karbonatgesteine des Karbonatbereiches II seien erneut dichte phyllitische Gesteine aufgeföhren worden. In weiterer Folge seien jedoch erneut wasserführende Karbonatgesteine (Karbonatbereich III) ange-

troffen worden. Durch die Errichtung der Filterbrunnennische II bei Station 3240 m sei es im Pumpbetrieb wie auch im Bereich der Querung Wallersbach möglich gewesen, den Bergwasserspiegel innerhalb dieser Karbonatgesteine deutlich unter das Stollenniveau abzusenken.

Aufgrund der langjährigen Untersuchungen und Messungen ober- und untertage könne ausgesagt werden, dass die beim Begleitstollen angetroffenen Karbonatbereich I-III hydraulisch gesehen in Verbindung stehen. Ein durch Drosselung bzw. Ausschalten der Pumpen einer Brunnenfilternische durchgeführte Verringerung der Pumpmenge habe eindeutige hydraulische Reaktionen in beiden Karbonatbereichen gezeigt.

Die Karbonatgesteine, die nördlich von Mürzzuschlag-Spital am Semmering-Steinhaus anstehen, würden nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten als Einzugsgebiet dieser Wässer in Frage kommen. Als Auswirkung auf die Bergwasserzutritte in den Begleitstollen sei die Edlachquelle prognosegemäß trocken gefallen. Ebenso sei es im Portalbereich Mürzzuschlag zu einer Tieferlegung des Grundwasserspiegels gekommen, was die zusammenhängenden hydraulischen Systeme bestätige. In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, dass bereits vor Errichtung des Begleitstollens der Flurabstand im Portalbereich Mürzzuschlag 10 Meter und darüber betrug.

An allen anderen Messstellen des hydrogeologischen Beweisscherungsprogramms sei bisher keine Auswirkung beobachtet worden. Vor allem innerhalb der kristallinen Gesteine (Quarzphyllite) seien keine Auswirkungen an der Oberfläche aufgetreten. Dieser Umstand sei für den gesamten Abschnitt innerhalb der Kristallingesteine von Bedeutung, da durchaus geschlossen werden könne, dass auch bei der Errichtung der Trasse Semmering-Basistunnel neu keine massiven und vor allem weitreichenden Auswirkungen an der Oberfläche zu erwarten sind.

Die in diesem Bereich ursprünglich situierte Edlachquelle sei als Ersatzwasserquelle der Stadtgemeinde Mürzzuschlag in Verwendung gewesen. Im Zuge der Vortriebsarbeiten zum Begleitstollen sei diese Quelle prognosegemäß trockengefallen. Für diese Quelle sei bereits damals vorab ein entsprechender Ersatzwasserstandort im Bereich Kohleben (Messstelle 315) errichtet worden. Andere kommunale Versorgungen seien in diesem Teilraum nicht gelegen. Bereits vor der Errichtung des Begleitstollens seien die Bergwasserspiegellagen innerhalb dieser Karbonatgesteine bereits deutlich unter GOK (100m und darüber) gelegen. Nur im Bereich der Grabenquerung Wallersbach und im Bereich der Edlachquelle seien geringere Flurabstände zu beobachten gewesen.

Aus den Ergebnissen des Begleitstollens sei bekannt, dass im Bereich des Wallersbachgrabens gut durchlässige, wasserführende Karbonatgesteine vorhanden sind. Derzeit betrage die aus diesen Karbonatgesteinen zutretende Bergwassermenge etwa 80-100 l/s.

Die Baumaßnahmen im Portalbereich Mürzzuschlag und auf der nachfolgenden Freilandstrecke würden sowohl in Abschnitten der ehemaligen Baustelleneinrichtungsflächen des Begleitstollens als auch weitgehend über dem Grundwasserspiegel erfolgen. Aufgrund der Flurabstände im Meterbereich und der geringen Nutzungen, des stark verbauten Gebietes und eines wasserwirtschaftlich nicht bedeutenden Grundwasserbereiches werde der Abschnitt außerhalb des Tunnels nur mit einer geringen Beeinflussungssensibilität bewertet.

Zusammenfassende Beurteilung der Beeinflussungssensibilität im Ist-Zustand

Kommunale Versorgung seien nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten in diesem Teilraum nicht vorhanden. Der Porenquifer im Bereich Mürzzuschlag werde lokal für Nutzwasserzwecke verwendet. Weitreichende Grundwasserspiegelabsenkungen seien auf Basis des derzeitigen Ist-Zustandes nicht zu erwarten. Daher werde diesem Teilraum eine „mittlere“ Beeinflussungssensibilität zugewiesen.

Teilraum Mürzzuschlag

Bergwassermenge l/s:	>50 - 200 l/s
Anzahl bestehender Quellen:	zahlreiche Quellen mit geringer Gesamtschüttung
Menge Porengrundwasser:	Porenaquifer mit Einzelversorgungen
Anzahl kommunaler TWVA:	keine
Grundwasserabsenkungen:	lokal begrenzte Absenkungen
Beeinflussungssensibilität:	mittel

Zusammenfassende Beurteilung der Beeinflussungssensibilität

Zusammenfassend wurde von den (hydrogeologischen) Projektanten ausgeführt, dass die beiden Karbonatstöcke Grasberg und Otter hinsichtlich ihrer Beeinflussungssensibilität als "hoch" bewertet werden. In diesen Abschnitten würden auch hohe Bergwassermengen erwartet und durch die Einschätzung der hydrogeologischen Situation Absenkungen des Bergwasserspiegels und damit verbunden Auswirkungen an der Oberfläche prognostiziert.

Die anderen Teilräume würden hinsichtlich ihrer Beeinflussungssensibilität aufgrund der hydrogeologischen Gegebenheiten (hauptsächlich kristalline Festgesteine, geringe Wassermengen, keine weitreichenden Grundwasserabsenkungen, keine Porenaquifere mit wasserwirtschaftlicher Bedeutung) mit mittel-gering bewertet. Diejenigen Anlagenteile außerhalb des Tunnels seien in den einzelnen Teilraum-Kapiteln verbal beschrieben und auf Basis der Kenntnis der hydrogeologischen Situation bewertet worden.

Zusammenfassende Darstellung der Beeinflussungssensibilität im Themenbereich Grund- Berg- und Oberflächenwasser (Hydrogeologie)

Teilraum	Beeinflussungssensibilität
Gloggnitz – Schwarzatal	Mittel
Aue – Göstritz	Hoch
Otterstock	Hoch
Trattenbach	Gering
Fröschnitzgraben	Mittel
Grautschenhof	Gering
Mürzzuschlag	Mittel

1.2.9 ERMITTLUNG WIRKUNGSINTENSITÄT NACH TEILRÄUMEN

Auf Basis der prognostizierten Bergwassermengen in den einzelnen Abschnitten sowie der Einschätzung der hydrogeologischen Situation seien Aussagen über mögliche Auswirkungen an der Oberfläche getätigt worden.

Nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten sei die Menge und Zusammensetzung des anfallenden Bergwassers nicht nur für die Bewertung hinsichtlich möglicher Auswirkungen an der Oberfläche, sondern auch für technische Fragestellungen von großer Bedeutung. Um von planerischer Seite bestmöglich verschiedene Szenarien betrachten zu können sei daher versucht worden, die hydrogeologische Prognose in enge Abschnitte auf Basis der Gebirgsabschnitte zu unterteilen. Es seien diejenigen Mengen prognostiziert worden, die in Beharrung bei quasi stationären Bedingungen ohne Zusatzmaßnahmen (Injektionen) erwartet werden.

Zusätzlich seien auch Prognosen über die Größenordnungen der zu erwartenden Spitzenwasserzutritte durchgeführt. Die Bewertung der Wirkungsintensität für den Tunnelabschnitt aus quantitativer Sicht sei auf Basis der nachstehend angeführten Parameter erfolgt:

- Durchlässigkeiten der Festgesteinsüberlagerung über dem Tunnel
- Anzahl der prognostizierten Auswirkungen.

Qualitative Auswirkungen des Tunnelbaues werden nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten nicht erwartet, da über weite Strecken eine zum Tunnel gerichtete Strömungsgradienten besteht. Mögliche qualitative Auswirkungen auf Quellen in Hinblick auf Temperaturänderungen (z.B. Wegfall einer Komponente der Quellschüttung) seien ebenfalls nicht zu erwarten.

Hydrogeologische Angaben im geologischen Längenschnitt

Im geologischen Längenschnitt seien für die entsprechenden Gebirgsbereiche die prognostizierten mittleren Bergwassermengen im Beharrungszustand **ohne Reduktionen** durch die geplanten technischen Maßnahmen (Injektionen) angegeben.

Zudem seien auch Angaben über die Größenordnungen der zu erwartenden Spitzenwasserzutritte gemacht worden (dies sei im geologischen Längenschnitt einerseits textlich als auch durch Vergabe der Kennzeichnungen a-d [a=0 bis < 5 l/s; b=5 bis < 20 l/s; c=20 bis < 150 l/s; .d= >150 l/s] erfolgt). Gemeinsam mit den Tunnelplanern sei festgelegt worden, dass der unmittelbare Vortriebsbereich (bis etwa 50 m hinter der Ortsbrust) als maßgeblicher Abschnitt für den Spitzenwasserzutritt angesehen werde. In einer eigenen Spalte seien die Spitzenzutritte hinsichtlich ihres zeitlichen Auslaufverhalten (temporär/stationär) prognostiziert worden. Als Größenordnung für die Prognose der temporären Spitzenwasserzutritte sei ebenfalls gemeinsam mit der Tunnelplanung festgelegt worden, dass bei temporären Spitzenwasserzutritten der Rückgang der Bergwassermenge relativ rasch innerhalb einiger Tage bis etwa 1 Monat erfolge und der Rückgang um etwa einen Faktor 10 und drüber liege. Zusätzlich sei auch eine Unterteilung hinsichtlich der Gebirgsdurchlässigkeit durchgeführt worden, wobei dies nur orientierend und beschreibend anhand von drei Kategorien (generell schlecht, generell schlecht [lokal begrenzt gut], generell gut) erfolgt sei. Klassenunterteilungen anhand von kf-Werten udgl. würden diesen allgemein beschreibenden Ausführungen nicht zugrunde liegen.

Bei der hydrogeologischen Prognose der einzelnen Gebirgsbereiche in Hinblick auf die zu erwartenden Bergwassermengen seien einerseits Erfahrungen aus anderen Tunnelbauten herangezogen, andererseits die Daten der Wasserbilanz als Basis verwendet worden. Vor allem die Errichtung des Begleitstollens habe sich innerhalb der phyllitischen Gesteinstrecken gezeigt, dass Bergwasser nur sehr untergeordnet angetroffen wurde. Die maßgeblichen Kluftwasserzutritte seien generell in Größenordnungen < 0,1 l/s gelegen, und seien über weite Strecken im Laufe der Jahre trocken gefallen. Diejenigen wenigen noch verfügbaren Bergwasserzutritte in den kristallinen Gesteinsabschnitten im Begleitstollen hätten derzeit mittlere Schüttungen in der Größenordnung von ~ 0,005 l/s.

Da in gleichen bzw. sehr ähnlichen Gesteinseinheiten bereits Tunnelvortriebe am Semmering erfolgten, erscheine es aus fachlicher Sicht durchaus zulässig, Analogieschlüsse auf die neue Trasse zu ziehen. Über weite Strecken würden dabei in den Abschnitten der kristallinen Festgesteine kaum große Bergwassermengen anfallen. Die großen Bergwassermengen und auch sehr großen Spitzenwasserzutritte seien innerhalb der karbonatischen Festgesteine zu prognostizieren. An dieser Stelle sei jedoch angemerkt, dass hydrogeologische Prognosen, vor allem die Angabe der Größenordnungen von Spitzenzutritten, immer mit gewissen Unsicherheiten behaftet sein werden. Vor allem bei großen Tunnelüberlagerungen seien mitunter auch große Unsicherheiten gegeben. Aus hydrogeologischer Sicht werde daher dringend empfohlen, in denjenigen Bereich, wo mit verstärkten Bergwasserzutritten zu rechnen ist, auch entsprechende Vorerkundungen vom Vortriebsbereich aus durchzuführen. Entsprechend lange Vorbohrungen in den kritischen Tunnelabschnitten sollen einerseits helfen, wasserführende Zonen bestmöglich zu detektieren und zu untersuchen, und andererseits auch bereits Vorentlastungen hinsichtlich Bergwasserdruck und Bergwassermenge einzuleiten. Zudem seien aus dem Vortrieb heraus auch vorausseilende Injektionsmaßnahmen in kritischen Bereichen geplant, die bereits vor Auffahren der Strecken eine vorausseilende Verringerung der Durchlässigkeiten zum Ziel haben. Aus hydrogeologischer Sicht bedeute dies, dass dadurch eine Verringerung der anfallenden Bergwassermengen erreicht werde.

Nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten seien für die Aussagen über Auswirkungen an der Oberfläche auch die Ergebnisse der Tunnelvortriebe am Semmering der jüngsten Vergangenheit sehr wesentlich. So habe sich gezeigt, dass bisher beim Begleitstollen außerhalb der Karbonatgesteine keine Auswirkungen auftraten. Lediglich die Edlachquel-

le als Überlaufquelle aus verkarsteten Festgesteinen und die Grundwasserspiegellagen im Portalbereich Mürzzuschlag (ebenfalls innerhalb von verkarsteten Festgesteinen) hätten die prognostizierten Auswirkungen gezeigt. Somit werde auch für die neue Trasse innerhalb der kristallinen Festgesteine mit fast keinen Auswirkungen an der Oberfläche gerechnet. Lediglich in Bereichen mit geringen Tunnelüberlagerungen, in Verbindung mit besser durchlässigen Gneisen und entlang von Störungszonen bei ebenfalls geringeren Tunnelüberlagerungen seien mögliche Auswirkungen nicht auszuschließen, wenngleich die Auswirkungen nur von sehr lokaler Erstreckung seien.

1.2.10 WIRKUNGSINTENSITÄT UND EINGRIFFSERHEBLICHKEIT NACH TEILRÄUMEN

Nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten werde der Tunnel selbst sowohl in der Bauphase als auch in der Betriebsphase nur quantitative Auswirkungen auf das Bergwasser haben. Qualitativ seien keine Auswirkungen zu erwarten, da sowohl in der Bau- als auch Betriebsphase ein zum Tunnel hin gerichteter hydraulische Strömungsgradient bestehen wird. Mögliche qualitative Auswirkungen auf Quellen in Hinblick auf Temperaturänderungen (z.B. Wegfall einer Komponente der Quellschüttung) werden nicht erwartet. In diesem Zusammenhang werde jedoch darauf hingewiesen, dass bei denjenigen Quellen mit Datenloggerausstattung hochauflösende Zeitreihen der Wassertemperatur als Basis für die Beweissicherung und weiteren Interpretationen zur Verfügung stehen. Zudem würden in der Bauphase die anfallenden Wässer über eine entsprechende Gewässerschutzanlage geleitet. Deshalb würden die in den Beurteilungstabellen die getätigten Aussagen sowohl für die Bau- als auch Betriebsphase gelten.

Tunnelbautechnische Maßnahmen (Injektionen) würden nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten schon in der Bauphase greifen, weshalb deren Wirkung bereits in der Bauphase bestehe und darüber hinaus in der Betriebsphase wirksam bleiben. Ebenso würden Ersatzwassermaßnahmen bereits in der Bauphase getätigt und realisiert, weshalb deren Wirkungen ebenfalls in der Bau- und Betriebsphase gegeben seien.

Mögliche quantitative/qualitative Auswirkungen entlang der Freilandstrecke, sowie aller anderer Projektsbestandteile außerhalb des Tunnels in der Bauphase würden in den Teilräumen verbal beschrieben und bewertet. Sie seien aber in jedem Fall in der zusammenfassenden Beurteilung der Teilräume in Hinblick auf die Beurteilung der Restbelastung berücksichtigt. Da die einzelnen Bautätigkeiten (z.B. Verlegung von Leitungsrohren, Errichtung einer Deponie, technische Umbauarbeiten an Zufahrtsstraßen, Errichtung Baulüftungsschächte, etc) sehr unterschiedlich sein werden, sei es naturgemäß schwierig, dafür eine gemeinsame Bewertungstabelle und Bewertungsmatrix zu erstellen. Es sei aber versucht worden, sich weitgehend an die für den Tunnel aufgelisteten Themen und deren Bewertungen zu halten.

1.2.10.1 Teilraum Gloggnitz - Schwarzatal

Freilandstrecke

Nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten würden die Herstellung der Schwarzabrücke und die Verlegungen der bestehenden Straßen, z.T. in dichte Wannen nach wasserbaulichen Detailprojekten im EB-Verfahren erfolgen. Die detaillierten technischen Ausführungen seien diesen Projektsunterlagen zu entnehmen. Die dabei vorgesehen Eingriffe in den Porengrundwasserkörper seien dabei bei den Brückenfundamenten, der hochwassersicheren Straßenunterführung und nördlich der BE-Flächen bei der Herstellung eines Absetz- und eines Rückhaltebeckens geplant. Es sei vorgesehen, dass unterhalb der dichten Straßenwanne ausreichende Kieskörper geschüttet werden, um eine hydraulische Verbindung unterhalb der Wanne aufrecht zu erhalten. Für das dicht ausgebildete Absetzbecken nördlich der BE-Fläche seien „Dotierschächte“ geplant, die bei aufsteigendem Grundwasser eine Flutung des Beckens und damit Auftriebssicherheit gewährleisten. Mögliche qualitative Auswirkungen auf das Grundwasser in Form von Trübungen und leicht erhöhten pH-Wert Erhöhungen können nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten, jedoch nur sehr lokal begrenzt, nicht ausgeschlossen werden. Zudem würden in der Bauphase lokale Grundwasserspiegelabsenkungen zu erwarten sein. Für diese Baumaßnahmen werde daher eine mittlere Wirkungsintensität abgeleitet. In Zusammenführung mit einer mittleren Beeinflussungssensibilität ergebe sich eine mittlere Eingriffserheblichkeit.

Die im Bereich Mühlhof auf der Nordseite der Schwarza geplanten Hochwasser-Ersatzretentionsflächen sollen nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten durch Eintiefungen, Dammbauten und Überlaufbauwerke einen Retentionsraum für ein HQ100 gewährleisten. Die geplanten Becken würden dabei in einen Nahebereich zur hier unterirdisch verlegten Hochquellenwasserleitung der Stadt Wien kommen. In Absprache mit der zuständigen MA29 und MA31 würden hier Monitoring-Einrichtungen konzipiert, die einen Vergleich der natürlichen Grundwasserschwankungen mit einem Hochwasserfall gewährleisten sollen.

Entlang der Freilandstrecke nach der Schwarzaquerung bis zum Ende des Teilraumes würden nur obertägige Baumaßnahmen stattfinden. Quantitativ werden nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten dabei keine Auswirkungen erwartet. Bei Einhaltung der üblichen Vorschriften auf Baustellen seien daraus auch nur maximal geringe qualitative Auswirkungen auf das Grundwasser abzuleiten.

Tunnelabschnitt

Die Herstellung des Portalvoreinschnitts und der Tunnelröhren durch die Grauwackenzone erfolge nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten in weitgehend dichten Phylliten und Schiefen. Es würden nur geringe Wasserführungen über vereinzelte Kluftwasserzutritte deutlich unter 1 l/s erwartet. Über längere Abschnitte würden nur tropfende Verhältnisse prognostiziert. In den bebauten Abschnitten betrage die Überlagerung bis zu oberflächennahen genutzten Grundwasserkörpern meist über 100 m. Veränderungen des Bergwasserhaushalts innerhalb der dichten Gesteine der Grauwackenzone, die zu quantitativen Auswirkungen an der Geländeoberfläche führen, werden daher nicht erwartet.

Durch Einschuppungen von gipshaltigen Gesteinen seien erhöhte Sulfatgehalte (betonangreifend der Stufen XA1 und XA2 nach ÖNORM B 4710-1) in den zutretenden Bergwässern zu erwarten.

Zusammenfassend werde daher in diesem Teilraum für den Tunnelabschnitt nur eine „geringe“ Wirkungsintensität prognostiziert. Eine geringe Wirkungsintensität in Verbindung mit einer mittleren Beeinflussungssensibilität ergibt eine geringe Eingriffserheblichkeit.

Teilraum Gloggnitz - Schwarzatal

Durchlässigkeit Festgesteinsüberlagerung:	geringst wasserdurchlässig bis annähernd dicht
Anzahl prognostizierter Auswirkungen:	keine
Wirkungsintensität:	keine / Verbesserung

1.2.10.2 Teilraum Aue - Göstritz

Beim bergmännischen Vortrieb der Tunnelröhren im Felsuntergrund der Auebach-Talquerung werden nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten wegen der weitgehend dichten Ausbildung der Phyllite und Störungsgesteine nur geringe temporäre Bergwasserzutritte erwartet. Nur beim Antreffen von eingeschuppten Karbonatgesteinsschuppen würden kurzfristig bis zu 10 l/s zutreten. Auswirkungen können dabei bei den genutzten Quellen FS703 (Viehquelle), FS704 (TW-Quelle), FS705 (TW-Quelle) und bei der alten Auequelle FS098 (dzt. ungenutzt) erwartet bzw. nicht ausgeschlossen werden.

Im Tunnelabschnitt durch die Karbonatgesteine des Graßbergzugs werde nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten in teilweise verkarsteten und deswegen gut durchlässigen Abschnitten Bergwasser mit einem hydrostatischen Druck von rund 10 bar angetroffen, wobei Spitzenzutritten von 150-250 l/s prognostiziert werden. Ein dauerhaft abgesenkter Bergwasserspiegel und Auswirkungen an den Quellaustritten (FS097, FS095) entlang der Nordseite des Graßbergzugs seien zu erwarten.

Durch Einschuppungen von gipshaltigen Gesteinen können erhöhte Sulfatgehalte (betonangreifend der Stufen XA1 und XA2 nach ÖNORM B 4710-1) auftreten.

In diesem Zusammenhang müsse aber aus fachlicher Sicht darauf hingewiesen werden, dass der Bergwasserspiegel über weite Strecken in den Karbonatgesteinen des Grasberges heute im Ist-Zustand bereits sehr tief liege und nur lokal

am Kontakt zu wasserstauenden Gesteinen das Grundwasser in Form von Quellen wieder an die Oberfläche gelangt. In den übrigen Bereichen stehe das tiefliegende Grundwasser bereits heute nicht für die Vegetation und alle anderen oberflächennahen Naturräume zur Verfügung.

Auswirkungen auf die weiter östlich gelegenen, aus einem höheren Bergwasserniveau austretenden, derzeit ungenutzten Duftquellen (FS102, FS103, FS104, FS106) und in weiterer Folge auf den Kaltbach (FS105), sowie auf die genutzte Hasiberhof-Quelle (FS101) seien ebenfalls zu erwarten. Die zum Teil deutlich höheren Austrittsniveaus und auch Unterschiede in den hydrochemischen und isotopehydrologischen Parametern könnten nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten aber auch für eine hydraulische Abtrennung in eigene Kompartements sprechen.

Ebenso könne eine Beeinträchtigung der Palkaquelle (FS092) nicht mit letzter Sicherheit ausgeschlossen werden, obwohl bei keiner Bohrung in Trassennähe die Karbonatgesteine des Einzugsgebietes der Quelle angetroffen worden seien.

Im Tunnelabschnitt durch die Phyllite und „Keuper“-Gesteine des Teilabschnitts Göstritz-Schlaglstörung würden nach Ansicht der (hydrogeologischen) Projektanten wegen der sehr geringen Durchlässigkeit dieser Gesteine nur geringe temporäre Wasserzutritte erwartet. Hydrogeologische Auswirkungen auf genutzte oberflächennahe Grundwasserkörper seien in diesem Teilabschnitt während der Bauphase daher nicht zu erwarten.

Hinweise auf Sulfatminerale an Mineralbestand würden aus den Phylliten und Glimmerschiefern nicht vorliegen, das Auftreten sulfatminerauführender Serizitphyllite und –schiefer bzw. auch von Gipsbrekzien, die entlang von Bewegungsbahnen aus dem südlich angrenzenden Permomesozoikum („Keuperzug“) eingeschuppt wurden, sei jedoch wahrscheinlich, weshalb das Auftreten betonaggressiver Wässer nicht ausgeschlossen werden könne.

Der geplante Zwischenangriff Göstritz mit einem Zugangsstollen und einem Schachtbauwerk durchörtere nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten die gleichen dichten Gesteine. Deshalb gelte für die Herstellung dieser Bauteile das Gleiche wie für die eigentlichen Tunnelröhren. Allerdings sei die Baustelleneinrichtung für diesen Zwischenangriff in Nahelage zu einer Trinkwasserquelle (FS076) geplant. Da das oberflächennahe Einzugsgebiet dieser Quelle auch bis in den Bereich der Baustelleneinrichtungsfläche hineinreichen könne, seien qualitative und quantitative Auswirkungen auf lokale geringmächtige Hanggrundwässer und in weiterer Folge auch auf die Trinkwasserquelle (FS076) nicht auszuschließen.

Bei Arbeiten über dem Hanggrundwasser seien nur sehr lokale Auswirkungen (Trübungen) nicht ausschließbar, ansonsten bestehe nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten ein zur Bauflächen hin gerichteter Strömungsgradient. Sollten bei Arbeiten innerhalb der Baustelleneinrichtungsfläche lokale Hanggrundwässer angeschnitten werden, so bestehe dabei keine qualitative Auswirkung, sondern nur maximal eine geringe Auswirkung in Form von Drainagen, die im Zuge der Baustellenerrichtung anzulegen wären.

Durch die Bewertung der unmittelbaren Baustellenfläche, des Zugangsstollens und des Schachtes mit einer geringen Beeinflussungssensibilität in Verbindung mit den geringen prognostizierten Auswirkungen verbleibe nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten daher eine geringe Eingriffserheblichkeit in der Bauphase.

Zusammenfassend wurde von den (hydrogeologischen) Projektanten dargelegt, dass in der Einschätzung der Wirkungsintensität für den Tunnelabschnitt in diesem Teilraum die generell guten Durchlässigkeiten in den Karbonatgesteinsabschnitten zu den Prognosen der möglichen Auswirkungen überwiegen. Deshalb werde dieser Teilraum mit einer „hohen“ Wirkungsintensität bewertet. Zusammen mit einer „hohen“ Beeinflussungssensibilität ergebe dies für diesen Teilraum eine „hohe“ Eingriffserheblichkeit.

Teilraum Aue - Göstritz

Durchlässigkeit Festgesteinsüberlagerung:	generell gut durchlässig
Anzahl prognostizierter Auswirkungen:	einige
Wirkungsintensität:	hoch

1.2.10.3 Teilraum Otterstock

Beim Tunnelvortrieb werden nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten durch die teilweise verkarsteten Karbonatgesteine des Otterstocks zwei getrennte Bergwasserkörper angetroffen.

Im nördlichen Abschnitt von km 82,256 bis 83,005 würden Rauhacken und stark gestörte Dolomite der „Reichenhall-Formation“ durchfahren. Die Gesteine dieses Abschnitts würden einen Bergwasserkörper, der rund 300 m über dem Tunnel einspiegelt, enthalten. Bei der bisher einzigen Bohrung im Trassennahbereich, die diese Gesteine aufschließe, seien aber nur sehr geringe Durchlässigkeiten $< 1 \times 10^{-8}$ m/s festgestellt worden. Auch die weit westlich der Trasse gelegene Schrägbohrung KB 42/06 habe diesen Bergwasserkörper erreicht. Hier seien die Karbonatgesteine allerdings stark verkarstet und gut durchlässig gewesen. Wasserzutritte bis zu 5 l/s entlang von Klüften seien also zu erwarten. Auswirkungen auf die Geländeoberfläche seien aber nicht zu erwarten, da diesem Bergwasserkörper keine Quellaustritte zugeordnet werden können. Aufgrund des Nahbereiches und der an der Basis bzw. Nordseite des Rauhacken- und Brekzienzuges zu erwartenden Verschuppung mit gipsführenden Gesteinen des „Keuperzuges“ (Gebirgsbereich 10) sei das Vorhandensein von Sulfatmineralen möglich, aus denen betonangreifende Bergwässer resultieren können. In einer Wasserprobe aus KB-40/08 seien bisher aber keine erhöhten Sulfatgehalte festgestellt worden.

Der südlich anschließende Abschnitt im zentralen Otterstock von km 83,005 – 83,730 berge nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten einen ergiebigen Bergwasserkörper, der im Trassenbereich, der rund 200 m über dem Tunnel einspiegle. Die Bohrung KB 12/08 habe auf Trassenniveau ebenfalls nur sehr geringe Durchlässigkeiten erbracht. Trotzdem müsse beim Anfahren dieses Abschnitts mit dem Antreffen verkarsteter, generell gut wasserwegiger Bereiche gerechnet werden. In diesem Abschnitt würden Spitzenwasserzutritte von 200-300 l/s prognostiziert. Eine dauerhafte Absenkung des Bergwasserspiegels, der derzeit rund 200 m über dem Tunnel liegt, sei zu erwarten. Auswirkungen an der Geländeoberfläche auf die Quellaustritte entlang der Ost- und Südseite des Otterstocks seien daher sehr wahrscheinlich. Insbesondere die beiden Gemeindequellen von Otterthal (FS121 und FS 124), sowie die Quellen am Ursprung des Otterthaler Baches (FS136, FS137, FS 138) und in weiterer Folge der Otterthaler Bach selbst und die daran gebundenen Fischteichnutzungen (Feuchtenhofer und Hübner) seien hinsichtlich Quantität gefährdet. Auswirkungen auf die noch weiter östlich gelegene und von der Gemeinde Raach als Trinkwasserversorgung genutzte Fuchsgrabenquellen (FS300) und in weiterer Folge auf den Fuchsgrabenbach (FS332) seien bei großräumigen hydraulischen Zusammenhängen zu erwarten.

Es könne nicht restlos ausgeschlossen werden, dass auch eine hydraulische Verbindung in westlicher Richtung bis in den Bereich Sonnwendstein bestehe. Deshalb sei eine Gefährdung der Göstritz-Quellen am SE-Rand des Sonnwendsteins in den bisherigen Einschätzungen nicht völlig auszuschließen.

Der südliche Abschnitt des Otterstocks von Km 83,730 – 83,875 führe wieder durch weitgehend dichte Gesteine des Alpenen Verrucano. Es würden nur geringe Wasserführungen über vereinzelte Kluftwasserzutritte bis maximal 1 l/s erwartet. Über längere Abschnitte würden nur tropfende Verhältnisse prognostiziert. Die Quellen dieses Gebietes seien durchwegs an oberflächennahe lokal begrenzte Grundwasserkörper gebunden, die keine Verbindung zur Tiefenlage der Tunneltrasse aufweisen. Hydrogeologische Auswirkungen an der Geländeoberfläche würden daher nicht erwartet. Nach aktuellem Kenntnisstand weisen die Dolomite keine primären Sulfatanteile auf. Allerdings sei im nahen Grenzbereich zu gipsführenden Gesteinen des „Alpenen Verrucano“ entlang der Ottersüdrandstörung möglicherweise mit gipsführenden tektonischen Einschuppungen bzw. einer sekundären Sulfatmineralbildung entlang von Scherbahnen oder Klüften zu rechnen, die lokal zu einer Anreicherung vorhandener Bergwässer mit Sulfat führen können. Die Bergwässer können nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten daher in diesem Grenzbereich und auch im Grenzbereich zwischen Permomesozoikum und Wechelschiefer betonangreifend sein.

Wie auch bei den Karbonatgesteinen des Grasberges, so sei auch hier über weite Strecken von tief liegenden Bergwasserspiegellagen auszugehen. Nur in den Randbereichen zu wasserstauenden Gesteinen liege der Bergwasserspiegel dann nahe der Oberfläche und gelange lokal in Form von Quellen zum Austritt. In den übrigen, flächenmäßig weit größte-

ren Bereichen stehe das tiefliegende Grundwasser bereits heute nicht für die Vegetation und alle anderen oberflächennahen Naturräume zur Verfügung.

Zusammenfassend wird seitens der (hydrogeologischen) Projektanten ausgeführt, dass in der Einschätzung der Wirkungsintensität für den Tunnelabschnitt in diesem Teilraum die generell guten Durchlässigkeiten in den Karbonatgesteinsabschnitten zu den Prognosen den möglichen Auswirkungen überwiegen. Deshalb werde dieser Teilraum mit einer hohen Wirkungsintensität des Tunnels bewertet. Zusammen mit einer hohen Beeinflussungssensibilität ergebe dies für diesen Teilraum eine hohe Eingriffserheblichkeit.

Teilraum Otterstock

Durchlässigkeit Festgesteinsüberlagerung:	generell gut durchlässig
Anzahl prognostizierter Auswirkungen:	einige
Wirkungsintensität:	hoch

1.2.10.4 Teilraum Trattenbach

Im Zuge der Herstellung der Tunnelröhren durch die sehr gering durchlässigen Wechselgneise und Wechselschiefer sei nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten mit nur sehr geringen temporären Bergwasserzutritten in großen Tiefen unter der Geländeoberfläche zu rechnen. Auswirkungen auf lokal genutzte oberflächennahe Grundwasserkörper seien nicht zu erwarten. Ebenso würden in diesem Teilraum keine Grundwasserspiegelabsenkungen durch den Tunnelvortrieb erfolgen. Auch mögliche quantitative Auswirkungen auf das Kluftgrundwasser (Bergwasser) würden nur sehr untergeordnet, vernachlässigbar gering und unbedeutend eintreten.

Der geplante Baulüftungsschacht im Trattenbachgraben werde nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten nur in den obersten Metern durch porengrundwasserführendes Lockergestein geführt. Darunter würden weitgehend dichte Wechselschiefer und –gneise durchörtert. Vereinzelt seien sehr gering schüttende Kluftwasserzutritte zu erwarten. Auswirkungen auf Grundwassernutzungen der Umgebung werden von den (hydrogeologischen) Projektanten nicht erwartet. Der geplante Baulüftungsschacht werde hinsichtlich quantitativer und qualitativer möglicher Auswirkungen daher nur mit "gering" eingestuft. Auch der Bereich des Schachtes werde hinsichtlich der Beeinflussungssensibilität mit "gering" bewertet.

Zusammenfassend wird seitens der (hydrogeologischen) Projektanten ausgeführt, dass der Tunnelabschnitt in diesem Teilraum aufgrund der Einschätzung der hydrogeologischen Situation (generell schlechte Durchlässigkeiten) nur mit einer geringen Wirkungsintensität bewertet wird. In Zusammenführung mit einer geringen Beeinflussungssensibilität ergebe sich für diesen Teilraum daher eine geringe Eingriffserheblichkeit.

Teilraum Trattenbach:

Durchlässigkeit Festgesteinsüberlagerung:	generell schlecht durchlässig
Anzahl prognostizierter Auswirkungen:	keine
Wirkungsintensität:	gering

1.2.10.5 Teilraum Fröschnitzgraben

Nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten würden innerhalb der Gesteinsabfolgen der Wechselgneise werden eher dichte Verhältnisse vorherrschen. Die Durchlässigkeiten seien im Wesentlichen mit Werten von $k_f \sim 10^{-8}$ bis 10^{-9} m/s anzugeben. Über weite Strecken würden kaum nennenswerte Bergwassermengen zutreten, zumal aber immer wieder mit geringen Kluftwasserführungen und Durchfeuchtungen des Gebirges zu rechnen sei.

Die quarzitischen Gneise würden im Vergleich zu den Albitgneisen bessere Durchlässigkeiten zeigen, weshalb innerhalb dieser Abschnitte lokal mit Kluftwasserführungen und auch längere Strecken mit geringem Bergwasserandrang nicht ausgeschlossen werden könne. Lokal können sich aber immer wieder artesische Verhältnisse einstellen, mit hydrostatischen Drücken, die über GOK liegen.

Innerhalb der Gesteine der Wechselschiefer hätten die Untersuchungen Durchlässigkeitswerte in der Größenordnung von $k_f \sim 10^{-9} - 10^{-10}$ m/s erbracht. Diese sehr geringen Durchlässigkeiten hätten sich nicht nur auf Tunnelniveau, sondern auch in oberflächennahen Bereichen gezeigt, wie dies z.B. auch anhand der Testergebnisse in der KB-25/08 ersichtlich sei.

Aufgrund dieser Untersuchungsergebnisse werde in diesem Gebirgsabschnitt nur mit sehr geringen Bergwassermengen zu rechnen sein, die sich nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten eher in Form von lokalen Durchfeuchtungen und gelegentlichen Tropfwasserzutritten zeigen werden. Deshalb würden auch keine Auswirkungen bis an die Oberfläche erwartet.

Die gesamte anfallende Bergwassermenge innerhalb der Wechselgneis- und Wechselschiefeinheiten würden aufgrund der geringen Durchlässigkeiten und auch hohen Überlagerungen mit etwa 20 l/s prognostiziert. Hohe Einzelwasserzutritte in Form von lokal ausgeprägten Spitzenwasserzutritten werden von den (hydrogeologischen) Projektanten nicht erwartet.

Auswirkungen des Tunnelvortriebes bis an die Oberfläche seien in diesen Gesteinseinheiten generell nicht zu erwarten.

Aufgrund der geringen Durchlässigkeiten, der hohen Tunnelüberlagerungen, der Entfernung und der Einschätzung der hydrogeologischen Situation im Dürrgraben und den bereits beschriebenen Ergebnissen in der Bohrung KB-01/06 könne eine Auswirkung auf die gefassten Quellen der Gemeinde Semmering durch den Tunnelvortrieb ausgeschlossen werden. Dennoch würden an einigen ausgesuchten Quellen im Dürrgraben Beweissicherungsmessungen durchgeführt. Zudem sei in die Sammelleitung aus dem Dürrgraben eine Wasseruhr eingebaut worden, an welcher mit Hilfe eines reed-Kontaktes und einem vor Ort installierten Datenloggers kontinuierliche Aufzeichnungen der gesamten abgeleiteten Wassermenge durchgeführt werden.

Entlang der Deckengrenze im Fröschnitzgraben müsse mit länger anhaltenden starken Bergwasserzutritten gerechnet werden. Die in diesem Abschnitt eingeschuppten Karbonatgesteine, Quarzite und Störungszonen würden z.T. gute Durchlässigkeiten aufweisen. In den schiefrig-phyllitischen Gesteinen würden jedoch eher dichte Verhältnisse prognostiziert; lokale Durchfeuchtungen des Gebirges und Tropfwasserzutritte seien jedoch nicht ausgeschlossen. Der Kontaktbereich zu den Wechselschiefern in Verbindung mit Störungen werde eher dicht erwartet, wie die Ergebnisse der Durchlässigkeitsversuche in der KB-03/06 in den tieferen Abschnitten gezeigt hätten ($k_f \sim 10^{-9} - 10^{-10}$ m/s).

Beim Antreffen von gut wasserwegigen Zonen innerhalb der Deckengrenze seien Bergwasserzutritte von ~100-200 l/s als Spitzenzutritte auch längerfristig vorstellbar. Die Gesamtmenge würde in weiterer Folge für diesen Abschnitt mit mehreren Zehnerlitern pro Sekunde prognostiziert. Vor Erreichen der Deckengrenze werde aus hydrogeologischer Sicht dringend angeraten, durch entsprechend lange Vorbohrungen Vorauserkundungen durchzuführen.

Sehr wesentlich für die in Beharrung bzw. in quasistationären Zuständen abfließende Bergwassermenge werde nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten sein, ob weitreichende hydraulische Verbindungen entlang den gut wasserwegigen Gesteinseinheiten im Untergrund bestehen. Die hydrogeologische Modellvorstellung gehe derzeit eher davon aus, dass die Karbonatgesteine als größere isolierte Schollen innerhalb der Deckengrenze eingeschuppt sind und hydraulisch nicht großräumig zusammenhängen. Es würden eher ähnlich Verhältnisse erwartet, wie dies auch innerhalb der Keuperserie beim Auffahren der Tunnel Steinhaus und Spital in Zusammenhang mit Karbonatgesteinen der Fall war. Auch hier seien wasserführende Karbonatgesteinsschollen beim Vortrieb angetroffen worden, die bis zu 70 l/s als Spitzenwasserzutritte aufwiesen. Großräumige zusammenhängende hydraulische Verhältnisse seien bei diesen beiden Tunnelstrecken jedoch nicht nachgewiesen worden. Die hydrogeologische Prognose von mehreren Zehnerlitern pro Sekunde in Beharrung stelle daher auch eine pessimistische Annahme dar.

Aus hydrogeologischer Sicht sei auch auf die Quarzite hingewiesen, die einerseits gute Wasserwegigkeiten aufweisen können und dadurch dann andererseits tunnelbautechnisch besonders beachtet werden sollten. Durch das Vorhandensein von gipshaltigen Gesteinen könne das Auftreten von betonaggressiven Wässern nicht ausgeschlossen werden.

Lokale Auswirkungen bis an die Oberfläche seien trotz der hohen Überlagerungen nicht ausgeschlossen. So würden bei den gefassten Quellen 463 (TW Gasthof Postl), bei der Quelle JRN465 (TW und NW Spreitzhofer), der ungenutzten ungenutzten Quelle JRN464 und der gefassten Quelle JRN483 (NW – Speisung Fischteiche) Beeinträchtigungen erwartet. Ebenso sei eine mögliche Auswirkung bei der gefassten aber derzeit nicht genutzten Quelle JRN484 nicht ausgeschlossen. Die Quelle JRN484 sei früher für Trinkwasserzwecke verwendet worden. Aufgrund der vorhandenen Baufähigkeit der Quelfassung könne das Wasser dieser Quelle derzeit aus hygienischen nicht für Trinkwasserzwecke genutzt werden.

Sollten aus dem Bereich der Karbonatgesteine der Deckengrenze in Beharrung mehrere 10-er l/s in der Betriebsphase im Tunnel abfließen, seien nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten auch für die Fröschnitz im Abschnitt Grubenhaus-Steinhaus (dokumentiert durch die Messstelle JRN1083) Auswirkungen auf den Oberflächenabfluss nicht ausgeschlossen werden.

Die in weiterer Folge aufzufahrenden Gneise, Grüngesteine, Grünschiefer und Glimmerschiefer würden über weite Strecken hydrogeologisch gesehen dichte Verhältnisse aufweisen. Im Rahmen der Bohrlochversuche seien durchwegs Durchlässigkeiten in der Größenordnung von $k_f \sim 10^{-7} - 10^{-9}$ m/s errechnet worden. In gewissen tiefen Bohrlochabschnitte auf Tunnelniveau seien sogar Durchlässigkeiten von $k_f \sim 10^{-11}$ m/s ermittelt worden.

Bedingt durch verbesserte Durchlässigkeiten seien Kluftwasserzutritte zu erwarten. Diese würden sich vor allem entlang von Störungsbahnen einstellen, in welchen S-Kataklasite (Mittelsand mit Kieskomponenten) ausgebildet seien. Zudem sei in Annäherung an den Gebirgsbereich 22 störungsbedingt ebenfalls von verbesserten Durchlässigkeiten auf Tunnelniveau auszugehen. Es könne nicht ausgeschlossen werden, dass im Bereich der Deckengrenze durch Abschiebungen verbesserte Wasserwegigkeiten geschaffen wurden, entlang welcher vermehrt Kluftwasserzutritte möglich sind.

Die hangendsten Festgesteinsbereiche können nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten durch Auflockerungszonen lokal verbesserte Wasserwegigkeiten aufweisen als tiefere Anteile. Zudem seien an 2 Bohrungen Kluftwasserzutritte im Untergrund erbohrt worden, welche artesisch übergelaufen seien. Diese Arteser seien jedoch nur in den hangenden Anteilen der Festgesteine angetroffen worden, auf Tunnelniveau hätten derartige Verhältnisse nicht beobachtet werden können. Im Gebirgsbereich 24 und westlichen Anteil des Gebirgsbereiches 23 (sulfatmineraalführende Serizitphyllite) seien in den Erkundungsbohrungen Sulfatmineraalführungen in Form von Gipskrusten bzw. Gips-Anhydrit-Dolomit Lagen gefunden worden. Innerhalb dieser Bereiche könne es bei Vorhandensein von Bergwasser lokal untergeordnet zu betonaggressiven Verhalten der anfallenden Wässer führen. Dabei seien eher geringe Bergwassermengen (Tropfwasserzutritte und gelegentlich rinnende Zutritte) mit Problemen hinsichtlich Betonaggressivität behaftet. In diesem Gebirgsabschnitt würden die Bergwasserzutritte etwas höher prognostiziert, als innerhalb der nachfolgenden Glimmerschiefer im Gebirgsbereich 25 und 26. Bergwassermengen in der Größenordnung von 5-15 l/s seien hier vorstellbar.

Innerhalb der Gebirgsabschnitte der Gebirgsbereiche 25 und 26 würden vorwiegend Glimmerschiefer und Phyllite erwartet. Aus den Bohrlochversuchen der KB-45/08 und KB-43/08 hätten sich aus den tiefen Bohrlochabschnitten im Bereich der Tunnelführung sehr geringe Durchlässigkeiten in der Größenordnung von $k_f \sim 10^{-9}$ bis 10^{-10} m/s ergeben. Aufbauend auf diese Ergebnisse könne man aus hydrogeologischer Sicht folgern, dass über weite Strecken mit annähernd dichtem und „trockenen“ Gebirge gerechnet werden könne. Lokale Durchfeuchtungen und bis hin zu vereinzelt stärkeren Tropfwasserzutritte seien jedoch nicht auszuschließen.

Lokale untergeordnete Kluftwasserführungen innerhalb der Gneisabfolgen seien möglich. Die hangendsten Festgesteinsbereiche können durch Auflockerungszonen lokal verbesserte Wasserwegigkeiten aufweisen als tiefere Anteile, die jedoch nur im Grenzbereich zum Gebirgsabschnitt 27 erwartet werden.

In Summe sei nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten innerhalb des Gebirgsabschnittes 25 und 26 mit einem Bergwasseranfall von nur einigen wenigen l/s auszugehen.

Wegen der durchwegs schlechten Durchlässigkeiten sowie der hohe Tunnelüberlagerungen werden auch Auswirkungen bis an die Oberfläche nicht erwartet.

Bewertung der Anlagen außerhalb des Tunnels

Im Fröschnitzgraben sei ein Zwischenangriff mit 2 Schächten geplant. Die Schächte würden in generell schlecht durchlässigen Gesteinen der Wechseleinheit abgeteuft. Die hydraulischen Bohrlochversuche hätten Durchlässigkeiten in der Größenordnung von $k_f \sim 10^{-8}$ m/s erbracht. Lokal werden geringe Kluftwasserführungen erwartet. Innerhalb der Gneise und S-Kataklasite seien lokal bessere Wasserwegigkeiten und auch lokal höhere Wassermengen wahrscheinlich. Lokale wasserwegige Zonen sind zudem in der Lockergesteinsüberdeckung wahrscheinlich. Beim Antreffen von wasserführenden Kluftzonen würden sich auch artesische Verhältnisse einstellen, wie dies auch anhand der Bohrung KB-24/08 verdeutlicht wurde. Daher sei bei den technischen Planungen zur Schachterrichtung auf die vorherrschenden hydrostatischen Drücke Rücksicht zu nehmen. Derzeit werden am Schachtkopf Drücke in der Größenordnung von 0,6 bar gemessen. Wegen gelegentlicher Kluftwasserzutritte, die zu erwarten sind, werde deshalb in der Bauphase eine geringe Wirkungsintensität erkannt.

Der unmittelbare Bereich des Schachtes und der Baustelle werde aufgrund der Lage und des hydrogeologischen Umfeldes ebenfalls mit einer geringen Wirkungsintensität bewertet. Die Errichtung der Baustellenfläche greife lokal in den oberflächennahen Abflussbereich, möglicherweise vorhandener seichter Hanggrundwässer ein. Für eine Quelle (JRN628), die an solche seichten Hanggrundwässer gebunden scheint, werde dadurch eine quantitative und qualitative Auswirkung erkannt. Mögliche Auswirkungen werden nur sehr lokal auftreten, weshalb zusammenfassend diesem Bereich eine geringe Wirkungsintensität zuerkannt werde.

Von der Baustelleneinrichtungsfläche sei geplant, das Material über ein Förderband zur Deponie Longsgraben zu transportieren. Im Verlauf müsse aus fachlicher Sicht mit dem Einsatz von Schmiermittel besonders umsichtig umgegangen werden. Dabei sei vor allem im Bereich Mühlbauer die Quelle JRN475 (das Areal um die Quelle wird jedoch Teil der Baustelleneinrichtungsfläche Zwischenangriffspunkt Fröschnitz) zu beachten. Zusätzlich sei auch das orographische Einzugsgebiet der Quellen JRN463, JRN464 und JRN465 besonders zu beachten, wo entlang der Forststraße zwischen Winterer und dem Longsgraben das Förderband verlaufe. Zusammenfassend werde für die Bauphase daher zumindest eine geringe Wirkungsintensität erkannt, da nur sehr lokal beschränkt, mögliche Auswirkungen erkannt wurden. Geringe Wirkungsintensität in Verbindung mit einer geringen Beeinflussungssensibilität ergebe eine geringe Eingriffserheblichkeit sowohl in quantitativer als auch qualitativer Sicht in der Bauphase.

Im Bereich der geplanten Deponie im Longsgraben seien keine gefassten bzw. genutzten Quellen vorhanden. Naturgemäß würden quantitative und qualitative Auswirkungen durch die Flächeninanspruchnahme der Deponie auftreten. Eine Reihe von ungefassten Quellen und Feuchtstellen hauptsächlich im Bereich des Bachverlaufes seien davon betroffen. Entsprechende Drainageleitungen und die Errichtung eines Kollektors würden dazu führen, dass die im geplanten Deponebereich vorhandenen Wasseraustritte gesammelt und ausgeleitet werden. Diese würden wieder nach kurzer Ableitungsstrecke erneut dem hydrologischen Bachregime im gleichen Einzugsgebiet zugeführt. Zusätzlich sei eine Bachverlegung geplant. All diese Maßnahmen würden in der Bauphase der Deponie qualitative und quantitative Auswirkungen erwarten lassen, was mit einer hohen Wirkungsintensität beschrieben werden könne. Gesamtheitlich gesehen werde diesem Bereich eine geringe Beeinflussungssensibilität zugewiesen. Bei einer Einstufung einer hohen Wirkungsintensität ergebe sich demnach für die Deponie im Longsgraben eine mittlere Eingriffserheblichkeit in der Bauphase. Die Detailplanungen zum Projekt Deponie Longsgraben seien in einem eigenen Themenbereich im teilkonzentrierten Verfahren und auch im EB-Operat vorhanden. Der zugehörige geologisch-hydrogeologische Bericht findet sich unter der Bezeichnung 5510-AW2-0202AL-00-0001 bzw. 5510-EB-5000AL-00-0004.

Der Transportweg in den Fröschnitzgraben (Zwischenangriffspunkt Fröschnitzgraben, Deponie Longsgraben, etc.) werde u.a. durch das Einzugsgebiet und der Schutzzone II der bestehenden Erzkogelquelle (JRN933) geführt, weshalb dieser lokale Abschnitt mit einer sehr hohen Beeinflussungssensibilität bewertet werde. Die Erzkogelquelle stelle einen Teil der

Trinkwasserversorgungsanlage der Gemeinde Spital am Semmering dar. Aus diesem Grund werde aus fachlicher Sicht empfohlen, aus Sicherheitsgründen während der Zeit der Errichtung des Transportweges (qualitative Auswirkungen können nicht ausgeschlossen werden) das Wasser der Erzkogelquelle vom Netz zu nehmen. Bei Baumaßnahmen innerhalb der Karbonatgesteine, die das Einzugsgebiet der Erzkogelquelle darstellen, werde diesem Abschnitt der Baustraße eine hohe Wirkungsintensität aus qualitativer Sicht zugeordnet, da sämtliche Baumaßnahmen über der gesättigten Bergwasserzone liegen werden. Deshalb werde aus quantitativer Sicht für diesen Abschnitt auch keine Auswirkung prognostiziert. Der nördliche Verlauf der Baustraße Steinhaus werde in gering durchlässigen Gesteinen geführt. Lokale mögliche Hanggrundwasserzutritte und die geringe Möglichkeit von lokalen Trübungen seien nicht zur Gänze auszuschließen, weshalb nur eine geringe Wirkungsintensität prognostiziert werde. Zudem sei zu erwähnen, dass in diesem Abschnitt bereits die Grabungen der Erdgasleitung stattgefunden hätten. Der nördliche Abschnitt der Baustraße Steinhaus werde demnach mit einer geringen Eingriffserheblichkeit bewertet, wohingegen für den südlichen Abschnitt eine hohe Eingriffserheblichkeit ausgesprochen wird. Hinsichtlich der Errichtung des angesprochenen Transportweges werde auch aus gleichem Grund für die ungenutzte, ungenutzte Quelle JRN1086 eine mögliche qualitative Auswirkung nicht ausgeschlossen. Ein Teil des Überwassers der Erzkogelquelle werde direkt in Fischteiche (JRN1264) an der orographisch linken Talseite eingeleitet. Deshalb seien auch für diesen Fischteich mögliche Auswirkungen nicht ausgeschlossen.

Im Zuge eines bereits teilweise realisierten Ersatzwasserprojektes Spital am Semmering würden auch Trinkwasserleitungen im Bereich Steinhaus und Kaltenbachgraben neu zu verlegen sein. Einerseits würden die Grabungen weitgehend in Gesteinseinheiten der Keuperserie (Steinhaus) erfolgen, andererseits in den gering wasserwegig anzusprechenden Lockersedimenten der Glimmerschieferserie im Bereich Kaltenbachgraben. Bei den geplanten Grabungsarbeiten werden maximal nur lokal geringe bis sehr geringe Hanggrundwasserzutritte erwartet. Aufgrund der Nahelage der geplanten Leitungsverlegungen könne aber eine mögliche Auswirkung auf die gefasste Quelle (JRN1200) nicht ausgeschlossen werden.

Zusammenfassend könne nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten für den Teilraum Fröschnitz ausgesagt werden, dass durch die möglichen Auswirkungen in Verbindung mit der Durchörterung der Deckengrenze sowie den möglichen Auswirkungen der außerhalb des Tunnels stattfindenden Baumaßnahmen eine „mittlere“ Wirkungsintensität abzuleiten sei. Bei einer gleichzeitigen „mittleren“ Bewertung der Beeinflussungssensibilität ergebe sich daher eine „mittlere“ Eingriffserheblichkeit.

Teilraum Fröschnitzgraben

Durchlässigkeit Festgesteinsüberlagerung:	generell schlecht durchlässig mit lokal begrenzten guten Durchlässigkeiten
Anzahl prognostizierter Auswirkungen:	einige
Wirkungsintensität:	mittel

1.2.10.6 Teilraum Grautschenhof

Nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten würden die Grobgnese auf Trassenniveau aufgrund der geringeren Überlagerungen im Vergleich zu anderen Streckenabschnitten bessere Durchlässigkeiten (bis zu $k_f \sim 1 \cdot 10^{-5}$ m/s) zeigen. Aufgrund der Bohrlochversuche, der geringeren Überlagerungen und der lithologischen Eigenschaften der Gneise samt vorhandenen Störungsbahnen müsse innerhalb dieses Gebirgsabschnittes immer wieder mit Kluftwasserführungen gerechnet werden. Der Bergwasserandrang werde in diesem Abschnitt deutlich höher sein, als in den benachbarten Gebirgsabschnitten 26 und 28. Zudem sei davon auszugehen, dass die hangendsten Festgesteinsbereiche durch stärkere Auflockerungszonen auch lokal verbesserte Wasserwegigkeiten aufweisen werden, als die tieferen Anteile. Über längere Strecken müsse daher auch beim Tunnelvortrieb mit anhaltendem Firstregen gerechnet werden. Aufbauend auf den z.T. guten Durchlässigkeiten für kristalline Festgesteine im Semmeringgebiet innerhalb dieser Grobgnese würden Bergwassermengen in der Größenordnung von etwa 10-20 l/s zu erwarten sein.

Durch die im Vergleich mit den anderen kristallinen Festgesteinen besseren Wasserwegigkeiten und dem damit höherem prognostizierten Bergwasseranfall, auch bedingt durch den Zugangsstollen mit anfänglich geringer Überlagerung, seien Auswirkungen an der Oberfläche nicht auszuschließen. Vor allem im Bereich des Sommeraugrabens, westlich davon und im Bereich des Zugangsstollens seien an einer Reihe von Quellen mögliche Auswirkungen in Form von Schüttungsreduktionen nicht auszuschließen. Die Quellen an der orographisch linken Seite des Sommeraubaches, für welche mögliche Auswirkungen nicht ausgeschlossen werden können, würden nahe an der Trasse bzw. im unmittelbaren Talbereich nahe möglicher Störungen innerhalb der Grobgneise liegen. Die hydraulische Stellung möglicher Störungen in diesem Bereich sei schwierig zu beurteilen, weshalb auch mögliche Auswirkungen trotz hoher Überlagerungen nicht ausgeschlossen worden seien.

Bei der Querung des Fröschnitztales können nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten entlang von Grobgneisen einzelne rinnende Kluftwasserzutritte auftreten. Diese hätten jedoch nur sehr lokalen Charakter und seien innerhalb dieser Einheit als eher untergeordnet anzusehen. Mögliche, nur sehr lokal beschränkte Zusammenhänge mit der Wasserführung aus den Lockersedimenten seien nicht gänzlich auszuschließen, aber sehr unwahrscheinlich. Generell würden die Lockergesteine des Fröschnitztales über dem Festgesteinsuntergrund aber als mäßig wasserdurchlässig ($k_f \sim 4 \cdot 10^{-5}$ m/s) und hydraulisch sehr inhomogen erwartet. Der Tunnelvortrieb greife in diese Lockersedimente jedoch nicht direkt ein.

Nach der Querung des Fröschnitztales in Richtung Müzzuschlag würden nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten innerhalb der Quarzphyllite, Glimmerschiefer und Störungsgesteine nur sehr untergeordnete, lokal begrenzte Kluftwasserführungen erwartet. Vorrangig müsse mehr mit Tropfwasserzutritten gerechnet werden. Innerhalb dieser Festgesteinsstrecke seien max. einige wenige l/s vorstellbar. Auswirkungen an der Oberfläche würden aus hydrogeologischer Sicht jedoch nicht erwartet. Dies könne sehr gut mit den Ergebnissen und Beobachtungen des Begleitstollens verglichen werden, wo diese Gesteinseinheiten bereits aufgeföhren wurden.

Sowohl der geplante Zwischenangriff Grautschenhof (Zugangsstollen) als auch der Baulüftungsschacht Sommerau würden nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten hauptsächlich in Gesteinen der Grobgneise zu liegen kommen. Vermehrte Kluftwasserzutritte seien dabei wahrscheinlich. Vor allem die östlich der geplanten Trasse des Haupttunnels gelegenen Quellen, für welche eine mögliche Auswirkung nicht ausgeschlossen werden könne, liegen im Nahbereich des Zugangsstollens Grautschenhof, mit z.T. geringen Überlagerungen.

Beim Schacht können sich nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten im Zuge des Abteufens kurzfristig lokal begrenzte Grundwasserspiegelabsenkungen einstellen. Wie auch für den Tunnelvortrieb in diesem Bereich werde von einer mittleren Wirkungsintensität wegen der vermuteten besseren Durchlässigkeiten innerhalb der Grobgneise und der möglichen Auswirkungen darauf ausgegangen. In Verbindung mit einer geringen Sensibilität ergebe sich somit für den Zugangsstollen eine geringe Eingriffserheblichkeit. Ebenso verhalte es sich für den Baulüftungsschacht Sommerau, für den ebenfalls eine geringe Eingriffserheblichkeit abgeleitet werde.

Zusammenfassend werde nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten für den Tunnelabschnitt im Teilraum Grautschenhof ausgesagt, dass auf Basis der lokal sicher besseren Durchlässigkeiten in den Grobgneisen und der darauf prognostizierten möglichen Auswirkungen an der Oberfläche eine „mittlere“ Wirkungsintensität abgeleitet werde. In Verbindung mit einer „geringen“ Beeinflussungssensibilität ergebe sich eine „geringe“ Eingriffserheblichkeit.

Teilraum Grautschenhof

Durchlässigkeit Festgesteinsüberlagerung:	generell schlecht durchlässig mit lokal begrenzten guten Durchlässigkeiten
Anzahl prognostizierter Auswirkungen:	einige
Wirkungsintensität:	mittel

1.2.10.7 Teilbereich Mürzzuschlag

In diesem Teilraum seien nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten die Karbonatgesteine, Quarzite und phyllitischen Gesteine zusammengefasst, die im Begleitstollen vom Portal Mürzzuschlag bis in den Bereich der wasserführenden Karbonatgesteine des Wallersbachgrabens bereits aufgefahren wurden. Innerhalb der verkarsteten Karbonatgesteine im Bereich Wallersbachgraben hätten sich beim Vortrieb sehr große Bergwasserzutritte eingestellt. Durch die Errichtung einer Pumpnische (Brunnenfilternische I) im Begleitstollen habe für den weiteren Vortrieb der Bergwasserspiegel unter das Niveau des Begleitstollens abgesenkt werden können. Darauf hin sei der Vortrieb ohne große Probleme und Bergwasserzutritte fortgeführt werden. Derzeit belaufe sich die Pumpmenge aus dem Begleitstollen auf 80-100 l/s, um den Bergwasserspiegel auf dem von der Behörde vorgegebenen Niveau zu halten. Im Rahmen der Bohrphase II sei im Bereich der Karbonatgesteine des Wallersbachgrabens in Nahelage zur Trasse Semmering-Basistunnel neu eine Erkundungsbohrung abgeteuft worden. Der Bergwasserspiegel in dieser Bohrung (KB-36/08) liege derzeit bei etwa SH ~ 653 m. Durch die entsprechenden Pumpeinrichtungen im Begleitstollen könne somit der Bergwasserspiegel konstant auf einem vorgegebenen von Niveau gehalten werden. Von der Behörde sei vorgegeben worden, dass der Bergwasserspiegel nicht höher als 10 m unter SOK aufspiegeln dürfe. Aus fachlicher Sicht werde daher empfohlen, bis zur Errichtung der beiden Hauptröhren die Wasserhaltung im Begleitstollen aufrecht zu halten.

Aufgrund der Tatsache, dass der Haupttunnel drainierend ausgebaut wird, könne davon ausgegangen werden, dass die in diesem Abschnitt anfallende Bergwassermenge in der Betriebsphase in der Größenordnung der gepumpten etwa 80-100 l/s sein wird. Auswirkungen an der Oberfläche seien aus hydrogeologischer Sicht jedoch nicht zu erwarten.

Innerhalb der phyllitischen Gesteine und den quarzitären Gesteinen zwischen den Karbonatgesteinen des Wallersbachgrabens und den Karbonatgesteinen des Portalbereiches Mürzzuschlag würden nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten beim Vortrieb keine größeren Bergwasserzutritte erwartet. Im Bereich des Semmeringquarzites seien allerdings beim Vortrieb des Begleitstollens eine Vielzahl von kleinen bis kleinsten Bergwasserzutritten angetroffen worden. Ein Großteil der punktuellen Austritte habe schüttungsmäßig zwischen 0,01-0,5 l/s geschwankt. Vereinzelt seien Zutritte von mehreren Litern pro Sekunde (z.B. an Vorbohrungen) beobachtet worden. Durch die Entwässerungsmaßnahmen aus den Brunnenfilternischen im Begleitstollen würden für den Hauptvortrieb durch bereits stattgefundenen Entwässerungsmaßnahmen nur lokal und untergeordnet Bergwasserzutritte zu erwarten sein. Vielmehr sei dabei jedoch auf Durchfeuchtungen im Semmeringquarzit und damit verbundenen geotechnischen Schwierigkeiten Bedacht zu nehmen. Als Größenordnung für die permanente Wasserführung seien für diesen nicht karbonatischen Abschnitt max. etwa 1 l/s vorstellbar. Auswirkungen an der Oberfläche seien aus hydrogeologischer Sicht nicht zu erwarten. Dies könne auch aus den seit 1989 laufenden Beweissicherungsmessungen sehr deutlich abgelesen werden.

Derzeit seien innerhalb der Karbonatgesteine des Portalbereiches keine Bergwasserzutritte in den Begleitstollen vorhanden. Dies sei vor allem auf die Pumpmaßnahmen im Bereich der Brunnenfilternischen im Abschnitt der Karbonatgesteine des Wallersbachgrabens zurückzuführen. Bei Aufrechterhaltung der Pumpmaßnahmen im Begleitstollen während des Hauptvortriebes des Semmering Basistunnels sei demnach in diesen Karbonatgesteinen mit keinen großen Bergwassermengen zu rechnen. Zu Zeiten starker Schneeschmelze könne es aber kurzfristig (1-2 Monate) zum Anspringen von Kluftwasserzutritten kommen, die in der Größenordnung von max. mehreren l/s liegen. Die Größenordnung der Bergwasserzutritte innerhalb dieses Bereiches, vor allem im Bereich entlang der Nahelage zu den Lockersedimenten des Fröschnitztales sei mit max. wenigen 10er l/s zur Zeit des Auffahrens vorstellbar. Auswirkungen an der Oberfläche als

auch auf den Grundwasserkörper werden nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten aus hydrogeologischer Sicht in diesem Abschnitt nicht erwartet.

Im Portalbereich Mürzzuschlag würden verkarstete, wasserführende Karbonatgesteine anstehen, wobei der Grundwasserspiegel unter der Sohle der nahegelegenen Fröschnitz liege. Dies bedeute, dass in diesem Bereich die Fröschnitz keine unmittelbare Vorfluterfunktion für das in den Bohrungen und im Begleitstollen angetroffene Karstgrundwasser innehat. Der Grundwasserspiegel im Portalbereich Mürzzuschlag sei offensichtlich aufgrund der Drainagewirkung des Erkundungsstollens abgesenkt worden.

Kurzpumpversuche an Portalbereichsbohrungen hätten Durchlässigkeiten in der Größenordnung von $K_f \sim 10^{-4}$ m/s ergeben. Zusätzlich sei hinsichtlich der zu erwartenden Bergwassermengen im Vergleich zum Begleitstollen auch die nähere Lage des Haupttunnels zur quartären Talfüllung der Fröschnitz mit zu berücksichtigen. Unter Zugrundelegung der bei Kurzpumpversuchen im Portalbereich aus orientierenden Bestimmungsmethoden ermittelten Werte und einer Abschätzung der Rahmenparameter für den Porenaquifer im Fröschnitztal erscheine eine zusätzliche Wassermenge in der Größenordnung von einigen wenigen Litern pro Sekunde bis ca. 10 l/s aus dem Fröschnitztal vorstellbar. Auswirkungen an der Oberfläche würden aus hydrogeologischer Sicht nicht erwartet. Durch das Einstellen der Pumpmaßnahmen im Begleitstollen werde es zwangsläufig zu einem Aufstau bzw. Erhöhung des Grundwasserspiegels im Bereich der Karbonatgesteine des Wallersbachgrabens und aller Voraussicht nach auch im Portalbereich Mürzzuschlag kommen.

Je nach Höhenlage der Grundwasserspiegellagen sei in der Betriebsphase aufgrund der geplanten Einbauten lokal mit geringfügigen Änderungen in der Strömungsrichtung zu rechnen. Ebenso können nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten lokale Trübungen des Grundwassers nicht gänzlich ausgeschlossen werden. Somit sei die Einschätzung der Wirkungsintensität sowohl in der Bau- als auch Betriebsphase aus qualitativer und quantitativer Sicht mit gering zu bewerten.

Entlang der Freilandstrecke nach dem Bahnhof Mürzzuschlag bis zum Ende des Teilraumes würden nur obertägige Baumaßnahmen stattfinden. Quantitativ würden dabei keine Auswirkungen erwartet. Bei Einhaltung der üblichen Vorschriften auf Baustellen seien daraus auch nur maximal geringe qualitative Auswirkungen auf das Grundwasser abzuleiten.

Der Teilraum Mürzzuschlag stelle einen Sonderfall in der Bewertung dar, als dieser Abschnitt bereits durch den Begleitstollen aufgefahren wurde. Nach dem Schema der Beurteilung der Wirkungsintensität würde für diesen Teilraum eine mittlere Wirkungsintensität abgeleitet werden. Da aber Auswirkungen eines Untertagebaues in diesem Abschnitt durch den Begleitstollen bereits stattgefunden haben, würden durch die Errichtung des Semmering-Basistunnel neu keine zusätzlichen Auswirkungen prognostiziert. Aus diesem Grund werde die Einstufung der Wirkungsintensität um eine Stufe rückgestuft und mit gering bewertet.

Zusammenfassend werde seitens der (hydrogeologischen) Projektanten auf Basis der festgelegten Kriterien für den Teilraum Mürzzuschlag durch die Tatsache bereits stattgefundener Auswirkungen des Begleitstollens nur eine „geringe“ Wirkungsintensität abgeleitet. Zusammen mit der Einstufung einer „mittleren“ Beeinflussungssensibilität ergebe sich daher eine „geringe“ Eingriffserheblichkeit.

Teilraum

Durchlässigkeit Festgesteinsüberlagerung:	generell gut durchlässig
Anzahl prognostizierter Auswirkungen:	keine
Wirkungsintensität:	gering

Zusammenfassende Beurteilung der Eingriffserheblichkeit

Die Ableitung der Eingriffserheblichkeit ergebe sich nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten nach Verschnitt der Beeinflussungssensibilität und der Wirkungsintensität.

Teilraum	Beeinflussungs- sensibilität	(Bau- und Betriebsphase)	
		Wirkungsintensität	Eingriffserheblichkeit
Gloggnitz-Schwarzatal	Mittel	Gering	Gering
Aue – Göstritz	Hoch	Hoch	Hoch
Otterstock	Hoch	Hoch	Hoch
Trattenbach	Gering	Mittel	Mittel
Fröschnitzgraben	Mittel	Mittel	Mittel
Grautschenhof	Gering	Mittel	Gering
Mürzzuschlag	Mittel	Gering	Gering

1.2.11 MAßNAHMEN

Grundlagen und Bewertungsmethode

Nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten seien für den Tunnelabschnitt Injektionsmaßnahmen als wesentliche Schutz- bzw. Minderungsmaßnahme im Themenbereich Grund-, Berg- und Oberflächenwasser (Fachbereich Hydrogeologie) zur Reduktion von großen anfallenden Bergwassermengen zu nennen.

Unabhängig der Vortriebsmethode würden beim Durchörtern der Karbonatgesteine des Grasberges, des Otterstockes sowie auch der Deckengrenze im Bereich Fröschnitzgraben vorseilende und überlappende Injektionsmaßnahmen stattfinden. Damit könne der Wasserandrang bereits in der Vortriebsphase verringert werden und es könne dadurch der Wasserzutritt auf die für den weiteren Vortrieb noch mögliche Zutrittsmenge reduziert werden. Dadurch sei es auch weiters möglich, Auswirkungen auf den Bergwasserkörper und auf Quellen und Oberflächengerinne zu reduzieren. Details zu den Injektionsmaßnahmen seien den entsprechenden Projektplänen und Gutachten der Tunnelplanung (5510-EB-0301AL-00-1001 - Technischer Bericht – Tunnelplanung) zu entnehmen. Vorab würden als Größenordnungen der Reduktionen der prognostizierten Bergwassermengen beim Vortrieb mittels TVM ~ mit 50 %, bei konventionellem Vortrieb ~ mit 30 % angesetzt.

Bei allen Trinkwasserversorgungen, bei welchen mögliche Auswirkungen zu erwarten sind bzw. nicht ausgeschlossen werden können, seien Ersatzwassermaßnahmen als Ausgleichsmaßnahmen zu schaffen.

Baumaßnahmen außerhalb des Tunnels

Bei allen Baumaßnahmen außerhalb des Tunnels (Baustelleneinrichtungsflächen, Baulüftungsschächte, etc.) gehe die hydrogeologische Bewertung der Wirkungsintensität davon aus, dass die gängigen Sicherheitsstandards nach dem Stand der Technik angewendet werden (auf den Baustelleneinrichtungsflächen werden für die Verwendung, den Transport und die Lagerung grundwassergefährdender Stoffe die entsprechenden Sicherheitsvorschriften kenntlich gemacht und eingehalten - Betankungsstellen werden nach wasserrechtlichen Vorgaben hergestellt, abgesichert und laufend überprüft - für Unfälle mit Austritt wassergefährdender Stoffe würden ausreichend Ölbindemittel bereitgestellt – udgl.), ohne dass dies als vorgeschlagene Maßnahme zu gelten hat. Geordnete Baustellenentwässerungen und Einsatz von grundwasserschonenden Bauhilfsstoffen würden hingegen für die Bewertung der qualitativen Restbelastung als Maßnahmen angeführt.

Maßnahmen und Bewertungen

Für die quantitative Bewertung der Restbelastung des Tunnels in der Bauphase, aber auch weiterwirkend in der Betriebsphase seien die beiden Kriterien

- Injektionsmaßnahmen im Tunnel (Wirksamkeit=gut)
- Schaffung von Ersatzwassermaßnahmen (Wirksamkeit=sehr gut).

für die Beurteilung im Themenbereich Grund-, Berg- und Oberflächenwasser (Fachbereich Hydrogeologie) für die jeweiligen Teilbereiche herangezogen worden. In den Beurteilungstabellen würden demnach die getätigten Aussagen sowohl für die Bau- als auch Betriebsphase gelten. Dies deshalb, da die tunnelbautechnischen Maßnahmen der Injektionen schon in der Bauphase erfolgen und deren Wirkung bis in die (recte: auch in der) Betriebsphase wirksam bleiben werde. Ebenso würden Ersatzwassermaßnahmen bereits in der Bauphase getätigt und realisiert, weshalb deren Wirkungen ebenfalls in der Bau- und Betriebsphase gegeben seien. Diese Bewertung werde auch für die Ermittlung der Restbelastung der Teilräume in weiterer Folge herangezogen.

Für die qualitative Bewertung der Restbelastung des Tunnels in der Bauphase, aber auch weiterwirkend in der Betriebsphase seien vorab die beiden Maßnahmen

- geordnete Tunnelentwässerung (Wirksamkeit=sehr gut)
- Gewässerschutzanlage (Wirksamkeit=sehr gut)

zur Bewertung herangezogen worden. Qualitativ seien für den Tunnelabschnitt keine Auswirkungen zu erwarten, da sowohl in der Bau- als auch Betriebsphase über weite Strecken ohnehin eine zum Tunnel hin gerichtete hydraulische Strömungsgradienten bestehen wird. Zudem würden in der Bauphase die anfallenden Wässer über eine geordnete Tunnelentwässerung und eine entsprechende Gewässerschutzanlage geleitet.

In der Betriebsphase würden die anfallenden Wässer ebenfalls über eine geordnete Tunnelentwässerung abgeleitet. Mögliche qualitative Auswirkungen auf Quellen in Hinblick auf Temperaturänderungen (z.B. Wegfall einer Komponente der Quellschüttung) werden nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten nicht erwartet. Deshalb würden für die Tunnelabschnitte bei der Beschreibung und Bewertung in den einzelnen Teilbereichen nur die quantitativen Auswirkungen behandelt, da keine qualitativen Auswirkungen und damit auch keine qualitativen Restbelastungen vom Tunnel ausgehen werden. Sie würden zwar angeführt und in ihrer Wirksamkeit mit „sehr gut“ beschrieben, würden jedoch nicht in die zusammenfassende Gesamteinschätzung der Maßnahmenwirksamkeit der einzelnen Teilräume eingehen. Es würden in der Zusammenführung und Beschreibung die Restbelastungen der quantitativen Auswirkungen überwiegen.

Für die Anlagenteile bzw. Baumaßnahmen außerhalb des Tunnels seien zusätzliche Maßnahmen in der Bauphase geplant, die zu einer Reduzierung der Eingriffserheblichkeit sowohl in quantitativer als auch qualitativer Sicht führen werden. Dabei können nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten folgende Maßnahmen zur Ausführung gelangen:

- Geordnete Baustellenentwässerung (Wirksamkeit=gut)
- Geordnete Stollenentwässerung (Wirksamkeit=sehr gut)
- Abdichtungen bei Schachtherstellung
im Bereich der Lockersedimente (Wirksamkeit=sehr gut)
- Gewässerschutzanlagen (Wirksamkeit=sehr gut)
- Verwendung Kiesschüttung/Sandbettung,
Errichtung Drainagen zur Schaffung von
Durchlässigkeiten (Wirksamkeit=gut)

- Spezialmaßnahmen an Baustraßen
wie dichter Untergrund, Herstellung von
Drainagen und Absturzbauwerken (Wirksamkeit=sehr gut)
- Verwendung grundwasserschonender
Bauhilfsstoffe (Wirksamkeit=gut)

Die fachliche Einschätzung der Auswirkungen in Verbindung mit den Maßnahmen und den daraus abgeleiteten Restbelastungen der einzelnen Anlagenteile außerhalb des Tunnels würden in den Beschreibungen und Bewertungen der einzelnen Teilbereiche erfolgen. Dabei zeige sich, dass für diese Baumaßnahmen unter Zugrundelegung der angeführten Maßnahmen maximal nur eine geringe Restbelastung bestehen bleibe.

Zusammenfassend werde ausgeführt, dass die quantitativen und qualitativen Auswirkungen des Tunnels und die dadurch abgeleiteten Restbelastungen sowohl für die Bau- als auch Betriebsphase gelten. Bei der Einschätzung und Bewertung der Baumaßnahmen außerhalb des Tunnels (Freilandstrecke, Zwischenangriffsflächen, Baustraßen,...) seien sehr wohl Unterschiede für die Bau- bzw. Betriebsphase gegeben. Diese seien vor allem dadurch begründet, dass ein großer Anteil dieser Baumaßnahmen wieder rückgebaut werde, und bei annähernder Herstellung des Ausgangszustandes keine Restbelastung in der Betriebsphase verbleibe. Weiters würden in der Gesamteinschätzung der Maßnahmenwirksamkeit nur die tunnelbezogenen Maßnahmen (Injektionsmaßnahmen im Tunnel und Schaffung von Ersatzwassermaßnahmen) für die Bewertung herangezogen, da aus qualitativer Sicht keine Auswirkungen des Tunnels zu erwarten sind, und die Baumaßnahmen außerhalb des Tunnels maximal eine geringe Restbelastung aufweisen.

Ungeachtet der möglichen Maßnahmen werde seitens der (hydrogeologischen) Projektanten aus hydrogeologischer Sicht beim Tunnelvortrieb dringend empfohlen, in denjenigen Bereichen, wo mit verstärkten Bergwasserzutritten zu rechnen ist, auch entsprechende Vorerkundungen vom Vortriebsbereich aus durchzuführen. Entsprechend lange Vorbohrungen in den kritischen Tunnelabschnitten sollen einerseits helfen, wasserführende Zonen bestmöglich zu detektieren und zu untersuchen, und andererseits können dadurch auch bereits Vorentlastungen hinsichtlich Bergwasserdruck und Bergwassermenge stattfinden.

1.2.11.1 Teilraum Gloggnitz - Schwarzatal

Freilandstrecke – Maßnahmen qualitativ

Seitens der (hydrogeologischen) Projektanten wurde empfohlen, im Bereich Gloggnitz außerhalb des Tunnels, bei Einbauten im Untergrund (z.B. Brückenpfeiler) nur grundwasserschonende Materialien zu verwenden, sodass durch diese Maßnahme keine wesentlichen Auswirkungen in der Bau/Betriebsphase zu erwarten seien. Bei den Eingriffen in den Porengrundwasserkörper neben der Schwarza (Brückenfundamente, Straßenunterführungen) werde auf besondere Sorgfalt beim Einsatz von Maschinen und Materialien geachtet. Zudem werde auf den Baustellen einerseits eine geordnete Baustellenentwässerung vorhanden sein und andererseits für die Verwendung, den Transport und die Lagerung grundwassergefährdender Stoffe die entsprechenden Sicherheitsvorschriften kenntlich zu machen und einzuhalten sein. Betankungsstellen seien nach wasserrechtlichen Vorgaben herzustellen, abzusichern und laufend zu prüfen. Für Unfälle mit einem Austritt wassergefährdender Stoffe seien ausreichend Ölbindemittel bereitzustellen. Bei derartigen Unfällen werde die Wasserrechtsbehörde unverzüglich zu benachrichtigen sein. Die Wirksamkeit dieser Maßnahmen auf mögliche Auswirkungen auf das Porengrundwasser im Schwarzatal (Trübungen) seien mit gut zu bewerten, was aus qualitativer Sicht eine geringe Restbelastung ableiten lässt.

Die neu zu errichtenden 110 kV-Leitung werde obertägig geführt und verursache daher keine nennenswerten Auswirkungen. Es werde für diese Baumaßnahme keine Restbelastung erkannt, da davon auszugehen sei, dass bei Errichtung der Stützen die allgemein gültigen Vorschriften auf Baustellen eingehalten werden.

Bemerkung des Gutachters: Auf die Gestaltung der Regelquerschnitte im Bereich der Freilandstrecke zum Schutz des Grundwassers bei außerbetrieblichen Ereignissen wurde in einer gesonderten Risikostudie eingegangen und die erforderlichen Regelquerschnitte eingeplant.

Freilandstrecke – Maßnahmen quantitativ

Nur bei der Herstellung der Schwarzabrigge und den Verlegungen der bestehenden Straßen, z.T. in dichte Wannen (hochwassersichere Straßenunterführung) würden nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten aus quantitativer Sicht lokale Eingriffe (kurzfristige Grundwasserabsenkungen) in den Porengrundwasserkörper erfolgen. Dafür sei vorgesehen, unterhalb der dichten Straßenwanne ausreichende Kieskörper einzubauen, um eine hydraulische Verbindung unterhalb der Wanne aufrecht zu erhalten. Diese Maßnahme werde mit „gut“ bewertet, weshalb aus quantitativer Sicht eine geringe Restbelastung abzuleiten sei.

Seitens der (hydrogeologischen) Projektanten wurden nachstehende Maßnahmen bzw. deren Wirksamkeiten beschrieben:

Nr.	Beschreibung	Wirksamkeit
GW-GL-BA-01	Geordnete Baustellenentwässerung	Gut
GW-GL-BA-02	Verwendung grundwasserschonender Bauhilfsstoffe	Gut
GW-GL-BA-03	Verwendung Kiesschüttung/Sandbettung, Errichtung Drainagen zur Schaffung von Durchlässigkeiten	Gut

Die Baustellenflächen werden nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten wieder rückgebaut, sodass der „Urzustand“ weitgehend wieder hergestellt werde. In der Betriebsphase sei daher keine Restbelastung anzuleiten.

Tunnelabschnitt – Maßnahmen qualitativ

Wie auch in allen anderen Tunnelabschnitten werden nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten sowohl geordnete Tunnelentwässerungen als auch entsprechende Gewässerschutzanlagen zu errichten sein. Hieraus würden sich aus qualitativer Sicht keine verbleibende Restbelastung ergeben.

Seitens der (hydrogeologischen) Projektanten wurden nachstehende Maßnahmen bzw. deren Wirksamkeiten beschrieben:

Nr.	Beschreibung	Wirksamkeit
GW-GL-BA-04	Gewässerschutzanlage	Sehr gut
GW-GL-BA-05	Geordnete Tunnelentwässerung	Sehr Gut

Tunnelabschnitt – Maßnahmen quantitativ

Für den Tunnelabschnitt in diesem Teilraum durch die Grauwackenzone seien nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten keine Injektionsmaßnahmen vorgesehen, da hier der geplante Vortrieb in weitgehend dichten Gesteinen mit großer Überdeckung stattfinden werde. Zudem würden keine Auswirkungen auf die oberflächennahen genutzten Grundwasserkörper erwartet, weswegen auch keine Ersatzwasserversorgungsmaßnahmen notwendig seien.

Zusammengefasst wird ausgeführt, dass auf Basis der Einschätzung einer geringen Eingriffserheblichkeit und der Tatsache, dass keine speziellen tunnelbautechnischen Maßnahmen notwendig erscheinen, für diesen Teilraum eine geringe Restbelastung sowohl für die Bau- als auch für die Betriebsphase abgeleitet wird.

1.2.11.2 Teilraum Aue - Göstritz

Baumaßnahmen außerhalb Tunnel quantitativ und qualitativ

Beim geplanten Zwischenangriff Göstritz sei nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten geplant, neben der Baustelleneinrichtungsfläche einen Zugangsstollen und einen Schacht zu errichten. Sowohl der Zugangsstollen als auch der Schacht würden in dichten, weitgehend bergwasserfreien Gesteinen aufgeföhren, Auswirkungen an der Oberfläche

seien daher nicht zu erwarten. Deshalb sei auch nur eine geringe Eingriffserheblichkeit abgeleitet worden. Qualitative Auswirkungen seien nicht gegeben, da keine Ausbreitungsmöglichkeit von Schadstoffen oder Trübungen bestehe, weil ein zum Stollen/Schacht hin ausgerichteter Strömungsgradient bestehe.

Aus hydrogeologischer Sicht erscheinen daher nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten keine besonderen Maßnahmen notwendig. Es lasse sich auf Basis der ausgewiesenen geringen Eingriffserheblichkeit eine geringe Restbelastung für den Zugangsstollen und den Schacht ableiten.

Auf der zugehörigen Baustelleneinrichtungsfläche würden nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten für die Verwendung, den Transport und die Lagerung grundwassergefährdender Stoffe die entsprechenden Sicherheitsvorschriften kenntlich zu machen und einzuhalten sein. Betankungsstellen seien nach wasserrechtlichen Vorgaben herzustellen, abzusichern und zu prüfen sein. Für Unfälle mit einem Austritt wassergefährdender Stoffe seien ausreichend Ölbindemittel bereitzustellen. Bei derartigen Unfällen sei die Wasserrechtsbehörde unverzüglich zu benachrichtigen. Zudem werde auf der Baustelle eine geordnete Baustellenentwässerung einzurichten. Bei Arbeiten über dem Hanggrundwasser seien nur sehr lokale Auswirkungen (Trübungen) nicht ausschließbar, ansonsten würde ein zur Baufläche hin gerichteter Strömungsgradient vorliegen. Durch die Einrichtung einer geordneten Baustellenentwässerung könne die Maßnahmenwirksamkeit mit gut beschrieben werden. Deshalb verbleibe aus qualitativer Sicht „keine“ Restbelastung.

Sollten bei Arbeiten innerhalb der Baustelleneinrichtungsfläche lokale Hanggrundwässer angeschnitten werden, bestehe nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten dabei keine qualitative Auswirkung, sondern nur maximal eine geringe quantitative Auswirkung, da Drainagen im Zuge der Baustelleneinrichtung anzulegen wären. Eine mögliche Auswirkung auf einen gefassten Hanggrundwasseraustritt (FS076) unterhalb der Baustellenfläche sei nicht auszuschließen. Es sei geplant, das Anwesen samt gefassten Hanggrundwasseraustritt, der derzeit als Trinkwasserversorgung verwendet wird, vor Baubeginn abzulösen. Aus quantitativer Sicht verbleibe in der Bauphase daher eine „geringe“ Restbelastung.

Da sämtliche Baumaßnahmen im Zwischenangriffsbereich Göstritz rückgebaut werden, aus dem Zugangsstollen und dem Schacht nur geringe Wassermengen abgeführt werden, könne nach Ansicht der (hydrogeologischen) Projektanten für die Betriebsphase ebenfalls nur eine „geringe“ Restbelastung abgeleitet werden.

Seitens der (hydrogeologischen) Projektanten wurden nachstehende Maßnahmen bzw. deren Wirksamkeiten beschrieben:

Nr.	Beschreibung	Wirksamkeit
GW-AG-BA-01	Geordnete Baustellenentwässerung	Gut
GW-AG-BA-02	Gewässerschutzanlage	Sehr gut
GW-AG-BA-03	Geordnete Stollenentwässerung	Sehr gut

Tunnelabschnitt – Maßnahmen qualitativ

Wie auch in allen anderen Tunnelabschnitten werden nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten sowohl geordnete Tunnelentwässerungen als auch entsprechende Gewässerschutzanlagen eingerichtet. Zusammen ergebe dies aus qualitativer Sicht keine verbleibende Restbelastung.

Seitens der (hydrogeologischen) Projektanten wurden nachstehende Maßnahmen bzw. deren Wirksamkeiten beschrieben:

Nr.	Beschreibung	Wirksamkeit
GW-AG-BA-02	Gewässerschutzanlage	Sehr gut
GW-AG-BA-04	Geordnete Tunnelentwässerung	Sehr Gut

Tunnelabschnitt – Maßnahmen quantitativ

Für die Tunnelstrecke unter dem Auebachtal erscheinen nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten aus hydrogeologischer Sicht keine zusätzlichen Maßnahmen notwendig, da hier der geplante Vortrieb zum überwiegenden Teil in weitgehend dichten Gesteinen erfolge. Vorbereitungen für eventuelle Ersatzwasserversorgungen wegen möglicher Aus-

wirkungen auf insgesamt vier Einzelquellen können getroffen werden. Ein dauerhafter Ersatzanschluss an die öffentliche Trinkwasserversorgung sei möglich.

Für den Tunnelabschnitt durch die Karbonatgesteine des Graßbergzugs seien vorausseilende, überlappende Injektionen vorgesehen. Mit dieser Vorgangsweise könne der Wasserandrang bereits in der Vortriebsphase reduziert werden. Dadurch erscheine es möglich, Auswirkungen auf den Bergwasserkörper und auf Quellen und Oberflächengerinne zu reduzieren. Details dazu seien den Ausführungen der Tunnelplanung zu entnehmen (5510-EB-0301AL-00-1001 - Technischer Bericht – Tunnelplanung).

Für die Tunnelstrecke durch den Teilabschnitt Göstritz-Schlagstörung seien keine zusätzlichen Maßnahmen vorgesehen, da hier der geplante Vortrieb in weitgehend dichten Gesteinen mit großer Überdeckung erfolge und keine Auswirkungen auf die oberflächennahen genutzten Grundwasserkörper zu erwarten sei.

Seitens der (hydrogeologischen) Projektanten wurden nachstehende Maßnahmen bzw. deren Wirksamkeiten beschrieben:

Nr.	Beschreibung	Wirksamkeit
GW-AG-BA-05	Injektionsmaßnahmen im Tunnel	Gut
GW-AG-BA-06	Schaffung von Ersatzwassermaßnahmen	Sehr gut

Gesamteinschätzung der Maßnahmenwirksamkeit

Gut

Für die Tunnelstrecke lasse sich nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten wegen der erwarteten guten Wirksamkeit der Injektionen und der Möglichkeit der Schaffung von Ersatzmaßnahmen, die in ihrer Wirkung „mit sehr gut“ beschrieben werden können, eine Gesamteinschätzung der Maßnahmenwirksamkeit in diesem Teilraum mit „Gut“ ableiten. Daraus leite sich eine „mittlere“ Restbelastung ab, da die Wirkungen auf den Bergwasserhaushalt und die Quellen/Bäche reduziert, jedoch nicht gänzlich zu verhindern seien.

1.2.11.3 Teilraum Otterstock

Baumaßnahmen außerhalb Tunnel quantitativ und qualitativ

In diesem Abschnitt seien nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten Auswirkungen auf die Ortswasserversorgungen von Otterthal und Raach zu erwarten. Deshalb werden bereits im Vorfeld Ersatzmaßnahmen geschaffen. Dafür solle Wasser aus der sehr ergiebigen Bauernwiesquelle der Gemeinde Kirchberg am Wechsel verwendet werden, ohne dass deswegen die bewilligte Konsensentnahmemenge von 20 l/s geändert werden müsse. Für die Errichtung der Ersatzwasserversorgung aus dem Gemeindegebiet von Kirchberg kommend könne aus hydrogeologischer Sicht ausgesagt werden, dass die Verlegung der Transportleitung über einen überwiegenden Anteil im bestehenden Straßennetz erfolgt und daher keine wesentlichen Auswirkungen abgeleitet werden. Nur der letzte Anteil der Leitungsführung werde südlich von Raach zum Hochbehälter abseits einer Straße geführt. Geordnete Baustellenentwässerungen und Verwendung von Kiesschüttungen und/oder Sandbettungen bei Verlegung der Rohre zur Schaffung von Durchlässigkeiten seien im gesamten Verlauf der Grabungen vorgesehen. Diese Maßnahmen seien in ihrer Wirksamkeit mit „Gut“ zu bewerten, weswegen auch keine Restbelastungen abgeleitet werden. Auch in der Betriebsphase der Anlage seien keine Restbelastungen ableitbar.

Seitens der (hydrogeologischen) Projektanten wurden nachstehende Maßnahmen bzw. deren Wirksamkeiten beschrieben:

Nr.	Beschreibung	Wirksamkeit
GW-OT-BA-01	Geordnete Baustellenentwässerung	Gut
GW-OT-BA-02	Verwendung Kiesschüttung/Sandbettung zur Schaffung von Durchlässigkeiten	Gut

Tunnelabschnitt – Maßnahmen qualitativ

Wie auch in allen anderen Tunnelabschnitten würden nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten sowohl geordnete Tunnelentwässerungen als auch entsprechende Gewässerschutzanlagen vorgesehen. Zusammen ergebe dies aus qualitativer Sicht keine verbleibende Restbelastung.

Seitens der (hydrogeologischen) Projektanten wurden nachstehende Maßnahmen bzw. deren Wirksamkeiten beschrieben:

Nr.	Beschreibung	Wirksamkeit
GW-OT-BA-03	Geordnete Tunnelentwässerung, Gewässerschutzanlage	Sehr Gut

Tunnelabschnitt – Maßnahmen quantitativ

Für den Tunnelabschnitt durch die Karbonatgesteine des Otterstocks seien vorausseilende, überlappende Injektionen vorgesehen. Mit dieser Vorgangsweise könne der Wasserandrang bereits in der Vortriebsphase reduziert werden. Dadurch erscheine es möglich, Auswirkungen auf den Bergwasserkörper und auf Quellen und Oberflächengerinne zu reduzieren. Details dazu seien den entsprechenden Projektsplänen und Gutachten der Tunnelplanung zu entnehmen (5510-EB-0301AL-00-1001 - Technischer Bericht – Tunnelplanung).

Seitens der (hydrogeologischen) Projektanten wurden nachstehende Maßnahmen bzw. deren Wirksamkeiten beschrieben:

Nr.	Beschreibung	Wirksamkeit
GW-OT-BA-04	Injektionsmaßnahmen im Tunnel	Gut
GW-OT-BA-05	Schaffung von Ersatzwassermaßnahmen	Sehr gut

Gesamteinschätzung der Maßnahmenwirksamkeit**Gut**

Für die Tunnelstrecke lasse sich nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten wegen der erwarteten guten Wirksamkeit der Injektionen und der Möglichkeit der Schaffung von Ersatzmaßnahmen, die in ihrer Wirkung mit „sehr gut“ beschrieben werden können, eine Gesamteinschätzung der Maßnahmenwirksamkeit in diesem Teilraum mit „Gut“ ableiten. Daraus leitet sich eine „mittlere Restbelastung“ ab, da die Wirkungen auf den Bergwasserhaushalt und die Quellen/Bäche reduziert, jedoch nicht gänzlich zu verhindern seien.

1.2.11.4 Teilraum Trattenbach**Baumaßnahmen außerhalb Tunnel quantitativ und qualitativ**

Bei der Herstellung des geplanten Baulüftungsschachtes im Trattenbachgraben sei nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten eine dichte Auskleidung der obersten Schachtmeter durch die gering porengrundwasserführenden Lockersedimente vorgesehen. Mögliche Strömungsänderungen nach erfolgter Abdichtung seien nur unmittelbar im Schachtbereich möglich, seien aber als „vernachlässigbar gering“ einzustufen. Permanente Grundwasserspiegelabsenkungen würden durch den Einbau einer dichten Auskleidung in den Lockersedimenten nicht stattfinden, weshalb auch aus quantitativer Sicht die Maßnahmen mit „gut“ bewertet werden können. Innerhalb der Festgesteine bestehe die Möglichkeit, dass geringe Wassermengen in Form von Kluftwasserzutritten zutreten werden, die im Zuge der Schachterrichtung abgepumpt werden. Sowohl in der Bau- als auch Betriebsphase würden die aus dem Festgestein zuzitenden Kluftwässer in die Drainagen des Tunnels eingeleitet, weshalb daraus eine „geringe“ Restbelastung abzuleiten sei.

Durch die Verwendung grundwasserschonender Bauhilfsstoffe, einer geordneten Baustellenentwässerung auf der Baustellenfläche sowie der Tatsache, dass gegenüber den gering grundwasserführenden Lockersedimenten der Schacht abgedichtet wird, werde daraus keine Restbelastung abgeleitet, da all diese Maßnahmen mit „gut“ bzw. „sehr gut“ eingestuft werden.

Seitens der (hydrogeologischen) Projektanten wurden nachstehende Maßnahmen bzw. deren Wirksamkeiten beschrieben:

Nr.	Beschreibung	Wirksamkeit
GW-TB-BA-01	Geordnete Baustellenentwässerung	Gut
GW-TB-BA-02	Verwendung grundwasserschonender Bauhilfsstoffe	Gut
GW-TB-BA-03	Abdichtungen bei Schachtherstellung im Bereich der Lockersedimente	Sehr gut

Tunnelabschnitt – Maßnahmen qualitativ

Wie auch in allen anderen Tunnelabschnitten werden nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten sowohl geordnete Tunnelentwässerungen als auch entsprechende Gewässerschutzanlagen vorzusehen sein. Zusammen ergebe dies aus qualitativer Sicht „keine“ verbleibende Restbelastung.

Seitens der (hydrogeologischen) Projektanten wurden nachstehende Maßnahmen bzw. deren Wirksamkeiten beschrieben:

Nr.	Beschreibung	Wirksamkeit
GW-TB-BA-04	Geordnete Tunnelentwässerung, Gewässerschutzanlage	Sehr Gut

Tunnelabschnitt – Maßnahmen quantitativ

Für die Tunnelstrecken in diesem Teilraum seien nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten keine Injektionsmaßnahmen vorgesehen, da der geplante Vortrieb mit Tunnelvortriebsmaschinen in weitgehend dichten Gesteinen mit großer Überdeckung stattfinden werde. Zudem seien keine Auswirkungen auf die oberflächennahen genutzten Grundwasserkörper zu erwarten, weswegen auch keine Ersatzwasserversorgungsmaßnahmen notwendig seien.

Zusammengefasst könne festgestellt werden, dass auf Basis der Einschätzung einer geringen Eingriffserheblichkeit und der Tatsache, dass keine speziellen tunnelbautechnischen Maßnahmen notwendig erscheinen, für diesen Teilraum eine „geringe“ Restbelastung sowohl für die Bau- als auch für die Betriebsphase abgeleitet werden könne.

1.2.11.5 Teilbereich Fröschnitzgraben

Baumaßnahmen außerhalb Tunnel quantitativ und qualitativ

Deponie Longsgraben

Im Bereich der geplanten Deponie im Longsgraben seien nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten keine gefassten bzw. genutzten Quellen vorhanden. Nur am Grabenausgang des Longsgrabens seien zwei gefasste Quellen situiert. Eine davon werde derzeit nicht genutzt, die andere dient der Speisung eines Fischteiches. Durch die geplante Inanspruchnahme der für die Deponie notwendigen Fläche würden naturgemäß quantitative Auswirkungen auf die in diesem Bereich liegenden Quellen und Feuchtstellen eintreten. Zudem werde durch die geplante Bachverlegung eine lokale Änderung in der Lage des Oberflächenabflusses herbeigeführt. Vor Überschüttung der Feuchtstellen und Quellaustritte würden diese entsprechend gefasst und abgeleitet.

Zudem sei die Errichtung eines Kollektors geplant. Die gefassten Wässer würden dann wieder nach kurzer Ableitungstrecke erneut dem hydrologischen Bachregime im gleichen Einzugsgebiet zugeführt werden. Auch die Bachverlegung erfolge nur lokal, eine Ausleitung aus dem orographischen Einzugsgebiet des Longsgrabens erfolge nicht. All diese Maßnahmen würden in der Bauphase der Deponie lokale qualitative und quantitative Auswirkungen erwarten lassen, die in der fachlichen Einschätzung mit „hoch“ bewertet wurden.

Als Schutz- bzw. Ausgleichsmaßnahmen würden nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten die Errichtung von Drainagen und einer Gewässerschutzanlage, sowie die Verwendung von grundwasserschonenden Bauhilfsstoffen und

das Vorhandensein von geordneten Baustellenentwässerungen angeführt. All diese Maßnahmen seien in ihrer Wirksamkeit mit „gut“ zu bewerten.

Seitens der (hydrogeologischen) Projektanten wurden nachstehende Maßnahmen bzw. deren Wirksamkeiten beschrieben:

Nr.	Beschreibung	Wirksamkeit
GW-FR-BA-01	Geordnete Baustellenentwässerung	Gut
GW-FR-BA-02	Gewässerschutzanlage Deponie	Sehr gut
GW-FR-BA-03	Errichtung Drainagen zur Schaffung von Durchlässigkeiten	Gut
GW-FR-BA-04	Verwendung grundwasserschonender Bauhilfsstoffe	Gut

Zusammengefasst könne für die Deponie Longsgraben ausgesagt werden, dass bei einer „mittleren“ Eingriffserheblichkeit und einer „guten“ Wirksamkeit der Maßnahmen eine „geringe“ Restbelastung in der Bauphase abgeleitet wird.

Im Bereich des Baurestmassenkompartimentes werde eine künstliche Barriere (z.B. mineralische Dichtschicht) im Untergrund errichtet. Daher könne nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten ausgesagt werden, dass die Deponie in der Betriebsphase keine Auswirkungen habe und daher auch keine verbleibende Restbelastung abgeleitet werden könne. Die Detailplanungen zum Projekt Deponie Longsgraben seien in einem eigenen Themenbereich im teilkonzentrierten Verfahren und auch im EB-Operat vorhanden. Der zugehörige geologisch-hydrogeologische Bericht finde sich unter der Bezeichnung 5510-AW2-0202AL-00-0001 bzw. 5510-EB-5000AL-00-0004.

Förderband Deponie Longsgraben

Vom Zwischenangriff Fröschnitzgraben sei nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten geplant, Tunnelausbruchmaterial mittels Förderband zur Deponie Longsgraben zu verbringen. Im Verlauf der Führung des Förderbandes werde aus fachlicher Sicht als Maßnahme empfohlen, mit dem Einsatz von Schmiermittel besonders umsichtig umzugehen. Dabei sei vor allem im Bereich Mühlbauer die Quelle JRN475 (das Areal um die Quelle wird Teil der Baustelleneinrichtungsfäche Zwischenangriffspunkt Fröschnitzgraben) zu beachten. Zusätzlich sei auch das orographische Einzugsgebiet der Quellen JRN463, JRN464 und JRN465 besonders zu beachten, wo entlang der Forststraße zwischen Winterer und dem Longsgraben das Förderband geführt werde. Bei der Errichtung des Förderbandes würden keine Auswirkungen an der Oberfläche prognostiziert, da die Baumaßnahmen überwiegend über GOK erfolgen werden. Bei lokalen Eingriffen in die seichte Lockergesteinsüberlagerung seien vereinzelt lokale geringe Hangwasserzutritte möglich. Bei umsichtigem Umgang mit Schmiermitteln und einer geordneten Baustellenentwässerung würden sich für den bau und Betrieb des Förderbandes in der Bauphase maximal geringe Restbelastungen ergeben. Nach Beendigung der Deponierungsarbeiten werde das Förderband wieder abgebaut, sodass in der Betriebsphase keine Restbelastung bestehen bleibe.

Zwischenangriff Fröschnitzgraben (Baustelleneinrichtungsfäche und Schächte)

Auf der Baustelleneinrichtungsfäche Fröschnitzgraben würden nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten für die Verwendung, den Transport und die Lagerung grundwassergefährdender Stoffe die entsprechenden Sicherheitsvorschriften kenntlich zu machen und einzuhalten sein. Betankungsstellen seien nach wasserrechtlichen Vorgaben herzustellen, abzusichern und laufend zu prüfen. Für Unfälle mit einem Austritt wassergefährdender Stoffe werden ausreichend Ölbindemittel bereitgestellt. Bei derartigen Unfällen werde die Wasserrechtsbehörde unverzüglich benachrichtigt. Zudem werde auf der Baustelle eine geordnete Baustellenentwässerung vorhanden sein.

Bei Arbeiten über dem Hanggrundwasser seien nur sehr lokale Auswirkungen (Trübungen) nicht ausschließbar, ansonsten bestehe ein zur Baufläche hin gerichteter Strömungsgradient. Durch die Einrichtung einer geordneten Baustellenentwässerung könne die Maßnahmenwirksamkeit mit gut beschrieben werden. Deshalb verbleibe aus qualitativer Sicht keine Restbelastung.

Sollten bei Arbeiten innerhalb der Baustelleneinrichtungsfläche lokale Hanggrundwässer angeschnitten werden, bestehe dabei keine qualitative Auswirkung, sondern nur maximal eine geringe quantitative Auswirkung, da Drainagen im Zuge der Baustelleneinrichtung anzulegen wären. Eine mögliche Auswirkung auf einen gefassten Hanggrundwasseraustritt (JRN628) sei dabei nicht ausgeschlossen. Es sei geplant, das Anwesen samt dieses gefassten Hanggrundwasseraustrittes, der derzeit als Trinkwasserversorgung verwendet wird, vor Baubeginn abzulösen. Aus quantitativer Sicht verbleibe in der Bauphase eine „geringe“ Restbelastung.

Da mit Ausnahme des Schachtes II sämtliche Baumaßnahmen im Zwischenangriffsbereich Fröschnitzgraben rückgebaut werden und aus dem Schacht nur geringe Wassermengen abgeführt werden, könne für die Betriebsphase ebenfalls nur eine geringe Restbelastung abgeleitet werden.

Bei der Herstellung der beiden Schächte (Schacht I=groß, Schacht II=klein) im Fröschnitzgraben sei vorgesehen, eine dichte Auskleidung der obersten Schachtmeter durch die gering porengrundwasserführenden Lockersedimente herzustellen. Permanente Grundwasserspiegelabsenkungen würden durch den Einbau einer dichten Auskleidung in den Lockersedimenten nicht stattfinden, weshalb auch aus quantitativer Sicht die Maßnahme mit gut bewertet werden könne.

In den Festgesteinsabschnitten seien keine Abdichtungen vorgesehen. Allfällige tiefer zutretende Kluftgrundwässer würden über den Ringraum der Schächte in die Ulmendrainage des Tunnels eingeleitet. Sowohl in der Bau- als auch Betriebsphase würden die aus dem Festgestein zuzitenden Kluftwässer in die Drainagen des Tunnels eingeleitet, weshalb daraus eine geringe Restbelastung abgeleitet werde.

Bei der Errichtung und dem Betrieb der Schächte bestehe nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten zufolge einer zum Schacht hin ausgerichteter Strömungsgradient keine Gefahr einer Schadstoffausbreitung bzw. Trübung im Grundwasser. Durch die Verwendung grundwasserschonender Bauhilfsstoffe, einer geordneten Baustellenentwässerung auf der Baustellenfläche sowie der Tatsache, dass gegenüber den gering grundwasserführenden Lockersedimenten der Schacht abgedichtet werde, resultiere daraus keine Restbelastung, da all diese Maßnahmen mit „gut“ bzw. „sehr gut“ eingestuft werden.

Seitens der (hydrogeologischen) Projektanten wurden nachstehende Maßnahmen bzw. deren Wirksamkeiten beschrieben:

Nr.	Beschreibung	Wirksamkeit
GW-FR-BA-01	Geordnete Baustellenentwässerung	Gut
GW-FR-BA-04	Verwendung grundwasserschonender Bauhilfsstoffe	Gut
GW-FR-BA-05	Gewässerschutzanlage Zwischenangriffspunkt	Sehr gut
GW-FR-BA-06	Abdichtungen bei Schachtherstellung im Bereich der Lockersedimente	Sehr gut

Baustraße Steinhaus

Der Transportweg in den Fröschnitzgraben (Versorgung Zwischenangriffspunkt Fröschnitzgraben, Deponie Longsgraben, etc.) werde nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten als Baustraße Steinhaus durch das Einzugsgebiet und der Schutzzone II der bestehenden Erzkogelquelle (JRN933) geführt. Aus diesem Grund werde aus fachlicher Sicht empfohlen, zur Zeit des Umbaus und der Adaptierung der Baustraße Steinhaus das Wasser der Erzkogelquelle aus Sicherheitsgründen vom Netz zu nehmen. Aus qualitativer Sicht werde die Eingriffserheblichkeit für den Abschnitt innerhalb der Karbonatgesteine, die das Einzugsgebiet der Erzkogelquelle darstellen mit "hoch" bewertet. Außerhalb der Karbonatgesteine würden aber nur geringe Hanggrundwasserzutritte erwartet, und die Eingriffserheblichkeit somit mit "gering" eingestuft.

Im Zuge des Umbaus und der Neugestaltung der Baustraße Steinhaus müssen nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten aus fachlicher Sicht technische Vorkehrungen bei der Straßenerrichtung vorgesehen werden. Diese müssen derart gestaltet sein, dass nach Fertigstellung der Baustraße Steinhaus ein für die Erzkogelquelle sicherer Verkehr

und Transport darauf geführt werden kann und das Wasser dieser Quelle wieder für Trinkwasserzwecke zur Verfügung gestellt werden könne. Aus fachlicher Sicht würden dafür folgende technische Maßnahmen empfohlen:

- Regelmäßige Untersuchungen der Erzkogelquellen in der Errichtungsphase der Baustraße Steinhaus
- Herstellung einer dichten Fahrbahn (Fahrbahnbau unter größter Bedachtnahme auf die hydrogeologische Situation – Baustoffe, Bauausführung, udgl.)
- Im Bereich der Querung der Karbonatgesteine sind Oberflächenentwässerungen an der Baustraße derart zu verlegen, dass sämtliche anfallende Niederschlagswässer auf der Straße sicher aus dem Einzugsgebiet der Erzkogelquelle abgeleitet werden können
- Im unmittelbaren Bereich oberhalb der Quelfassung der Erzkogelquellen sind technischen Maßnahmen durchzuführen, die ein Abstürzen von Fahrzeugen verhindern sollen (z.B. Betonmauer,....)
- Gefahrguttransporte sollten nicht über diese Straße geführt werden
- Regelmäßige Begehungen der Baustraße und Trinkwasseranalysen samt Summenparameter Mineralöle am Wasser der Erzkogelquelle während der Nutzung der Baustraße in engen Zeitintervallen und anlassbezogen

Zudem seien bereits vorab als Ersatz für die Erzkogelquelle zusätzliche Fassungsarbeiten an den Ziereckquellen (stellen den anderen Anteil der Trinkwasserversorgungsanlage der Gemeinde Spital am Semmering dar) durchgeführt worden, um in diesem Bereich eine höhere Gesamtmenge an Trinkwasser zu erhalten. Laut technischem Projekt und Aussagen der Gemeinde seien zur Aufrechterhaltung der Trinkwasserversorgung 10 l/s notwendig. In denjenigen Zeiten, in welchen die Errichtung der Baustraße vorgenommen wird, werde dann die Versorgung der Gemeinde mit Trinkwasser nur aus den Ziereckquellen bewerkstelligt werden.

Seitens der (hydrogeologischen) Projektanten wurden nachstehende Maßnahmen bzw. deren Wirksamkeiten beschrieben:

Nr.	Beschreibung	Wirksamkeit
GW-FR-BA-01	Geordnete Baustellenentwässerung	Gut
GW-FR-BA-04	Verwendung grundwasserschonender Bauhilfsstoffe	Gut
GW-FR-BA-07	Spezialmaßnahmen an Baustraßen wie dichter Untergrund, Herstellung von Drainagen und Absturzbauwerken	Sehr gut
GW-FR-BA-08	Schaffung von Ersatzwassermaßnahmen	Sehr gut

Aufgrund der vorgeschlagenen Maßnahmen und deren „guten“ bis „sehr guten“ Wirksamkeit könne für die Baustraße Steinhaus eine „geringe“ Restbelastung in der Bauphase abgeleitet werden. Die technischen Verbesserungen an der Baustraße (Herstellung dichter Untergrund, geordnete Ausleitungen der Fahrbahnwässer udgl.) würden zudem für die Betriebsphase bedeuten, dass im Einzugsgebiet zur Erzkogelquelle eine Verbesserung der Situation eintrete, wenn diese Straße dann in weiterer Folge auch nur mehr für private Zwecke genutzt werde.

Ersatzwasserversorgung Spital am Semmering

Im Zuge eines bereits teilweise realisierten Ersatzwasserprojektes Spital am Semmering seien nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten auch Trinkwasserleitungen im Bereich Kaltenbachgraben neu zu verlegen. Hier sei an der orographisch linken Grabenseite geplant, einen neuen Hochbehälter zu errichten. Um diesen Hochbehälter anspeisen zu können, seien zusätzliche Leitungsverlegungen geplant. Bei den geplanten Grabungsarbeiten werden nur lokal geringe bis sehr geringe Hangwasserzutritte in der Bauphase erwartet. Eine quantitative bzw. qualitative Auswirkung auf die in unmittelbarer Nähe situierten gefassten Quelle (JRN1200) sei nicht ausgeschlossen. Bei einer Auswirkung auf die Quelle JRN1200 könne ein Anschluss an das öffentliche Netz erfolgen.

Geordnete Baustellenentwässerungen und Verwendung von Kiesschüttungen und/oder Sandbettungen bei Verlegung der Rohre zur Schaffung von Durchlässigkeiten seien im gesamten Verlauf der Grabungen sowohl in Steinhaus als auch

Spital vorgesehen. Diese Maßnahmen seien in ihrer Wirksamkeit mit "Gut" zu bewerten sodass daher auch keine Restbelastungen ableitbar seien. Auch in der Betriebsphase der Anlage seien keine Restbelastungen gegeben.

Seitens der (hydrogeologischen) Projektanten wurden nachstehende Maßnahmen bzw. deren Wirksamkeiten beschrieben:

Nr.	Beschreibung	Wirksamkeit
GW-FR-BA-01	Geordnete Baustellenentwässerung	Gut
GW-FR-BA-09	Schaffung von Ersatzwassermaßnahmen	Sehr gut
GW-FR-BA-10	Verwendung Kiesschüttung/Sandbettung zur Schaffung von Durchlässigkeiten	Gut

Tunnelabschnitt – Maßnahmen qualitativ

Wie auch in allen anderen Tunnelabschnitten seien nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten sowohl geordnete Tunnelentwässerungen als auch entsprechende Gewässerschutzanlagen vorgesehen. Zusammen ergebe dies aus qualitativer Sicht keine verbleibende Restbelastung.

Seitens der (hydrogeologischen) Projektanten wurden nachstehende Maßnahmen bzw. deren Wirksamkeiten beschrieben:

Nr.	Beschreibung	Wirksamkeit
GW-FR-BA-05	Gewässerschutzanlage Zwischenangriffspunkt	Sehr gut
GW-FR-BA-11	Geordnete Tunnelentwässerung	Sehr Gut

Tunnelabschnitt – Maßnahmen quantitativ

Im Bereich der Deckengrenze seien nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten an Karbonatgesteinen lokale größere Bergwassermengen zu erwarten. Im Querungsbereich des Tunnels mit der Deckengrenze mit den eingeschuppten Karbonatgesteinen seien vorausseilende, überlappende Injektionen vorgesehen. Mit dieser Vorgangsweise könne der Wasserandrang bereits in der Vortriebsphase reduziert werden. Dadurch erscheine es möglich, Auswirkungen auf den Bergwasserkörper und auf Quellen und Oberflächengerinne zu reduzieren. Details dazu seien den entsprechenden Projektplänen und Gutachten der Tunnelplanung zu entnehmen (5510-EB-0301AL-00-1001 - Technischer Bericht – Tunnelplanung).

Für die Einzelversorgungen (Zwei Trinkwasser-Einzelversorgungen und eine Nutzwasserversorgung), an welchen Auswirkungen zu erwarten seien, seien lokale Ersatzwassermaßnahmen möglich.

Wegen der erwarteten guten Wirksamkeit der Injektionen und der Möglichkeit der Schaffung von Ersatzmaßnahmen, lasse sich eine Gesamteinschätzung der Maßnahmenwirksamkeit in diesem Teilraum mit "Gut" ableiten. In Verbindung mit einer mittleren Eingriffserheblichkeit lasse sich daher für diesen Teilraum eine "geringe" Restbelastung ableiten.

Seitens der (hydrogeologischen) Projektanten wurden nachstehende Maßnahmen bzw. deren Wirksamkeiten beschrieben:

Nr.	Beschreibung	Wirksamkeit
GW-FR-BA-12	Schaffung von Ersatzwassermaßnahmen	Sehr gut
GW-FR-BA-13	Injektionsmaßnahmen im Tunnel	Gut

Gesamteinschätzung der Maßnahmenwirksamkeit

Gut

1.2.11.6 Teilraum Grautschenhof

Baumaßnahmen außerhalb Tunnel (quantitativ und qualitativ)

Beim geplanten Zwischenangriff Grautschenhof sei nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten geplant, neben der Baustelleneinrichtungsfläche auch einen Zugangsstollen zu errichten. Innerhalb der Lockergesteine, Glimmerschiefer, Quarzphyllite und Störungsgesteine am Beginn des Stollens würden nur untergeordnete Hang- bzw. Bergwasserzutritte erwartet. Auswirkungen an der Oberfläche seien auf diesen ersten etwa 100 Metern nicht zu erwarten. In weiterer Folge würden innerhalb der Gneise bessere Wasserwegigkeiten erwartet. Stärkere Kluftwasserzutritte und auch das Auftreten von Firstregen seien zu prognostizieren. Durch die geringeren Überlagerungen und den besseren Durchlässigkeiten der Gneise im Vergleich zu den benachbarten Glimmerschiefern und Quarzphylliten können auch mögliche Auswirkungen an der Oberfläche nicht ausgeschlossen werden. Die Anzahl der prognostizierten Auswirkungen würden einen eher pessimistischen Ansatz darstellen. Einerseits seien für Einzelversorgungen lokale Ersatzwassermaßnahmen möglich, andererseits können auch Anschlüsse an das öffentliche Netz für einige Einzelversorgungen leicht hergestellt werden.

Großräumige hydraulische Zusammenhänge bzw. Grundwasserspiegelabsenkungen werden von den (hydrogeologischen) Projektanten nicht prognostiziert. Im Teilraum Grautschenhof würden daher weder für den Tunnelvortrieb noch für die Errichtung des Zugangsstollens Injektionen aus fachlicher Sicht empfohlen. In Zusammenhang mit einer geringen Beeinflussungssensibilität verbleibe daher für den Zugangsstollen sowohl in der Bau- als auch Betriebsphase eine "geringe" Restbelastung.

Qualitative Auswirkungen seien nicht gegeben, da keine Ausbreitungsmöglichkeit von Schadstoffen oder Trübungen bestehe, weil ein zum Stollen hin ausgerichteter Strömungsgradient bestehe. Aus hydrogeologischer Sicht erscheinen daher keine besonderen Maßnahmen notwendig.

Auf der zugehörigen Baustelleneinrichtungsfläche seien für die Verwendung, den Transport und die Lagerung grundwassergefährdender Stoffe die entsprechenden Sicherheitsvorschriften kenntlich zu machen und einzuhalten. Betankungsstellen seien nach wasserrechtlichen Vorgaben herzustellen, abzusichern und laufend zu überprüfen. Für Unfälle mit einem Austritt wassergefährdender Stoffe seien ausreichend Ölbindemittel bereitzuhalten. Bei derartigen Unfällen sei die Wasserrechtsbehörde unverzüglich zu verständigen. Zudem werde auf der Baustelle eine geordnete Baustellenentwässerung einzurichten sein. Bei Arbeiten über dem Grundwasser seien lokale Auswirkungen (Trübungen) nicht ausschließbar. Durch die Einrichtung einer geordneten Baustellenentwässerung könne die Maßnahmenwirksamkeit mit "gut" beschrieben werden. Deshalb verbleibe nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten aus qualitativer Sicht in der Bauphase keine Restbelastung. Sollten bei Arbeiten innerhalb der Baustelleneinrichtungsfläche lokale Hanggrundwässer angeschnitten werden, so bestehe dabei keine qualitative Auswirkung, sondern nur maximal eine geringe quantitative Auswirkung, da Drainagen im Zuge der Baustelleneinrichtung anzulegen wären. Mögliche Auswirkungen auf Quellen seien dabei nicht zu erwarten. Aus quantitativer Sicht verbleibe in der Bauphase daher eine "geringe" Restbelastung.

Da sämtliche Baumaßnahmen im Zwischenangriffsbereich Grautschenhof rückgebaut werden, aus dem Zugangsstollen die anfallenden Wässer über den Tunnel abgeführt werden, werde für die Betriebsphase eine "geringe" Restbelastung abgeleitet.

Bei der Herstellung des Baulüftungsschachtes Sommerau sei vorgesehen, eine dichte Auskleidung der obersten Schachtmeter durch die gering porengrundwasserführenden Lockersedimente herzustellen. Diese Maßnahme sei für die oberflächennahen Bereiche als "sehr gut" zu bewerten. In tieferen Abschnitten seien derzeit keine Injektionen bzw. Abdichtungen bei der Schachtherstellung vorgesehen. Allfällige tiefer zutretende Bergwässer würden über den Ringraum der Schächte in die Ulmendrainage eingeleitet. Die geringen prognostizierten Wassermengen würden keine nennenswerten Auswirkungen in der Bau- und auch Betriebsphase nach sich ziehen, zumal eine direkte hydraulische Verbindung mit Grundwässern aus dem seichten lokalen Porenaquifer durch entsprechende Abdichtungen unterbunden sei. Der Baulüf-

tungsschacht Sommerau werde in der Betriebsphase wieder rückgebaut. Aufgrund der Tatsache, dass geringe Mengen an Kluftgrundwasser in der Bau- und Betriebsphase über den Schacht in den Tunnel abgeleitet werden können, werde dafür eine "geringe" verbleibende Restbelastung prognostiziert.

Seitens der (hydrogeologischen) Projektanten wurden nachstehende Maßnahmen bzw. deren Wirksamkeiten beschrieben:

Nr.	Beschreibung	Wirksamkeit
GW-GR-BA-01	Geordnete Baustellenentwässerung	Gut
GW-GR-BA-02	Geordnete Stollenentwässerung	Sehr gut
GW-GR-BA-03	Gewässerschutzanlage	Sehr gut
GW-GR-BA-04	Verwendung grundwasserschonender Bauhilfsstoffe	Gut
GW-GR-BA-05	Abdichtungen bei Schachtherstellung im Bereich der Lockersedimente	Sehr gut
GW-GR-BA-06	Schaffung von Ersatzwassermaßnahmen	Sehr gut

Tunnelabschnitt – Maßnahmen qualitativ

Wie auch in allen anderen Tunnelabschnitt seien nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten sowohl geordnete Tunnelentwässerungen als auch entsprechende Gewässerschutzanlagen vorhanden sein. Zusammen ergebe dies aus qualitativer Sicht "keine" verbleibende Restbelastung.

Seitens der (hydrogeologischen) Projektanten wurden nachstehende Maßnahmen bzw. deren Wirksamkeiten beschrieben:

Nr.	Beschreibung	Wirksamkeit
GW-GR-BA-03	Gewässerschutzanlage	Sehr gut
GW-GR-BA-07	Geordnete Tunnelentwässerung	Sehr Gut

Tunnelabschnitt – Maßnahmen quantitativ

Lokal können sich nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten innerhalb der Gneise verbesserte Wasserwegigkeiten bis hin zu Firstregen einstellen. Großräumige hydraulische Zusammenhänge bzw. Grundwasserspiegelabsenkungen würden jedoch nicht erwartet. Im Teilraum Grautschenhof würden daher weder für den Tunnelvortrieb noch für die Errichtung des Zugangsstollens Injektionen aus fachlicher Sicht empfohlen. Aufgrund der besser zu prognostizierenden Wasserwegigkeiten im Untergrund entlang der Gneise seien mögliche Auswirkungen an einigen Einzelversorgungen an der Oberfläche nicht ausgeschlossen. Einerseits seien für Einzelversorgungen lokale Ersatzwassermaßnahmen möglich, andererseits können auch Anschlüsse an das öffentliche Netz für einige Einzelversorgungen leicht hergestellt werden.

In den schiefrigen und phyllitischen Gesteinen des Gebirgsbereiches 28 (Glimmerschieferfolge gestört) würden nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten nur geringe Bergwassermengen erwartet, weswegen für diesen Abschnitt auch keine Auswirkungen an der Oberfläche prognostiziert werden. Gelegentliche Kluftwasserzutritte und Durchfeuchtungen seien im Tunnel nicht ausgeschlossen.

Zwar könne die Möglichkeit der Schaffung von Ersatzmaßnahmen mit "Sehr gut" bewertet werden, so wird dennoch die Gesamteinschätzung dieser Maßnahme in diesem Teilraum nur mit partiell abgeleitet. Auf Basis der Einschätzung einer geringen Eingriffserheblichkeit und der partiellen Wirksamkeit der Ersatzwassermaßnahmen werde eine geringe Restbelastung abgeleitet.

Seitens der (hydrogeologischen) Projektanten wurden nachstehende Maßnahmen bzw. deren Wirksamkeiten beschrieben:

Nr.	Beschreibung	Wirksamkeit
GW-GR-BA-06	Schaffung von Ersatzwassermaßnahmen	Sehr gut

Gesamteinschätzung der Maßnahmenwirksamkeit **Partiell**

1.2.11.7 Teilraum Mürzzuschlag

Freilandstrecke – Maßnahmen qualitativ und quantitativ

Im Bereich Mürzzuschlag werde von (hydrogeologischen) Projektanten außerhalb des Tunnels empfohlen, bei Einbauten im Untergrund (z.B. Bohrpfähle) nur grundwasserschonende Materialien zu verwenden, sodass durch diese Maßnahme keine wesentlichen Auswirkungen in der Bau/Betriebsphase zu erwarten seien. Zudem werde auf den Baustellen einerseits eine geordnete Baustellenentwässerung vorhanden sein und andererseits für die Verwendung, den Transport und die Lagerung grundwassergefährdender Stoffe die entsprechenden Sicherheitsvorschriften kenntlich zu machen und einzuhalten sein. Betankungsstellen seien nach wasserrechtlichen Vorgaben herzustellen, abzusichern und laufend zu überprüfen. Für Unfälle mit einem Austritt wassergefährdender Stoffe seien ausreichend Ölbindemittel bereitzuhalten. Bei derartigen Unfällen werde die Wasserrechtsbehörde unverzüglich benachrichtigt. Die Wirksamkeit dieser Maßnahmen auf mögliche Auswirkungen auf das Porengrundwasser im Bereich Mürzzuschlag (Trübungen – aber eher sehr unwahrscheinlich) sei mit gut zu bewerten, was aus qualitativer Sicht bei einer geringen Eingriffserheblichkeit keine Restbelastung ableiten lasse. Quantitative Auswirkungen seien nicht zu erwarten, da sämtlichen Baumaßnahmen über dem Grundwasserspiegel erfolgen.

Seitens der (hydrogeologischen) Projektanten wurden nachstehende Maßnahmen bzw. deren Wirksamkeiten beschrieben:

Nr.	Beschreibung	Wirksamkeit
GW-MZ-BA-01	Geordnete Baustellenentwässerung	Gut
GW-MZ-BA-02	Verwendung grundwasserschonender Bauhilfsstoffe	Gut

Die Baustellenflächen werden rückgebaut und es wird der „Urzustand“ weitgehend wieder hergestellt. In der Betriebsphase wird daher keine Restbelastung abgeleitet.

Tunnelabschnitt – Maßnahmen qualitativ

Wie auch in allen anderen Tunnelabschnitten im Festgestein seien sowohl geordnete Tunnelentwässerungen als auch entsprechende Gewässerschutzanlagen eingeplant.

Seitens der (hydrogeologischen) Projektanten wurden nachstehende Maßnahmen bzw. deren Wirksamkeiten beschrieben:

Nr.	Beschreibung	Wirksamkeit
GW-MZ-BA-01	Geordnete Baustellenentwässerung	Gut
GW-MZ-BA-02	Verwendung grundwasserschonender Bauhilfsstoffe	Gut
GW-MZ-BA-03	Gewässerschutzanlage	Sehr gut
GW-MZ-BA-04	Geordnete Tunnelentwässerung	Sehr Gut

Tunnelabschnitt – Maßnahmen quantitativ

Im Portalbereich Mürzzuschlag wird von den (hydrogeologischen) Projektanten zudem empfohlen, bei Einbauten im Untergrund im Schwankungsbereich des Grundwassers nur grundwasserschonende Materialien zu verwenden, sodass durch diese Maßnahme keine negativen Auswirkungen erwartet werden können. Zudem werde als Maßnahme im Bereich der offenen Bauweise auch eine geordnete Baustellenentwässerung angeführt. Zusammen ergebe dies aus qualitativer Sicht keine verbleibende Restbelastung.

Bei Einbauten von Bohrpfehlen, die ins Grundwasser reichen sollten, werde in den Zwischenräumen und auch darunter ausreichend wasserdurchlässiges Lockersediment vorhanden sein, die ein Abströmen des Grundwassers erlauben. Geringe Strömungsänderungen seien jedoch nicht ausgeschlossen. Da diese Auswirkungen jedoch nur lokal beschränkt sein werden, erscheinen dafür keine besonderen Maßnahmen notwendig. Es werde daraus nur eine "geringe" Restbelastung abgeleitet.

Beim Vortrieb innerhalb der Karbonatgesteine des Wallersbachgrabens könne die Wasserhaltung im Begleitstollen optimal genutzt werden, um einen Vortrieb in nahezu „trockenem“ Gebirge durchführen zu können. Qualitative Auswirkungen werden nach Angabe der (hydrogeologischen) Projektanten nicht prognostiziert, da eine zum Begleitstollen hin gerichtete Strömungskomponente bestehe und in diesem Bereich eine geordnete Stollenentwässerung samt Gewässerschutzanlage vorhanden sei. Andererseits bestehe auch im Tunnel eine geordnete Tunnelentwässerung samt Gewässerschutzanlage.

Beim Vortrieb in den Karbonatgesteinen im Portalbereich Müzzuschlag seien nach Angaben der (hydrogeologischen) Projektanten Kluftwasserzutritte nicht ausgeschlossen. Derzeit würden jedoch im Begleitstollen, der diese Karbonatgesteine auf einer Länge von über 970 m aufgefahren hat, keine Bergwässer zutreten, weshalb die hydrogeologische Prognose der anfallenden Bergwassermengen in diesem Abschnitt als sehr pessimistisch eingestuft werden könne. Für die innerhalb der Karbonatgesteine und phyllitischen Gesteine anfallenden Bergwässer seien keine Auswirkungen an der Oberfläche zu erwarten. Auch würden unter Zugrundelegung der derzeitigen Ist-Situation keine nennenswerten Auswirkungen auf den Bergwasserspiegel und den Porengrundwasserspiegel im Portalbereich Müzzuschlag eintreten. Aus diesem Umstand heraus, seien keine Injektionsmaßnahmen vorgesehen.

Zusammengefasst könne ausgesagt werden, dass die Wirkungsintensität des Bauvorhabens aus qualitativer Sicht auf Basis des derzeit vorliegenden Ist-Zustandes nur mit "gering" zu bewerten ist, weshalb daraus nur eine "geringe" Eingriffserheblichkeit abgeleitet werde. Beide Tunnelröhren würden u.a. innerhalb der Karbonatgesteine drainierend ausgebaut. Da keine Auswirkungen an der Oberfläche und keine quantitativen Auswirkungen auf den Porenaquifer der Fröschnitz im Portalbereich Müzzuschlag bezogen auf den derzeit vorliegenden Ist-Zustand prognostiziert werden, seien auch keine Ersatz- bzw. Ausgleichsmaßnahmen neben den herkömmlichen Sicherheitsmaßnahmen auf Baustellen geplant. Daraus lasse sich in weiterer Folge eine "geringe" Restbelastung ableiten.

Für die Betriebsphase werde ausgeführt, dass bei Abschaltung der Wasserhaltungsmaßnahmen im Begleitstollen, eine Erhöhung des Bergwasserspiegels eintreten werde. Das Aufspiegeln werde bis zum Erreichen der Drainagen der beiden Tunnelröhren erfolgen, anschließend werde der Tunnel drainierend wirken. Durch das Abschalten der Wasserhaltungsmaßnahmen im Begleitstollen könne erwartet werden, dass auch im Portalbereich Erhöhungen des Porengrundwasserspiegels eintreten werden. Die Grundwasserspiegellagen, welche vor Errichtung des Begleitstollens gemessen wurden, würden jedoch nicht erreicht werden. Es werde sich ein Grundwasserspiegel zwischen den derzeit gemessen und den vor dem Vortrieb des Begleitstollens gemessenen Seehöhen einstellen.

Da als Beurteilungsgrundlage der derzeitige Ist-Zustand heranzuziehen ist, werde auch zufolge der drainierenden Wirkung des Begleitstollens für die Betriebsphase nur eine "geringe" Restbelastung abgeleitet.

1.2.12 MINERALISCHE ROHSTOFFE, BERGBAU

Nach Angabe der (baugeologischen) Projektanten sei für das Untersuchungsgebiet eine Erhebung bestehender Bergbaue und Bergrechte durchgeführt, um potenzielle Konfliktpunkte mit dem Bauvorhaben identifizieren bzw. vermeiden zu können.

Die Informationen würden auf Unterlagen und Auskünften des Bundesministeriums für Wirtschaft, Familie und Jugend (BMWFJ), Abteilung IV/7b sowie auf eigene Erhebungen der (baugeologischen) Projektanten beruhen. Die Recherchen umfassen im Wesentlichen:

- Haldenkataster der Geologischen Bundesanstalt
- IRIS - Interaktives RohstoffInformationssystem; Geologischen Bundesanstalt
- BergiS - Bergbau-Informationssystem, BMWFJ, Abteilung IV/7b
- Bestehende Bergbauberechtigungen gemäß BMWFJ, Abteilung IV/11, Montanbehörde Ost
- Angaben aus der Fachliteratur (v.a. HACKENBERG, 2003; NEUNER 1964)

Bekannte bergbauliche Einbauten sowie Halden, die auf untertägige Abbaue hinweisen, seien nach Angabe der (baugeologischen) Projektanten vor allem im Bereich von Lagerstätten am Eichberg (v.a. Magnesit), am Otterstock und Göstritz (v.a. Baryt, Gips), im Myrthengraben (v.a. Gips, Graphit), bei Steinhaus und im Raum Großsau (v.a. Eisen) vorhanden (siehe „Lageplan Bergbau und Bergrechte“, M 1:50.000, Plan Nr. 5510-EB-5000AL-02-0107).

Für das gegenständliche Projekt relevante Bergbaue und daraus ableitbare Erkenntnisse seien jeweils in den entsprechenden Kapiteln des Technischen Berichtes „Baugeologie“ Beil-Nr. 5510-EB-5000AL-00-0001 angeführt.

Die Erhebung bestehender Bergrechte habe erbracht, dass im Untersuchungsraum zwei aufrechte Bergbauberechtigungen bestehen:

- Südseite des Eichbergs: Veitsch-Radex GmbH (Magnesit)
- Südseite des Kleinen Otters: Fa. Karl Brandstätter; Bergbauberechtigter Andreas Brandstätter (Baryt)

Eine weitere Bergbauberechtigung, die außerhalb des eigentlichen Untersuchungsraums liege und im zugehörigen Lageplan der Vollständigkeit halber dargestellt sei, liege bei Neuberg/Mürz und betreffe eine Berechtigung der Veitsch-Radex GmbH (Magnesit).

Detailliertere Betrachtungen der bergbaulichen Hohlräume seien insbesondere im Nahbereich der im Zuge der Trassenentwicklung herausgearbeiteten Trassenverläufe angestellt worden. Die Recherchen hätten ergeben, dass auf Grund der Tiefenlage der Trasse eine Interferenz zwischen bergrechtlich bekannten Grubenhohlräumen und den Tunnelröhren nicht zu erwarten sei.

Bergbauberechtigungen seien aufgrund der unbegrenzten Tiefenerstreckung auch auf Trassenniveau zu beachten. Eine Interferenz mit der Trassenführung sei jedoch nicht gegeben.

1.3 FRAGENBEREICHE 3 UND 4

Sachverhalt:

Die für die Fragen zu den Fragenbereich 3 und 4 relevanten geologischen, hydrogeologischen und geotechnischen Verhältnisse wurden vom SV für Geologie und Hydrogeologie auf Basis der Projektunterlagen und eigener fachlicher Einschätzung ausführlich im Sachverhalt zum Fragenkomplex 2 behandelt, sodass zur Vermeidung von Doppelanführungen auf dieses Kapitel verwiesen werden darf. Auf Basis des o.a. Sachverhaltes kann zu den Fragen des Prüfbuches das nachstehende erstattet werden:

2 FACHGEBIET GEOLOGIE UND HYDROGEOLOGIE / GUTACHTEN

Die geologischen und hydrogeologischen Untersuchungen zur Feststellung der Umweltverträglichkeit des Einreichprojektes erfolgten nach dem Stand der Technik und des Wissens. Die Schutzziele des Fachbereiches Geologie und Hydrogeologie werden erreicht. Die Ergebnisse sind ausreichend, um die Fragen im Prüfbuch für die Fachbereiche Geologie und Hydrogeologie konkret zu beantworten.

2.1 BEURTEILUNG DER AUSWIRKUNGEN DES VORHABENS AUF DEN GRUNDWASSERKÖRPER IM BEREICH DER FREILANDSTRECKE GLOGGNITZ

2.1.1 FREILANDSTRECKE GLOGGNITZ: KM 75,618 - 76,635 (TUNNELPORTAL GLOGGNITZ)

Aus den Projektunterlagen (insbesondere geologischer Längenschnitt 5510-EB-5000AL-04-0203-F00-PW) ist zu ersehen, dass die Trasse im gg. Teilabschnitt bis zum Einschnitt bei ca. Bahn-km 76,60 auf einem Damm errichtet wird. Der Damm kommt auf ca. 1 m mächtigen Deckschichten zu liegen, unter denen quartäre grundwasserführende Kiessande in einer Mächtigkeit von bis zu 5,0 m entwickelt sind. Die Kiessande lagern dem kristallinen Untergrund (Phyllite) auf.

Das Druckniveau des Grundwassers wird offensichtlich von der Schwarza kontrolliert. Das Dammbauwerk bindet nicht in den Grundwasserkörper ein.

Zwischen Bahn-km 76,60 und dem Portal Gloggnitz bei Bahn-km 76,635 kann durch den Voreinschnitt bzw. der ca. 30 m langen offenen Bauweise der Grundwasserkörper jedoch freigelegt werden. Das im Bereich der Einschnittssohle zusickernde Grundwasser, allenfalls auch aus den Einschnittsflanken zusickerndes Schichtwasser kann über offene Wasserhaltung kontrolliert abgeleitet werden.

Bauphase:

Quantitative Beeinträchtigungen: Da das Bauwerk bis ca. Bahn-km 76,60 nicht in den Grundwasserkörper einbindet, können quantitative Beeinträchtigungen des Grundwassers ausgeschlossen werden.

Ab den Voreinschnitt bei Bahn-km 76,60 bis zum bergmännischen Portal bei Bahn-km 76,665 sind geringfügige Beeinträchtigungen des Grundwassers durch Absenkung bis zum Sohlniveau zu erwarten. Auswirkungen bis an die Geländeoberfläche sind dabei jedoch nicht zu erwarten.

Qualitative Beeinträchtigungen: Den geringmächtigen Deckschichten kommt keine ausreichende Dichtfunktion zu. Zudem muss davon ausgegangen werden, dass diese im Zuge der Errichtung des Dammes entfernt werden müssen.

Während der Errichtung des Dammes können daher geringfügige qualitative Beeinträchtigungen des Grundwassers nicht ausgeschlossen werden. Diese äußern sich in möglichen Trübungen grundwasserstromabwärts der Dammstrecke.

Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass auch zwischen ca. Bahn-km 76,60 und dem bergmännischen Portal bei Bahn-km 76,665 Trübungen des Grundwassers durch die Erdbauarbeiten im unmittelbaren Arbeitsbereich nicht gänzlich ausgeschlossen werden können. Eine flächige Ausbreitung belasteter Grund- oder Schichtwässer ist durch den zum Einschnitt gerichteten Strömungsgradienten jedoch auszuschließen. Während der Bauphase sind die kontrolliert abzuführenden Wässer jedoch qualitativ belastet. Diese Beeinträchtigung kann sich insbesondere in einer Trübung des Schicht- bzw. Grundwassers durch eine Feststoffführung äußern. Art und Ausmaß der zusätzlich möglichen qualitativen Beeinträchtigungen hängen von der Wahl der Baustoffe bzw. Bauhilfsstoffe (Spritzbetonsicherung, Ankermörtel etc.) ab. Diese anfallenden Wässer sind daher vor Einleitung in eine Vorflut oder allfälliger Versickerung durch eine entsprechende Gewässerschutzanlage zu reinigen.

Regelbetrieb:

Quantitative Beeinträchtigungen: Da das Bauwerk bis ca. Bahn-km 76,60 nicht in den Grundwasserkörper einbindet, können quantitative Beeinträchtigungen des Grundwassers auch während des Regelbetriebes ausgeschlossen werden.

Im Voreinschnittsbereich zwischen ca. Bahn-km 76,60 und dem bergmännischen Tunnelportal Gloggnitz bei Bahn-km 76,665 ist von einer dauerhaften, jedoch vernachlässigbar geringfügigen Absenkung des Grundwassers bis auf das Niveau der Bahngräben bzw. Tunnelrainagen auszugehen.

Qualitative Beeinträchtigungen: Bahnwässer gelten nach der Spruchpraxis der Wasserrechtsbehörde als „vernachlässigbar gering belastet“. Eine qualitative Beeinträchtigung des Grundwassers kann daher sowohl für die Dammstrecke als auch für den Einschnittsbereich ausgeschlossen werden.

Außerbetriebliches Ereignis:

Durch die konstruktive Ausbildung der in diesem Teilbereich zur Anwendung kommenden Regelquerschnitte A (zwischen Bahn-km 75,56 und Bahn-km 76,25; Entwässerung in Drainagen im Bahnhofsbereich), C (zwischen Bahn-km 76,25 und Bahn-km 76,49; Entwässerung in Bahngräben) sowie B (zwischen Bahn-km 76,55 und Bahn-km 76,65; Entwässerung in Bahngräben bzw. Drainagen) sowie die ergänzenden organisatorischen Maßnahmen können qualitative Belastungen des Grundwassers auch nach einem außerbetrieblichen Ereignis nahezu ausgeschlossen werden.

2.1.2 OBJEKTE OROGRAPHISCH LINKS DER SCHWARZA (EINSCHL. STRAßEN- UND BAHNBRÜCKE)

2.1.2.1 Wannenbauwerk Unterwerk Gloggnitz (Objekt GLO.MA02)

Aus den Projektunterlagen [5510-EB-0302AL-00-4001-F02-PW (Technischer Bericht)], [5510-EB-0302AL-02-4011-F01-PW (Lageplan)]; [5510-EB-0302AL-02-4012-F01-PW (Längsschnitt)], [5510-EB-0302AL-02-4013-F01-PW (Querschnitte)] ist zu ersehen, dass die orographisch links der Schwarza situierte Wanne auf die gesamte Bauwerkslänge von 107,8 m in die grundwasserführenden Kiessande einbindet.

Das Bemessungsniveau zum Grundwasser wurde auf Kote 444,80 (HW30 der Schwarza) angenommen.

Die Felsoberkante kommt nach Angabe der Projektanten an der Westseite auf einer Höhe von 439,50 m, an der Ostseite auf ca. 440,40 m zu liegen. Bohrungen wurden im Objektsbereich offensichtlich nicht hergestellt. Die Fundamentunterkante kommt auf 440,171 m zu liegen. Hieraus geht hervor, dass nahezu kein freier Durchflussquerschnitt mehr besteht.

Der Grundwasserabstrom verläuft annähernd parallel zur Schwarza und somit auch annähernd parallel zum Wannensbauwerk.

Die Entfernung der Achse des gg. Wannensbauwerkes zur parallel dazu verlaufenden Wanne Landesstraße B27 beträgt ca. 75 m.

Seitens der Projektanten wurde zur Beherrschung des Wasserandranges eine dichte Baugrubensicherung in Form einer im Schloss geschlagenen Spundwand mit ausreichender Einbindung in den Fels und eine offene Wasserhaltung durch Pumpensümpfe eingeplant.

Bauphase:

Quantitative Beeinträchtigungen: Da das Bauwerk auf seine gesamte Länge in den Grundwasserkörper einbindet, sind Grundwasserabsenkungs- und Wasserhaltungsmaßnahmen erforderlich. Es wird davon ausgegangen, dass Errichtung der Spundwandkästen abschnittsweise erfolgt. Auf diese Weise kann die Ausdehnung der Beeinträchtigung auf das unmittelbare Umfeld der (jeweiligen) Baugrube beschränkt bleiben. Die Menge der abzufördernden Wässer beschränkt sich auf die Leckstellen des jeweiligen Spundwandkastens.

Qualitative Beeinträchtigungen: Im Zuge der Herstellung der Spundwände können qualitative Beeinträchtigungen des Grundwassers durch Trübungen nicht ausgeschlossen werden. Diese beschränken sich auf allerdings auf das unmittelbare Umfeld der Bauarbeiten.

Aushubarbeiten innerhalb der Spundwandumschließung werden sich auf den Grundwasserkörper in qualitativer Hinsicht nur minimal auswirken, da durch den zur Baugrube gerichteten hydraulischen Gradienten eine Ausbreitung belasteter Wässer hintangehalten wird. Gleiches gilt beim Einsatz von Bauhilfsstoffen.

Die innerhalb der Baugrube anfallenden getriebenen oder durch Bauhilfsstoffe belasteten Wässer sind über eine Gewässerschutzanlage zu behandeln.

Regelbetrieb:

Quantitative Beeinträchtigungen: Da der Abflussquerschnitt für das Grundwasser unterhalb der Wanne zumindest in Bereich des Wannentiefsten weitgehend abgeschnitten wird, sind dauerhafte Auswirkungen auf den Abstrom des Grundwasserbegleitstromes der Schwarza gegeben. Durch die Parallellage des Grundwasserbegleitstromes der Schwarza und der Wanne ist von einem stromlinienartigen Umfließen auszugehen.

Da zwischen der gg. Wanne und dem Wannenbauwerk Landesstraße B27 die Schwarza fließt, sind additive Auswirkungen durch einen Anstau des Grundwassers jedoch auszuschließen.

Im Zuge der Detailplanung des Bauwerkes ist ein rechnerischer Nachweis über die Mindestmächtigkeit der Filterschicht unterhalb der Fundamentunterkante zu führen, sodass Vernässungen an der Geländeoberfläche durch Staueffekte ausgeschlossen werden können. In die Berechnung sind dabei auch die anschließenden Objekte (Rückhaltebecken, Unterwerk) miteinzubeziehen.

Regelbetrieb, außerbetriebliches Ereignis: Durch die konstruktive Gestaltung des Wannenbauwerkes können qualitative Beeinträchtigungen des Grundwassers grundsätzlich ausgeschlossen werden.

2.1.2.2 Unterwerk Gloggnitz:

Aus den Projektunterlagen [5510-EB-0502AL-00-0001-FO2 (Technischer Bericht Unterwerk Gloggnitz)] und [5510-EB-0502AL-00-0004-FO2 (Ansichten / Schnitt Unterwerk Gloggnitz)], ist zu ersehen, dass das Objekt auf Streifenfundamenten errichtet wird. Das Bauwerkstiefste kommt auf ca. Kote 444,32 m zu liegen.

Im geplanten Objektsbereich wurden keine künstlichen Aufschlüsse hergestellt. Aus Rückschlüssen aus benachbarten Objekten ist davon auszugehen, dass die Felsoberkante auf ca. Kote 440 m zu liegen kommt. Der Grundwasserabstrom verläuft annähernd normal zur Längsachse des Bauwerkes.

In den Einreichunterlagen sind (noch) keine konkreten Vorstellungen über die Art der erforderlichen Grundwasserabsenkung und der Wasserhaltungsmaßnahmen enthalten.

Bauphase:

Quantitative Beeinträchtigungen: Da das Bauwerk zumindest bei Grundwasserhöchstständen mit dem Bauwerkstiefsten in den Grundwasserkörper einbindet, können (offene) Wasserhaltungsmaßnahmen erforderlich werden. Vernachlässigbar geringe Absenkungen des Grundwassers bleiben auf das unmittelbare Umfeld des Bauwerkes beschränkt.

Qualitative Beeinträchtigungen: Im Zuge der Aushubarbeiten können qualitative Beeinträchtigungen des Grundwassers nicht ausgeschlossen werden. Diese können sich insbesondere in einer Trübung des Schicht- bzw. Grundwassers durch eine Feststoffführung äußern. Art und Ausmaß der zusätzlich möglichen qualitativen Beeinträchtigungen hängen von der Wahl der Baustoffe bzw. Bauhilfsstoffe ab. Die anfallenden Wässer sind daher vor Einleitung in eine Vorflut oder allfälliger Versickerung durch eine entsprechende Gewässerschutzanlage zu reinigen.

Regelbetrieb:

Quantitative Beeinträchtigungen: Sofern ein ausreichender Abflussquerschnitt zwischen dem Bauwerk tiefsten und der Felsoberkante (Stauer) vorliegt, können Anstauwirkungen grundwasserstromaufwärts des Unterwerkes ausgeschlossen werden. Aus diesem Grunde ist jedoch im Zuge der Detailplanung des Bauwerkes eine Erkundungsbohrung zur Feststellung der hydrogeologischen Verhältnisse sowie der Höhenlage der Staueroberkante niederzubringen sowie ein rechnerischer Nachweis über die Mindestmächtigkeit der Filterschicht unterhalb der Fundamentunterkante zu führen, sodass Vernässungen an der Geländeoberfläche durch Stauwirkungen grundwasserstromaufwärts des Unterwerkes ausgeschlossen werden können.

Qualitative Beeinträchtigungen: Qualitative Beeinträchtigungen können auch während eines außerbetrieblichen Ereignisses durch die konstruktive Gestaltung des Bauwerkes ausgeschlossen werden.

2.1.2.3 Strassenbrücke (Huyckstraße) über die Schwarza

Aus den Projektunterlagen [5510-EB—EB-0302AL-00-1001-F02 (Technischer Bericht)] und [5510-EB—EB-0302AL-00-1012-F02 (Längsschnitt)] ist zu ersehen, dass die Fundamente des Brückenbauwerkes auf ca. Kote 440,3 (E) bzw. 440,2 (W) auf annähernd dem gleichen Höhenniveau wie die benachbarten Wannen zu liegen kommen.

Seitens der Projektanten wurde zur Beherrschung des Wasserandranges eine dichte Baugrubensicherung in Form einer im Schloss geschlagenen Spundwand mit ausreichender Einbindung in den Fels und eine offene Wasserhaltung durch Pumpensümpfe eingeplant.

Bauphase:

Quantitative Beeinträchtigungen: Auf Grund der im Vergleich zu den benachbarten Wannenbauwerken geringen Tiefen- und Flächenerstreckung der Brückenfundamente sind auch in Berücksichtigung der benachbarten Bauwerke keine weiteren additiven Beeinträchtigungen des Grundwasserkörpers zu erwarten.

Qualitative Beeinträchtigungen: siehe Wannenbauwerke B27 bzw. Unterwerk Gloggnitz

Regelbetrieb:

Quantitative Beeinträchtigungen: Auf Grund der im Vergleich zu den benachbarten Wannenbauwerken geringen Tiefen- und Flächenerstreckung der Brückenfundamente sind keine weiteren additiven Beeinträchtigungen des Grundwasserkörpers zu erwarten.

Qualitative Beeinträchtigungen: siehe Wannenbauwerke B27 bzw. Unterwerk Gloggnitz

2.1.2.4 BE-Fläche Gloggnitz:

Die Baustelleneinrichtungsfläche kommt auf geringmächtigen Deckschichten zu liegen, die von quartären Kiessanden unterlagert werden. Es ist davon auszugehen, dass bei Grundwasserhöchstständen beiderseits der Schwarza nahezu kein nennenswerter Flurabstand mehr besteht.

Bauphase:

Quantitative Beeinträchtigungen: Während der Erdbauarbeiten kann bei Grundwasserhöchstständen der Grundwasserkörper freigelegt werden. Dies sollte bei der Planung des Baustellenplanums bedacht werden. Eine nachhaltige Beeinträchtigung des Grundwasserabstromes ist dadurch jedoch nicht zu erwarten.

Qualitative Beeinträchtigungen: Während der Erdbauarbeiten sind qualitative Beeinträchtigungen des Grundwasserkörpers zu erwarten. Diese äußern sich in möglichen Trübungen grundwasserstromabwärts der BE-Fläche. Durch allenfalls erforderliche Betonierarbeiten für Fundamente / Einbauten können kurzfristig weitere qualitative Belastungen des

Grundwassers nicht ausgeschlossen werden. Art und Ausmaß der zusätzlich möglichen qualitativen Beeinträchtigungen hängen von der Wahl der Baustoffe bzw. Bauhilfsstoffe ab.

„Betriebsphase:“

Quantitative Beeinträchtigungen: Während der „Betriebsphase“ (die BE-Fläche wird nach Fertigstellung des Tunnels wieder rückgebaut) ist mit keinen quantitativen Auswirkungen auf den Grundwasserkörper auszugehen.

Qualitative Beeinträchtigungen: Zuzolge der geringen bzw. fehlenden Ausbildung von abdichtend wirkenden Deckschichten ist der Bereich der Baustelleneinrichtungsflächen dort zu befestigen, wo grundwassergefährdende Stoffe gelagert oder transportiert werden. Dies gilt auch für Fahrbahnen. Vorbehaltlich weiterer Behördenaufgaben sind die befestigten Flächen so auszuführen, dass Niederschlagswässer und Baustellenwässer gesammelt und über eine Ölabscheideanlage geführt werden können (zwingende Maßnahme).

Für ein allfälliges Tübbinglager sind derartige Abdichtungsmaßnahmen nicht erforderlich, wenngleich für den Fall der unbeabsichtigten Freisetzung von Hydraulikölen Ölbindemittel in ausreichender Menge vorzuhalten sind (zwingende Maßnahme).

Da die BE-Fläche nach Fertigstellung des Tunnels wieder rückgebaut wird, ist mit keinem „außerbetrieblichen“ Ereignis nach der Bauphase zu rechnen.

2.1.2.5 Absetz- und Rückhaltebecken

Vorbemerkung: Im geologisch – hydrogeologischen Gutachten wird lediglich auf die allfälligen Auswirkungen der Becken auf den Grundwasserkörper in quantitativer Sicht eingegangen. Die Tauglichkeit und Bemessung der Becken als Bahnentwässerungsanlage wird vom SV für Wasserbautechnik gutachterlich beurteilt.

Aus den Projektunterlagen ist zu entnehmen, dass im gg. Teilabschnitt nördlich des Unterwerkes Gloggnitz ein Rückhaltebecken und ein Versitzbecken (GSA Gloggnitz Ost; GLO.WB34) errichtet werden.

Objekt GLO.WB34	Sohl	BaWS	BeWS
Km 76,30	tiefe		
Rückhaltebecken	442,75		443,25
Versitzbecken	442,40		

Aus den Einreichunterlagen ist zu entnehmen, dass die Beckensohle des (dicht herzustellenden) Rückhaltebeckens mit hoher Wahrscheinlichkeit in den Grundwasserkörper einbindet. Künstliche Aufschlüsse im Objektsbereich (z.B. Bohrungen) wurden nicht durchgeführt. Der Bemessungswasserstand wurde mit 443,25 m angegeben. Bemerkenswerterweise wurde der Bemessungswasserstand für das unmittelbar südlich anschließende Unterwerk mit dem HW30 der Schwarza (444,80 m) angegeben.

Die Höhenlagen der Felsoberkanten (Stauer) unterhalb des Rückhaltebeckens bzw. des Versitzbeckens sind mangels an künstlichen Aufschlüssen nicht mit ausreichender Sicherheit bekannt.

Aus diesem Grund ist zumindest für den Bereich des Rückhaltebeckens eine Bohrung zur Feststellung der Höhenlage des Grundwasserdruckniveaus sowie der Staueroberkante niederzubringen. Die Errichtung der Dotierschächte zur Beherrschung der Auftriebssicherheit ist wohlbegründet.

Angaben über die Art der Wasserabsenk- bzw. Wasserhaltemaßnahmen während der Herstellung der Becken sind in den Einreichunterlagen nicht vorhanden.

Bauphase:

Quantitative Beeinträchtigungen: Da die beiden Becken zumindest bei Grundwasserhöchstständen in den Grundwasserkörper einbinden, sind durch allenfalls erforderliche Wasserabsenk- und Wasserhaltungsmaßnahmen Beeinträchtigungen des Grundwasserkörpers zu erwarten.

Qualitative Beeinträchtigungen: Im Zuge der Aushubarbeiten können qualitative Beeinträchtigungen des Grundwassers nicht ausgeschlossen werden. Diese können sich insbesondere in einer Trübung des Schicht- bzw. Grundwassers durch eine Feststoffführung äußern. Art und Ausmaß der zusätzlich möglichen qualitativen Beeinträchtigungen hängen von der Wahl der Baustoffe bzw. Bauhilfsstoffe ab. Die anfallenden Wässer sind daher vor Einleitung in eine Vorflut oder allfälliger Versickerung durch eine entsprechende Gewässerschutzanlage zu reinigen.

Regelbetrieb:

Quantitative Beeinträchtigungen: Da das (dichte) Rückhaltebecken in den Grundwasserkörper einbindet, wird unterhalb desselben der freie Abstromquerschnitt eingeengt. Wenngleich das Rückhaltebecken vom Grundwasser stromlinienartig umflossen werden kann, kann dadurch ein Rückstau bis in das benachbarte Versitzbecken hervorgerufen werden, wodurch der gewünschte Effekt des Versitzens der Wässer durch den aufgehöhten Grundwasserstand (insbesondere bei Grundwasserhöchstständen) herabgemindert wird.

Qualitative Beeinträchtigungen: Qualitative Beeinträchtigungen können auch während eines außerbetrieblichen Ereignisses durch die konstruktive Gestaltung des Bauwerkes ausgeschlossen werden.

2.1.3 OBJEKTE OROGRAPHISCH RECHTS DER SCHWARZA

2.1.3.1 Wannenbauwerk Landesstraße B27

Aus den Projektunterlagen [5510-EB—2201AL-00-0101-F02 (Technischer Bericht)], [5510-EB—2201AL-00-0111-F02 (Lageplan)]; [5510-EB—2201AL-00-0112-F02 (Längsschnitt)], [5510-EB—2201AL-00-0113-F02 (Querschnitte)] ist zu ersehen, dass die Wanne auf die gesamte Bauwerkslänge von 252 m in die grundwasserführenden Kiessande einbindet.

Der Bemessungswasserspiegel wurde von den (hydrogeologischen) Projektanten auf Kote 445,450 m angesetzt.

Im Objektbereich wurden die Bohrungen B2B/91 (Felsoberkante: 440,76), B3B/91 (Felsoberkante: 439,35), KB10 (Felsoberkante: 439,50), B4B/91 (Felsoberkante: 439,25) und B5B (Felsoberkante: 441,10) hergestellt.

Die Felsoberkante ist als relativer Grundwasserstauer zu betrachten. Die Fundamentunterkante des Wannenbauwerkes kommt auf ca. Kote 440,15 m zu liegen. In diesem Bereich beträgt der freie Durchflussquerschnitt somit lediglich ca. 0,65 m.

Der Grundwasserabstrom verläuft annähernd parallel zur Schwarza und somit auch annähernd parallel zum Wannenbauwerk.

Seitens der Projektanten wurde zur Beherrschung des Wasserandranges eine dichte Baugrubensicherung in Form einer im Schloss geschlagenen Spundwand mit ausreichender Einbindung in den Fels und eine offene Wasserhaltung durch Pumpensümpfe eingeplant.

Bauphase:

Quantitative Beeinträchtigungen: Da das Bauwerk auf seine gesamte Länge in den Grundwasserkörper einbindet, sind Grundwasserabsenkungs- und Wasserhaltungsmaßnahmen erforderlich. Es wird davon ausgegangen, dass die Spundwandumschließung abschnittsweise erfolgt. Auf diese Weise kann die Ausdehnung der Beeinträchtigung auf das unmittelbare Umfeld der (jeweiligen) Baugrube beschränkt bleiben.

Qualitative Beeinträchtigungen: Im Zuge der Herstellung der Spundwände können qualitative Beeinträchtigungen des Grundwassers durch Trübungen nicht ausgeschlossen werden. Diese beschränken sich auf allerdings auf das unmittelbare Umfeld der Baugrube.

Aushubarbeiten innerhalb der Spundwandumschließung werden sich auf den Grundwasserkörper in qualitativer Hinsicht nur minimal auswirken, da durch den zur Baugrube gerichteten hydraulischen Gradienten eine Ausbreitung belasteter Wässer hintangehalten wird. Gleiches gilt beim Einsatz von Bauhilfsstoffen.

Die innerhalb der Baugrube anfallenden getriebenen oder durch Bauhilfsstoffe belasteten Wässer sind über eine Gewässerschutzanlage zu führen.

Regelbetrieb:

Quantitative Beeinträchtigungen: Da der Abflussquerschnitt für das Grundwasser unterhalb der Wanne zumindest im Bereich des Wannentiefsten auf rd. 1/10 des ursprünglichen freien Abflussquerschnittes reduziert wird, sind dauerhafte Auswirkungen auf den Abstrom des Grundwasserbegleitstromes der Schwarza gegeben. Durch die Parallellage des Grundwasserbegleitstromes der Schwarza und der Wanne ist von einem stromlinienartigen Umfließen auszugehen.

Um zu verhindern, dass durch den ohnehin geringen Flurabstand ein Anstau des Grundwassers (insbesondere bergseitig) erfolgt, ist unterhalb der Fundamentunterkante eine ausreichend bemessene wasserwegige Schicht einzubauen. Im Zuge der Detailplanung des Wannenbauwerkes Landesstraße B27 ist daher ein rechnerischer Nachweis über die Mindestmächtigkeit der Filterschicht unterhalb der Fundamentunterkante zu führen, sodass beiderseits des Bauwerkes Vernässungen an der Geländeoberfläche ausgeschlossen werden können.

Qualitative Beeinträchtigungen: Durch die konstruktive Gestaltung des Wannenbauwerkes können qualitative Beeinträchtigungen des Grundwassers auch während eines außerbetrieblichen Ereignisses grundsätzlich ausgeschlossen werden.

2.2 ABSCHNITTSWEISE BEURTEILUNG DER GEBIRGSBEREICHE (TUNNELABSCHNITT) IN GEOLOGISCHER BZW. HYDROGEOLOGISCHER SICHT:

Vorbemerkung: Die Gliederung der Gebirgsbereiche auf Grund ihrer lithologischen – strukturgeologischen bzw. hydrogeologischen Charakteristika ist für den SV für Geologie und Hydrogeologie nachvollziehbar. Dennoch ist darauf hinzuweisen, dass die km-Angaben als relative Größen zu verstehen sind und sich sowohl in steigender als auch in fallender Kilometrierung verschieben können. Keinesfalls darf hieraus eine absolute Maßzahl abgeleitet werden. Dies ist insbesondere bei der Angabe von Vorerkundungsarbeiten von Bedeutung.

2.2.1 GB 1: GRAUWACKENZONE – NORISCHE DECKE (SILBERSBERG-GRUPPE); KM 76,635 – 77,975 (L ~ 1340 M)

Die von den (baugeologischen) Projektanten getroffenen Angaben über die lithologischen und in diesem Teilbereich äußerst komplexen strukturellen Gegebenheiten sind realistisch, plausibel und nachvollziehbar. Die beiden Tunnelröhren werden im gg. Teilabschnitt steigend angefahren.

Aus dem geologischen Schnitt durch den Portalbereich Gloggnitz (5510-EB-5000AL-04-0203-F00-PW) ist zu entnehmen, dass sowohl im Bereich der offenen Bauweise als auch im Bereich bis ca. Bahn-km 76,7 Lockergesteine zu durchhörtern sind.

Wenngleich aus dem geologischen Kartenbild (Plan-Beil. 5510-EB-5000AL-04-0104-F00-PW) nicht unmittelbar ersichtlich, wird das Tunnelbauwerk die Festgesteinsabfolgen im Wesentlichen subparallel bis spitzwinkelig durchhörtern. Von den (baugeologischen) Projektanten wird richtigerweise auf die Existenz von tektonischen Störungszonen hingewiesen.

Eine **Sulfatgesteinsführung** wird in Übereinstimmung mit den Projektanten nicht erwartet. Eine Prüfung der Wässer auf betonaggressive Eigenschaften wird dennoch empfohlen.

Ebenso ist eine **Gasführung** in Übereinstimmung mit den Projektanten auszuschließen.

Die von den Projektanten getroffene Einschätzung der **Gebirgsdurchlässigkeit** als „generell schlecht“ ist nachvollziehbar.

Im Gegensatz zur Fachmeinung der (hydrogeologischen) Projektanten erfolgt der Voreinschnitt der beiden Tunnelröhren nicht in dichten Phylliten und Schiefen, sondern in den Lockergesteinsabfolgen der Überlagerung, die einen Grundwasserkörper bzw. bzw. eine Schichtwasserführung erwarten lassen.

Die von den Projektanten für den Festgesteinsabschnitt angegebenen Zuflussmengen zwischen 3 und 5 l/s und örtlichen Spitzenzutritte im Vortriebsbereich bis zu 5 l/s sind realistisch bemessen.

Spezielle Maßnahmen insbesondere zur Reduktion von Bergwasserzutritten sind im gg. Teilabschnitt nicht erforderlich.

Bauphase:

Quantitative Beeinträchtigungen: Im Zuge der Vortriebsarbeiten sind Grund-/Schichtwasserzutritte aus der Lockergesteinsabfolge zu erwarten, die nach wenigen Tagen „ausbluten“ können. Eine Auswirkung bis zur Geländeoberfläche ist jedoch nicht zu erwarten, da zwischen der Geländeoberfläche und dem Grundwasserkörper noch eine ungesättigte Zone zwischengeschaltet ist.

Durch die Vortriebsarbeiten im Festgesteinsabschnitt werden keine Auswirkungen auf den Grundwasserkörper, die bis an die Geländeoberfläche spürbar wären, erwartet.

Qualitative Beeinträchtigungen: Durch die Vortriebsarbeiten werden den Tunnelröhren zudringende Bergwässer getrübt. Eine weitere Belastung erfolgt durch den Einsatz der Baustoffe / Bauhilfsstoffe. Art und Ausmaß dieser Belastung hängt von der Wahl der eingesetzten Bauhilfsstoffe ab. Es wird darauf hingewiesen, dass nur grundwasserschonende Bauhilfsstoffe zum Einsatz gelangen dürfen. Die belasteten Wässer werden kontrolliert ausgeleitet und einer Gewässerschutzanlage zugeführt.

Regelbetrieb:

Quantitative Beeinträchtigungen: Dauerhafte Auswirkungen bis an die Geländeoberfläche können ausgeschlossen werden.

Qualitative Beeinträchtigungen auf den Bergwasserkörper können auf Grund der wasserundurchlässigen Konstruktion und des Tunneldrainagesystems auch für den Fall eines außerbetrieblichen Ereignisses ausgeschlossen werden.

2.2.2 GB 2: STÖRUNGSZONE "HALTESTELLE EICHBERG"; KM 77,975 – 78,095 (L = 120 M)

Die von den (baugeologischen) Projektanten getroffenen Angaben über die lithologischen und in diesem Teilbereich äußerst komplexen strukturellen Gegebenheiten sind realistisch, plausibel und nachvollziehbar. Die beiden Tunnelröhren werden im gg. Teilabschnitt steigend angefahren.

Die Tunnelröhren queren den W-E streichenden Störungsbereich stumpfwinkelig.

Eine Sulfatgesteinsführung wird in Übereinstimmung mit den Projektanten nicht erwartet. Eine Prüfung der Wässer auf betonaggressive Eigenschaften wird dennoch empfohlen.

Ebenso ist eine Gasführung in Übereinstimmung mit den Projektanten auszuschließen.

Die von den Projektanten getroffene Einschätzung der Gebirgsdurchlässigkeit als „generell schlecht“ ist nachvollziehbar.

Die Wasserführung von Störungsgesteinen hängt primär von der Art der aufgearbeiteten Gesteinskomponenten ab. Karbonatische oder quarzitische Gesteine weisen generell eine höhere Gebirgsdurchlässigkeit auf als tonig – phyllitische Abfolgen, die zu einem „Verschmieren“ der Trennflächen neigen. Im gg. Gebirgsabschnitt werden Wasserzutritte in Form einer Tropfwasserführung erwartet.

Die von den Projektanten angegebenen Zuflussmengen zwischen 3 und 5 l/s und örtlichen Spitzenzutritte im Vortriebsbereich bis zu 5 l/s sind realistisch bemessen.

Spezielle Maßnahmen, insbesondere zur Reduktion von Bergwasserzutritten sind im gg. Teilabschnitt nicht erforderlich.

Bauphase:

Quantitative Beeinträchtigungen: Durch die Vortriebsarbeiten im Festgesteinsabschnitt werden keine Auswirkungen auf den Grundwasserkörper, die bis an die Geländeoberfläche spürbar wären, erwartet.

Qualitative Beeinträchtigungen: Durch die Vortriebsarbeiten werden zudringende Bergwässer getrübt. Eine weitere Belastung erfolgt durch den Einsatz der Baustoffe / Bauhilfsstoffe. Art und Ausmaß dieser Belastung hängt von der Wahl der eingesetzten Bauhilfsstoffe ab. Es wird darauf hingewiesen, dass nur grundwasserschonende Bauhilfsstoffe zum Einsatz gelangen dürfen. Die belasteten Wässer werden kontrolliert ausgeleitet und einer Gewässerschutzanlage zugeführt.

Regelbetrieb:

Quantitative Beeinträchtigungen: Dauerhafte Auswirkungen bis an die Geländeoberfläche können ausgeschlossen werden.

Qualitative Beeinträchtigungen auf den Bergwasserkörper können auf Grund der wasserundurchlässigen Konstruktion und des Tunneldrainagesystems auch für den Fall eines außerbetrieblichen Ereignisses ausgeschlossen werden.

2.2.3 GB 3: GRAUWACKENZONE - NORISCHE DECKE (SILBERSBERG-GRUPPE); KM 78,095 – 78,520 (L = 425 M)

Die von den (baugeologischen) Projektanten getroffenen Angaben über die lithologischen und in diesem Teilbereich äußerst komplexen strukturellen Gegebenheiten sind realistisch, plausibel und nachvollziehbar. Die beiden Tunnelröhren werden im gg. Teilabschnitt steigend angefahren. Die Tunnelröhren queren die Schieferungsflächen spitz- bis stumpfwinkelig,

Eine **Sulfatgesteinsführung** wird in Übereinstimmung mit den Projektanten nicht erwartet. Eine Prüfung der Wässer auf betonaggressive Eigenschaften wird dennoch empfohlen.

Ebenso ist eine **Gasführung** in Übereinstimmung mit den Projektanten auszuschließen.

Die von den Projektanten getroffene Einschätzung der Gebirgsdurchlässigkeit als „generell schlecht“ ist nachvollziehbar.

Die von den Projektanten angegebenen Zuflussmengen zwischen 3 und 5 l/s und örtlichen Spitzenzutritte im Vortriebsbereich bis zu 5 l/s sind realistisch bemessen.

Spezielle Maßnahmen, insbesondere zur Reduktion von Bergwasserzutritten sind im gg. Teilabschnitt nicht erforderlich.

Bauphase:

Quantitative und qualitative Beeinträchtigungen: siehe GB 2

Regelbetrieb:

Quantitative und qualitative Beeinträchtigungen: siehe GB 2.

2.2.4 GB 4: VERSCHUPPUNG VEITSCHER DECKE (GWZ) MIT ZENTRALALPINEM PERMOMESOZOIKUM; KM 78,520 – 79,100 (L = 580 M)

Die von den (baugeologischen) Projektanten getroffenen Angaben über die lithologischen und in diesem Teilbereich äußerst komplexen strukturellen Gegebenheiten sind realistisch, plausibel und nachvollziehbar. Die beiden Tunnelröhren werden im gg. Teilabschnitt steigend angefahren. Die Tunnelröhren queren die Schieferungsflächen sowie die Hauptstrukturen im Wesentlichen stumpfwinkelig bis normal zur Tunnelachse.

Eine **Sulfatgesteinsführung** wird in Übereinstimmung mit den Projektanten nicht erwartet. Eine Prüfung der Wässer auf betonaggressive Eigenschaften wird dennoch empfohlen.

Die von den Projektanten angenommene potentielle **Gasführung** (Methan) ist grundsätzlich möglich, wenngleich nur gering wahrscheinlich.

Die von den Projektanten getroffene Einschätzung der **Gebirgsdurchlässigkeit** als „generell schlecht“ ist nachvollziehbar.

Die von den Projektanten angegebenen Zuflussmengen zwischen 3 und 5 l/s und örtlichen Spitzenzutritte im Vortriebsbereich bis zu 5 l/s sind realistisch bemessen.

Spezielle Maßnahmen, insbesondere zur Reduktion von Bergwasserzutritten sind im gg. Teilabschnitt nicht erforderlich.

Bauphase:

Quantitative und qualitative Beeinträchtigungen: siehe GB 2

Regelbetrieb:

Quantitative und qualitative Beeinträchtigungen: siehe GB 2.

2.2.5 GB 5: VEITSCHER DECKE; KM 79,100 – 79,590 (L = 490 M)

Die von den (baugeologischen) Projektanten getroffenen Angaben über die lithologischen und strukturellen Gegebenheiten sind realistisch, plausibel und nachvollziehbar. Die beiden Tunnelröhren werden im gg. Teilabschnitt steigend angefahren. Die Tunnelröhren queren die Schieferungsflächen sowie die Hauptstrukturen im Wesentlichen stumpfwinkelig zur Tunnelachse.

Eine massive **Sulfatgesteinsführung** innerhalb der zu durchörternden Gesteinsabfolge des Gebirgsbereiches 5 wird in Übereinstimmung mit den Projektanten nicht erwartet. Der Hinweis, dass im Grenzgebiet zur Tattermannschuppe jedoch Sulfatgesteine in eingeschuppter Form auftreten können, ist nachvollziehbar. Eine Prüfung der Wässer auf betonaggressive Eigenschaften ist deswegen erforderlich.

Die von den Projektanten angenommene potentielle **Gasführung** (Methan) ist grundsätzlich möglich, wenngleich nur gering wahrscheinlich. Die von den Projektanten getroffene Einschätzung der **Gebirgsdurchlässigkeit** als „generell schlecht“ ist nachvollziehbar. Die von den Projektanten angegebenen Zuflussmengen zwischen 3 und 5 l/s und örtlichen Spitzenzutritte im Vortriebsbereich bis zu 5 l/s sind realistisch bemessen.

Spezielle Maßnahmen, insbesondere zur Reduktion von Bergwasserzutritten sind im gg. Teilabschnitt nicht erforderlich.

Bauphase:

Quantitative und qualitative Beeinträchtigungen: siehe GB 2

Regelbetrieb:

Quantitative und qualitative Beeinträchtigungen: siehe GB 2.

2.2.6 GB 6: PERMOMESOZOIKUM TATTERMANN-SCHUPPE (TALQUERUNG AUEBACH-TAL); KM 79,590 – 80,080 (L = 490 M)

Die von den (baugeologischen) Projektanten getroffenen Angaben über die lithologischen und strukturellen Gegebenheiten sind realistisch, plausibel und nachvollziehbar. Die beiden Tunnelröhren werden im gg. Teilabschnitt steigend angefahren. Die Tunnelröhren queren die Schieferungsflächen sowie die Hauptstrukturen im Wesentlichen normal zur Tunnelachse.

Im gg. Gebirgsabschnitt wurden die Bohrungen KB6/08, KB7/08, KB8/08 und KB38/06 abgeteuft.

In Bohrung KB6/08 wurde in einer Teufe zwischen ca. 44,50 m und ca. 50,0 m bzw. 51,5 m und 52,5 m tektonisch gequälter Gips erbohrt.

Grundwasserführende Kiessande wurden in den (taltiefsten) Bohrungen KB38/06 (Grundwassermächtigkeit ca. 3 m) und KB7/08 (Grundwassermächtigkeit ca. 5 m) nachgewiesen.

Eine **Sulfatgesteinsführung** innerhalb der zu durchörternden Gesteinsabfolge des Gebirgsbereiches 6 ist somit in Übereinstimmung mit den Projektanten möglich. Eine Prüfung der Wässer auf betonaggressive Eigenschaften ist deswegen erforderlich.

Diesem Gebirgsabschnitt wurde von den Projektanten keine potentielle **Gasführung** zugemessen. **Diese Annahme wird aus geologischer Sicht nicht geteilt**, zumal (zumindest massiv entwickelte) Sulfatgesteine auf Grund ihrer dichten Ausbildung Methangas führen können, welches beim Anfahren freigesetzt und zumindest zu Verpuffungen führen kann. Ein derartiger Methangaszutritt mit darauffolgender Schlagwetterexplosion hat sich beispielsweise im Jahr 1905 beim Vortrieb des Bosruck-Eisenbahntunnels ereignet.

Desgleichen kann auch eine **Schwefelwasserstoffführung** in Sulfatgesteinen nicht grundsätzlich ausgeschlossen werden.

Aus diesem Grund sind nachstehend angeführte zwingende Maßnahmen vorzuschreiben:

Im Zuge des Vortriebes sämtlicher Tunnelröhren sind bei der Durchörterung von Störungsbereichen sowie solchen Gebirgsbereichen, für die ein Gaszutritt nicht ausgeschlossen werden kann, entsprechende Messungen (Feststellung der Konzentration und des Konzentrationsverlaufes; im Ortsbrustbereich und am Bohrlochmund von Entwässerungs- und Vorbohrungen) mit kalibrierten Messgeräten durchzuführen. Auf die Ergebnisse der Gasmessungen sind allenfalls notwendige weitere Messungen und Vorkehrungen beim Vortrieb abzustimmen.

Falls im Zuge der Vortriebsarbeiten tatsächlich gasführende Bereiche durchörtert werden, kann beispielsweise durch zusätzliche Entgasungsbohrungen die Entgasung des Gebirges beschleunigt werden.

Die von den Projektanten getroffene Einschätzung der **Gebirgsdurchlässigkeit** als „generell schlecht, lokal begrenzt gut“ ist nachvollziehbar. Grundsätzlich können stärkere Wasserzutritte in die Tunnelhohlräume über das Trennflächensystem von eingeschuppten Karbonatgesteinslinsen erfolgen.

Dennoch sind die von den Projektanten angegebenen Zuflussmengen im Festgesteinsabschnitt zwischen 3 und 5 l/s und örtlichen Spitzenzutritten im Vortriebsbereich bis zu 5 l/s sind realistisch bemessen.

Die Überlagerungsmächtigkeit über den Tunnelröhren beträgt im Querungsbereich mit dem Auebachtal minimal 35 m. Der Querungsbereich ist zwischen Bahn-km 79,600 und Bahn-km 79,850 siedlungsmäßig überbaut. Aus diesem Grunde sind die nachstehend angeführten zwingenden Maßnahmen vorzuschreiben:

- Für jene Bereiche, wo die Tunnelröhren bebautes Gebiet unterfahren, ist ein geotechnisches Messkonzept auszuarbeiten und eine maximale Tangentenneigung festzulegen. Die Messergebnisse sind unverzüglich geologisch – geotechnisch zu analysieren. Die Interpretationsergebnisse sind als Grundlage für die weitere Vorgangsweise bei den Vortriebsarbeiten heranzuziehen.

- Für den Fall, dass sich im Vortriebsbereich trübstoffführende Wasserzutritte oder sogar Schlammzutritte ereignen, oder sich in einem bereits aufgefahrebenen Bereich nachträglich eine Trübstoffführung zeigt - dies trifft insbesondere auf die verkarsteten oder gips- anhydritführenden Gesteinsabfolgen zu - ist ein entsprechender Alarmplan auszuarbeiten, der in Abwägung von Art und Ausmaß auch eine Einstellung des Vortriebes bis zur Klärung der geologischen bzw- hydrogeologischen Ursachen vorzusehen hat. In solchen Fällen herrscht akute Gefahr von lebensgefährlichen Schlammeinbrüchen.

Spezielle Maßnahmen, insbesondere zur Reduktion von Bergwasserzutritten sind im gg. Teilabschnitt dann sinnvoll bzw. erforderlich, wenn das Risiko besteht, dass durch die Wasserzutritte in die Tunnelröhren es zu hohlraumbildenden Lösungerscheinungen in Sulfatgesteinsabfolgen kommen kann, die auch langfristig zum Kollaps von Hohlräumen mit möglichen Auswirkungen bis auf die Geländeoberfläche führen können. Eine entsprechende zwingende Maßnahme ist daher erforderlich.

- Sofern im Bereich der Auetalquerung das Risiko besteht, dass es durch die Wasserzutritte in die Tunnelröhren zu hohlraumbildenden Lösungerscheinungen in Sulfatgesteinsabfolgen kommen kann, die zum Kollaps von Hohlräumen mit möglichen Auswirkungen bis auf die Geländeoberfläche führen können, ist durch geeignete Wasserrückhaltemaßnahmen (Injektionen) der Wasserzutritt zu den Tunnelröhren bestmöglich zu unterbinden.

Darüberhinaus ist in Betracht zu ziehen, dass im Querungsbereich mit dem Auebachtal auf Grund der geringmächtigen Tunnelüberlagerung (davon ca. 6 bis 12 m grundwasserführende Lockergesteinsüberlagerung) eine Entwässerung des Grundwasserkörpers) nicht ausgeschlossen werden kann. Letztere kann zu Senkungsphänomenen führen, von der nicht nur die Bausubstanz, sondern auch allfällig vorhandene Infrastruktureinrichtungen (Gas-, Wasser-, Stromleitungen) betroffen sein können. Auf eine diesbezügliche zwingende Vorschrift wird hingewiesen (siehe unten).

Bauphase:

Quantitative Beeinträchtigungen: In Übereinstimmung mit den (hydrogeologischen) Projektanten kann nicht ausgeschlossen werden, dass die im Querungsbereich der Tunnelröhren situierten Quellen dann beeinträchtigt werden können, wenn Bergwasser über das Trennflächensystem (insbesondere in Karbonatgesteinen) der Tunnelröhre zuströmt. Dies kann auch zu einer (Teil-)entwässerung des Grundwasserkörpers, verbunden mit Senkungsphänomenen der Geländeoberfläche führen. Aus diesem Grunde sind entsprechende Vorerkundungen insbesondere zwischen Bahn-km 79,600 und Bahn-km 79,850 erforderlich (zwingende Maßnahme).

- Der Gebirgsbereich 6 ist vorzuerkunden, zumal nicht ausgeschlossen werden kann, dass durch Wasserzutritte in die Tunnelröhren Auswirkungen auf Quellen bzw. den Grundwasserhaushalt, in letzterem Fall auch mit möglichen schadenauslösenden Setzungserscheinungen erfolgen können.

Qualitative Beeinträchtigungen: siehe GB 2.

Regelbetrieb:

Quantitative Beeinträchtigungen: Nach Fertigstellung der Tunnelröhren und allenfalls erfolgten wasserrückhaltenden Maßnahmen sind keine weiteren Auswirkungen auf den Berg-/ Grundwasserhaushalt zu erwarten.

Qualitative Beeinträchtigungen: siehe GB 2.

2.2.7 GB 7: TALHOF-AUE-STÖRUNG UND SEMNERING-KRISTALLINSPAN; KM 80,080 – 80,575 (L = 495 M)

Die von den (baugeologischen) Projektanten getroffenen Angaben über die lithologischen und in diesem Gebirgsbereich komplexen strukturellen Gegebenheiten sind realistisch, plausibel und nachvollziehbar. Die beiden Tunnelröhren werden im gg. Teilabschnitt steigend angefahren. Die Tunnelröhren queren die Schieferungsflächen sowie die Hauptstrukturen im Wesentlichen normal zur Tunnelachse.

Eine **Sulfatgesteinsführung** innerhalb der zu durchörternden Gesteinsabfolge des Gebirgsbereiches 7 ist in Übereinstimmung mit den Projektanten möglich. Eine Prüfung der Wässer auf betonaggressive Eigenschaften ist deswegen erforderlich.

Diesem Gebirgsabschnitt wurde von den Projektanten keine potentielle **Gasführung** zugemessen. **Diese Annahme wird wie beim Gebirgsbereich 6 aus geologischer Sicht nicht geteilt (siehe GB 6)**. Eine Methan- bzw. Schwefelwasserstoffführung kann in Sulfatgesteinen nicht grundsätzlich ausgeschlossen werden.

Die von den Projektanten getroffene Einschätzung der **Gebirgsdurchlässigkeit** als „generell schlecht, lokal begrenzt gut“ ist nachvollziehbar. Grundsätzlich können stärkere Wasserzutritte in die Tunnelhohlräume über das Trennflächensystem von eingeschuppten Karbonatgesteinslinsen erfolgen.

Die von den Projektanten angegebenen Zuflussmengen zwischen 10 und 20 l/s und örtlichen Spitzenzutritte im Vortriebsbereich bis zu 10 l/s sind realistisch bemessen.

Bauphase:

Quantitative Beeinträchtigungen: In Übereinstimmung mit den (hydrogeologischen) Projektanten kann nicht ausgeschlossen werden, dass die im Nahbereich der Tunnelröhren situierten Quellen dann beeinträchtigt werden können, wenn Bergwässer über das Trennflächensystem (insbesondere in Karbonatgesteinen) der Tunnelröhre zuströmen. Im Gegensatz zum Gebirgsbereich 6 erfolgt jedoch keine (Teil-)entwässerung eines Grundwasserkörpers, sodass Senkungsphänomene an der Geländeoberfläche ausgeschlossen werden können.

Qualitative Beeinträchtigungen: siehe GB 2.

Regelbetrieb

Quantitative Beeinträchtigungen: Nach Fertigstellung der Tunnelröhren sind keine Auswirkungen auf den Berg-/ Grundwasserhaushalt zu erwarten.

Qualitative Beeinträchtigungen: siehe GB 2.

2.2.8 GB 8: GRAßBERGSCHUPPE (KARBONATGESTEINE); KM 80,575 – 812,250 (L = 675 M)

Die von den (baugeologischen) Projektanten getroffenen Angaben über die lithologischen und strukturellen Gegebenheiten sind realistisch, plausibel und nachvollziehbar. Die beiden Tunnelröhren werden im gg. Teilabschnitt steigend angefahren. Dies ist insbesondere im Hinblick auf die erwartete hohe Wasserführung von grundsätzlicher Bedeutung. Die Tunnelröhren queren die Schieferungsflächen sowie die Hauptstrukturen weitgehend normal zur Tunnelachse.

Eine **Sulfatgesteinsführung** innerhalb der zu durchörternden Gesteinsabfolge des Gebirgsbereiches 8 ist in Übereinstimmung mit den Projektanten auszuschließen. Eine Prüfung der Wässer auf betonaggressive Eigenschaften ist dennoch zweckmäßig.

Diesem Gebirgsabschnitt wurde in Übereinstimmung mit den Projektanten keine potentielle **Gasführung** zugemessen.

Die von den Projektanten getroffene Einschätzung der **Gebirgsdurchlässigkeit** als „generell gut“ ist nachvollziehbar. In Übereinstimmung mit den Projektanten erfolgt die Entwässerung über das Karstsystem.

Die von den Projektanten angegebenen Zuflussmengen zwischen 40 und 70 l/s und örtlichen Spitzenzutritte im Vortriebsbereich bis zu 150 bis 200 l/s sind realistisch bemessen. Durch den steigenden Vortrieb ist ein freies (wenngleich kontrolliertes) Auslaufen des Wassers möglich.

Durch die Wasserzutritte in die Tunnelröhren sind Auswirkungen auf den Bergwasserkörper und Quellaustritte sehr wahrscheinlich.

Aus Gründen der Schonung des Bergwasserkörpers, sowie aus vortriebstechnischen Gründen sind vorauseilende Erkundungsmaßnahmen erforderlich. Durch geeignete, von den Tunnelplanern vorgesehene systemimmanente bauliche Maßnahmen können die zutretenden Wassermengen jedoch merklich reduziert werden.

In diesem Zusammenhang wird darauf hingewiesen, dass der Erfolg von Wasserrückhaltmaßnahmen signifikant erhöht werden kann, wenn diese vor dem ungehinderten Ausfließen in die Tunnelröhren gesetzt werden.

Wasserrückhaltmaßnahmen, die erst zu einem Zeitpunkt gesetzt werden, wenn die Bergwässer bereits ungehindert der Tunnelröhre zuströmen sind deswegen weniger effizient, weil in solchen Fällen das Injektionsmedium durch die Fließgeschwindigkeit des Wassers wieder ausgespült wird und ein ausreichender Rückhalteeffekt allenfalls erst nach mehrmaligen Vorgängen erzielt werden kann.

Bauphase:

Quantitative Beeinträchtigungen: In Übereinstimmung mit den (hydrogeologischen) Projektanten kann nicht ausgeschlossen werden, dass die im Nahebereich der Tunnelröhren situierten Quellen innerhalb dieses Gebirgsbereiches dann beeinträchtigt werden können, wenn Bergwässer über das Trennflächensystem (insbesondere in das Karstsystem der Karbonatgesteine) der Tunnelröhre zuströmen. Aus diesem Grunde sind entsprechende Vorerkundungen im gesamten Querungsbereich des Gebirgsbereiches 8 erforderlich (zwingende Maßnahme). Das von den Tunnelplanern vorgelegte Konzept zur Erkennung bzw. Reduktion von Wasserzutritten ist unbedingt einzuhalten.

Qualitative Beeinträchtigungen: siehe GB 2.

Regelbetrieb:

Quantitative Beeinträchtigungen: Nach Fertigstellung der Tunnelröhren und allenfalls erfolgten wasserrückhaltenden Maßnahmen sind keine weiteren Auswirkungen auf den Berg-/ Grundwasserhaushalt zu erwarten.

Qualitative Beeinträchtigungen: siehe GB 2.

2.2.9 GB 9: GRAßBERG-STÖRUNG (SEMMERING-KRISTALLIN); KM 81,250 – 81,385 (L = 135 M)

Die von den (baugeologischen) Projektanten getroffenen Angaben über die lithologischen und im gg. Teilbereich äußerst komplexen strukturellen Gegebenheiten sind realistisch, plausibel und nachvollziehbar. Die beiden Tunnelröhren werden im gg. Teilabschnitt fallend angefahren. Den Angaben der Tunnelplaner folgend, soll der Vortrieb richtigerweise rechtzeitig vor Erreichen des östlich anschließenden stark wasserführenden Gebirgsbereiches 8 gestoppt werden. Die Tunnelröhren queren die Schieferungsflächen sowie die Hauptstrukturen weitgehend schräg (ca. 45°) zur Tunnelachse.

Eine **Sulfatgesteinsführung** innerhalb der zu durchörternden Gesteinsabfolge des Gebirgsbereiches 9 ist in Übereinstimmung mit den Projektanten auf Grund möglicher Einschuppungen aus dem GB 10 nicht gänzlich auszuschließen. Eine Prüfung der Wässer auf betonaggressive Eigenschaften ist dennoch zweckmäßig.

Diesem Gebirgsabschnitt wurde in Übereinstimmung mit den Projektanten keine potentielle **Gasführung** zugemessen.

Die von den Projektanten getroffene Einschätzung der **Gebirgsdurchlässigkeit** als „generell schlecht“ ist angesichts der heterogenen Zusammensetzung der Gesteine und deren dichtender Wirkung nachvollziehbar.

Die von den Projektanten angegebenen Zuflussmengen zwischen 3 - 5 l/s und örtlichen Spitzenzutritten im Vortriebsbereich bis zu 5 l/s sind realistisch bemessen.

Auswirkungen des Vortriebes auf den Bergwasserkörper und Quellaustritte sind im gg. Gebirgsbereich unwahrscheinlich.

Um unerwünschte Wassereinbrüche aus dem östlich anschließenden Gebirgsbereich 8 zu vermeiden, sind Vorerkundungsmaßnahmen erforderlich, um die Grenze zum Gebirgsbereich 8 mit ausreichender Sicherheit lokalisieren zu können.

nen. Diese sind zweckmäßigerweise mit Hilfe von (Kern-)bohrungen durchzuführen, die mit einer auf die zu erwartenden Bergwasserdrücke und -mengen tauglichen Wasserrückhalteeinrichtung ausgestattet sind (zwingende Maßnahme). Das von den Tunnelplanern vorgesehene Vorerkundungskonzept und die entsprechenden Maßnahmen zur Wasserrückhaltung sind unbedingt einzuhalten.

Bauphase:

Quantitative und qualitative Beeinträchtigungen: siehe GB 2

Regelbetrieb:

Quantitative und qualitative Beeinträchtigungen: siehe GB 2.

2.2.10 GB 10: PERMOMESOZOIKUM DES GRAßBERG-SCHLAGL - STÖRUNGSSYSTEMS ("KEUPER"); KM 81,385 – 82,265 (L = 880 M)

Die von den (baugeologischen) Projektanten getroffenen Angaben über die lithologischen und in diesem Gebirgsbereich komplexen strukturellen Gegebenheiten sind realistisch, plausibel und nachvollziehbar. Dies trifft insbesondere auch auf die für den Vortrieb ungünstigen Gebirgsverhältnisse zu.

Die beiden Tunnelröhren werden im gg. Teilabschnitt ab Zwischenangriff Göstritz Richtung Gloggnitz fallend, Richtung Mürzschlag steigend angefahren. Die Tunnelröhren queren die Schieferungsflächen sowie die Hauptstrukturen im Wesentlichen stumpfwinkelig bis normal zur Tunnelachse.

Eine **Sulfatgesteinsführung** innerhalb der zu durchörternden Gesteinsabfolge des Gebirgsbereiches 10 ist in Übereinstimmung mit den Projektanten möglich. Eine Prüfung der Wässer auf betonaggressive Eigenschaften ist deswegen erforderlich.

Diesem Gebirgsabschnitt wurde von den Projektanten eine potentielle **Gasführung** (insbesondere Schwefelwasserstoff) zugemessen. Die Annahme, dass auch eine Methanführung vorliegen könne, ist wohlbegründet (siehe Gebirgsbereich 6). Aus diesem Grunde sind sorgfältige Wettermessungen insbesondere während der Vortriebsarbeiten geboten.

Die von den Projektanten getroffene Einschätzung der **Gebirgsdurchlässigkeit** als „generell schlecht“ ist angesichts der lithologischen Beschaffenheit nachvollziehbar. Grundsätzlich können stärkere (kurzfristige) Wasserzutritte in die Tunnelhöhlräume über Lösungshohlräume in den Sulfatgesteinen erfolgen.

Die von den Projektanten angegebenen Zuflussmengen zwischen 3 und 5 l/s sind realistisch bemessen. Die Größenordnung der Spitzenzutritte im Vortriebsbereich kann beim Antreffen von Lösungshohlräumen im Gips sogar etwas höher als von den Projektanten eingeschätzt werden.

Bauphase:

Quantitative Beeinträchtigungen: In Übereinstimmung mit den (hydrogeologischen) Projektanten kann eine Beeinträchtigung von Gewässern an der Geländeoberfläche ausgeschlossen werden.

Qualitative Beeinträchtigungen: siehe GB 2.

Regelbetrieb:

Quantitative Beeinträchtigungen: Nach Fertigstellung der Tunnelröhren sind keine Auswirkungen auf den Berg-/ Grundwasserhaushalt zu erwarten.

Qualitative Beeinträchtigungen: siehe GB 2.

2.2.10.1 Zwischenangriff Göstritz:

Die von den (baugeologischen) Projektanten getroffenen Angaben über die lithologischen und strukturellen Gegebenheiten, insbesondere für Hohlraumbauten ungünstige Gegebenheiten sind realistisch, plausibel und nachvollziehbar. Die örtlichen geologischen Gegebenheiten sind im erforderlichen Detail im baugeologischen Längsschnitt (Plan-Beil. 5510-EB-5000AL-05-0202-F03) dargestellt.

Eine **Sulfatgesteinsführung** innerhalb der zu durchörternden Gesteinsabfolge des Gebirgsbereiches 10 ist in Übereinstimmung mit den Projektanten möglich. Eine Prüfung der Wässer auf betonaggressive Eigenschaften ist deswegen erforderlich.

Diesem Gebirgsabschnitt wurde von den Projektanten eine potentielle **Gasführung** (insbesondere Schwefelwasserstoff) zugemessen. Die Annahme, dass auch eine Methanführung vorliegen könne, ist wohlbegründet (siehe Gebirgsbereich 6). Aus diesem Grunde sind sorgfältige Wettermessungen insbesondere während der Vortriebs- bzw. Abteufarbeiten geboten.

Die von den Projektanten getroffene Einschätzung der **Gebirgsdurchlässigkeit** als „generell schlecht“ ist angesichts der lithologischen Beschaffenheit nachvollziehbar. Grundsätzlich können stärkere (kurzfristige) Wasserzutritte in die Tunnelhöhlräume über Lösungshohlräume in den Sulfatgesteinen erfolgen.

Die von den Projektanten angegebenen Zuflussmengen um ca. 5 l/s sind realistisch bemessen. Die Größenordnung der Spitzenzutritte im Vortriebsbereich kann beim Antreffen von Lösungshohlräumen im Gips sogar etwas höher als von den Projektanten eingeschätzt werden.

- In Übereinstimmung mit den Projektanten werden ergänzende Erkundungsarbeiten zur endgültigen Festlegung der Lage von Zugangstunnel und des Schachtbauwerkes beim Zwischenangriff Göstritz dringend empfohlen. Insbesondere ist die Herstellbarkeit der Kaverne mit einem Ausbruchsquerschnitt von ca. 477 m² in den Keuperabfolgen (!) kritisch zu hinterfragen.

Es wird allerdings darauf hingewiesen, dass bei einer allfälligen Verlagerung des Zugangstunnels südlich der Göstritzquellen sich dieses Hilfsbauwerk in gravierender Weise während der Bau- und Betriebsphase sowohl qualitativ als auch quantitativ auswirken würde.

Bauphase:

Quantitative Beeinträchtigungen: In Übereinstimmung mit den (hydrogeologischen) Projektanten kann eine Beeinträchtigung von Gewässern an der Geländeoberfläche ausgeschlossen werden.

Qualitative Beeinträchtigungen: siehe GB 2.

Regelbetrieb:

Quantitative Beeinträchtigungen: Nach Fertigstellung der Tunnel- bzw. Schachtröhren sind keine Auswirkungen auf den Berg-/ Grundwasserhaushalt zu erwarten.

Qualitative Beeinträchtigungen: siehe GB 2.

2.2.11 GB 11: PERMOMESOZOIKUM DES OTTERSTOCKES ("REICHENHALLER FM"); KM 82,265 – 83,005 (L = 740 M)

Die von den (baugeologischen) Projektanten getroffenen Angaben über die lithologischen und in diesem Gebirgsbereich wieder ruhigeren strukturellen Gegebenheiten sind realistisch, plausibel und nachvollziehbar.

Die beiden Tunnelröhren werden im gg. Teilabschnitt steigend angefahren. Die Tunnelröhren queren die Schieferungsflächen sowie die Hauptstrukturen im Wesentlichen stumpfwinkelig zur Tunnelachse.

Eine **Sulfatgesteinsführung** innerhalb der zu durchörternden Gesteinsabfolge des Gebirgsbereiches 11 ist in Übereinstimmung mit den Projektanten möglich. Diese kann sich primär auch in einer netzwerkartigen bis lagergangartigen Schwerspat- (Bariumsulfat-)führung manifestieren. Erhöhte Sulfatkonzentrationen im Bergwasser können auch auf Rauhacken zurückzuführen sein. Eine Prüfung der Wässer auf betonaggressive Eigenschaften ist deswegen erforderlich.

Diesem Gebirgsabschnitt wurde in Übereinstimmung mit den Projektanten keine potentielle **Gasführung** zugemessen.

Die von den Projektanten getroffene Einschätzung der **Gebirgsdurchlässigkeit** als „generell schlecht - lokal begrenzt gut“ ist angesichts der lithologischen Beschaffenheit der Gesteinsabfolgen (Rauhacken, geklüftete Karbonatgesteine) nachvollziehbar.

Die von den Projektanten angegebenen Zuflussmengen zwischen 5 und 10 l/s sowie die Spitzenzuflüsse in einer Größenordnung von bis zu 15 l/s sind realistisch bemessen.

Bauphase:

Quantitative Beeinträchtigungen: In Übereinstimmung mit den (hydrogeologischen) Projektanten kann eine Beeinträchtigung von Gewässern an der Geländeoberfläche ausgeschlossen werden.

Qualitative Beeinträchtigungen: siehe GB 2.

Regelbetrieb:

Quantitative Beeinträchtigungen: Nach Fertigstellung der Tunnelröhren sind keine Auswirkungen auf den Berg-/ Grundwasserhaushalt zu erwarten.

Qualitative Beeinträchtigungen: siehe GB 2.

2.2.12 GB 12: PERMOMESOZOIKUM DES OTTERSTOCKES (DOLOMIT UND DOLOMITMARMOR); KM 83,005 – 83,730 (L = 725 M)

Die von den Projektanten getroffenen Angaben über die lithologischen und in diesem Gebirgsbereich zu erwartende hohe Bergwasserführung sind realistisch, plausibel und nachvollziehbar.

Die beiden Tunnelröhren werden im gg. Teilabschnitt steigend angefahren. Dies ist im Hinblick auf die freie (wenn auch kontrolliert abzuleitende) Abflussmöglichkeit der erwarteten großen Wassermengen von großer Bedeutung. Die Schieferungsflächen sowie die Hauptstrukturen verlaufen im Wesentlichen stumpfwinkelig bis normal zur Tunnelachse.

Eine **Sulfatgesteinsführung** innerhalb der zu durchörternden Gesteinsabfolge des Gebirgsbereiches 12 ist in Übereinstimmung mit den Projektanten unwahrscheinlich, wenngleich netzwerkartige bis lagergangartige Schwerspat- (Bariumsulfat-)führungen an der Basis der Karbonatabfolge nicht ausgeschlossen werden können. Eine Prüfung der Wässer auf betonaggressive Eigenschaften ist jedenfalls zweckmäßig.

Diesem Gebirgsabschnitt wurde in Übereinstimmung mit den Projektanten keine potentielle **Gasführung** zugemessen.

Die von den Projektanten getroffene Einschätzung der **Gebirgsdurchlässigkeit** als „generell gut“ ist angesichts der lithologischen Beschaffenheit der Gesteinsabfolgen (geklüftete, z.T. verkarstete Karbonatgesteine) nachvollziehbar.

Die von den Projektanten angegebenen Zuflussmengen zwischen 70 und 120 l/s sowie die Spitzenzuflüsse in einer Größenordnung von bis zu 200 - 300 l/s sind realistisch bemessen.

Durch die Wasserzutritte in die Tunnelröhren sind Auswirkungen auf den Bergwasserkörper und Quellaustritte sehr wahrscheinlich. Aus Gründen der Schonung des Bergwasserkörpers, sowie aus vortriebstechnischen Gründen sind voraussehlende Erkundungsmaßnahmen erforderlich. Durch geeignete, von den Tunnelplanern vorgesehene systemimmanente bauliche Maßnahmen können die zutretenden Wassermengen jedoch merklich reduziert werden.

Ebenso wie beim Gebirgsbereich 8 wird darauf hingewiesen, dass der Erfolg von Wasserrückhaltemaßnahmen signifikant erhöht werden kann, wenn diese vor dem ungehinderten Ausfließen in die Tunnelröhren gesetzt werden.

Wasserrückhaltemaßnahmen, die erst zu einem Zeitpunkt gesetzt werden, wenn die Bergwässer bereits ungehindert der Tunnelröhre zuströmen sind deswegen weniger effizient, weil in solchen Fällen das Injektionsmedium durch die Fließgeschwindigkeit des Wassers wieder ausgespült wird und ein ausreichender Rückhalteeffekt allenfalls erst nach mehrmaligen Vorgängen erzielt werden kann.

Bauphase:

Quantitative Beeinträchtigungen: In Übereinstimmung mit den (hydrogeologischen) Projektanten kann nicht ausgeschlossen werden, dass die im Einflussbereich der Tunnelröhren situierten Quellen innerhalb dieses Gebirgsbereiches dann beeinträchtigt werden können, wenn Bergwasser über das Trennflächensystem (insbesondere in das Karstsystem der Karbonatgesteine) der Tunnelröhre zuströmen. Aus diesem Grunde sind entsprechende Vorerkundungen und bauliche Maßnahmen im gesamten Querungsbereich des Gebirgsbereiches 12 erforderlich (zwingende Maßnahme).

Qualitative Beeinträchtigungen: siehe GB 2.

Regelbetrieb:

Quantitative Beeinträchtigungen: Nach Fertigstellung der Tunnelröhren und allenfalls erfolgten wasserrückhaltenden Maßnahmen sind keine weiteren Auswirkungen auf den Berg-/ Grundwasserhaushalt zu erwarten.

Qualitative Beeinträchtigungen: siehe GB 2.

2.2.13 GB 13: PERMOMESOZOIKUM OTTERBASIS SÜD ("ALPNER VERRUCANO"); KM 83,730 – 83,875 (L = 145 M)

Die von den (baugeologischen) Projektanten getroffenen Angaben über die lithologischen und strukturellen Gegebenheiten sind realistisch, plausibel und nachvollziehbar. Die beiden Tunnelröhren werden im gg. Teilabschnitt steigend angefahren. Die Tunnelröhren queren die Schieferungsflächen sowie die Hauptstrukturen stumpfwinkelig bis normal zur Tunnelachse.

Eine **Sulfatgesteinsführung** innerhalb der zu durchörternden Gesteinsabfolge des Gebirgsbereiches 13 ist auf Grund der Erkundungsergebnisse offensichtlich nicht auszuschließen. Eine Prüfung der Wässer auf betonaggressive Eigenschaften ist daher erforderlich.

Unter der Prämisse, dass im gg. Gebirgsabschnitt eine Sulfatgesteinsführung gegeben ist, kann eine potentielle **Gasführung (Methan)** zumindest nicht grundsätzlich ausgeschlossen werden (vgl. auch GB 6). Desgleichen kann auch eine **Schwefelwasserstoffführung** in Sulfatgesteinen nicht grundsätzlich ausgeschlossen werden.

Die von den Projektanten getroffene Einschätzung der **Gebirgsdurchlässigkeit** als „generell schlecht“ ist nachvollziehbar.

Die von den Projektanten angegebenen Zuflussmengen zwischen 3 und 5 l/s und örtlichen Spitzenzutritte im Vortriebsbereich bis zu 5 l/s sind realistisch bemessen.

Bauphase:

Quantitative Beeinträchtigungen: In Übereinstimmung mit den (hydrogeologischen) Projektanten ist eine Beeinflussung von Quellen unwahrscheinlich.

Qualitative Beeinträchtigungen: siehe GB 2.

Regelbetrieb:

Quantitative Beeinträchtigungen: Nach Fertigstellung der Tunnelröhren sind keine Auswirkungen auf den Berg-/ Grundwasserhaushalt zu erwarten.

Qualitative Beeinträchtigungen: siehe GB 2.

2.2.14 GB 14: ÜBERGANGSZONE WECHSELSCHIEFER- UND PERMOMESOZOIKUM; KM 83,875 – 84,100 (L = 225 M)

Die von den (baugeologischen) Projektanten getroffenen Angaben über die lithologischen und strukturellen Gegebenheiten sind realistisch, plausibel und nachvollziehbar. Die beiden Tunnelröhren werden im gg. Teilabschnitt steigend angefahren. Die Schieferungsflächen sowie die Hauptstrukturen lagern stumpfwinkelig bis normal zur Tunnelachse.

Eine **Sulfatgesteinsführung** innerhalb der zu durchörternden Gesteinsabfolge des Gebirgsbereiches 14 ist auf Grund der Erkundungsergebnisse offensichtlich nicht auszuschließen. Eine Prüfung der Wässer auf betonaggressive Eigenschaften ist daher erforderlich.

Unter der Prämisse, dass im gg. Gebirgsabschnitt eine (massive) Sulfatgesteinsführung gegeben ist, kann eine potentielle **Gasführung (Methan)** zumindest nicht grundsätzlich ausgeschlossen werden (vgl. auch GB 6). Desgleichen kann auch eine **Schwefelwasserstoffführung** in Sulfatgesteinen nicht grundsätzlich ausgeschlossen werden. Von lediglich klufförmigen Sulfatgesteinen geht allerdings kein derartiges Risiko aus.

Die von den Projektanten getroffene Einschätzung der **Gebirgsdurchlässigkeit** als „generell schlecht“ ist nachvollziehbar.

Die von den Projektanten angegebenen Zuflussmengen zwischen 3 und 5 l/s und örtlichen Spitzenzutritte im Vortriebsbereich bis zu 5 l/s sind realistisch bemessen.

Bauphase:

Quantitative Beeinträchtigungen: In Übereinstimmung mit den (hydrogeologischen) Projektanten ist eine Beeinflussung von Quellen unwahrscheinlich.

Qualitative Beeinträchtigungen: siehe GB 2.

Regelbetrieb:

Quantitative Beeinträchtigungen: Nach Fertigstellung der Tunnelröhren sind keine Auswirkungen auf den Berg-/ Grundwasserhaushalt zu erwarten.

Qualitative Beeinträchtigungen: siehe GB 2.

2.2.15 GB 15: WECHSELSCHIEFER TRATTENBACHTAL; KM 84,100 – 85,550 (L = 1.450 M)

Die von den (baugeologischen) Projektanten getroffenen Angaben über die lithologischen und strukturellen Gegebenheiten insbesondere der zu durchörternden Störungen sind realistisch, plausibel und nachvollziehbar. Die beiden Tunnelröhren werden im gg. Teilabschnitt steigend angefahren. Die Schieferungsflächen sowie die Hauptstrukturen liegen stumpfwinkelig bis normal zur Tunnelachse.

Eine **Sulfatgesteinsführung** innerhalb der zu durchörternden Gesteinsabfolge des Gebirgsbereiches 15 ist offensichtlich auf tektonisch eingeschleppte Linsen zu Beginn des gg. Gebirgsabschnittes beschränkt. Eine Prüfung der Wässer auf betonaggressive Eigenschaften ist daher erforderlich.

Das Risiko einer Gasführung (Methan) bzw. Schwefelwasserstoff ist vernachlässigbar gering.

Die von den Projektanten getroffene Einschätzung der **Gebirgsdurchlässigkeit** als „generell schlecht“ ist nachvollziehbar.

Die von den Projektanten angegebenen Zuflussmengen zwischen 10 und 30 l/s und örtlichen Spitzenzutritte im Vortriebsbereich bis zu 5 l/s sind realistisch bemessen.

Bauphase:

Quantitative Beeinträchtigungen: In Übereinstimmung mit den (hydrogeologischen) Projektanten ist eine Beeinflussung von Quellen unwahrscheinlich.

Qualitative Beeinträchtigungen: siehe GB 2.

Regelbetrieb:

Quantitative Beeinträchtigungen: Nach Fertigstellung der Tunnelröhren sind keine Auswirkungen auf den Berg-/ Grundwasserhaushalt zu erwarten.

Qualitative Beeinträchtigungen: siehe GB 2.

2.2.15.1 Baulüftungsschacht Trattenbachgraben

Die von den (baugeologischen) Projektanten getroffenen Angaben über die lithologischen und strukturellen Gegebenheiten sind realistisch, plausibel und nachvollziehbar. Die örtlichen geologischen Gegebenheiten sind im erforderlichen Detail im baugeologischen Längsschnitt (Plan-Beil. 5510-EB-5000AL-05-0202-F03) dargestellt.

Eine **Sulfatgesteinsführung** sowie eine Gasführung innerhalb der zu durchörternden Gesteinsabfolge ist in Übereinstimmung mit den Projektanten unwahrscheinlich.

Die von den Projektanten getroffene Einschätzung der **Gebirgsdurchlässigkeit** als „generell schlecht“ ist angesichts der lithologischen Beschaffenheit nachvollziehbar. Grundsätzlich können stärkere (kurzfristige) Wasserzutritte in die Tunnelhöhlräume über Lösungshöhlräume in den Sulfatgesteinen erfolgen.

Die von den Projektanten angegebenen Zuflussmengen um ca. 2 l/s bzw. Spitzenzutritte bis ca. 5 l/s sind realistisch bemessen.

Die wasserundurchlässige Herstellung des Schachtkopfes zur Vermeidung der Entwässerung des Grundwasserbegleitstromes des Trattenbaches ist grundsätzlich erforderlich, um nachhaltige Beeinträchtigungen des Grundwasserkörpers insbesondere talwärts des Schachtbauwerkes ausschließen zu können.

- Zur Vermeidung eines Grundwasseranstaues um den wasserundurchlässigen Schachtkopf des Baulüftungsschachtes Trattenbach ist eine ausreichend bemessene Filterschicht um den Schachtkopf zu errichten, sodass das Grundwasser (weitgehend) ungehindert abfließen kann und ein Grundwasseranstau oberhalb des Schachtbauwerkes hintangehalten wird.
- In Übereinstimmung mit den Projektanten sind artesisch gespannte Wasserzutritte in die Schachtröhre so abzudichten, dass die natürlichen Druckverhältnisse (weitgehend) aufrecht erhalten bleiben.

Bauphase:

Quantitative Beeinträchtigungen: In Übereinstimmung mit den (hydrogeologischen) Projektanten kann eine Beeinträchtigung von Gewässern an der Geländeoberfläche nur dann ausgeschlossen werden, wenn der Schachtkopf durch geeignete Baumaßnahmen wasserundurchlässig errichtet wird. Dabei ist auf eine Umströmungsmöglichkeit (z.B. Einbau einer Filterkiesschicht um die Abdichtung des Schachtkopfes) zu achten.

Qualitative Beeinträchtigungen: Während der Herstellung des Schachtkopfes sind qualitative Beeinträchtigungen des abströmenden Grundwassers des Trattenbachs nicht zu verhindern. Diese äußern sich in einer Trübung des Grundwassers und einer qualitativen Belastung in Abhängigkeit von den eingesetzten Baustoffen / Bauhilfsstoffen.

Regelbetrieb:

Quantitative Beeinträchtigungen: Nach Fertigstellung des Tunnels wird der Schacht verfüllt. Sofern der wasserdichte Schachtkopf weiterhin über eine Filterkiesschicht umströmt werden kann, sind auch nach Verfüllung des Schachtes keine quantitativen Auswirkungen auf den Grundwasserkörper zu erwarten.

Der tiefergelegene Bergwasserkörper wird durch das (verfüllte) Bauwerk nicht weiter beeinträchtigt.

Qualitative Beeinträchtigungen: siehe GB 2.

2.2.16 GB 16: WECHSELGNEIS SÜDLICH DES TRATTENBACHTALES; KM 85,550 – 89,820 (L = 4.270 M)

Die von den (baugeologischen) Projektanten getroffenen Angaben über die lithologischen und strukturellen Gegebenheiten insbesondere die ruhigen Lagerungsverhältnisse sind plausibel und nachvollziehbar. Die beiden Tunnelröhren werden im gg. Teilabschnitt steigend angefahren. Die Schieferungsflächen sowie die Hauptstrukturen verlaufen spitzwinkelig bis subparallel zur Tunnelachse.

Eine **Sulfatgesteinsführung** innerhalb der zu durchörternden Gesteinsabfolge des Gebirgsbereiches 16 ist unwahrscheinlich. Gleiches gilt für eine **Gasführung**.

Die von den Projektanten getroffene Einschätzung der **Gebirgsdurchlässigkeit** als „generell schlecht“ ist nachvollziehbar.

Die von den Projektanten angegebenen Zuflussmengen zwischen 10 und 30 l/s und örtlichen Spitzenzutritte im Vortriebsbereich bis zu 5 l/s sind realistisch bemessen.

Bauphase:

Quantitative Beeinträchtigungen: In Übereinstimmung mit den (hydrogeologischen) Projektanten ist eine Beeinflussung von Quellen unwahrscheinlich.

Qualitative Beeinträchtigungen: siehe GB 2.

Regelbetrieb:

Quantitative Beeinträchtigungen: Nach Fertigstellung der Tunnelröhren sind keine Auswirkungen auf den Berg-/ Grundwasserhaushalt zu erwarten.

Qualitative Beeinträchtigungen: siehe GB 2.

2.2.17 GB 17: WECHSELGNEIS (TRATTENBACH-STÖRUNG); KM 89,820 – 90,025 (L = 205 M)

Die von den (baugeologischen) Projektanten getroffenen Angaben über die lithologischen und strukturellen Gegebenheiten sind plausibel und nachvollziehbar. Die beiden Tunnelröhren werden im gg. Teilabschnitt steigend angefahren. Die Tunnelröhren queren die Schieferungsflächen stumpfwinkelig, die Hauptstrukturen hingegen spitzwinkelig zur Tunnelachse.

Eine **Sulfatgesteinsführung** innerhalb der zu durchörternden Gesteinsabfolge des Gebirgsbereiches 17 ist unwahrscheinlich. Gleiches gilt für eine **Gasführung**.

Die von den Projektanten getroffene Einschätzung der **Gebirgsdurchlässigkeit** als „generell schlecht“ ist nachvollziehbar.

Die von den Projektanten angegebenen Zuflussmengen zwischen 10 und 30 l/s und örtlichen Spitzenzutritte im Vortriebsbereich bis zu 5 l/s sind realistisch bemessen.

Bauphase:

Quantitative Beeinträchtigungen: In Übereinstimmung mit den (hydrogeologischen) Projektanten ist eine Beeinflussung von Quellen unwahrscheinlich.

Qualitative Beeinträchtigungen: siehe GB 2.

Regelbetrieb:

Quantitative Beeinträchtigungen: Nach Fertigstellung der Tunnelröhren sind keine Auswirkungen auf den Berg-/ Grundwasserhaushalt zu erwarten.

Qualitative Beeinträchtigungen: siehe GB 2.

2.2.18 GB 18: WECHSELGNEIS (FANKLBAUERHÖHE); KM 90,025 – 91,670 (L = 1645 M)

Die von den (baugeologischen) Projektanten getroffenen Angaben über die lithologischen und strukturellen Gegebenheiten sind plausibel und nachvollziehbar. Die beiden Tunnelröhren werden im gg. Teilabschnitt steigend angefahren. Die Tunnelbauwerke queren die Schieferungsflächen stumpfwinkelig, die Hauptstrukturen hingegen spitzwinkelig zur Tunnelachse. Die Klufflächen werden demgegenüber offensichtlich teilweise stumpf- bis rechtwinkelig, teilweise auch spitzwinkelig schleifend und subparallel zur Tunnelachse angequert.

Eine **Sulfatgesteinsführung** innerhalb der zu durchörternden Gesteinsabfolge des Gebirgsbereiches 18 ist unwahrscheinlich. Gleiches gilt für eine **Gasführung**.

Die von den Projektanten getroffene Einschätzung der **Gebirgsdurchlässigkeit** als „generell schlecht“ ist nachvollziehbar.

Die von den Projektanten angegebenen Zuflussmengen zwischen 10 und 30 l/s und örtlichen Spitzenzutritten im Vortriebsbereich bis zu 5 l/s sind realistisch bemessen.

Bauphase:

Quantitative Beeinträchtigungen: In Übereinstimmung mit den (hydrogeologischen) Projektanten ist eine Beeinflussung von Quellen unwahrscheinlich.

Qualitative Beeinträchtigungen: siehe GB 2.

Regelbetrieb:

Quantitative Beeinträchtigungen: Nach Fertigstellung der Tunnelröhren sind keine Auswirkungen auf den Berg-/ Grundwasserhaushalt zu erwarten.

Qualitative Beeinträchtigungen: siehe GB 2.

2.2.19 GB 19: WECHSELGNEIS (FRÖSCHNITZGRABEN WEST); KM 91,670 – 92,780 (L = 1110 M)

Die von den (baugeologischen) Projektanten getroffenen Angaben über die lithologischen und strukturellen Gegebenheiten sind plausibel und nachvollziehbar. Die beiden Tunnelröhren werden im gg. Teilabschnitt ab dem Zwischenangriff Fröschnitztal Richtung Gloggnitz fallend, Richtung Mürzzuschlag steigend angefahren. Dies ist im Hinblick auf die freie

(wenn auch kontrollierte) Ableitung der hohen erwarteten Wassermengen aus dem Gebirgsbereich 22 sinnvoll. Die Schieferungsflächen verlaufen im Wesentlichen stumpfwinkelig zur Tunnelachse.

Eine **Sulfatgesteinsführung** innerhalb der zu durchörternden Gesteinsabfolge des Gebirgsbereiches 19 ist unwahrscheinlich. Gleiches gilt für eine **Gasführung**.

Die von den Projektanten getroffene Einschätzung der Gebirgsdurchlässigkeit als „generell schlecht“ ist nachvollziehbar.

Die von den Projektanten angegebenen Zuflussmengen zwischen 10 und 30 l/s und örtlichen Spitzenzutritte im Vortriebsbereich bis zu 5 l/s sind realistisch bemessen.

Bauphase:

Quantitative Beeinträchtigungen: In Übereinstimmung mit den (hydrogeologischen) Projektanten ist eine Beeinflussung von Quellen unwahrscheinlich.

Qualitative Beeinträchtigungen: siehe GB 2.

Regelbetrieb:

Quantitative Beeinträchtigungen: Nach Fertigstellung der Tunnelröhren sind keine Auswirkungen auf den Berg-/ Grundwasserhaushalt zu erwarten.

Qualitative Beeinträchtigungen: siehe GB 2.

2.2.19.1 Zwischenangriff Fröschnitzgraben und Nothaltestelle (Schächte und BE- Fläche)

Die von den (baugeologischen) Projektanten getroffenen Angaben über die in drei vertikale Gebirgsbereiche gegliederte Schachtsäule auftretenden lithologischen und strukturellen Gegebenheiten sind realistisch, plausibel und nachvollziehbar. Die örtlichen geologischen Gegebenheiten sind im erforderlichen Detail im baugeologischen Längsschnitt (Plan-Beil. 5510-EB-5000AL-05-0202-F03) dargestellt.

Eine **Sulfatgesteinsführung** sowie eine **Gasführung** innerhalb der zu durchörternden Gesteinsabfolge sind in Übereinstimmung mit den Projektanten unwahrscheinlich.

Die von den Projektanten getroffene Einschätzung der **Gebirgsdurchlässigkeit** als „generell schlecht bis lokal gut“ ist angesichts der lithologischen Beschaffenheit nachvollziehbar.

Die von den Projektanten angegebenen Zuflussmengen bis ca. 10 l/s bzw. Spitzenzutritte bis ca. 15 l/s sind realistisch bemessen.

Die wasserundurchlässige Herstellung des Schachtkopfes zur Vermeidung der Entwässerung der Lockersedimentabfolge ist grundsätzlich erforderlich, um nachhaltige quantitative Beeinträchtigungen des Grundwasserkörpers ausschließen zu können.

- Zur Vermeidung eines unkontrollierten Abzuges von Grundwässern aus der Lockergesteinsüberlagerung sind die Schachtköpfe des Zwischenangriffes Fröschnitzgraben im Bereich der quartären, grundwasserführenden Überlagerung wasserundurchlässig zu errichten.
- In Übereinstimmung mit den Projektanten sind artesisch gespannte Wasserzutritte in die Schachtröhren des Zwischenangriffes Fröschnitzgraben so abzudichten, dass die natürlichen Druckverhältnisse (weitgehend) aufrecht erhalten bleiben.

Aus den Projektunterlagen ist zu entnehmen, dass mit Ausnahme des Schachtes II sämtliche Baumaßnahmen im Zwischenangriffsbereich Fröschnitzgraben rückgebaut werden.

Durch die Errichtung der BE-Fläche können in Übereinstimmung mit den Projektanten Grundwässer / Schichtwässer angeschnitten werden. Darüberhinaus kann eine gefasste Quelle im BE-Flächenbereich in ihrer Schüttung beeinflusst werden.

Bauphase:

Quantitative Beeinträchtigungen: In Übereinstimmung mit den (hydrogeologischen) Projektanten kann eine Beeinträchtigung von Grundwässern im Bereich des Schachtbauwerkes nur dann ausgeschlossen werden, wenn der Schachtkopf durch geeignete Baumaßnahmen wasserundurchlässig errichtet wird.

Durch die Errichtung der BE-Fläche können Auswirkungen auf oberflächennahe Schichtwässer / Grundwässer und eine gefasste Quelle im geplanten BE-Flächenbereich nicht ausgeschlossen werden.

Qualitative Beeinträchtigungen: Während der Herstellung des Schachtkopfes sind qualitative Beeinträchtigungen des Grundwassers nicht zu verhindern. Diese äußern sich in einer Trübung des Grundwassers und einer qualitativen Belastung in Abhängigkeit von den eingesetzten Baustoffen / Bauhilfsstoffen.

Zufolge der geringen bzw. fehlenden Ausbildung von abdichtend wirkenden Deckschichten ist der Bereich der Baustelleneinrichtungsflächen dort zu befestigen, wo grundwassergefährdende Stoffe gelagert oder transportiert werden. Dies gilt auch für Fahrbahnen. Vorbehaltlich weiterer Behördenauflagen sind die befestigten Flächen so auszuführen, dass Niederschlagswässer und Baustellenwässer gesammelt und über eine Ölabscheideanlage geführt werden können (zwingende Maßnahme).

Regelbetrieb:

Quantitative Beeinträchtigungen: Nach Fertigstellung des Schachtes und dem Rückbau des Schachtes I sind keine quantitativen Auswirkungen auf den Grundwasserkörper zu erwarten.

Der tiefergelegene Bergwasserkörper wird durch das Bauwerk auch nach Verfüllung des Schachtes I nicht weiter beeinträchtigt.

Qualitative Beeinträchtigungen: siehe GB 2.

Da auf Grund der Bauwerkskonzeption kein außerbetriebliches, grundwassergefährdendes Potential gegeben ist, kann eine solche Beeinträchtigung ausgeschlossen werden.

2.2.19.2 Deponie Longsgraben

Die Ergebnisse der geologischen Geländekartierung, ergänzt durch Bohraufschlüsse wurden in der geologischen Karte (Plan-Beil. Nr. 5510-EB-5000AL.04-0206) 1:5.000 dargestellt. Hieraus ist ersichtlich, dass der Untergrund des Deponiebereiches von Gesteinen des Semmering-Kristallins aufgebaut wird.

Die Lockergesteinsüberdeckung des Felsuntergrundes besteht offensichtlich vor allem aus Hangschuttsedimenten mit Mächtigkeiten von wenigen Metern. Das Grabentiefste wird aus mehreren Meter mächtigen Wildbachsedimenten aufgebaut.

Auf Basis der künstlichen Aufschlüsse kann davon ausgegangen werden, dass der Festgesteinsuntergrund unterhalb der Verwitterungszone weitgehend gering bis mäßig geklüftet vorliegt und in Oberflächennähe bis in eine Tiefe von rd. 10 bis 15 m auf Grund von Verwitterungsprozessen und Gefügeauflockerungsphänomenen stärker zerlegt ist. In Übereinstimmung mit den (baugeologischen) Projektanten und nach eigenen Beobachtungen liegen keine Hinweise auf erkennbare tiefgreifende Hanginstabilitäten vor. Lediglich im südlichsten Teil des Longsgrabens liegt eine kleine Blaike vor, die sich allerdings auf die Gesamtstabilität des Hanges in keiner Weise auswirkt.

Seitens der (hydrogeologischen) Projektanten wurde darauf hingewiesen, dass im gesamten Deponiebereich keine gefassten, sondern nur ungefasste Quellen und Vernässungszonen sowie der Hauptbach samt Nebenzubringer bestehen.

Insbesondere an der orographisch linken Seite auf Niveau des Baches bzw. knapp darüber sind Vernässungszonen und Hangwasseraustritte zu beobachten.

Die vorliegende geologisch – geotechnische Beurteilung bezieht sich lediglich auf die Richtigkeit der Angaben der bau-geologischen und hydrogeologischen Projektanten. Fragen der geotechnischen Stabilität des Untergrundes werden hingegen vom SV für Ingenieurgeologie behandelt.

Aus geologisch – hydrogeologischer Sicht bestehen keine Bedenken gegen die Errichtung der geplanten Deponie „Longsgraben“. Besondere Bedeutung kommt jedoch der dauerhaften Ableitung der Oberflächenwässer zu. Sämtliche Quellen und Vernässungen sind daher sorgfältig zu fassen und auf Dauer schadlos abzuleiten.

Dabei ist auch darauf hinzuweisen, dass sich allfällige Setzungen durch die Deponieschüttung sich nicht auf die Funktionstüchtigkeit des Wasserableitungssystems auswirken dürfen. So muss nicht nur sichergestellt sein, dass die Wässer ordnungsgemäß abgeleitet werden, sondern auch, dass keine Wässer durch einen Schaden in den Deponieuntergrund infiltriert werden, und so die allfällige Stabilität des Deponieuntergrundes nachhaltig negativ beeinflussen.

Dies setzt voraus, dass das gesamte Wasserableitungssystem auf Dauer inspiziert und gewartet werden kann.

- Die im Zuge der Errichtung der Deponiefläche vorgefundenen geologischen und geotechnischen Gegebenheiten sowie Lage von Vernässungszonen und Quellaustritte sind sorgfältig zu dokumentieren. Unerwartete geotechnisch relevante Beobachtungen sind bei der Errichtung des Deponiebauwerkes (Kollektor, Drainagen etc) zu berücksichtigen.
- Bei der Dimensionierung des Wasserableitungssystems ist darauf Rücksicht zu nehmen, dass auch jahreszeitlich bedingte Schüttungsspitzen jederzeit kontrolliert ausgeleitet werden können.
- Die Mengen der im Zuge der Bauarbeiten an den Austrittsstellen gefassten Wässer sind getrennt zu erfassen und zu dokumentieren. Die Gesamtmenge ist mit den ausgeleiteten Wässern in Form einer Wasserbilanz gegenüberzustellen.
- Zur Kontrolle der Funktionstüchtigkeit des Wasserableitungssystems sind die Wasserzutritte aus den Drainagesträngen vorerst in monatlichen Abständen quantitativ zu messen und zu dokumentieren. Nicht auf jahreszeitlich bedingte Schüttungsveränderungen können als Hinweis auf ein technisches Versagen und die interpretiert werden, die zu einer umgehenden Kontrolle / Wartung / Wiederinstandsetzung zwingen.

Bauphase:

Quantitative Beeinträchtigungen:

Im Zuge der Errichtung der Deponieaufstandsfläche werden die Oberflächenabflussverhältnisse verändert. Die kontrollierte Ableitung des Longsgrabenbaches kann zu einer (gewollten) Reduktion des oberflächennahen Grundwasserabflusses führen.

Qualitative Beeinträchtigungen:

Während der Freilegung des Deponieareales können durch die Erdarbeiten Trübungen des Grundwassers bzw. des abfließenden Oberflächenwassers nicht ausgeschlossen werden.

Betriebsphase („Schüttphase).

Quantitative Beeinträchtigungen:

Quantitative Beeinträchtigungen werden während der Schüttphase bei korrekter Fassung der Wasseraustritte nicht erwartet.

Qualitative Beeinträchtigungen:

Qualitative Beeinträchtigungen des Grundwassers können während der Schüttphase nicht gänzlich ausgeschlossen werden. Diese äußern sich in einer Trübung des Grundwassers bzw. einer Belastung des Grundwassers in Abhängigkeit von den eingesetzten Baustoffen bzw. Bauhilfsstoffen. Nach Beendigung der Schüttphase können qualitative Auswirkungen auf das Grundwasser durch die konstruktive Gestaltung der Deponie ausgeschlossen werden. Außerbetriebliche, grundwassergefährdende Ereignisse können im Deponiebereich ausgeschlossen werden.

2.2.20 GB 20: ÜBERGANG WECHSELGNEIS - WECHSELSCHIEFER (FRÖSCHNITZGRABEN); KM 92,780 – 93,030 (L = 250 M)

Die von den (baugeologischen) Projektanten getroffenen Angaben über die lithologischen und strukturellen Gegebenheiten sind plausibel und nachvollziehbar. Die beiden Tunnelröhren werden im gg. Teilabschnitt steigend angefahren. Die Schieferungsflächen sind im Wesentlichen stumpfwinkelig zur Tunnelachse orientiert.

Eine **Sulfatgesteinsführung** innerhalb der zu durchörternden Gesteinsabfolge des Gebirgsbereiches 20 ist unwahrscheinlich. Gleiches gilt für eine **Gasführung**.

Die von den Projektanten getroffene Einschätzung der **Gebirgsdurchlässigkeit** als „generell schlecht“ ist nachvollziehbar.

Die von den Projektanten angegebenen geringen Zuflussmengen ist angesichts der Trennflächenbeschaffenheit ("Tropfwasserführung") realistisch eingeschätzt.

Bauphase:

Quantitative Beeinträchtigungen: In Übereinstimmung mit den (hydrogeologischen) Projektanten ist eine Beeinflussung von Quellen unwahrscheinlich.

Qualitative Beeinträchtigungen: siehe GB 2.

Regelbetrieb:

Quantitative Beeinträchtigungen: Nach Fertigstellung der Tunnelröhren sind keine weiteren Auswirkungen auf den Berg-/Grundwasserhaushalt zu erwarten.

Qualitative Beeinträchtigungen: siehe GB 2.

2.2.21 GB 21: WECHSELSCHIEFER FRÖSCHNITZGRABEN; KM 93,030 – 93,980 (L = 950 M)

Die von den (baugeologischen) Projektanten getroffenen Angaben über die lithologischen und strukturellen Gegebenheiten sind plausibel und nachvollziehbar. Die beiden Tunnelröhren werden im gg. Teilabschnitt steigend angefahren. Die Schieferungsflächen lagern im Wesentlichen stumpfwinkelig bis normal zur Tunnelachse.

Eine **Sulfatgesteinsführung** innerhalb der zu durchörternden Gesteinsabfolge des Gebirgsbereiches 21 ist unwahrscheinlich. Gleiches gilt für eine **Gasführung**.

Die von den Projektanten getroffene Einschätzung der **Gebirgsdurchlässigkeit** als „generell schlecht“ ist nachvollziehbar.

Die von den Projektanten angegebenen geringen Zuflussmengen ist angesichts der Trennflächenbeschaffenheit ("Tropfwasserführung") realistisch eingeschätzt.

Bauphase:

Quantitative Beeinträchtigungen: In Übereinstimmung mit den (hydrogeologischen) Projektanten ist eine Beeinflussung von Quellen unwahrscheinlich.

Qualitative Beeinträchtigungen: siehe GB 2.

Regelbetrieb:

Quantitative Beeinträchtigungen: Nach Fertigstellung der Tunnelröhren sind keine Auswirkungen auf den Berg-/Grundwasserhaushalt zu erwarten.

Qualitative Beeinträchtigungen: siehe GB 2.

2.2.22 GB 22: DECKENGRENZE FRÖSCHNITZGRABEN; KM 93,980 – 94,420 (L = 440 M)

Die von den (baugeologischen) Projektanten getroffenen Angaben über die lithologischen und strukturellen Gegebenheiten, insbesondere die Bergwasserführung der Deckengrenze im Bereich des Fröschnitzgrabens sind plausibel und nachvollziehbar. Die beiden Tunnelröhren werden im gg. Teilabschnitt steigend angefahren. Die Tunnelröhren queren die Schieferungsflächen im Wesentlichen stumpfwinkelig bis normal zur Tunnelachse.

Eine **Sulfatgesteinsführung** innerhalb der zu durchörternden Gesteinsabfolge des Gebirgsbereiches 21 ist nicht auszuschließen.

Im Gegensatz zur Fachmeinung der Projektanten kann eine Gasführung (Methan und Schwefelwasserstoff) nicht grundsätzlich ausgeschlossen werden (siehe GB 6).

Die von den Projektanten getroffene Einschätzung der **Gebirgsdurchlässigkeit** als „generell gut“ ist nachvollziehbar.

Die von den Projektanten angegebenen Zuflussmengen zwischen 50 und 80 l/s und örtlichen Spitzenzutritten im Vortriebsbereich zwischen 100 und 200 l/s sind realistisch bemessen.

Ebenso wie bei den Gebirgsbereichen 8 und 12 sind durch die Wasserzutritte in die Tunnelröhren Auswirkungen auf den Bergwasserkörper und Quellaustritte sehr wahrscheinlich. Aus Gründen der Schonung des Bergwasserkörpers, sowie aus vortriebstechnischen Gründen sind vorausseilende Erkundungsmaßnahmen erforderlich. Durch geeignete, von den Tunnelplanern vorgesehene systemimmanente bauliche Maßnahmen können die zutretenden Wassermengen jedoch merklich reduziert werden.

Ebenso wie beim Gebirgsbereich 8 und 12 wird darauf hingewiesen, dass der Erfolg von Wasserrückhaltmaßnahmen signifikant erhöht werden kann, wenn diese vor dem ungehinderten Ausfließen in die Tunnelröhren gesetzt werden.

Wasserrückhaltmaßnahmen, die erst zu einem Zeitpunkt gesetzt werden, wenn die Bergwässer bereits ungehindert der Tunnelröhre zuströmen sind deswegen weniger effizient, weil in solchen Fällen das Injektionsmedium durch die Fließgeschwindigkeit des Wassers wieder ausgespült wird und ein ausreichender Rückhalteeffekt allenfalls erst nach mehrmaligen Vorgängen erzielt werden kann.

Bauphase:

Quantitative Beeinträchtigungen: In Übereinstimmung mit den (hydrogeologischen) Projektanten ist eine Beeinflussung von Quellen auf Grund der weitanhaltenden hydraulisch zusammenhängenden Wegsamkeiten nicht grundsätzlich auszuschließen. Durch Setzen entsprechender Maßnahmen können die Auswirkungen auf ein tolerables Ausmaß reduziert werden.

Qualitative Beeinträchtigungen: siehe GB 2.

Regelbetrieb:

Quantitative Beeinträchtigungen: Nach Fertigstellung der Tunnelröhren sind keine Auswirkungen auf den Berg-/ Grundwasserhaushalt zu erwarten.

Qualitative Beeinträchtigungen: siehe GB 2.

2.2.23 GB 23: GNEIS - GRÜNGESTEINS-FOLGE; KM 94,420 – 97,210 (L = 2,790 M)

Die von den (baugeologischen) Projektanten getroffenen Angaben über die lithologischen und strukturellen Gegebenheiten sind plausibel und nachvollziehbar. Die beiden Tunnelröhren werden im gg. Teilabschnitt steigend angefahren. Die Schieferungsflächen lagern im Wesentlichen subparallel bis spitzwinkelig zur Tunnelachse.

Eine **Sulfatgesteinsführung** innerhalb der zu durchörternden Gesteinsabfolge wurde durch die Bohraufschlüsse nachgewiesen.

Im Gegensatz zur Fachmeinung der Projektanten kann eine Gasführung (Methan und Schwefelwasserstoff) nicht grundsätzlich ausgeschlossen werden (siehe GB 6).

Die Gneis-Grüngesteinsfolge ist auf Grund der lithologischen Ausbildung die einzige Gesteinsserie, in welcher zumindest theoretisch **asbestiforme Mineralphasen** auftreten können. Auch die bisherig durchgeführten vertiefenden Untersuchungen haben aber keinen Hinweis auf gesundheitsgefährdende Asbestformen oder Anreicherungen ergeben.

Die von den Projektanten getroffene Einschätzung der **Gebirgsdurchlässigkeit** als „generell schlecht“ ist auf Grund der lithologischen Ausbildung der Gesteinsabfolgen nicht klar nachvollziehbar. Errechnete Durchlässigkeitsbeiwerte von 10^{-11} m/s haben nur theoretischen Aussagewert, da sie nur für den jeweiligen (lokalen) Untersuchungsabschnitt Geltung haben. Die tatsächliche Durchlässigkeit hängt von der Beschaffenheit des Trennflächengefüges (Kluftweite, Kluftfüllung, Persistenz) ab und kann starken Schwankungen unterworfen sein. Vom SV für Geologie und Hydrogeologie wird eine Einstufung in „generell schlecht bis lokal begrenzt gut“ angenommen.

Im Vergleich zu den vorherigen Gebirgsbereichen wurden von den Projektanten für den gg. Gebirgsbereich realistischere auch höhere Spitzenwasserzutritte (bis ca. 35 l/s) geschätzt.

Bauphase:

Quantitative Beeinträchtigungen: In Übereinstimmung mit den (hydrogeologischen) Projektanten ist eine Beeinflussung von Quellen unwahrscheinlich.

Qualitative Beeinträchtigungen: siehe GB 2.

Regelbetrieb:

Quantitative Beeinträchtigungen: Nach Fertigstellung der Tunnelröhren sind keine Auswirkungen auf den Berg-/ Grundwasserhaushalt zu erwarten.

Qualitative Beeinträchtigungen: siehe GB 2.

2.2.24 GB 24: HÜHNERKOGEL-STÖRUNG; KM 97,210 – 97,440 (L = 230 M)

Die von den (baugeologischen) Projektanten getroffenen Angaben über die lithologischen und strukturellen Gegebenheiten sind plausibel und nachvollziehbar. Die beiden Tunnelröhren werden im gg. Teilabschnitt steigend angefahren. Die Störungszone wird von der Tunnelachse stumpfwinkelig bis annähernd normal verquert.

Eine **Sulfatgesteinsführung** innerhalb der zu durchörternden Gesteinsabfolge wurde durch die Bohraufschlüsse nachgewiesen.

Im Gegensatz zur Fachmeinung der Projektanten kann zumindest eine Schwefelwasserstoffführung nicht grundsätzlich ausgeschlossen werden (siehe GB 6).

Wie im vorangegangenen Gebirgsbereich ist die Gneis-Grüngesteinsfolge auf Grund der lithologischen Ausbildung die einzige Gesteinsserie, in welcher zumindest theoretisch **asbestiforme Mineralphasen** auftreten können. Auch die bisher durchgeführten vertiefenden Untersuchungen haben aber keinen Hinweis auf gesundheitsgefährdende Asbestformen oder Anreicherungen ergeben.

Die von den Projektanten getroffene Einschätzung der **Gebirgsdurchlässigkeit** als „generell schlecht“ ist auf Grund der lithologischen Ausbildung und strukturellen Überprägung der Gesteinsabfolgen auch im gg. Gebirgsbereich nicht klar nachvollziehbar. Vom SV für Geologie und Hydrogeologie wird eine Einstufung in „generell schlecht bis lokal begrenzt gut“ angenommen.

Im Vergleich zu den vorherigen Gebirgsbereichen wurden von den Projektanten für den gg. Gebirgsbereich realistischerweise auch höhere Spitzenwasserzutritte (bis ca. 35 l/s) geschätzt.

Bauphase:

Quantitative Beeinträchtigungen: In Übereinstimmung mit den (hydrogeologischen) Projektanten ist eine Beeinflussung von Quellen unwahrscheinlich.

Qualitative Beeinträchtigungen: siehe GB 2.

Regelbetrieb:

Quantitative Beeinträchtigungen: Nach Fertigstellung der Tunnelröhren sind keine Auswirkungen auf den Berg-/ Grundwasserhaushalt zu erwarten.

Qualitative Beeinträchtigungen: siehe GB 2.

2.2.25 GB 25: GLIMMERSCHIEFER-FOLGE; KM 97,440 – 98,970 (L = 1530 M)

Die von den (baugeologischen) Projektanten getroffenen Angaben über die lithologischen und strukturellen Gegebenheiten sind plausibel und nachvollziehbar. Die beiden Tunnelröhren werden im gg. Teilabschnitt steigend angefahren. Wie dem Gefügediagramm entnommen werden kann, werden die Gesteinsabfolgen in stark streuender Orientierung gequert.

Sulfatgesteine wurden innerhalb der zu durchörternden Gesteinsabfolge nicht nachgewiesen. Eine **Gasführung** ist im gg. Gebirgsbereich unwahrscheinlich.

Die von den Projektanten getroffene Einschätzung der **Gebirgsdurchlässigkeit** als „generell schlecht“ ist auf Grund der lithologischen Ausbildung der Gesteinsabfolgen realistisch.

Im Vergleich zu den vorherigen Gebirgsbereichen wurden von den Projektanten für den gg. Gebirgsbereich realistischerweise auch geringere Spitzenwasserzutritte (bis ca. 5 l/s) geschätzt.

Bauphase:

Quantitative Beeinträchtigungen: In Übereinstimmung mit den (hydrogeologischen) Projektanten ist eine Beeinflussung von Quellen unwahrscheinlich.

Qualitative Beeinträchtigungen: siehe GB 2.

Regelbetrieb:

Quantitative Beeinträchtigungen: Nach Fertigstellung der Tunnelröhren sind keine Auswirkungen auf den Berg-/ Grundwasserhaushalt zu erwarten.

Qualitative Beeinträchtigungen: siehe GB 2.

2.2.26 GB 26: GLIMMERSCHIEFER-FOLGE / ROTES KREUZ-STÖRUNG; KM 98,970 – 99,980 (L = 1010 M)

Die von den (baugeologischen) Projektanten getroffenen Angaben über die lithologischen und strukturellen Gegebenheiten, insbesondere die höhere tektonische Überprägung sind plausibel und nachvollziehbar. Die beiden Tunnelröhren werden im gg. Teilabschnitt steigend angefahren. Wie dem Gefügediagramm entnommen werden kann, werden die Gesteinsabfolgen in stark streuender Orientierung verquert. Der Bereich der Störungszone wird stumpf- bis rechtwinkelig zur Tunnelachse angefahren.

Sulfatgesteine wurden innerhalb der zu durchörternden Gesteinsabfolge nicht nachgewiesen. Eine **Gasführung** ist im gg. Gebirgsbereich unwahrscheinlich.

Die von den Projektanten getroffene Einschätzung der **Gebirgsdurchlässigkeit** als „generell schlecht“ ist auf Grund der lithologischen Ausbildung der Gesteinsabfolgen realistisch.

Die im gg. Gebirgsbereich erwarteten Wasserzutritte in einer Größenordnung von ca. 3 - 5 l/s sowie allfällige Spitzenerwasserzutritte (bis ca. 5 l/s) sind realistisch eingeschätzt.

Bauphase:

Quantitative Beeinträchtigungen: In Übereinstimmung mit den (hydrogeologischen) Projektanten ist eine Beeinflussung von Quellen unwahrscheinlich.

Qualitative Beeinträchtigungen: siehe GB 2.

Regelbetrieb:

Quantitative Beeinträchtigungen: Nach Fertigstellung der Tunnelröhren sind keine Auswirkungen auf den Berg-/ Grundwasserhaushalt zu erwarten.

Qualitative Beeinträchtigungen: siehe GB 2.

2.2.27 GB 27: GROBGNEIS; KM 99,980 – 101,130 (L = 1150 M)

Die von den (baugeologischen) Projektanten getroffenen Angaben über die lithologischen und strukturellen Gegebenheiten, insbesondere dominante, seismisch aktive Hauptstörungen des Semmering - Mürztal-Systems sind realistisch, plausibel und nachvollziehbar. Die beiden Tunnelröhren werden vom Zwischenangriff Grautschenhof Richtung Gloggnitz fallend, Richtung Mürzzuschlag steigend vorgetrieben. Die minimale Überlagerung im Querungsbereich des Fröschnitztales beträgt rd. 80 m, wovon rd. 6 - 12m auf quartäre Alluvionen fallen.

Die Tunnelröhren queren die Schieferungsflächen sowie die Hauptstrukturen im Wesentlichen stumpfwinkelig bis annähernd normal zur Tunnelachse.

Im gg. Gebirgsabschnitt wurde die Bohrungen KB35/08 abgeteuft.

Eine **Sulfatgesteinsführung** innerhalb der zu durchörternden Gesteinsabfolge des Gebirgsbereiches 27 ist in Übereinstimmung mit den Projektanten auszuschließen. Der Hinweis der Projektanten auf eine stärkere Sulfidführung (Pyrit) ist in mehrerer Hinsicht von Bedeutung: Einerseits ist durch die Verwitterung des Pyrites ein verstärktes Säurebildungspotential für eine Freisetzung aggressiver Wässer (Acid Rock Drainage) gegeben. Eine Prüfung der Wässer auf betonaggressive Eigenschaften ist deswegen erforderlich. In diesem Zusammenhang ist das Ausbruchsmaterial auch auf die entsprechende Deponierfähigkeit Rücksicht zu nehmen.

Diesem Gebirgsabschnitt wurde von den Projektanten richtigerweise auch eine potentielle **Gasführung (Schwefelwasserstoff)** zugemessen.

Aus diesem Grund sind nachstehend angeführte zwingende Maßnahmen vorzuschreiben:

- Im Zuge des Vortriebes sämtlicher Tunnelröhren sind bei der Durchörterung von Störungsbereichen sowie solchen Gebirgsbereichen, für die ein Gaszutritt nicht ausgeschlossen werden kann, entsprechende Messungen (Feststellung der Konzentration und des Konzentrationsverlaufes; im Ortsbrustbereich und am Bohrlochmund von Entwässerungs- und Vorbohrungen) mit kalibrierten Messgeräten durchzuführen. Auf die Ergebnisse der Gasmessungen sind allenfalls notwendige weitere Messungen und Vorkehrungen beim Vortrieb abzustimmen.

Die von den Projektanten getroffene Einschätzung der **Gebirgsdurchlässigkeit** als „generell schlecht, lokal begrenzt gut“ ist nachvollziehbar. Grundsätzlich können stärkere Wasserzutritte in die Tunnelhohlräume über das Trennflächensystem erfolgen. Der Hinweis der Projektanten, wonach Kluffflächen oxidiert sind, ist ein Hinweis auf Zirkulation von Wässern.

Die von den Projektanten angegebenen Zuflussmengen zwischen 10 und 20 l/s und örtlichen Spitzenzutritten im Vortriebsbereich bis zu 15 l/s sind vorsichtig hoch bemessen.

Die Überlagerungsmächtigkeit über den Tunnelröhren beträgt im Querungsbereich mit dem Fröschnitztal minimal 80 m. Der Querungsbereich ist siedlungsmäßig und infrastrukturmäßig überbaut (Ferngasleitung, Hauptverkehrswege). Aus diesem Grunde sind die nachstehend angeführten zwingenden Maßnahmen vorzuschreiben:

- Für jene Bereiche, wo die Tunnelröhren bebauten Gebiet unterfahren, ist ein geotechnisches Messkonzept auszuarbeiten und eine maximale Tangenten­neigung festzulegen. Die Messergebnisse sind unverzüglich geologisch – geotechnisch zu analysieren. Die Interpretationsergebnisse sind als Grundlage für die weitere Vorgangsweise bei den Vortriebsarbeiten heranzuziehen.
- Für den Fall, dass sich im Vortriebsbereich trübstoffführende Wasserzutritte oder sogar Schlammzutritte ereignen, oder sich in einem bereits aufgefahre­nen Bereich nachträglich eine Trübstoff­führung zeigt - dies trifft insbesondere auf die verkarsteten oder gips- anhydrit­führenden Gesteinsabfolgen zu - ist ein entsprechender Alarmplan auszu­arbeiten, der in Abwägung von Art und Ausmaß auch eine Einstellung des Vortriebes bis zur Klärung der geologischen bzw- hydrogeologischen Ursachen vorzusehen hat. In solchen Fällen herrscht akute Gefahr von lebensgefährlichen Schlamm­einbrüchen.

Darüberhinaus ist in Betracht zu ziehen, dass im Querungsbereich mit dem Fröschnitztal auf Grund der geringmächtigen Tunnelüberlagerung (davon ca. 6 bis 12 m grundwasserführende Lockergesteinsüberlagerung) eine Entwässerung des Grundwasserkörpers) nicht ausgeschlossen werden kann. Letztere kann zu Senkungsphänomenen führen, von der nicht nur die Bausubstanz, sondern auch allfällig vorhandene Infrastruktureinrichtungen (Ferngas-, Wasser-, Stromleitungen) betroffen sein können.

Spezielle Maßnahmen, insbesondere zur Reduktion von Bergwasserzutritten sind daher im gg. Teilabschnitt dann sinnvoll bzw. erforderlich, wenn das Risiko besteht, dass durch die Wasserzutritte in die Tunnelröhren es zu hohlraumbildenden Erscheinungen in den Lockergesteinsfolgen (Suffosion) kommen kann, die zum Kollaps von Hohlräumen mit möglichen Auswirkungen bis auf die Geländeoberfläche führen können. Eine entsprechende zwingende Maßnahme ist daher erforderlich.

- Sofern im Querungsbereich mit dem Fröschnitztal das Risiko besteht, dass es durch die Wasserzutritte aus den quartären Alluvionen in die Tunnelröhren zu Senkungserscheinungen oder zur Hohlraumbildung zufolge Suffosion kommen kann, die möglicherweise sogar zum Kollaps von Hohlräumen mit möglichen Auswirkungen bis auf die Geländeoberfläche führen können, ist durch geeignete Wasserrückhaltmaßnahmen (Injektionen) der Wasserzutritt zu den Tunnelröhren bestmöglich zu unterbinden.

Bauphase:

Quantitative Beeinträchtigungen: In Übereinstimmung mit den (hydrogeologischen) Projektanten kann nicht ausgeschlossen werden, dass die im Querungsbereich der Tunnelröhren situierten Quellen dann beeinträchtigt werden können, wenn Bergwässer über das Trennflächensystem der Tunnelröhre zuströmen. Dies kann auch zu einer (Teil-

)entwässerung des Grundwasserkörpers, verbunden mit Senkungsphänomenen der Geländeoberfläche führen. Aus diesem Grunde sind entsprechende Vorerkundungen insbesondere unterhalb der Lockergesteinsüberlagerung erforderlich (zwingende Maßnahme).

- Der Gebirgsbereich 27 ist zumindest unterhalb der Lockergesteinsüberlagerung vorzuerkunden, zumal nicht ausgeschlossen werden kann, dass durch Wasserzutritte in die Tunnelröhren Auswirkungen auf Quellen bzw. den Grundwasserhaushalt, in letzterem Fall mit möglichen schadensauslösenden Setzungserscheinungen erfolgen können. Sofern das Risiko besteht, dass es durch die Wasserzutritte aus den quartären Alluvionen in die Tunnelröhren zu Senkungserscheinungen oder zur Hohlräumbildung zufolge Suffosion kommen kann, die möglicherweise sogar zum Kollaps von Hohlräumen mit möglichen Auswirkungen bis auf die Geländeoberfläche führen können, ist durch geeignete Wasserrückhaltmaßnahmen (Injektionen) der Wasserzutritt zu den Tunnelröhren bestmöglich zu unterbinden.

Qualitative Beeinträchtigungen: siehe GB 2.

Regelbetrieb:

Quantitative Beeinträchtigungen: Nach Fertigstellung der Tunnelröhren und allenfalls erfolgte wasserrückhaltende Maßnahmen sind keine weiteren Auswirkungen auf den Berg-/ Grundwasserhaushalt zu erwarten.

Qualitative Beeinträchtigungen: siehe GB 2.

2.2.27.1 Zwischenangriff Grautschenhof

Die von den (baugeologischen) Projektanten getroffenen Angaben über die in zwei Gebirgsbereiche gegliederte Tunnelröhre auftretenden lithologischen und strukturellen Gegebenheiten sind realistisch, plausibel und nachvollziehbar. Die örtlichen geologischen Gegebenheiten sind im erforderlichen Detail im baugeologischen Längsschnitt (Plan-Beil. 5510-EB-5000AL-05-0202-F03) dargestellt.

Eine **Sulfatgesteinsführung** innerhalb der zu durchörternden Gesteinsabfolge ist in Übereinstimmung mit den Projektanten unwahrscheinlich.

Die von den Projektanten angenommene **Gasführung** (Schwefelwasserstoff) zufolge der Pyritführung ist in Übereinstimmung mit den Projektanten nicht auszuschließen.

Die von den Projektanten getroffene Einschätzung der **Gebirgsdurchlässigkeit** als „generell schlecht bis lokal gut“ ist angesichts der lithologischen Beschaffenheit nachvollziehbar.

Die angenommenen Zuflussmengen von ca. 5 - 20 l/s sowie Spitzenzutritten in einer Größenordnung von ca. 50 l/s sind vorsichtig hoch bemessen. Nicht gänzlich nachvollziehbar ist allerdings, warum die Zuflussmengen im vergleichbaren Gebirgsbereich 10 - 20 l/s, (Bericht 25 l/s) die Spitzenzutritte im Tunnel jedoch nur ca. 15 l/s betragen sollen.

Der Zwischenangriff Grautschenhof wird nach Fertigstellung des Tunnels wieder rückgebaut.

Bauphase:

Quantitative Beeinträchtigungen: In Übereinstimmung mit den (hydrogeologischen) Projektanten kann eine Beeinträchtigung von Grundwässern im Bereich des tagnahen Bereiches nicht gänzlich ausgeschlossen werden.

Qualitative Beeinträchtigungen: Während der Herstellung des Portalbereiches sind qualitative Beeinträchtigungen des Grundwassers grundsätzlich auszuschließen. Diese äußern sich in einer Trübung des Grundwassers und einer qualitativen Belastung in Abhängigkeit von den eingesetzten Baustoffen / Bauhilfsstoffen.

Regelbetrieb:

Quantitative und qualitative Beeinträchtigungen: Der Zugangsstollen wird nach Fertigstellung der Tunnelröhren wieder rückgebaut. Zwischen der Errichtung und der Rückverfüllung ist mit keinen quantitativen Beeinträchtigungen zu rechnen.

2.2.27.2 Baulüftungschacht Sommerau

Die von den (baugeologischen) Projektanten getroffenen Angaben über die lithologischen und strukturellen Gegebenheiten sind realistisch, plausibel und nachvollziehbar. Die örtlichen geologischen Gegebenheiten sind im erforderlichen Detail im baugeologischen Längsschnitt (Plan-Beil. 5510-EB-5000AL-05-0202-F03) dargestellt.

Eine **Sulfatgesteinsführung** innerhalb der zu durchörternden Gesteinsabfolge ist in Übereinstimmung mit den Projektanten unwahrscheinlich. Demgegenüber wird von den Projektanten auf eine Pyritführung beschrieben und zumindest die Möglichkeit einer **Gasführung** (Schwefelwasserstoff) richtigerweise nicht grundsätzlich ausgeschlossen.

Die von den Projektanten getroffene Einschätzung der **Gebirgsdurchlässigkeit in den Kristallinabfolgen** als „generell schlecht bis lokal begrenzt gut“ ist angesichts der lithologischen Beschaffenheit nachvollziehbar. Grundsätzlich können stärkere (kurzfristige) Wasserzutritte in die Schachtröhre erfolgen. **Nicht gefolgt wird allerdings der Fachmeinung der hydrogeologischen Projektanten, wonach auch seichtes Porengrundwasser bei der Herstellung des Schachtes anfallen werde. Der wasserundurchlässige Schachtkopf ist vor den Abteufarbeiten in den Kristallingesteinsabfolgen herzustellen, sodass aus dem Porengrundwasserkörper zu keinem Zeitpunkt Grundwasser in die Schachtröhre strömen kann.**

Die wasserundurchlässige Herstellung des Schachtkopfes zur Vermeidung der Entwässerung des Grundwasserbegleitstromes der Fröschnitz ist daher grundsätzlich richtig und erforderlich, um nachhaltige Beeinträchtigungen des Grundwasserkörpers ausschließen zu können.

Die von den Projektanten angegebenen Zuflussmengen um ca. 5 und 20 l/s bzw. Spitzenzutritte bis ca. 50 l/s sind vorsichtig hoch bemessen.

Bauphase:

Quantitative Beeinträchtigungen: In Übereinstimmung mit den (hydrogeologischen) Projektanten kann eine Beeinträchtigung von Gewässern an der Geländeoberfläche nur dann ausgeschlossen werden, wenn der Schachtkopf durch geeignete Baumaßnahmen wasserundurchlässig errichtet wird.

Qualitative Beeinträchtigungen: Während der Herstellung des Schachtkopfes sind qualitative Beeinträchtigungen des abströmenden Grundwassers der Fröschnitz nicht zu verhindern. Diese äußern sich in einer Trübung des Grundwassers und einer qualitativen Belastung in Abhängigkeit von den eingesetzten Baustoffen / Bauhilfsstoffen.

Regelbetrieb:

Quantitative Beeinträchtigungen: Nach Fertigstellung des Tunnels wird der Schacht verfüllt. Der wasserdichte Schachtkopf übt auf Grund seiner Dimension auch dann keinen derartigen Widerstand für das abströmende Grundwasser aus, sodass auch nach Verfüllung des Schachtes keine quantitativen Auswirkungen auf den Grundwasserkörper zu erwarten sind.

Der tiefergelegene Bergwasserkörper wird durch das (verfüllte) Bauwerk nicht weiter beeinträchtigt.

Qualitative Beeinträchtigungen: siehe GB 2.

2.2.28 GB 28: MÜRZTAL-SEMMEING-STÖRUNGSSYSTEM BEI GRAUTSCHENHOF; KM 101,130 – 101,640 (L = 510 M)

Die von den (baugeologischen) Projektanten getroffenen Angaben über die lithologischen und strukturellen Gegebenheiten, insbesondere die dominanten, seismisch aktiven Hauptstörungen des Semmering - Mürztal-Systems einschließlich von Störungssäten der Wallersbachstörung sind realistisch, plausibel und nachvollziehbar. Die beiden Tunnelröhren werden steigend vorgetrieben. Die Tunnelröhren queren die Schieferungsflächen sowie die Hauptstrukturen im Wesentlichen stumpfwinkelig bis annähernd normal zur Tunnelachse.

Eine **Sulfatgesteinsführung** innerhalb der zu durchörternden Gesteinsabfolge des Gebirgsbereiches 28 ist durch Einschuppung von Keuperabfolgen in Übereinstimmung mit den Projektanten nicht auszuschließen. Die Möglichkeit einer **Gasführung** ist jedoch vernachlässigbar gering.

Die von den Projektanten getroffene Einschätzung der **Gebirgsdurchlässigkeit** als „generell schlecht“ ist auf Grund der dichtenden Wirkung der Störungsgesteine nachvollziehbar.

Die von den Projektanten angegebenen Zuflussmengen zwischen 3 und 5 l/s und örtlichen Spitzenzutritten im Vortriebsbereich bis zu 5 l/s sind realistisch bemessen.

Bauphase:

Quantitative Beeinträchtigungen: In Übereinstimmung mit den (hydrogeologischen) Projektanten können Auswirkungen auf den Grundwasserhaushalt bis an die Geländeoberfläche durch den Vortrieb ausgeschlossen werden.

Qualitative Beeinträchtigungen: siehe GB 2.

Regelbetrieb:

Quantitative Beeinträchtigungen: Auch nach Fertigstellung der Tunnelröhren sind keine Auswirkungen auf den Berg-/Grundwasserhaushalt zu erwarten.

Qualitative Beeinträchtigungen: siehe GB 2.

2.2.29 GB 29: KARBONATGESTEINE WALLERSBACH; KM 101,640 – 102,160 (L = 520 M)

Die von den (baugeologischen) Projektanten getroffenen Angaben über die lithologischen und strukturellen Gegebenheiten, die u.a. auf die Erkenntnisse aus dem Pilotstollen des Semmering-Basistunnels aufbauen, sind realistisch, plausibel und nachvollziehbar. Die beiden Tunnelröhren werden steigend vorgetrieben. Die Tunnelröhren queren die Schieferungsflächen sowie die Hauptstrukturen im Wesentlichen stumpfwinkelig bis annähernd normal zur Tunnelachse.

Allfällige **Sulfatgesteins- und Gasführungen** innerhalb der zu durchörternden Gesteinsabfolge des Gebirgsbereiches 29 sind in Übereinstimmung mit den Projektanten auszuschließen.

Die von den Projektanten getroffene Einschätzung der **Gebirgsdurchlässigkeit** als „generell gut“ ist nicht zuletzt auf Grund der Beobachtungen im Pilotstollen des Semmering-Basistunnels nachvollziehbar.

Die von den Projektanten angegebenen Zuflussmengen von 100 l/s und örtlichen Spitzenzutritte im Vortriebsbereich bis zu 5 l/s sind realistisch eingeschätzt.

Bauphase:

Quantitative Beeinträchtigungen: Beim Vortrieb des Pilotstollens des Semmering-Basistunnels ALT erfolgten im vergleichbaren Gebirgsabschnitt starke Wasserzutritte, wodurch aus tunnelbautechnischen Gründen eine Bergwasserabsenkung und eine Wasserhaltung eingeleitet werden musste. Diese Maßnahmen sind auch heute noch aktuell und müssen bis zur Fertigstellung der beiden Röhren des Semmering-Basistunnels NEU aufrecht bleiben.

Durch den Vortrieb der beiden Tunnelröhren können in Übereinstimmung mit den (hydrogeologischen) Projektanten additive Auswirkungen bis an die Geländeoberfläche ausgeschlossen werden.

Qualitative Beeinträchtigungen: siehe GB 2.

Regelbetrieb:

Quantitative Beeinträchtigungen: Nach Fertigstellung der Tunnelröhren werden die in diesem Gebirgsbereich anfallenden Bergwässer über das Tunneldrainagesystem des Semmering-Basistunnels NEU ausgeleitet. Dieser übernimmt somit eine "Bergwasservorflutfunktion". Damit werden jene 80 - 100 l/s an Bergwasser, die derzeit über den Pilotstollen gepumpt werden, über das Drainagesystem des Semmering-Basistunnels NEU ausgeleitet. Additive Beeinträchtigungen mit Auswirkungen bis an die Geländeoberfläche können in Übereinstimmung mit den Projektanten ausgeschlossen werden.

Qualitative Beeinträchtigungen: siehe GB 2.

2.2.30 GB 30: QUARZPHYLLIT EDLACH; KM 102,160 - 102,970 (L = 810 M)

Die von den (baugeologischen) Projektanten getroffenen Angaben über die lithologischen und strukturellen Gegebenheiten, die u.a. auf die Erkenntnisse aus dem Pilotstollen des Semmering-Basistunnels aufbauen, sind realistisch, plausibel und nachvollziehbar. Die beiden Tunnelröhren werden steigend vorgetrieben. Die Tunnelröhren queren die Schieferungsflächen stumpfwinkelig, die Hauptstrukturen im Wesentlichen normal zur Tunnelachse.

Allfällige **Sulfatgesteins- und Gasführungen** innerhalb der zu durchörternden Gesteinsabfolge des Gebirgsbereiches 30 sind in Übereinstimmung mit den Projektanten auszuschließen.

Die von den Projektanten getroffene Einschätzung der **Gebirgsdurchlässigkeit** als „generell schlecht“ ist nicht zuletzt auf Grund der Beobachtungen im Pilotstollen des Semmering-Basistunnels nicht gänzlich nachvollziehbar, zumal insbesondere die Quarzitabfolgen eine stärkere Wasserführung zeigten.

Dennoch sind die von den Projektanten angegebenen Zuflussmengen von 1 l/s und örtlichen Spitzenzutritte im Vortriebsbereich bis zu 5 l/s sind realistisch eingeschätzt, zumal größere Wasserzutritte durch die bereits eingeleitete drainagierende Wirkung des Pilotstollens ausgeschlossen werden können.

Bauphase:

Quantitative Beeinträchtigungen: Durch den Vortrieb des Pilotstollens des Semmering-Basistunnels ALT erfolgten im vergleichbaren Gebirgsabschnitt nur geringfügige Wasserzutritte. Durch den Vortrieb der beiden Tunnelröhren können in Übereinstimmung mit den (hydrogeologischen) Projektanten additive Auswirkungen bis an die Geländeoberfläche ausgeschlossen werden.

Qualitative Beeinträchtigungen: siehe GB 2.

Regelbetrieb:

Quantitative Beeinträchtigungen: Nach Fertigstellung der Tunnelröhren werden die in diesem Gebirgsbereich anfallenden (geringen) Bergwässer über das Tunneldrainagesystem des Semmering-Basistunnels NEU ausgeleitet. Dieser übernimmt somit eine "Bergwasservorflutfunktion". Damit werden jene Bergwässer, die derzeit über den Pilotstollen gepumpt werden, über das Drainagesystem des Semmering-Basistunnels NEU ausgeleitet. Additive Beeinträchtigungen mit Auswirkungen bis an die Geländeoberfläche können in Übereinstimmung mit den Projektanten ausgeschlossen werden.

Qualitative Beeinträchtigungen: siehe GB 2.

2.2.31 GB 31: KARBONATGESTEINE SCHEEDGRABEN; KM 102,970 – 115,010 (L = 226 M); (FEHLLÄNGE -11.813,816 M)

Die von den (baugeologischen) Projektanten getroffenen Angaben über die lithologischen und strukturellen Gegebenheiten, die u.a. auf die Erkenntnisse aus dem Pilotstollen des Semmering-Basistunnels ALT aufbauen, sind realistisch, plausibel und nachvollziehbar. Die beiden Tunnelröhren werden steigend vorgetrieben. Die Tunnelröhren queren die Schieferungsflächen stumpfwinkelig, die Hauptstrukturen im Wesentlichen normal zur Tunnelachse.

Allfällige **Sulfatgesteins- und Gasführungen** innerhalb der zu durchörternden Gesteinsabfolge des Gebirgsbereiches 31 sind in Übereinstimmung mit den Projektanten auszuschließen.

Die von den Projektanten getroffene Einschätzung der **Gebirgsdurchlässigkeit** als „generell gut“ ist nachvollziehbar, zumal sich beim Vortrieb des Pilotstollens des Semmering-Basistunnels ALT stärkere Wasserführungen zeigten, die sich durch Bergwasserhaltungsmaßnahmen beherrschbar erwiesen.

Die von den Projektanten angegebenen Zuflussmengen von 10 - 30 l/s und örtlichen Spitzenzutritte im Vortriebsbereich bis zu 15 l/s beziehen sich offensichtlich aber auf den Regelbetrieb. Während der Vortriebsarbeiten werden lediglich nach der Schneeschmelze bzw. nach Starkniederschlägen merkliche Wasserzutritte erwartet.

Bauphase:

Quantitative Beeinträchtigungen: Durch den Vortrieb des Pilotstollens des Semmering-Basistunnels ALT erfolgten im vergleichbaren Gebirgsabschnitt merkliche Wasserzutritte, die durch Wasserhaltungsmaßnahmen beherrscht werden konnten. Der Bergwasserkörper ist somit bereits abgesenkt. Durch den Vortrieb der beiden Tunnelröhren können in Übereinstimmung mit den (hydrogeologischen) Projektanten additive Auswirkungen bis an die Geländeoberfläche ausgeschlossen werden.

Qualitative Beeinträchtigungen: siehe GB 2.

Regelbetrieb:

Quantitative Beeinträchtigungen: Nach Fertigstellung der Tunnelröhren werden die in diesem Gebirgsbereich anfallenden Bergwässer über das Tunnelrainagesystem des Semmering-Basistunnels NEU ausgeleitet. Dieser übernimmt somit eine "Bergwasservorflutfunktion". Damit werden jene Bergwässer, die derzeit über den Pilotstollen gepumpt werden, über das Rainagesystem des Semmering-Basistunnels NEU ausgeleitet. Additive Beeinträchtigungen mit Auswirkungen bis an die Geländeoberfläche können in Übereinstimmung mit den Projektanten ausgeschlossen werden.

Qualitative Beeinträchtigungen: siehe GB 2.

2.2.32 GB 32: KARBONATGESTEINE MÜRZZUSCHLAG; KM 115,010 – 115,500 (L = 490 M)

siehe GB 31!

2.2.33 GB 33: PORTALBEREICH MÜRZZUSCHLAG; KM 115,500 – 115,726,93 (L = 226,9 M)

Die von den (baugeologischen) Projektanten getroffenen Angaben über die lithologischen und strukturellen Gegebenheiten, die u.a. auf die Erkenntnisse aus dem Pilotstollen des Semmering-Basistunnels ALT aufbauen, sind realistisch, plausibel und nachvollziehbar. Die örtlichen geologischen Gegebenheiten sind im erforderlichen Detail in geologischen Längs- und Querprofilen (Plan-Beil. 5510-EB-5000AL-04-0204-F03) dargestellt. Aus diesen ist ersichtlich, dass die Trasse in einem stark schleifenden Verlauf zur Felslinie zu liegen kommt.

Die Tunnelröhren werden bis Bahn-km 115,579 bei steigendem Vortrieb bergmännisch, zwischen Bahn-km 115,579 und dem Portal Mürzzuschlag bei Bahn-km 115,72 in offener Bauweise (Wanne mit Deckel) hergestellt.

Auf Grund der schleifenden Annäherung zum Pilotstollen des Semmering-Basistunnels ALT ist in diesem Bereich ein bereits abgesenkter Grund-/Bergwasserkörper vorhanden.

Ab dem Portal Mürzzuschlag kommt die Trasse bis ca. Bahn-km 116,15 in einem flachen Einschnitt zu liegen, wobei der Grundwasserkörper unterhalb der SOK verläuft.

Bauphase:

Quantitative Beeinträchtigungen: Durch den Vortrieb des Pilotstollens des Semmering-Basistunnels ALT wurde der Bergwasserkörper bereits abgesenkt. Durch den Vortrieb der beiden Tunnelröhren können in Übereinstimmung mit den (hydrogeologischen) Projektanten additive Auswirkungen bis an die Geländeoberfläche ausgeschlossen werden.

Qualitative Beeinträchtigungen: Durch die Bauarbeiten (insbesondere jenen in den Lockergesteinsabfolgen) können qualitative Beeinträchtigungen des Grundwasserkörpers nicht ausgeschlossen werden. Diese äußern sich in einer Trübung des Grundwassers, sowie einer qualitativen Belastung des Grundwassers durch die eingesetzten Baustoffe und Bauhilfsstoffe.

Regelbetrieb:

Quantitative Beeinträchtigungen: Nach Fertigstellung der Tunnelröhren werden die in diesem Gebirgsbereich anfallenden Bergwässer dort über das Tunnelrainagesystem des Semmering-Basistunnels NEU ausgeleitet, wo das Druckniveau oberhalb des Drainagesystems zu liegen kommt. Diese Tunnelrainage übernimmt somit eine "Bergwasservorflutfunktion".

Additive Beeinträchtigungen mit Auswirkungen bis an die Geländeoberfläche können in Übereinstimmung mit den Projektanten ausgeschlossen werden. Qualitative Beeinträchtigungen: siehe GB 2.

2.3 BEURTEILUNG DER AUSWIRKUNGEN DES VORHABENS AUF DEN GRUNDWASSERKÖRPER IM BEREICH FREILANDSTRECKE MÜRZZUSCHLAG:

2.3.1 BAHNHOFBEREICH MÜRZZUSCHLAG

Aus den Projektunterlagen ist zu entnehmen, dass im Freilandbereich Mürzzuschlag die Trasse oberhalb des Grundwasserkörpers in quartären Sedimentabfolgen zu liegen kommt. Der Flurabstand beträgt im Portalbereich des Pilotstollens Semmering-Basistunnel-ALT rd. 10 m. Auch in der westlichen Fortsetzung ist ein ähnlich großer Flurabstand gegeben (siehe Längsprofil der Plan-Beil. 5510-EB-5000AL-04-0204-F03).

Bauphase:

Quantitative Beeinträchtigungen: Da durch die Bauarbeiten nicht in den Grundwasserkörper eingegriffen wird, können Auswirkungen auf den Grundwasserkörper ausgeschlossen werden.

Qualitative Beeinträchtigungen: Im Zuge der Bauarbeiten können qualitative Beeinträchtigungen des Grundwassers nicht grundsätzlich ausgeschlossen werden. Diese äußern sich in einer Trübung des Grundwassers, sowie einer qualitativen **Belastung des Grundwassers durch die eingesetzten Baustoffe und Bauhilfsstoffe.**

Regelbetrieb:

Quantitative Beeinträchtigungen: Quantitative Beeinträchtigungen können auch während des Regelbetriebes ausgeschlossen werden.

Qualitative Beeinträchtigungen: Da Bahnwässer nach der Spruchpraxis der Wasserrechtbehörde als "vernachlässigbar gering" gelten, können qualitative Beeinträchtigungen während des Regelbetriebes ausgeschlossen werden.

Auf Grund der Risikostudie wurden für den Freilandabschnitt Mürzzuschlag Regelquerschnitte entsprechend dem jeweiligen Risiko eingeplant.

Streckenabschnitt Mürzzuschlag	Profilquerschnitt:
• Bahn-km 115,73 – Bahn-km 116,25:	W
• Bahn-km 116,25 – Bahn-km 117,02:	A
• Bahn-km 117,02 – Bahn-km 117,76:	E
• Bahn-km 117,76 – Bahn-km 117,82:	E
• Bahn-km 117,82 – Bahn-km 118,12:	D

Streckenabschnitt Mürzzuschlag (Bestandsstrecke)	Profilquerschnitt:
• Bahn-km 115,42 – Bahn-km 115,80:	C

Durch diese Regelquerschnitte, verbunden mit der Bahnentwässerung ist auch ein optimaler Grundwasserschutz bei außerbetrieblichen Ereignissen gegeben.

2.3.2 VERBINDUNGSGLEIS LANGENWANG-UNTERWERK

Aus den Einreichunterlagen ist zu entnehmen, dass zwischen Bahn-km 124,78 und Bahn-km 125,09 l.d.B. ein Streckengleis zum Unterwerk Langenwang errichtet wird. Die Abzweigung von der Südbahnstrecke erfolgt bei Bahn-km 125,09. Das Unterwerksgleis wird auf eine maximale Geschwindigkeit von 40 km/h ausgelegt.

Ein geologischer Längenschnitt, in welcher auch die Grundwasserspiegellagen eingetragen sind, liegt nicht vor. Aus regionalgeologischen Überlegungen verläuft der hierfür zu errichtende Damm auf den quartären Sedimentabfolgen des Mürztales und greift nicht in den Grundwasserkörper ein.

Bauphase:

Quantitative Beeinträchtigungen: Da die Dammschüttung nicht in den Grundwasserkörper einbindet, können Auswirkungen auf den Grundwasserkörper ausgeschlossen werden.

Qualitative Beeinträchtigungen: Im Zuge der Dammschüttung können qualitative Beeinträchtigungen des Grundwassers nicht grundsätzlich ausgeschlossen werden. Diese können sich insbesondere in einer Trübung des Schicht- bzw. Grundwassers durch eine Feststoffführung äußern.

Regelbetrieb:

Quantitative Beeinträchtigungen:

Quantitative Beeinträchtigungen können auch während des Regelbetriebes ausgeschlossen werden.

Qualitative Beeinträchtigungen:

Da Bahnwässer nach der Spruchpraxis der Wasserrechtbehörde als "vernachlässigbar gering verunreinigt" gelten, können qualitative Beeinträchtigungen während des Regelbetriebes ausgeschlossen werden.

In Übereinstimmung mit den Projektanten wurde diesem kurzen Streckenabschnitt eine Gefährdungsklasse 0 zugeordnet, zumal dieses Anschlussgleis lediglich für eine alle fünf Jahre stattfindende Transformatorenwartung dient und nur von einem Zug mit einem Transformator befahren wird. Da auch keine Güterzüge oder Reisezüge dieses Gleis befahren, können qualitative Beeinträchtigungen des Grundwassers auch während eines außerbetrieblichen Ereignisses ausgeschlossen werden.

2.3.3 UNTERWERK LANGENWANG:

Aus den Projektunterlagen 5510-EB-0503AL-00-0001-FO3 (Technischer Bericht Unterwerk Langenwang) und 5510-EB-0503AL-00-0004-FO4 (Ansichten / Schnitt Unterwerk Langenwang), ist zu ersehen, dass das Objekt auf Streifenfundamenten errichtet wird. Das Bauwerkstiefste kommt ca. 2 m unter GOK zu liegen.

Im geplanten Objektsbereich wurden keine künstlichen Aufschlüsse hergestellt. Es wird davon ausgegangen, dass das Bauwerk auf den quartären Alluvionen der Mürz zu liegen kommt und der Grundwasserabstrom von der Mürz kontrolliert wird. Aus nahegelegenen Pegeln kann ein Flurabstand von ca. 3 m abgeleitet werden.

Bauphase:

Quantitative Beeinträchtigungen: Da dennoch nicht ausgeschlossen werden kann, dass das Bauwerk zumindest bei Grundwasserhöchstständen mit dem Bauwerkstiefsten von ca. 2 m in den Grundwasserkörper einbindet, können (offene) Wasserhaltungsmaßnahmen erforderlich werden. Vernachlässigbar geringe Absenkungen des Grundwassers bleiben auf das unmittelbare Umfeld des Bauwerkes beschränkt.

Qualitative Beeinträchtigungen: Im Zuge der Aushubarbeiten können qualitative Beeinträchtigungen des Grundwassers nicht ausgeschlossen werden. Diese können sich insbesondere in einer Trübung des Schicht- bzw. Grundwassers durch eine Feststoffführung äußern. Art und Ausmaß der zusätzlich möglichen qualitativen Beeinträchtigungen hängen von der Wahl der Baustoffe bzw. Bauhilfsstoffe ab. Die anfallenden Wässer sind daher vor Einleitung in eine Vorflut oder allfälliger Versickerung durch eine entsprechende Gewässerschutzanlage zu reinigen.

Regelbetrieb:

Quantitative Beeinträchtigungen:

Auf Grund der geringen Größe des Objektes und der Tatsache, dass dieses nicht in den Grundwasserkörper einbindet, können nachhaltige Auswirkungen des Bauwerkes auf den Grundwasserhaushalt ausgeschlossen werden.

Qualitative Beeinträchtigungen: Qualitative Beeinträchtigungen können auch während eines außerbetrieblichen Ereignisses durch die konstruktive Gestaltung des Bauwerkes ausgeschlossen werden.

2.4 RESTBELASTUNG

2.4.1 QUANTITATIVE RESTBELASTUNG

Die Einschätzungen der Projektanten, die zur Ermittlung der Beeinflussungssensibilität, der Wirkungsintensität, der Eingriffserheblichkeit sowie der Maßnahmenwirksamkeit herangezogen wurden, wurden auf Plausibilität überprüft. Hinsichtlich der Einschätzung der Restbelastung nach Setzung von Maßnahmen ergeben sich keine Differenzen.

Bauphase und Regelbetrieb (Tunnel, einl. Zwischenangriffe + Freilandstrecken)

Teilbereich	Beeinflussungs-sensibilität	Wirkungs-intensität	Eingriffs-erheblichkeit	Maßnahmen-Wirksamkeit (quantitativ)	Max. Rest-belastung
Freiland Gloggnitz (GB --)	mittel	mittel	mittel	gut	gering
Gloggnitz-Schwarzatal (GB1-5)	gering	gering	gering	keine	gering
Aue – Göstritz (GB 6-10)	hoch	hoch	hoch	gut	mittel
Otterstock (GB 11-15)	hoch	hoch	hoch	gut	mittel
Trattenbach (GB 16-18)	gering	gering	gering	keine*	gering
Fröschnitzgr. (GB19-26)	mittel	mittel	mittel	gut *	gering
Grautschenhf (GB27-29)	gering	mittel	gering	partiell	gering
Mürzzuschlag (GB30-33)	mittel	gering	gering	keine	gering
Freiland Mürzzuschlag (GB --)	gering	keine	keine	keine	keine

* wasserundurchlässige Schachtköpfe in der Lockergesteinsüberlagerung

2.4.2 QUALITATIVE RESTBELASTUNG

2.4.2.1 Freilandstrecken Gloggnitz und Mürzzuschlag:

Bauphase: Durch den Bau der Objekte, deren Fundamente teilweise geringfügig in den Grundwasserkörper einbinden und durch die gute Maßnahmenwirksamkeit der Wasserhaltungsmaßnahmen sowie die Verwendung grundwasserschonender Baustoffe / Bauhilfsstoffe besteht eine geringe qualitative Restbelastung während der Bauarbeiten.

Regelbetrieb: Nach Fertigstellung der Objekte gehen von diesen keine qualitativen Belastungen auf den Grundwasserkörper aus, sodass auch keine Restbelastung besteht.

2.4.2.2 Tunnel

Durch die geordnete Ausleitung der Bergwässer bzw. der Baustellenwässer aus dem Vortriebsbereich besteht keine qualitative Restbelastung.

2.5 PROGNOSTIZIERTER BERGWASSERANFALL

(Mittelwerte, ohne Spitzenwasserzuflüsse während des Vortriebes)

GB	l/s	
	ohne Maßnahmen	mit Maßnahmen
1	4	4
2-5	4	4
6	4	4
7	15	15
8	55	25
9-10	4	4
11	7,5	7,5
12	95	45
13,14	4	4
15-21	20	20
22	65	30
23,24	10	10
25,26	4	4
27	15	15
28	4	4
29	100	100
30	1	1
31-33	<u>20</u>	<u>20</u>
	Ca. 430 l/s	ca. 330 l/s

3 FACHGEBIET INGENIEURGEOLGIE

3.1 BEFUND/SACHVERHALT

m Befund/Sachverhalt wurde insbesondere auf ingenieurgeologisch relevante Tatbestände eingegangen und diese zusammenfassend dargestellt. Diese Ausführungen sind als integrierender Bestandteil der Stellungnahme zu verstehen und dienen der Nachvollziehbarkeit der Fragenbeantwortungen des Fachbereiches IG. Detaillierte bzw. weiterführende Angaben sind den Einreichunterlagen zu entnehmen.

3.1.1 UNTERTAGEBAUMAßNAHMEN - TUNNELSTRECKEN

Allgemeines

Das Kernstück der Neubaustrecke Gloggnitz - Mürzzuschlag bildet der rund 27,28 km lange Semmering Basistunnel neu (SBTn), bestehend aus zwei eingleisige Tunnelröhren, die im Abstand von maximal 500 m durch Querschläge miteinander verbunden werden, sowie einer Nothaltestelle mit Lüftungsschacht.

Die Tunnelröhren werden, mit Ausnahme kurzer Strecken in offener Bauweise in den Portalbereichen, in geschlossener (bergmännischer) Bauweise sowohl im zyklischen als auch kontinuierlichem Vortrieb aufgefahren (errichtet). Die Gesteinsüberlagerungen über Firste variieren zwischen wenigen 10er Metern (v.a. in den Portalbereichen und im Bereich Auebach) und rund 870 m innerhalb des Semmering Kristallins.

Neben den beiden Fahrtunneln (inklusive Querschlägen und Nothaltestellen) werden weitere Zugangsstollen und Zugangsschächte sowie ein Belüftungsschacht aufgefahren bzw. abgeteuft.

Baugrunderkundungen/Untersuchungsmethodik

Allgemeines

Die geologische Erkundung wurde im Gesamtprojektraum zwischen Gloggnitz und Krieglach bzw. Reichenau bis zum Stuhleck unter Einarbeitung anderer Projektbearbeitungen (Altprojekt Semmering Basistunnel; Schnellstraßen Tunnel der S6 -Tunnel Spital und Tunnel Steinhaus; geologisch-hydrogeologische Bearbeitung Sonnwendstein) in den Jahren 2005 bis 2008, im trassenrelevanten Bereich in den Jahren 2008 bis 2010 durchgeführt.

An geologischen Untersuchungen wurden insbesondere eine ingenieurgeologische Geländekartierung des Gesamtprojektraumes sowie ingenieurgeologische Aufschlussdokumentationen v.a. im trassenrelevanten Bereich vorgenommen und dokumentiert.

Direkte Erkundungsmaßnahmen wurden in Form von Kernbohrungen in mehreren Bohrkampagnen durchgeführt, wobei verschiedene Bohrlochversuche und Bohrlochmessungen (wie z.B. Hydrofracturing zur Ermittlung der in-situ Spannungsverhältnisse im Gebirge) vorgenommen wurden. Zudem wurden die Erkenntnisse aus Untersuchungskampagnen des Altprojektes Semmering Basistunnel herangezogen.

Die Ergebnisse wurden planlich unter anderem in der baugologischen Bohrkerndokumentation, den Bohrprofile sowie in entsprechenden Übersichtstabellen dargestellt.

An indirekten Untersuchungen wurden geophysikalische Oberflächenmessungen (Seismik und Geoelektrik) durchgeführt. Zudem wurden geologisch-mineralogische, felsmechanische und bodenmechanische/bodenphysikalische Laborversuche an Bodenproben durchgeführt.

Die Ergebnisse der Laboruntersuchungen des Altprojektes wurden ebenfalls in die geologisch-geotechnische Bearbeitung mit einbezogen. Die Ergebnisse wurden zusammenfassend in den Planbeilagen "Übersichtstabellen, Laborversuch, Bohrlochmessungen" dargestellt.

Baugeologisch relevante Einheiten

Anmerkung: Der großräumige geologisch-tektonische Aufbau wird im Gutachten Geologie und Hydrogeologie behandelt.

Auf Basis des Gesteinsinventars, des Gebirgsaufbaus und der auftretenden tektonischen Elemente wurden die baugeologischen Großeinheiten Lockergesteine und neogene Sedimentgesteine (mit den Einheiten Hangschutt, Bach- und Flussablagerungen, Blockschotter), Grauwackenzone- Silbersberg-Gruppe und Norische Decke (mit den Einheiten Phyllit, Schiefer und Pyllit-geröllführend, Riebeckitgneis, Quarzitschiefer, Grünschiefer, Porphyrschiefer), Grauwackenzone- Veitscher Decke (mit den Einheiten Dolomit und Magnesit, Phyllite und Schiefer-graphitisch, Metasandstein und Metakonglomerat), zentralalpines Permomesozoikum (mit den Einheiten Kalkstein und Kalkmarmor, Dolomit und Dolomitmarmor, Rauhwacke, Brekzien-sandig-schluffig gebunden, Schiefer karbonatisch-brekziert, Tonschiefer, Quarzit, Serizitphyllit, Serizitschiefer, Sulfatgesteine), Semmering Kristallin (mit den Einheiten Gneis-Grüngestein, Grüngestein, Gneis-quarzitreich bis quarzitisch, Porphyroid, Glimmerschiefer-Quarzphyllit, Phyllit-Phyllonit, Grobgnais) und Wechsel-Kristallin (mit den Einheiten Albitphyllit, Phyllit-graphitreich, Albitgneis, Serizit-Chlorit-Quarz-Schiefer, Albitschiefer-graphitisch, Gneis-quarzitreich bis quarzitisch) unterschieden.

Die baugeologischen Verhältnisse, i.w.S. das räumliche Auftreten und die Verteilung der baugeologischen Einheiten sowie die tektonisch-stratigraphischen Gegebenheiten und die wesentlichen Störungsstrukturen wurden im Bericht Bau-geologie im Detail dargelegt.

Baugeologische Prognose

Auf Grundlage der ingenieurgeologischen Erkundungsergebnisse wurde ein baugeologisches Gebirgsmodell entwickelt. Zur Prognose der zu erwartenden baugeologischen Verhältnisse bei den Vortriebsarbeiten wurde das Gebirge in Gebirgsbereiche (GB) unterteilt und projektspezifisch definierte Gebirgsarten und deren Verteilung erarbeitet.

Ergänzend zu dieser Einteilung wurden baugeologische Angaben unter anderem zum Quellverhalten, der Gasführung des Gebirges, der Bohrbarkeit und der Injizierbarkeit des Gebirges dargelegt.

Im Zuge der Herstellung des Hauptbauwerks, des Basistunnels, werden insgesamt 33 verschiedene Gebirgsbereich durchörtert.

Die baugeologische Prognose umfasst neben dem Basistunnel die Voreinschnitte und Portalbereiche Gloggnitz und Müzzzuschlag sowie den Zwischenangriff Göstritz (Zugangsstollen und Schacht Zwischenangriff Göstritz), den Belüftungsschacht Trattenbachgraben, den Zwischenangriff Frörschnitzgraben und Nothaltestelle, den Zwischenangriff Graut-schenhof und den Baubelüftungsschacht Sommerau.

Erdbebenbelastung des Bereichs „Semmering“

Nach Angabe der ZAMG-Geophysik ist der Semmering gemäß ÖNORM B 4015 zur Zone 3 bis 4 zur zählen. Um eine größtmögliche Sicherheit im Erdbebenfall zu gewährleisten, wurde das Extremereignis auf Grund des seismotektonischen Hintergrundes bestimmt.

Als rekonstruierte horizontale Spitzenbeschleunigung für ein potentielles Extremereignis eines Erdbebens der Magnitude 5,6 im Bereich der geplanten Trasse am Untersuchungsstandort wurde ein Wert von ca. 1,98 m/s² definiert (Referenzbodenbeschleunigung von 1,39 m/s²). Die in den Unterlagen angeführten Werte sind nach Ausführung der ZAMG-Geophysik als Erfahrungswerte an der Erdoberfläche zu verstehen. Demnach ist auch davon auszugehen, dass sich die erdbebeninduzierten Bodenbewegungen im Erdinneren (Untertage), in Abhängigkeit der Überlagerungsmächtigkeit, annähernd halbieren.

Geologische-hydrogeologische und geotechnische Verhältnisse

Geologische Grundlagen

Anmerkung: Die geologischen Gegebenheiten werden nur im Überblick dargestellt, zumal die Beurteilung der geologischen Verhältnisse durch den Fachbereich Geologie und Hydrogeologie abgedeckt werden.

Die geologischen Verhältnisse im Projektgebiet werden Seitens der Projektwerberin infolge der Tunnellänge und des Auftretens mehrerer geologischer und tektonischer Großeinheiten, verbunden mit dem Auftreten mehrerer großtektonischer Störungssysteme entlang der Tunneltrasse, als sehr wechselhaft und äußerst komplex bezeichnet.

Die Trasse durchörtert, ausgehend von der Ortschaft Gloggnitz, die geologischen Großeinheiten der Grauwackenzone (Streckenlänge ca. 2.955 m; Schiefer und Phyllite bzw. Metasandsteine und graphitische Phyllite zu Beginn des Abschnittes), die Tattermann-Schuppe (Streckenlänge ca. 490 m; stark gestörte Serizitphyllite, -schiefer und Quarzite), die Semmering Einheit (Streckenlänge ca. 3.795 m; quarzreiche Phyllite und Glimmerschiefer des Semmeringkristallins sowie stark verkarstete Karbonatgesteine des zentralalpinen Permomesozoikums mit dazwischen eingelagerten Serizitphylliten /-schiefern und Kalklagen), die Wechseleinheit (Streckenlänge ca. 10.415 m; kuppelartig mit graphitreiche Albitphylliten überlagerter Wechselgneis) sowie wiederholt die Semmering Einheit (Streckenlänge ca. 9.396 m; Gneis-Grüngesteinsfolgen, Glimmerschiefer-Abfolgen, Grobgnese sowie Glimmerschiefer/Quarzphyllite). Im Bereich der Tunnelportale werden Gesteinseinheiten des Quartärs (v.a. Lockergesteine) durchörtert.

Hydrogeologische Grundlagen

Anmerkung: Die hydrogeologischen Gegebenheiten werden nur im Überblick dargestellt, zumal die Beurteilung der hydrogeologischen Verhältnisse durch den Fachbereich Geologie und Hydrogeologie abgedeckt werden.

Zur Darstellung der hydrogeologischen Gegebenheiten wurde ein Modell der Bergwasserverhältnisse für das Gebiet der Semmering- Querung auf Grundlage langjähriger Messreihen und Beobachtungen entwickelt, auf dessen Basis die zu erwartenden Schüttungen während des Tunnelvortriebes und deren zeitabhängiges Schüttungsverhalten für temporär/stationär abgeschätzt wurden. Die Wasserzutritte wurden nach Zutrittsart, Menge (l/s auf den ersten 50 m hinter der Ortsbrust) stationär oder temporär unter Berücksichtigung der Vortriebsweise (v.a. des kontinuierlichen Vortriebes) für Spitzenwasserzutritte entlang der Auswahltrasse, bezogen auf die verschiedenen Gebirgsbereiche, prognostiziert

Geotechnische Grundlagen

Die Geotechnische Planung der Auswahltrasse erfolgte nach Darstellung der Projektwerberin auf Basis der "ÖGG- Richtlinie für die Geomechanische Planung von Untertagebauarbeiten".

Im Zuge dieser geotechnischen Planung wurden hierbei insbesondere die erhobenen geologischen, geotechnischen und hydrogeologischen Verhältnisse ausgewertet (interpretiert) und, auf die ermittelten (identifizierten) Gebirgsarten und Gebirgsbereiche aufbauend, den definierten GB entlang des baugelogischen Längenschnittes sogenannte Gebirgsverhaltenstypen zugewiesen. Zudem wurden, entsprechend der derzeitigen Planungstiefe, Ausbaumaßnahmen (einschl. Zusatz- und Sondermaßnahmen) sowohl für den zyklischen wie auch den kontinuierlichen Vortrieb definiert bzw. vorbe-messen.

Gebirgsarten (GA)

Auf Basis der baugelogischen Erkundungen wurden geotechnisch relevante Gesteinsvolumina (inklusive deren Trennflächen und tektonischer Struktur) mit gleichartigen Eigenschaften als Gebirgsarten für Festgesteine und für Lockergesteine zusammengefasst.

Festgestein wurde nach den Schlüsselparametern Gestein (baugelogische Einheit, Lithologie, gesteinsmechanische Eigenschaften und Abrasivität), Trennflächengefüge/Gebirge (GSI Klassifikation und gebirgsmechanische Eigenschaften) sowie zusätzliche Daten (Injizierbarkeit und Quell-/Schwellverhalten), Lockergesteine nach den Schlüsselparametern

baugeologische Einheit/Charakteristik (Korngrößenverteilung, Gesteinsinhalt usw.) und bodenmechanische Eigenschaften, Störungszonen nach den Schlüsselparametern Charakteristik der Störungsgesteine (Ausgangsgesteine, Korngrößenverteilung, Kompaktion, etc.) und Charakteristik des Störungsinternbaus (wie Mächtigkeiten, Tropic) charakterisiert bzw. klassifiziert.

Derart wurden 41 Gebirgsarten, welche der Übersicht halber in acht Gruppen eingeteilt wurden, unterschieden und deren prozentuale Verteilung je prognostizierten Gebirgsbereich auch planlich (Baugeologischer Längenschnitt) ausgewiesen.

Gesteins- und Gebirgskennwerte wurden aus den Ergebnissen der Laboruntersuchungen, nach dem GSI Konzept, aus Beobachtungen, analytischen Berechnungen von durchgeführten geotechnischen Messungen sowie aus Erfahrungswerten abgeleitet.

Gebirgsbereiche (GB)

Gebirgsabschnitte mit weitgehend gleichartigen Verhältnissen (bzgl. geologischem Aufbau und maßgeblichen baueologisch-geotechnischen Eigenschaften) wurden als Gebirgsbereiche (GB 01 bis GB 33) ausgewiesen und deren Verteilung entlang der Auswahltrasse (Länge und Anteil) sowie die jeweiligen minimalen und maximalen Überlagerungsmächtigkeiten (über Tunnelfirste) planlich und textlich dargestellt.

Gebirgsverhaltenstypen (GVT)

Zur Darstellung der Reaktion des Gebirges auf den Ausbruch des Tunnelquerschnittes unter Berücksichtigung der anstehenden Gebirgsart und der Einflussfaktoren (ohne Baumaßnahmen) wurden Bereiche mit gleichartigem Verhalten in Bezug auf Ausbruch, zeitliche und räumliche Verformung sowie Versagensformen als Gebirgsverhaltenstypen ausgewiesen. Die Einteilung erfolgte in Anlehnung an die "ÖGG- Richtlinie für die Geomechanische Planung von Untertagebauarbeiten", wobei insbesondere die GVT 4 darüber hinausgehend weiter differenziert wurde.

Das Gebirgsverhalten wurde auf Grundlage der Gesteins- und Gebirgskennwerte und den Einflussfaktoren GA, Primärspannungszustand, Form-Größe und Lage des Hohlraums, Bergwasserverhältnisse, sowie gegenseitige Beeinflussung der beiden Tunnelröhren ermittelt, der untersuchten GVT's und deren Abgrenzungskriterien (empirisch-analytische Schranken unter Berücksichtigung der geomechanischen Modellvorstellung und der baurelevanten Randbedingungen) definiert und dargestellt.

Derart wurden die GVT 1 (standfestes Gebirge), GVT 2 (gefügebedingte Nachbrüche), GVT 3 (hohlraumnahe Überbeanspruchung), GVT 4 (tiefreichende Überbeanspruchung bis 12,5 cm radiale Verformung), GVT 4.1 (tiefreichende Überbeanspruchung > 12,5 cm bis 25 cm radiale Verformung), GVT 4.2 (tiefreichende Überbeanspruchung > 25 cm bis 75 cm radiale Verformung), GVT 4.3 (tiefreichende Überbeanspruchung >75 cm bis 200 cm radiale Verformung), GVT 4.S1 (tiefreichende Überbeanspruchung > 200 cm radiale Verformung), GVT 4.S2 (tiefreichende Überbeanspruchung mit Quotient plastischer Radius zu radiale Verformung < 2,5), GVT 5 (Bergschlag), GVT 6 (Schichtknicken), GVT 7 (Scherversagen bei geringem Spannungsniveau), GVT 8 (rolliges Gebirge), GVT 9 (fließendes Gebirge), GVT 10 (quellendes Gebirge) und GVT 11 (Gebirge mit rasch wechselnden Verformungseigenschaften) definiert.

Die prozentuale Verteilung der GVT's wurde tabellarisch und planlich (Geotechnischer Längenschnitt) dargestellt.

Die bei Auffahren der Stollen und Tunnelbauwerke, sowie bei Abteufen der Schachtbauwerke zu durchörternden Gebirgsbereiche wurden in den Einreichunterlagen dargelegt und die relevanten baueologischen Verhältnisse beschrieben.

Vortriebskonzepte

Fahrtunnel zyklischer Vortrieb

Im Bereich des zyklischen Vortriebs ist grundsätzlich ein zweischaliger Ausbau der Hohlraumlaibung vorgesehen, wobei die detaillierte Planung im Rahmen der folgenden Planungsphasen erfolgen wird.

Zur Gewährleistung der generellen Standsicherheit des Hohlraumes, sowie der Sicherheit gegen Herauslösen einzelner Blöcke aus dem Gebirgsverband, dem Vermeiden schädlicher Gebirgsauflockerungen und von Gebirgsentfestigungen und Einhalten von zulässigen Verschiebungsgrößen wurde das Systemverhalten (Kombination Ausbruchsmethode, Stützung, Gebirge) an Systemverhaltensabschnitten, welche in den späteren Planungsphasen weiter detailliert werden, untersucht.

Nach Darstellung der Projektwerberin ist, unabhängig vom jeweiligen GVT, eine Unterteilung des Vortriebs in Kalotte, Strosse und Sohle, sowie ab GVT 3 zudem der Einbau eines Sohlgewölbes erforderlich. Der Hohlraum wird durchwegs (ausgenommen GVT 7, 8 und 9) im Sprengbetrieb bzw. unter Zuhilfenahme einzelner Lockerungsschüsse (GVT 7) aufgefahren, wobei Zusatzmaßnahmen (Erkundungsbohrungen, Injektionen von Obertage bzw. Untertage) vor allem in Abhängigkeit des prognostizierten Wasserzudranges zum Tunnelvortrieb erforderlich werden.

Auch wird der Einsatz von Stützmitteln wie Spritzbeton (fallweise bewehrt), Ankern (bereichsweise Systemankerung), das Einbringen von Spießern und Dielen (v.a. in Bereichen der Alluvionen), die Voraussicherung mittels Rohr- oder DSV-Schirm (v.a. in seichteren, oberflächennahen Bereichen) sowie der Einbau von Stauelementen (v.a. in Bereichen mit stark druckhaften Gebirge) oder das Herstellen von Deformationsschlitzern erforderlich.

Als Sonderbereiche hinsichtlich der Auswirkungen des Systemverhaltens Gebirge/Ausbau bei geringfügigen Änderungen (Tunneldurchmesser, Gebirgskennwerte, Primärspannungszustand) wurden, basierend auf den bisherigen Untersuchungen, vor allem der Bereich der Hühnerkogelstörung (Abfolge unterschiedlicher Gebirgsarten mit Einzelmächtigkeiten von ca. 10 m), der Bereich der Deckengrenze Fröschnitzgraben und des Grassberg-Schlagl Störungssystems (Störungszone mit feinkörnigen Kataklasitanteilen) identifiziert, und das jeweilige bautechnische Konzept entsprechend adaptiert (wie zB Auffahrung im Schutz eines Rohrschirmes). Zudem sind im Zuge der nächsten Erkundungsphasen (Ausschreibungsplanung) weitere Untersuchungen zur Charakterisierung des Gesteins und detailliertere Abschätzungen des Gebirgsverhaltens vor allem im Bereich von Störungszonen vorgesehen.

Fahrtunnel kontinuierlicher Vortrieb

Bei der Variante des maschinellen Vortriebs mittels Tunnelbohrmaschine mit Schild (TBM-S) im Regelbetrieb wird nach Auffahren des Hohlraumes eine einschalige Volltübblingauskleidung (Stahlbeton-Tübblinge) zur Stützung des Gebirges eingebaut. Auch für den kontinuierlichen Vortrieb wird die detaillierte Planung im Rahmen der folgenden Planungsphasen erfolgen.

Neben Zusatzmaßnahmen (an der TBM-S vorinstallierte Ausrüstung) werden in den Projektunterlagen auch Sondermaßnahmen (wie z.B. Vorauserkundungsbohrungen mit Kerngewinn) für die Vortriebsarbeiten dargestellt und das Systemverhalten durch insgesamt acht Systemverhaltenstypen im Schildbereich sowie in der Auskleidung definiert und im Geotechnischen Längenschnitt dargestellt. Des Weiteren wurden auf Basis des derzeitigen Untersuchungsstandes Anforderungen an den Schildbereich, an die TBM, den Ausbau sowie die Gebirgsvergütung definiert.

Querschläge

Im Bereich der Fahrtunnel werden in einem Abstand von maximal 500 m Querschläge (in Summe 56) und weitere Querschläge im Bereich der Nothaltestelle im zyklischen Vortrieb aufgefahren, wobei in geotechnisch ungünstigen Gebirgsbereichen eine Sicherung des Sohlbereiches der zweischalig ausgelegten, im Gewölbeprofile aufgefahrenen Stollen, geplant ist.

Nothaltestelle

Die Anlagenteile der Nothaltestelle (Querschläge, Notbahnsteigbereiche, Rettungsräume, Löschwasserbecken, Absaugstollen, Druckentlastungsstollen, Schächte, SFE-Räume und Sanitär- bzw. Erstversorgungsräume) werden, unabhängig vom Vortriebskonzept der Streckenröhren, in zyklischer Bauweise hergestellt.

Zugangsstollen Göstritz

Der Zugangsstollen Göstritz (Überlagerungsmächtigkeiten zwischen 9 m und 250 m; Auffahrung im GB 10) mit einem Ausbruchsquerschnitt von ca. 74,5 m² und einer Länge von ca. 986 m wird in zyklischem Vortrieb, steigend vom Portal aus aufgefahren. Die letzten ca. 60 m des Stollens werden als Schachtkopfkaverne mit einem Ausbruchsquerschnitt von ca. 477 m² ausgeführt. Als Bauhilfsmaßnahme zum Zugang der Schachtkopfkaverne für die Hebeanlagen wird ein weiterer, ca. 378 m langer Stollen mit einem Ausbruchsquerschnitt von ca. 40,7 m² steigend aufgefahren.

Schacht Göstritz

Für den Zwischenangriff Göstritz werden zwei Schächte (Schacht 1 mit 9 m Durchmesser und Schacht 2 mit 7 m Durchmesser) mit einer Endteufe von 255 m innerhalb des GB 10 hergestellt.

Baulüftungsschacht Trattenbachgraben

Der Baulüftungsschacht (Durchmesser 2,8 m, Endteufe ca. 350 m) im Bereich der Trattenbachgraben-Querung zwischen den beiden Tunnelröhren (Verbindung mit dem Querschlag Nr. 24) wird als temporäres Bauwerk für die Vortriebsphase errichtet und anschließend wieder verschlossen.

Schächte Fröschnitzgraben/Nothaltestelle

Im Bereich des Zwischenangriffs Fröschnitzgraben werden zwei vertikale Schächte mit Tiefen von rd. 420 m bis auf das Niveau der Fahrtunnel abgeteuft und durchhörtern dabei die GB 1, GB 2 und GB 3.

Am Fuß der Schächte ist die Errichtung der Nothaltestelle mit mehreren Kavernen und Querschlägen geplant.

Zugangsstollen Grautschenhof

Beim Zwischenangriff Grautschenhof wird ein rd. 1.400 m langer Zugangsstollen als Verbindung mit den Fahröhren mit einer maximalen Überlagerung von 135 m aufgefahren. Der Stollen durchörtert die GB 1 und GB 2.

Baubelüftungsschacht Sommerau

Der Baulüftungsschacht Sommerau (Durchmesser rund 7 m) mit einer Tiefe von etwa 90 m mündet in den Querschlag Nr. 50 der Fahröhren.

Geotechnische Maßnahmen und Messkonzepte

Bergwasserzutritt

Für beide Baumethoden (zyklische und kontinuierliche) wurden hinsichtlich der prognostizierten Bergwasserverhältnisse der Einfluss auf die Vortriebsgeschwindigkeit sowie erforderliche Zusatzmaßnahmen (z.B. Erkundungsbohrungen als Vollbohrungen) und Sondermaßnahmen (Vortrieb zweier Injektionsstollen im Bereich des Schachtes Göstritz zur Herstellung eines Injektionsschirmes) untersucht und dargelegt.

Geotechnische Messungen

Zur Überprüfung des prognostizierten Systemverhaltens werden laufende geotechnische Messungen im Vortrieb, sowie messtechnische Überwachungen der von den Vortriebsbetriebe betroffenen Gebäude/Bauwerke und Infrastruktureinrichtungen Obertage vorgesehen. Die Messungen werden im Sinne des geotechnischen Sicherheitsmanagements auf Grundlage der "Richtlinie für die geotechnische Planung von Untertagebauten mit zyklischem Vortrieb" der Österreichischen Gesellschaft für Geomechanik geplant und durchgeführt, wobei beim zyklischen Vortrieb systematische geotech-

nische Messungen Untertage mittels optischer, dreidimensionaler Verformungsmessungen der Tunnellaubung, in speziellen Messquerschnitten zudem Spannungs- und Dehnungsmessungen im Spritzbeton sowie Messungen mittels Extensometern, vorgesehen. Zur Beobachtung des Setzungsverhaltens Obertage sind in Bereichen geringer Überlagerung Setzungsmessungen vorgesehen.

Die messtechnische Überwachung wird bei kontinuierlichen Vortrieben entsprechend adaptiert (z.B. Deformationsmessungen des Gebirges durch Abstiche im Schildbereich, etc.). Die messtechnische Überwachung im Bereich der offenen Bauweise betrifft im Wesentlichen die geotechnischen Messungen von Baugruben von Obertage aus. Die entsprechenden konkreten Messkonzepte werden im Zuge der weiteren Planungsphasen ausgearbeitet bzw. festgelegt.

Geologische und Hydrogeologische Dokumentation

Die geologisch-tektonischen Verhältnisse sowie Wasserzutritte während der Vortriebstätigkeiten werden, der Vortriebsmethode angepasst, erfasst und dokumentiert. Zusätzlich werden Maßnahmen wie Voruntersuchungen mittels z.B. Erkundungsbohrungen vorgesehen.

Begleitstollen

Der bestehende Begleitstollen (zwischen 1994 und 1999 bergmännisch aufgefahrener Begleitstollen des Projektes Semmering-Basistunnel), der in der Bauphase des SBTn für Wasserhaltungsmaßnahmen genutzt wird, wird nach Fertigstellung der Vortriebsarbeiten und Einbau der Innenschale dauerhaft verschlossen.

Durch die laufenden Pumpmaßnahmen im ca. 4,3 km langen Stollen, der in der Semmering-Einheit aufgefahren wurde, liegt der Bergwasserspiegel derzeit sowohl unterhalb des Begleitstollens als auch unterhalb der projektierten Tunnelröhren des Projektes SBTn. Da die Befahrbarkeit des bestehenden Begleitstollens nach Fertigstellen der Vortriebe und Einbau der Innenschalen beim SBTn nicht mehr erforderlich ist, wird dieser nach Herstellen der Tragfähigkeit des Hohlraumes (d.h. Sicherung gegen Tagbrucherscheinungen), und Rückbau von Anlagenteilen (z.B. Pumpen, Installationen, etc.) verschlossen. Bautechnisch wird dies in einem ersten Schritt durch Verfüllen des offenen Hohlraumes im portalnahen Bereich realisiert und die hydraulischen Gegebenheiten bzw. die Auswirkungen der Einstellung der Wasserhaltungsmaßnahmen beobachtet. Erforderlichenfalls werden auf Grundlage der Beobachtungsergebnisse weitere Sicherungsmaßnahmen, wie beispielsweise eine temporäre Wasserhaltung oder eine Verplombung des Stollenprofils, festgelegt.

Aus ingenieurgeologischer Sicht werden im Bereich des Vorplatzes des Begleitstollens zudem Hangsicherungen (aus Stahlbetonlamellen, Sicherung der Hangschüttung nach der Bauweise bewehrte Erde und Rückbau der bestehenden Spritzbetonsicherung unter Einziehen von Bermen) durchgeführt.

3.1.2 OBERTAGEBAUMAßNAHMEN - FREILANDSTRECKEN

Allgemeines

Im Zuge der Realisierung des Projektes SBTn werden neben dem als Kernvorhaben zu bezeichnenden Tunnelbauwerk (bestehend aus den beiden eingleisigen Tunnelröhren mit Querschlägen, Nothaltestelle sowie Abteufen von Schächten und Auffahren von Stollen als baubegleitende Maßnahmen), erdbauliche Maßnahmen in Bereichen von Baustelleneinrichtungsflächen (Portalbereich Mürzzuschlag, Zwischenangriff Grautschenhof, Zwischenangriff Fröschnitzgraben, Zwischenangriff Trattenbachgraben, Zwischenangriff Göstritz sowie dem Portalbereich Gloggnitz), der Halbanschlussstelle Dürrgraben, der Baustraße Steinhaus, sowie im Bereich der Deponie Longsgraben umgesetzt.

Im Bereich des Portals Gloggnitz sowie des Portals Mürzzuschlag werden die Tunnelröhren in offener Bauweise, d.h. von Obertage aus, im Gewölbepprofil hergestellt (Bodenplatte und Gewölbetragwerk).

Die erforderlichen temporären Baugruben werden, entsprechend der geologisch-hydrogeologischen Prognose, gesichert (Bohrpfähle im Bereich Mürzzuschlag) und Wasserhaltungsmaßnahmen (wie z.B. Drainagen) vorgesehen.

Des Weiteren werden verschiedene Objekte und Hilfsbauwerke im Bereich Gloggnitz orographisch links der Schwarza einschließlich Straßenbrücke (Wannenbauwerk Unterwerk Gloggnitz; Unterwerk Gloggnitz; BE-Fläche; Rückhalte- und Versitzbecken, Straßenbrücke-Huyckstraße über die Schwarza) sowie im Bereich Gloggnitz orographisch rechts der Schwarza (Wannenbauwerk Landesstraße B27) zur Ausführung gelangen.

Baugrunduntersuchungen

Zur Planung der bautechnisch vorgesehenen Maßnahmen wurden die relevanten Baugrundverhältnisse durch Felduntersuchungen (wie Kernbohrungen, teilweise zu Inklinometern ausgebaut) und Laboruntersuchungen erkundet und beurteilt (wie beispielsweise das Ermitteln von Rechenkennwerten, das Führen von Standsicherheitsnachweisen) und darauf aufbauend bautechnisch relevante Folgerungen (wie z.B. Festlegen von erforderlichen Sicherungsmaßnahmen) abgeleitet. Die Beurteilungen und Untersuchungen erfolgten entsprechend der Detailschärfe des Projektes bereichsweise auch durch Extrapolation (naturbedingte Unschärfe der Erkundungsergebnisse der "nadelstichtartigen" Aufschlüsse wie beispielsweise bei Bohrungen) und werden, nach Darstellung der Projektanten, spätestens im Zuge der Bauausführung im Sinne einer baubegleitenden Kontrolle den tatsächlich angetroffenen Baugrundverhältnissen angepasst. Zudem werden weitere Detailuntersuchungen in den folgenden Projektphasen erfolgen.

Seitens des Bodengutachters wurden im Bodenmechanischen Gutachten verschieden Empfehlungen aus erdbaulicher Sicht ausgeführt.

Baustelleneinrichtungsflächen (BE), Zwischenangriffe (ZA) und Portalbereiche (PB)

Bereich BE Mürzzuschlag

Im Portalbereich wird der Tunnel in Deckelbauweise (auf verankerten Bohrpfahlwänden auflagernd) im Verzahnungsbereich von Hangschutt- und Schwemmkegelablagerungen mit den quartären Talschüttungen, welche in unterschiedlicher Mächtigkeit dem Felsuntergrund auflagern, hergestellt.

Neben ungesicherten (temporären) Böschungen in den Talbodensedimenten bzw. im Hangschutt und Fels werden Böschungssicherungsmaßnahmen bzw. Stützmaßnahmen (z.B. "Lamellen" Portalbereich) zur Ausführung gelangen. Wasserhaltungsmaßnahmen werden in Form von Wasserfassungen bzw. Drainagebohrungen (v.a. bei Spritzbetonschalen) erforderlich.

Im Voreinschnitt wird die herzustellende Rampe bereichsweise in den anstehenden Fels (zerlegte und stark auflockerte Karbonatgesteine) mit teils „verlehmtem“ Trennflächengefüge einbinden.

Zwischenangriff Grautschenhof und Sommerau

Im Mundlochbereich des Zugangsstollens Grautschenhof sowie im Bereich des Lüftungsschachtkopfes Sommerau werden neben anthropogenen Anschüttungen, Hangschuttmaterialien, Bachschuttsedimente und zersetzter Fels von den Baumaßnahmen erfasst.

Wasserhaltungsmaßnahmen werden in Form von Wasserfassungen bzw. Drainagebohrungen (v.a. bei Spritzbetonschalen) oder Drainagegräben mit Pumpsümpfen erforderlich. Die Standsicherheit der projektierten ungesicherten Böschungsneigung im Verhältnis von 2:3 im Mundlochbereich des Stollens wurde rechnerisch nachgewiesen, Sicherungsmaßnahmen werden v.a die bestehende Gasleitung im Bereich Grautschenhof betreffen.

Fröschnitzgraben

Im Bereich des Zugangsschachtes werden aus erdbaulicher Sicht Böschungseinschnitte und Dammschüttungen, welche in die Bodenschichten des Mutterbodens, in die quartären Ablagerungen, die kataklasitischen Zwischenlagen und in den zersetzten Fels eingreifen, erfordern. Die Standsicherheit sowohl des ostseitigen Anschnittes, als auch der westseitigen Anschüttungen wurde unter Einbeziehen von zu setzenden Sicherungsmaßnahmen rechnerisch nachgewiesen.

Wasserhaltungsmaßnahmen werden in Form von Wasserfassungen bzw. Drainagebohrungen (v.a. bei Spritzbetonschalen) oder Drainagegräben mit Pumpsümpfen erforderlich.

Zwischenangriff Trattenbachgraben

Im Bereich des Zugangsschachtes werden vorwiegend Hangschuttmaterialien und zersetzter Fels bei Herstellen des Einschnittes von den Baumaßnahmen erfasst. Die Standsicherheitsreserven der projektierten Böschungsgeometrien wurden rechnerisch nachgewiesen, Wasserhaltungsmaßnahmen in Form von Wasserfassungen bzw. Drainagebohrungen (v.a. bei Spritzbetonschalen) oder Drainagegräben mit Pumpsümpfen erforderlich.

Zwischenangriff Göstritz

Im Bereich des Mundloches des Zugangsstollens Göstritz werden neben dem Mutterboden vorwiegend Hangschuttmaterialien und zersetzter Fels von den Baumaßnahmen betroffen. Die Standsicherheit der projektierten Böschungsgeometrie des Voreinschnittes sowie der Anschüttungen wurden rechnerisch nachgewiesen, Wasserhaltungsmaßnahmen in Form von Wasserfassungen bzw. Drainagebohrungen (v.a. bei Spritzbetonschalen) oder Drainagegräben mit Pumpsümpfen erforderlich.

BE-Gloggnitz

Im Bereich der BE werden die Bodenhorizonte Anschüttungen/Aufschüttungen, Hangschutt, fluviatile Kies-Sande, Fels, sowie die Übergangszone von den Baumaßnahmen erfasst.

Aus erdbaulicher Sicht werden neben ungesicherten Böschungen (temporäre Böschungen) in den Bereichen der BE-fläche Gloggnitz, der Tunnelportalvoreinschnitte sowie im Bereich der offenen Bauweise auch Böschungssicherungsmaßnahmen (v.a. beim Portal Gloggnitz) in Form von Ankerungen sowie die Ausführung eines Stützbauwerkes erforderlich. Wasserhaltungsmaßnahmen werden in Form von Wasserfassungen bzw. Drainagebohrungen oder Drainagegräben mit Pumpsümpfen durchgeführt.

Weitere erdbauliche Maßnahmen werden bei der Errichtung der Kunstbauwerke (Brücken und Wannenbauwerke) zur Sicherung der Baugruben erforderlich.

Der Voreinschnitt wird im Portalbereich und Vorportalbereich oberflächennahe die Lockergesteinsüberlagerung mit einer Mächtigkeit von bis zu 12 m erfassen.

Im bodenmechanischen Gutachten werden zur Umsetzung der vorgesehenen Baumaßnahmen verschiedene Empfehlungen dargelegt, deren Umsetzung spätestens vor Inangriffnahme der Bauarbeiten zu erfolgen hat.

Objekte und Hilfsbauwerke

Aus ingenieurgeologischer Sicht ist das Schutzgut Boden durch Erdbaumaßnahmen (im Zuge von Fundierungen, Herstellen temporärer Baugruben, Wasserhaltungsmaßnahmen, etc.) für die Herstellung von Objekten im Portalbereich Gloggnitz (Eisenbahnbrücke über die Schwarza, Unterführung B27, Unterführung Unterwerk, Straßenbrücke über die Schwarza / Huyck Brücke, Stützbauwerk Portal Gloggnitz, Anpassung Geh- und Radweg B27), in den Bereichen der Offenen Bauweisen (OBW Gloggnitz und OBW Mürzzuschlag), im Portalbereich Mürzzuschlag (Wannenbauwerk Portal Mürzzuschlag, Stützbauwerk Portal Mürzzuschlag, Personentunnel Bhf. Mürzzuschlag) sowie im Bereich der S6 Halbanchlussstelle Dürrgraben (Bohrpfahlwand S6 HAS Dürrgraben) betroffen.

Gemäß Baugrundprognose werden die Fundierungen der Brückenbauwerke großteils im Bereich des angewitterten Felshorizontes bzw. in dessen Übergangsbereich zu liegen kommen. Da tiefergehende Lockergesteinslagen nicht ausgeschlossen werden können, wurden diesfalls Bodenaustauschmaßnahmen vorgesehen. Für die Errichtung der Wannenbauwerke (Zufahrt Gloggnitz und B27) wird zur Vermeidung eines Wasseranstaus der Einbau einer Kiesdrainageschicht an der Basis der Bauwerke vorgesehen. Die Baugrubensicherungen werden durchwegs als dichte Spundwandumschließungen (erforderlichenfalls mit Aussteifungen) erfolgen, zur Wasserhaltung gefilterte Pumpsümpfe projektiert.

Die konkrete Festlegung der Maßnahmen (wie Bemessungen und erforderliche messtechnische Überwachung) wird im Zuge der weiteren Planungen erfolgen.

Deponie Longsgraben

Allgemeines

Im Bereich des Longsgrabens ist die Errichtung einer Anlage zur Deponierung von Tunnelausbruchmaterial und Aushubmaterial in Form einer Auffüllung eines Kerbtals unter Absicherung durch einen Schutzdamm (Basisdamm) geplant.

Die erdbaulichen Maßnahmen in der Bauphase umfassen hierbei neben Böschungsanschnitten (aufgrund der Platzverhältnisse) im Wesentlichen Maßnahmen der Dammschüttungen (Errichtung eines Basisdammes und eines Trenndammes zwischen der Bodenaushubdeponie und dem Baurestmassenkompartiment), sowie die eigentlichen Schüttungen mit bis zu 60 m Gesamthöhe innerhalb des Deponieraums.

Geologisch-geotechnische Erkundungen/Untersuchungen

Neben geologisch-hydrogeologischen Erkundungen (Kernbohrungen mit Bohrlochmessungen und Laboruntersuchungen) wurden geotechnische Beurteilungen der Standsicherheit der Talflanken und der zu errichtenden Erdbauwerke (auch hinsichtlich der Erdbebengefährdung) und eine Beurteilung der Gewährleistung der Sicherheit der Dammaufstandsflächen sowie des Deponieplanums gegen Grundbrücherscheinungen und die Implementierung erforderlicher Kontroll- bzw. Überprüfungseinrichtungen vorgenommen und in den Unterlagen dargestellt.

Die geotechnischen Anforderungen an den Deponiestandort wurden nach Ausführung der Projektanten gemäß gültigem Regelwerk evaluiert und rechnerische Standsicherheitsnachweis (innere und äussere Standsicherheit) geführt. Auf Grundlage der durchgeführten geologisch-hydrogeologischen Standorterkundung wird der Untergrund von den Gesteinen des Wechsel Kristallins aufgebaut, welche von Hangschuttsedimenten mit Mächtigkeiten von wenigen Metern überlagert werden. Während die Festgesteinsabfolgen unterhalb der Verwitterungszone als weitgehend gering bis mäßig geklüftet erkundet wurden, ist das Gebirge aufgrund von Verwitterungseinfüssen und Auflockerungsphänomenen oberflächennah stärker zerlegt.

Die Talflanken wurden von den Projektanten als standsicher beurteilt. Die Berg bzw. Grundwasserverhältnisse werden einerseits durch den Hauptbach (Longsgrabenbach bzw. Longsbach) samt Nebenzubringern, sowie weiters durch ungefasste Quellen und Vernässungszonen charakterisiert. Die Durchlässigkeitswerte des Untergrundes wurden durch Auffüllversuchen und Kurvpumpversuchen ermittelt und auf Basis der durchgeführten Standorterkundungen der Standort aus geologisch-hydrogeologischer Sicht als geeignet definiert, wobei laut Planern jedoch insbesondere im Bereich des vorgesehenen Baurestmassenkompartimentes eine künstliche Barriere bei Setzen entsprechender Sicherungsmaßnahmen gegenüber Wasserzutritten in den Deponieraum umzusetzen ist.

Folgende, aus ingenieurgeologischer Sicht relevante Aussagen bzw. Schlussfolgerungen der Planer sind den Projektunterlagen zu entnehmen.

Nach Ausführung des Projektanten ist bei einer vorgesehenen maximalen Gesamtschütthöhe von 60 m mit Setzungen im Bereich der Taltiefenlinie von bis zu 15 cm zu rechnen.

Herzustellende Hanganschnitte bzw. -einschnitte sind unter Setzen von Sicherungsmaßnahmen (wie z.B. rückverankerte Stützkonstruktionen, etc.) und Begleitmaßnahmen (wie Fassen von Wasserzutritten aus den Böschungsflächen) beherrschbar.

Die Standsicherheit der lagenweise und abschnittsweise bei ausreichender Verdichtung eingebrachten Schüttlagen ist durch entsprechende stichprobenartige Kontrolluntersuchungen nachzuweisen.

Generell ist eine Durchfeuchtung des Deponiekörpers durch entsprechende Maßnahmen (wie Verdichtung des Materials, Profilieren der Oberfläche, etc.) zu vermeiden.

Die Standsicherheit des Basisdammes ist durch Messeinrichtungen (Inklinometer und Grundwasser-Pegel) nachzuweisen.

Setzungsmessungen sind im Bereich des Kollektors im Zuge von Kamera-Befahrungen durchzuführen.

Die bautechnische Ausführung der Umlegung des Longsgraben-Baches wurde als kombiniertes Einschnitt (treppenförmiger Einschnitt in den Hang) - Dammschüttungsbauwerk (bewehrte Erde Konstruktion) geplant. Generell wird Seitens des Bodengutachters für die Umsetzung der Maßnahmen eine geotechnische Baubegleitung empfohlen.

Kollektorgang

Auf einer Länge von ca. 635 m ist an der Basis der Bodenaushubdeponie bis an die luftseitige Flanke des Basisdammes die Ausführung eines begehbaren Kollektors in der Tiefenlinie des Deponiekörpers zur gezielten/geordneten Entwässerung des Deponiekörpers vorgesehen. Der Beginn des Kollektorganges innerhalb der Deponie ist am oberen Ende des Trenndammes projektiert, wobei jedoch kein zweiter Tagausgang vorgesehen ist. Die aus dem Bereich des Baurestmasenkompartimentes dem Kollektor zuführende Drainageleitung wird am südlichen Böschungsfuß des Trenndammes in den Kollektor eingebunden.

Die endgültige Dimensionierung des Kollektorbauwerkes (v.a. hinsichtlich statischer Anforderungen) wird im Zuge des weiteren Detailplanung erfolgen.

Verlegung Longsgraben-Bach

Als bautechnische Begleitmaßnahme ist unter anderem die Verlegung des Longsgraben-Baches auf einer Länge von ca. 1,2 km auf die orographisch (in Fließrichtung gesehen) linke Talflanke vorgesehen. Die Umlegung wurde bautechnisch als "Bewehrte Erde Konstruktion" auf Grundlage der Richtlinie "Empfehlungen für den Entwurf und die Berechnung von Erdkörpern mit Bewehrung aus Geokunststoffe" projektiert und Seitens der Planer für die Gewährleistung der Umsetzung von im Bodengutachten angeführten Maßnahmen eine geotechnische Baubegleitung empfohlen.

Baustraße Steinhaus und Halbanschlussstelle Dürrgraben

Im Zuge der Errichtung der Baustraße Steinhaus wird der (teilweise bereits hergestellte) Anschluss an die HAS Dürrgraben realisiert. Aus geotechnischer Sicht ist die Herstellung einer ca. 75 m langen Bohrpfahlwand vorgesehen. Die Baumaßnahmen (Dammschüttungen, Einschnitte und Bohrpfahlwand) erfassen vorwiegend die Schichten der fluviatilen Sedimente und der stark zersetzten Serizitschiefer. Neben Maßnahmen zur geordneten Fassung und Ableitung von Hang- bzw. Oberflächenwässern werden Wasserhaltungsmaßnahmen in Form von Wasserfassungen bzw. Drainagebohrungen oder Drainagegräben mit Pumpsümpfen erforderlich. Die Überprüfung der Vorbemessungsergebnisse erfolgt durch eine geotechnischen Baubegleitung.

4 FACHGEBIET GRUNDWASSERSCHUTZ

4.1 BEFUND - SACHVERHALT

In den nachfolgenden Kapiteln erfolgt die Sachverhaltsdarstellung zum gg. Einreichprojekt in kompakter Form. Bei der Fragenbeantwortung wird auf diese Befundung verwiesen. Die geologischen Grundlagen werden hier lediglich zusammenfassend dargestellt. Eine ausführliche Darstellung der geologischen Grundlagen erfolgt durch den SV für Geologie und Hydrogeologie. Im Rahmen der Sachverhaltsdarstellung werden ausschließlich die in den gegenständlichen Einreichunterlagen vorgelegten Inhalte wiedergegeben. Auf Beobachtungen bzw. Recherchen des SV für Grundwasserschutz begründete Befundungen sind als solche gekennzeichnet.

4.1.1 KURZBESCHREIBUNG DES VORHABENS

Nach Angaben der Konsenswerberin springt die ausgewählte Variante „Pfaffensattel“ im Bahnhof Gloggnitz von der bestehenden Südbahnstrecke ab und bindet im neu umgebauten Bahnhof Mürzzuschlag wieder in diese ein. Die Trassenführung ist im Tunnelabschnitt durch die geologischen und tunnelbautechnischen Rahmenbedingungen geprägt. Die Trasse schwenkt unmittelbar nach dem Tunnelportal nach S, unterquert im Otterstock die stark wasserführende Kalkgesteinsabfolge auf kürzestem Weg, schwenkt bei Trattenbach nach W und verläuft in leicht geschwungener Linienführung (Ausweichen wasserführender Kalkgesteinsbereiche unterhalb des Schigebietes Stuhleck) bis Mürzzuschlag.

Das Gesamtvorhaben „Semmering-Basistunnel NEU“ besteht aus dem rd. 27,3 km langen zweiröhriigen Tunnel, aus östlich bzw. westlich daran anschließenden Freilandstrecken sowie weiterer für das Projekt erforderlicher, nachfolgend angeführter Infrastruktureinrichtungen bzw. –umbauten.

- Liftanlage im Bahnhof Gloggnitz
- Adaptierung Bahnhof Gloggnitz (Projektbeginn bei km 75,562)
- Unterwerk Gloggnitz inkl. Gleisanschluss und Zufahrt
- 110 kV Bahnstromzuleitung für Unterwerk Gloggnitz
- Abbau Unterwerk Schlöglmühl inkl. 110 kV Bahnstromzuleitung
- Freistrecke Gloggnitz inkl. Bahnbrücken über die Schwarza
- Flussbauliche Maßnahmen an der Schwarza inkl. Retentionsraum Mühlhof
- Verlegung B27 Höllental Straße und Neuerrichtung der Huyckbrücke sowie Anpassung der Huyckstraße und Eichbergstraße
- Betriebsgebäude inkl. Besucherzentrum Tunnelportal Gloggnitz
- Rettungs- und Portalplatz Gloggnitz inkl. Zufahrt
- Zweiröhriiger Basistunnel mit Nothaltestelle und Belüftungsschacht und Betriebs- und Lüftungsgebäude Fröschnitzgraben
- Deponie Longsgraben (rekultiviert) inkl. Neutralisationsanlage
- Ersatzwasserversorgungen für Spital / Semmering sowie Otterthal und Raach / Hochgebirge
- Umbau Bahnhof Mürzzuschlag incl. Adaptierung der Bestandsstrecke (Projektende bei km 118, 123)
- Betriebsgebäude Tunnelportal Mürzzuschlag
- Schaltposten Mürzzuschlag
- Portal- und Rettungsplatz Mürzzuschlag inkl. Zufahrt
- Unterwerk Langenwang inkl. Gleisanschluss und Zufahrt

- 110 kV Bahnstromleitung für Unterwerk Langenwang
- Für die Bauphase sind nachfolgende Vorhabensbestandteile anzuführen:
- Baustelleneinrichtungsfläche und Baustelleninfrastruktur Gloggnitz (inkl. Bahnanschluss für Materialtransporte)
- Zwischenangriff Göstritz; Baustelleneinrichtungsfläche, Baustelleninfrastruktur und Baustraße
- Zwischenangriff Grautschenhof: Baustelleneinrichtungsfläche und Baustelleninfrastruktur
- Zwischenangriff Fröschnitzgraben
- Baulüftungsschächte Trattenbach und Sommerau
- Baustraße Steinhaus
- Baustraße Longsgraben
- Deponie Longsgraben und Gewässerschutzanlagen
- S6-Halbanschluss Dürrgraben
- Begleitstollen („Pilotstollen“ Altprojekt)
- Baustelleneinrichtungsfläche und Baustelleninfrastruktur Müzzzuschlag

4.1.2 GEOLOGISCHER ÜBERBLICK

Im Projektgebiet des Semmering-Basistunnel neu treten auf engem Raum mehrere geologisch-tektonische Großeinheiten auf:

- Die Kristallinkomplexe des „Wechsel-Kristallins“, „Semmering-Kristallins“ und des „Kristallins des Tratenkogels“
- Die permomesozoischen Decksequenzen der Kristallinkomplexe („zentralalpines Permomesozoikum“)
- Die paläozoischen Gesteine der Grauwackenzone

Die Großeinheiten zeigen einen intensiven Decken-, Falten- und Schuppenbau, der in einem geologisch sehr komplex gegliederten Gebirgsbau resultiert. Die Einheiten zeigen, dem tektonischen Bau der Ostalpen folgend, generell ein Ost-West verlaufendes Gebirgsstreichen.

Grauwackenzone:

Die oberostalpine „Grauwackenzone“ stellt die nördlichste und tektonisch höchste Einheit im Untersuchungsraum dar. Sie baut in einem etwa O-W verlaufenden Streifen die nördlichen Bereiche des Untersuchungsraums auf. Sie lässt sich, dem tektonischen Internbau folgend, in die liegende „Veitscher Decke“ und die hangende „Norische Decke“ (inkl. „Silbersberg-Gruppe“) untergliedern.

Die meist phyllitischen Gesteine zeigen zum überwiegenden Teil eine intensive schieferungsparallele Zerschering. Im Bereich von Störungszonen, Decken- bzw. Schuppengrenzen liegen die Gesteine vielfach zu feinkörnigen Störungsgesteinen überprägt vor, deren Mächtigkeiten bis in den Zehnermeterbereich reichen.

Semmering-Einheit (inkl. Tratenkogel-Scholle und Tattermann-Schuppe):

Südlich der Grauwackenzone wird der geologische Bau von Kristallingesteins-Komplexen und deren permomesozoischen Decksedimenten bestimmt. Infolge intensiver Verfaltung, Deckenstapelung und Störungstätigkeit treten die Kristallin- und Deckgesteine in einem komplexen tektonischen Internbau mit z.T. mehrfacher Wiederholung der Schichtfolge zu Tage.

Unter den Kristallingesteinen dominieren Glimmerschiefer bis Quarzphyllite, bereichsweise auch Gneise und Grüngesteine sowie grobkörniger „Grobgneis“. Die Gesteine wurden mehrphasig metamorph überprägt und intern verfaltet.

Das Permomesozoikum wird von mächtigen mitteltriadischen Karbonatgesteinszügen aus massigem bis gebanktem Kalk/-marmor und Dolomit/-marmor dominiert. An deren stratigraphischer Basis sind Serizitphyllite und quarzreiche Serizitschiefer („Alpiner Verrucano“) und der charakteristische Semmeringquarzit entwickelt. Lokal tritt auch die von Serizitphylliten dominierte Einheit des „Keupers“ auf.

Der im nördlichsten Bereich an der tektonischen Basis der Grauwackenzone gelegene Permomesozoikumsstreifen aus Serizitschiefern und Quarzit wird der sogenannten „Tattermann-Schuppe“ zugeordnet.

Der westliche und zentrale Bereich (Bereich Tratenkogel - Kampalpe - Ochnerhöhe sowie westlich der Mürz) wird von einer intensiven Verfaltung sowie einer west- bis nordvergenten Deckenstapelung geprägt, die zu einer mehrfachen Wiederholung von permomesozoischen und kristallinen Gesteinen führen. Die Kristallingesteine werden den tektonischen Großeinheiten des „Semmering-Kristallins“ und der „Tratenkogel-Scholle“ zugeordnet.

Im östlichen Bereich (etwa östlich der Ortschaft Steinhaus) dominieren mächtige permomesozoische Karbonatgesteinsmassive, die die Erhebungen des Erzkogels, Sonnwendsteins, Eselsteins, Graßbergs, Raachbergs und Otters aufbauen. An ihrer Basis bzw. entlang von tektonischen Strukturen treten Einschaltungen von Quarziten und teilweise kristallinen Glimmerschiefern und Phylliten auf. Im Bereich Spital - Maria Schutz - Schlagl treten weiters die phyllitischen, meist stark zerscherten Gesteine des „Keupers“ mit gelegentlichen Sulfatgesteinseinschaltungen auf. Auch hier zeigt sich ein komplexer tektonischer Internbau durch Deckenstapelung, Verschuppung, Verfaltung und Scherung.

Der südliche Bereich (südlich von Fröschnitztal und Mürz sowie westlich des Fröschnitzgrabens) wird weitgehend von den Gesteinen des „Semmering-Kristallins“ eingenommen. Es dominieren Glimmerschiefer bis Quarzphyllite, Gneise mit Grüngesteinseinschaltungen und grobkörnige Granitgneise („Grobgneis“). Die Lagerungsverhältnisse zeichnen einen Faltenbau entlang flacher WSW-ONO verlaufender Faltenachsen nach.

Die Karbonatgesteine sind z.T. tiefreichend verkarstet und beinhalten ergiebige Bergwasserkörper.

Wechsel-Einheit:

Im südöstlichen Untersuchungsraum (Raum Trattenbach und östlich des Fröschnitzgrabens) sind die auftretenden Gesteine der „Wechsel-Einheit“ zuzuordnen. Sie stellt die tiefste tektonische Einheit im Projektgebiet dar. Auch diese Einheit umfasst einen Kristallinkomplex und permomesozoische Decksedimente, wobei die Kristallingesteine weiträumig dominieren.

Das „Wechsel-Kristallin“ wird im Wesentlichen von (Para)Gneisen („Wechselgneis“) und den ihnen auflagernden Albitphylliten („Wechselschiefer“) aufgebaut. Die konkordant aufliegenden Decksedimente des Permomesozoikums werden von Serizitphylliten und Serizitschiefern („Alpiner Verrucano“), Semmeringquarzit und gelegentlichen Karbonatgesteinschollen dominiert. Der tektonische Internbau der Wechsel-Einheit ist - im Vergleich zu den zuvor beschriebenen Einheiten - etwas weniger komplex, wodurch die Deckgesteine durchwegs in aufrechter Lagerung im Hangenden der Kristallingesteine auftreten.

Im kristallinen Kern der Wechsel-Einheit herrschen generell flache Lagerungsverhältnisse mit variablen Einfallsrichtungen vor. Gegen Norden hin unterlagert die Wechsel-Einheit mit flachem Nordfallen die Karbonatgesteine des Sonnwendsteins. Im Bereich des Otterstocks wird die Grenze zwischen Semmering- und Wechsel-Einheit durch steilstehende, W-O verlaufende Störungen überprägt. Gegen Westen hin taucht die Grenze mit mittelsteilem tektonischem Kontakt unter das „Semmering-Kristallin“ ab. Entlang dieser Deckengrenze ist jeweils die Abfolge permomesozoischer Deckgesteine entwickelt.

Tektonik:

Neben den meist flachen bis mittelsteilen Deckengrenzen bzw. Überschiebungsbahnen wird das gesamte Projektgebiet von einer Vielzahl junger, steilstehender Störungszonen durchschlagen. Sie führen zu teils bedeutenden Verstellungen und einer weiteren Zergliederung der o.a. geologischen Großeinheiten. Sprödetektonische Störungszonen sind durch das

Auftreten stark zerlegter Gesteine und kataklastischer Störungsgesteine von baueologischer Bedeutung. Das tektonische Störungsmuster erreicht gebietsweise eine sehr hohe Dichte. Orientierung und Kinematik der Störungen orientieren sich an übergeordneten Störungssystemen von regionaler Bedeutung.

- Die wichtigsten Störungssysteme im Untersuchungsraum sind:
- Das „Mur-Mürz-Semmering-Wiener-Becken-Störungssystem“: etwa (N)NO-(S)SW-streichende sinistrale Seitenverschiebungen, die häufig zur Ausbildung von Duplex-Strukturen führen.
- Das „Talhof-Aue-Störungssystem“: O-W-verlaufende sinistrale Seitenverschiebungen
- Die sekundären Störungsstrukturen der o.a. Störungssysteme (synthetische und antithetische Scherflächen sowie Abschiebungen)
- N-S-streichende, mittelsteil bis steil nach Ost und West einfallende Abschiebungen
- WNW-OSO-streichende Störungszonen: dextrale Seitenverschiebungen, deren Anlage zum Teil älter als die o.a. Störungssysteme ist (z.B. „Kapellener Störung“, „Feistriztal-Störung“).

4.1.3 GEOLOGIE DES TRASSENVERLAUFS

Nach dem Portal in Gloggnitz durchörtert die Trasse über rund 3 km die Gesteine der Grauwackenzone. Es handelt sich dabei um Schiefer und Phyllite (Norische Decke, Silbersberg-Gruppe) sowie Metasandsteine und graphitische Phyllite (Veitscher Decke) mit eingeschuppten Permomesozoikumsspänen aus Serizitphylliten. Die Gesteine der Grauwackenzone liegen weitgehend stark zerschert vor. Entlang von Störungszonen sind gelegentlich auch Schiefer/Phyllite des Permomesozoikums eingeschuppt.

Nach Durchörterung der vielfach stark gestörten Serizitschiefer und Quarzite der „Tattermann-Schuppe“ im Bereich der Querung des Auetals (ca. 0,5 km) werden entlang der Trasse die Gesteine der Semmering-Einheit angetroffen.

Die Semmering-Einheit (auf ca. 3,6 km Streckenlänge angetroffen) wird von den Karbonatgesteinen des Graßbergs (v.a. Kalkstein) und des Otters (v.a. Dolomit, Rauhacke, Brekzien) dominiert. Die Karbonatgesteine sind unterschiedlich stark geklüftet, teilweise verkarstet und beinhalten ergiebige Bergwasserkörper. Zwischen dem Graßberg- und dem Otterkarbonatstock ist eine Folge aus teils gipsführenden Serizitphylliten/-schiefern und Kalklagen („Keuper“ bzw. „Alpiner Verrucano“) zwischengeschaltet, die intensiv zerschert und vielfach zu Störungsgesteinen überprägt vorliegt (Erstreckung entlang der Trasse ca. 0,9 km). Weiters treten im Bereich der Graßberg-Karbonatgesteine eingeschuppte Späne aus zerscherten Glimmerschiefern des Semmering-Kristallins auf.

Im anschließenden, rund 10,6 km langen Abschnitt, durchörtert die Trasse die Wechsel-Einheit. Der Großteil der Strecke wird von den Gesteinen des Wechselgneises (ca. 7,5 km) eingenommen. Der Wechselgneis zeigt variable Ausbildungsformen, die von kompetenten, gering zerlegten Gneisen bis zu stark geschieferten und tw. gescherten Varietäten reichen.

Der Wechselgneis wird von einer Hülle aus Wechselschiefern und einer geringmächtigen permomesozoischen Decksequenz überlagert, die infolge des kuppelartigen Internbaues und des gekrümmten Trassenverlaufs zu beiden Seiten des Wechselgneises auftritt und zweimal durchörtert wird (Bereiche Trattenbachtal und Fröschnitzgraben).

Die Wechselschiefer (in Summe auf ca. 2,6 km Streckenlänge angetroffen) werden von stark geschieferten Albitphylliten mit teils graphitreichen Einschaltungen aufgebaut. Die darüberliegenden Deckschichten des Permomesozoikums (Gesamterstreckung entlang der Trasse ca. 0,5 km) bestehen vorwiegend aus teilweise gipsführenden Serizitphylliten und Serizitschiefern („Alpiner Verrucano“), aus Semmeringquarzit und untergeordnet aus stark tektonisch deformierten karbonatischen Gesteinen.

Ab etwa km 94,3 erreicht die Tunneltrasse wieder Gesteine der Semmering-Einheit und verbleibt in diesen bis zum Portal in Mürzzuschlag.

Das Semmering-Kristallin wird vorerst über eine Streckenlänge von rund 3,1 km von meist gering zerlegten Gneisen, Glimmerschiefern und Grüngesteinen aufgebaut („Gneis-Grüngesteins-Folge“). Die darauffolgenden Glimmerschiefer, Quarzphyllite und Phyllonite („Glimmerschiefer-Folge“; rund 2,5 km Länge) liegen intensiv verfaltet und bereichsweise stark zerschert vor. Mächtige, mittelsteil nach (N)W fallende Störungszonen sind insbesondere in den Kontaktbereichen zu den angrenzenden Einheiten ausgebildet.

Die auf einer Streckenlänge von ca. 1,2 km erwarteten, massigen Grobgneise sind meist deutlich bis stark zerlegt. Im Bereich der Querung des Fröschnitztales grenzen sie wiederum an Glimmerschiefer/Quarzphyllite (Erstreckung entlang der Trasse ca. 0,5 km). Infolge intensiver Störungstätigkeit liegt dieser Gebirgsabschnitt stark zerschert vor.

Im westlichsten, etwa 2,3 km langen Abschnitt bis zum Portal in Mürzzuschlag treten wiederum zwischengeschaltene permomesozoische Deckschichten (Karbonatgesteine und untergeordnet Semmeringquarzit) und kristalline Glimmerschiefer bis Quarzphyllite auf. Die Karbonatgesteine (Kalkstein, Dolomit) zeigen wechselnde Zerlegung, der Semmeringquarzit ist weitgehend stark zerlegt bis kataklastisch zerbrochen. Die Glimmerschiefer bis Quarzphyllite treten auf rund 0,6 km Länge in Form einer flachen Muldenstruktur im Hangenden der Karbonatgesteine auf und sind weitgehend dünn-schiefrig ausgebildet und bereichsweise zerschert. Der Bergwasserspiegel ist in den Karbonatgesteinen infolge der Pumpmaßnahmen im nahegelegenen Begleitstollen bereits bis auf Trassenniveau abgesenkt.

4.1.4 ÜBERBLICK ÜBER DIE HYDROGEOLOGISCHEN VERHÄLTNISSE IM UNTERSUCHUNGSRAUM

Aus hydrogeologischer Sicht können im Untersuchungsgebiet hinsichtlich Durchlässigkeit und Wasserführung vereinfacht und generell 3 unterschiedliche Bereiche ausgewiesen werden. Diese sind:

- Paläozoische Gesteine der nördlichen Grauwackenzone und kristalline Gesteine (im Wesentlichen schlecht wasserwegig)
- Karbonatgesteine Festgesteine (im Wesentlichen sehr gut wasserwegig)
- Lockersedimente der größeren Täler (sehr gut wasserwegig – bis schlecht wasserwegig)

Die hydrogeologische Beschreibung des Untersuchungsgebietes wird in mehrere Kapitel unterteilt. Die für die Hydrogeologie maßgeblichen Gesteinseinheiten der Karbonatgesteine werden in zwei getrennten Kapiteln beschrieben. Dies sind zum Einen die Karbonatgesteine die zwischen Schottwien im Osten und in weiterer Folge über den Kaltenberg-Kampalpe bis in den westlichen Bereich Kapellen-Kohleben-Kreuzschober anstehen. Zum anderen werden im Südosten des Untersuchungsraumes die Karbonatgesteine des Grasbergers-Otter-Sonnwendstein-Hirschenkogel-Erzkogel gemeinsam beschrieben.

Ein eigenes Kapitel bilden weiters die Gesteine der nördlichen Grauwackenzone, sowie der Keuperserie und der kristallinen Gesteine der Semmering- und Wechseleinheit.

Karbonatgesteinsschollen, die innerhalb der Keuperserie oder auch entlang der Deckengrenze Semmering-Einheit – Wechseleinheit vorhanden sind, werden nicht in den Kapitel der Karbonatgesteine berücksichtigt.

4.1.4.1 Hydrogeologische Verhältnisse der nördlichen Grauwackenzone und der Tattermannschuppe

Kennzeichnend für den Bereich mit der Grauwackenzone sind sanfte Geländeformen mit nur wenigen Felsaufschlüssen. In diesem Gebiet sind die Gesteine in Hinblick auf die Wasserwegigkeit vorwiegend als sehr gering bis gering durchlässig einzustufen. Die Gesteine wurden fallweise an der Oberfläche angetroffen und in zahlreichen Kernbohrungen für das Projekts Semmering-Basistunnel alt erkundet. Dabei wurden keine signifikanten Hinweise auf größere Kluftwasserführungen dokumentiert.

Das Niederschlagswasser fließt vorwiegend oberflächennah ab, wie die Auswertung von Durchflussmessungen an den entwässernden Gerinnen und Bächen bei unterschiedlichen Witterungsverhältnissen zeigen. In Einzugsgebieten über Gesteinen der Norischen Decke sind zahlreiche wasserführende Gräben und Gerinne ausgebildet. Kennzeichnend sind kleinräumige Grundwasserkörper und Hangwasserstränge in der Verwitterungsschwarte der vorwiegend feinkörnigen Metamorphite und den überlagernden Lockergesteinen (Hangschutt und untergeordnet kleinere Bereiche mit Talalluvionen). Im Gelände zeigen sich gehäuft Vernässungszonen, Wiesenabschnitte und Waldbereiche mit feuchtigkeitsanzeigendem Pflanzenbewuchs, Quelltöpfe und Quellaustritte. Dies ist ein Hinweis darauf, dass in diesen Bereichen das Wasser nahe der Oberfläche verbleibt und bereichsweise nach relativ kurzer Wegstrecke wieder in Form von Quellen und in Feuchtgebieten zu Tage tritt.

Das Gebirge ist im Trassenbereich sehr stark tektonisch beansprucht und zerschert. Die tektonische Beanspruchung führt allerdings nach dem Geländebefund und der geologischen Dokumentation von Kernbohrungen der Erkundungsphasen zu keiner wesentlichen Erhöhung der Durchlässigkeit und damit zu großräumigeren und tiefer reichenden Verbindungen und Zusammenhängen der genutzten oder potentiell nutzbaren Aquifere.

Wassernutzungen in Form von gefassten Quellen und Brunnen sind verbreitet anzutreffen, die Ergiebigkeit der Quellen ist aber meist gering. Für die Versorgung von Ortschaften (zum Beispiel von Pettenbach oder Küb, Gemeindequelle Eichberg usw.) ist es daher erforderlich, mehrere, teilweise räumlich weit von einander entfernte Einzelquellen zu fassen und zusammen abzuleiten. Einzelwasserversorgungen weisen oftmals große Sammelbehälter auf, um den Bedarf decken zu können.

Bei den Gesteinen, welche der norischen Decke zugeordnet werden, handelt es sich im Wesentlichen um Phyllite und Schiefer bzw. um Grüngesteine im Allgemeinen. Zusätzlich treten auch innerhalb der norischen Decke Störungsgesteine auf. Die genaue lithologische Beschreibung ist dem geologischen Bericht zu entnehmen.

Aus hydrogeologischer Sicht sind die Phyllite und Schiefer, sowie die Störungsgesteine in diesen lithologischen Einheiten eher als schlecht bis sehr schlecht wasserwegig zu bezeichnen. Lokal sehr begrenzte Kluftwasserführungen geringeren Ausmaßes sind zu erwarten. Bergwasserzutritte in diesen Abschnitten werden vor allem bei Grabenquerungen mit geringeren Überlagerungen zu erwarten sein.

Die massigen Grüngesteine werden lokale Kluftwasserführungen aufweisen, wobei großräumigere, hydraulische Zusammenhänge nicht erwartet werden. Bevorzugte Wasserwegigkeiten werden im Bereich von Störungen in Verbindung mit den massigen Grüngesteinen und im Bereich von lithologischen Wechsellagen sowie bei Grabenquerungen auftreten. Die massigen Grüngesteine sind im Vergleich zu den Phylliten und Schiefen jedoch als besser wasserwegig einzustufen.

Innerhalb der Veitscher Decke werden lokale Bergwasserführungen hauptsächlich an die Meta-Quarkonglomerate und an die Metasandsteine gebunden sein. Ebenso werden lokal Störungen innerhalb dieser Gesteinsserien bevorzugte Wasserwege aufweisen. Die Graphitphyllite und Tonschiefer können als Wasserstauer angesprochen werden. Bergwasserzutritte innerhalb dieser Gesteinseinheiten sind generell nicht zu erwarten, auch Störungen innerhalb dieser Gesteinseinheiten werden eher wasserstauend ausgebildet sein.

An einer Reihe von Bohrungen wurden im Rahmen der Untersuchungen zum Projekt Semmering Basistunnel alt neben Wasserabpressversuchen auch Kurzpumpversuche gefahren. Bei den getesteten Pegelbohrungen genügte meist bereits eine Förderleistung von

ca. 0,2 l/s, um diese leer zu pumpen, was generell auf schlechte Durchlässigkeiten im Untergrund schließen lässt. Auch die im Rahmen der aktuellen Erkundungsphase durchgeführten hydraulischen Tests ergaben generell für die Gesteine der Grauwackenzone schlechte Durchlässigkeiten. Diese sollen jedoch nicht dahingehend interpretiert werden, dass im Untergrund über weite Strecken beim Tunnelbau komplett trockene Verhältnisse vorherrschen werden. Durchnässungen können immer wieder auftreten, die jedoch hydrogeologisch hinsichtlich einer Prognose lagemäßig nicht erfassbar sind.

Sehr wohl können aber Durchnässungen in gewissen Gesteinsabschnitten innerhalb der Grauwackenzone zu erheblichen geotechnischen Problemen führen, ohne dass dabei massive Kluffgrundwasserführung notwendig ist.

Aus hydrogeologischer Sicht kann für den Abschnitt innerhalb der Norischen Decke ausgesagt werden, dass die Hauptentwässerung neben dem Oberflächenabfluss hauptsächlich in den über dem anstehenden Festgesteinsuntergrund ausgebildeten Lockerbereichen stattfindet. Auch innerhalb der Sedimentgesteine der Lockerüberlagerung wird von eher schlechten Durchlässigkeiten ausgegangen. Als Beispiel dafür werden die großen Wasserspiegelschwankungen an einem Hausbrunnen im Bereich Reichenau-Prein vorgestellt, die nicht nur durch Entnahmen gesteuert werden.

Wesentlich für die Bergwasserführung an Störungszonen wird sein, ob bzw. wie diese Bereiche sekundär wieder verfüllt wurden. Innerhalb der Phyllitstrecken wurde das ursprüngliche phyllitische Gestein teilweise aufgrund tektonischer Zerlegung in tonige Kataklasite übergeführt. Eine tiefreichende Entwässerung an solchen Bahnen ist daher nicht anzunehmen.

Im Abschnitt der Veitscher Decke können die Gesteine einem örtlich rasch wechselnden Aufbau unterliegen. Innerhalb der Veitscher Decke sind lokale Bergwasserführungen hauptsächlich an die Meta-Quarkonglomerate und an die Meta-sandsteine gebunden. Ebenso können lokal Störungen innerhalb dieser Gesteinsserien bevorzugte Wasserwege im Untergrund aufweisen. Die Graphitphyllite und Tonschiefer können als Wasserstauer angesprochen werden, auch Störungen innerhalb dieser Gesteinseinheiten werden eher wasserstauend ausgebildet sein.

Aus hydrogeologischer Sicht ist in diesem Abschnitt das Vorhandensein von sulfathaltigem Gestein von Bedeutung. Hier muss auf jeden Fall mit dem Auftreten von betonaggressiven Wässern gerechnet werden.

Im Abschnitt des Eselbachgrabens und im Bereich des Schonergrabens wurde bei Bohrungen gespanntes Grundwasser angetroffen. Es ist daher zu erwarten, dass auch bei anderen Grabenquerungen in diesem Bereich gespannte Grundwässer vorhanden sind.

Aus hydrogeologischer Sicht kann für den Abschnitt innerhalb der Veitscher Decke ebenfalls ausgesagt werden, dass die Hauptentwässerung neben dem Oberflächenabfluss in den über dem anstehenden Festgesteinsuntergrund ausgebildeten Lockerbereichen stattfindet. Auch innerhalb der Sedimentgesteine der Lockerüberlagerung wird von eher schlechten Durchlässigkeiten ausgegangen. Pumpversuche an zu Pegeln ausgebauten Bohrungen weisen in diese Richtung.

Innerhalb der Gesteine der Tattermannschuppe muss von lokalen Kluffwasserführungen im Untergrund entlang den eingeschuppten Quarziten und Karbonatgesteinen ausgegangen werden. Die Tattermannschiefer sind generell als wasserstauend zu beschreiben. So bilden sie u.a. die stauenden Gesteine für die Quellaustritte der Bertaquelle (Nr. 18) und der Eselbachquelle (Nr. 3), die ihr Einzugsgebiet in den Karbonatgesteinen des Kaltenberges innehaben, und am Kontakt zu Tattermannschiefern als Art Überlaufquellen austreten.

Hydrogeologisch können diese Einheiten überblicksmäßig so zusammengefasst werden, dass die Gesteine der Grauwackenzone wegen ihrer lithologischen Zusammensetzung aus vorwiegend phyllitisch-schiefrigen Gesteinen geringe Wasserdurchlässigkeiten aufweisen. Aus diesem Grund erfolgt die Entwässerung hier vorwiegend oberflächlich. Nahezu jeder kleine Taleinschnitt wird über ein Oberflächengerinne entwässert. In diesen Gebieten sind lokal begrenzte Grundwasserkörper ausschließlich auf oberflächennahe Verwitterungs- und Auflockerungsbereiche beschränkt. In tieferen Abschnitten sind nur begrenzte, gering ergebige Bergwasserführungen bevorzugt entlang von Störungen zu erwarten.

In Hinblick auf unterirdische Hohlrumbauteen innerhalb der Grauwackenzone im Arbeitsgebiet ergeben sich aus hydrogeologischer Sicht günstige Bedingungen. Es ist weder mit größeren Wasserzutritten bei Vortrieben im Festgestein zu rechnen, noch sind ungünstige Auswirkungen auf bestehende Wassernutzungen zu erwarten, so ferne genügend Überdeckung vorhanden ist.

4.1.4.2 Karbonatgesteine im Zentralbereich des Untersuchungsgebietes

Südlich der Gesteine der Grauwackenzone (die Gesteine der Grauwackenzone sind nur im Nordabschnitt des Untersuchungsgebietes vorhanden) treten diese sehr gut wasserwegigen, verkarsteten Karbonatgesteine auf. Weitreichende hydraulische Zusammenhänge sind innerhalb dieser Karbonatgesteine zu erwarten und damit auch weitreichende mögliche Auswirkungen an der Oberfläche.

Im Zentralbereich erstrecken sich die Karbonatgesteine vom Westen (Kreuzschober-Mahdtalkogel) über Kohleben, Große Scheibe, Kampalpe bis nach NÖ über die Adlitzgräben in Richtung Osten, um im Bereich etwa ab Schottwien unter die neogenen Talsedimente abzutauchen. Über weite Strecken liegen diese Karbonatgesteine abflusslos vor, sieht man lokal von Oberflächengewässern geringer Schüttung ab, die hydraulisch abgekoppelt anzusehen sind.

Im Westen ist das überlagernde Permomesozoikum im Grenzbereich zum Semmering-Kristallin stark tektonisch verschuppt, mit Wechsellagerungen von Quarzit und Karbonatgesteinen. Die Karbonatgesteine sind zum Teil tiefreichend verkarstet und beinhalten ergiebige Bergwasserkörper. Als hangendste Einheit treten hier permische Porphyroide auf, die im Grenzbereich zum Permomesozoikum ebenfalls stark mit diesem verschuppt sind. Das Einfallen der meist flachen Deckenstapelung weist hier in nordwestliche bis westliche Richtungen. Die Einfallrichtungen der Schicht- und Schieferungsflächen des Permomesozoikums weisen eine große Variabilität auf. Es überwiegen flach bis mittelsteil bzw. steil einfallende NO-SW-streichende und steil einfallende NW-SO-streichende Kluffflächen. Im Permomesozoikum treten zusätzlich O-W-streichende um die Vertikale pendelnde und N-S-streichende mittelsteil gegen O bzw. W einfallende Häufungen auf.

Der nach Westen hin ausdünnende Karbonatzug im Bereich Mahdtalkogel – Kreuzschober – Höllgraben - Feistritzberg weist gute Durchlässigkeiten auf. Durch die ausgeprägte Verkarstung ist eine gute Wasserwegigkeit gegeben. Der nordöstlichste Bereich (Einzugsgebiet Dietlergraben) liegt weitgehend abflusslos vor, Richtung Westen hin nimmt die Abflussspende stark zu und ergibt sich im Einzugsgebiet Glawoggengraben Mitte im Wesentlichen aus Quellaustritten, die im Nahbereich des unterlagernden, wasserstauenden Semmeringkristallins in der Talsohle situiert sind. Im westlichsten Bereich (Feistritzberg) befindet sich eine, ebenfalls im Grenzbereich zum unterlagernden Semmeringkristallin liegende, stark schüttende Karstquelle, die für die Wasserversorgung der Gemeinde Krieglach verwendet wird. Aufgrund der hydrochemischen in Zusammenschau mit den geologisch/hydrogeologischen Gegebenheiten kann vermutet werden, dass zumindest ein Teil des Wassers aus dem Einzugsbereich des Dietlergrabens in Richtung Südosten unterirdisch abfließt.

Der Bereich der Kampalpe, welcher von Karbonatgesteinen aufgebaut wird, liegt oberflächenabflusslos vor. Aus anderen Untersuchungen im Bereich Schottwien ist bekannt, dass diese Karbonatgesteine tiefgründig verkarstet sind, und sehr gute Wasserwegigkeiten aufweisen. Im Einzugsgebiet der Kampalpe-Ziehgraben ist kein Oberflächenabfluss vorhanden. Daraus kann einerseits die angesprochene sehr gute Durchlässigkeit der Karbonatgesteine abgeleitet werden, andererseits fliesen auch sehr große Wassermengen im Untergrund ab, da aus der Wasserbilanz der oberirdische Abfluss nach Niederschlagsereignissen komplett fehlt und sich die Größe der Grundwasserneubildung nur aus den beiden Gliedern der Wasserbilanz Niederschlag minus Verdunstung abschätzen lässt. Die Entwässerungsrichtung im Untergrund in diesem Abschnitt dürfte West-Ost verlaufen. Im Bereich Schottwien tauchen die Karbonatgesteine unter die neogenen Talsedimente ab. In diesem Bereich ist auch die sogenannte Palkaquelle (FS092) situiert. Es besteht aufgrund der hydrochemischen und isotopehydrologischen Untersuchungen in Zusammenschau mit den geologisch/hydrogeologischen Gegebenheiten die Vermutung, dass zumindest ein Teil des Wassers der Palkaquelle sein Einzugsgebiet in den Karbonatgesteinen des Bereiches Adlitzgraben-Kampalpe hat. Die ähnliche hydrochemische und isotopehydrologische Zusammensetzung der Quellwässer am Grabenausgang des Adlitzgrabens und der Grundwässer in einer Bohrung im Adlitzgraben im Vergleich zum Quellwasser der Palkaquelle weisen in diese Richtung.

Entlang dem Adlitzgraben, dem Eselstein, im westlichen Rotgraben, im Bereich der Ochnerhöhe und des Pinkelkogels sind vorwiegend karbonatische Gesteine (Dolomit, Dolomitmarmor, Kalkstein) anzutreffen, die im Adlitzgraben intensiv tektonisch beansprucht sind. Diese Gesteine werden in das Permomesozoikum der Semmering-/ Wechsel-Einheit und

Tattermannschuppe eingeordnet. Die Gesteine sind verkarstet, oberflächennahe Abflüsse in diesem Bereich finden nur untergeordnet statt. Die Vegetation zeigt in weiten Bereichen trockene Bedingungen im Boden an und Quellaustritte und Vernässungszonen sind nur sporadisch anzutreffen. Dafür ist die Ergiebigkeit einiger weniger Quellen entsprechend hoch. Quellen finden sich oftmals im Grenzbereich zu dichteren Gesteinen (zum Beispiel feinkörnigen Serizitschiefern) oder in Gebieten, in denen das Gebirge (Karbonatgesteine) durch tektonische Beanspruchung (Scherzonen) für Wasser bereichsweise geringer durchlässig wird.

Diese mächtigen verkarsteten Karbonatgesteine des Zentralbereiches erstrecken sich in westliche Richtung (Stmk.) über den Bereich Kapellen-Kohleben hinaus bis hin zum Kreuzkogel/Mahdtalkogel. Auch in diesem Abschnitt ist eine Reihe von großen Karstquellen vorhanden, die ebenfalls für Trinkwasser verwendet werden. Dabei sind die Staudenpeterquellen (private Trinkwasserversorgung), sowie die Kientalquellen (TWVA Kapellen) und der Quellbereich Kohleben (TWVA Mürzzuschlag) zu nennen. Im Untergrund lässt sich für diese Quellwässer innerhalb der verkarsteten Karbonatgesteine eine Entwässerungsrichtung von Ost nach West ableiten.

Im Rahmen von Markierungsversuchen wurde diese Entwässerungsrichtung am Beispiel Krampusgraben – Staudenpeterquellen-Kientalquellen nachgewiesen.

Ob der gesamte Karbonatstock zwischen Schottwien im Osten und Kohleben im Westen ein einheitlich zusammenhängendes hydraulisches System darstellt, ist nicht bekannt. Die hydrogeologische Modellvorstellung der unterirdischen Entwässerung geht eher von größeren hydraulischen Einheiten aus, die voneinander durch minder permeable bis stauende Schichten getrennt sind. Regional gesehen entwässert der östliche Abschnitt der Karbonatgesteine nach Osten, der westliche Abschnitt nach Westen.

Im Wallersbachgraben, im Zentralbereich dieser Karbonatgesteine der Kampalpe sind die sogenannten Wallersbachquellen gelegen, die einen Teil der Trinkwasserversorgungsanlage der Stadtgemeinde Mürzzuschlag darstellen. Diese Wallersbachquellen entspringen auf einer Seehöhe von etwa 1050 m, während die Karstquellen im Bereich Kapellen und Kohleben im Tal auf einer Seehöhe von etwa 700-800 m austreten. In diesem Abschnitt liegt somit eine Entwässerungsrichtung der Karbonatgesteine im Untergrund in südliche Richtung vor. Aufgrund der unterschiedlichen Entwässerungsrichtung sowie auch auf Grund der deutlich unterschiedlichen Austrittsseehöhen von etwa 200-300 m kann ein hydraulisch abgeschlossenes Einzugsgebiet im hinteren Abschnitt des Wallersbachgrabens angenommen werden.

Die im hintersten Abschnitt des Wallersbach abfließenden Oberflächengerinne aus den phyllitischen Gesteinsbereichen verlieren ebenfalls ihr Wasser zur Gänze beim Durchfließen der Karbonatgesteinspassagen, und treten hier an den Wallersbachquellen wieder zu Tage.

Im Rahmen des Projektes Semmering Basistunnel alt, wurden bereits verkarstete, stark wasserführende Karbonatgesteine durch den Begleitstollen aufgeschlossen. Dabei wurden im Portalbereich Mürzzuschlag, und bei und nach der Querung des Wallersbachgrabens Karbonatgesteine durchörtert.

Zusammenfassend kann für die Karbonatgesteine, die im Rahmen des Begleitstollens aufgefahren wurden ausgesagt werden, dass sie sehr gut wasserwegig sind, und ein gut durchlässiges Karst-Kluftnetz vorliegt. Sehr große Hohlräume und/oder Höhlen wurden beim Vortrieb nicht angetroffen. Im Bereich Wallersbachgraben kam es beim Antreffen der Karbonatgesteine (Karbonatbereich II – Benennung im Projekt SBT_alt-Pilotstollen) zu großen Bergwasserzuflüssen. Nach diesen Karbonatgesteinen wurden beim Begleitstollen phyllitische Gesteine aufgefahren, um In weiterer Folge beim Vortrieb erneut Karbonatgesteine (Karbonatbereich III – Benennung im Projekt SBT_alt-Pilotstollen) zu durchörteren. Im Zuge von Pumpmaßnahmen innerhalb der Karbonatgesteine bei der Querung des Wallersbachgrabens (Brunnenfilternische 1 - Karbonatbereich II) konnte der Bergwasserspiegel bis unter Stollenniveau abgesenkt werden. Beim Antreffen der Karbonatgesteine des Karbonatbereiches III wurden trotz der ständigen Pumpmaßnahmen im Karbonatbereich II erneut große Bergwassermengen angetroffen. Für den weiteren Vortrieb wurde im Karbonatbereich III ebenfalls eine Brunnenfilternische errichtet, um auch in diesem Abschnitt den Bergwasserspiegel unter Stollenniveau absenken zu

können. Bei anschließenden Pumpversuchen zeigte sich, dass beide Karbonatgesteinsbereiche hydraulisch zusammenhängen.

Aufgrund der Tatsache, dass durch die lang anhaltenden Pumpmaßnahmen im Karbonatbereich II keine deutliche Vor-entwässerung im Karbonatbereich III stattgefunden hat, gehen die Projektanten davon aus, dass Karbonatgesteinsabschnitte immer wieder durch minder durchlässige Zonen voneinander getrennt sind, hydraulisch jedoch kommunizieren. Dies sollte nach Angaben der Projektanten bei der Planung des Vortriebes innerhalb der Karbonatgesteine berücksichtigt werden, um z.B. durch Vorbohrungen Entwässerungsmaßnahmen einleiten zu können.

4.1.4.3 Hydrogeologische Verhältnisse der Keuperserie

Entlang eines Westsüdwest verlaufenden Zuges von Spital am Semmering über Semmering weiter in den Myrtengraben, den Ortsteil Greis, nördlich Maria Schutz bis zum Göstritzgraben stehen Serizitschiefer („Keuperschiefer“) mit Karbonateinschaltungen, Rauwacken und Quarziten an, die teilweise gipsführend sind. Diese Gesteine gehören ebenfalls dem Permomesozoikum der Semmering-/ Wechsel-Einheit und Tattermannschuppe an. Die Gesteine bilden sanfte Geländeformen und sind selten an der Oberfläche aufgeschlossen.

Vernässungszonen und Quellaustritte sind im Gegensatz zu den Gebieten mit Karbonatgesteinen häufiger. Generell dominiert in diesem Bereich der oberflächennahe Abfluss des Niederschlagswassers. Artesisch gespannte Grundwasserhältnisse in eingeschuppten Karbonatspänen wurden in der Bohrung KB-49/06 (siehe Lageplan Erkundungsmaßnahmen 5510-EB-5000AL-02-0102-E02) beobachtet.

Mit gespanntem Wasser und durch Lösungsvorgänge erweiterte Trennflächen muss gerechnet werden. Verbindungen und in die Tiefe reichende Wasserführungen in angelösten Evaporitpartien sind nicht auszuschließen.

Im Rahmen des Projektes S6 Semmering Schnellstraße wurden die Gesteine der „Keuperserie“ im steirischen Abschnitt bereits durch die beiden Tunnel Steinhaus und Spital durchhörert.

Hinsichtlich der hydrogeologischen Situation beim Tunnel Spital und Tunnel Steinhaus kann ausgesagt werden, dass die Bergwasserzutritte ein nur sehr lokal begrenztes Einzugsgebiet aufwiesen. Die Hauptwasserzutritte waren an die Karbonatgesteinsinschaltungen innerhalb der „Keuperserie“ gebunden. Durch ihre isolierte Lage innerhalb der „Keuperserie“ waren die Auswirkungen der Bergwasserzutritte räumlich sehr begrenzt. Weitreichende Auswirkungen traten prognosegemäß nicht ein. Neben den Hauptwasserzutritten aus den Karbonatgesteinen wurden im Rahmen der Vortriebsarbeiten immer wieder Bereiche geringfügiger Wasserführung angetroffen. Diese, vorwiegend aus phyllitischen Gesteinen stammenden Wasserzutritten manifestierten sich in Form strähniger Zutritte und Tropfwässern im Bereich von Gebirgsankern und Feuchtbereichen. Nur in unmittelbarer Nähe zum Tunnelvortrieb wurden an Pegelbohrungen Auswirkungen auf den lokalen Grundwasserstand gemessen.

Weitreichende zusammenhängende hydrogeologische Systeme wurden prognosegemäß nicht angetroffen, sodass das lokale Absinken des Wasserspiegels in den beobachteten Bohrungen nur als ein sehr lokaler, eng begrenzter Vorgang zu interpretieren war. Neben der Tatsache, dass sich daraus keine weitreichenden Auswirkungen ergeben können, ist es aus Beweissicherungsgründen von Bedeutung, dass an einigen Bohrungen wieder deutliche Aufspiegelungsvorgänge stattgefunden haben.

4.1.4.4 Kristalline Gesteine – Phyllite, Schiefer und Gneise der Semmering Einheit und der Wechselinheit

Die kristallinen phyllitischen Gesteine des Semmering-Kristallins können als schlecht wasserwegig bezeichnet werden, untergeordnet sind geringe Kluftwasserführungen und Durchnässungen des Gebirges im Untergrund vorstellbar. Diese Gesteine wurden bereits durch den Begleitstollen zum Projekt Semmering Basistunnel alt aufgefahren. Es hat sich dabei gezeigt, dass lokal nur untergeordnete Kluftwasserführung vorhanden ist. Zudem konnte auch beobachtet werden, dass anfangs gering bis sehr gering rinnende Kluftwasserzutritte nach einiger Zeit trocken fielen. Im Zentralbereich des Unter-

suchungsgebietes ist zudem zu beobachten, dass eine Vielzahl von oberirdischen Gerinnen, die aus den phyllitischen Gesteinsbereichen abfließen, beim anschließenden Abfluss in den Karbonatgesteinen zur Gänze in den Untergrund versickern bzw. versinken. Sehr markant ist dies im Bereich Talhof und im Krampusgraben zu beobachten. An diesen Stellen wird der oberirdische Abfluss zur Gänze direkt über eine Höhle in den Untergrund abgeleitet.

Orographisch rechts der Mürz, westlich bzw. nordwestlich von Mürzzuschlag, nehmen die Quarzphyllite bis Glimmerschiefer des Semmering-Kristallins im Wesentlichen die zur Mürz abfallenden Talflanken südlich bzw. südöstlich der Linie Lammer – Kreuzschober – Hauzenberg ein. Sie stellen eine Abfolge stark geschieferter Gesteine mit schwankendem Quarzgehalt und unterschiedlich starker tektonischer Überprägung dar. Das überlagernde Permomesozoikum ist im Grenzbereich zum Semmering-Kristallin stark tektonisch verschuppt, mit Wechsellagerungen von Quarzit und Karbonatgesteinen.

Orographisch links der Mürz, können vier verschiedene Bereiche hinsichtlich des Gefüges unterschieden werden. Den Bereich „Bärenkogel“ begrenzen im Norden das Mürzthal und im Osten der Ganz- und Kogelbach bzw. dessen Fortsetzung über die Einsattelung östlich des Bärenkogels zur südlichen Grenze des Pretulbaches. Er wird von den Gesteinen des Semmeringkristallins und den karbonatisch dominierten Abfolgen des Permomesozoikums aufgebaut, wobei Karbonatgesteinsschollen unterschiedlicher Mächtigkeit in das aus Quarzphylliten bis Glimmerschiefern bestehende Kristallin eingeschuppt sind. Die Einfallrichtungen des Semmering-Kristallins und des Permomesozoikums variieren bei flachen bis steilen Einfallswinkeln von SW bis NW und von NO bis SO. Diese heterogene Gefügesituation ist auf eine starke tektonische Beanspruchung an SW-NO-, N-S- und NW-SO-streichenden Störungen und Störungszonen zurückzuführen und wird durch das Auftreten von Massenbewegungen verstärkt. Die Klufflächen des Semmering-Kristallins sowie des Permomesozoikums zeigen ein überwiegend mittelsteiles bis steiles Einfallen in alle Richtungen, wobei sich zwei dominante Kluftscharen mit Streichrichtungen NNW-SSO bis NNO-SSW bzw. ONO-WSW bis OSO-WNW und einem um die Vertikale pendelndem Einfallen abzeichnen. Obwohl in diesen Abschnitten auch Karbonatgesteine größeren Ausmaßes vorhanden sind (z.B. Bärenkogel), werden sie hier beschrieben, dass sie als Art Schollen in das Kristallin eingeschuppt sind.

Die orographisch rechts der Mürz im Bereich südlich der Linie Lammer – Kreuzschober – Hauzenberg gelegenen phyllitischen Gesteine des Semmering-Kristallins zeigen auf Grund ihrer geringen Durchlässigkeiten eine deutliche Oberflächenentwässerung. Sämtliche, die Einzugsgebiete entwässernde Gräben, sind Wasser führend und alle Einzugsgebiete weisen ähnliche Abflussspenden auf. In diesen Gebieten sind lokal begrenzte Grundwasserkörper ausschließlich auf oberflächennahe Verwitterungs- und Auflockerungsbereiche beschränkt. In tieferen Abschnitten sind nur begrenzte, gering ergiebige Bergwasserführungen bevorzugt entlang von Störungen zu erwarten.

Südöstlich des Stürzkerkogels versickern im südöstlichsten Abschnitt des Einzugsgebietes die Oberflächenwässer des Grabens zur Gänze in gut durchlässigen Hangschutt-/Schwemmkegelsedimenten. Eine Alimentierung des Karstwasserkörpers der unterlagernden, stark verkarsten Karbonatgesteine ist wahrscheinlich.

Südlich der Mürz zeigen die Einzugsgebiete, in denen phyllitischen Gesteine des Semmering-Kristallins mit eingeschalteten permomesozoischen Karbonatschollen dominieren eine ähnliche Abflusssituation wie die Kristallin-dominierten Einzugsgebiete orographisch rechts der Mürz. Der Abfluss findet hauptsächlich oberflächlich statt. In den kristallinen Gesteinen sind lokal begrenzte Grundwasserkörper ausschließlich auf oberflächennahe Verwitterungs- und Auflockerungsbereiche beschränkt. In tieferen Abschnitten sind nur begrenzte, gering ergiebige Bergwasserführungen bevorzugt entlang von Störungen zu erwarten.

Die Karbonatschollen des Bärenkogels sind weitgehend abflusslos und weisen auf Grund ihrer z.T. ausgeprägten Verkarstung gute Durchlässigkeiten auf. Die einzelnen Karbonatkörper sind vermutlich durch gering durchlässige Gesteine oder Störungszonen in einzelne Kompartimente aufgliedert. Eine Kommunikation untereinander konnte nicht festgestellt werden. In den meist von Lockergesteinen überlagerten Randbereichen zu den kristallinen Gesteinen treten an Tiefpunkten der Karbonatschollen Quellen zu Tage, und werden meist zur Einzelversorgung herangezogen. Der zwi-

schen Kranzbauer (Nord) und Strauß (Süd) gelegene Karbonatkörper wird für die Trinkwasserversorgung von Müzzzuschlag genutzt.

Die im Süden des Untersuchungsgebietes vorhandenen Gneise im Semmering Kristallin weisen zusammengefasst generell etwas bessere Durchlässigkeiten auf, als die schiefrigen, phyllitischen Gesteine. Lokal muss innerhalb der massigen Gneise mit tieferreichenden Kluftwasserführungen gerechnet werden, die jedoch als nicht großräumig hydraulisch zusammenhängend prognostiziert werden. Die hydrogeologische Modellvorstellung geht davon aus, dass Kluftwasserführungen im Untergrund hinsichtlich ihrer Verbreitung und hydraulischen Wirksamkeit nur lokalen Charakter haben werden. Ebenso sind flächenhafte Zutritte in Form von Firstregen vorstellbar.

Im Bereich des Oberlaufs des Ganzbachs findet sich eine große Anzahl an Einzelquellen. Viele davon sind gefasst und stellen einen Teil der Trinkwasserversorgung der Gemeinde Müzzzuschlag dar. Aufgrund der großen Anzahl an Quellen kann angenommen werden, dass die Entwässerungssysteme innerhalb der Gesteine des Semmering-Kristallins im Untergrund zum überwiegenden Anteil nur sehr seicht vorliegen. Weiter kann angenommen werden, dass diese hauptsächlich an die Lockerüberlagerungen über dem Festgesteinsuntergrund gebunden sind.

Der Dürrgrabenbach entwässert in seinem hinteren Abschnitt schlecht durchlässige Gesteine der Wechseleinheit. In diesem Bereich liegt eine Vielzahl an Einzelquellen vor. Viele davon sind gefasst und stellen einen Teil der Trinkwasserversorgung der Gemeinde Semmering dar. Aufgrund der Vielzahl der Quellen kann interpretiert werden, dass die Entwässerungssysteme innerhalb der Gesteine der Wechseleinheit im Untergrund zum überwiegenden Anteil nur sehr seicht vorliegen, und diese hauptsächlich an die Lockerüberlagerungen über dem Festgesteinsuntergrund gebunden sind. Tieferreichende Entwässerungsbahnen sind nur lokal und sehr eingeschränkt vorstellbar.

Hydrogeologisch können diese Einheiten überblicksmäßig so zusammengefasst werden, dass die Wechseleinheit wegen ihrer lithologischen Zusammensetzung aus vorwiegend phyllitisch-schiefrigen Gesteinen geringe Wasserdurchlässigkeiten aufweisen. Aus diesem Grund erfolgt die Entwässerung hier vorwiegend oberflächlich. Nahezu jeder kleine Taleinschnitt wird über ein Oberflächengerinne entwässert. In diesen Gebieten sind lokal begrenzte Grundwasserkörper ausschließlich auf oberflächennahe Verwitterungs- und Auflockerungsbereiche beschränkt. In tieferen Abschnitten sind nur begrenzte, gering ergebige Bergwasserführungen bevorzugt entlang von Störungen zu erwarten.

4.1.4.5 Karbonatgesteine im Südosten des Untersuchungsgebietes – Grasberg/Otter/Sonnwendstein/Hirschenkogel/Erzkogel

In den großteils tiefgreifend verkarsteten Karbonatgesteinszügen des mittleren Abschnitts erfolgt die Entwässerung hingegen zum überwiegenden Teil über Klüfte im Berginneren. Oberflächengerinne fehlen hier großflächig. Sie sind nur am Übergang zu stauenden Gesteinseinheiten als Abflussgerinne teils starker Überlaufquellen ausgebildet. Die Karbonatgesteine weisen im Bereich Grasberg/Otter auch eine interne Gliederung durch O-W-streichende Störungszonen auf, die wegen ihrer lithologischen Zusammensetzung aus weitgehend wasserundurchlässigen Störungsgesteinen nicht nur eine morphologische Gliederung in einzelne E-W verlaufende Karbonatgesteinszüge sondern auch eine hydraulisch wirksame Trennung in einzelne sehr ergebige Bergwasserkörper bewirken.

Analog zur Oberflächenentwässerung der größeren Gerinne (Schwarza, Auebach, Trattenbach) erfolgt offensichtlich auch die Entwässerung der Bergwasserkörper in den Karbonatgesteinszügen bevorzugt in östlicher Richtung. Dies ist vermutlich auf das östlich angrenzende Wiener Becken zurückzuführen, wo über Staffelbrüche die Gesteine der alpinen Decken tief unter die heutige Geländeoberfläche abgesenkt werden. Die größten Quellaustritte befinden sich demnach immer beim östlichen Auskeilen der Karbonatgesteinszüge.

Die Karbonatgesteine des Sonnwendsteins und des Hirschenkogels wurden bereits durch den Semmering Tunnel im Rahmen des Projektes S6 Semmering Schnellstraße aufgefahren. Der Tunnel durchhörte zunächst noch die Gesteine der Keuperserie, und gelangte nach der Semmering Störung in die verkarsteten, wasserführenden Karbonatgesteine des Sonnwendstein-Hirschenkogelmassivs. Die Gesteine der „Keuperserie“ im Norden der Karbonatgesteine stellen den

Stauer dar, an welchem eine Reihe von Überlaufquellen austreten. Ähnlich ist die Situation im Bereich der Karbonatgesteine des Kaltenberges zu den stauenden Gesteinen der Tattermannschuppe zu bewerten.

Die größten Quellen, die an dieser Überschiebungslinie austreten, sind die die sogenannten Göstritzquellen (Nr. 541 und 542). Ein Austritt der Göstritzquellen ist gefasst, und wird derzeit von der Gemeinde Schottwien für Trinkwasserzwecke genutzt.

Bei Auffahren der Karbonatgesteine hat sich gezeigt, dass ein Großteil der Bergwasserzutritte eher flächenhaft zutritt. Größere Einzelzutritte waren selten. Der Schüttungsverlauf der gesamten Bergwassermenge, die beim Ostportal im Bereich Greis in den Greisbach eingeleitet werden, zeigt große saisonal bedingte Schwankungen.

Die im Bericht UV 06-01.01 abgebildete Ganglinie der Bergwassermengen aus dem S 6 Semmering tunnel zeigt nach Angaben der Projektanten, dass es sich bei den anfallenden Bergwässern nicht um ein „Auslaufen“ handelt, sondern der Verlauf als wiederkehrendes Schüttungsverhalten interpretiert werden kann. Daraus lässt sich für den beobachteten Zeitraum ableiten, dass der Aquifer bzw. die Aquifere nicht entleert wurden, sondern davon ausgegangen werden kann, dass die kontinuierlich gemessene gesamte Bergwassermenge die natürlich bedingten jahreszeitlichen Schwankungen repräsentiert. Somit findet eine Regeneration der drainierten Bergwässer statt und der zyklische Verlauf der Bergwassermenge ist auch in Zukunft zu erwarten.

Südwestlich der Linie Sonnwendstein-Hirschenkogel schließt noch der Karbonatstock des Erzkogels bis in das Fröschnitztal an. Der Erzkogel selbst, ist wie auch der Sonnwendstein und der Hirschenkogel nahezu oberflächenabflusslos. Große Karstquellen sind nur im Fröschnitztal bekannt. Eine dieser Karstquellen ist gefasst und stellt heute einen Teil der Trinkwasserversorgung der Gemeinde Spital am Semmering dar. Der Dürrgrabenbach entwässert in seinem hinteren Abschnitt schlecht durchlässige Gesteine der Wechseleinheit. Der Oberflächenabfluss des Dürrgrabenbaches schneidet infolge seiner nach Nordwesten ausgerichteten Abflussrichtung in die Karbonatgesteinseinheiten des Hirschenkogels bzw. Erzkogels ein. Beim Durchfließen dieser Passage, wo im Untergrund die verkarsteten Karbonatgesteine anstehen, verliert der Bach zur Gänze sein Wasser. Der Grabenausgang ist die meiste Zeit des Jahres über trocken: Nur zu Zeiten der Schneeschmelze oder zu bzw. kurz nach Starkregenereignissen führt der Dürrgrabenbach über seine gesamte Strecke Wasser. Ein Großteil dieser Wässer fließt unterirdisch in Richtung Westen ins Fröschnitztal ab, um hier u.a. wieder an den hier gelegen Karstquellen auszutreten.

4.1.5 ABFLUSSENTSTEHUNG

Für die Erstellung der Wasserbilanz wurde von den Projektanten das flächendetaillierte hydrologische Modell MIKE-SHE (von DHI) eingesetzt. Mit diesem Modell können neben den hydrologischen Bilanzgrößen Abfluss, Niederschlag und Verdunstung auch Aussagen über die in Boden und Untergrund gespeicherten Wassermengen erfolgen. Zudem können auch Abschätzungen über Abflussanteile getätigt werden, die tiefer zirkulieren und auch einzugsgebietsübergreifend vorhanden sein können. Die dazu notwendigen Grundlagen und Ausgangsparameter sind im UVE-Bericht Grund-, Berg- und Oberflächenwasser kurz erläutert und zusammengefasst.

Die Projektanten führen aus, dass in dieser Phase der hydrologisch-hydrogeologischen Untersuchungen nur auf einen sehr kurzen Zeitraum der Messungen zurückgegriffen werden kann. Da aber die Messungen nach Angaben der Projektanten derzeit weiter laufen, werden die Aussagen zur Wasserbilanz in weiterer Folge mit neuen und längeren Datensätzen zusätzlich abgesichert. An Gebietsdaten für die hydrogeologische Modellierung wurden folgende Daten verwendet:

- Digitales Höhenmodell
- Geologie (vereinfacht nach hydrogeologischen Gesichtspunkten)
- Landnutzung (Corinne Land Use Dataset)
- Böden

Für die Modellkalibration stand eine Reihe von Abflussdaten zur Verfügung. An folgenden Pegelmessstellen wurden Abflussdaten erhoben:

Pegel EZG	Gewässer
389	Wallersbach
JRN213	Kohlgrabenbach
JRN1076	Auersbach
JRN1077	Steinbach
JRN1082	Kaltenbach
JRN1085	Dürrgraben
JRN1090	Raxenbach
FS128	Otterthalbach
FS127	Trattenbach
FS332	Fuchsgrabenbach
JRN1084	Fröschnitz oben
JRN1185	Göstritzbach oben
Fröschnitz-Pegel	Fröschnitz Mzz.
575	Göstritzbach unten
Fue31	Auebach-Schottw.

Für die Messungen standen 16 Datenlogger im Einsatz.

Meteorologische Daten wurden für den Zeitraum von 1999 bis 2008 erhoben. Der Simulationszeitraum orientierte sich an der Verfügbarkeit der Abflussdaten und wurde von 2004 bis 2008 gewählt. Die Regionalisierung der Daten, d.h. die Interpolation der Punktdaten zur Ermittlung eines flächenhaften Modellinputs, erfolgte nach der Gradientenmethode (lineare Höhenabhängigkeit) auf Tagesbasis. Für jeden Tag wurde die lineare Regression angewandt. Als Input in das Modell wurden die Tageswerte für 100m-Höhenstufen ausgewiesen. Die verwendeten Niederschlagsstationen sind im UVE-Bericht Grund-, Berg- und Oberflächenwasser angeführt. Es wurden drei Regionen mit unterschiedlicher Höhenabhängigkeit (Gradienten) identifiziert: Das Gebiet der Mürz in der Steiermark, das Gebiet der Schwarza und das Gebiet des Trattenbaches in Niederösterreich.

Zur Regionalisierung der mittleren Tageslufttemperaturen wurde ähnlich wie beim Niederschlag vorgegangen. In diesem Fall wurden aber nur zwei Regionen mit unterschiedlichen Höhengradienten ausgewiesen. Die Gebiete auf der niederösterreichischen Seite (Schwarza und Trattenbach) wurden zusammen gefasst. Grundsätzlich zeigen die Lufttemperaturen weniger starke räumliche und zeitliche Variabilität als die Niederschläge, weshalb sich bei der Übertragung auf flächenhafte Werte durch die Regionalisierung geringere Unsicherheiten ergeben.

Zusätzlich zu Niederschlag und Lufttemperatur benötigt das Modell als Input die potentielle Verdunstung, d.h. die maximal mögliche Verdunstung bei optimalem Wasserdargebot. Für diesen Input-Parameter wurde die Grasreferenzverdunstung ET₀ nach FAO-Penman-Monteith herangezogen. Die Daten ausgegeben als Tagessummen wurden von der ZAMG zur Verfügung gestellt. An vier Stationen der ZAMG sind die Daten verfügbar (Mürzzuschlag, Semmering, Hirschenkogel, Reichenau). Es zeigt sich ein klarer Höheneffekt, weshalb für die einzelnen Höhenstufen die ET₀ für jeden Zeitschritt ebenfalls aus einer linearen Regression gewonnen wurde.

MIKE SHE bildet physikalische Prozesse dreidimensional im gesamten Wasserkreislauf ab, angefangen vom Oberflächenabfluss durch Niederschlag, über das Grundwasser und die Fließgewässer. Der Schwerpunkt bei diesem Modell liegt auf der Koppelung aller hydrologischen Prozesse, sodass MIKE SHE als physikalisches, flächendetailliertes und integriertes hydrologisches Modell bezeichnet werden kann, das alle wichtigen hydrologischen Prozesse anhand physikalisch-mathematischer Gleichungen nachbildet. Um eine flexible Modellierung zu gewährleisten, ist MIKE SHE modular aufgebaut, d.h., dass jeder bedeutende hydrologische Prozess in einem Modul, welches verschiedene Lösungsansätze beinhaltet, simuliert wird. In der vorliegenden Arbeit werden Schneefall, Schneeschmelze, Evapotranspiration, Oberflä-

chenabfluss, Infiltration und die Wasserbewegung in der ungesättigten Zone sowie der Grundwasserabfluss nachgebildet. Als Zellenweite wurde eine Pixelgröße von 100 x 100 m gewählt.

Als Rechenzeitschritt wurde 1 Tag gewählt. Abflussdaten liegen zwar in 15 min-Intervallen vor, die meteorologischen Daten aber in Tagesintervallen. Der Fokus in der Berechnung liegt auf die Abbildung der längerfristigen Wasserbilanz und der Grundwasserneubildung, die kurzen Abflussspitzen, die in den kleinen Einzugsgebieten in der Regel nur geringe Abflussvolumina besitzen, sind von untergeordneter Bedeutung. Zusätzlich sind viele Pegelschlüssel im Hochwasserbereich nicht abgesichert (Ausuferung), was einen Vergleich der Simulation mit den Pegeldaten erschwert.

Für jede Zelle werden die oben angeführten Prozesse simuliert. Die Abflüsse aus den Pixeln werden sodann den orographischen Teileinzugsgebieten entsprechend zusammengefasst. Meteorologische Inputdaten zur Simulation standen von 1999 bis 2008 zur Verfügung. Abflussdaten sind bei den meisten Pegeln allerdings erst ab 2006 vorhanden. Da es sich um ein kontinuierlich rechnendes Modell handelt und die Modellzustände am Beginn nicht bekannt sind, wird eine Vorlaufzeit benötigt. Die Simulation beginnt im Oktober 2004, die Auswertung erfolgt aber ab dem Jänner 2006. Die Zeit bis 2006 wird als Vorlaufzeit benötigt.

Schneeakkumulation und –schmelze werden in MIKE SHE in einem der Bodenabflussbildung vorgeschalteten Modul simuliert. Aus Gründen der Handhabbarkeit, d.h. hauptsächlich zur Verringerung der zu bestimmenden Parameter im Modell, wurden einzelne Zellen gemäß ihrer hydrologischen Eigenschaften zu hydrologisch ähnlichen Einheiten („Hydrotope“) zusammengefasst. 26 Hydrotope wurden aus der GIS-Verschneidung von Landnutzung und Geologie gewonnen. Diesen wurden jeweils gleiche bodenphysikalische bzw. hydraulische Eigenschaften zugeordnet („Pedo-Hydrotope“). Zur Klassifizierung der Böden wurde im Gelände eine Aufnahme und Kartierung von acht Bodenpunkten auf charakteristischen Flächen vorgenommen. Diese sind ebenfalls in der Karte eingezeichnet. Aus der Kartierung wurden der Bodenaufbau (Anzahl der Horizonte), die Mächtigkeiten und sogenannte Boden-Grundparameter wie, Grob-/Feinanteil, Humusanteil, etc. ausgewiesen. Anhand der Grundparameter wurden dann aus Datenbanken und aus einschlägiger Literatur die hydraulischen Parameter ausgewiesen.

In MIKE SHE besteht nach Angaben der Projektanten die Möglichkeit, einen Makroporenfluss in der ungesättigten Zone zu berücksichtigen. Über Makroporen, das sind bevorzugte Fließwege, beispielsweise Röhren hervorgerufen durch Durchwurzelung, wird die Bodenmatrix überbrückt, und das infiltrierte Wasser gelangt sehr rasch in die gesättigte Zone bzw. es wird unmittelbar abflusswirksam („Bypass“). Im Modell wird der Anteil an Makroporenfluss abhängig von der aktuellen Bodenfeuchte angesetzt; er tritt erst bei höherer Bodenfeuchte auf und wird mit höherer Bodenfeuchte größer. Dahinter steht der Ansatz, dass die bevorzugten Fließwege erst im vollen Ausmaß aktiviert werden, wenn viel Wasser im Boden vorhanden ist. Der maximale Anteil und die Grenzen der Bodenfeuchte für das Auftreten des Bypass-Flusses werden parametrisiert und im Zuge des Kalibrationsprozesses aus der Dynamik der raschen Basisabflusskomponente (Interflow) bestimmt. Ist die Dynamik stärker, d.h. ist in den Pegelabflussganglinien zu sehen, dass der Basisabfluss rasch auf den Niederschlag reagiert, so müssen die Parameter im Modell so gewählt werden, dass viel Makroporenfluss entsteht. Darüber hinaus wird darauf geachtet, dass im Modell auf den bewaldeten Flächen der Bypass-Fluss stärker ist, als auf Wiesen, Feldern und bebauten Flächen. In den einzelnen Teilgebieten ergeben sich aus der Kalibration durchwegs recht hohe Werte für den Anteil des Makroporenflusses an der Grundwasserneubildung, was aufgrund des hohen Waldanteils im Gebiet des Semmering plausibel ist. Beispielsweise sind es im Gebiet des Kaltenbach im Mittel rd. 70 % der simulierten Grundwasserneubildung, die aus dem Makroporenfluss stammen.

Der Prozess des Makroporenflusses (Bypass) wurde auch verwendet, um in verkarsteten, karbonatischen Gebietsteilen die rasche Entwässerung durch Röhren- und Spaltensysteme zu beschreiben. Das Wasser gelangt hier sehr rasch in die gesättigte Zone, in diesem Fall jedoch unabhängig von der Bodenfeuchte. Auch letzteres wurde im Modell berücksichtigt, indem der Bypass so parametrisiert wurde, dass er schon bei geringer Bodenfeuchte auftritt.

Aufgrund ihrer räumlichen und zeitlichen Variabilität können einige Parameter für die Bodenzone (ungesättigte und gesättigte Bereiche) nicht eindeutig aus physikalischen Gesichtspunkten definiert werden, sondern müssen aus Abflussda-

ten kalibriert oder aus hydrologisch-hydrogeologischen Überlegungen und Einschätzungen gesetzt werden. Zur Absicherung der Annahmen führten die Projektanten bei unterschiedlichen hydrometeorologischen Verhältnisse Geländebegehungen durch.

Im Gebiet Trattenbach wurde die Begehung in der Wechseleinheit durchgeführt. An Hanganschnitten konnten im Wald sehr gering mächtige Böden beobachtet werden. Teilweise handelte es sich um sehr steiles Gelände. Klar erkennbar war, dass die Bodenmächtigkeit von der Steilheit abhängt. Dazu ist die Durchwurzelungstiefe der niedrigen Vegetation gering (im Hanganschnitt im Bereich von 10 bis 30 cm). Auffallend war, dass der Oberboden (Humus) trotz der Niederschläge relativ trocken war. Nur stellenweise war ein höherer Anteil an bindigem Material, welches unter Umständen mehr Wasser halten kann, feststellbar. An einem Aufschluss mit sichtbaren tieferen Schichten konnte beobachtet werden, dass unterhalb der „Schiefer-Schlamm-Schichte“ der Untergrund relativ trocken war, obwohl die Regenmengen sowohl am Tag der Begehung als auch in der Nacht davor beträchtlich waren. Für die hydrologischen Prozesse bedeutet dies, dass der unterhalb der seichten Bodenaufgabe auftretende Zwischenabfluss sehr rasch reagiert und sehr stark zum Abfluss aus dem Gebiet beiträgt. Zusätzlich war an der hohen Anzahl von kleinen Bächen und Rinnsalen, ein hoher Oberflächenabfluss erkennbar.

Im Gebiet des oberen Fröschnitzgrabens zeigten sich im Vergleich zum Trattenbachgebiet Unterschiede. Die Böden waren durchwegs, auch an den steilen Hängen und im Wald, mit dichtem Gras bewachsen. Daraus lässt sich schließen, dass der Oberboden relativ viel Wasser halten kann, welches dadurch für die Pflanzen verfügbar wird. Die Mächtigkeiten im Steilen sind auch hier gering (10 bis 20 cm). Zudem zeigten sich im Tal am Hangfuß ausgedehnte vernässte Flächen und dichte Sumpflvegetation. Diese traten, wie vielleicht anzunehmen, nicht nur konzentriert bei temporär wasserführenden Einschnitten oder Rinnen auf, sondern waren auf der ganzen Hangfußlinie zu beobachten. Dies deutet auf einen signifikanten Zwischenbodenabfluss hin, der am Hang entsteht, im Boden – unter Umständen auch in tieferen Bodenschichten - abfließt und am Hangfuß an die Oberfläche tritt. Im Vergleich zum begangenen Bereich am Trattenbach ist im Bereich der Fröschnitztalflanken also ein stärkerer Abflussbeitrag aus dem tieferen Untergrund und somit ein stärker verzögerter und dadurch gedämpfter Zwischen- und Basisabfluss zu erwarten.

Bei einem Aufschluss an einem Hanganschnitt im Longsgraben, ebenso im Fröschnitzgebiet gelegen, zeigt sich ein relativ durchlässiger Oberboden mit Mächtigkeiten von 50 bis 70 cm. Zudem waren nach Angaben der Projektanten deutlich Makroporen und Röhren, hervorgerufen durch die Durchwurzelung, zu erkennen. Unterhalb der Bodenkrume herrscht wie am Trattenbach ein blättrig gebrochenes Schiefermaterial vor, das jedoch hier deutlich durchlässiger erscheint als am Trattenbach. Schluffreichere Zonen wurden nicht so häufig beobachtet. Im Fröschnitzgebiet ist somit nach Angaben der Projektanten mit einem stärkeren Abflussbeitrag aus dem Boden und dem tieferen Untergrund zu rechnen ist als im Gebiet des Trattenbaches.

Im Einzugsgebiet des Kaltenbaches (Semmering Kristallin) beschreiben die Projektanten einen Hanganschnitt. An diesem treten Bodenmächtigkeiten von 0,5 bis 1m mit hohem Humusanteil und Streuaufgabe auf. Darunter ist eine relativ gut durchlässige Auflockerungszone erkennbar. Die Durchwurzelung dieser Zone ist stark. Aufgrund der relativ durchlässigen Böden und des durch die Durchwurzelung zu erwartenden Makroporenflusses ist Boden und Untergrund als relativ durchlässig einzuschätzen, wodurch das Wasser in tiefere Schichten gelangt und länger gespeichert wird.

Zusammenfassend ergaben sich aus den Aufschlüssen in der beschriebenen Gebietsbegehung folgende Auswirkungen auf die Wahl und Kalibration der Parameter in der ungesättigten Zone. Zu Beginn der Kalibrationsarbeiten wurden sowohl dem Gneis des Semmering Kristallins als auch dem Gneis innerhalb der Wechseleinheit (bezogen auf die über dem Festgesteinsuntergrund liegende Lockergesteinsauflage) die gleichen Eigenschaften zugeordnet. Auf Basis der Erkenntnisse der Geländebegehungen wurde der Lockergesteinsauflage über dem Wechselgneis etwas geringere Durchlässigkeiten zugeordnet. Die Böden im Gebiet des Trattenbaches sind geringer mächtig und der seicht liegende Untergrund (kompaktes, splittriges Bruchmaterial des Gneises/Phyllits) besitzt dichtere Eigenschaften, sodass ein starker Zwischenabfluss (Interflow) sehr rasch einsetzt. Das heißt aber auch, dass, verglichen mit der Situation etwa im Gebiet der Fröschnitz, mit weniger Bodenspeicher, d.h. mit geringerem Basisabfluss bzw. weniger Abfluss über den Untergrund zu

rechnen ist. Demgegenüber steht ein hoher Anteil an Oberflächenabfluss. Dass der Zwischenabfluss (Interflow) sehr rasch einsetzt, kann auf eine seicht liegende Stauschicht bzw. eine geringere Mächtigkeit der ungesättigten Zone zurückgeführt werden. Bei der Kalibration ergab sich im Gebiet Trattenbach ein Wert für den Modellparameter der Mächtigkeit der ungesättigten Zone von 0,4 m, der geringste Wert im Untersuchungsgebiet. Nach den Aufschlüssen bei der Begehung scheint dieser Wert plausibel, obwohl sich fast doppelt so hohe Werte in den benachbarten Gebieten mit scheinbar ähnlichen lithologischen Verhältnissen ergaben.

Nach Angaben der Projektanten ist geplant, dass vor allem in denjenigen Einzugsgebieten, in welchen sehr komplexe Untergrundverhältnisse vorherrschen, zusätzliche Untersuchungen in Hinblick auf Bodenaufbau und dessen Durchlässigkeiten vorgenommen werden.

Das Wasser, das in der gesättigten Zone ankommt, wird als Grundwasserneubildung angesehen. Die Definition einer „gesättigten“ Zone ist in gebirgigen Regionen allerdings nicht immer eindeutig. Es handelt sich dabei oft um temporär gesättigte Bereiche an der Grenze zu einer Zone mit dichteren Eigenschaften, z.B. Festgestein, die auch recht bodennah auftreten können, woraus sich ein relativ rascher Abflussbeitrag ergibt. Ein Teil des Wassers gelangt aber auch durch Klüfte und Spalten, sowie Röhrensysteme vor allem in verkarsteten Gebieten, in tiefer reichende Bereiche, in denen das Wasser länger gespeichert wird, woraus entsprechend lange Verweil- und Entleerungszeiten hervorgehen. Zur Beschreibung der Wasserbewegung in der „gesättigten“ Zone wird daher kein detailliertes Grundwasserströmungsmodell herangezogen, sondern auf ein vereinfachtes Konzept zurückgegriffen. Es wird das Konzept des Linearspeichers verwendet, nach welchem der Ausfluss aus einem Speicher proportional zum Füllstand im Speicher ist ($Q \sim S$).

Das System besteht aus mehreren Speichern, die teilweise miteinander verbunden sind und den Ausfluss aus verschiedenen Bodenzonen charakterisieren: Der Interflow oder Zwischenabfluss beschreibt die raschere, in der Regel die oberflächennahe und unter Umständen nur nach Ereignissen auftretende Komponente, und der Basisabfluss beschreibt die langsameren Komponenten bzw. die Abflussbeiträge aus den tieferen Bodenschichten. Gesucht werden die Speicherkoeffizienten des lateralen Abflusses aus dem Hang in das Gerinne und des vertikalen Ausflusses, der den Austausch zwischen der oberen und unteren Zone beschreibt, sowie die Aufteilungsfaktoren zwischen den zwei parallelen tieferen Grundwasserspeichern. Ziel ist die Nachbildung der Dynamik der Abflussganglinien mit dem Fokus auf den Basisabfluss, der in direktem Zusammenhang mit der Grundwasserneubildung steht.

Ein weiterer Faktor beschreibt die Versickerung in tiefere Boden- bzw. Festgesteinsabschnitte, aus denen ein langsamer Basisabfluss hervor geht. Die Größe dieser Komponente weist darauf hin, dass größere Anteile der Grundwasserneubildung auch längere und tiefere Wasserpfade im Untergrund besitzen. Bei der Kalibrierung des Modells wird versucht, die simulierte und die beobachtete Abflussganglinie durch Anpassung der oben beschriebenen Parameter weitgehend zur Deckung zu bringen. Beim Erreichen einer guten Anpassung ohne die Parameter in physikalisch unplausible Größenordnungen zu verschieben, kann von einer guten Modellqualität und Zuverlässigkeit des Modellansatzes gesprochen werden. Vor allem bei einzugsgebietsübergreifenden unterirdischen Entwässerungen wird eine Deckung der beiden Abflussganglinien nicht möglich sein, was jedoch hydrogeologisch erklärt werden kann. Derartige Aussagen sollten jedoch auch von zusätzlichen Untersuchungsergebnissen gestützt werden (z.B. Markierungsversuche).

Bei einer weitgehenden Deckung der beiden Abflussganglinien und gleichzeitig höheren Abflüssen in tieferen Festgesteinseinheiten darf dabei nicht zwangsläufig ein hydraulischer Zusammenhang mit dem Tunnelvortrieb abgeleitet werden. Dies deshalb, da ja auch die längerfristig gespeicherten Grundwasseranteile bei der Pegelmessstelle wieder im Vorfluter messbar vorhanden sind.

Der Ausfluss aus den Bodenspeichern wird auf Teilgebietsbasis berechnet, d.h. für jedes Teilgebiet wird die Abflussbildung (Niederschlag plus Schneeschmelze minus Verdunstung) aus den einzelnen Rasterelementen zusammengefasst. Daraus wird ein Gesamtausfluss ermittelt. Die Speicherkoeffizienten werden an den gemessenen Ganglinien kalibriert, wobei der Fokus auf dem Basisabfluss liegt. Die sehr raschen Komponenten im Abfluss (steile Anstiege und Rückgang im Bereich des Scheitels der Abflussganglinie) werden dem Oberflächenabfluss zugeordnet. Das Ergebnis sind mittlere

oder „effektive“ Parameter für jedes Einzugsgebiet. Für die Gebiete, in denen keine kontinuierlichen Messungen vorliegen, werden die Parameter von benachbarten Gebieten mit Abflussmessungen übertragen.

Die Ergebnisse der Simulation und der Kalibration des Modells sind im Detail im UVE-Bericht Grund-, Berg- und Oberflächenwasser dargestellt.

4.1.6 HYDROGEOLOGISCHE GEBIRGSCHARAKTERISIERUNG

Für das Trassenauswahlverfahren und die Detailuntersuchungen der Trasse Semmering-Basistunnel neu wurden im Rahmen von 2 groß angelegten Bohrphasen Bohrungen abgeteuft. Im Rahmen dieser Arbeiten wurden geophysikalische und hydraulische Bohrlochversuche durchgeführt.

Insgesamt erfolgten zur hydraulischen Gebirgscharakterisierung dabei mehr als 260 hydraulische Bohrlochversuche (vorwiegend Packertests). Ergänzend für die Auswertungen standen für die meisten Bohrungen bohrlochgeophysikalische Messergebnisse von Temperatur- und elektr. Leitfähigkeitslogs, Flowmetermessungen und Tracer-Fluid-Logging Messungen zur Verfügung. Die Testintervalle der hydraulischen Versuche wiesen Längen zwischen 4 m und 253 m auf, wobei die Überlagerungshöhen der Testintervallmittelpunkte zwischen 4 m und 693 m liegen.

Das Ziel der hydrogeologischen/hydraulischen Untersuchungen war die hydrogeologische/hydraulische Charakterisierung der verschiedenen tektonischen und lithologischen Einheiten unter Berücksichtigung folgender Aspekte:

- Die hydraulische Charakterisierung der einzelnen tektonischen Einheiten und die Unterschiede zueinander.
- Der Einfluss von Störungsgesteinen (Kataklasite bis fault gouges) auf die hydraulischen Durchlässigkeiten der Testintervalle unter Berücksichtigung von variablem Kataklasitanteil.
- Zusammenhang der hydraulischen Durchlässigkeit mit der Teufe (bis ca. 700 m) unter Berücksichtigung der unterschiedlichen tektonischen Einheiten.
- Zusammenhang der statischen Grundwasserspiegel mit der Teufe (bis ca. 700 m) unter Berücksichtigung der unterschiedlichen tektonischen Einheiten.
- Charakterisieren der Aquifersysteme der unterschiedlichen tektonischen Einheiten (großräumig zusammenhängende oder kleinräumige Aquifersysteme).

Die Überlagerungswerte wurden bei geneigten Bohrungen unter Berücksichtigung der Bohrloch- und Hangneigung korrigiert.

Im Untersuchungsgebiet werden 6 tektonische Einheiten bzw. zusätzlich quartäre Lockersedimente für die weiteren Untersuchungen unterschieden.

4.1.6.1 Ergebnisse der hydraulischen Bohrlochversuche

Tektonische Einheit	Transmissivität (m ² /s)			hydraulische Leitfähigkeit (m/s)			Hydraulische Tests
	Minimum	Maximum	Medianwert	Minimum	Maximum	Medianwert	Anzahl
Grauwackenzone	1.7E-09	1.8E-05	4.4E-08	4.1E-11	2.3E-07	1.2E-09	31
Wechsel-Einheit (Basement)	1.8E-09	3.3E-06	6.4E-08	5.2E-11	2.3E-06	2.0E-09	42
Semmering-Kristallin (Basement)	7.5E-10	3.0E-04	3.1E-07	2.9E-11	1.6E-05	7.4E-09	76
ZAPM (Semmering/Wechsel-Einheit, Tattermannschuppe)	7.8E-09	1.3E-03	1.6E-06	1.3E-11	6.5E-04	4.7E-08	38
ZAPM - Karbonatgesteine (Semmering/Wechsel-Einheit, Tattermannschuppe)	4.9E-07	6.0E-02	3.0E-04	1.3E-09	6.0E-02	4.7E-05	51
Kirchberger Neogenbecken	2.4E-08	1.1E-07	6.9E-08	1.3E-10	1.1E-09	4.7E-10	3
Quartär	9.3E-08	1.6E-02	6.7E-04	2.4E-09	1.9E-03	6.4E-05	18
ZAPM ... Zentralalpines Permomesozoikum							

Die tektonische Einheit Kirchberger Neogenbecken weist die deutlich geringsten hydraulischen Durchlässigkeitswerte auf. Ihr Medianwert liegt bei ca. $k_f = 5 \times 10^{-10}$ m/s, wobei das Minimum einen Wert bei ca. $k_f = 1,3 \times 10^{-10}$ m/s und das Maximum bei ca. $k_f = 1 \times 10^{-9}$ m/s aufweisen. Ebenfalls sehr geringe Durchlässigkeiten weisen die Grauwackenzone und die Wechsel-Einheit auf, die Mediane liegen bei ca. $k_f = 1 \times 10^{-9}$ m/s bzw. ca. $k_f = 2 \times 10^{-9}$ m/s. Das Semmering Kristallin zeigt zwar die gleichen Durchlässigkeits-Minima mit ca. $k_f = 3 \times 10^{-11}$ m/s, es ist aber durch einen höheren Anteil an etwas besser durchlässigen Testintervallen charakterisiert, wodurch der Median um eine halbe Zehnerpotenz höher bei ca. $k_f = 7 \times 10^{-9}$ m/s liegt.

Das Zentralalpine Permomesozoikum wird im Rahmen dieser Auswertung in karbonatische Gesteinsserien (ZAPM-Karbonate) und nicht karbonatische Gesteinsserien (ZAPM) gegliedert. Generell zeigen die permomesozoischen Deckgebirgsschichten höhere Durchlässigkeitswerte, wobei die nicht karbonatische tektonische Einheit ZAPM mit einem Median von ca. $k_f = 5 \times 10^{-8}$ m/s um ca. eine Zehnerpotenz höhere hydraulische Durchlässigkeiten zeigt als die vorhin erläuterten kristallinen Gesteinsserien. Die Minima-Werte entsprechen den Werten der anderen Kristallineinheiten. Die Ausreißer mit Durchlässigkeiten bis ca. $k_f = 1 \times 10^{-4}$ m/s stammen von Testintervallen, die anteilig Karbonatgesteine in den Testintervallen aufweisen, gesamtheitlich aber nicht zur Einheit ZAPM-Karbonate gezählt werden. Die besten Durchlässigkeiten zeigen die Tests aus der tektonischen Einheit ZAPM-Karbonate mit einem Median von $k_f =$ ca. 4×10^{-5} m/s und Maxima-Werten von $k_f = 5 \times 10^{-2}$ m/s.

Die tektonischen Einheiten der Grauwackenzone und der Wechseleinheit zeigen sehr ähnliche Verteilungen mit einer Schwankung der hydraulischen Durchlässigkeiten zwischen oberer Quartile und unterer Quartile von ca. einer Zehnerpotenz. Die Schwankungen der Einheiten Semmering-Kristallin und ZAPM liegen bei ca. zwei Zehnerpotenzen, wobei die hydraulischen Durchlässigkeiten der Einheit ZAPM generell um ca. eine Zehnerpotenz höher sind. Die Testergebnisse der tektonischen Einheit ZAPM-Karbonate zeigen die größte Streuung und liegen ca. drei bis vier Zehnerpotenzen über den Testergebnissen der kristallinen Einheiten. Bei allen tektonischen Einheiten zeigen sich Ausreißer, dies sind Werte, die entweder 1,5-mal die Interquartile ober der oberen Quartile oder unter der unteren Quartile liegen. Die Werte sind nicht auf wenige Bohrungen oder auf lokale Gegebenheiten beschränkt, sondern resultieren aus mehreren Bohrungen innerhalb jeder Einheit. Alle Tests, die ganz oder nur zum Teil in quartäre Lockersedimente hineinreichten, wurden für die Auswertung zusammen gefasst. Es zeigt sich, dass in Abhängigkeit der umgebenden Lithologien, kristalline Gesteine oder Karbonatgesteine, die hydraulischen Durchlässigkeiten stark variieren. Höhere Durchlässigkeiten zeigen sich in Bereichen der Karbonatgesteine, die niedrigeren Durchlässigkeiten sind vorwiegend in den kristallinen tektonischen Einheiten angetroffen worden.

Um die Streuung der Testanzahl zu den hydraulischen Durchlässigkeiten zu untersuchen, wurde in einem Histogramm die Testanzahl zu Durchlässigkeitsklassen (Klassengröße = eine Zehnerpotenz) analysiert. Die Verteilungen der hydraulischen Durchlässigkeiten aller tektonischen Einheiten entsprechen Log-Normal-Verteilungen. Es bestätigt sich die enge Streubreite aus den Quartilen der Einheiten Grauwackenzone und Wechsel-Einheit, die einen nahezu identen Kurvenverlauf mit hoher Amplitude aufweisen. Trotz einer deutlich höheren Gesamtanzahl an Tests (76 Stück) zeigt die Einheit Semmering-Kristallin einen ähnlichen Kurvenverlauf mit einer etwas größeren Streuung der Werte zu höheren Durchlässigkeiten. Andere Kurvenverläufe zeigen die beiden zentralalpinen Einheiten ZAPM und ZAPM-Karbonate. Diese beiden Kurven sind zueinander in Streuung und Maximalwert ähnlich, zeigen aber eine Verschiebung von ca. 3 Zehnerpotenzen.

Eine wesentliche Fragestellung ist, ob ein Zusammenhang zwischen Überlagerungshöhe (also Teufe des Testintervalls) und den hydraulischen Leitfähigkeiten besteht. Die verschiedenen Testintervalle in allen tektonischen Einheiten decken Teufenstufen zwischen ca. 14 m unter GOK und ca. 693 m unter GOK ab. Die Auswertung zeigt eine Abnahme der hydraulischen Leitfähigkeit mit zunehmender Teufe bei allen tektonischen Einheiten zu erkennen. Bereits die Auswertungen von Testergebnissen der Bohrphase I beim Projekt Semmering Basistunnel Neu zeigten eine gute Vergleichbarkeit der gewonnenen Daten mit jenen aus der Literatur.

Die Teufenkorrelationen können gemäß Ausführungen der Projektanten in zwei Gruppen zusammen gefasst werden:

Die tektonischen Einheiten Semmering-Kristallin und Wechselkristallin zeigen ähnliche Teufenkorrelationen, wobei auch die Ergebnisse der Grauwackenzone in diese Gruppe gezählt werden können. Diese sind parallel zu geringeren Durchlässigkeit verschoben. Hierbei muss berücksichtigt werden, dass in dieser Einheit die Testüberlagerungen ausschließlich bis maximal 300 m uGOK lagen. Die Untereinheiten Glimmerschiefer-, Grüngesteins- und Grobgneisfolge des Semmering-Kristallins zeigen keine Differenzierbarkeiten, wobei auch hier berücksichtigt werden muss, dass für die Analyse der Grobgneisfolge nur hydraulische Tests von Bohrungen bis max. ca. 250 m zur Verfügung standen.

Die zweite Gruppe umfasst die Einheiten des Zentralalpinen Permomesozoikums, beide Einheiten (ZAPM und ZAPM-Karbonate) zeigen ähnliche Teufenabnahmen, sind jedoch in ihren Absolutwerten der hydraulischen Durchlässigkeiten um ca. drei Zehnerpotenzen verschoben. Die Einheit ZAPM-Karbonate zeigt allgemein eine sehr große Streuung der Durchlässigkeiten bis zu einer Überlagerungshöhe von ca. 200 m uGOK. Darunter ist eine deutliche Abnahme der hydraulischen Durchlässigkeiten mit der Teufe zu erkennen. Die Testergebnisse aus den Gebiet Otter zeigen teilweise sehr hohe Durchlässigkeiten ($> k_f = 2 \times 10^{-4} \text{ m/s}$) bis ca. 250 m Überlagerung, darunter jedoch deutlich geringere hydraulische Durchlässigkeiten ($< 10^{-6} \text{ m/s}$). Keine Korrelation mit der Überlagerungshöhe zeigen jedoch die Ergebnisse des Gebiets Grasberg unter einer Überlagerungshöhe von 100 m uGOK, die Werte streuen zwischen ca. $k_f = 5 \times 10^{-4} \text{ m/s}$ und ca. $k_f = 10^{-6} \text{ m/s}$.

Im Zuge der hydraulischen Untersuchungen wurden von den Projektanten für alle Testintervalle auch die statischen Grundwasserspiegel und in weiterer Folge die Druckhöhen ermittelt. Die einzelnen tektonischen Einheiten zeigen unterschiedliche Ergebnisse und können in die drei Gruppen "Einheiten des ZAPM, Semmering-Kristallin und die Grauwackenzone und Wechsel-Einheit" zusammen gefasst werden.

Die Auswertungen des statischen Grundwasserspiegels zu den mittleren Überlagerungshöhen der Testintervalle zeigen für die tektonischen Einheiten des Zentralalpinen Permomesozoikums, dass mit zunehmender Überlagerungshöhe der statische Grundwasserspiegel absolut abnimmt und somit mit der Überlagerungshöhe korreliert. Die Druckhöhen sind jedoch deutlich geringer. Bei den Testergebnissen der ZAPM-Karbonate ist eine Ausnahme bei der Bohrung KB42/06 im Bereich Otter Nord zu erkennen, wo bei einer Teufe von ca. 205 m uGOK artesisches Grundwasser mit einem statischen Grundwasserspiegel von ca. 40 m über GOK angebohrt wurde. Die Ergebnisse zeigen, dass die maximalen Druckhöhen (Wassersäule über mittlerer Testintervallteufe) bei ca. 30 bar liegen, was einer Wassersäule von unter 300 m entspricht. Die Bohrungen im Gebiet Grasberg zeigen maximale Druckhöhen unter 100 m unabhängig ihrer Überlagerungshöhe.

Die Ergebnisse des Semmering-Kristallin und der Grauwackenzone zeigen, dass bis ca. 400 m für beide Einheiten zwischen Druckhöhe und Überlagerungshöhe eine gute Korrelation vorliegt. Die Druckhöhen zeigen eine leichte Abnahme

gegenüber der Überlagerungshöhe mit zunehmender Teufe, wobei hier zu berücksichtigen ist, dass für die Grauwackenzone hydraulische Bohrlochversuche nur bis zu einer Teufe von 300 m uGOK zur Verfügung standen. Ab einer Teufe von ca. 400 m uGOK sind die Untereinheiten Glimmerschiefer- und Gneis-Grüngesteinsfolge differenzierbar. Die Druckhöhen der Gneis-Grüngesteinsfolge schwanken zwischen ca. 22,5 bar und ca. 55 bar, wobei keine Teufenkorrelation feststellbar ist. Die stark streuenden Werte stammen aus Tests von nur drei Bohrungen KB29/08, KB51/08 und KB52/08. Die Testergebnisse der Bohrungen KB29/08 und KB52/08 können einem eigenen hydraulischen System zugeordnet werden. Beide Bohrungen liegen in Nahelage zu nach Südwesten abtauchenden Erzkogelkarbonatgesteinen und dürften hydraulisch von diesen beeinflusst sein. Dies passt auch sehr gut mit den gemessenen Temperaturanomalien in größeren Teufen zusammen. Ohne die Messergebnisse aus diesen Bohrungen entsprechen die Ergebnisse denen der Glimmerschieferfolge. Bei Überlagerungshöhen von mehr als 400 m liegen die Druckhöhen der Glimmerschiefereinheit zwischen ca. 40 bar und ca. 53 bar und zeigen eine deutliche Korrelation mit der Überlagerungshöhe. Der lineare Anstieg der Druckhöhen mit zunehmender Überlagerungshöhe bei den Tests der Bohrungen KB44/08, KB27/08 und eingeschränkt KB43/08 und KB45/08 zeigt, dass die unterschiedlichen Testintervalle einer Bohrung einen gemeinsamen statischen Grundwasserspiegel haben und somit dasselbe hydraulische Potential aufweisen.

Gesamtheitlich liegen bei diesen beiden tektonischen Einheiten gegenüber dem zentralalpinen Permomesozoikum deutlich größere Druckhöhen in Abhängigkeit der Überlagerungshöhen vor.

Die Ergebnisse der Wechsel-Einheit weisen ebenfalls auf eine gute Korrelation der Druckhöhen mit den Überlagerungshöhen hin, wobei die Gesteinsserien der Wechsel-Einheit größere Druckhöhen gegenüber den Überlagerungshöhen ab einer Teufe von ca. 175 m uGOK bis zu einer Teufe von 400 m uGOK zeigen. Hier wurden artesisch gespannte Grundwässer mit statischen Grundwasserspiegeln bis ca. 100 m über GOK angebohrt. Ab einer Teufe von 400 m ist eine Abnahme der Druckhöhen gegenüber den Überlagerungshöhen zu erkennen. Die maximalen Druckhöhen liegen bei den Tests der Wechsel-Einheit bis ca. 55 bar, was den Ergebnissen der Glimmerschiefer- und Gneis-Grüngesteinsfolge des Semmering-Kristallins entspricht. Die Bohrungen KB03/06 und KB26/08 zeigen eine Sonderstellung gegenüber den Testergebnissen der restlichen Bohrungen in der Wechsel-Einheit. Sie zeigen die geringsten Druckhöhen mit zunehmender Überlagerung. Beide Bohrungen liegen nahe der Überschiebungsgrenze Semmeringeinheit zu Wechseleinheit. Generell liefern die Ergebnisse der Wechsel-Einheit eine gute Übereinstimmung mit den Werten der Glimmerschieferfolge des Semmering-Kristallins, zeigen aber höhere Druckhöhen zwischen 175 m und 400 m Überlagerung.

Ein weiteres Untersuchungsziel war die Erfassung von Störungen bzw. Störungszonen und deren hydraulische Charakterisierung. Daher wurden für sämtliche hydraulische Testintervalle der Anteil an gestörten Gesteinen (Kataklasit bis hin zu fault gouges) erfasst und quantifiziert. Die Projektanten führen an, dass die tektonischen Einheiten Grauwackenzone, ZAPM und Semmering-Kristallin eine große Variabilität der prozentuellen Kataklasitanteile aufweisen. Jedoch ist an ihren niedrigen Mittelwerten (kleiner 25%) und noch niedrigeren Medianwerten (< 15%) zu sehen, dass nur einige wenige Testintervalle hohe Kataklasitanteile aufweisen. Die Wechsel-Einheit sowie die Einheit ZAPM-Karbonate haben eine nur sehr geringe Schwankungsbreite zwischen oberer und unterer Quartile des Kataklasitanteils. Vereinzelt treten jedoch bei diesen Einheiten Kataklasitanteile bis zu 100 % des Testintervalls auf.

Folgende Kataklasitanteile wurden in den Teststrecken der einzelnen geol. Einheiten ermittelt (Mittelwert in %):

Grauwackenzone	24 %
Wechseleinheit (Basement)	8 %
Semmerin-Kristallin (Basement)	13 %
ZAPM (Semmering/Wechsel-Einheit, Tattermannschuppe)	21 %
ZAPM-Karbonatgesteine (Semmering/Wechsel-Einheit, Tattermannschuppe)	8 %
Kirchberger Neogenbecken	1 %

Die Analysen der Kataklasitanteile auf die hydraulischen Durchlässigkeiten ergaben eine Differenzierbarkeit bei einem bestimmten Kataklasitanteil pro Testintervalllänge. Werden die Testergebnisse der Testintervalle mit einem Kataklasitanteil kleiner 15% der Testlänge zusammen gefasst und jene hydraulischen Testergebnisse mit gleich und größer 15%

Kataklasitanteil pro Testlänge, so ist bei allen tektonischen Einheiten eine Differenzierung der hydraulischen Durchlässigkeiten erkennbar. Es zeigt sich, dass bei der Wechsel-Einheit, dem Semmering-Kristallin und der Einheit ZAPM eine Zunahme der hydraulischen Durchlässigkeit mit höherem Kataklasitanteil ($\geq 15\%$) vorliegt. Bei den Einheiten Semmering-Kristallin und ZAPM liegt der Median um ca. eine Zehnerpotenz höher. Die Grauwackenzone zeigt eine geringe Abnahme der hydraulischen Durchlässigkeit mit zunehmendem Kataklasitanteil. Eine deutliche Verringerung der hydraulischen Durchlässigkeiten zeigt sich bei den Tests der Einheit ZAPM-Karbonate, der Median liegt um mehr als eine Zehnerpotenz niedriger.

4.1.7 HYDROCHEMIE UND ISOTOPENHYDROLOGIE

Der umfassende Datenbestand an hydrochemischen und isopenhydrologischen Analysen aus der Dauerbeobachtung, welche im laufenden Projekt Semmering-Basistunnel von den Projektanten neu erhoben wurde und erhoben wird, bildet eine wesentliche Grundlage der Interpretation dieser Analysen. Zusätzlich wird der Analysenbestand aus den Straßentunnelprojekten im Bereich des Semmerings (Tunnel Steinhaus, Tunnel Spital, Tunnel Semmering) sowie der Datenbestand aus dem Projekt Semmering-Basistunnel alt (Begleitstollen) für die weiterführenden Interpretationen herangezogen.

An hydrochemischen Analysen (Ca, Mg, Na, K, SO_4 , HCO_3 , Cl, NO_3) waren zum Zeitpunkt der Berichtlegung 3656 Daten, an ^{18}O -Daten 5936, Deuterium (^2H) 1788 und Tritium (^3H) 687 Daten verfügbar.

Beprobt und hydrochemisch analysiert wurden vorrangig Quellen und Brunnen. Weiter erfolgten Probennahmen an den Erkundungsbohrungen der verschiedenen Erkundungsphasen im Bereich des Semmerings. Weiters kann auf Untertage-Analysen aus dem Begleitstollen (Semmering-Basistunnel alt) und aus den zitierten Straßentunneln (Erkundungsstollen und Vollausbuch) zurückgegriffen werden.

Der gesamte diesbezügliche Datenbestand wird von den Projektanten in einer zentralen Datenbank verwaltet und ist mit einem Geografischen Informationssystem (ARCGIS) verknüpft. Diese beiden Werkzeuge sind die Grundlage einer effizienten Interpretation dieses umfassenden Datenbestandes.

Die hydrochemischen Analysen erfolgten vorrangig hinsichtlich der Hauptionen (Ca, Mg, Na, K, HCO_3 , SO_4 , Cl, NO_3). Mit den Gehalten an diesen Inhaltstoffen sind eine Wassertypisierung und die Darstellung der Gesamtmineralisierung möglich. Weiters sind damit anthropogene Beeinflussungen (z.B. Landwirtschaft, Straßensalz) erkennbar. Zusätzlich zu den regelmäßigen Beprobungen innerhalb der Dauerbeobachtung erfolgten anlassbedingte Spezialanalysen zur Untersuchung von Detailfragestellungen (z.B. Betonaggressivität, Arsengehalt etc.). Die Geländeparameter elektrische Leitfähigkeit, pH-Wert und Schüttung werden in die Interpretation einbezogen.

Die isopenhydrologischen Analysen sind grundsätzlich in die Analyse der stabilen Isotope (Sauerstoff ^{18}O , Deuterium ^2H) und die Analyse des aktiven Isotops Tritium ^3H zu unterteilen. Während die beiden stabilen Isotope vorrangig Informationen hinsichtlich der Einzugsgebietsseehöhe liefern, gibt Tritium Auskunft über mittlere Verweilzeiten des Wassers im Untergrund und damit Wasseralter und Speichereigenschaften der Gesteinskörper.

Die Darstellung der Gesamtmineralisierung erfolgt auf Basis der elektrischen Leitfähigkeiten der Wässer, da die elektrische Leitfähigkeit (LF) die Gesamtmineralisierung hinreichend genau repräsentiert und die hohe Anzahl der Einzelmessungen einen sehr guten Überblick über das gesamte Untersuchungsgebiet verleiht. Weiters stehen langfristige Zeitreihen der elektrischen Leitfähigkeiten zur Verfügung.

Als erster interpretativer Schritt wurden die gemessenen Leitfähigkeiten statistisch in Form von Mittelwertbildung ausgewertet und die Verteilungen der Leitfähigkeiten im Projektgebiet analysiert.

Folgende el. Leitfähigkeitsbereiche ergaben sich in den einzelnen geol. Einheiten aus den Messungen:

LF-Bereich ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Gesteinsbereich
0-100	Vorrangig Wässer im Bereich des Semmering-Kristallins und tw. Wechseleinheit
100-200	Vorrangig Wässer im Bereich der Wechseleinheit tw. Semmeringkristallin und verteilt im gesamten Untersuchungsraum
200-500	Vorrangig Wässer im Bereich der Wechseleinheit, Grauwackenzone und verteilt im gesamten Untersuchungsraum
500-800	Vorrangig Wässer im Bereich permomesozoischer Karbonatgesteine und Keuperserie, tw. Grauwackenzone
> 800	Vorrangig Wässer im Bereich permomesozoischer Karbonatgesteine und Keuperserie

Die gemessenen elektrischen Leitfähigkeiten bilden z.T. sehr übersichtlich die Lösungsgenese der Wässer in Zusammenhang mit den geologischen Rahmenbedingungen ab.

Die sehr gering mineralisierten Wässer sind vorwiegend den kristallinen Gesteinen der Semmering-Einheit bzw. der Wechseleinheit zuzuordnen. Ein deutlicher Unterschied der räumlichen LF-Verteilung ist im Vergleich zu karbonatischen Gesteinseinheiten des Permomesozoikums bzw. der Keuperserie zu erkennen. Hier zeigen sich generell höhere LF-Werte, was naturgemäß auf das erhöhte Lösungspotenzial in Karbonatgesteinen bzw. auch Gipseinlagerungen zurückgeführt werden kann.

Die Charakterisierung der beprobten Wässer in diesem Berichtsabschnitt erfolgt auf Basis der Gehalte (in mval%) an den Hauptionen Ca, Mg, Na und HCO_3 , Cl und SO_4 . Die Konzentrationen der Ionen K und NO_3 werden aufgrund deren untergeordneten Bedeutung dabei vernachlässigt. Berücksichtigt und typisierend wirken dabei nur Ionengehalte über 20 mval%.

Wie aufgrund der geologischen Rahmenbedingungen und der damit verbundenen Lösungsgeschichte der Wässer zu erwarten war, sind die analysierten Wässer kationenseitig von Ca und Mg dominiert. Na-reiche Wässer treten im Untersuchungsgebiet fast nur im Zusammenhang mit Straßensalzverunreinigungen auf. Nur einige Bohrungen weisen bei der Erstbeprobung erhöhte Na-Gehalte auf. Die Kalium-Konzentrationen sind generell sehr gering und daher nicht gezielt interpretierbar.

Anionenseitig dominiert HCO_3 . Die SO_4 -Gehalte sind in wenigen Bereichen anionenseitig typusbestimmend bzw. typusmitbestimmend. Der Sulfat-Gehalt der Wässer kann im Untersuchungsgebiet als Leitparameter herangezogen werden und auch relevant für die technische Detailplanung (Sulfatbeständigkeit der verwendeten Betonklassen).

Die Verteilung des Sulfat-Gehaltes der beprobten Wässer spiegelt einerseits die geogenen Sulfatbestandteile in den Gesteinsabfolgen wider und ist andererseits ein Anhaltspunkt für die Betonaggressivität der Quellwässer und der Wässer aus den Erkundungsbohrungen.

Etwa 30 Messstellen weisen Sulfatgehalte über 100 mg/l auf.

Aus der räumlichen Verteilung der analysierten SO_4 -Gehalte ergeben sich zwei Gesteinseinheiten, die erhöhte Sulfat-Gehalte zeigen. Dies sind im Wesentlichen die Keuperschichten zwischen Mürzzuschlag und Gloggnitz und die permomesozoischen Schichtglieder mit Karbonatgesteinen im Bereich von Schottwien bis Raach. Im Bereich des Semmerings existieren auch abbauwürdige Anhydrit-Gipsvorkommen (z.B. Bereich Haidgraben-Myrthengraben) mit denen die erhöhten Sulfatwerte u.a. zusammenhängen. Weiters sind Baryt-Vorkommen bekannt, mit denen der erhöhte Sulfatgehalt in Wässern ebenfalls zusammenhängen kann. Im Bereich des Großen Otters wurde Baryt auch abgebaut.

Die Erkundungsbohrungen im Bereich Schottwien zeigen z.T. sehr hohe Sulfatgehalte der Wässer. Wie im gesamten Untersuchungsraum entlang der geplanten Trasse muss nach Angaben der Projektanten in diesem Bereich daher im Speziellen auf die Sulfatbeständigkeit des verwendeten Betons geachtet werden.

In der Literatur wurden für das Semmering Gebiet (Raum Mürzzuschlag-Pretul-Stuhleck) Arsengehalte in Bachsedimenten beschrieben. Um über mögliche Arsengehalte in Grundwässern Aussagen liefern zu können wurden ausgewählte

Quellwässer und Grundwässer aus Bohrungen auf ihre Spurengehalte hin analysiert. Dabei hat sich gezeigt, dass hinsichtlich des Arsengehaltes lediglich in 4 analysierten Proben, die alle aus Bohrlöchern stammten, geringe Gehalte an Arsen nachgewiesen werden konnten. In den Quellwässern wurden keine Arsengehalte nachgewiesen.

Für die Charakterisierung der Wasserbewegung stellen die sogenannten Umweltisotope Deuterium, Sauerstoff-18 und Tritium geeignete Tracer dar. Als Bestandteile des Wassermoleküls verhalten sie sich nahezu konservativ und erlauben die direkte Verfolgung der Wasserbewegung. Gleichzeitig ermöglichen Umweltisotope Aussagen über die Herkunft, die mittlere Einzugsgebietshöhe und die Speicherung der Wässer im Untergrund.

Details zu den Ergebnissen der Auswertungen finden sich im UVE-Bericht Grund-, Berg- und Oberflächenwasser.

4.1.8 IST-ZUSTAND UND BEEINFLUSSUNGSSENSIBILITÄT NACH TEILRÄUMEN

Zur Ermittlung der Restbelastung:

Um die Nachvollziehbarkeit und die Vergleichbarkeit zu gewährleisten, wurde nach Angaben der Projektanten für alle Themenbereiche der UVE ein einheitlicher Bearbeitungszugang gewählt. Die Grundstruktur der Beurteilungsmethode folgt den Prinzipien der ökologischen Risikoanalyse und wurde für das gegenständliche Vorhaben in Anlehnung an die RVS Umweltuntersuchungen (RVS 04.01.11) adaptiert:

- Darstellung der Ist-Zustands und Ermittlung der Beeinflussungssensibilität: Themenbereichsspezifische Bestandserfassung und -analyse anhand von Kriterien sowie Bewertung des Bestandes
- Ermittlung der Wirkungsintensität: Analyse der Wirkung des geplanten Vorhabens im Hinblick auf Art (Wirkfaktoren) und Stärke der Einwirkungen auf Kriterienebene
- Ermittlung der Erheblichkeit der Auswirkungen (Eingriffserheblichkeit): Verknüpfung von Beeinflussungssensibilität (Bestandsbewertung) und Wirkungsintensität (Stärke der Einwirkungen) auf Kriterienebene)
- Entwicklung von Maßnahmen für die jeweilige Planungsstufe
- Optimierung des geplanten Vorhabens oder
- Beurteilung der Wirksamkeit von Maßnahmen bezogen auf die festgelegten Kriterien
- Ermittlung der verbleibenden Auswirkungen (Restbelastung) auf Basis der Verknüpfung von Erheblichkeit und Wirksamkeit der Maßnahmen für die Kriterien

Beurteilung der Beeinflussungssensibilität im Ist-Zustand:

Als erster Schritt erfolgt eine Beschreibung und Beurteilung des Ist-Zustandes im Untersuchungsraum. Dabei wird die Beeinflussungssensibilität in fünf Stufen beurteilt:

A	keine bis sehr geringe Sensibilität	1
B	geringe Sensibilität	2
C	mittlere Sensibilität	3
D	hohe Sensibilität	4
E	sehr hohe Sensibilität	5

Grundsätzlich gilt: Je höher die Schutzwürdigkeit bzw. Sensibilität eines Schutzgutes nach UVP-Gesetz bzw. der dazugehörigen Nutzungen ist und je empfindlicher das Schutzgut auf mögliche Projektwirkungen reagiert, desto höher wird es eingestuft.

Die Einschätzung der Sensibilität wurde von den Projektanten auf Forderung des SV für Geologie und Hydrogeologie durch eine verbale Beschreibung ergänzt:

Als Beurteilungskriterien wurden die Bergwassermenge, die Anzahl bestehender Quellen, die Bedeutung des Porengrundwasserkörpers sowie die Bedeutung der kommunalen Trinkwasserversorgungsanlagen und Art und Ausmaß möglicher Grundwasserabsenkungen in Betracht gezogen.

Bergwassermenge:

- 1: 0 – 5 l/s
- 2: > 5 – 10 l/s
- 3: > 10 – 50 l/s
- 4: > 50 – 200 l/s
- 5: > 200 l/s

Anzahl bestehender Quellen:

- 1: wenige Quellen mit geringer Gesamtschüttung
- 2: zahlreiche Quellen mit geringer Gesamtschüttung
- 3: wenige Quellen mit hoher Gesamtschüttung
- 4: viele Quellen mit hoher Gesamtschüttung
- 5: viele Quellen mit sehr hoher Gesamtschüttung

Bedeutung des Porengrundwasserkörpers:

- 1: kein Porengrundwasserkörper vorhanden
- 2: kein bedeutender Porengrundwasserkörper vorhanden
- 3: Porengrundwasserkörper mit Einzelversorgungen vorhanden
- 4: Porengrundwasserkörper mit wasserwirtschaftlicher Bedeutung
- 5: Porengrundwasserkörper mit hoher wasserwirtschaftlicher Bedeutung

Anzahl kommunaler Trinkwasserversorgungsanlagen:

- 1: keine
- 3: einige
- 5: viele

Art und Ausmaß möglicher Grundwasserabsenkungen:

- 1: unbedeutende Absenkungen im unmittelbaren Tunnelbereich
- 3: lokal begrenzte Absenkungen
- 5: weitreichende Absenkungen

Anschließend erfolgte eine Verknüpfung der 5 vorangeführten Beurteilungskriterien:

Nach Angaben der Projektanten wurde aus den einzelnen Einschätzungen das arithmetische Mittel errechnet und der Quotient auf- oder abgerundet.

Beurteilung der Wirkungsintensität des Vorhabens:

Im zweiten Schritt werden nach Angaben der Projektanten die Wirkungen des Vorhabens auf sein Umfeld erfasst und dargestellt. Dabei wurden als Eingangsgrößen die Durchlässigkeit der Festgesteinsüberlagerung und die Anzahl der prognostizierten Auswirkungen eingeschätzt und arithmetisch gemittelt:

Durchlässigkeit der Festgesteinsüberlagerung:

- 1: geringst wasserdurchlässig bis annähernd dicht
- 2: generell schlecht durchlässig
- 3: generell schlecht durchlässig mit lokal begrenzten guten Durchlässigkeiten
- 4: generell gut durchlässig
- 5: hoch durchlässig

Ausmaß der prognostizierten Auswirkungen:

- 1: keine
- 2: wenige
- 3: einige
- 4: viele
- 5: sehr viele

Darauf aufbauend erfolge eine Prognose der Wirkungsintensität des Vorhabens in fünf Stufen:

- 1: keine Wirkung / Verbesserung
- 2: geringe Wirkung
- 3: mittlere Wirkung
- 4: hohe Wirkung
- 5: sehr hohe Wirkung

Das Vorhaben umfasst das vorliegende technische Projekt. Die Maßnahmen, mit denen wesentliche nachteilige Auswirkungen des Vorhabens vermieden, eingeschränkt oder, soweit möglich, ausgeglichen werden sollen, sind noch nicht enthalten.

Verbal wird die Wirkungsintensität wie folgt beschrieben:Quantitativ:

- Keine Wirkung / Verbesserung: Alle Baumaßnahmen erfolgen über dem Grund-/ Bergwasserspiegel (sowohl Tunnel als auch Freilandstrecke) und Baumaßnahmen obertage.
- Geringe Wirkung: Der Tunnel verläuft in Gebirgsabschnitten, in welchen nur eine geringe Grund-/Bergwasserführung zu erwarten ist. Die unterirdische Entwässerung erfolgt oberflächennah (z.B. kristalline Gesteine und Grauwackenzone); Keine Auswirkungen an der Geländeoberfläche zu erwarten. Die Arbeiten bei Freilandstrecken und die Baumaßnahmen obertage (z.B. Objekte, Ersatzwasserversorgungen etc.) erfolgen mit Ausnahme von Fundamenten, die geringfügig in das Grundwasser hineinragen können, über dem Grundwasserspiegel; Dabei können sich lokale Strömungsänderungen mit lediglich geringen Auswirkungen einstellen, zumal hydraulische Verbindungen vorhanden sind.
- Mittlere Wirkung: Der Tunnel verläuft in Gebirgsabschnitten, in denen zumindest lokal erhöhte Bergwassermengen anfallen, die ohne Setzung von Maßnahmen eine lokale Absenkung des Bergwasserkörpers bewirken können. Bei Baumaßnahmen im Bereich von Porengrundwasserkörpern kommt es durch Wasserhaltungsmaßnahmen zu lokalen, zeitlich begrenzten Absenkungen des Grundwasserspiegels.
- Hohe Wirkung: Durch den Tunnel werden Gebirgsabschnitte mit hoher Bergwasserführung durchörtert (z.B. verkartete Karbonatgesteine). Ohne Setzung von Maßnahmen kann dies zu einer weitreichenden Bergwasserspiegelabsenkung mit Auswirkungen an die Geländeoberfläche führen. Bei Baumaßnahmen im Bereich von Porengrundwas-

serkörpern kommt es durch Wasserhaltungsmaßnahmen zu größeren, zeitlich begrenzten Absenkungen des Grundwasserspiegels. Hievon können auch Wasserversorgungen betroffen sein.

- Sehr hohe Wirkung: Durch den Tunnel werden Gebirgsabschnitte mit hoher Bergwasserführung durchörtert (z.B. verkarstete Karbonatgesteine). Ohne Setzung von Maßnahmen kann dies zu sehr weitreichenden Bergwasserspiegelabsenkungen mit großem, flächenhaftem Trockenfallen von Quellen, Brunnen und Oberflächengewässern führen. Darüberhinaus sind weitreichende Auswirkungen auf den Bodenwasserhaushalt und auf seichte Porengrundwasserkörper möglich.

Qualitativ:

- keine Wirkung / Verbesserung: Da bei Tunnelröhren der hydraulische Gradient zur Tunnelachse oder im Bereich von Freilandstrecken innerhalb einer (dichten) Spundwandumschließung zur Baugrube gerichtet ist, ist mit keiner Wirkung zu rechnen.
- geringe Wirkung: lokale / punktuelle Auswirkungen in Form von Trübungen bzw. Beeinträchtigung des Grundwassers durch Bauhilfsstoffe während der Bauphase.
- mittlere Wirkung: größere lokale, jedoch nicht flächenhafte Trübung des Grundwassers oder Beeinträchtigung des Grundwassers durch Bauhilfsstoffe während der Bauphase
- hohe Wirkung: dauerhafte Veränderung des Grundwasserchemismus (sowohl während der Bau- als auch der Betriebsphase) ohne Parameterüberschreitungen gem. Trinkwasserverordnung
- sehr hohe Wirkung: dauerhafte Veränderung des Grundwasserchemismus (Bau- und Betriebsphase) bei zusätzlicher Überschreitung von einem oder mehreren Parametern gemäß Trinkwasserverordnung

Beurteilung der Eingriffserheblichkeit des Vorhabens:

Die Eingriffserheblichkeit des Vorhabens resultiert aus der Verschränkung von Beeinflussungssensibilität und Wirkungsintensität des Bauwerks. Damit erfolgt als dritter Schritt die Beurteilung der Eingriffserheblichkeit des Vorhabens.

Die Eingriffserheblichkeit ist ein Maß für die Erheblichkeit der Vorhabensauswirkung. Sie wird durch die Gegenüberstellung der Beeinflussungssensibilität mit der Wirkungsintensität des Vorhabens in Form einer Matrix in sechs Stufen ermittelt, wobei Stufe I die geringste und Stufe VI die höchste Eingriffserheblichkeit darstellt.

- I: keine Erheblichkeit / Verbesserung
- II: geringe Erheblichkeit
- III: mittlere Erheblichkeit
- IV: hohe Erheblichkeit
- V: sehr hohe Erheblichkeit
- VI: untragbar hohe Erheblichkeit

Die Eingriffserheblichkeit des Vorhabens wird für Bau- und Betriebsphase getrennt beurteilt, und zwar zunächst ohne dass Maßnahmen zur Reduktion der Auswirkungen des Bauwerkes berücksichtigt werden.

Festlegung der Schutz und Ausgleichsmaßnahmen:

Aufbauend auf der Ermittlung der Eingriffserheblichkeit sind als vierter Schritt Schutz und Ausgleichsmaßnahmen zu entwickeln und vorzuschlagen. Diese dienen der Vermeidung bzw. Minderung der Wirkungsintensität des Vorhabens und damit der Reduktion der Eingriffserheblichkeit. Letztlich geht es bei der Festlegung der Maßnahmen darum, die Umweltverträglichkeit herzustellen.

Beurteilung der Wirksamkeit der vorgeschlagenen Maßnahmen:

Im fünften Schritt erfolgt nach Angabe der Projektanten die Beurteilung der Wirksamkeit und Effizienz der vorgeschlagenen Maßnahmen und die Ansprache der nach der Umsetzung dieser Maßnahmen verbleibenden Restbelastung. Mit zunehmender Eingriffserheblichkeit wächst die Notwendigkeit der Entwicklung wirksamer Ausgleichsmaßnahmen, um ein umweltverträgliches Projekt zu erhalten. Erst der Grad der Maßnahmenwirksamkeit lässt die Ableitung der verbleibenden Restbelastung zu. Diese wird als Maß für die Beurteilung der Umweltverträglichkeit des Vorhabens herangezogen.

Bei einer sehr guten Wirksamkeit der Maßnahmen wird die Eingriffserheblichkeit um zwei bis drei Klassen, bei guter Wirksamkeit um eine bis zwei Klassen und bei partiell wirksamen Maßnahmen um bis zu einer Klasse rückgestuft. Die hier im Einzelnen vorzunehmende Vorgehensweise ist, um den Gegebenheiten im Einzelfall entsprechen zu können, der individuellen Expertenbeurteilung vorbehalten.

Quantitativ:

- Sehr gut: Im Bereich von Freilandstrecken erfolgt die Wasserhaltung innerhalb einer Spundwandumschließung. Im Bereich der Tunnelvortriebe werden Injektionsmaßnahmen mit einem Reduktionserfolg der zutretenden Bergwassermenge > 50% gesetzt.
- Gut: Einbau einer Filterschicht unter dichte Wanne oder in Gräben als Grundwasserkommunikationsmaßnahme. Im Bereich der Tunnelvortriebe werden Injektionsmaßnahmen mit einem Reduktionserfolg der zutretenden Bergwassermenge beim NÖT Vortrieb zwischen 10 und 30% bzw. beim TVM Vortrieb zwischen 30 und 50% gesetzt.
- Partiiell: Im Bereich der NÖT Tunnelvortriebe erfolgt ein Aufbringen einer Spritzbetonschale mit geringer Reduzierung der Bergwasserzutritte und kleinräumiger Wirkung.

Qualitativ:

- Sehr gut: Im Bereich von Freilandstrecke und Baumaßnahmen obertage erfolgt die Wasserhaltung innerhalb einer (dichten) Spundwandumschließung. Beim Errichten von Baustraßen werden Spezialmaßnahmen gesetzt (zB.: Herstellung eines dichten Untergrundes, Herstellung von Absturzsicherungen etc.). Im untertägigen Bereich (Tunnel, Zwischenangriffe) existiert eine geordnete Tunnelentwässerung über eine Gewässerschutzanlage.
- Gut: Im Bereich von Freilandstrecken und Baumaßnahmen obertage erfolgt der Einsatz von Absetzbecken und Ölabscheidern ohne Betrieb einer Gewässerschutzanlage.
- Partiiell: Im Bereich von Freilandstrecken und Baumaßnahmen obertage erfolgt der Einsatz von kleinen Absetzbecken zum partiellen Abscheiden von Trübstoffen.

Ermittlung der Restbelastung:

Abschließend wird eine fachbereichsbezogene Gesamteinschätzung der Auswirkungen des Vorhabens (einschließlich der vorgeschlagenen Maßnahmen) vorgenommen und eine zusammenfassende Beurteilung der Umweltverträglichkeit des Vorhabens (= Restbelastung) gemacht. Die Restbelastung gliedert sich wie die Eingriffserheblichkeit in folgende Stufen:

- keine Restbelastung / Verbesserung
- geringe Restbelastung
- mittlere Restbelastung
- hohe Restbelastung
- sehr hohe Restbelastung
- untragbar hohe Restbelastung

Verbale Beschreibung der Restbelastung:

- Keine Restbelastung / Verbesserung: Vom Vorhaben gehen weder quantitative noch qualitative Auswirkungen auf den Grund-/Bergwasserkörper aus.
- Geringe Restbelastung: mögliche Absenkungen des Grund-/Bergwassers liegen innerhalb des natürlichen Grundwasserschwankungsbereiches. Allfällige Auswirkungen auf Geländeoberfläche treten nur bei seicht liegenden Tunnelabschnitten auf.
- Mittlere Restbelastung: Trotz Setzung von Wasserrückhaltemaßnahmen und verbleibenden Absenkungen des Grund-/ Bergwasserkörpers ergeben sich einzelne, lokale Auswirkungen auf Wassernutzungen bis zur Geländeoberfläche. Diese oberflächigen und oberflächennahen Auswirkungen sind nicht großräumig und flächenhaft, sondern sind auf Zonen bestimmter hydrogeologischer Rahmenbedingungen beschränkt (z.B. Grenze zwischen wasserleitenden und wasserstauenden Gesteinen). Kompensationsmaßnahmen sind möglich.
- Hohe Restbelastung: Trotz Setzung von Wasserrückhaltemaßnahmen und verbleibenden Absenkungen des Grund-/ Bergwasserkörpers ergeben sich Auswirkungen auf eine größere Anzahl von Wassernutzungen. Diese oberflächigen und oberflächennahen Auswirkungen sind großräumig und flächenhaft, und sind nicht nur auf hydrogeologisch vorgegebene Zonen (z.B. Grenze zwischen wasserleitenden und wasserstauenden Gesteinen) beschränkt. Kompensationsmaßnahmen sind möglich.
- Sehr hohe Restbelastung: Trotz Setzung von Wasserrückhaltemaßnahmen und verbleibenden Absenkungen des Grund-/ Bergwasserkörpers ergeben sich Auswirkungen auf eine größere Anzahl von Wassernutzungen. Diese oberflächigen und oberflächennahen Auswirkungen sind großräumig und flächenhaft, und sind nicht nur auf hydrogeologisch vorgegebene Zonen (z.B. Grenze zwischen wasserleitenden und wasserstauenden Gesteinen) beschränkt. Zusätzlich wird der Grundwasserspiegel in Porengrundwasserkörpern auf Dauer deutlich abgesenkt. Kompensationsmaßnahmen sind nur teilweise bzw. unter schwierigen Bedingungen möglich.
- Untragbar hohe Restbelastung: Trotz Setzung von Wasserrückhaltemaßnahmen und verbleibenden Absenkungen des Grund-/ Bergwasserkörpers ergeben sich Auswirkungen auf eine überwiegende Anzahl von Wassernutzungen. Diese oberflächigen und oberflächennahen Auswirkungen sind großräumig und flächenhaft, und sind nicht nur auf hydrogeologisch vorgegebene Zonen (z.B. Grenze zwischen wasserleitenden und wasserstauenden Gesteinen) beschränkt. Durch Grundwasserabsenkungen sind nicht nur Wassernutzungen, sondern auch der grundwassergährte Bodenwasserhaushalt flächenhaft betroffen. Des Weiteren ist das Trockenfallen von Oberflächenwässern (Bäche) auf längeren Fließstrecken gegeben. Zusätzlich wird der Grundwasserspiegel in Porengrundwasserkörpern dauerhaft deutlich und flächenhaft abgesenkt und es kann bis zu einer gänzlichen Drainagierung ("Entleerung") von Porengrundwasserkörpern kommen.

Das Ergebnis ist eine Aussage über die Umweltverträglichkeit des Vorhabens und umfasst dabei das technische Projekt inklusive aller entwickelten Schutz- und Ausgleichsmaßnahmen. Diese werden dadurch zum untrennbaren Bestandteil des Vorhabens.

Die Auswertungen und Beschreibungen werden naturgemäß aus hydrogeologischer Sicht auf Basis von orographischen Einzugsgebieten durchgeführt. Die hydrogeologischen Prognosen im geologischen Längenschnitt (EB-Einreichunterlagen) sind auf die vorgegebenen Gebirgsbereiche (1-33) abgestimmt.

Die Tunnelabschnitte gemäß EB Einreichunterlagen decken sich weitgehend mit den UVE Teilräumen.

Zur besseren Nachvollziehbarkeit der Kapiteln der einzelnen Fachbereich leichter zu ermöglichen, versuchen die Projektanten, die entsprechenden Gebirgsbereiche ident mit den geologischen und tunnelbautechnischen Abschnitten zu beschreiben. Dabei können sich leichte Verschiebungen der Gebirgsbereiche ergeben, da diese je nach Vortriebskonzept leicht geändert sind.

EB-Teilabschnittsgliederung:	Entspricht Gebirgsbereich:
Tunnelabschnitt Schafkogel - Eichberg - Graßberg	GB 1 - 8
Tunnelabschnitt Göstritz	GB 9-10
Tunnelabschnitt Otterstock	GB 11 - 12
Tunnelabschnitt "Wechselgneis - Semmeringkristallin"	GB 13 - 26
Tunnelabschnitt Grautschenhof	GB 27 - 33

Teilraum UVE:
Teilraum Gloggnitz - Schwarzatal
Teilraum Aue - Göstritz
Teilraum Otterstock
Teilraum Trattenbach
Teilraum Fröschnitzgraben
Teilraum Grautschenhof
Teilraum Müzzzuschlag
Teilraum Langenwang
Teilraum Bergstrecke Semmeringbahn

4.1.8.1 Teilraum Gloggnitz – Schwarzatal

4.1.8.1.1 Freilandstrecke Bahnhof Gloggnitz – Portal Semmeringtunnel

Im ersten Streckenabschnitt vom Bahnhof Gloggnitz bis zum Portal des Semmeringtunnels wird die neue Strecke zuerst auf einem Damm und anschließend über ein neu zu errichtendes Brückenbauwerk über die Schwarza geführt.

Der Untergrund wird in diesem Streckenabschnitt von Terrassenschottern der Schwarza gebildet. Die Mächtigkeit der gut gerundeten, locker bis mitteldicht gelagerten, sandig-steinig-schluffigen Kiese liegt im Bereich der geplanten Schwarzabrücke bei rund 3,0 bis 5,0 m, weiter talabwärts Richtung Bahnhof nimmt sie noch um wenige Meter zu. Darunter folgen dünnplattige bis blättrige Tonschiefer und Phyllite der Grauwackenzone. Im Hangenden der Kiese bilden Überflutungssedimente („Ausande u. –lehme“) eine bis 1 m starke Deckschicht.

Im Porenraum der fluviatilen Kiese ist ein Porengrundwasserkörper ausgebildet, der über weite Strecken in nicht hart verbauten Abschnitten gut mit der Schwarza korrespondiert. Ein im Sommer 2009 in den wenige Meter bergseitig des Unterwasserkanals befindlichen Bohrpegel B3b eingebauter Datenlogger zeigt einen nahezu unverzögerten und in den Intervallen ungedämpften parallelen Verlauf der Grundwasserspiegelschwankungen wie der Abflusspegel an der Schwarza. Als Grundwasserstauer fungiert die Oberfläche der liegenden Tonschiefer und Phyllite. Die Grundwassermächtigkeit beträgt daher durchschnittlich etwa 2-3 m. Die Strömungsrichtung ist in spitzem Winkel zur Schwarza hin bzw. mehr oder weniger parallel zur Schwarza ausgerichtet. Durchlässigkeitsbestimmungen über Pump-, Sicker- und Laborversuche zeigten kf-Werte im Bereich zwischen 6×10^{-3} und 5×10^{-5} m/s für die sandig-schluffigen Kiese und 1×10^{-6} bis 5×10^{-8} m/s für die Deckschichten.

Generell sind sämtliche Gebäude dieses Abschnitts an die zentrale Wasserversorgung angeschlossen. Im Bereich der geplanten Schwarzabrücke und im Grundwasserabstrombereich der Dammschrecke bis zum Bahnhof gibt es aber einige zusätzliche Nutzungen dieses Porengrundwasserkörpers. Rund 250 m oberhalb der geplanten Brücke existiert ein alter 2,5m tiefer Schachtbrunnen (FS293), der als Nutzwasserbrunnen für die Gartenbewässerung verwendet wird. Abstromig der Dammschrecke wird das Porengrundwasser durch 6 Nutzwasserbrunnen der Fa. Huyck (Kühlwasser, betriebliches Nutzwasser; FS292), einen Garten-Nutzwasserbrunnen (FS290) und einen alten 2,5m tiefen Schachtbrunnen beim Gasthaus Blum (FS291), der seit Jahrzehnten nur mehr für Nutzwasserzwecke (Garten, Aquarium) verwendet wird.

Im Monitoring-Programm ist in diesem Abschnitt der erwähnte Grundwasserpegel B3b und dazu 2 Pegeln (FS288, FS289) in der Schwarza selbst, welche ebenfalls mit Datenloggern kontinuierlich die Wassertemperatur registrieren.

Im Bereich des geplanten Einschnittes für das Tunnelportal und die dort situierten Teile der Baustelleneinrichtung auf einer terrassenartigen Verflachung des östlichen Hangfußes vom Schafberg besteht eine wenige Meter starke Auflage aus feinkornreichem Hangschutt und teilweise angerundeten Komponenten eines alten Terrassenrestes. Darin ist ein lokal begrenzter Porengrundwasserkörper ausgebildet, der auch in die Verwitterungs- und Auflockerungsschwarte der liegenden Phyllite und Schiefer des Schafkogels reicht. Nutzungen dieses gering ergebnigen Hangwassers sind nicht vorhanden. Durch die beiden Erkundungsbohrungen KB 37/08 und KB 38/08 und durch ältere Bohrungen aus dem alten Semmering-Basistunnelprojektes ist dieser Bereich gut aufgeschlossen. In den zu Grundwasserpegeln ausgebauten Bohrungen KB 37/08 und KB 38/08 wurden hydraulische Versuche durchgeführt, die Durchlässigkeiten im Bereich von 3×10^{-8} bis 2×10^{-9} m/s ermittelt. Entsprechend dieser geringen Durchlässigkeit ist hier auch ein steiles Grundwasserspiegelgefälle ausgebildet. Beide Pegel (KB 37/08, KB 38/08) sind im derzeitigen Monitoring-Programm mit monatlichen Abstichsmaßmessungen erfasst.

Der Schwarza-begleitende Porengrundwasserkörper im Abschnitt der Freilandstrecke würde wegen des geringen Flurabstands eine höhere Beeinflussungssensibilität ergeben. Wegen der flächendeckenden zentralen Wasserversorgung, der eingeschränkten Nutzungsmöglichkeiten im teilweise dicht bebauten, teilweise mit Industriebetrieben besetzten Gebiet und wegen der Tatsache, dass bereits derzeit die Südbahnstrecke durch führt, kann diesem Abschnitt eine mittlere Sensibilität zugeordnet werden.

Die neu zu errichtenden 110kV-Leitung wird obertägig geführt und verursacht nach Angaben der Projektanten keine nennenswerten Auswirkungen.

4.1.8.1.2 Tunnelabschnitt

Die Erkundungsbohrungen im Bereich des Tunnelabschnitts durch die Grauwackenzone zeigten auf Trassenniveau noch stärker zerlegte und gestörte Gesteine als ursprünglich für diesen Abschnitt angenommen. Hydrogeologisch bedeutet das, dass die Durchlässigkeiten im tieferen Untergrund noch geringer ausfallen.

Die Ergebnisse bei den Bohrlochversuchen auf Trassenniveau lagen in einem sehr niedrigen Bereich von rund 2×10^{-9} bis 2×10^{-10} m/s. Nur bei KB-3/08 zeigten sich etwas höhere Durchlässigkeiten im Bereich von 2×10^{-7} m/s vermutlich über die zerlegten Metasandsteine und Metakonglomerate im Testabschnitt.

Wegen dieses dichten Untergrunds wird das Gebiet vorwiegend oberflächlich entwässert. Die einzelnen Bäche zeigen starke niederschlagsbedingte Abflussschwankungen und können nach längeren niederschlagsfreien Perioden auch abschnittsweise trocken fallen. So fielen im bisherigen Beobachtungszeitraum vor allem die kleinen Bäche auf der S-Seite des Eichkogels (FS032, FS036) aber auch der Abfalterbach (FS2243) und der Wolfsgrabenbach (FS2242) auf der Nordseite in den Jahren 2007 und 2008 periodisch trocken.

Nur ein relativ kleiner Teil der Niederschläge versickert in der Verwitterungsschwarte und bildet dort geringmächtige lokal begrenzte Grundwasserkörper. Quellen zeigen entsprechend hohe niederschlagsbedingte Schüttungsschwankungen und bei den Analysen immer wieder Hinweise auf kurzfristige oberflächennahe Einspeisungen (Verkeimungen) und kurze unterirdische Aufenthaltszeiten (Tritium-Werte entsprechen den aktuellen Niederschlagswerten). Die Schüttungen liegen durchwegs deutlich unter 1 l/s, meist im Bereich weniger Zehntel bis Hundertstel Liter/Sekunde.

Die Wasserversorgung der meisten Gebäude erfolgt großteils dezentral über zahlreiche Einzelquellfassungen und Brunnen. Gelegentlich sind einige Häuser zu kleinen Wassergenossenschaften mit Nutzung einer gemeinsamen Wasserbezugsstelle zusammengeschlossen. Die Brunnen weisen Tiefen zwischen etwa 2 m und max. 25 m auf und nutzen ebenfalls die gering ergebnigen oberflächennahen Grundwasserkörper. Stellvertretend für die vielen kleinen Wassernutzungen wird im Bericht UV 06-01.01 eine grafische Auswertung der bisherigen Messungen (Schüttung und elektrische Leitfähigkeit) der Gemeindequelle Eichberg (FS007) dargestellt. Es ist dies ein Zusammenschluss von mehreren kleinen bis sehr kleinen Einzelfassungen, die bei ihrem gemeinsamen Einlauf in den Hochbehälter gemessen werden. Diese Wasserver-

sorgungsanlage diene bis vor einem halben Jahr der Versorgung von 2 Wohnhäusern der Stadtgemeinde Gloggnitz. Diese Häuser wurden inzwischen verkauft. Ihre weitere Nutzung steht noch nicht fest.

Die Auswertung zeigt, dass die Quellschüttung nach längeren niederschlagsfreien Perioden sehr stark abnimmt und die Quelle im Sommer 2007 beinahe trocken fiel. In den letzten Jahren klagten mehrere Quell- und Brunnennutzer, dass die Ergiebigkeit des Grundwassers auf dem Eichkogel laufend zurückgeht. Brunnen werden immer wieder vertieft, um ein Austrocknen zu verhindern (z.B. FS027, FS805).

Die elektrische Leitfähigkeit der Grundwässer auf der Nordseite des Eichbergs liegt im All-gemeinen wegen der überwiegend kristallinen tonmineralreichen Gesteine in niedrigen Bereichen bis etwa 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Auf der Südseite des Eichbergs zeigen einige Quellen aber deutlich erhöhte Leitfähigkeiten bis $>1000 \mu\text{S}/\text{cm}$ (FS038, FS039, usw.). Die Ursache dafür sind erhöhte Sulfat- und Hydrogencarbonat-Gehalte, die aus gipsführenden Gesteinsschuppen dieses Gebietes stammen. Auffällig ist auch die Nahelage dieser Quelfassungen zu den verwachsenen Abraumhalden der alten Magnesit-Bergbaue auf der S-Seite des Eichkogels. Auch die Gemeindequelle von Pettenbach (FS282) auf der Nordseite liegt im Einzugsgebiet einer derartigen Abraumhalde und weist daher ebenfalls erhöhte Leitfähigkeiten im Bereich zwischen 700-950 $\mu\text{S}/\text{cm}$ und Sulfatgehalte bis ca. 120 mg/l auf.

Für das derzeitige Monitoring-Programm über diesen Tunnelabschnitt wurden 6 Bäche (FS2241, FS2242, FS2243, FS2244, FS032, FS036), 6 gefasste Quellen (FS007, FS037, FS038, FS039, FS058, FS802), 3 Hausbrunnen (FS027, FS800, FS801) und 3 Pegelbohrungen (KB 1/08, KB 2/08, KB 3/08) für monatliche Abstichs- bzw. Schüttungsmessungen (+ Temperatur, elektrische Leitfähigkeit) ausgewählt. Aus der Quelle FS007 werden überdies seit 2006 monatlich Proben für eine Ionenbilanz gezogen.

4.1.8.1.3 Zusammenfassende Beurteilung der Beeinflussungssensibilität im Ist-Zustand

Im Tunnelabschnitt durch die Grauwackenzone werden keine großen Bergwassermengen erwartet. Durch die schlechten Durchlässigkeiten im Festgesteinsuntergrund sind viele kleine Quellen mit geringer Gesamtschüttung vorhanden.

Eine kommunale Trinkwasserversorgung samt Schutzgebiet, welches von der Tunneltrasse gequert wird (eine Auswirkung darauf wird jedoch nicht prognostiziert) liegt in diesem betrachteten Teilraum. Der Schwarza-begleitende Porengrundwasserkörper wird lokal genutzt.

Zusammenfassend wird daher diesem Teilraum eine mittlere Beeinflussungssensibilität zugeordnet.

4.1.8.2 Teilraum Aue – Göstritz

4.1.8.2.1 Tunnelabschnitt Auebachtalquerung

Im Auebachtal ist nur eine relativ geringmächtige Felsüberlagerung mit Wildbach- und Hangschutt von maximal 9-11 m gegeben. Im Porenraum dieser Lockersedimente ist ein zusammenhängender Grundwasserkörper mit einer Mächtigkeit von 5-7m ausgebildet, der vereinzelt mit Brunnen für Nutzwasser verwendet wird. Die geringen Wasserspiegelschwankungen werden in den zu Pegeln ausgebauten Bohrungen im Zuge der hydrogeologischen Dauerbeobachtung laufend gemessen. Im Pegel KB-38/06 ist ein Datenlogger für kontinuierliche Aufzeichnungen eingebaut. Pumpversuche in Pegelabschnitten der Lockergesteinsauflage (KB-07/08) ergaben Durchlässigkeiten im Bereich von 1×10^{-3} und 5×10^{-4} m/s. Als Stauer fungiert die Oberfläche der liegenden Festgesteine. Die Strömungsrichtung ist talparallel nach Osten gerichtet.

Die Festgesteine im Liegenden der Lockersedimente sind zum überwiegenden Teil stark zerlegte und teilweise entfestigte Störungsgesteine der Talhof-Aue-Störung. Der hohe Anteil von Schichtsilikaten in der Zusammensetzung führt zu einer weitgehenden Abdichtung des Gesteins. Unregelmäßig eingeschuppt finden sich aber auch härtere Gesteinslinsen und -schuppen aus Rauwacken, Karbonatgesteinen und Sandsteinen. Entlang von Klüften und Lösungshohlräumen sind hier lokal gute Wasserwegigkeiten vorhanden.

Die Ergebnisse bei den Bohrlochversuchen auf Trassenniveau schwankten zwischen rund 2×10^{-5} und 2×10^{-8} m/s. Die Ergebnisse zeigen also um 2-3 Zehnerpotenzen höhere Durchlässigkeiten als in der Grauwackenzone. Das hat seinen Grund einerseits in der geringeren Tiefe, andererseits aber in den erwähnten Einschüppungen von höher durchlässigen Gesteinen. Da sich die Wasserwegigkeiten auf gut geklüftete Bereiche dieser Gesteine konzentrieren, ist lokal mit noch höheren Durchlässigkeitsbeiwerten zu rechnen. So zeigte sich bei der Schrägbohrung KB-06/08, dass nach einer weitgehend dichten Abfolge von stark gestörten Phylliten und Störungsgesteinen scharf abgegrenzt eine 10er-Meter mächtige Schuppe aus gut durchlässigen Rauhwacken und verkarsteten Karbonatgesteinen durchbohrt wurde. Aus dieser Schuppe flossen artesisch 2-3 l/s Grundwasser mit sehr hoher elektrischer Leitfähigkeit ($>2500 \mu\text{S/cm}$). Analysen zeigten, dass eine sehr hohe Konzentration an Sulfat, Calcium, Magnesium und Hydrogenkarbonat dafür verantwortlich waren. Eingeschuppt in die weichen Störungsgesteine wurde auch reiner Gips angetroffen, der als Hauptlieferant für diese hohen Lösungsinhalte des Bergwassers angenommen werden kann. Die Bohrung wurde mit einem Pegel ausgebaut und der Pegelkopf frostsicher und dicht mit einem Manometer verschlossen. Über ein Absperrventil sind jederzeit Beprobungen des gespannten Bergwassers möglich. Die Ablesungen der Manometerwerte erfolgt im Rahmen des monatlichen Dauermessprogrammes.

Rund 300 m westlich der Trasse wird der Felsuntergrund im Auebachtal auch von verkarsteten Karbonatgesteinen gebildet (KB-39/06). Sie bilden die hier auskeilende Verlängerung des Karbonatgesteinszugs der westlich angrenzenden Adlitzgräben. Wie die Bohrlochversuche in KB-39/06 zeigten, ist in den Klüften dieser Karbonatgesteine (Durchlässigkeiten im Bereich von 1×10^{-3} m/s) ein mächtiger Grundwasserkörper ausgebildet. Dieser tritt zuerst bei den „Hirsch-Quellen“ am südlichen Ortsrand von Schottwien (FUE221c, FUE 222c und FUE223c) in kleinerem Umfang (in Summe bis 10 l/s) und weiter östlich beim Auskeilen der Karbonate in der Palkaquelle (FS092) mit $Q > 100$ l/s zutage. Diese Quelle wurde im Zuge der Errichtung der S 6 im Auftrag der ASFINAG gefasst und ein Teil der Quellschüttung (30 l/s) wird der Stadt Gloggnitz als Trinkwasser im Ersatz für die aufgelassenen Aue-Quellen und Duftquellen (bei beiden waren Beeinträchtigungen durch die S 6 nicht auszuschließen) zur Verfügung gestellt. Bei der Festlegung der Tunneltrasse wurde daher besonders darauf geachtet, so weit wie möglich von dieser Quelle und dem zugehörigen Karbonatgesteinszug nach Osten abzuweichen.

Für das Dauermessprogramm wurde daher der Palkaquelle besonderes Augenmerk geschenkt, da sie mit $Q > 100$ l/s die größte Schüttung aller Quellen dieses Gebietes aufweist. Zur Erfassung des Wasseranfalles in der Palkaquelle war es jedoch notwendig, aufgrund der baulichen Ausführung der Quelfassung umfangreiche Einbauten durchzuführen (siehe Abbildung 100). Der Wasseranfall wird an der Herdmauer über mehrere Stellen abgeleitet bzw. abgepumpt. Ein Teil des sich an der Herdmauer stauenden Wassers wird über eine Ausleitung in einen nahegelegenen Fischteich eingeleitet. Die Messung dieser Wassermenge erfolgt über ein Flügelrad (Sägezahn-Durchflussmesser), welches in einem eigens eingebauten Abflussrohr installiert ist.

Die Aufzeichnung der Pumpmenge, welche zur Versorgung des Ortsteils Aue verwendet wird, erfolgt mittels Reed Kontakt an der Pumpleitung. Ein weiterer Teil des anfallenden Wassers rinnt frei in den Hochbehälter der Stadtgemeinde Gloggnitz. In diesem Hochbehälter wurde ein eigener Datenlogger installiert und die abgeleitete Wassermenge wird hier ebenfalls mittels Reed Kontakt aufgezeichnet.

Die verbleibende gefasste Wassermenge wird über einen errichteten Messüberfall in den Auebach ausgeleitet. An diesem Messüberfall werden kontinuierliche Wasserstandsmessungen vorgenommen. Mittels einer Schlüsselkurve werden die Wasserstände in Wassermengen umgerechnet. Durch Aufsummierung sämtlicher Messdaten kann die an der Herdmauer anfallende Wassermenge der Palkaquelle ermittelt werden.

Neben den unterschiedlichen Ausleitungsmengen werden auch noch die Wassertemperatur und die elektrische Leitfähigkeit kontinuierlich gemessen.

Einzelmessungen an der Ausleitung in den Auebach haben gezeigt, dass die hier ausgeleitete Wassermenge deutlich höher ist, als diejenige, die in der Quelfassung am Messüberfall vorhanden ist. Durch Mitteilungen des Besitzers der

Palkaquelle konnte in Erfahrung gebracht werden, dass aufgrund von Umläufigkeiten nicht der gesamte Wasseranfall an der Palkaquelle in der Fassung zu Verfügung steht. Diese Umläufigkeiten werden über Drainageleitungen in die Ableitung in den Auebach eingeleitet.

In Bericht UV 06-01.01 ist die Schüttungsganglinie der Palkaquelle im Zeitraum Juni 2006 bis Herbst 2009 dargestellt. Im Detail sind in dieser Abbildung auch die einzelnen Teilkomponenten der Messorte dargestellt, aus der sich in Summe die gefasste, zur Verfügung stehende Wassermenge errechnet. Die kurzfristigen Schwankungen sind nicht auf natürliche Verhältnisse zurückzuführen, sondern ergeben sich aus der Tatsache, dass die Mengenermittlung aus mehreren Teilkomponenten besteht, deren zeitliche Auflösung mit gewissen Unschärfen in der Zusammenführung behaftet ist.

Weiters sind die Zeitreihen der Parameter elektrische Leitfähigkeit und Wassertemperatur dargestellt. Der Verlauf der Wassertemperatur zeigt einen deutlichen Jahresgang, jedoch schwanken die gemessenen Wassertemperaturen nur in einem Bereich zwischen 11,68 °C und 11,76 °C, was auf sehr gute Speichereigenschaften im Untergrund schließen lässt. Die Anfang September 2007 niedergehenden Starkniederschläge im Untersuchungsgebiet können dabei auch deutlich abgelesen werden; ein Einfluss kurz gespeicherter Wässer kann daraus interpretiert werden.

Die Bestimmung des Tritium-Gehalts in Bergwasserproben aus Bohrpegeln zeigte in diesem Abschnitt bei einigen Bohrungen deutlich niedrigere Gehalte als die Niederschläge. Proben aus KB-36/06, KB-39/06, KB-5/08, KB-9/08 und KB-20/07 lagen zwischen 2,3 und 6,3 TE. Die Proben aus KB-8/08 und KB-6/08 waren überhaupt tritiumfrei.

An den aufsteigenden Nordeinhängen unterhalb der S 6 sind an einigen Stellen im Nahbereich zur Trassenführung Quellen gefasst. Zwei davon werden als Trinkwasserversorgungen für einen kleinen Betrieb (FS705) bzw. ein Einfamilienhaus (FS704) und eine als Viehquelle (FS703) verwendet. Sie schütten durchwegs <1 l/s und weisen hohe elektrische Leitfähigkeiten wegen erhöhter Sulfatwerte auf.

Eine rund 15 m unter heutiger GOK in einem Stollenbauwerk aus den 1930er-Jahren gefasste Quelle (FS098) schüttet rund 4 l/s und weist eine elektrische Leitfähigkeit von 1300 bis 1900 µS/cm auf. Sie bildet gemeinsam mit der Quelle FS097 (rund 5-8 l/s), die aber in einem Stollenbauwerk unter der S 6 Wasser aus dem Karbonatstock des Graßbergs erschließt, die „Alten Aue-Quellen“ (Mischwasser: FS096). Diese wurden bis zum Bau der S 6 als Trinkwasserversorgung für die Stadt Gloggnitz verwendet und laufen seither ungenutzt in den Kraftwerkskanal für das Klein-KW Kaltenberger aus. Die hohen Leitfähigkeitswerte unterscheiden deutlich die Einzugsgebiete der Quellen aus den gipsführenden Karbonatlinsen des Abschnitts Auebach-Talquerung (FS098, FS703 bis FS705) von den wesentlich niedriger mineralisierten Quellen aus dem Bergwasser des Graßbergs (FS097). Im Bericht UV 06-01.01 sind stellvertretend für die anderen Quellen die Ganglinien von Schüttung und elektrischer Leitfähigkeit der Viehquelle Ehrenhöfer (FS703) dargestellt.

Die Schüttung dieser Quelle ist offenbar stark niederschlagsabhängig. Deswegen ist auch die Leitfähigkeit gegenüber den übrigen aufgezählten Quellen dieses Abschnitts unter 1000 µS/cm abgesenkt (Verdünnung durch oberflächennahes Grundwasser aus der Verwitterungsschwarte).

Für das derzeitige Monitoring-Programm über diesen Abschnitt (ausgreifend nach Westen bis in die Adlitzgräben und nach Osten bis zum Sommergraben) wurden 9 Bachmessstellen (374, 375, 559u, FUE31, FS096, FS110, FS117, FS118, FS702), davon 2 mit Datenlogger (FUE31, FS110) und das Überlaufgerinne der alten Aue-Quellen (FS096) mit einem Datensammler, 16 gefasste Quellen (FUE141a, FUE142a, FUE41, FUE43-45, FUE221c, FUE222c, FUE223c, FS059, FS060, FS092, FS095, FS098, FS703, FS704, FS705, FS707), und die Palkaquelle (FS092) mit mehreren Datensammlern, und 10 Pegelbohrungen (J1/94, KB04/08, KB05/08, KB06/08, KB07/08, KB09/08, KB37/06, KB38/06, KB39/06, KB20/07) davon 1 mit Datenlogger (KB38/06), ausgewählt.

4.1.8.2.2 Tunnelabschnitt Graßberg-Karbonatgesteine

Nach der Unterquerung der S 6 tritt die Trassenführung im Graßbergzug erstmals in verkarstete Karbonatgesteine ein. Der Graßberg ist als O-W-streichende Härtlingsschuppe zwischen die eher weichen bis plastischen Störungsgesteine der Graßbergstörung im Süden und der Talhof-Aue-Störung im Norden tektonisch eingeregelt. In östlicher Richtung keilen

die Karbonatgesteine in den Glimmerschiefern zwischen Schlagl und dem Sommergraben aus und trennen damit den Karbonatstock des Raachbergs von der Graßbergschuppe ab. Im Westen grenzen die Glimmerschiefer und „Keuper“-Formationen bei Schottwien die Graßbergschuppe von den Karbonatgesteinen der Adlitzgräben ab.

Die schwach metamorphen Kalke, Kalkmarmore und Kalkbrekzien des Graßbergs werden über eine Strecke von rund 700 m auf Trassenniveau erwartet. Bohrkerne aus dieser Tiefe zeigen immer noch deutliche Verkarstungsspuren mit ausgeweiteten Klüften und Lösungshohlräumen.

Entsprechend hohe Durchlässigkeiten im Bereich zwischen 1×10^{-3} und 1×10^{-5} m/s wurden daher bei den Bohrlochversuchen festgestellt. Der Bergwasserspiegel in der Graßbergschuppe wurde bei rund 587-590 m.ü.A. erbohrt. Flowmetermessungen zeigten nur nahe dem Bergwasserspiegel Wasserzutritte. Auf Trassenniveau, rund 100 m unterhalb des Bergwasserspiegels, konnten in den Bohrungen keine Fließbewegungen festgestellt werden.

Überlaufquellen dieses Bergwasserkörpers sind nur entlang der Nordgrenze der Graßbergschuppe zu finden. Die „Auequelle 1“ (FS097) ist in einem bergmännisch errichteten Stollen unterhalb der S 6-Trasse gefasst. Sie bildete gemeinsam mit der „Auequelle 2“ (FS098), die ebenfalls in einem Stollen, aber rund 50 Höhenmeter tiefer in einer Karbonatgesteinschuppe innerhalb der Glimmerschiefer des nördlichen Auetalbereichs gefasst ist (siehe das vorherige Kapitel), lange Jahre bis zur Errichtung der S 6 das Hauptstandbein der Wasserversorgung von Gloggnitz. Im Unterschied zur „Auequelle 2“ hat das Bergwasser aus der Graßbergschuppe nur Leitfähigkeiten im Bereich von 400-450 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Wegen des Einsickerns von Straßenwässern der S 6 in den Quellfassungsbereich unterhalb der Straßentrasse, kommt es im Winterhalbjahr nach Tausalzstreuungen kurzfristig immer wieder zu starken Anstiegen der Leitfähigkeit. Analysen zeigten, dass dafür extrem hohe Na- und Cl-Ionen-Gehalte verantwortlich sind.

Die normale Leitfähigkeit des Mischwassers der beiden unterschiedlichen Quellen FS097 (rund 400-450 $\mu\text{S}/\text{cm}$) und FS098 (rund 1300-1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$) liegt bei rund 700-750 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Durch die Zutritte von Tausalzwasser der S 6 steigt die Leitfähigkeit kurzfristig bis >2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ an.

Anders verläuft die Leitfähigkeitskurve bei den Duftquellen (FS102, FS103, FS104 und FS106) weiter östlich im Kaltbachtal. Wegen der weitgehenden Ähnlichkeit der chemischen Zusammensetzung der Einzel-Quellen und deren Unzugänglichkeit bis zum Dezember 2009 wurde als Messstelle für das Monitoring-Programm der gemeinsame Ausfluss aus dem Sammelschacht bei FS105 gewählt. Trotz großer Schüttungsschwankungen zeigen sich hier nur sehr geringe Leitfähigkeitsschwankungen im Bereich von wenigen $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Diese Quellgruppe wurde zu Beginn des vorigen Jahrhunderts gefasst und diente der Stadt Gloggnitz lange Jahre für die Trinkwasserversorgung. Seit mehreren Jahren läuft das Quellwasser jetzt ungenutzt ab und bildet den Ursprung des Kaltbaches. Die Schüttungskurve zeigt einen völlig anderen Verlauf als bei den Auequellen. Nach einem lang dauernden Abwärtstrend führte erst die Schneeschmelze im Frühjahr 2009 zu einem deutlichen Anstieg. Da auch die Austrittshöhe um rund 70 m über jener der Auequellen und des erbohrten Bergwasserspiegels im Graßberg liegt, ist ein anderes Einzugsgebiet für die Duftquellen wahrscheinlich. Möglicherweise sind dichte Störungsgesteine, die den Graßberg durchziehen für eine Unterteilung in getrennte Bergwasser-Kompartimente verantwortlich.

Aus dem gleichen Niveau wie die Duftquellen entspringt auch die Quelle Hasiberhof (FS101). Ihre Schüttung von <1 l/s reicht aber für die Versorgung des Anwesens Hasiberhof samt Landwirtschaft und Nebengebäuden seit vielen Jahren aus. Die Leitfähigkeit dieser Quelle liegt aber mit rund 360-380 $\mu\text{S}/\text{cm}$ unter jener der Duftquellen und der Auequelle 1.

Ebenfalls aus dem gleichen Austrittsniveau bei rund 640 bis 660 m.ü.A., also rund 50-70 m über dem erbohrten Bergwasserspiegel im Graßberg, entspringt die Quelle Gruber (FS115) etwa in gleicher Entfernung zwischen den Duft- und den Auequellen. Sie versorgt 2 Einfamilienhäuser und speist mit ihrem Überlauf einen Fischteich. Die Schüttung beträgt relativ konstant rund 0,3 l/s, die Leitfähigkeit liegt hier bei rund 270-290 $\mu\text{S}/\text{cm}$ und liegt damit deutlich niedriger als bei den übrigen Quellen an der Nordseite des Graßbergs.

Auch die beiden zuletzt genannten Quellen deuten auf eine Auftrennung in einzelne Bergwasser-Kompartimente im Graßberg hin.

Für das derzeitige Monitoring-Programm über diesen Abschnitt wurden 2 Bachmessstellen (FS096, FS108), 7 gefasste Quellen (FS097, FS101, FS102, FS103, FS105, FS106, FS115), davon der Gesamt-Überlauf der Auequellen (FS096) mit einem Datensammler, und 1 Pegelbohrung (KB19/07) ausgewählt.

4.1.8.2.3 Tunnelabschnitt Göstritz - Schlaglstörung

Zwischen dem Graßberg im Norden und dem Otterstock im Süden liegt ein Abschnitt mit ausgeprägten O-W-streichenden Störungssystemen. An der Geländeoberfläche treten zwischen den eingetieften Störungsbereichen immer wieder Karbonatgesteinsschuppen auf. Wie die Erkundungsbohrungen zeigten, reichen diese Karbonatgesteine nicht bis auf Tunnelniveau in die Tiefe, sondern werden von weichen, stark gestörten und verfalteten Gesteinen der sogenannten „Keuper-Serie“ unterlagert. Es sind dies Phyllite, Tonschiefer, Anhydrite und Gipse in bunter Mischung.

Hydrogeologisch sind diese Gesteine auf Trassenniveau als weitgehend dicht und daher nur gering wasserführend zu betrachten. In den hangenden Karbonatgesteinslinsen sind aber begrenzte Bergwasserkörper in unterschiedlichen Höhenlagen ausgebildet.

An der Ostseite begrenzter Karbonatgesteinsschuppen ist die ursprüngliche Versorgungsquelle der Burg Wartenstein in einer Höhe von rund 920 m. ü.A. gefasst (FS111). Sie wird aber seit vielen Jahren bei der Messstelle FS112 ungenutzt ausgeleitet. Wegen des begrenzten Einzugsgebietes schwankt die Schüttung stark und geht nach längeren niederschlagsfreien Perioden auf Null zurück, was für die weitere hydrogeologische Beweissicherung wichtig ist, da dadurch gezeigt wird, dass es auch heute bereits Quellen gibt, die aus natürlichen Gründen aufgrund der vorherrschenden hydrometeorologischen Situationen trocken fallen.

An der NW-Seite einer Karbonatgesteinsschuppe ist auf rund 740 m .ü.A. die Himmelreichquelle (FS061) der Gemeinde Schottwien gefasst. Sie entspringt offensichtlich aus einem größeren Einzugsgebiet und schüttet zwischen 0,5 und 2,5 l/s.

Auch aus der Verwitterungsschwarte der liegenden „Keuper-Serie“ im Bereich von Göstritz sind einige kleine Quellen gefasst. Sie dienen sowohl der Trinkwasserversorgung einzelner Anwesen (FS062, FS065, FS076) als auch der Nutzwasserversorgung (FS064) bzw. der Speisung von Teichen beim Gudenhof. Die Hauptanspeisung dieser Teiche erfolgt aber aus einer Bachentnahme im obersten Göstritzgraben (FS077). Aufgrund des begrenzten oberflächennahen Einzugsgebietes liegen die Schüttungen durchwegs deutlich <1 l/s. Nach langen niederschlagsfreien Perioden gehen die Schüttungen stark zurück. So ist etwa die Quelle FS064 im Sommer 2007 trocken gefallen und liefert seither kein Wasser mehr.

Bei einigen Quellen machen sich auch die gipsführenden Gesteine durch erhöhte Leitfähigkeiten, bedingt durch sehr hohe Sulfat- und Hydrogenkarbonatgehalte bemerkbar.

Östlich der geplanten Trasse sind entlang der Störungssysteme keine weiteren Quellaustritte vorhanden. Im Bereich von Schlagl existieren 2 alte Schachtbrunnen mit wenigen Metern Tiefe (FS132, FS134). Hier wird das gering ergiebige Porengrundwasser aus der Verwitterungsschwarte bzw. dem aufliegenden Hangschutt genutzt.

Für das derzeitige Monitoring-Programm über diesen Abschnitt wurden 1 Bach (2 Messstellen im Göstritzbach), 5 gefasste Quellen (FS061, FS062, FS065, FS076, FS112) und 2 Pegelbohrung (KB 39/08, KB 50/08) ausgewählt.

Im Bereich Göstritz ist ein Zwischenangriff geplant. Diese Baumaßnahmen bestehen aus eine Baustelleneinrichtungsfläche, einem Zugangstollen und einem Schachtbauwerk. Der Zugangstollen und das Schachtbauwerk liegen im Wesentlichen in dichten Gesteinseinheiten. Lokal sind in diesem Bereich nur gering mächtige seichte Hanggrundwasserführungen vorhanden. Im unmittelbaren Baustellenbereich ist eine gefasste und genutzte Quelle (FS076) gelegen. Auf Basis

der Einschätzung der hydrogeologischen Situation in diesem Detailgebiet wird eine geringe Beeinflussungssensibilität abgeleitet.

4.1.8.2.4 Zusammenfassende Beurteilung der Beeinflussungssensibilität im Ist-Zustand

Im Bereich der Karbonatgesteine des Grasberges werden erhöhte Bergwasserzutritte erwartet. Durch die guten Durchlässigkeiten können sich weitreichende Bergwasserspiegelabsenkungen einstellen. Im Bereich Auetal sind im Porenaquifer einzelnen Grundwassernutzungen gelegen. Zudem finden sich im Teilraum viele Quellen mit z. T. hohen Gesamtschüttungen, und auch Quellen die für die kommunale Trinkwasserversorgung verwendet werden.

Der Tunnel quert das Trinkwasserschutzgebiet der Auequellen. Da diese Quellen jedoch nicht mehr für Trinkwasserzwecke verwendet werden, hat dieser Umstand keine weiteren Auswirkungen mehr in der fachlichen Beurteilung.

Zusammenfassend wird daher diesem Teilraum eine hohe Sensibilität zugeordnet.

4.1.8.3 Teilraum Otterstock

Von Norden kommend, folgt nach der weitgehend dichten Schlagstörung der Karbonatgesteinsabschnitt des Otterstocks.

Der nördliche Abschnitt wird vorwiegend aus Rauhacken der Reichenhaller Schichten gebildet. Die Bohrung KB-40/08 wurde in diesem Bereich abgeteuft und zeigte bei den Bohrlochversuchen nur geringe Durchlässigkeiten. Auf Trassenniveau wurden nur Durchlässigkeitsbeiwerte in der Größenordnung von 1×10^{-8} bis 2×10^{-9} m/s bestimmt. Am Bohrkern zeigten sich aber bis in große Tiefen Spuren von Bergwasserführung und im Bohrloch stellte sich auch ein Bergwasserspiegel bei rund 780 m. ü.A. ein. Das Bergwasser zeigte reduzierende Bedingungen und reagierte mit dem Eisen des Pegelrohres unter Bildung einer schwarzen Eisensulfidausfällung. Dieser Bergwasserspiegel liegt um rund 200 m höher als in der Graßbergschuppe und um rund 90 m höher als im südlich anschließenden verkarsteten Otterstock-Abschnitt.

Der gleiche Bergwasserkörper wurde offensichtlich bei der nach Norden gerichteten Schrägbohrung KB-42/06 in der Göstritz angetroffen. Diese Bohrung sollte die Durchlässigkeitsverhältnisse der Schlagl-Störung in diesem Bereich erkunden. Weiters sollte überprüft werden, ob das gegen Ende der 300 m langen Bohrstrecke erwartete gespannte Bergwasser aus dem nordwestlichen Otter-Stock hydraulische Verbindungen zur Göstritz-Quelle und dem Bergwasser des Sonnwendsteins aufweist. Wegen der gespannten Grundwasserverhältnisse wurde die mit 50° Richtung S angesetzte Bohrung mit aufwändigen Sicherungen (Preventer) ausgestattet. Bis Bohrmeter 98 wurden Kataklasite und schwarze graphitische Phyllite der Schlagstörung erbohrt. Darunter folgten bis Bohrmeter 200 zellig angelöste Rauhacken und Kalkbreccien. Nach einer 25 m starken Störungszone aus Kataklasiten wurden bis zur Endteufe von 300 m (= 533 m. ü.A.) Wechselfolgen aus Kalkbreccien und geklüfteten Dolomiten erbohrt. Im Bereich zwischen Bohrmeter 160 und 190 (= 600-620 m. ü.A.) wurde erstmals gespanntes Bergwasser mit einer Schüttung von rund 0,16 l/s festgestellt. Eine Probe daraus vom 8.2.2007 enthielt 4,4 Tritium-Einheiten. Dieser Wert liegt deutlich unter den damaligen Niederschlagswerten von rund 7-9 TE und weist auf mehrjährige Aufenthaltszeiten des Bergwassers hin. Im Bereich von Bohrmeter 278-284 (= 543-547 m. ü.A.) kam es zu starken artesischen Austritten mit einer Schüttung von rund 6 l/s. Eine Probe daraus vom 15.2.2007 enthielt nur 1,2 TE, was auf eine sehr lange unterirdische Aufenthaltszeit hinweist. Der statische Grundwasserspiegel wurde mit 41,2 m über GOK bestimmt, was einer Höhe von rund 766,7 m. ü.A. entspricht. Der Austritt der Göstritzquelle aus dem Sonnwendstein liegt deutlich unterhalb dieses Druckspiegels. Ein hydraulischer Bohrlochversuch ergab für die verkarsteten Karbonatgesteinsbereiche im Bereich des gespannten Bergwasserzutritts eine sehr hohe Transmissivität von $6,0 \times 10^{-2}$ m²/s, bzw. eine über die 27 m lange Versuchsstrecke gemittelte Durchlässigkeit von $2,2 \times 10^{-4}$ m/s. Dies täuscht vermutlich geringere Durchlässigkeitsverhältnisse vor, da die eigentlichen Wasserwegigkeiten konzentriert über offene Klüfte und Zerrüttungszonen stattfinden, die von der kleinvolumigen Bohrung möglicherweise nur teilweise erfasst werden. Nach den Bohrlochversuchen wurde der Arteser abzementiert und die Bohrung dicht verfüllt. Während der Bohrarbeiten wurden bei der unterhalb liegenden Quelle Lechner (FS076) laufend quantitative Beweissicherungsmessungen und Beprobungen für Trinkwasseranalysen durchgeführt. Es wurden dabei keine Veränderungen der Quelle festgestellt.

Es dürfte sich also in diesem Abschnitt um einen isolierten Bergwasserkörper handeln, dem keine bekannten Quellaustritte zugeordnet werden können und der vom südlichen Abschnitt des Otterstocks abgetrennt ist.

Wie die Trennschicht zu den südlich anschließenden verkarsteten Karbonatgesteinen des zentralen Otterstocks mit einem Bergwasserspiegel bei rund 690 m. ü.A. beschaffen ist, ist derzeit nicht bekannt. Sie wurde bisher weder erbohrt noch an der Geländeoberfläche angetroffen. Sie muss aber vorhanden sein, da ohne wirksame Trennung die eng benachbarten Bergwasserspiegel mit rund 90 m Höhenunterschied nicht erklärt werden können. Der Bergwasserkörper im zentralen Otterstock wurde mit der Bohrung KB-12/08 erschlossen. Die Durchlässigkeiten sind offensichtlich im Bereich des Bergwasserspiegels bei rund 690 m. ü.A. sehr hoch, wie die deutlichen Verkarstungsaufweitungen von Klüften und Hohlräumen in dieser Teufe zeigten. Bei Bohrlochversuchen auf Tunnelniveau rund 200 m darunter, zeigte sich das Karbonatgestein aber sehr undurchlässig im Bereich von 2×10^{-8} bis 2×10^{-10} m/s.

Da Quellaustritte aus dem Otterstock auf seinen Ost- und Südostrand beschränkt sind, wurde auch am Ostrand des Otterstocks nahe dem Einschnitt des Otterthaler Baches eine Erkundungsbohrung abgeteuft (KB-18/07). Sie erschloss den Bergwasserspiegel in stark verkarsteten Karbonatgesteinen bei rund 677 m. ü.A., also rund 15 m tiefer als im trassennahen westlichen Otterstock. Es ist dies das gleiche Niveau wie bei den Quellaustritten entlang dem Ostrand des Otters (FS121, FS136, FS137 usw.).

Die Trinkwasserversorgung von Otterthal erfolgt zentral über 2 Quelfassungen (FS121, FS124) aus dem Otterstock. Die „Hansl-Quelle“ (FS121) ist am Fuß einer großen Bergsturzmasse aus der Ostflanke des Großen Otters gefasst. Die Schüttung schwankte im bisherigen Beobachtungszeitraum zwischen 1,5 und 7 l/s. Seit Spätherbst 2009 wurde in der Quellsammelstube ein Datensammler eingebaut. Die „Quelle West“ (FS124) ist am Südrand des Großen Otters in einer Höhe von rund 700 m. ü.A. gefasst. Die Schüttung schwankte im bisherigen Beobachtungszeitraum zwischen 0,5 und 10 l/s. Seit Oktober 2008 ist an dieser Quelle ebenfalls ein Datensammler eingebaut. Stellvertretend für die Quellen aus dem Otterstock werden im Bericht UV 06-01.01 die Ganglinien von Schüttung und Leitfähigkeit der „Quelle West“ (FS124) dargestellt. Auffallend ist der sehr starke Anstieg nach einem historischen Tief der Schüttung im Sommer 2007 mit 0,5 l/s auf ein ebenfalls noch nicht dagewesenes Maximum nach der Schneeschmelze im Frühjahr 2009.

Noch tiefer, im Bereich von 655-660 m.ü.A., liegen die starken Quellaustritte beim östlichen Auskeilen der Karbonatgesteine des Otterstocks am Beginn des Fuchsgrabens östlich von Raach. Beim Ursprung des Fuchsgrabenbachs, liegt die gefasste Fuchsgrabenquelle (FS300). Mit dem Fassungsbauwerk werden rund 15 l/s erschlossen. Mehr ist über die verwendeten Fassungsrohre nicht einzuleiten. Deshalb treten in der Umgebung der Fassung an zahlreichen Stellen weitere Quellen aus. Die Gemeinde Raach hat einen wasserrechtlich bewilligten Konsens zur Entnahme von 4 l/s aus der Quelfassung. Der Rest läuft zusammen mit den ungefassten Austritten über den Fuchsgrabenbach ab. Rund 300 m unterhalb der Fuchsgrabenquelle ist am Fuchsgrabenbach ein Datenlogger an der Abflussmessstelle (FS332) installiert.

Das deutliche Gefälle des Bergwasserspiegels vom westlichen trassennahen Bereich des Otterstocks bei rund 690 m.ü.A. über die Austritte am Ostrand des Großen Otters bei rund 670 m.ü.A. bis zur Fuchsgrabenquelle beim östlichen Auskeilen der Karbonatgesteine des Otterstocks bei rund 655 m.ü.A. könnte ebenfalls auf Unterbrechungen oder dichtende Abtrennungen einzelner Bergwasser-Kompartimente, ähnlich wie in der Graßbergschuppe hinweisen. Auch der Austritt der Quelle FS139 an der Ostseite des Großen Otters mehr als hundert Höhenmeter über dem Bergwasserspiegel des Otterstocks im trassennahen Bereich spricht für eine derartige Aufteilung.

Der Otter-Stock besitzt entlang seiner Nordseite bis über die Schlaglstörung hinaus keine Oberflächengerinne. Nur entlang der Ostflanke des Großen Otters im Taleinschnitt des Raachtals zwischen Raach und Otterthal beginnt ein Überlaufgerinne, der Otterthaler Bach, das bei mehreren Quellaustritten (FS136, FS137, FS138) seinen Ursprung hat. In seinem weiteren Verlauf ist es abschnittsweise verrohrt und im Ortsgebiet von Otterthal hart verbaut bis zur Mündung in den Trattenbach. Es durchläuft kurz nach seinem Ursprung einen kleineren (Feuchtenhofer) und nordwestlich von Otterthal mehrere große Fischteiche (Hübner). Die Abflussmessstelle (FS128) wurde im Frühjahr 2008 zu einer Datenlogger-Messstelle ausgebaut.

Im SO ist der Otterstock durch das Tertiärbecken von Kirchberg begrenzt. Mit der Bohrung KB-53/06 wurde der Aufbau erschlossen. Die tertiäre Beckenfüllung besteht demnach bei Otterthal bis zu einer Tiefe von rund 120 m aus dichten Konglomeraten und führt nach derzeitigem Kenntnisstand kein Grundwasser. Nur in den obersten Metern ist in den Alluvionen ein lokal begrenzter, gering ergebiger Porengrundwasserkörper ausgebildet. Wie die Wasserbilanzberechnungen zeigen, fehlt ein Teil des im Otterstock theoretisch ablaufenden Wassers. Die Auswertung von geophysikalischen Messungen entlang dem Otterthaler Bach geben Hinweise auf eine oberflächennahe Eindellung der dichten Tertiärbeckenfüllung in der Verlängerung der Bergsturzmasse aus der Ostflanke des Großen Otters. Hier könnte ein unterirdischer Abfluss aus dem Bergwasserkörper des Otters über das Tertiärbecken zum Trattenbach erfolgen.

Eine hydraulisch wirksame westliche Begrenzung des Otterstocks zum Sonnwendstein ist nicht gesichert. Die unterschiedlichen Austrittsniveaus der Quellen aus dem Otterstock und der Göstritzquelle am nordöstlichen Fuß des Sonnwendsteins lassen aber eine Trennung entlang des Göstritzbaches vermuten.

Der südliche Abschnitt des Otterstocks zum Trattenbachtal hin, also seine Basis, wird von Abfolgen aus „Alpinem Verrucano“, Serizit-Phylliten und gipsführenden Gesteinen gebildet, die durch Abscherungen versetzt und verstellt sind. Mit den Bohrung KB-13/08 und KB 43/06 wurde dieser Abschnitt aufgeschlossen.

Hydrogeologisch herrschen hier wieder weitgehend dichte Verhältnisse mit sehr geringer Durchlässigkeit im Bereich von 1×10^{-11} m/s und geringer Bergwasserführung vor. Allerdings sind Bergwässer wegen der gipshaltigen Gesteine mit hohen Sulfatgehalten zu erwarten.

Westlich des Otterstockes befinden sich die Karbonatgesteine des Sonnwendsteines und des Hirschenkogels. Diese Karbonatgesteine wurden durch die Errichtung des Semmering Scheiteltunnels im Rahmen des Projektes S6 Semmering Schnellstraße aufgeföhren. Hydrogeologisch zeigt sich bei diesen Karbonatgesteinen, dass im Bereich des Sonnwendsteines sich die unterirdische Entwässerung nach Norden hin ausgerichtet hat, und hier am Kontakt zu den wasserstauenden Gesteinen der Keuperserie eine Reihe von Quellaustritten in Form von Überlaufquellen vorhanden sind. Ein Teil dieser Quellen wird für Trinkwasserzwecke verwendet. Die größte dieser Quellen ist die sogenannte Göstritzquelle (Nr. 541 und 542) die aus einem gefassten und einem ungefassten Quellaustritt besteht. Die Pichlerquelle (Nr. 538) ist ebenfalls an dieses hydrogeologische System gebunden und tritt weiter westlich im Bereich des Ostportales des Semmering Tunnels aus. Beide Quellen stellen einen Teil der Trinkwasserversorgungsanlage der Gemeinde Schottwien dar. An beiden Quellen sind Datenlogger installiert, an welchen die Parameter Wasserstand, elektrische Leitfähigkeit und Wassertemperatur kontinuierlich gemessen werden. Zudem erfolgten weiterführende Messungen an der Messstelle Übergabeschacht Greis am Ostportal des Semmering Tunnels, wo die gesamte im Tunnel anfallende Bergwassermenge in den Greisbach ausgeleitet wird.

Seit 1992 erfolgt in der Stollenfassung der Pichlerquelle eine kontinuierliche Aufzeichnung des Wasserstandes, seit dem Jahre 2000 liegen auch zusätzlich die Parameter elektrische Leitfähigkeit und Wassertemperatur in hochauflösenden Zeitreihen vor. Im Bericht UV 06-01.01 sind die Daten der Pichlerquelle für den Beobachtungszeitraum 1992-2007 aus dem Bericht der ASFINAG dargestellt.

Gleiche Auswertungen liegen auch für die gefasste Göstritzquelle vor. Am ungefassten Austritt der Göstritzquelle erfolgen seit 1991 monatliche Messungen der Quellschüttung.

Die Messung der Gesamtwassermenge aus dem Semmering Tunnel erfolgt im Bereich des Ostportals im Bereich Greis. Am Auslauf des Übergabeschachtes, über welchen die gesamten anfallenden Bergwässer abgeföhrt werden, wurde ein Messüberfall errichtet. An diesem Messüberfall wurde ein Datenlogger installiert, wo in ¼-Stunden Intervallen Messungen des Wasserstandes (Schüttung), der elektrischen Leitfähigkeit und der Wassertemperatur stattfinden. Über eine Abflusshöhen-Wassermengen Beziehung werden die aufgezeichneten Wasserstände wie auch bei der gefassten Göstritzquelle und der Pichlerquelle in Schüttungen umgerechnet.

Für das gegenständliche Projekt werden die Messungen und Aufzeichnungen der Bergwassermengen aus dem S 6 Semmering Tunnel weitergeführt, und stellen somit für die hydrogeologische Beweissicherung sehr wichtige Grunddaten dar, da die Messergebnisse bereits über lange Zeiträume vorliegen.

Aus Kirchberg ist im Rahmen des Ersatzwasserprojektes Raach/Otterthal der Anschluss an die sogenannte Bauernwiesquelle (FS561) geplant. Die Leitungsverlegung dazu erfolgt weitgehend im Bereich des öffentlichen Straßennetzes, weshalb für diesen Bereich aus hydrogeologischer Sicht nur eine geringe Beeinflussungssensibilität abgeleitet wird. Nur im letzten Abschnitt werden südlich von Raach Grabungsarbeiten abseits der Straße erfolgen. Der Festgesteinsuntergrund in diesem Bereich wird von den verkarsteten karbonatischen Festgesteinen des Otterstockes aufgebaut, weshalb dieser Abschnitt mit einer hohen Sensibilität bewertet wird.

Für das derzeitige Monitoring-Programm über den Abschnitt des Otterstockes wurden 7 Bachmessstellen (FS128, FS135, FS146, FS157, FS158, FS182, FS332), davon 2 Messstellen mit Datenloggern (FS128, FS332), 8 gefasste Quellen (FS121, FS123, FS124, FS139, FS144, FS300), davon 3 mit Datensammlern (FS121, FS124, FS300), 2 ungefasste Quellen (FS329, FS334) und 4 Pegelbohrung (KB18/07, KB12/08, KB13/08, KB40/08) ausgewählt. Dazu kommen noch die beiden Gemeindequellen von Kirchberg am Wechsel (FS561 und FS562 + FS563), weil aus der Bauernwiesquelle (FS561) die Ersatzversorgung für Otterthal und Raach geplant wird.

4.1.8.3.1 Zusammenfassende Beurteilung der Beeinflussungssensibilität im Ist-Zustand

Innerhalb des tiefgreifenden verkarsteten Karbonatgesteinszugs des zentralen Otterstockes werden hohe Bergwassermengen prognostiziert. Durch die guten Durchlässigkeiten im Untergrund können weitreichende Bergwasserspiegelabsenkungen auftreten. Es sind viele Quellen mit z.T. hohen Gesamtschüttungen in diesem Teilraum situiert. Einige davon werden für kommunale Trinkwasserversorgungen verwendet.

Zusammenfassend wird diesem Teilraum daher ebenfalls eine hohe Sensibilität zugeordnet.

4.1.8.4 Teilraum Trattenbach

4.1.8.4.1 Tunnelabschnitt Wechselschiefer

Der Abschnitt der Wechselschiefer im Bereich des Trattenbachtals südlich des Otterstockes wird durch weitgehend dichte Gesteine bestimmt. Die Bohrung KB-14/08 erbrachte auf Tunnelniveau sehr geringe Durchlässigkeiten im Bereich von 7×10^{-10} m/s.

Die Entwässerung erfolgt hier zum überwiegenden Teil oberflächlich über Bäche. Nur ein geringer Teil bildet lokal begrenzte Porengrundwasserkörper in der Hangschutt- und Verwitterungsschwarte dieses Gebietes aus. In den verstreuten Siedlungen bestehen zahlreiche Einzelversorgungen aus kleinen Quellfassungen derartiger oberflächennaher Grundwasserkörper. Die Schüttungen liegen durchwegs deutlich unter 1 l/s, die Leitfähigkeiten sind wegen des kristallinen Gesteinsbestandes eher niedrig.

Für das derzeitige Monitoring-Programm über diesen Teilabschnitt wurden 1 Bach (FS231), 2 gefasste Quellen (FS154, FS181) und 1 Pegelbohrung (KB 14/08) ausgewählt.

4.1.8.4.2 Tunnelabschnitt Wechselgneise

Der große Abschnitt durch den Wechselgneis bis zur Landesgrenze wird durch weitgehend dichte Gesteine bestimmt. Die Bohrungen KB-15/08 bis KB-21/08 wurden zur Erkundung dieses Abschnitts abgeteuft.

Bohrlochversuche zeigten auf Tunnelniveau nur sehr geringe Durchlässigkeiten zwischen 3×10^{-8} und 5×10^{-11} m/s. Bei einzelnen Bohrungen wurden bis in große Tiefen artesische Wasserzutritte mit Druckhöhen über der GOK registriert. Die Fließraten lagen aber nur bei 1-2 l/min (KB-17/08).

Ähnlich wie im vorigen Abschnitt der Wechselschiefer erfolgt die Entwässerung auch hier zum überwiegenden Teil oberflächlich über Bäche. Nur ein geringer Teil des Niederschlags bildet lokal begrenzte Porengrundwasserkörper in der Hangschutt- und Verwitterungsschwarte dieses Gebietes aus. In den verstreuten Siedlungen bestehen zahlreiche Einzelversorgungen aus kleinen Quelfassungen derartiger oberflächennaher Grundwasserkörper. Die Schüttungen liegen durchwegs deutlich unter 1 l/s, die Leitfähigkeiten sind wegen des kristallinen Gesteinsbestandes eher niedrig.

Im Bericht UV 06-01.01 sind die Ganglinien von Schüttung und Leitfähigkeit der Gemeindequellen Gruber und Trettler (FS400) dargestellt. Auffallend sind die starken niederschlagsbedingten Schüttungsschwankungen, die durch das oberflächennahe Einzugsgebiet bedingt sind.

Für das derzeitige Monitoring-Programm über diesen Teilabschnitt wurden 8 Bachmessstellen (FS127, FS232, FS238, FS547, FS548, FS549, FS550, FS551), davon 1 mit einem Datenlogger (FS127), 6 gefasste Quellen (FS400, FS401, FS417, FS454, FS552, FS559), 3 ungefasste Quellen (FS555, FS556, FS557) und 5 Pegelbohrung (KB15/08, KB17/08, KB18/08, KB20/08, KB21/08) ausgewählt.

In diesem Teilraum kommt auch der Baulüftungsschacht Trattenbachbachgraben und der zugehörigen Baustelleneinrichtungsfläche zu liegen. Der Schacht wird in eher gering durchlässigen Lockergesteinen und gering durchlässigen Festgesteinen abgeteuft. Die Baustelleneinrichtungsfläche befindet sich ebenfalls in gering durchlässigen Lockersedimenten, weshalb sich dem Schachtstandort als auch der zugehörigen Baustelleneinrichtungsfläche nur eine geringe Beeinflussungssensibilität ergibt.

4.1.8.4.3 Zusammenfassende Beurteilung der Beeinflussungssensibilität im Ist-Zustand

Der gesamte Wasserablauf der beiden Tunnelabschnitte erfolgt oberflächlich bzw. oberflächennah. Sämtliche Wassernutzungen beziehen daher ihr Quellwasser aus lokal begrenzten oberflächennahen Porengrundwasserkörpern mit kurzen unterirdischen Aufenthaltszeiten.

Der tiefere Felsuntergrund erwies sich bei den hydraulischen Versuchen in den Erkundungsbohrungen als weitgehend dicht mit nur sehr geringen Durchlässigkeitsbeiwerten.

Zusammenfassend wird dem Teilraum „Trattenbach“ daher eine niedrige Beeinflussungssensibilität im Ist-Zustand zugeordnet.

4.1.8.5 Teilraum Fröschnitzgraben

4.1.8.5.1 Wechselgneis und Wechselschiefer im Bereich Fröschnitzgraben

Der große Abschnitt durch den Wechselgneis wird durch weitgehend dichte Gesteine bestimmt. Die Bohrungen KB-15/08 bis KB-21/08 auf niederösterreichischer Seite und KB-22/08 und KB-23/08 auf der steirischen Seite wurden zur Erkundung dieses Abschnitts abgeteuft.

Nicht nur in den tieferen Teufenabschnitten der Bohrungen KB-22/08 und KB-23/08 haben die Durchlässigkeitsversuche in den Wechselgneisen sehr geringen Durchlässigkeiten ergeben. Auch die Versuche in den Bohrungen, die im Untergrund die Wechselschiefer erbohrten, zeigten dichte Verhältnisse. Vor allem auch innerhalb der Gesteinseinheiten der Wechselschiefer sind sehr viele, vor allem kleine und kleinste Quellaustritte vorhanden, was eindeutig darauf hinweist, dass ein Großteil der Grundwässer nur sehr oberflächennah abfließt und keine großen Wassermengen tiefgründig entwässern. Die meisten Quellen weisen aufgrund ihrer geringen Schüttung auf kleine Einzugsgebiete hin. Dies wird auch durch die geringen elektrischen Leitfähigkeitswerte der höher gelegenen Quellwässer bestätigt. Die oberflächennahe Zirkulation wird auch durch die größtenteils niedrigen Wassertemperaturen (< 5°C) zur Zeit der Aufnahme belegt. Die Aufnahme erfolgte vorwiegend im Oktober / November 2005, wo die Lufttemperaturen um bzw. knapp über den Gefrierpunkt lagen.

Im Zuge der hydrogeologischen Dauerbeobachtungsmessungen hat sich bislang gezeigt, dass speziell bei Schüttungsanstiegen es immer wieder zu Leitfähigkeitseinbrüchen gekommen ist, was ebenfalls auf oberflächennahe Entwässerungsdynamiken hinweisen lässt.

Im hinteren Abschnitt des Fröschnitzgrabens ist auch eine Abflussmessstelle des hydrogeologischen Dauermessprogramms samt Datenloggerausstattung situiert. Aufgrund der starken Geschiebeführungen wurde diese Messstelle bereits 2-mal verlegt. Dies deshalb, da sich nach Starkregenereignissen immer wieder Änderungen im Bachprofil ergaben.

In diesem Teilraum ist auch der Zwischenangriff Fröschnitzgraben innerhalb der kristallinen Gesteine geplant der Wechseleinheit geplant. Im Untergrund können in diesem Abschnitt lokal artesische Verhältnisse auftreten, wie auch anhand der Bohrung KB-24/08 am Schachtstandort nachgewiesen werden konnte.

Im hinteren Grabenabschnitt des Dürrgrabens ist eine Vielzahl an gefassten Quellen gelegen, die einen Teil der Trinkwasserversorgungsanlage der Gemeinde Semmering darstellen. Die Vielzahl der Quellen und Schüttungsschwankungen zeigen an, dass der überwiegende Anteil der Grundwasserführung in diesem Abschnitt sehr oberflächennah stattfindet. Durchlässigkeitsversuche an der Bohrung KB-01/06 haben zwischen 200-300 m sehr schlechte Durchlässigkeiten erbracht.

4.1.8.5.2 Permomesozoikum und Deckengrenze im Bereich Fröschnitzgraben

Entlang der Deckengrenze sind gut wasserwegige Karbonatgesteine eingeschaltet. Entlang dieser Einschaltungen sind verbesserte Wasserwegigkeiten im Untergrund vorhanden. Quellwässer, die an diese Karbonatgesteine gebunden sind, zeigen höhere elektrische Leitfähigkeiten. Es zeigt sich aber, dass auch kurzfristig im Untergrund gespeicherte Grundwässer an der Quellschüttung dieser Quellen beteiligt sind. Die Quelle JRN483 ist am Grabenausgang des Longsgrabens gelegen und entwässert offensichtlich Karbonatgesteine, die in diese Deckengrenze eingeschuppt sind; die vergleichbar hohen Leitfähigkeiten zeigen dies an. Der Rückgang der elektrischen Leitfähigkeit zum Zeitpunkt der Schneeschmelze 2009 lässt kurz gespeicherte Abflusskomponenten vermuten.

Weiter südlich dieser Quelle sind 3 weitere Quellen gelegen (JRN463-465), die ebenfalls erhöhte Leitfähigkeiten aufweisen und ebenso Karbonatgesteine entwässern. Die Quellen liegen deutlich höher als die Quelle JRN483, weshalb hydraulisch abgekoppelte Entwässerungssysteme entlang der eingeschuppten Karbonatgesteine denkbar erscheinen.

Für einige dieser Quellen, die an diese Karbonatgesteinseinschaltungen gebunden sind und in einer Nahelage zur geplanten Tunneltrasse liegen, können mögliche Auswirkungen nicht ausgeschlossen werden. Ersatzmaßnahmen durch Neufassung von lokalen Quellen bzw. Nutzung von bereits bestehenden Quellen werden für diese möglichen Auswirkungen in Frage kommen.

Weiter grabenauswärts sind die verkarsteten Karbonatgesteine des Erzkogels gelegen. Diese Karbonatgesteine hängen nicht mit den Karbonatgesteinseinschaltungen im Bereich der Deckengrenze zusammen. An die Karbonatgesteine des Erzkogels sind 2 große Karstquellen gebunden. Die Erzkogelquelle stellt zudem einen Teil der Trinkwasserversorgungsanlage der Gemeinde Spital am Semmering dar. Diese Quelle entspringt an der orographisch rechten Seite der Fröschnitz. Die andere Quelle ist die sogenannte Siebenbrunnquelle und entspringt an der orographisch linken Talseite. Die Siebenbrunnquelle ist gefasst und diente früher ebenfalls der Trinkwasserversorgung der Gemeinde Spital am Semmering. Wegen Qualitätsproblemen (bakteriologische Belastungen) in Zusammenhang mit Trübungseinbrüchen musste diese Quelle vor Langem bereits von Netz genommen werden.

Aus Detailuntersuchungen 1994 war bekannt, dass das Einzugsgebiet der Erzkogelquelle am Erzkogel und vor allem im Dürrgraben zu suchen ist. Der Oberflächenabfluss des Dürrgrabens versickert zur Gänze beim Durchfließen der Karbonatgesteine. Ein Markierungsversuch hat eindeutig den Zusammenhang mit der Erzkogelquelle ergeben. Die Siebenbrunnquelle befand sich damals nicht im Untersuchungsprogramm, das ausschließlich auf die orographisch rechte Talseite der Fröschnitz und dem Grabenausgang des Dürrgrabens ausgerichtet war.

Da angedacht war, das Wasser der Siebenbrunnquelle durch entsprechende Adaptierungsarbeiten wieder für Trinkwasserzwecke zu verwenden, war es notwendig, entsprechende Detailuntersuchungen durchzuführen. In der Quelle wurde ein Datenlogger installiert, an dem die Parameter Wasserstand, elektrische Leitfähigkeit, Wassertemperatur und Trübung in ¼-std. Intervallen gemessen und aufgezeichnet wurden. Im Sommer 2008 wurden zu mehreren Zeiten Trübungseinbrüche, die in Zusammenhang mit Starkniederschlagsereignissen einhergingen, gemessen und auch vor Ort beobachtet. Die Vermutung eines unmittelbaren Einflusses der Fröschnitz lag nahe. Am 4.8.2008 führten nachmittags Gewitterniederschläge zu einem starken Anstieg der Wasserführung in der Fröschnitz. Zeitgleich wurden auch im Wasser der Siebenbrunnquelle Trübungen registriert. Eine Begehung vor Ort zeigte, dass sich durch die starke Wasserführung der Fröschnitz Fröschnitzwasser bis in die Quellstube zurückgestaut hatte. Jedoch wurde auch beobachtet, dass das zufließende Wasser am Quellzulauf in der Stollenfassung Trübungen aufwies.

Anhand der nachträglich ausgewerteten Datenloggerdaten kann deutlich beobachtet werden, dass bei deutlichen Schüttungsanstiegen auch immer Trübungseinbrüche registriert wurden. Zudem kann auch aus den Daten abgelesen werden, dass die Trübungseinbrüche nur sehr kurzfristig auftraten und meistens nach mehreren Stunden bis max. 1 Tag wieder abgeklungen waren. Ein Zusammenhang mit der Fröschnitz war auf Basis dieser Daten sehr somit wahrscheinlich. Aufgrund der raschen Trübungseinbrüche einhergehend mit Schüttungsanstiegen stellte sich die Frage, ob nicht generell ein ständiger Zusammenhang zwischen der Fröschnitz und dem Quellwasser der Siebenbrunnquelle besteht.

Aus diesem Grund wurde im November 2008 ein Markierungsversuch an der Fröschnitz durchgeführt. Beprobte wurden dabei das Wasser der Siebenbrunnquelle, der gefassten Erzkogelquelle und einer ungefassten Quelle, die in Nahelage zur Erzkogelquelle ebenfalls orographisch rechts situiert ist. Der Markierungsversuch erbrachte, dass auch zu Niedrigwasserzeiten ein Zusammenhang zwischen der Fröschnitz und dem Quellwasser der Siebenbrunnquelle besteht. Da das zeitliche Auftreten des eingesetzten Farbstoffes (Uranin) bereits nach einigen Stunden erfolgte, war aus fachlicher Sicht zu empfehlen, das Wasser dieser Quelle in Zukunft nicht für Trinkwasserzwecke zu verwenden.

An den beiden anderen Quellen (gefasste und ungefasste Erzkogelquelle) wurde kein Farbstoff nachgewiesen. Durch den unmittelbaren Tunnelvortrieb besteht keine Gefahr einer Auswirkung auf diese Quellen.

In diesem Teilraum kommt auch der Zwischenangriff Fröschnitzgraben mit 2 Schächten und einer zugehörigen Baustelleneinrichtungsfläche zu liegen. Die Schächte werden in eher gering durchlässigen Lockergesteinen und Festgesteinen abgeteuft. Die Baustelleneinrichtungsfläche befindet sich ebenfalls in gering durchlässigen Lockersedimenten an der orographisch linken und rechten Talseite. Sowohl den Schächten als auch der Baustelleneinrichtungsfläche werden geringe Beeinflussungssensibilitäten zuerkannt.

In einem orographisch linken Seitengraben des Fröschnitztales ist im Longsgraben geplant, Tunnelausbruchmaterial zu deponieren. In diesem Graben im Bereich der Deponie sind nur eine Reihe von ungefassten Quellen und Feuchtstellen gelegen, ebenfalls befindet sich in diesem Graben kein ausgeprägter oder nennenswerter Grundwasserkörper. Sowohl der zugehörigen Baustraße Longsgraben, als auch dem geplanten Förderband sowie auch dem Longsgraben selbst wird daher nur eine geringe Beeinflussungssensibilität zugeordnet.

Als Baustraße zur Deponie wird weitgehend eine bestehende Forststraße nach entsprechenden Umbauarbeiten verwendet. Ein kurzer Abschnitt muss neu errichtet werden. Die geplante Straßenführung erfolgt in einem hydrogeologischen Umfeld (sehr schlecht wasserwegige Gesteine im Untergrund, schlecht wasserwegige Lockerüberlagerung, wenig Quellen, kein ausgebildeter Grundwasserkörper, nur lokale Hanggrundwasserabflüsse), das eine geringe Beeinflussungssensibilität ableiten lässt.

Der Transportweg in den Fröschnitzgraben erfolgt über die Baustraße Steinhaus (für Zwischenangriffspunkt Fröschnitzgraben, Deponie Longsgraben). Für diese Baustraße wird ebenfalls weitgehend ein bestehender Forstweg nach entsprechenden Umbauarbeiten verwendet. Einerseits verläuft die Baustraße im Süden z. T. über einem Untergrund der aus verkarsteten, sehr gut wasserwegigen und wasserführenden Karbonatgesteinen aufgebaut wird und andererseits verläuft die geplante Baustraße Steinhaus durch die Schutzzone II der sogenannten Erzkogelquelle (JRN933),

die einen Teil der bestehenden Trinkwasserversorgung von Spital am Semmering darstellt. Im Norden der Straßenführung werden eher gering bis mäßig wasserwegige Lockersedimente sowohl an den Hängen als auch in der Talniederung prognostiziert. Quellen oder Brunnen oder auch Nutzungen sind in diesem Abschnitt nicht bekannt. Zudem erfolgten in diesem Abschnitt auch vor kurzem Grabungsarbeiten im Zuge der Erdgasverlegung. Zusammenfassend kann daher für die Baustraße Steinhaus ausgesagt werden, dass für den südlichen Abschnitt im Bereich der wasserführenden Karbonatgesteine eine hohe Sensibilität ausgesprochen wird. Im nördlichen Abschnitt außerhalb der angesprochenen Karbonatgesteine geht die Prognose nur von einer geringen Sensibilität aus.

Im Zuge eines bereits teilweise realisierten Ersatzwasserprojektes Spital am Semmering werden Trinkwasserleitungen neu zu verlegen sein. Die Verlegung der Leitungen aus dem Quellbereich der Ziereckquellen (223a, 223b und 224) erfolgen dort, wo bereits bestehende Trinkwasserleitungen verlegt sind. Einerseits erfolgen die Grabungsarbeiten innerhalb von gering wasserwegigen Gesteinseinheiten der Keuperserie, und andererseits werden Karbonatgesteine gequert, die bereits im Untergrund durch den Tunnel Steinhaus aufgeföhren wurden. Somit kann dieser Abschnitt mit einer geringen Sensibilität beurteilt werden.

4.1.8.5.3 Semmeringkristallin - Gneis-Grüngesteins-Folge (Bereich Hocheck)

In der Gneis-Grüngesteins-Folge sind zumindest oberflächennah etwas bessere Wasserwegigkeiten im Festgesteinsuntergrund zu erwarten wie in den Wechselabschnitten und der nachfolgenden Glimmerschiefer-Folge. In den tiefen Abschnitten auf Trassenniveau haben jedoch die Bohrlochversuche gezeigt, dass mit sehr schlechten Durchlässigkeiten zu rechnen ist. Somit ist auch davon auszugehen, dass ein Großteil der unterirdischen Entwässerung nur sehr oberflächennah stattfindet.

Auswirkungen des Tunnelvortriebes in dieser Gesteinsfolge bis an die Oberfläche werden aufgrund der geringen Durchlässigkeiten und der hohen Tunnelüberlagerungen nicht erwartet.

Im Zuge von detaillierten Profilmessungen am Kaltenbach im Winter hat sich gezeigt, dass die an der orographisch rechten Talseite zutretenden Wässer etwas höhere Mineralisierungen aufwiesen als diejenigen Wässer, die an der orographisch linken Talseite, also bereits aus den Einzugsgebieten der Glimmerschiefer-Folge, zutreten. Der Grund dafür dürfte im unterschiedlich lithologischen Aufbau der Gestein zu suchen sein, so ist der Calcit-Dolomit-Gehalt in der Gneis-Grüngesteins-Folge höher als in der Glimmerschiefer-Folge. Die im Vergleich dennoch gering mineralisierten Wässer benötigen nicht zwingend einen Zusammenhang mit mächtigeren Karbonatgesteinen.

Im vorderen Abschnitt des Kaltenbaches ist auf der orographisch rechten Seite die Quelle JRN878 situiert. Für die oberflächennahe Entwässerung sprechen auch hier erneut die Leitfähigkeitseinbrüche infolge von Schüttungsanstiegen.

Im hintersten Abschnitt des Kaltenbaches ist an der Quelle JRN814, der Wasserversorgung des Alois-Günther-Hauses, ein Datenlogger installiert. Die gemessenen Daten zeigen, dass es in den Wintermonaten immer wieder zu einem Trockenfallen der Quelle kommt. Die sehr geringen Leitfähigkeiten zeigen auch an, dass die Quellwässer nur sehr kurz im Untergrund gespeichert sein können, was auch durch das Verhältnis Schüttungsminimum zu Schüttungsmaximum belegt ist. Sehr wichtig aus Beweissicherungsgründen ist, dass bereits vor Baubeginn, diese Quelle aus natürlichen Gründen trocken fällt.

Am Grabenausgang in Spital knapp vor der Einmündung des Kaltenbaches in die Fröschnitz wurde eine Abflussmessstelle mit Datenloggerausstattung errichtet.

4.1.8.5.4 Semmeringkristallin - Glimmerschiefer-Folge (Bereich Hühnerkogel)

Innerhalb der Gesteine der Glimmerschiefer-Folge ist aus hydrogeologischer Sicht davon auszugehen, dass der überwiegende Anteil des Grundwassers nur sehr seicht und oberflächennah abfließt. Sehr tiefe Entwässerungsbahnen im Festgesteinsuntergrund werden nicht erwartet. Die Durchlässigkeitsversuche in den Bohrungen haben auf Trassenniveau dichte Verhältnisse erbracht.

Im Einzugsgebiet des Kaltenbaches in den Gesteinseinheiten der Glimmerschiefer-Folge ist u.a. die Sonnwinkelquelle JRN921 gelegen, die die Trinkwasserversorgung für eine Reihe von Häusern im Kaltenbachgraben darstellt. Im Sammelbehälter dieser Quelle wurde ein Datenlogger installiert, um die Parameter Wasserstand, Wassertemperatur und elektrische Leitfähigkeit kontinuierlich zu messen. Der Quellzulauf und der Ablauf in das darunter situierte große Quellsbassin liegen unter Wasser. Dadurch kommt es immer wieder zu Überstauphänomenen von mehreren cm, die die Erstellung eines Pegelschlüssels sehr erschweren. Die Quelle reagiert rasch auf Starkregenereignisse. Zumindest ein großer Anteil des Quellwassers wird nur sehr kurzfristig im Untergrund gespeichert, und nach kurzer Fließzeit bereits am Quellsstandort wieder zum Austritt gelangt. In diesem Bereich können entsprechend schlechte Speichereigenschaften für Grundwasser abgeleitet werden. Zudem prognostizieren die Projektanten, dass in Bereichen, in denen derartige Gesteine vom Tunnel aufgefahren werden, kaum nennenswerte Bergwasserzutritte bestehen werden und darüber hinaus auch keine Auswirkungen an der Oberfläche zu erwarten sind.

Sehr interessante Austritte in Form von Drainagen befinden sich direkt in Spital am Semmering im Schuttkörper des Kaltenbaches. Diese haben in Summe für kristalline Abschnitte hohe Schüttungen, und weisen sehr hohe Gesamtmineralisierungen auf. Bei derart hohen Gesamtmineralisierungen bei elektrischen Leitfähigkeiten von $> 700 \mu\text{S}/\text{cm}$ können geogen nur in Zusammenhang mit Karbonatgesteinen erklärt werden. Die hydrochemischen Analysen erbrachten hohe Gehalte an Calcium, Hydrogenkarbonat und auch Sulfat. Das Wasser der Fröschnitz zeigte bei Profilmessungen im Jänner 2009 knapp vor diesen Zutritten elektrische Leitfähigkeiten von etwa $335 \mu\text{S}/\text{cm}$.

Als mögliches Herkunftsgebiet kommen einerseits die Karbonatgesteine in Betracht, die östlich von Spital im Bereich des Hasentales unter das Semmering Kristallin abtauchen. Diese Karbonatgesteine wurden in den Bohrungen KB-30/08 und KB-31/08 im Untergrund angetroffen. Aufgrund dieser Tatsache wurde die Trasse nach Süden verschwenkt, um diese wasserführenden Karbonatgesteine zu umgehen. Andererseits kommen aber jene Karbonatgesteine als mögliches Einzugsgebiet in Frage, die im Bereich Steinhaus-Spital innerhalb der Keuperserie eingeschuppt sind. Unmittelbar nordöstlich dieser Drainageaustritte stehen Karbonatgesteine an. Die erhöhten Sulfatgehalte würden für ein Einzugsgebiet in diesem Bereich sprechen. Für die Linienführung des Tunnels bedeutet das Verschwenken nach Süden auf Basis des angefertigten geologischen Modells, dass die derzeitige Trasse diese Karbonatgesteine im Untergrund nicht antreffen wird.

Im Zuge eines bereits teilweise realisierten Ersatzwasserprojektes Spital am Semmering werden auch Trinkwasserleitungen im Bereich Kaltenbachgraben neu zu verlegen sein. Hier ist an der orographisch linken Grabenseite geplant, einen neuen Hochbehälter zu errichten. Um diesen Hochbehälter anspeisen zu können, sind zusätzliche Leitungsverlegungen geplant. Dabei werden die geplanten Grabungsarbeiten weitgehend innerhalb von gering wasserwegigen Lockersedimenten der Glimmerschiefer Serie teilweise im Nahebereich und auch in verbauten Gebieten erfolgen. Zusätzlich erfolgten in diesem Bereich auch die Grabungsarbeiten zur Verlegung der Erdgasleitung. Im Abschnitt der geplanten Grabungsarbeiten ist nur eine gefasste Quelle bekannt. Diese geplanten Grabungsarbeiten werden daher mit einer geringen Sensibilität beurteilt.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Kristallingebiete durch sehr oberflächennahe Wasserzirkulation gekennzeichnet sind. Tiefzirkulierende, auf Trassenniveau reichende größere Grundwassersysteme sind nicht zu erwarten. Die oberflächennahe Entwässerung ist teilweise auch im Zusammenhang mit kleinräumigen Massenbewegungen zu sehen. Dies kann vor allem im Bereich nördlich von Hinterleiten zur Fröschnitz hin festgestellt werden.

4.1.8.5.5 Zusammenfassende Beurteilung der Beeinflussungssensibilität im Ist-Zustand

Hinsichtlich der Beeinflussungssensibilität dieses Teilraumes wird zusammenfassend festgestellt, dass der überwiegende Anteil der Grundwasserbewegung hauptsächlich auf die oberflächennahen Bereiche beschränkt ist und daher viele Quellen mit geringer Schüttung vorhanden sind, wie es für derartige hydrogeologische Räume durchaus charakteristisch ist. Entlang der Deckengrenze mit eingeschuppten Karbonatgesteinen sind erhöhte Bergwassermengen vorstellbar. Obwohl hier größere Bergwassermengen prognostiziert werden, werden sich ob der hydrogeologischen Modellvorstel-

lung keine weitreichenden Bergwasserspiegelabsenkungen einstellen. Mit Ausnahme der Erzkogelquelle und den Quellen im Dürrgraben der Gemeinde Semmering sind keine kommunalen Trinkwasserversorgungen in diesem Teilraum gelegen. Zudem ist kein bedeutender Porenaquifer vorhanden. Aus diesen Gründen wird diesem Teilraum eine mittlere Sensibilität eingeräumt.

4.1.8.6 Teilraum Grautschenhof

4.1.8.6.1 Semmeringkristallin - Grobgneis und Querung Fröschnitztal

Der Porengrundwasserkörper im Bereich des Fröschnitztales besitzt aufgrund der schlechten Durchlässigkeiten keine nennenswerte wasserwirtschaftliche Bedeutung. Innerhalb der Gesteine der Grobgneisfolge muss mit tiefer reichenden Auflockerungen und dadurch verbesserten Wasserwegigkeiten im Untergrund gerechnet werden. Mögliche hydraulische Zusammenhänge zwischen dem Porenaquifer und einem darunter vorhandenen Kluftaquifer sind nicht zur Gänze ausgeschlossen. Sollten hydraulische Zusammenhänge bis auf Trassenniveau bestehen, so werden diese nur sehr lokal prognostiziert.

Einerseits können geringfügige mögliche Auswirkungen in der unmittelbaren Querung des Fröschnitztales (im Bereich der Grundwassermessstelle KB-35/08) nicht ausgeschlossen werden, andererseits können auch Auswirkungen auf Quellen im Bereich des Unterlaufes des Sommeraugrabens und unmittelbar westlich im Bereich der Trasse nicht ausgeschlossen werden. Am Unterlauf des Sommeraugrabens ist eine Abflussmessstelle eingerichtet.

In diesem Teilraum ist auch der Zwischenangriff Grautschenhof geplant. Dieser sieht vor, dass über einen Zugangsstollen die Trasse der beiden Röhren des Semmering Basistunnels erreicht wird. Der Zugangsstollen wird neben einer kurzen Strecke in der Lockerüberlagerung Gneise und Störungsgesteine auffahren. Die Gneise können in diesem Bereich, vor allem auch bedingt durch die geringen Überlagerungen, gute Durchlässigkeiten aufweisen, wie dies auch im Rahmen der hydraulischen Bohrlochversuche nachgewiesen wurden (k_f bis zu $\sim 1 \cdot 10^{-5}$ m/s). Deshalb werden hier vermehrt Kluftwasserführungen sowohl bei der Errichtung des Zugangsstollens als auch bei der Errichtung des Haupttunnels prognostiziert. Deshalb wurden auch in diesem Teilraum mehrere mögliche Auswirkungen an der Oberfläche prognostiziert. Dennoch werden die hydraulischen Zusammenhänge im Festgesteinsuntergrund nur lokalen Charakter haben.

Auf Basis der Beurteilungen des Haupttunnels wird sowohl dem Bereich der Baustelleneinrichtungsfläche als auch dem Abschnitt des Zugangsstollens eine geringe Sensibilität prognostiziert. In diesem Zusammenhang sei auch erwähnt, dass im Bereich der geplanten Baustelleneinrichtungsfläche in Längsrichtung vor kurzem die Grabungsarbeiten zur Verlegung der Erdgasleitung stattgefunden haben.

Der Baulüftungsschacht Sommerau, samt zugehörigen Baustelleneinrichtungsflächen, befindet sich ebenfalls in diesem Teilraum. Im Bereich des Schachtes muss entlang der prognostizierten Grobgneise und Störungsgesteine immer wieder mit einer lokalen Kluftwasserführung gerechnet werden. Innerhalb der Lockersedimente ist kein wasserwirtschaftlich bedeutender Grundwasserkörper ausgebildet. Nutzungen sind in diesem Bereich keine bekannt. Die noch in den Messstellenkarten verzeichnete Messstelle Z26 war ursprünglich ein Brunnen, der im Zuge der Straßenerrichtung der S6 Semmering Schnellstraße verschüttet wurde. Aufgrund dieser Beschreibungen sowie der Nähe zur Schnellstraße wird der Bereich um den Baulüftungsschacht und der zugehörigen Baustelleneinrichtungsfläche mit einer geringen Sensibilität bewertet.

Die am Grabenausgang des Wallersbach gelegen Quellen und Brunnen besitzen ihr Einzugsgebiet innerhalb des Schwemmkegels des Wallersbaches und entwässern daher oberflächennah. Der Tunnelvortrieb greift in diesen Schwemmkegel nicht ein und auch hydraulische Zusammenhänge zu den generell schlecht durchlässigen Festgesteinen im Untergrund können ausgeschlossen werden.

4.1.8.6.2 Zusammenfassende Beurteilung der Beeinflussungssensibilität im Ist-Zustand

Kommunale Trinkwasserversorgungsanlagen sind in diesem Teilraum nicht vorhanden, ebenso kann dieser Teilraum auch nicht als wasserwirtschaftliches Hoffungsgebiet auf regionaler Basis bezeichnet werden. Aufgrund dieser Umstände wird dieser Teilraum mit einer geringen Beeinflussungssensibilität beurteilt.

4.1.8.7 Teilraum Mürzzuschlag

4.1.8.7.1 Permomesozoikum und Semmeringkristallin im Bereich Wallersbachgraben-Mürzzuschlag und anschließende Freilandstrecke

Für die Beschreibung des Abschnittes nach der Querung des Fröschnitztales bis in den Portalbereich Mürzzuschlag (Karbonatbereich I - Bezeichnung im Projekt Errichtung Begleitstollen) kann aus fachlicher Sicht bereits auf die Erkenntnisse aus dem Begleitstollen zurückgegriffen werden. Während sich das Semmering Kristallin (Quarzphyllite) in diesem Abschnitt erwartungsgemäß hydrogeologisch problemlos (geringe Bergwasserzutritte) erwiesen hat, mussten in den verkarsteten Karbonatgesteinen mit großen Bergwassermengen umgegangen werden.

Im Bereich der Querung des Wallersbachgrabens musste in den Karbonatgesteinen (Karbonatbereich II) eine Filterbrunnennische I errichtet werden, um ein weiteres Vortreiben in den stark wasserführenden Karbonatgesteinen zu ermöglichen. Nach der Durchörterung dieser Karbonatgesteine des Karbonatbereiches II wurden erneut dichte phyllitische Gesteine aufgeföhren. In weiterer Folge wurden jedoch erneut wasserführende Karbonatgesteine (Karbonatbereich III) angetroffen. Durch die Errichtung der Filterbrunnennische II bei Station 3240 m war es im Pumpbetrieb wie auch im Bereich der Querung Wallersbach möglich, den Bergwasserspiegel innerhalb dieser Karbonatgesteine deutlich unter das Stollenniveau abzusenken.

Aufgrund der langjährigen Untersuchungen und Messungen ober- und untertage kann ausgesagt werden, dass die beim Begleitstollen angetroffenen Karbonatbereich I-III hydraulisch gesehen in Verbindung stehen.

Die Karbonatgesteine, die nördlich von Mürzzuschlag-Spital am Semmering-Steinhaus anstehen, kommen als Einzugsgebiet dieser Wässer in Frage. Als Auswirkung auf die Bergwasserzutritte in den Begleitstollen ist prognosegemäß die Edlachquelle trocken gefallen. Ebenso kam es im Portalbereich Mürzzuschlag zu einer Tieferlegung des Grundwasserspiegels, was die zusammenhängenden hydraulischen Systeme bestätigt. In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, dass bereits vor Errichtung des Begleitstollens der Flurabstand im Portalbereich Mürzzuschlag 10 Meter und darüber betrug.

An allen anderen Messstellen des hydrogeologischen Beweissicherungsprogramms wurde bis dato keine Auswirkung des Begleitstollens beobachtet. Vor allem innerhalb der kristallinen Gesteine (Quarzphyllite) traten keine Auswirkungen an der Oberfläche auf. Dieser Umstand ist für den gesamten Abschnitt innerhalb der Kristallingesteine von Bedeutung, da durchaus geschlossen werden kann, dass auch bei der Errichtung der Trasse Semmering-Basistunnel neu keine massiven und vor allem weitreichenden Auswirkungen an der Oberfläche zu erwarten sind.

Die in diesem Bereich ursprünglich situierte Edlachquelle war als Ersatzwasserquelle der Stadtgemeinde Mürzzuschlag in Verwendung. Im Zuge der Vortriebsarbeiten zum Begleitstollen fiel diese Quelle prognosegemäß trocken. Für diese Quelle wurde bereits damals vorab ein entsprechender Ersatzwasserstandort im Bereich Kohleben (Messstelle 315) errichtet. Andere kommunale Versorgungen sind in diesem Teilraum nicht gelegen. Bereits vor der Errichtung des Begleitstollens lagen die Bergwasserspiegellagen innerhalb dieser Karbonatgesteine bereits deutlich unter GOK (100m und darüber). Nur im Bereich der Grabenquerung Wallersbach und im Bereich der Edlachquelle waren geringere Flurabstände zu beobachten.

Aus den Ergebnissen des Begleitstollens ist bekannt, dass im Bereich des Wallersbachgrabens gut durchlässige, wasserführende Karbonatgesteine vorhanden sind. Derzeit beträgt die in diesen Karbonatgesteinen zutretende Bergwassermenge etwa 80-100 l/s.

Die Baumaßnahmen im Portalbereich Mürzzuschlag und auf der nachfolgenden Freilandstrecke werden sowohl in Abschnitten der ehemaligen Baustelleneinrichtungsflächen des Begleitstollens als auch weitgehend über dem Grundwasserspiegel erfolgen. Aufgrund der Flurabstände im Meterbereich und der geringen Nutzungen, des stark verbauten Gebietes und eines nicht wasserwirtschaftlich bedeutenden Grundwasserbereiches wird der Abschnitt außerhalb des Tunnels nur mit einer geringen Beeinflussungssensibilität bewertet.

4.1.8.7.2 Zusammenfassende Beurteilung der Beeinflussungssensibilität im Ist-Zustand

Kommunale Versorgungen sind in diesem Teilraum nicht vorhanden. Der Porenaquifer im Bereich Mürzzuschlag wird lokal für Nutzwasserzwecke verwendet. Weitreichende Grundwasserspiegelabsenkungen sind auf Basis des derzeitigen Ist-Zustandes nicht zu erwarten. Daher wird diesem Teilraum eine mittlere Beeinflussungssensibilität zugewiesen.

4.1.8.8 Zusammenfassende Beurteilung der Beeinflussungssensibilität

Teilraum	Beeinflussungssensibilität
Gloggnitz – Schwarzatal	Mittel
Aue – Göstritz	Hoch
Otterstock	Hoch
Trattenbach	Gering
Fröschnitzgraben	Mittel
Grautschenhof	Gering
Mürzzuschlag	Mittel

4.1.9 BESCHREIBUNG UND BEURTEILUNG DER AUSWIRKUNGEN (OHNE MASSNAHMEN)

Auf Basis der prognostizierten Bergwassermengen in den einzelnen Abschnitten sowie der Einschätzung der hydrogeologischen Situation treffen die Projektanten Aussagen über mögliche Auswirkungen an der Oberfläche.

Für die Bewertung möglicher Auswirkungen an der Oberfläche, sowie auch für technische Fragestellungen ist die Menge und Zusammensetzung des anfallenden Bergwassers von großer Bedeutung. Um von planerischer Seite bestmöglich verschiedene Szenarien betrachten zu können wurde versucht, die hydrogeologische Prognose in enge Abschnitte auf Basis der Gebirgsabschnitte zu unterteilen. Es wurden diejenigen Mengen prognostiziert, die in Beharrung bei quasi stationären Bedingungen ohne Zusatzmaßnahmen (Injektionen) erwartet werden. Zusätzlich wurden auch Prognosen über die Größenordnungen der zu erwartenden Spitzenwasserzutritte durchgeführt.

Die Bewertung der Wirkungsintensität für den Tunnelabschnitt aus quantitativer Sicht erfolgt auf Basis der Parameter:

- Durchlässigkeiten der Festgesteinsüberlagerung über dem Tunnel
- Anzahl der prognostizierten Auswirkungen.

Qualitative Auswirkungen des Tunnelbaues werden nicht erwartet, da über weite Strecken eine zum Tunnel gerichtete Strömungsgradienten besteht. Mögliche qualitative Auswirkungen auf Quellen in Hinblick auf Temperaturänderungen (z.B. Wegfall einer Komponente der Quellschüttung) werden ebenfalls nicht erwartet.

Im geologischen Längenschnitt der Einreichunterlagen sind für die entsprechenden Gebirgsbereiche die prognostizierten mittleren Bergwassermengen im Beharrungszustand ohne Reduktionen durch die geplanten technischen Maßnahmen (Injektionen) sowie die Größenordnungen der zu erwartenden Spitzenwasserzutritte angegeben.

Die Projektanten legten fest (Hydrogeologie+Tunnelplanung), dass der unmittelbare Vortriebsbereich (bis etwa 50 m hinter der Ortsbrust) als maßgeblicher Abschnitt für den Spitzenwasserzutritt angesehen wird. In einer eigenen Spalte wurden die Spitzenzutritte hinsichtlich ihres zeitlichen Auslaufverhalten (temporär/stationär) prognostiziert. Als Größenordnung für die Prognose der temporären Spitzenwasserzutritte wurde festgelegt, dass bei temporären Spitzenwasserzu-

treten der Rückgang der Bergwassermenge relativ rasch innerhalb einiger Tage bis etwa 1 Monat erfolgt und der Rückgang um etwa einen Faktor 10 und drüber liegt. Zusätzlich wurde auch eine Unterteilung hinsichtlich der Gebirgsdurchlässigkeiten durchgeführt, wobei dies nur orientierend und beschreibend anhand von drei Kategorien (generell schlecht, generell schlecht [lokal begrenzt gut], generell gut) erfolgte. Klassenunterteilungen beispielsweise anhand von kf-Werten liegen diesen allgemein beschreibenden Ausführungen nicht zugrunde.

Bei der hydrogeologischen Prognose der einzelnen Gebirgsbereiche in Hinblick auf die zu erwartenden Bergwassermengen werden einerseits Erfahrungen aus anderen Tunnelbauten herangezogen, und andererseits die Daten der Wasserbilanz als Basis verwendet. Vor allem die Errichtung des Begleitstollens zeigte innerhalb der phyllitischen Gesteine, dass nur sehr untergeordnet Bergwasser angetroffen wurde. Die maßgeblichen Kluftwasserzutritte waren generell in Größenordnungen $< 0,1$ l/s, und sind über weitere Strecken im Laufe der Jahre trocken gefallen. Diejenigen wenigen noch verfügbaren Bergwasserzutritte in den kristallinen Gesteinsabschnitten im Begleitstollen haben derzeit mittlere Schüttungen in der Größenordnung von etwa 0,005 l/s.

Da in gleichen bzw. sehr ähnlichen Gesteinseinheiten bereits Tunnelvortriebe am Semmering erfolgten, erscheint es aus fachlicher Sicht durchaus zulässig, Analogieschlüsse auf die neue Trasse zu ziehen. Über weite Strecken werden dabei in den Abschnitten der kristallinen Festgesteine kaum große Bergwassermengen anfallen. Die großen Bergwassermengen und auch sehr großen Spitzenwasserzutritte werden innerhalb der karbonatischen Festgesteine prognostiziert. An dieser Stelle sei jedoch angemerkt, dass hydrogeologische Prognosen, vor allem die Angabe der Größenordnungen von Spitzenzutritten, immer mit gewissen Unsicherheiten behaftet sein werden. Vor allem bei großen Tunnelüberlagerungen sind mitunter auch große Unsicherheiten gegeben. Aus hydrogeologischer Sicht empfehlen die Projektanten, in denjenigen Bereich, wo mit verstärkten Bergwasserzutritten zu rechnen ist, auch entsprechende Vorerkundungen vom Vortriebsbereich aus durchzuführen. Entsprechend lange Vorbohrungen in den kritischen Tunnelabschnitten sollen einerseits helfen, wasserführende Zonen bestmöglich zu detektieren und zu untersuchen, und andererseits können dadurch auch bereits Vorentlastungen hinsichtlich Bergwasserdruck und Bergwassermenge stattfinden. Zudem sind aus dem Vortrieb heraus auch vorauseilende Injektionsmaßnahmen in kritischen Bereichen geplant, die bereits vor Auffahren der Strecken eine vorauseilende Verringerung der Durchlässigkeiten zum Ziel haben. Aus hydrogeologischer Sicht bedeutet dies, dass dadurch eine Verringerung der anfallenden Bergwassermengen erreicht wird.

Sehr wesentlich auch für die Aussagen in Hinblick auf Auswirkungen an der Oberfläche sind ebenfalls die Ergebnisse der Tunnelvortriebe am Semmering in der Vergangenheit zu bewerten. So zeigte sich, dass beim Begleitstollen außerhalb der Karbonatgesteine keine Auswirkungen bisher auftraten. Lediglich die Edlachquelle als Überlaufquelle aus verkarsteten Festgesteinen und die Grundwasserspiegellagen im Portalbereich Müzzuschlag (ebenfalls innerhalb von verkarsteten Festgesteinen) haben die prognostizierten Auswirkungen gezeigt. Somit wird auch für die neue Trasse innerhalb der kristallinen Festgesteine mit fast keinen Auswirkungen an der Oberfläche gerechnet. Lediglich in Bereichen mit geringen Tunnelüberlagerungen, in Verbindung mit besser durchlässigen Gneisen und entlang von Störungszonen bei ebenfalls geringeren Tunnelüberlagerungen können jedoch nur sehr lokal mögliche Auswirkungen nicht ausgeschlossen werden.

4.1.9.1 Prognose der anfallenden Bergwassermengen

4.1.9.1.1 Prognose der anfallenden Bergwassermengen aus dem Trassenauswahlverfahren

Bereits im Trassenauswahlverfahren wurde von den Projektanten dem Umstand der hydrogeologischen Prognose der in Beharrung anfallenden Bergwassermenge große Bedeutung beigemessen. Anhand der hydrogeologischen Rahmenbedingungen, Erfahrungen aus den Tunnelprojekten Semmering-Basistunnel alt (Begleitstollen) und den Tunnelprojekten S6 Semmering Schnellstraße (Tunnel Spital, Tunnel Steinhaus und Semmering Scheiteltunnel), den Ergebnissen des laufenden hydrogeologischen Monitoring, Erfahrungen aus anderen Tunnelprojekten, wurde für die Tunneltrassen die Bergwassermenge für die Betriebsphase ermittelt.

Generell kann im Untersuchungsabschnitt aus der Sicht der Projektanten eine Zweiteilung von wasserführenden Festgesteinen erfolgen. Sehr gut wasserwegige Gesteine und schlecht wasserwegige Gesteine. Als sehr gut wasserwegige Gesteine, in welchen auch mit z.T. großem Bergwasserandrang zu rechnen sein wird, sind die Karbonatgesteine und Quarzite anzusprechen. Die übrigen Gesteinseinheiten sind generell als mäßig bis schlecht wasserwegig anzusprechen.

Für die Prognose der zutretenden Wassermengen innerhalb der Karbonatgesteine und Quarzite wurden in einem ersten Schritt aus geologisch-tektonischer und hydrogeologischer Sicht die Größe des maßgeblichen Einzugsgebiets und dessen mittlere Seehöhe für die möglichen Bergwasserzutritte ermittelt.

Für die nicht karbonatischen Gesteinseinheiten wurde aufgrund der hydrogeologischen Modellvorstellung der eher schlecht bis geringen Wasserdurchlässigkeit ein Bereich entlang der Tunneltrasse an der Oberfläche deutlich geringerer Erstreckung festgelegt (500 m zu beiden Seiten der Trassenführung – ergibt einen 1 km breiten Streifen).

Als zweiter Schritt wurden für alle maßgeblichen Einzugsgebiete seehöhenabhängig die MQ (Mittelwasser) und MoMNQ- (mittlerer monatlicher Niedrigwasserabfluss) Werte ermittelt. Der MoMNQ-Wert kann größenordnungsgemäß als Maß für die mittlere Grundwasserneubildung herangezogen werden. (gemäß BENISCHKE et al.: "Wasserversorgungsplan Steiermark" - erstellt im Auftrag der Steiermärkischen Landesregierung, Joanneum Research, 2002). Da jedoch innerhalb der großen Karbonatgesteinsabschnitte kaum ein nennenswerter Oberflächenabfluss vorliegt, wurde festgelegt, dass für die mittlere Grundwasseranreicherung der MQ-Wert verwendet wird, anstelle des sonst üblichen MoMNQ-Wertes. Die MQ-Verteilung wurde aus einer Studie von Joanneum Research übernommen, die am Beispiel des Wallersbachgrabens ermittelt wurde. Die MoMNQ- und die MQ-Werte wurden seehöhenmäßig GIS gestützt auf das gesamte Untersuchungsgebiet übertragen. Dies war ein Ansatz, größenordnungsmäßig die Grundwasserneubildung in den betrachteten Einzugsgebieten abzuschätzen. Neben der Prognose der anfallenden Bergwassermenge auf Basis der flächigen MQ-Werte und der MoMNQ-Werte wurde zusätzlich auch eine seehöhenabhängige Niederschlagsverteilung auf Basis von Daten von Messstellen aus dem Raum Semmering erstellt. Für den steirischen Abschnitt liegen für das Untersuchungsgebiet keine ausreichend genauen Daten von offiziellen Niederschlagsmessstellen vor. Als Basis für den steirischen Abschnitt diente die Niederschlagsmessstation Mürzzuschlag, und es wurde daher ausgehend von den Messwerten der Station Mürzzuschlag eine Zunahme der Niederschlagsmenge mit der Seehöhe in der Größenordnung von 50 mm / 100 m SH angenommen. Zudem wurde eine einheitliche Evapotranspirationsrate (ET) von 40 % im Untersuchungsraum angenommen.

Diejenigen danach zur Verfügung stehenden Wassermengen aus der Berechnung nach der Niederschlagsverteilung abzüglich der ET weisen höhere Werte auf, als nach der Berechnung der MQ Verteilung. Für die Prognose der anfallenden Bergwassermenge in den karbonatischen Einzugsgebieten wurde einheitlich festgelegt, dass 75% der zur Verfügung stehenden Wassermenge für den Tunnelzufluss herangezogen wird. Es wurden die Wassermengen nach beiden Berechnungsverfahren ermittelt und diese Werte wurden als Größenordnung für die anfallenden Bergwassermengen angegeben.

Für die Berechnung der anfallenden Wassermengen innerhalb der übrigen, mäßig bis gering wasserwegigen Gesteine wurden auf Basis der Kenntnis der hydrogeologischen Situation für den Tunnelzufluss in Betracht kommende Einzugsgebiete betrachtet, innerhalb derer Grundwässer zum Tunnel gelangen können. In diesen findet die Grundwasserführung hauptsächlich in den oberflächennahen Bereichen statt. Nur ein untergeordneter Anteil der Grundwasserneubildung in diesen Gebieten kann auch in den Tunnel zufließen. In weiterer Folge wurde die MoMNQ-Verteilungen auf das Gebiet Semmering übertragen (gemäß BENISCHKE et al.: "Wasserversorgungsplan Steiermark" - erstellt im Auftrag der Steiermärkischen Landesregierung, Joanneum Research, 2002). Im Verschnitt mit den jeweiligen Einzugsgebietsflächen und der seehöhenmäßig abhängigen Grundwasserneubildungsrate wurden für diese Gebiete die Wassermengen geschätzt, wobei größenordnungsmäßig 5 – 20% der Grundwasserneubildungsrate angesetzt wurden.

Diese Wassermengen wurden auch in den weiteren Planungsphasen verwendet, wobei aus fachlicher Sicht die Prognosen von den Projektanten als eher pessimistisch eingestuft werden.

4.1.9.1.2 Prognose der anfallenden Bergwassermenge – Vergleich Prognose Trassenauswahlverfahren mit Daten der Wasserbilanz

Als ein Ergebnis der Abflussentstehungsmodellierung ist auch die Angabe der Wasserbilanzparameter zu nennen. Dabei wurde die Grundwasserneubildung anhand von kalibrierten Einzugsgebieten weiter aufgeschlüsselt. Somit stehen aus den einzelnen Einzugsgebieten für die Neubetrachtung der Prognose der anfallenden Wassermengen beim Tunnelvortrieb kalibrierte Daten zur Verfügung. In einem weiteren Schritt wurden nun die aus der Wasserbilanz errechneten Daten den hydrogeologischen Einzugsgebietsgrößen gegenübergestellt. Weiter wurde nun festgelegt, dass für die karbonatischen Einzugsgebiete 50% bzw. 75 % der Grundwasserneubildungsrate (wurde von den Projektanten nach eigenen Angaben mit 20 l/s/km^2 sehr hoch geschätzt) als mögliche Größenordnung für die beim Tunnelvortrieb zutretende Wassermenge angesehen wird. Für die nichtkarbonatischen Einzugsgebiete werden die Werte mit 5% bzw. 20 % der Grundwasserneubildungsrate als mögliche Größenordnung angesehen, was für kristalline Festgesteine mit hohen Überlagerungen von den Projektanten ebenfalls als eher pessimistisch angesehen wird. Zusätzlich wurde in den Einzugsgebieten auch über den BFL2 (tiefer, lang-gespeicherter Anteil der Grundwässer) Berechnungen durchgeführt. Für die karbonatischen Einzugsgebiete wurde der BFL2 mit 75 % der Grundwasserneubildung geschätzt, da davon ausgegangen werden kann, dass nicht in dem betrachteten Einzugsgebiet das gesamte länger gespeicherte dem Tunnel zufließen wird. Auf Basis dieser Daten verbunden mit den Einzugsgebietsgrößen wurde errechnet, wie viel 10% bzw. 100% davon betragen.

Zusammenfassend wird von den Projektanten bei Betrachtung unterschiedlicher Szenarien und Ansätze ausgesagt, dass die Größenordnungen der anfallenden Bergwassermengen (Beharrung) mit den Daten aus dem Trassenauswahlverfahren im Vergleich mit den Rechenansätzen aus der Wasserbilanz gut übereinstimmen. Zudem wird ebenfalls ersichtlich, dass die angegebenen Mengen eher als pessimistisch eingestuft werden können. Es an dieser Stelle nochmals darauf hingewiesen, dass in den prognostizierten Angaben des Bergwasserandrangs keine Reduktionen (z.B. durch Injektionen) enthalten sind, weshalb auch in der nachfolgenden tabellarischen Übersicht keine Aufsummierung der Zutrittsmengen erfolgte.

Allfällige Reduktionen der anfallenden Bergwassermengen, sowie entsprechende Szenarienentwicklung in welchem Bereich und bei welcher Vortriebsmethode und bei welchen Vortriebskonzept welche Mengen an Bergwasser anfallen, erfolgte von Seite der Tunnelplanung auf Basis der Daten zum Bergwasserandrang. Die entsprechenden Berechnungen nach unterschiedlichen Vortriebskonzepten sind den tunnelbautechnischen Ausführungen zu entnehmen.

Hinsichtlich der Angabe der Spitzenzutritte wird ausgeführt, dass bei schwierigen geologisch-hydrogeologischen Bedingungen und auch gleichzeitig bei hohen bis sehr hohen Überlagerungen naturgemäß immer mit z.T. großen Unsicherheiten zu rechnen ist.

Gebirgsbereich	Geologie	Km		Lang/mittelfristig			Prognose		Bemerkungen
				Beharrung			Spitzenzutritte		
		von	bis	min	Max	mittel	Q (l/s)		
1	Grwz - Portal bis Haltestelle Eichberg	76,635	77,975	3	5	4	4		
2-5	Grwz - Haltestelle Eichberg bis Auebachtal	77,975	79,590	3	5	4	4		
6	Ts	79,590	80,080	3	5	4	4		
7	SE - Semmering Kristallin, Talhof-Aue-Störung	80,080	80,575	10	20	15	10		x
8	SE - zentralalpines Mesozoikum, Grasbergkarbonate	80,575	81,250	40	70	55	200	150-250	
9-10	SE - zentralalpines Mesozoikum, Schlaglstörung/Keuper	81,250	82,265	3	5	4	4		
11	SE - zentralalpines Mesozoikum, gestörte Karbonate Otter Nord	82,265	83,005	5	10	7,5	15		
12	SE - zentralalpines Mesozoikum, verkarstete Karbonate Otter Süd	83,005	83,730	70	120	95	250	200-300	
13-14	SE / WE - gestörte Gesteine der Otter Basis	83,730	84,100	3	5	4	4		
15-21	WE - Wechselschiefer, Wechselgneise	84,100	93,980	10	30	20	4		xx
22	SK - zentralalpines Mesozoikum, Alpiner Verrucano, Semmeringquarzit, verkarstete Karbonate (Deckengrenze)	93,980	94,420	50	80	65	150	100-200	xxx
23-24	SK - Gneis, Grüngesteinsfolge	94,420	97,440	5	15	10	15		
25-26	SK - Glimmerschieferfolge	97,440	99,980	3	5	4	4		xxxx
27	SK - Grobgnais	99,980	101,130	10	20	15	15		xxxxx
28	SK - Glimmerschieferfolge gestört	101,130	101,640	3	5	4	4		
29	ZM - Karbonate, Semmeringquarzit	101,640	102,160	100	100	100	0		xxxxxx
30	SK - Glimmerschieferfolge	102,160	102,970	1	1	1	4		xxxxxx
31-33	ZM - Karbonate, Semmeringquarzit	102,970	Portal Mz.	10	30	20	15		xxxxxx

Grwz Grauwackenzone

Ts Tattermannschuppe

SE Semmering Einheit

WE Wechsel Einheit

SK Semmering Kristallin

ZM zentralalpines Mesozoikum

Mz Mürzzuschlag

x Prognose höher - unsicher Stellung der Störung

xx Prognose niedriger - hohe Überlagerung und über weite Strecken sehr gering durchlässiges Gebirge

xxx Prognose höher - unsichere Stellung der Störung und der Deckengrenze

xxxx Prognose niedriger wegen Erfahrungen aus dem Begleitstollen SBT alt

xxxxx Prognose höher wegen besserer Durchlässigkeit der Gneise

xxxxxx Daten übernommen aus den Messungen im Begleitstollen

4.1.9.2 Mögliche Auswirkungen an der Oberfläche

Auf Basis der Einschätzung der hydrogeologischen Situation, der Prognose der anfallenden Bergwässer und den Ergebnissen der Bohrlochversuche samt dem hydrogeologischen Dauermessprogramm wurden von den Projektanten für eine Reihe von Messstellen mögliche Auswirkungen prognostiziert. Dabei wurden folgende Unterteilungen zum Grad der möglichen Auswirkung festgelegt:

- Auswirkung: zu erwarten/wahrscheinlich
- Auswirkung: nicht ausgeschlossen
- Auswirkung ausgeschlossen bzw. nicht zu erwarten

In der u.a. Tabelle sind die prognostizierten Auswirkungen auf Oberflächengewässer und Quellen aufgelistet. Es sind nur jene Messstellen aufgelistet, bei denen entweder eine mögliche Auswirkung zu erwarten/wahrscheinlich ist bzw. nicht ausgeschlossen ist. Bei allen anderen Messstellen sind mögliche Auswirkungen ausgeschlossen bzw. werden nicht erwartet.

Für weiterführende gewässerökologische Bewertungen wurden von den Projektanten zusätzlich Prognosen darüber getätigt, ob die quantitativen Auswirkungen auf Oberflächengewässer beim jeweilig angegebenen Messpunkt größer oder kleiner 50 % betragen wird.

In den Einreichunterlagen (UVE-Bericht Grund-, Berg- und Oberflächenwasser) sind zu diesen Messstellen zusätzliche Informationen zu Besitzer, Nutzungsberechtigter, Nutzungssituation, Wasserbuchzahl, allfällige Anmerkungen über Konsensmengen, sowie mögliche Ersatzmaßnahmen enthalten.

Messstelle	Dauerbeobachtung (ja/nein)	Art der Messstelle
513	ja	Quelle gefasst
513a	ja	Quelle gefasst
513b	ja	Quelle gefasst
541	ja	Quelle gefasst
542	ja	Quelle ungefasst
575	ja	Oberflächengerinne
FS076	ja	Quelle gefasst
FS092	ja	Quelle gefasst
FS095	ja	Quelle gefasst
FS096	ja	Oberflächengerinne
FS097	ja	Quelle gefasst
FS098	nein	Quelle gefasst
FS101	ja	Quelle gefasst
FS102	ja	Quelle gefasst
FS103	ja	Quelle gefasst
FS104	nein	Quelle gefasst
FS105	ja	Quelle gefasst
FS106	ja	Quelle gefasst
FS108	ja	Oberflächengerinne
FS121	ja	Quelle gefasst
FS123	ja	Quelle ungefasst
FS124	ja	Quelle gefasst
FS128	ja	Oberflächengerinne
FS135	ja	Oberflächengerinne
FS136	nein	Quelle ungefasst
FS137	nein	Quelle ungefasst
FS138	nein	Quelle gefasst
FS144	ja	Quelle gefasst

FS146	ja	Quelle ungefasst
FS300	ja	Quelle gefasst
FS329	ja	Quelle ungefasst
FS332	ja	Oberflächengerinne
FS395	nein	Teich
FS703	ja	Quelle gefasst
FS704	ja	Quelle gefasst
FS705	ja	Quelle gefasst
FUE166a	nein	Teich
FUE167a	nein	Teich
JRN1080	ja	Oberflächengerinne
JRN1081	ja	Oberflächengerinne
JRN1083	ja	Oberflächengerinne
JRN1086	nein	Quelle ungefasst
JRN1109	ja	Quelle gefasst
JRN1111	nein	Quelle ungefasst
JRN1114	ja	Quelle gefasst
JRN1122	ja	Quelle gefasst
JRN1139	nein	Quelle gefasst
JRN1187	nein	Quelle ungefasst
JRN1200	nein	Quelle gefasst
JRN1262	nein	Quelle ungefasst
JRN1264	nein	Teich
JRN462	ja	Oberflächengerinne
JRN463	ja	Quelle gefasst
JRN464	ja	Quelle ungefasst
JRN465	ja	Quelle gefasst
JRN475	ja	Quelle gefasst
JRN483	ja	Quelle gefasst
JRN484	nein	Quelle gefasst
JRN628	ja	Quelle gefasst
JRN893	nein	Oberflächengerinne
JRN900	nein	Oberflächengerinne
JRN902	nein	Oberflächengerinne
JRN907	nein	Quelle ungefasst
JRN909	nein	Quelle ungefasst
JRN910	nein	Quelle ungefasst
JRN933	ja	Quelle gefasst
Z23	ja	Quelle gefasst
Z24	ja	Quelle gefasst
Z25a - Grautschenhof	nein	Quelle gefasst
Z25b	nein	Quelle gefasst

Nach Angabe der Projektanten sind neben der Prognose der möglichen Auswirkungen an der Oberfläche auch die Einschätzungen der Durchlässigkeiten der Festgesteinsüberlagerung von großer Bedeutung. Geringe bis schlechte Durchlässigkeiten im Untergrund bedeuten geringe Bergwassermengen, keine großräumig zusammenhängenden hydraulischen Systeme und daher auch eine geringe Anzahl von möglichen Auswirkungen. Zudem liegen beim gegenständlichen Projekt über weite Strecken sehr hohe Tunnelüberlagerungen vor.

Für die Beurteilung der Wirkungsintensität des Tunnels wurden die beiden Kriterien Durchlässigkeiten im Festgesteinsuntergrund und Anzahl der prognostizierten Auswirkungen herangezogen.

Für die einzelnen Teilräume erfolgt die Beurteilung der Wirkungsintensität durch die Projektanten nach folgendem Schema:

Teilraum		
Beurteilungskriterien		Wirkungsintensität
Durchlässigkeit der Festgesteinsüberlagerung	Anzahl der prognostizierten Auswirkungen	
geringst wasserdurchlässig bis annähernd dicht	keine	keine / Verbesserung
generell schlecht durchlässig	wenige	gering
generell schlecht durchlässig mit lokal begrenzten guten Durchlässigkeiten	einige	mittel
generell gut durchlässig	viele	hoch
hoch durchlässig	sehr viele	sehr hoch

Die Wirkungsintensität der geplanten Maßnahmen für sämtliche Baumaßnahmen außerhalb des Tunnels (wie z. B. Zwischenangriffspunkte samt Schächte, Baustelleneinrichtungen, Errichtung Baustraßen, Deponieprojekt) werden von den Projektanten im UVE-Bericht Grund-, Berg- und Oberflächenwasser in den einzelnen Teilbereichen verbal beschrieben und bewertet. Die verbale Einschätzung der Wirkungsintensität beruht auf der jeweiligen Kenntnis der örtlichen hydrogeologischen Situation.

4.1.9.3 Temperaturprognose

Für die Abschätzung der erwarteten Gesteinstemperaturen beim Vortrieb und damit zusammenhängend den zu erwartenden Wassertemperaturen wurde im Rahmen des Projektes Semmering-Basistunnel neu eine erste Prognose der Gesteinstemperaturen durchgeführt. Die prognostizierten Gesteinstemperaturen fanden auch Eingang im Rahmen der Berechnungen der Tunnelbelüftung.

Grundsätzlich erfolgt eine Berechnung der zu erwartenden Gesteinstemperaturen auf Basis der Gesteinsüberlagerung entlang der Tunneltrasse in entsprechenden Gesteinsabschnitten unter Zugrundelegung der thermischen Rahmenbedingungen (Gradientenvariation). Anhand der in den Erkundungsbohrungen gemessenen Temperaturen werden die zugrunde gelegten geothermischen Gradienten für die einzelnen Gesteinseinheiten variiert, sodass eine weitgehende Übereinstimmung der berechneten Werte mit den Messwerten erzielt wird. Neben den Detailinformationen aus den Bohrungen der verschiedenen Erkundungsphasen wurde den Berechnungen der geologische Längenschnitt zugrunde gelegt.

Des Weiteren wurden die Temperaturmessungen in den Bohrungen (geophysikalische Bohrlochmessungen) herangezogen, welche die einzigen verfügbaren Messwerte der Gesteinstemperatur bzw. Umgebungstemperatur im Untergrund und auf Tunnelniveau darstellen. Zusätzlich wurden Temperaturmessungen, die im Begleitstollen (Semmering-Basistunnel alt) gemessen wurden, eingebunden. Die verfügbaren Temperaturmesswerte sind im Bericht Grund-, Berg- und Oberflächenwasser der UVE-Einreichunterlagen zusammengefasst.

Die aufgelisteten Messwerte können z.T. durch Abkühlungsprozesse evtl. auch Erwärmungsprozesse (Spülung, Zirkulation im Bohrloch) beeinflusst sein. Manche Messwerte wurden daher nicht in die Interpretationen einbezogen.

Bei der Temperaturberechnung blieb ein Teilstück im Ausmaß von rd. 690 m, im Bereich des Portals in Mürzzuschlag, unberücksichtigt. Dies ist jedoch aufgrund geringer Überlagerungen und den aus dem Begleitstollen bekannten Bedingungen nur von sehr untergeordneter Bedeutung für die weiteren Temperaturberechnungen.

Für 17 auf dem geologischen Modell beruhende Gesteinseinheiten wurden zunächst die Oberflächentemperaturen auf Basis der mittleren Seehöhen ermittelt. Anhand dieser Oberflächentemperaturen und der ermittelten Gesteinsüberlagerung wurde mit einer Variation der geothermischen Gradienten für die dargestellten geologischen Gesteinseinheiten in 10 m-Abständen entlang der Tunneltrasse die Gesteinstemperaturen prognostiziert. Durch die gesteinsseinheitsweise Variation der geothermischen Gradienten wurden die berechneten Tunneltemperaturen den gemessenen Temperaturen in den Erkundungsbohrungen und des Begleitstollens möglichst gut angenähert, sodass Temperaturprofil entlang der Tun-

neltrasse ermittelt werden konnte, das mit den Messungen in den Bohrungen und im Bereich des Begleitstollens möglichst übereinstimmt.

Die ermittelten Temperaturgradienten und die abgeleiteten Wärmeleitfähigkeiten wurden auf deren Plausibilität mit publizierten Wärmeleitfähigkeiten der auftretenden Gesteinseinheiten verglichen und ergaben realistische Wertebereiche. Von den Projektanten wurde jedoch darauf hingewiesen, dass nur sehr unscharfe Informationen zum Wärmestrom vorliegen.

Die so berechneten Maximaltemperaturen werden laut Angabe der Projektanten zwischen etwa 20 und 25°C im Bereich der höchsten Überlagerungen in den Wechselgneisen, Quarziten und Grüngesteinen zu erwarten sein. Aufgrund der topografischen Gegebenheiten (topografisch bedingter Auskühlungseffekt) werden diese Temperaturangaben jedoch mit großer Wahrscheinlichkeit nicht erreicht.

Die Temperaturminima sind einerseits in Zonen geringster Überlagerung und andererseits in den Karbonatgesteinsbereichen des Grasberg-Otter-Zuges zu erwarten. Im Bereich Grasberg-Otter sind die geringen geothermischen Gradienten u.a. auf eine abkühlende Wirkung der Wasserzirkulation zurückzuführen.

Der Verlauf der prognostizierten Temperatur ist mit Bezug zum geologischen Längenschnitt im Bericht Grund-, Berg- und Oberflächenwasser der UVE-Einreichunterlagen dargestellt.

4.1.9.4 Auswirkungen und Eingriffserheblichkeit nach Teilräumen

Der Tunnel selbst wird nach Angabe der Projektanten sowohl in der Bauphase als auch in der Betriebsphase nur quantitative Auswirkungen auf das Bergwasser haben. Qualitativ sind keine Auswirkungen zu erwarten, da sowohl in der Bau- als auch Betriebsphase eine zum Tunnel hin gerichtete hydraulische Strömungsgradienten bestehen wird. Mögliche qualitative Auswirkungen auf Quellen in Hinblick auf Temperaturänderungen (z.B. Wegfall einer Komponente der Quellschüttung) werden nicht erwartet. In diesem Zusammenhang wird jedoch darauf hingewiesen, dass bei denjenigen Quellen die mit Datenlogger ausgerüstet sind, hochauflösende Zeitreihen der Wassertemperatur als Basis für die Beweissicherung und weiteren Interpretationen zur Verfügung stehen. Zudem werden in der Bauphase die anfallenden Wässer über eine entsprechende Gewässerschutzanlage geleitet. Die von den Projektanten in den Beurteilungstabellen die getätigten Aussagen gelten sowohl für die Bau- als auch Betriebsphase. Tunnelbautechnische Maßnahmen (Injektionen) erfolgen schon in der Bauphase, weshalb deren Wirkung bereits in der Bauphase besteht und darüber hinaus in die Betriebsphase wirksam bleiben wird. Ebenso werden Ersatzwassermaßnahmen bereits in der Bauphase getätigt und realisiert, weshalb deren Wirkungen ebenfalls in der Bau- und Betriebsphase gegeben sind.

Mögliche quantitative/qualitative Auswirkungen entlang der Freilandstrecke, sowie aller anderer Projektbestandteile außerhalb des Tunnels in der Bauphase werden im Bericht Grund-, Berg- und Oberflächenwasser in den Teilräumen verbal beschrieben und bewertet. In der zusammenfassenden Beurteilung der Teilräume im Hinblick auf die Beurteilung der Restbelastung sind diese berücksichtigt.

4.1.9.4.1 Teilraum Gloggnitz - Schwarzatal

Freiland

Die Herstellung der Schwarzabrücke und die Verlegungen der bestehenden Straßen, z.T. in dichte Wannen erfolgen nach wasserbaulichen Detailprojekten im EB-Verfahren. Hinsichtlich der detaillierten technischen Ausführungen wird auf die EB-Einreichunterlagen verwiesen. Die vorgesehenen Eingriffe in den Porengrundwasserkörper sind bei den Brückenfundamenten, der hochwassersicheren Straßenunterführung und nördlich der BE-Flächen bei der Herstellung eines Absetz- und eines Rückhaltebeckens geplant. Es ist vorgesehen, dass unterhalb der dichten Straßenwanne ausreichende Kieskörper geschüttet werden, um eine hydraulische Verbindung unterhalb der Wanne aufrecht zu erhalten. Für das dicht ausgebildete Absetzbecken nördlich der BE-Fläche sind „Dotierschächte“ geplant, die bei aufsteigendem Grundwasser eine Flutung des Beckens und damit Auftriebssicherheit gewährleisten. Mögliche qualitative Auswirkungen auf das Grundwasser in Form von Trübungen und leicht erhöhten pH-Wert Erhöhungen können, jedoch nur sehr lokal be-

grenzt, nicht ausgeschlossen werden. Zudem werden in der Bauphase lokale Grundwasserspiegelabsenkungen zu erwarten sein. Für diese Baumaßnahmen wird daher eine mittlere Wirkungsintensität abgeleitet. In Zusammenführung mit einer mittleren Beeinflussungssensibilität ergibt sich eine **mittlere Eingriffserheblichkeit**.

Die im Bereich Mühlhof auf der Nordseite der Schwarza geplanten Hochwasser-Ersatzretentionsflächen sollen durch Eintiefungen, Dammbauten und Überlaufbauwerke einen Retentionsraum für ein HQ_{100} gewährleisten. Die geplanten Becken kommen dabei in einen Nahebereich zur hier unterirdisch verlegten Hochquellenwasserleitung der Stadt Wien. In Absprache mit der zuständigen MA29 und MA31 werden hier Monitoring-Einrichtungen konzipiert, die einen Vergleich der natürlichen Grundwasserschwankungen mit einem Hochwasserfall gewährleisten sollen.

Entlang der Freilandstrecke nach der Schwarzaquerung bis zum Ende des Teilraumes finden lediglich obertägige Baumaßnahmen statt. Quantitativ werden dabei keine Auswirkungen erwartet. Bei Einhaltung der üblichen Vorschriften auf Baustellen sind daraus nach Angabe der Projektanten auch nur maximal geringe qualitative Auswirkungen auf das Grundwasser abzuleiten.

Tunnelabschnitt

Die Herstellung des Portalvoreinschnittes und der Tunnelröhren durch die Grauwackenzone erfolgt in weitgehend dichten Phylliten und Schiefen. Es werden nur geringe Wasserführungen über vereinzelte Kluftwasserzutritte deutlich unter 1 l/s erwartet. Über längere Abschnitte werden nur tropfende Verhältnisse prognostiziert. In den bebauten Abschnitten beträgt die Überlagerung bis zu oberflächennahen genutzten Grundwasserkörpern meist über 100 m. Veränderungen des Bergwasserhaushalts innerhalb der dichten Gesteine der Grauwackenzone, die zu quantitativen Auswirkungen an der Geländeoberfläche führen, werden daher nicht erwartet.

Durch Einschuppungen von gipshaltigen Gesteinen können erhöhte Sulfatgehalte (betonangreifend der Stufen XA1 und XA2 nach ÖNORM B 4710-1) in den zutretenden Bergwässern auftreten.

Zusammenfassend wird daher in diesem Teilraum für den Tunnelabschnitt nur eine geringe Wirkungsintensität prognostiziert. Eine geringe Wirkungsintensität in Verbindung mit einer mittleren Beeinflussungssensibilität ergibt eine **geringe Eingriffserheblichkeit**.

4.1.9.4.2 Teilraum Aue - Göstritz

Beim bergmännischen Vortrieb der Tunnelröhren im Felsuntergrund der Auebach-Talquerung werden wegen der weitgehend dichten Ausbildung der Phyllite und Störungsgesteine nur geringe temporäre Bergwasserzutritte erwartet. Nur beim Antreffen von eingeschuppten Karbonatgesteinsschuppen können kurzfristig bis zu 10 l/s zutreten. Auswirkungen können dabei bei den genutzten Quellen FS703 (Viehquelle), FS704 (TW-Quelle), FS705 (TW-Quelle) und bei der alten Auequelle FS098 (dzt. ungenutzt) erwartet bzw. nicht ausgeschlossen werden.

Im Tunnelabschnitt durch die Karbonatgesteine des Grasbergzugs wird in teilweise verkarsteten und deswegen gut durchlässigen Abschnitten Bergwasser mit einem hydrostatischen Druck von rund 10 bar angetroffen, wobei Spitzenzutritten von 150-250 l/s prognostiziert werden. Ein dauerhaft abgesenkter Bergwasserspiegel und Auswirkungen an den Quellaustritten (FS097, FS095) entlang der Nordseite des Grasbergzugs werden erwartet.

Durch Einschuppungen von gipshaltigen Gesteinen können erhöhte Sulfatgehalte (betonangreifend der Stufen XA1 und XA2 nach ÖNORM B 4710-1) auftreten.

In diesem Zusammenhang wird von den Projektanten darauf hingewiesen werden, dass über weite Strecken in den Karbonatgesteinen des Grasberges der Bergwasserspiegel heute im Ist-Zustand bereits sehr tief liegt und nur lokal am Kontakt zu wasserstauenden Gesteinen das Grundwasser in Form von Quellen wieder an die Oberfläche gelangt. In den übrigen Bereichen steht das tiefliegende Grundwasser bereits heute nicht für die Vegetation und alle anderen oberflächennahen Naturräume zur Verfügung.

Auswirkungen auf die weiter östlich gelegenen, aus einem höheren Bergwasserniveau austretenden, derzeit ungenutzten Duftquellen (FS102, FS103, FS104, FS106) und in weiterer Folge auf den Kaltbach (FS105), sowie auf die genutzte Hasiberhof-Quelle (FS101) sind ebenfalls zu erwarten. Die zum Teil deutlich höheren Austrittsniveaus und auch Unterschiede in den hydrochemischen und isotopenhydrologischen Parametern könnten aber auch für eine hydraulische Abtrennung in eigene Kompartements sprechen.

Ebenso kann eine Beeinträchtigung der Palkaquelle (FS092) nicht mit letzter Sicherheit ausgeschlossen werden, obwohl bei keiner Bohrung in Trassennähe die Karbonatgesteine des Einzugsgebietes der Quelle angetroffen wurde.

Im Tunnelabschnitt durch die Phyllite und „Keuper“-Gesteine des Teilabschnitts Göstritz-Schlaglstörung werden wegen der sehr geringen Durchlässigkeit dieser Gesteine nur geringe temporäre Wasserzutritte erwartet. Hydrogeologische Auswirkungen auf genutzte oberflächennahe Grundwasserkörper werden in diesem Teilabschnitt während der Bauphase daher nicht auftreten.

Hinweise auf Sulfatminerale an Mineralbestand liegen aus den Phylliten und Glimmerschiefern nicht vor, das Auftreten sulfatmineralführender Serizitphyllite und –schiefer bzw. auch von Gipsbrekzien, die entlang von Bewegungsbahnen aus dem südlich angrenzenden Permomesozoikum („Keuperzug“) eingeschuppt wurden, ist jedoch wahrscheinlich, weshalb das Auftreten betonaggressiver Wässer nicht ausgeschlossen werden kann.

Der geplante Zwischenangriff Göstritz mit einem Zugangsstollen und einem Schachtbauwerk durchörtert die gleichen dichten Gesteine. Deshalb gilt für die Herstellung dieser Bauteile das Gleiche wie für die eigentlichen Tunnelröhren. Allerdings ist die Baustelleneinrichtung für diesen Zwischenangriff in Nahelage zu einer Trinkwasserquelle (FS076) geplant. Da das oberflächennahe Einzugsgebiet dieser Quelle auch bis in den Bereich der Baustelleneinrichtungsfläche hineinreichen kann, können qualitative und quantitative Auswirkungen auf lokale geringmächtige Hanggrundwässer und in weiterer Folge auch auf die Trinkwasserquelle (FS076) nicht ausgeschlossen werden.

Bei Arbeiten über dem Hanggrundwasser sind nur sehr lokale Auswirkungen (Trübungen) nicht ausschließbar, ansonsten besteht ein zur Bauflächen hin gerichteter Strömungsgradient. Sollten bei Arbeiten innerhalb der Baustelleneinrichtungsfläche lokale Hanggrundwässer angeschnitten werden, so besteht dabei keine qualitative Auswirkung, sondern nur maximal eine geringe Auswirkung in Form von Drainagen, die im Zuge der Baustellenerrichtung anzulegen wären.

Durch die Bewertung der unmittelbaren Baustellenfläche, des Zugangsstollens und des Schachtes mit einer geringen Beeinflussungssensibilität in Verbindung mit den geringen prognostizierten Auswirkungen verbleibt daher eine geringe Eingriffserheblichkeit in der Bauphase.

Zusammenfassend wird ausgeführt, dass in der Einschätzung der Wirkungsintensität für den Tunnelabschnitt in diesem Teilraum die generell guten Durchlässigkeiten in den Karbonatgesteinsabschnitten zu den Prognosen der möglichen Auswirkungen überwiegen. Deshalb wird dieser Teilraum mit einer hohen Wirkungsintensität bewertet. Zusammen mit einer hohen Beeinflussungssensibilität ergibt dies für diesen Teilraum eine **hohe Eingriffserheblichkeit**.

4.1.9.4.3 Teilraum Otterstock

Beim Tunnelvortrieb durch die teilweise verkarsteten Karbonatgesteine des Otterstocks werden 2 getrennte Bergwasserkörper angetroffen.

Im nördlichen Abschnitt von km 82,256 bis 83,005 werden Rauhwacken und stark gestörte Dolomite der „Reichenhall-Formation“ durchfahren. Die Gesteine dieses Abschnitts bergen einen Bergwasserkörper, der rund 300 m über dem Tunnel einspiegelt. Bei der bisher einzigen Bohrung im Trassennahbereich, die diese Gesteine aufschließt, wurden aber nur sehr geringe Durchlässigkeiten $< 1 \times 10^{-8}$ m/s festgestellt. Auch die weit westlich der Trasse gelegene Schrägbohrung KB 42/06 erreichte diesen Bergwasserkörper. Hier waren die Karbonatgesteine allerdings stark verkarstet und gut durchlässig. Wasserzutritte bis zu 5 l/s entlang von Klüften sind also zu erwarten. Auswirkungen auf die Geländeoberfläche sind aber nicht zu erwarten, da diesem Bergwasserkörper keine Quellaustritte zugeordnet werden können. Aufgrund des

Nahbereiches und der an der Basis bzw. Nordseite des Rauhacken- und Brekzienzuges zu erwartenden Verschuppung mit gipsführenden Gesteinen des „Keuperzuges“ (Gebirgsbereich 10) ist das Vorhandensein von Sulfatmineralen möglich, aus denen betonangreifende Bergwässer resultieren können. In einer Wasserprobe aus KB-40/08 wurden bisher keine erhöhten Sulfatgehalte festgestellt.

Der südlich anschließende Abschnitt im zentralen Otterstock von km 83,005 – 83,730 birgt einen ergiebigen Bergwasserkörper, der im Trassenbereich rund 200 m über dem Tunnel einspiegelt. Die Bohrung KB 12/08 zeigte auf Trassenniveau ebenfalls nur sehr geringe Durchlässigkeiten. Trotzdem muss beim Anfahren dieses Abschnitts mit dem Antreffen verkarsteter, generell gut wasserwegiger Bereiche gerechnet werden. In diesem Abschnitt werden Spitzenwasserzutritte von 200-300 l/s prognostiziert. Eine dauerhafte Absenkung des Bergwasserspiegels, der derzeit rund 200 m über dem Tunnel liegt ist zu erwarten. Auswirkungen an der Geländeoberfläche auf die Quellaustritte entlang der Ost- und Südseite des Otterstocks sind daher sehr wahrscheinlich. Insbesondere die beiden Gemeindequellen von Otterthal (FS121 und FS124), sowie die Quellen am Ursprung des Otterthaler Baches (FS136, FS137, FS138) und in weiterer Folge der Otterthaler Bach selbst und die daran gebundenen Fischteichnutzungen (Feuchtenhofer und Hübner) sind hinsichtlich Quantität gefährdet. Auswirkungen auf die noch weiter östlich gelegene und von der Gemeinde Raach als Trinkwasserversorgung genutzte Fuchsgrabenquellen (FS300) und in weiterer Folge auf den Fuchsgrabenbach (FS332) können bei großräumigen hydraulischen Zusammenhängen erwartet werden.

Es ist nicht restlos auszuschließen, dass auch eine hydraulische Verbindung in westlicher Richtung bis in den Bereich Sonnwendstein besteht. Deshalb wurde eine Gefährdung der Göstritz-Quellen am SO-Rand des Sonnwendsteins in den bisherigen Einschätzungen nicht völlig ausgeschlossen.

Der südliche Abschnitt des Otterstocks von km 83,730 – 83,875 führt wieder durch weitgehend dichte Gesteine des Alpen Verrucano. Es werden nur geringe Wasserführungen über vereinzelte Kluftwasserzutritte bis maximal 1 l/s erwartet. Über längere Abschnitte werden nur tropfende Verhältnisse prognostiziert. Die Quellen dieses Gebietes sind durchwegs an oberflächennahe lokal begrenzte Grundwasserkörper gebunden, die keine Verbindung zur Tiefenlage der Tunneltrasse aufweisen. Hydrogeologische Auswirkungen an der Geländeoberfläche werden daher nicht erwartet. Nach aktuellem Kenntnisstand weisen die Dolomite keine primären Sulfatanteile auf. Allerdings ist im nahen Grenzbereich zu gipsführenden Gesteinen des „Alpinen Verrucano“ entlang der Ottersüdrandstörung möglicherweise mit gipsführenden tektonischen Einschüppungen bzw. einer sekundären Sulfatmineralbildung entlang von Scherbahnen oder Klüften zu rechnen, die lokal zu einer Anreicherung vorhandener Bergwässer mit Sulfat führen können. Die Bergwässer können daher in diesem Grenzbereich und auch im Grenzbereich zwischen Permomesozoikum und Wechselschiefer betonangreifend sein.

Wie auch bei den Karbonatgesteinen des Grasberges, so ist auch hier über weite Strecken von tief liegenden Bergwasserspiegellagen auszugehen. Nur in den Randbereichen zu wasserstauenden Gesteinen liegt der Bergwasserspiegel dann nahe der Oberfläche und gelangt lokal in Form von Quellen zum Austritt. In den übrigen, flächenmäßig weit größeren Bereichen steht das tiefliegende Grundwasser bereits heute nicht für die Vegetation und alle anderen oberflächennahen Naturräume zur Verfügung.

Für die Errichtung der Ersatzwasserversorgung aus dem Gemeindegebiet von Kirchberg kommend kann aus hydrogeologischer Sicht ausgesagt werden, dass die Verlegung der Transportleitung über einen überwiegenden Anteil im bestehenden Straßennetz erfolgt und daher daraus keine wesentlichen Auswirkungen abgeleitet werden. Nur der letzte Anteil der Leitungsführung wird südlich von Raach zum Hochbehälter abseits der Straße geführt. Die dazu notwendigen Grabungsarbeiten werden über dem gesättigten Bergwasserspiegel stattfinden, sodass quantitative Auswirkungen nicht prognostiziert werden. Für seichte Hangwässer, falls überhaupt vorhanden, können geringfügige Trübungen in der Bauphase (Grabungsarbeiten für die Herstellung der Transportleitung) nicht ausgeschlossen werden. Deshalb werden aus diesen Baumaßnahmen maximal nur geringe Auswirkungen abgeleitet.

Zusammenfassend wird ausgeführt, dass in der Einschätzung der Wirkungsintensität für den Tunnelabschnitt in diesem Teilraum die generell guten Durchlässigkeiten in den Karbonatgesteinsabschnitten zu den Prognosen der möglichen

Auswirkungen überwiegen. Deshalb wird dieser Teilraum mit einer hohen Wirkungsintensität des Tunnels bewertet. Zusammen mit einer hohen Beeinflussungssensibilität ergibt dies für diesen Teilraum eine **hohe Eingriffserheblichkeit**.

4.1.9.4.4 Teilraum Trattenbach

Die Herstellung der Tunnelröhren durch die sehr gering durchlässigen Wechselgneise und Wechselschiefer, mit nur sehr geringen temporären Bergwasserzutritten in großen Tiefen unter der Geländeoberfläche, wird gemäß Angaben der Projektanten keine Auswirkungen auf lokal genutzte oberflächennahe Grundwasserkörper haben. Ebenso werden in diesem Teilraum keine Grundwasserspiegelabsenkungen durch den Tunnelvortrieb auftreten. Auch mögliche quantitative Auswirkungen auf das Kluftgrundwasser (Bergwasser) werden nur sehr untergeordnet, vernachlässigbar gering und unbedeutend eintreten.

Der geplante Baulüftungsschacht im Trattenbachgraben wird nur in den obersten Metern durch porengrundwasserführendes Lockergestein geführt. Darunter werden weitgehend dichte Wechselschiefer und –gneise durchörtert. Vereinzelt können sehr gering schüttende Kluftwasserzutritte erwartet werden. Auswirkungen auf Grundwassernutzungen der Umgebung werden von den Projektanten nicht erwartet. Nach Angaben der Projektanten wird die Beeinflussungssensibilität für den Bereich des Schachtes mit gering bewertet. Der geplante Baulüftungsschacht wird daher hinsichtlich quantitativer und qualitativer möglicher Auswirkungen daher nur mit gering eingestuft.

Zusammenfassend wird ausgeführt, dass der Tunnelabschnitt in diesem Teilraum aufgrund der Einschätzung der hydrogeologischen Situation mit generell schlechten Durchlässigkeiten mit einer geringen Wirkungsintensität bewertet wird. In Zusammenführung mit einer geringen Beeinflussungssensibilität ergibt sich für diesen Teilraum daher eine **geringe Eingriffserheblichkeit**.

4.1.9.4.5 Teilraum Fröschnitzgraben

Innerhalb der Gesteinsabfolgen der tektonischen Großeinheit Wechselgneise werden eher dichte Verhältnisse vorherrschen. Die Durchlässigkeiten können im Wesentlichen mit kf-Werten von ca. 10^{-8} bis 10^{-9} m/s angegeben werden. Über weite Strecken werden kaum nennenswerte Bergwassermengen zutreten, zumal aber immer wieder mit geringen Kluftwasserführungen und Durchfeuchtungen des Gebirges zu rechnen ist.

Die quarzitischen Gneise zeigen bessere Durchlässigkeiten, als die der Albitgneise, weshalb innerhalb dieser Abschnitte lokal mit Kluftwasserführungen und auch längere Strecken mit geringem Bergwasserandrang nicht ausgeschlossen werden kann. Lokal können sich aber immer wieder artesische Verhältnisse einstellen, mit hydrostatischen Drücken, die über GOK liegen.

Innerhalb der Gesteine der Wechselschiefer erbrachten die Untersuchungen Durchlässigkeitswerte in der Größenordnung von etwa 10^{-9} - 10^{-10} m/s. Diese sehr geringen Durchlässigkeiten zeigten sich nicht nur auf Tunnelniveau sondern auch in oberflächennahen Bereichen (vgl. Testergebnisse in der Bohrung KB-25/08).

Aufgrund dieser Untersuchungsergebnisse wird in diesem Gebirgsabschnitt nur mit sehr geringen Bergwassermengen zu rechnen sein, die sich eher in Form von lokalen Durchfeuchtungen und gelegentlichen Tropfwasserzutritten zeigen werden. Deshalb werden auch keine Auswirkungen bis an die Oberfläche erwartet.

Die gesamte anfallende Bergwassermenge innerhalb der Einheiten Wechselgneis und Wechselschiefer werden aufgrund der geringen Durchlässigkeiten und auch hohen Überlagerungen mit etwa 20 l/s prognostiziert. Hohe Einzelwasserzutritte in Form von lokal ausgeprägten Spitzenwasserzutritten werden nicht erwartet.

Auswirkungen des Tunnelvortriebes bis an die Oberfläche werden in diesen Gesteinseinheiten von den Projektanten generell nicht erwartet.

Aufgrund der geringen Durchlässigkeiten, der hohen Tunnelüberlagerungen, der Entfernung und der Einschätzung der hydrogeologischen Situation im Dürrgraben und den bereits beschriebenen Ergebnissen in der Bohrung KB-01/06 kann eine Auswirkung auf die gefassten Quellen der Gemeinde Semmering durch den Tunnelvortrieb ausgeschlossen werden.

Dennoch werden an einigen ausgesuchten Quellen im Dürrgraben Beweissicherungsmessungen durchgeführt. Zudem wurde in die Sammelleitung aus dem Dürrgraben eine Wasseruhr eingebaut, an welcher mit Hilfe eines reed-Kontaktes und einem vor Ort installierten Datenloggers kontinuierliche Aufzeichnungen der gesamten abgeleiteten Wassermenge durchgeführt werden.

Entlang der Deckengrenze im Fröschnitzgraben muss mit länger anhaltenden starken Bergwasserzutritten gerechnet werden. Die in diesem Abschnitt eingeschuppten Karbonatgesteine, Quarzite und Störungszonen werden z.T. gute Durchlässigkeiten aufweisen. In den schiefrig-phyllitischen Gesteinen werden jedoch eher dichte Verhältnisse prognostiziert; lokale Durchfeuchtungen des Gebirges und Tropfwasserzutritte ist jedoch nicht ausgeschlossen. Der Kontaktbereich zu den Wechelschiefern in Verbindung mit Störungen wird eher dicht erwartet, wie die Ergebnisse der Durchlässigkeitsversuche in der KB-03/06 in den tieferen Abschnitten zeigten (kf-Wert etwa 10^{-9} - 10^{-10} m/s).

Beim Antreffen von gut wasserwegigen Zonen innerhalb der Deckengrenze sind Bergwasserzutritte von ~100-200 l/s als Spitzenzutritte auch längerfristig vorstellbar. Die Gesamtmenge wird in weiterer Folge für diesen Abschnitt mit mehreren Zehnerlitern pro Sekunde prognostiziert. Vor Erreichen der Deckengrenze wird aus hydrogeologischer Sicht dringend angeraten, durch entsprechend lange Vorbohrungen Vorauserkundungen durchzuführen.

Sehr wesentlich für die in Beharrung bzw. in quasistationären Zuständen abfließende Bergwassermenge wird hier sein, ob weitreichende hydraulische Verbindungen entlang den gut wasserwegigen Gesteinseinheiten im Untergrund bestehen. Die hydrogeologische Modellvorstellung geht derzeit eher davon aus, dass die Karbonatgesteine als größere isolierte Schollen innerhalb der Deckengrenze eingeschuppt sind und hydraulisch nicht großräumig zusammenhängen. Es werden eher ähnlich Verhältnisse erwartet, wie dies auch innerhalb der Keuperserie beim Auffahren der Tunnel Steinhaus und Spital in Zusammenhang mit Karbonatgesteinen der Fall war. Auch hier wurden wasserführende Karbonatgesteinsschollen beim Vortrieb angetroffen, die bis zu 70 l/s als Spitzenwasserzutritte aufwiesen. Großräumige zusammenhängende hydraulische Verhältnisse konnten bei diesen beiden Tunnelstrecken jedoch nicht nachgewiesen werden. Die hydrogeologische Prognose der Projektanten von mehreren Zehnerlitern pro Sekunde in Beharrung stellt daher auch eine pessimistische Annahme dar.

Die Projektanten weisen auf die Quarzite hin, die einerseits gute Wasserwegigkeiten aufweisen können und dadurch dann andererseits tunnelbautechnisch besonders beachtet werden sollten. Durch das Vorhandensein von gipshaltigen Gesteinen kann das Auftreten von betonaggressiven Wässern nicht ausgeschlossen werden.

Lokale Auswirkungen bis an die Oberfläche sind trotz der hohen Überlagerungen nicht ausgeschlossen. So werden bei den gefassten Quellen 463 (TW Gasthof Postl), bei der Quelle JRN465 (TW und NW Spreitzhofer), der ungenutzten Quelle JRN464 und der gefassten Quelle JRN483 (NW – Speisung Fischteiche) erwartet. Ebenso ist eine mögliche Auswirkung bei der gefassten aber derzeit nicht genutzten Quelle JRN484 nicht ausgeschlossen. Die Quelle JRN484 wurde früher für Trinkwasserzwecke verwendet. Aufgrund der vorhandenen Bauälligkeit der Quelfassung kann das Wasser dieser Quelle derzeit aus hygienischen nicht für Trinkwasserzwecke genutzt werden. Zudem kann davon ausgegangen werden, dass bei einer neuerlichen Nutzung der Quelle für Trinkwasserzwecke zuerst eine komplette Neufassung der Quelle ins Auge gefasst werden müsste.

Sollten aus dem Bereich der Karbonatgesteine der Deckengrenze in Beharrung mehrere 10-er l/s in der Betriebsphase im Tunnel abfließen, so können auch für die Fröschnitz im Abschnitt Grubenhaus-Steinhaus (dokumentiert durch die Messstelle JRN1083) Auswirkungen auf den Oberflächenabfluss nicht ausgeschlossen werden.

Die in weiterer Folge aufzufahrenden Gneise, Grüngesteine, Grünschiefer und Glimmerschiefer werden über weite Strecken hydrogeologisch gesehen dichte Verhältnisse aufweisen. Im Rahmen der Bohrlochversuche wurden durchwegs Durchlässigkeiten in der Größenordnung von ca. 10^{-7} - 10^{-9} m/s errechnet. In gewissen tiefen Bohrlochabschnitten auf Tunnelniveau errechneten sich mitunter auch Durchlässigkeiten von ca. 10^{-11} m/s.

Lokal werden bedingt durch verbesserte Durchlässigkeiten Kluftwasserzutritte zu erwarten sein. Diese werden sich vor allem entlang von Störungsbahnen einstellen, in welchen S-Kataklasite (Mittelsand mit Kieskomponenten) ausgebildet sind. Zudem können in Annäherung an den Gebirgsbereich 22 störungsbedingt ebenfalls verbesserte Durchlässigkeiten auf Tunnelniveau auftreten. Es ist nicht auszuschließen, dass im Bereich der Deckengrenze durch Abschiebungen verbesserte Wasserwegigkeiten geschaffen wurden, entlang welcher vermehrt Kluftwasserzutritte möglich sind.

Die hangendsten Festgesteinsbereiche können durch Auflockerungszonen lokal verbesserte Wasserwegigkeiten aufweisen als tiefere Anteile. Zudem wurden an 2 Bohrungen Kluftwasserzutritte im Untergrund erbohrt, welche artesisch überliefen. Diese Arteser wurden jedoch nur in den hangenden Anteilen der Festgesteine angetroffen, auf Tunnelniveau konnten derartige Verhältnisse nicht beobachtet werden. Im Gebirgsbereich 24 und westlichen Anteil des Gebirgsbereiches 23 (sulfatmineralführende Serizitphyllite) wurden in den Erkundungsbohrungen Sulfatmineralführungen in Form von Gipskrusten bzw. Gips-Anhydrit-Dolomit Lagen gefunden. Innerhalb dieser Bereiche kann es bei Vorhandensein von Bergwasser lokal untergeordnet zu betonaggressiven Verhalten der anfallenden Wässer führen. Dabei sind eher geringe Bergwassermengen (Tropfwasserzutritte und gelegentlich rinnende Zutritte) mit Problemen hinsichtlich Betonaggressivität behaftet. In diesem Gebirgsabschnitt werden die Bergwasserzutritte etwas höher prognostiziert, als innerhalb der nachfolgenden Glimmerschiefer im Gebirgsbereich 25 & 26. Bergwassermengen in der Größenordnung von 5-15 l/s sind hier vorstellbar.

Innerhalb der Gebirgsabschnitte der Gebirgsbereiche 25 und 26 werden vorwiegend Glimmerschiefer und Phyllite erwartet. Aus den Bohrlochversuchen der KB-45/08 und KB-43/08 errechneten sich aus den tiefen Bohrlochabschnitten im Bereich der Tunnelführung sehr geringe Durchlässigkeiten. Die Berechnungen ergaben Durchlässigkeiten in der Größenordnung von ca. 10^{-9} bis 10^{-10} m/s. Aufbauend auf diesen Ergebnisse kann man aus hydrogeologischer Sicht folgern, dass über weite Strecken mit annähernd dichtem und „trockenen“ Gebirge gerechnet werden kann. Lokale Durchfeuchtungen und bis hin zu vereinzelt stärkeren Tropfwasserzutritte sind jedoch nicht ausgeschlossen.

Lokale untergeordnete Kluftwasserführungen innerhalb der Gneis-Gesteineinheiten sind möglich. Die hangendsten Festgesteinsbereiche können durch Auflockerungszonen lokal verbesserte Wasserwegigkeiten aufweisen als tiefere Anteile, die jedoch nur im Grenzbereich zum Gebirgsabschnitt 27 erwartet werden.

In Summe ist innerhalb des Gebirgsabschnittes 25 und 26 mit einem Bergwasseranfall von nur einigen wenigen l/s auszugehen.

Wegen der durchwegs schlechten Durchlässigkeiten sowie der hohe Tunnelüberlagerungen werden auch Auswirkungen bis an die Oberfläche nicht erwartet.

Bewertung der Anlagen außerhalb des Tunnels:

Im Fröschnitzgraben ist ein Zwischenangriff mit 2 Schächten geplant. Die Schächte werden in generell schlecht durchlässigen Gesteinen der Wechseleinheit abgeteuft. Die hydraulischen Bohrlochversuche erbrachten Durchlässigkeiten in der Größenordnung von etwa 10^{-8} m/s. Lokal werden geringe Kluftwasserführungen erwartet. Innerhalb der Gneise und S-Kataklasite sind sehr lokal bessere Wasserwegigkeiten und auch lokal höhere Wassermengen wahrscheinlich. Lokale wasserwegige Zonen sind zudem in der Lockergesteinsüberdeckung wahrscheinlich. Beim Antreffen von wasserführenden Kluftzonen werden sich auch artesische Verhältnisse einstellen, wie dies auch anhand der Bohrung KB-24/08 verdeutlicht wurde. Daher sind bei den technischen Planungen zur Schachterrichtung auf die vorherrschenden hydrostatischen Drücke Rücksicht zu nehmen. Derzeit werden am Schachtkopf Drücke in der Größenordnung von 0,6 bar gemessen. Wegen gelegentlicher Kluftwasserzutritte die zu erwarten sind, wird deshalb in der Bauphase eine geringe Wirkungsintensität erkannt.

Der unmittelbare Bereich des Schachtes und der Baustelle wird aufgrund der Lage und des hydrogeologischen Umfeldes mit einer ebenfalls geringen Wirkungsintensität bewertet. Die Errichtung der Baustellenfläche greift lokal in den oberflächennahen Abflussbereich, möglicherweise vorhandener seichter Hanggrundwässer ein. Für eine Quelle (JRN628), die

an solche seichten Hanggrundwässer gebunden scheint, wird dadurch eine quantitative und qualitative Auswirkung erkannt. Mögliche Auswirkungen werden nur sehr lokal auftreten, weshalb diesem Bereich zusammengefasst eine geringe Wirkungsintensität zuerkannt wird.

Von der Baustelleneinrichtungsfläche ist geplant, über ein Förderband das Material zur Deponie Longsgraben zu transportieren. Im Verlauf muss aus fachlicher Sicht mit dem Einsatz von Schmiermittel besonders umsichtig umgegangen werden. Dabei ist vor allem im Bereich Mühlbauer die Quelle JRN475 (das Areal um die Quelle wird jedoch Teil der Baustelleneinrichtungsfläche Zwischenangriffspunkt Fröschnitz) zu beachten. Zusätzlich ist auch das orographische Einzugsgebiet der Quellen JRN463, JRN464 und JRN465 besonders zu beachten, wo entlang der Forststraße zwischen Winterer und dem Longsgraben das Förderband geführt wird. Zusammenfassend wird für die Bauphase daher zumindest eine geringe Wirkungsintensität erkannt, da nur sehr lokal beschränkt, mögliche Auswirkungen erkannt wurden. Geringe Wirkungsintensität in Verbindung mit einer geringen Beeinflussungssensibilität ergibt eine geringe Eingriffserheblichkeit sowohl in quantitativer als auch qualitativer Sicht in der Bauphase.

Im Bereich der geplanten Deponie im Longsgraben sind keine gefassten bzw. genutzten Quellen vorhanden. Naturgemäß werden quantitative und qualitative Auswirkungen durch die Flächeninanspruchnahme der Deponie auftreten. Eine Reihe von ungenutzten Quellen und Feuchtstellen hauptsächlich im Bereich des Bachverlaufes sind davon betroffen. Entsprechende Drainageleitungen und die Errichtung eines Kollektors führen dazu, dass die im geplanten Deponiebereich vorhandenen Wasseraustritte gesammelt und ausgeleitet werden. Diese werden wieder nach kurzer Ableitungstrecke erneut dem hydrologischen Bachregime im gleichen Einzugsgebiet zugeführt. Zusätzlich ist eine Bachverlegung geplant. All diese Maßnahmen lassen in der Bauphase der Deponie qualitative und quantitative Auswirkungen erwarten, was mit einer hohen Wirkungsintensität beschrieben werden kann. Gesamtheitlich gesehen wird diesem Bereich eine geringe Beeinflussungssensibilität zugewiesen. Bei einer Einstufung einer hohen Wirkungsintensität ergibt sich demnach für die Deponie im Longsgraben eine mittlere Eingriffserheblichkeit in der Bauphase. Die Detailplanungen zum Projekt Deponie Longsgraben sind in einem eigenen Themenbereich im teilkonzentrierten Verfahren und auch im EB-Operat vorhanden.

Der Transportweg in den Fröschnitzgraben (Zwischenangriffspunkt Fröschnitzgraben, Deponie Longsgraben) wird u.a. durch das Einzugsgebiet und der Schutzzone II der bestehenden Erzkogelquelle (JRN933) geführt, weshalb dieser lokale Abschnitt mit einer sehr hohen Beeinflussungssensibilität bewertet wird. Die Erzkogelquelle stellt einen Teil der Trinkwasserversorgungsanlage der Gemeinde Spital am Semmering dar. Aus diesem Grund wird aus fachlicher Sicht empfohlen, zur Zeit der Errichtung des Transportweges (qualitative Auswirkungen können nicht ausgeschlossen werden) das Wasser der Erzkogelquelle aus Sicherheitsgründen vom Netz zu nehmen. Bei Baumaßnahmen Innerhalb der Karbonatgesteine, die das Einzugsgebiet der Erzkogelquelle darstellen, wird diesem Abschnitt der Baustraße eine hohe Wirkungsintensität aus qualitativer Sicht zugeordnet, da sämtliche Baumaßnahmen über der gesättigten Bergwasserzone liegen werden. Deshalb wird aus quantitativer Sicht diesem Abschnitt auch keine Auswirkung prognostiziert. Der nördliche Verlauf der Baustraße Steinhaus wird in gering durchlässigen Gesteinen geführt. Lokale mögliche Hanggrundwasserzutritte und die geringe Möglichkeit von lokalen Trübungen sind nicht zur Gänze auszuschließen, weshalb nur eine geringe Wirkungsintensität prognostiziert wird. Zudem sei zu erwähnen, dass in diesem Abschnitt bereits die Grabungen der Erdgasleitung stattgefunden haben. Der nördliche Abschnitt der Baustraße Steinhaus wird demnach mit einer geringen Eingriffserheblichkeit bewertet, wohingegen für den südlichen Abschnitt eine hohe Eingriffserheblichkeit ausgesprochen wird. Hinsichtlich der Errichtung des angesprochenen Transportweges wird auch aus gleichem Grund für die ungenutzte, ungenutzte Quelle JRN1086 eine mögliche qualitative Auswirkung nicht ausgeschlossen. Ein Teil des Überwassers der Erzkogelquelle wird direkt in Fischteiche (JRN1264) an der orographisch linken Talseite eingeleitet. Deshalb sind auch für diesen Fischteich mögliche Auswirkungen nicht ausgeschlossen.

Im Zuge eines bereits teilweise realisierten Ersatzwasserprojektes Spital am Semmering werden auch Trinkwasserleitungen im Bereich Steinhaus und Kaltenbachgraben neu zu verlegen sein. Einerseits werden die Grabungen weitgehend in Gesteinseinheiten der Keuperserie (Steinhaus) erfolgen andererseits in den gering wasserwegig anzusprechenden Lo-

ckersedimenten der Glimmerschieferserie im Bereich Kaltenbachgraben. Bei den geplanten Grabungsarbeiten werden maximal nur lokal geringe bis sehr geringe Hanggrundwasserzutritte erwartet. Aufgrund der Nahelage der geplanten Leitungsverlegungen kann aber eine mögliche Auswirkung auf die gefasste Quelle (JRN1200) nicht ausgeschlossen werden.

Zusammenfassend sagen die Projektanten für den Teilraum Fröschnitz aus, dass durch die möglichen Auswirkungen in Verbindung mit der Durchörterung der Deckengrenze sowie den möglichen Auswirkungen der außerhalb des Tunnels stattfindenden Baumaßnahmen eine mittlere Wirkungsintensität abgeleitet wird. Bei einer gleichzeitigen mittleren Bewertung der Beeinflussungssensibilität lässt sich daher eine **mittlere Eingriffserheblichkeit** ableiten.

4.1.9.4.6 Teilraum Grautschenhof

Die Grobgnese zeigen auf Trassenniveau aufgrund der geringeren Überlagerungen im Vergleich zu anderen Streckenabschnitten bessere Durchlässigkeiten (bis zu ca. 10^{-5} m/s). Aufgrund der Bohrlochversuche, der geringeren Überlagerungen und der lithologischen Eigenschaften der Gneise samt vorhandenen Störungsbahnen, ist innerhalb dieses Gebirgsabschnittes immer wieder mit Kluftwasserführungen zu rechnen. Der Bergwasserandrang wird in diesem Abschnitt deutlich höher sein, als in den benachbarten Gebirgsabschnitten 26 und 28. Zudem ist davon auszugehen, dass die hangendsten Festgesteinsbereiche durch stärkere Auflockerungszonen auch lokal verbesserte Wasserwegigkeiten aufweisen werden, als die tieferen Anteile. Über längere Strecken muss daher auch beim Tunnelvortrieb mit anhaltenden Firstregen gerechnet werden. Aufbauend auf den z. T. guten Durchlässigkeiten für kristalline Festgesteine im Semmeringgebiet innerhalb dieser Grobgnese werden Bergwassermengen in der Größenordnung von etwa 10-20 l/s zu erwarten sein.

Durch die im Vergleich mit den anderen kristallinen Festgesteinen besseren Wasserwegigkeiten und dem damit höherem prognostizierten Bergwasseranfall, auch bedingt durch den Zugangsstollen mit anfänglich geringer Überlagerung, können auch Auswirkungen an der Oberfläche nicht ausgeschlossen werden. Vor allem im Bereich des Sommeraugrabens, westlich davon und im Bereich des Zugangsstollens können an einer Reihe von Quellen mögliche Auswirkungen in Form von Schüttungsreduktionen nicht ausgeschlossen werden. Die Quellen an der orographisch linken Seite des Sommeraubaches, für die mögliche Auswirkungen nicht ausgeschlossen wurden, liegen nahe an der Trasse bzw. im unmittelbaren Talbereich nahe möglicher Störungen innerhalb der Grobgnese. Die hydraulische Stellung möglicher Störungen in diesem Bereich ist schwierig zu beurteilen, weshalb auch mögliche Auswirkungen trotz hoher Überlagerungen nicht ausgeschlossen wurden.

Bei der Querung des Fröschnitztales können entlang von Grobgneisen einzelne rinnende Kluftwasserzutritte auftreten. Diese haben jedoch nur sehr lokalen Charakter und sind innerhalb dieser Einheit als eher untergeordnet anzusehen. Mögliche, nur sehr lokal beschränkte Zusammenhänge mit der Wasserführung aus den Lockersedimenten sind nicht gänzlich ausgeschlossen, aber sehr unwahrscheinlich. Generell werden die Lockergesteine des Fröschnitztales über dem Festgesteinsuntergrund aber als mäßig wasserdurchlässig (kf-Wert ca. 4×10^{-5} m/s) und hydraulisch sehr inhomogen erwartet. Der Tunnelvortrieb greift in diese Lockersedimente jedoch nicht direkt ein.

Innerhalb der Quarzphyllite, Glimmerschiefer und Störungsgesteine nach der Querung des Fröschnitztales in Richtung Mürzzuschlag werden nur sehr untergeordnete lokal begrenzte Kluftwasserführungen erwartet. Es muss mehr mit Tropfwasserzutritten gerechnet werden. Innerhalb dieser Festgesteinsstrecke sind max. einige wenige l/s vorstellbar. Auswirkungen an der Oberfläche werden aus hydrogeologischer Sicht jedoch nicht erwartet. Dies kann sehr gut mit den Ergebnissen und Beobachtungen des Begleitstollens verglichen werden, wo diese Gesteinseinheiten bereits aufgefahren wurden.

Sowohl der geplante Zwischenangriff Grautschenhof (Zugangsstollen) als auch der Baulüftungsschacht Sommerau werden hauptsächlich in Gesteinen der Grobgnese zu liegen kommen. Vermehrte Kluftwasserzutritte sind dabei wahrscheinlich. Vor allem die östlich der geplanten Trasse des Haupttunnels gelegenen Quellen, für die eine mögliche Auswirkung

nicht ausgeschlossen werden kann, liegen im Nahbereich des Zugangstollens Grautschenhof, mit z. T. geringen Überlagerungen.

Beim Baulüftungsschacht können sich im Zuge des Abteufens kurzfristig lokal begrenzte Grundwasserspiegelabsenkungen einstellen. Auch für den Tunnelvortrieb in diesem Bereich wird wegen der vermuteten besseren Durchlässigkeiten innerhalb der Grobgnese und der möglichen Auswirkungen, von einer mittleren Wirkungsintensität ausgegangen. In Verbindung mit einer geringen Beeinflussungssensibilität ergibt sich somit für den Zugangstollen eine geringe Eingriffserheblichkeit. Ebenso verhält es sich für den Baulüftungsschacht Sommerau, für den ebenfalls eine geringe Eingriffserheblichkeit abgeleitet wird.

Zusammenfassend wird für den Teilraum Grautschenhof für den Tunnelabschnitt ausgesagt, dass auf Basis der lokal sicher besseren Durchlässigkeiten in den Grobgnesen und der darauf prognostizierten möglichen Auswirkungen an der Oberfläche eine mittlere Wirkungsintensität abgeleitet wird. In Verbindung mit einer geringen Beeinflussungssensibilität ergibt sich eine **geringe Eingriffserheblichkeit**.

4.1.9.4.7 Teilraum Müzzuschlag

In diesem Teilraum sind die Karbonatgesteine, Quarzite und phyllitischen Gesteine zusammengefasst, die im Begleitstollen vom Portal Müzzuschlag bis in den Bereich der wasserführenden Karbonatgesteine des Wallersbachgrabens und weiter bergwärts bereits aufgefahen wurden. Innerhalb der verkarsteten Karbonatgesteine im Bereich Wallersbachgraben fanden beim Vortrieb sehr große Bergwasserzutritte statt. Durch die Errichtung einer Pumpnische (Brunnenfilternische I) im Begleitstollen konnte für den weiteren Vortrieb der Bergwasserspiegel unter das Niveau des Begleitstollens abgesenkt werden. Darauf hin konnte der Vortrieb ohne große Probleme und Bergwasserzutritte fortgeführt werden. Derzeit beläuft sich die Pumpmenge aus dem Begleitstollen auf 80-100 l/s, um den Bergwasserspiegel auf dem von der Behörde vorgegebenen Niveau zu halten. Im Rahmen der Bohrphase II wurde im Bereich der Karbonatgesteine des Wallersbachgrabens in Nahelage zur Trasse Semmering-Basistunnel neu eine Erkundungsbohrung abgeteuft. Der Bergwasserspiegel in dieser Bohrung (KB-36/08) liegt derzeit bei etwa SH ca. 653m. Durch die entsprechenden Pumpenrichtungen im Begleitstollen kann somit der Bergwasserspiegel konstant auf einem vorgegebenen von Niveau gehalten werden. Von der Behörde wurde vorgegeben, dass der Bergwasserspiegel nicht höher als 10 m unter SOK aufspiegeln darf. Aus fachlicher Sicht empfehlen daher die Projektanten, bis zur Errichtung der beiden Hauptrohren die Wasserhaltung im Begleitstollen aufrecht zu halten. Hinsichtlich des Verschlusses bzw. Rückbau des Begleitstollens wurde ein eigenes Projekt dazu ausgearbeitet (EB Operat 5510-EB-1010AL-00-1001). Innerhalb dieses Projektes sind auch die unterschiedlich zu erwartenden Bergwasserspiegellagen bei unterschiedlichen Projektausgangslagen graphisch in entsprechenden Querprofilen und Längsschnitten dargestellt.

Aufgrund der Tatsache, dass der Haupttunnel drainierend ausgebaut wird, kann davon ausgegangen werden, dass die in diesem Abschnitt anfallende Bergwassermenge in der Betriebsphase in der Größenordnung von den derzeit gepumpten ca. 80-100 l/s sein wird. Auswirkungen an der Oberfläche werden aus hydrogeologischer Sicht jedoch nicht erwartet.

Innerhalb der phyllitischen Gesteine und den quarzitischen Gesteinen zwischen den Karbonatgesteinen des Wallersbachgrabens und den Karbonatgesteinen des Portalbereiches Müzzuschlag werden beim Vortrieb keine größeren Bergwasserzutritte erwartet. Im Bereich des Semmeringquarzites wurde allerdings beim Vortrieb des Begleitstollens eine Vielzahl von kleinen bis kleinsten Bergwasserzutritten angetroffen. Ein Großteil der punktuellen Austritte schwankte schüttungsmäßig zwischen 0,01-0,5 l/s. Vereinzelt konnten Zutritte von mehreren Litern pro Sekunde (z.B. an Vorbohrungen) beobachtet werden. Durch die Entwässerungsmaßnahmen aus den Brunnenfilternischen im Begleitstollen werden für den Hauptvortrieb durch bereits stattgefundene Entwässerungsmaßnahmen nur lokal und untergeordnet Bergwasserzutritte zu erwarten sein. Vielmehr ist dabei jedoch auf Durchfeuchtungen im Semmeringquarzit und damit verbundenen geotechnischen Schwierigkeiten Bedacht zu nehmen. Als Größenordnung für die permanente Wasserführung sind für diesen nicht karbonatischen Abschnitt max. etwa 1 l/s vorstellbar. Auswirkungen an der Oberfläche werden aus hyd-

rogeologischer Sicht nicht erwartet. Dies kann auch aus den seit 1989 laufenden Beweissicherungsmessungen sehr deutlich abgelesen werden.

Derzeit sind innerhalb der Karbonatgesteine des Portalbereiches keine Bergwasserzutritte in den Begleitstollen vorhanden. Dies ist vor allem auf die Pumpmaßnahmen im Bereich der Brunnenfilternischen im Abschnitt der Karbonatgesteine des Wallersbachgrabens zurückzuführen. Bei Aufrechterhaltung der Pumpmaßnahmen im Begleitstollen während des Hauptvortriebes des Semmering Basistunnels ist demnach in diesen Karbonatgesteinen mit keinen großen Bergwassermengen zu rechnen. Zu Zeiten starker Schneeschmelze kann es aber kurzfristig (1-2 Monate) zum Anspringen von Kluftwasserzutritten kommen, die in der Größenordnung von max. mehreren l/s liegen. Die Größenordnung der Bergwasserzutritte innerhalb dieses Bereiches, vor allem im Bereich entlang der Nahelage zu den Lockersedimenten des Fröschnitztales ist mit max. wenigen 10er l/s zur Zeit des Auffahrens vorstellbar. Auswirkungen an der Oberfläche als auch auf den Grundwasserkörper werden aus hydrogeologischer Sicht in diesem Abschnitt nicht erwartet.

Im Portalbereich Mürzzuschlag stehen verkarstete, wasserführende Karbonatgesteine an, wobei der Grundwasserspiegel unter der Sohle der nahegelegenen Fröschnitz liegt. Das bedeutet, dass in diesem Bereich die Fröschnitz nicht als unmittelbare Vorflut für das in den Bohrungen und im Begleitstollen angetroffene Karstgrundwasser wirkt. Der Grundwasserspiegel im Portalbereich Mürzzuschlag wurde offensichtlich aufgrund der Drainagewirkung des Erkundungsstollens abgesenkt.

Das Erreichen der Tunnelröhren der wassergesättigten Zone wird davon abhängen, zu welcher Jahreszeit der Tunnel in diesem Bereich vorgetrieben wird und welche hydrometeorologischen Verhältnisse vorherrschen.

Kurzpumpversuche an Portalbereichsbohrungen ergaben Durchlässigkeiten in der Größenordnung von ca. 10^{-4} m/s. Zusätzlich ist hinsichtlich der zu erwartenden Bergwassermengen im Vergleich zum Begleitstollen auch die nähere Lage des Haupttunnels zur quartären Talfüllung der Fröschnitz mit zu berücksichtigen. Unter Zugrundelegung der bei Kurzpumpversuchen im Portalbereich aus orientierenden Bestimmungsmethoden ermittelten und einer Anschätzung der Rahmenparameter in einem Porenaquifer im Fröschnitztal erscheint eine zusätzliche Wassermenge in der Größenordnung von einigen wenigen Litern pro Sekunde bis ca. 10 l/s aus dem Fröschnitztal vorstellbar. Auswirkungen an der Oberfläche werden aus hydrogeologischer Sicht nicht erwartet. Durch das Einstellen der Pumpmaßnahmen im Begleitstollen wird es zwangsläufig zu einem Aufstau bzw. Erhöhung des Grundwasserspiegels im Bereich der Karbonatgesteine des Wallersbachgrabens und aller Voraussicht nach auch im Portalbereich Mürzzuschlag kommen.

Je nach Höhenlage der Grundwasserspiegellagen ist in der Betriebsphase aufgrund der geplanten Einbauten lokal mit geringfügigen Änderungen in der Strömungsrichtung zu rechnen. Ebenso können lokale Trübungen des Grundwassers nicht gänzlich ausgeschlossen werden. Somit ist die Einschätzung der Wirkungsintensität sowohl in der Bau- als auch Betriebsphase aus qualitativer und quantitativer Sicht mit gering zu bewerten.

Entlang der Freilandstrecke nach dem Bahnhof Mürzzuschlag bis zum Ende des Teilraumes finden nur obertägige Baumaßnahmen statt. Quantitativ werden dabei keine Auswirkungen erwartet. Bei Einhaltung der üblichen Vorschriften auf Baustellen sind daraus auch nur maximal geringe qualitative Auswirkungen auf das Grundwasser abzuleiten.

Der Teilraum Mürzzuschlag stellt einen Sonderfall in der Bewertung dar, da dieser Abschnitt bereits durch den Begleitstollen aufgefahren wurde. Nach dem Schema der Beurteilung der Wirkungsintensität würde für diesen Teilraum eine mittlere Wirkungsintensität abgeleitet werden. Da aber Auswirkungen eines Untertagebaues in diesem Abschnitt durch den Begleitstollen bereits stattgefunden haben, werden durch die Errichtung des Semmering-Basistunnel neu keine zusätzlichen Auswirkungen prognostiziert. Aus diesem Grund wird die Einstufung der Wirkungsintensität um eine Stufe rückgestuft und mit gering bewertet.

Zusammenfassend wird auf Basis der festgelegten Kriterien für den Teilraum Mürzzuschlag durch die Tatsache bereits stattgefunderer Auswirkungen des Begleitstollens nur eine geringe Wirkungsintensität abgeleitet. Zusammen mit der Einstufung einer mittleren Beeinflussungssensibilität ergibt sich daher eine **geringe Eingriffserheblichkeit**.

4.1.10 BESCHREIBUNG UND BEURTEILUNG DER SCHUTZ-, MINDERUNGS- UND AUSGLEICHSMAßNAHMEN

Als wesentliche Schutz- bzw. Minderungsmaßnahme im Themenbereich Grund-, Berg- und Oberflächenwasser sind für den Tunnelabschnitt zur Reduktion von großen anfallenden Bergwassermengen Injektionsmaßnahmen zu nennen. Unabhängig der Vortriebsmethode werden beim Durchörtern der Karbonatgesteine des Grasberges, des Otterstockes sowie auch der Deckengrenze im Bereich Fröschnitzgraben vorausseilende und überlappende Injektionsmaßnahmen stattfinden. Damit kann der Wasserandrang bereits in der Vortriebsphase verringert werden und es kann dadurch der Wasserzutritt auf die für den weiteren Vortrieb noch mögliche Zutrittsmenge reduziert werden. Dadurch ist es auch weiters möglich, Auswirkungen auf den Bergwasserkörper und auf Quellen und Oberflächengerinne zu reduzieren. Details zu den Injektionsmaßnahmen sind den entsprechenden Projektplänen und Gutachten der Tunnelplanung (vgl. Technischer Bericht – Tunnelplanung 5510-EB-0301AL-00-1001) zu entnehmen. Vorab werden von den Projektanten als Größenordnungen der Reduktionen der prognostizierten Bergwassermengen beim Vortrieb mittels TVM mit ca. 50 %, bei konventionellem Vortrieb mit ca. 30 % angesetzt.

Bei allen Trinkwasserversorgungen, bei welchen mögliche Auswirkungen zu erwarten sind bzw. nicht ausgeschlossen werden können, können Ersatzwassermaßnahmen als Ausgleichsmaßnahmen geschaffen werden.

Ersatzwassermaßnahmen:

Eine Ersatzwasserversorgung für die Otterthaler Gemeindequellen (FS121 & FS124) aus einer ergiebigen Ersatzquelle (Bauernwiesquelle) in der Gemeinde Kirchberg am Wechsel ist Teil dieses Genehmigungsverfahrens. Detailaussagen über diese Planungen können dem entsprechenden Ersatzwasserprojekt (Ersatzwasserversorgungsanlage für Otterthal und Raach - Technischer Bericht EWV Raach/Otterthal- 5510-EB-0304AL-00-1001) entnommen werden. Auswirkungen auf die noch weiter östlich gelegene und von der Gemeinde Raach als Trinkwasserversorgung genutzte Fuchsgrabenquellen (FS300) und in weiterer Folge auf den Fuchsgrabenbach (FS332) sind ebenfalls zu erwarten. Als Ersatzversorgung für Raach wird eine Mitbenutzung der Otterthaler Ersatzwasserversorgung aus der Kirchberger Bauernwiesquelle verfügbar sein.

Ebenso kann eine Beeinträchtigung der Palkaquelle (FS092) nicht mit letzter Sicherheit ausgeschlossen werden, obwohl bei keiner Bohrung in Trassennähe die Karbonatgesteine des Einzugsgebietes der Quelle angetroffen wurden. Entsprechende Vorkehrungen für Ersatzwasserversorgungen wurden in die Wege geleitet. So kann kurzfristig aus der 1. Wiener Hochquellwasserleitung Ersatzwasser zur Verfügung gestellt werden. Da diese Bereitstellung jedoch nur zeitlich begrenzt möglich sein wird, würden im Eintrittsfall parallel sofort entsprechende Ersatzwasserplanungen und Ausführungen aus nahe gelegenen Bereichen in die Wege geleitet. Nach den derzeit vorliegenden Untersuchungsergebnissen kann eine mögliche Auswirkung auf die Göstritzquelle (Nr. 541) ebenfalls nicht ausgeschlossen werden. Laut Aussagen der Gemeinde Schottwien kann die Trinkwasserversorgung aus den anderen Quellen der Ortswasserversorgung bestritten werden. Bei einer nachgewiesenen Auswirkung würden von Seite der ÖBB sofort Planungen und Umsetzungen stattfinden, um eine entsprechende Ersatzwasserversorgung rasch herzustellen.

Da im Einzugsgebiet und der derzeitigen Schutzzone II der Erzkogelquelle [ist Teil der TWVA Spital am Semmering] (JRN933) der Transportweg in den Fröschnitzgraben (Baustraße Steinhaus) geplant ist, wird während der Errichtung des Transportweges das Wasser dieser Quelle aus Sicherheitsgründen vom Netz genommen. Die Versorgung der Gemeinde Spital erfolgt in dieser Zeit ausschließlich aus dem Quellbereich der sogenannten Ziereckquellen (223a, 223b und 224) – liegen nördlich Steinhaus am Semmering), an welchen bereits entsprechende Adaptierungsmaßnahmen stattgefunden haben. Zudem sind auch Änderungen und Ergänzungen im Leitungsnetz notwendig. Ein entsprechendes Ersatzwasserprojekt ist geplant. Detailaussagen darüber finden sich unter: Ersatzwasserversorgungsanlage für Spital a. S. 5510-EB-0304AL-00-2001 Technischer Bericht Ersatzwasserversorgung Spital a. Semmering.

Bei den Trinkwasser-Einzelversorgungen stehen prinzipiell unterschiedliche Ersatzmöglichkeiten zur Verfügung. Dort wo keine Anschlussmöglichkeiten an das öffentliche Netz bestehen, werden entsprechende nahe gelegene Quellen so adap-

tiert bzw. so neu gefasst, dass sie den Trinkwasseranforderungen entsprechen. Derzeit ist geplant, dass diese Maßnahmen jedoch erst dann umgesetzt werden, wenn auch wirklich eine nachgewiesene Auswirkung eingetreten ist. Kurzfristig würde in diesen Fällen dann eine Versorgung z .B. mittels Tankwagen stattfinden oder dort wo möglich, aus bestehenden Trinkwasserquellen provisorische Ableitungen des Überwasser hergestellt werden.

Baumaßnahmen außerhalb des Tunnels:

Bei allen Baumaßnahmen außerhalb des Tunnels (z. B. Baustelleneinrichtungsflächen, Baulüftungsschächte) geht die hydrogeologische Bewertung der Wirkungsintensität davon aus, dass die gängigen Sicherheitsstandards nach dem Stand der Technik angewendet werden (auf den Baustelleneinrichtungsflächen werden für die Verwendung, den Transport und die Lagerung grundwassergefährdender Stoffe die entsprechenden Sicherheitsvorschriften kenntlich gemacht und eingehalten - Betankungsstellen werden nach wasserrechtlichen Vorgaben hergestellt, abgesichert und laufend überprüft - für Unfälle mit Austritt wassergefährdender Stoffe werden ausreichend Ölbindemittel bereitgestellt – udgl.), ohne dass dies als vorgeschlagene Maßnahme zu gelten hat. Geordnete Baustellenentwässerungen und Einsatz von grundwasserschonenden Bauhilfsstoffen werden von den Projektanten für die Bewertung der qualitativen Restbelastung als Maßnahmen angeführt.

Maßnahmen und Bewertungen:

Für die quantitative Bewertung der Restbelastung des Tunnels in der Bauphase als auch weiterwirkend in der Betriebsphase wurden die beiden Kriterien

- Injektionsmaßnahmen im Tunnel (Wirksamkeit = gut)
- Schaffung von Ersatzwassermaßnahmen (Wirksamkeit = sehr gut)

für die Beurteilung im Themenbereich Grund-, Berg- und Oberflächenwasser für die jeweiligen Teilbereiche herangezogen. In den Beurteilungstabellen gelten demnach die getätigten Aussagen sowohl für die Bau- als auch Betriebsphase. Dies deshalb, da die tunnelbautechnischen Maßnahmen der Injektionen schon in der Bauphase erfolgen werden und deren Wirkung bis in die Betriebsphase wirksam bleiben wird. Ebenso werden Ersatzwassermaßnahmen bereits in der Bauphase getätigt und realisiert, weshalb deren Wirkungen ebenfalls in der Bau- und Betriebsphase gegeben sind. Diese Bewertung wird auch für die Ermittlung der Restbelastung der Teilräume in weiterer Folge herangezogen.

Für die qualitative Bewertung der Restbelastung des Tunnels in der Bauphase als auch weiterwirkend in der Betriebsphase wurden vorab die beiden Maßnahmen

- geordnete Tunnelentwässerung (Wirksamkeit = sehr gut)
- Gewässerschutzanlage (Wirksamkeit = sehr gut)

zur Bewertung herangezogen. Qualitativ sind für den Tunnelabschnitt keine Auswirkungen zu erwarten, da sowohl in der Bau- als auch Betriebsphase über weite Strecken ohnehin eine zum Tunnel hin gerichtete hydraulische Strömungsgradienten bestehen wird. Zudem werden in der Bauphase die anfallenden Wässer über eine geordnete Tunnelentwässerung und eine entsprechende Gewässerschutzanlage geleitet. In denjenigen Teilräumen, wo eine Gewässerschutzanlage geplant ist, wird diese als eigene Maßnahme angeführt. In den übrigen Teilräumen wird für die qualitative Bewertung des jeweiligen Tunnelabschnittes die Maßnahme „geordnete Tunnelentwässerung“ und „Gewässerschutzanlage“ als eine gemeinsame Maßnahme dargestellt. Dies deshalb, da die anfallenden Bergwässer zwar über eine geordnete Tunnelentwässerung abgeleitet und einer Gewässerschutzanlage zugeführt werden, sich diese Gewässerschutzanlage aber nicht im betreffenden Teilraum befindet.

In der Betriebsphase werden die anfallenden Wässer ebenfalls über eine geordnete Tunnelentwässerung abgeleitet. Mögliche qualitative Auswirkungen auf Quellen in Hinblick auf Temperaturänderungen (z.B. Wegfall einer Komponente der Quellschüttung) werden nicht erwartet. Deshalb werden für die Tunnelabschnitte bei der Beschreibung und Bewertung in den einzelnen Teilbereichen nur die quantitativen Auswirkungen behandelt, da keine qualitativen Auswirkungen

und damit auch keine qualitativen Restbelastungen vom Tunnel ausgehen werden. Sie werden angeführt und in ihrer Wirksamkeit mit sehr gut beschrieben, gehen jedoch nicht in die zusammenfassende Gesamteinschätzung der Maßnahmenwirksamkeit der einzelnen Teilräume ein. Es überwiegen in der Zusammenführung und Beschreibung die Restbelastungen der quantitativen Auswirkungen.

Für die Anlagenteile bzw. Baumaßnahmen außerhalb des Tunnels sind zusätzliche Maßnahmen in der Bauphase geplant, die zu einer Reduzierung der Eingriffserheblichkeit sowohl in quantitativer als auch qualitativer Sicht führen werden. Dabei können folgende Maßnahmen zur Ausführung gelangen:

- Geordnete Baustellenentwässerung (Wirksamkeit = gut)
- Geordnete Stollenentwässerung (Wirksamkeit = sehr gut)
- Abdichtungen bei Schachtherstellung im Bereich der Lockersedimente (Wirksamkeit = sehr gut)
- Gewässerschutzanlagen (Wirksamkeit = sehr gut)
- Verwendung Kiesschüttung/Sandbettung, Errichtung Drainagen zur Schaffung von Durchlässigkeiten (Wirksamkeit = gut)
- Spezialmaßnahmen an Baustraßen wie dichter Untergrund, Herstellung von Drainagen und Absturzbauwerken (Wirksamkeit = sehr gut)
- Verwendung grundwasserschonender Bauhilfsstoffe (Wirksamkeit = gut)

Die fachliche Einschätzung der Auswirkungen in Verbindung mit den Maßnahmen und den daraus abgeleiteten Restbelastungen der einzelnen Anlagenteile außerhalb des Tunnels erfolgen in den Beschreibungen und Bewertungen der einzelnen Teilbereiche. Dabei zeigt sich, dass für diese Baumaßnahmen unter Zugrundelegung der angeführten Maßnahmen maximal nur eine geringe Restbelastung bestehen bleibt.

Zusammenfassend wird ausgeführt, dass die quantitativen und qualitativen Auswirkungen des Tunnels und die dadurch abgeleiteten Restbelastungen sowohl für die Bau- als auch Betriebsphase gelten. Bei der Einschätzung und Bewertung der Baumaßnahmen außerhalb des Tunnels (z. B. Freilandstrecke, Zwischenangriffsflächen, Baustraßen) sind sehr wohl Unterschiede für die Bau- bzw. Betriebsphase gegeben. Diese sind vor allem dadurch begründet, dass ein großer Anteil dieser Baumaßnahmen wieder rückgebaut wird, und bei annähernder Herstellung des Ausgangszustandes keine Restbelastung in der Betriebsphase verbleibt. Weiters werden in der Gesamteinschätzung der Maßnahmenwirksamkeit nur die tunnelbezogenen Maßnahmen (Injektionsmaßnahmen im Tunnel und Schaffung von Ersatzwassermaßnahmen) für die Bewertung herangezogen, da aus qualitativer Sicht keine Auswirkungen des Tunnels zu erwarten sind, und die Baumaßnahmen außerhalb des Tunnels maximal eine geringe Restbelastung aufweisen.

Ungeachtet der möglichen Maßnahmen wird aus hydrogeologischer Sicht beim Tunnelvortrieb empfohlen die Projektanten, in denjenigen Bereichen, wo mit verstärkten Bergwasserzutritten zu rechnen ist, auch entsprechende Vorerkundungen vom Vortriebsbereich aus durchzuführen. Entsprechend lange Vorbohrungen in den kritischen Tunnelabschnitten sollen einerseits helfen, wasserführende Zonen bestmöglich zu detektieren und zu untersuchen, und andererseits können dadurch auch bereits Vorentlastungen hinsichtlich Bergwasserdruck und Bergwassermenge stattfinden.

4.1.10.1 Maßnahmenfestlegung, Maßnahmenwirksamkeit nach Teilräumen

4.1.10.1.1 Teilraum Gloggnitz – Schwarzatal

Freilandstrecke – Maßnahmen qualitativ:

Im Bereich Gloggnitz außerhalb des Tunnels empfehlen die Projektanten, bei Einbauten im Untergrund (z.B. Brückenpfeiler) nur grundwasserschonende Materialien zu verwenden, sodass durch diese Maßnahme keine wesentlichen Auswirkungen in der Bau/Betriebsphase zu erwarten sind. Bei den Eingriffen in den Porengrundwasserkörper neben der Schwarzata (Brückenfundamente, Straßenunterführungen) wird auf besondere Sorgfalt beim Einsatz von Maschinen und Materialien geachtet. Zudem wird auf den Baustellen einerseits eine geordnete Baustellenentwässerung vorhanden sein und andererseits werden für die Verwendung, den Transport und die Lagerung grundwassergefährdender Stoffe die entsprechenden Sicherheitsvorschriften kenntlich gemacht und eingehalten. Betankungsstellen werden nach wasserrechtlichen Vorgaben hergestellt, abgesichert und laufend überprüft. Für Unfälle mit einem Austritt wassergefährdender Stoffe werden ausreichend Ölbindemittel bereitgestellt. Bei derartigen Unfällen wird die Wasserrechtsbehörde unverzüglich benachrichtigt. Die Wirksamkeit dieser Maßnahmen auf mögliche Auswirkungen auf das Porengrundwasser im Schwarzatal (Trübungen) sind mit gut zu bewerten, was aus qualitativer Sicht eine geringe Restbelastung ableiten lässt.

Die neu zu errichtenden 110kV-Leitung wird obertägig geführt und verursacht daher keine nennenswerten Auswirkungen. Es wird für diese Baumaßnahme keine Restbelastung erkannt, da davon auszugehen ist, dass bei Errichtung der Stützen die allgemein gültigen Vorschriften auf Baustellen eingehalten werden.

Freilandstrecke – Maßnahmen quantitativ:

Nur bei der Herstellung der Schwarzabrücke und den Verlegungen der bestehenden Straßen, z.T. in dichte Wannen (hochwassersichere Straßenunterführung) erfolgen aus quantitativer Sicht lokale Eingriffe (kurzfristige Grundwasserabsenkungen) in den Porengrundwasserkörper. Dafür ist vorgesehen, dass unterhalb der dichten Straßenwanne ausreichende Kieskörper geschüttet werden, um eine hydraulische Verbindung unterhalb der Wanne aufrecht zu erhalten. Diese Maßnahme wird mit gut bewertet, weshalb aus quantitativer Sicht eine geringe Restbelastung abgeleitet wird.

Die Baustellenflächen werden rückgebaut und es wird der „Urzustand“ weitgehend wieder hergestellt. In der Betriebsphase wird daher keine Restbelastung abgeleitet.

Tunnelabschnitt:

Wie auch in allen anderen Tunnelabschnitten werden sowohl geordnete Tunnelentwässerungen als auch entsprechende Gewässerschutzanlagen vorhanden sein. Zusammen ergibt dies aus qualitativer Sicht keine verbleibende Restbelastung.

Für den Tunnelabschnitt in diesem Teilraum durch die Grauwackenzone sind keine Injektionsmaßnahmen vorgesehen, da hier der geplante Vortrieb in weitgehend dichten Gesteinen mit großer Überdeckung stattfinden wird. Zudem werden keine Auswirkungen auf die oberflächennahen genutzten Grundwasserkörper erwartet, und es sind daher auch keine Ersatzwasserversorgungsmaßnahmen notwendig.

Zusammengefasst wird ausgeführt, dass auf Basis der Einschätzung einer geringen Eingriffserheblichkeit und der Tatsache, dass keine speziellen tunnelbautechnischen Maßnahmen notwendig erscheinen, für diesen Teilraum eine geringe Restbelastung sowohl für die Bau- als auch für die Betriebsphase abgeleitet wird.

4.1.10.1.2 Teilraum Aue – Göstritz

Baumaßnahmen außerhalb Tunnel quantitativ und qualitativ:

Beim geplanten Zwischenangriff Göstritz ist geplant neben der Baustelleneinrichtungsfläche einen Zugangsstollen und einen Schacht zu errichten. Sowohl der Zugangsstollen als auch der Schacht werden in dichten, weitgehend bergwasserfreien Gesteinen aufgefahren, Auswirkungen an der Oberfläche werden nicht prognostiziert. Deshalb wurde auch nur eine geringe Eingriffserheblichkeit abgeleitet. Qualitative Auswirkungen sind nicht gegeben, da keine Ausbreitungsmög-

lichkeit von Schadstoffen oder Trübungen besteht, weil ein zum Stollen/Schacht hin ausgerichteter Strömungsgradient besteht. Aus hydrogeologischer Sicht erscheinen daher keine besonderen Maßnahmen notwendig. Es lässt sich auf Basis der ausgewiesenen geringen Eingriffserheblichkeit eine geringe Restbelastung für den Zugangsstollen und den Schacht ableiten.

Auf der zugehörigen Baustelleneinrichtungsfläche werden für die Verwendung, den Transport und die Lagerung grundwassergefährdender Stoffe die entsprechenden Sicherheitsvorschriften kenntlich gemacht und eingehalten. Betankungsstellen werden nach wasserrechtlichen Vorgaben hergestellt, abgesichert und laufend überprüft. Für Unfälle mit einem Austritt wassergefährdender Stoffe werden ausreichend Ölbindemittel bereitgestellt. Bei derartigen Unfällen wird die Wasserrechtsbehörde unverzüglich benachrichtigt. Zudem wird auf der Baustelle eine geordnete Baustellenentwässerung vorhanden sein. Bei Arbeiten über dem Hanggrundwasser sind nur sehr lokale Auswirkungen (Trübungen) nicht ausschließbar, ansonsten besteht ein zur Baufläche hin gerichteter Strömungsgradient. Durch die Einrichtung einer geordneten Baustellenentwässerung kann die Maßnahmenwirksamkeit mit gut beschrieben werden. Deshalb verbleibt aus qualitativer Sicht keine Restbelastung

Sollten bei Arbeiten innerhalb der Baustelleneinrichtungsfläche lokale Hanggrundwässer angeschnitten werden, so besteht dabei keine qualitative Auswirkung, sondern nur maximal eine geringe quantitative Auswirkung, da Drainagen im Zuge der Baustelleneinrichtung anzulegen wären. Eine mögliche Auswirkung auf einen gefassten Hanggrundwasseraustritt (FS076) unterhalb der Baustellenfläche ist nicht ausgeschlossen. Es ist geplant, dass Anwesen samt dieses gefassten Hanggrundwasseraustrittes, der derzeit als Trinkwasserversorgung verwendet wird, vor Baubeginn abzulösen. Aus quantitativer Sicht verbleibt in der Bauphase daher eine geringe Restbelastung.

Da sämtliche Baumaßnahmen im Zwischenangriffsbereich Göstritz rückgebaut werden, aus dem Zugangsstollen und dem Schacht nur geringe Wassermengen abgeführt werden, kann für die Betriebsphase ebenfalls nur eine geringe Restbelastung abgeleitet werden.

Tunnelabschnitt:

Wie auch in allen anderen Tunnelabschnitten werden sowohl geordnete Tunnelentwässerungen als auch entsprechende Gewässerschutzanlagen vorhanden sein. Zusammen ergibt dies aus qualitativer Sicht keine verbleibende Restbelastung.

Für die Tunnelstrecke unter dem Auebachtal erscheinen aus hydrogeologischer Sicht keine zusätzlichen Maßnahmen notwendig, da hier der geplante Vortrieb zum überwiegenden Teil in weitgehend dichten Gesteinen erfolgt. Vorbereitungen für eventuelle Ersatzwasserversorgungen wegen möglicher Auswirkungen auf insgesamt 4 Einzelquellen können getroffen werden. Ein dauerhafter Ersatzanschluss an die öffentliche Trinkwasserversorgung ist möglich.

Für den Tunnelabschnitt durch die Karbonatgesteine des Graßbergzugs sind vorausseilende, überlappende Injektionen vorgesehen. Mit dieser Vortriebsweise kann der Wasserandrang bereits in der Vortriebsphase reduziert werden. Dadurch erscheint es möglich, Auswirkungen auf den Bergwasserkörper und auf Quellen und Oberflächengerinne zu reduzieren. Details dazu sind den Ausführungen der Tunnelplanung zu entnehmen (5510-EB-0301AL-00-1001 - Technischer Bericht – Tunnelplanung).

Für die Tunnelstrecke durch den Teilabschnitt Göstritz-Schlaglstörung sind keine zusätzlichen Maßnahmen vorgesehen, da hier der geplante Vortrieb in weitgehend dichten Gesteinen mit großer Überdeckung keine Auswirkungen auf die oberflächennahen genutzten Grundwasserkörper erwarten lässt.

Für die Tunnelstrecke lässt sich wegen der erwarteten guten Wirksamkeit der Injektionen und der Möglichkeit der Schaffung von Ersatzmaßnahmen, die mit sehr gut in ihrer Wirkung beschrieben werden können, eine Gesamteinschätzung der Maßnahmenwirksamkeit in diesem Teilraum mit Gut ableiten. Daraus leitet sich eine mittlere Restbelastung ab, da die Wirkungen auf den Bergwasserhaushalt und die Quellen/Bäche reduziert, jedoch nicht gänzlich verhindert werden.

Teilraum Otterstock:Baumaßnahmen außerhalb Tunnel quantitativ und qualitativ:

In diesem Abschnitt sind Auswirkungen auf die Ortswasserversorgungen von Otterthal und Raach zu erwarten. Deshalb werden bereits im Vorfeld Ersatzmaßnahmen geschaffen. Es soll dafür Wasser aus der sehr ergiebigen Bauernwiesquelle der Gemeinde Kirchberg am Wechsel verwendet werden, ohne dass deswegen die bewilligte Konsensentnahmemenge von 20 l/s daraus geändert werden muss. Für die Errichtung der Ersatzwasserversorgung aus dem Gemeindegebiet von Kirchberg kommend kann aus hydrogeologischer Sicht ausgesagt werden, dass die Verlegung der Transportleitung über einen überwiegenden Anteil im bestehenden Straßennetz erfolgt und daher keine wesentlichen Auswirkungen abgeleitet werden. Nur der letzte Anteil der Leitungsführung wird südlich von Raach zum Hochbehälter abseits einer Straße geführt. Geordnete Baustellenentwässerungen und Verwendung von Kiesschüttungen und/oder Sandbettungen bei Verlegung der Rohre zur Schaffung von Durchlässigkeiten sind im gesamten Verlauf der Grabungen vorgesehen. Diese Maßnahmen sind in ihrer Wirksamkeit mit Gut zu bewerten und es werden daher auch keine Restbelastungen abgeleitet. Auch in der Betriebsphase der Anlage sind keine Restbelastungen ableitbar.

Tunnelabschnitt:

Wie auch in allen anderen Tunnelabschnitten werden sowohl geordnete Tunnelentwässerungen als auch entsprechende Gewässerschutzanlagen vorhanden sein. Zusammen ergibt dies aus qualitativer Sicht keine verbleibende Restbelastung.

Für den Tunnelabschnitt durch die Karbonatgesteine des Otterstocks sind vorausseilende, überlappende Injektionen vorgesehen. Mit dieser Vortriebsweise kann der Wasserandrang bereits in der Vortriebsphase reduziert werden. Dadurch erscheint es möglich, Auswirkungen auf den Bergwasserkörper und auf Quellen und Oberflächengerinne zu reduzieren. Details dazu sind den entsprechenden Projektplänen und Gutachten der Tunnelplanung zu entnehmen (5510-EB-0301AL-00-1001 - Technischer Bericht – Tunnelplanung).

Für die Tunnelstrecke lässt sich wegen der erwarteten guten Wirksamkeit der Injektionen und der Möglichkeit der Schaffung von Ersatzmaßnahmen, die mit sehr gut in ihrer Wirkung beschrieben werden können, eine Gesamteinschätzung der Maßnahmenwirksamkeit in diesem Teilraum mit Gut ableiten. Daraus leitet sich eine mittlere Restbelastung ab, da die Wirkungen auf den Bergwasserhaushalt und die Quellen/Bäche reduziert, jedoch nicht gänzlich verhindert werden.

4.1.10.1.3 Teilraum TrattenbachBaumaßnahmen außerhalb Tunnel quantitativ und qualitativ:

Bei der Herstellung des geplanten Baulüftungsschachtes im Trattenbachgraben ist eine dichte Auskleidung der obersten Schachtmeter durch die gering porengrundwasserführenden Lockersedimente vorgesehen. Mögliche Strömungsänderungen nach erfolgter Abdichtung sind nur unmittelbar im Schachtbereich möglich, werden aber als vernachlässigbar gering eingestuft. Permanente Grundwasserspiegelabsenkungen werden durch den Einbau einer dichten Auskleidung in den Lockersedimenten nicht stattfinden, weshalb auch aus quantitativer Sicht die Maßnahmen mit gut bewertet werden können. Innerhalb der Festgesteine besteht die Möglichkeit, dass geringe Wassermengen in Form von Kluftwasserzutritten zutreten werden, die im Zuge der Schachterrichtung abgepumpt werden. Sowohl in der Bau- als auch Betriebsphase werden die aus dem Festgestein zuzitenden Kluftwässer in die Drainagen des Tunnels eingeleitet, weshalb daraus eine geringe Restbelastung abgeleitet wird.

Durch die Verwendung grundwasserschonender Bauhilfsstoffe, einer geordneten Baustellenentwässerung auf der Baustellenfläche sowie der Tatsache, dass gegenüber den gering grundwasserführenden Lockersedimenten der Schacht abgedichtet wird, wird daraus keine Restbelastung abgeleitet, da all diese Maßnahmen mit gut bzw. sehr gut eingestuft werden.

Tunnelabschnitt:

Wie auch in allen anderen Tunnelabschnitten werden sowohl geordnete Tunnelentwässerungen als auch entsprechende Gewässerschutzanlagen vorhanden sein. Zusammen ergibt dies aus qualitativer Sicht keine verbleibende Restbelastung.

Für die Tunnelstrecken in diesem Teilraum sind keine Injektionsmaßnahmen vorgesehen, da hier der geplante Vortrieb mit Tunnelvortriebsmaschinen in weitgehend dichten Gesteinen mit großer Überdeckung stattfinden wird. Zudem werden keine Auswirkungen auf die oberflächennahen genutzten Grundwasserkörper erwartet, und es sind daher auch keine Ersatzwasserversorgungsmaßnahmen notwendig.

Zusammengefasst wird ausgeführt, das auf Basis der Einschätzung einer geringen Eingriffserheblichkeit und der Tatsache, dass keine speziellen tunnelbautechnischen Maßnahmen notwendig erscheinen, für diesen Teilraum eine geringe Restbelastung sowohl für die Bau- als auch für die Betriebsphase abgeleitet.

4.1.10.1.4 Teilraum FröschnitzgrabenBaumaßnahmen außerhalb Tunnel quantitativ und qualitativ:**Deponie Longsgraben (vgl. eigenes Kap. Deponie Longsgraben):**

Im Bereich der geplanten Deponie im Longsgraben sind keine gefassten bzw. genutzten Quellen vorhanden. Nur am Grabenausgang des Longsgrabens sind zwei gefasste Quellen situiert. Eine davon wird derzeit nicht genutzt, die andere dient der Speisung eines Fischteiches. Durch die geplante Inanspruchnahme der für die Deponie notwendigen Fläche, werden naturgemäß quantitative Auswirkungen auf die in diesem Bereich liegenden Quellen und Feuchtstellen eintreten. Zudem wird durch die geplante Bachverlegung eine lokale Änderung in der Lage des Oberflächenabflusses herbeigeführt. Vor Übersättigung der Feuchtstellen und Quellaustritte werden diese entsprechend gefasst und abgeleitet. Zudem ist die Errichtung eines Kollektors geplant. Die gefassten Wässer werden dann wieder nach kurzer Ableitungsstrecke erneut dem hydrologischen Bachregime im gleichen Einzugsgebiet zugeführt. Auch die Bachverlegung erfolgt nur lokal, eine Ausleitung aus dem orographischen Einzugsgebiet des Longsgrabens erfolgt nicht. All diese Maßnahmen lassen in der Bauphase der Deponie lokale qualitative und quantitative Auswirkungen erwarten, die in der fachlichen Einschätzung mit hoch bewertet wurden.

Als Schutz- bzw. Ausgleichsmaßnahmen werden die Errichtung von Drainagen und einer Gewässerschutzanlage, sowie die Verwendung von grundwasserschonenden Bauhilfsstoffen und das Vorhandensein von geordneten Baustellenentwässerungen angeführt. All diese Maßnahmen können in ihrer Wirksamkeit mit gut bewertet werden.

Zusammengefasst kann für die Deponie Longsgraben ausgesagt werden, dass bei einer mittleren Eingriffserheblichkeit und einer guten Wirksamkeit der Maßnahmen eine geringe Restbelastung in der Bauphase abgeleitet wird. Im Bereich des Baurestmassenkompartimentes wird eine künstliche Barriere (z.B. mineralische Dichtschicht) im Untergrund errichtet. Daher kann ausgesagt werden, dass die Deponie in der Betriebsphase keine Auswirkungen haben wird und daher auch keine verbleibende Restbelastung abgeleitet werden kann. Die Detailplanungen zum Projekt Deponie Longsgraben sind in einem eigenen Themenbereich im teilkonzentrierten Verfahren und auch im EB-Operat vorhanden. Der zugehörige geologisch-hydrogeologische Bericht findet sich unter der Bezeichnung 5510-AW2-0202AL-00-0001 bzw. 5510-EB-5000AL-00-0004.

Förderband Deponie Longsgraben:

Vom Zwischenangriff Fröschnitzgraben ist geplant, Tunnelausbruchmaterial mittels Förderband zur Deponie Longsgraben zu verbringen. Im Verlauf der Führung des Förderbandes wird aus fachlicher Sicht als Maßnahme empfohlen, mit dem Einsatz von Schmiermittel besonders umsichtig umzugehen. Dabei ist vor allem im Bereich Mühlbauer die Quelle JRN475 (das Areal um die Quelle wird Teil der Baustelleneinrichtungsfläche Zwischenangriffspunkt Fröschnitzgraben) zu beachten. Zusätzlich ist auch das orographische Einzugsgebiet der Quellen JRN463, JRN464 und JRN465 besonders zu beachten, wo entlang der Forststraße zwischen Winterer und dem Longsgraben das Förderband geführt wird. Bei der

Errichtung des Förderbandes werden keine Auswirkungen an der Oberfläche prognostiziert, da die Baumaßnahmen überwiegend über GOK erfolgen werden. Bei lokalen Eingriffen in die seichte Lockergesteinsüberlagerung können vereinzelt lokale geringe Hangwasserzutritte möglich sein. Bei umsichtigen Umgang mit Schmiermitteln und einer geordneten Baustellenentwässerung lassen sich für den Bau und Betrieb des Förderbandes in der Bauphase maximal geringe Restbelastungen ableiten. Nach Beendigung der Deponierungsarbeiten wird das Förderband wieder abgebaut, sodass in der Betriebsphase keine Restbelastung bestehen bleibt.

Zwischenangriff Fröschnitzgraben (Baustelleneinrichtungsfläche und Schächte):

Auf der Baustelleneinrichtungsfläche Fröschnitzgraben werden für die Verwendung, den Transport und die Lagerung grundwassergefährdender Stoffe die entsprechenden Sicherheitsvorschriften kenntlich gemacht und eingehalten. Betankungsstellen werden nach wasserrechtlichen Vorgaben hergestellt, abgesichert und laufend überprüft. Für Unfälle mit einem Austritt wassergefährdender Stoffe werden ausreichend Ölbindemittel bereitgestellt. Bei derartigen Unfällen wird die Wasserrechtsbehörde unverzüglich benachrichtigt. Zudem wird auf der Baustelle eine geordnete Baustellenentwässerung vorhanden sein.

Bei Arbeiten über dem Hanggrundwasser sind nur sehr lokale Auswirkungen (Trübungen) nicht ausschließbar, ansonsten besteht ein zur Baufläche hin gerichteter Strömungsgradient. Durch die Einrichtung einer geordneten Baustellenentwässerung kann die Maßnahmenwirksamkeit mit gut beschrieben werden. Deshalb verbleibt aus qualitativer Sicht keine Restbelastung.

Sollten bei Arbeiten innerhalb der Baustelleneinrichtungsfläche lokale Hanggrundwässer angeschnitten werden, so besteht dabei keine qualitative Auswirkung, sondern nur maximal eine geringe quantitative Auswirkung, da Drainagen im Zuge der Baustelleneinrichtung anzulegen wären. Eine mögliche Auswirkung auf einen gefassten Hanggrundwasseraustritt (JRN628) ist dabei nicht ausgeschlossen. Es ist geplant, dass Anwesen samt dieses gefassten Hanggrundwasseraustrittes, der derzeit als Trinkwasserversorgung verwendet wird, vor Baubeginn abzulösen. Aus quantitativer Sicht verbleibt in der Bauphase eine geringe Restbelastung.

Da mit Ausnahme des Schachtes II sämtliche Baumaßnahmen im Zwischenangriffsbereich Fröschnitzgraben rückgebaut werden, aus dem Schacht nur geringe Wassermengen abgeführt werden, kann für die Betriebsphase ebenfalls nur eine geringe Restbelastung abgeleitet werden.

Bei der Herstellung der beiden Schächte (Schacht I=groß, Schacht II=klein) im Fröschnitzgraben ist vorgesehen, eine dichte Auskleidung der obersten Schachtmeter durch die gering porengrundwasserführenden Lockersedimente herzustellen. Permanente Grundwasserspiegelabsenkungen werden durch den Einbau einer dichten Auskleidung in den Lockersedimenten nicht stattfinden, weshalb auch aus quantitativer Sicht die Maßnahme mit gut bewertet werden kann. In den Festgesteinsabschnitten sind keine Abdichtungen vorgesehen. Allfällige tiefer zutretende Kluftgrundwässer werden über den Ringraum der Schächte in die Ulmendrainage des Tunnels eingeleitet. Sowohl in der Bau- als auch Betriebsphase werden die aus dem Festgestein zusitzenden Kluftwässer in die Drainagen des Tunnels eingeleitet, weshalb daraus eine geringe Restbelastung abgeleitet wird.

Bei der Errichtung und dem Betrieb der Schächte besteht keine Gefahr einer Schadstoffausbreitung bzw. Trübung im Grundwasser wegen einer zum Schacht hin ausgerichteter Strömungsgradienten. Durch die Verwendung grundwasserschonender Bauhilfsstoffe, einer geordneten Baustellenentwässerung auf der Baustellenfläche sowie der Tatsache, dass gegenüber den gering grundwasserführenden Lockersedimenten der Schacht abgedichtet wird, wird daraus keine Restbelastung abgeleitet, da all diese Maßnahmen mit gut bzw. sehr gut eingestuft werden.

Baustraße Steinhaus:

Der Transportweg in den Fröschnitzgraben (Versorgung Zwischenangriffspunkt Fröschnitzgraben, Deponie Longsgraben) wird als Baustraße Steinhaus durch das Einzugsgebiet und der Schutzzone II der bestehenden Erzkogelquelle (JRN933) geführt. Aus diesem Grund wurde aus fachlicher Sicht empfohlen, zur Zeit des Umbaus und der Adaptierung der Baustraße Steinhaus das Wasser der Erzkogelquelle aus Sicherheitsgründen vom Netz zu nehmen. Die Eingriffserheblichkeit aus qualitativer Sicht wird für den Abschnitt innerhalb der Karbonatgesteine, die das Einzugsgebiet der Erzkogelquelle darstellen mit hoch bewertet. Außerhalb der Karbonatgesteine werden nur geringe Hanggrundwasserzutritte erwartet, und die Eingriffserheblichkeit wird mit gering angegeben.

Im Zuge des Umbaus und der Neugestaltung der Baustraße Steinhaus müssen aus fachlicher Sicht technische Vorkehrungen bei der Straßenerrichtung vorgesehen werden. Diese müssen derart gestaltet sein, dass nach Fertigstellung der Baustraße Steinhaus ein für die Erzkogelquelle sicherer Verkehr und Transport darauf geführt werden kann und das Wasser dieser Quelle wieder für Trinkwasserzwecke zur Verfügung gestellt werden kann. Aus fachlicher Sicht werden dafür folgende technische Maßnahmen empfohlen:

- Regelmäßige Untersuchungen der Erzkogelquellen in der Errichtungsphase der Baustraße Steinhaus
- Herstellung einer dichten Fahrbahn (Fahrbahnbau unter größter Bedachtnahme auf die hydrogeologische Situation – Baustoffe, Bauausführung, udgl.)
- Im Bereich der Querung der Karbonatgesteine sind Oberflächenentwässerungen an der Baustraße derart zu verlegen, dass sämtliche anfallende Niederschlagswässer auf der Straße sicher aus dem Einzugsgebiet der Erzkogelquelle abgeleitet werden können
- Im unmittelbaren Bereich oberhalb der Quelfassung der Erzkogelquellen sind technischen Maßnahmen durchzuführen, die ein Abstürzen von Fahrzeugen verhindern sollen (z.B. Betonmauer,...)
- Gefahrguttransporte sollten nicht über diese Straße geführt werden
- Regelmäßige Begehungen der Baustraße und Trinkwasseranalysen samt Summenparameter Mineralöle am Wasser der Erzkogelquelle während der Nutzung der Baustraße in engen Zeitintervallen und anlassbezogen

Zudem wurden bereits vorab als Ersatz für die Erzkogelquelle zusätzliche Fassungsarbeiten an den Ziereckquellen (stellen den anderen Anteil der Trinkwasserversorgungsanlage der Gemeinde Spital am Semmering dar) durchgeführt, um in diesem Bereich eine höhere Gesamtmenge an Trinkwasser zu erhalten. Laut technischem Projekt und Aussagen der Gemeinde sind zur Aufrechterhaltung der Trinkwasserversorgung 10 l/s notwendig. In denjenigen Zeiten, in welchen die Errichtung der Baustraße vorgenommen wird, wird dann die Versorgung der Gemeinde mit Trinkwasser nur aus den Ziereckquellen bewerkstelligt werden.

Aufgrund der vorgeschlagenen Maßnahmen und deren guten bis sehr guten Wirksamkeit kann für die Baustraße Steinhaus eine geringe Restbelastung in der Bauphase abgeleitet werden. Die technischen Verbesserungen an der Baustraße (Herstellung dichter Untergrund, geordnete Ausleitungen der Fahrbahnwässer udgl.) bedeuten zudem für die Betriebsphase, dass im Einzugsgebiet zur Erzkogelquelle eine Verbesserung der Situation eingetreten ist, wenn diese Straße dann in weiterer Folge auch nur mehr für private Zwecke genutzt wird.

Ersatzwasserversorgung Spital am Semmering:

Im Zuge eines bereits teilweise realisierten Ersatzwasserprojektes Spital am Semmering werden auch Trinkwasserleitungen im Bereich Kaltenbachgraben neu zu verlegen sein. Hier ist an der orographisch linken Grabenseite geplant, einen neuen Hochbehälter zu errichten. Um diesen Hochbehälter anspeisen zu können, sind zusätzliche Leitungsverlegungen geplant. Bei den geplanten Grabungsarbeiten werden nur lokal geringe bis sehr geringe Hangwasserzutritte in der Bauphase erwartet. Eine quantitative bzw. qualitative Auswirkung auf die in unmittelbarer Nähe situierten gefassten Quelle

(JRN1200) ist nicht ausgeschlossen. Bei einer Auswirkung auf die Quelle JRN1200 kann ein Anschluss an das öffentliche Netz erfolgen.

Geordnete Baustellenentwässerungen und Verwendung von Kiesschüttungen und/oder Sandbettungen bei Verlegung der Rohre zur Schaffung von Durchlässigkeiten sind im gesamten Verlauf der Grabungen sowohl in Steinhaus als auch Spital vorgesehen. Diese Maßnahmen sind in ihrer Wirksamkeit mit Gut zu bewerten und es werden daher auch keine Restbelastungen abgeleitet. Auch in der Betriebsphase der Anlage sind keine Restbelastungen ableitbar.

Tunnelabschnitt:

Wie auch in allen anderen Tunnelabschnitten werden sowohl geordnete Tunnelentwässerungen als auch entsprechende Gewässerschutzanlagen vorhanden sein. Zusammen ergibt dies aus qualitativer Sicht keine verbleibende Restbelastung.

Im Bereich der Deckengrenze können an Karbonatgesteinen lokale größere Bergwassermengen erwartet werden. Für den Tunnelabschnitt durch die Deckengrenze mit den eingeschuppten Karbonatgesteinen sind vorseilende, überlappende Injektionen vorgesehen. Mit dieser Vortriebsweise kann der Wasserandrang bereits in der Vortriebsphase reduziert werden. Dadurch erscheint es möglich, Auswirkungen auf den Bergwasserkörper und auf Quellen und Oberflächengerinne zu reduzieren. Details dazu sind den entsprechenden Projektplänen und Gutachten der Tunnelplanung zu entnehmen (5510-EB-0301AL-00-1001 - Technischer Bericht – Tunnelplanung).

Für die Einzelversorgungen (2 Trinkwasser-Einzelversorgungen und eine Nutzwasserversorgung), an welchen Auswirkungen zu erwarten sind, sind lokale Ersatzwassermaßnahmen möglich.

Wegen der erwarteten guten Wirksamkeit der Injektionen und der Möglichkeit der Schaffung von Ersatzmaßnahmen, lässt sich eine Gesamteinschätzung der Maßnahmenwirksamkeit in diesem Teilraum mit Gut ableiten. In Verbindung mit einer mittleren Eingriffserheblichkeit lässt sich daher für diesen Teilraum eine geringe Restbelastung ableiten.

4.1.10.1.5 Teilraum Grautschenhof

Baumaßnahmen außerhalb Tunnel quantitativ und qualitativ:

Beim geplanten Zwischenangriff Grautschenhof ist geplant neben der Baustelleneinrichtungsfläche auch einen Zugangstollen zu errichten. Innerhalb der Lockergesteine, Glimmerschiefer, Quarzphyllite und Störungsgesteine am Beginn des Stollens werden nur untergeordnete Hang- bzw. Bergwasserzutritte erwartet. Auswirkungen an der Oberfläche sind auf diesen ersten etwa 100 Metern nicht prognostiziert. In weiterer Folge werden innerhalb der Gneise bessere Wasserwegigkeiten erwartet. Stärkere Kluftwasserzutritte und auch das Auftreten von Firstregen sind prognostiziert. Durch die geringeren Überlagerungen und den besseren Durchlässigkeiten der Gneise im Vergleich zu den benachbarten Glimmerschiefern und Quarzphylliten können auch mögliche Auswirkungen an der Oberfläche nicht ausgeschlossen werden. Die Anzahl der prognostizierten Auswirkungen stellt einen eher pessimistischen Ansatz dar und sind graphisch in Abbildung 161 zu sehen. Einerseits sind für Einzelversorgungen lokale Ersatzwassermaßnahmen möglich, andererseits können auch Anschlüsse an das öffentliche Netz für einige Einzelversorgungen leicht hergestellt werden.

Großräumige hydraulische Zusammenhänge bzw. Grundwasserspiegelabsenkungen werden nicht prognostiziert. Im Teilraum Grautschenhof werden daher weder für den Tunnelvortrieb noch für die Errichtung des Zugangstollens Injektionen aus fachlicher Sicht empfohlen. In Zusammenhang mit einer geringen Beeinflussungssensibilität verbleibt daher für den Zugangstollen sowohl in der Bau- als auch Betriebsphase eine geringe Restbelastung.

Qualitative Auswirkungen sind nicht gegeben, da keine Ausbreitungsmöglichkeit von Schadstoffen oder Trübungen besteht, weil ein zum Stollen hin ausgerichteter Strömungsgradient besteht. Aus hydrogeologischer Sicht erscheinen daher keine besonderen Maßnahmen notwendig.

Auf der zugehörigen Baustelleneinrichtungsfläche werden für die Verwendung, den Transport und die Lagerung grundwassergefährdender Stoffe die entsprechenden Sicherheitsvorschriften kenntlich gemacht und eingehalten. Betankungsstellen werden nach wasserrechtlichen Vorgaben hergestellt, abgesichert und laufend überprüft. Für Unfälle mit einem

Austritt wassergefährdender Stoffe werden ausreichend Ölbindemittel bereitgestellt. Bei derartigen Unfällen wird die Wasserrechtsbehörde unverzüglich benachrichtigt. Zudem wird auf der Baustelle eine geordnete Baustellenentwässerung vorhanden sein. Bei Arbeiten über dem Grundwasser sind nur sehr lokale Auswirkungen (Trübungen) nicht ausschließbar. Durch die Einrichtung einer geordneten Baustellenentwässerung kann die Maßnahmenwirksamkeit mit gut beschrieben werden. Deshalb verbleibt aus qualitativer Sicht in der Bauphase keine Restbelastung. Sollten bei Arbeiten innerhalb der Baustelleneinrichtungsfläche lokale Hanggrundwässer angeschnitten werden, so besteht dabei keine qualitative Auswirkung, sondern nur maximal eine geringe quantitative Auswirkung, da Drainagen im Zuge der Baustelleneinrichtung anzulegen wären. Mögliche Auswirkungen auf Quellen sind dabei nicht zu erwarten. Aus quantitativer Sicht verbleibt in der Bauphase daher eine geringe Restbelastung. Wie bereits erwähnt, erfolgten in unmittelbarer Nähe zur geplanten Baustelleneinrichtungsfläche bereits die Grabungsarbeiten zu Verlegung der Erdgasleitung.

Da sämtliche Baumaßnahmen im Zwischenangriffsbereich Grautschenhof rückgebaut werden, aus dem Zugangsstollen die anfallenden Wässer über den Tunnel abgeführt werden, wird für die Betriebsphase eine geringe Restbelastung abgeleitet.

Bei der Herstellung des Baulüftungsschachtes Sommerau ist vorgesehen, eine dichte Auskleidung der obersten Schachtmeter durch die gering porengrundwasserführenden Lockersedimente herzustellen. Diese Maßnahme ist für die oberflächennahen Bereiche als sehr gut zu bewerten. In tieferen Abschnitten sind derzeit keine Injektionen bzw. Abdichtungen bei der Schachtherstellung vorgesehen. Allfällige tiefer zutretende Bergwässer werden über den Ringraum der Schächte in die Ulmendrainage eingeleitet. Die geringen prognostizierten Wassermengen werden keine nennenswerten Auswirkungen in der Bau- und auch Betriebsphase nach sich ziehen, zumal eine direkte hydraulische Verbindung mit Grundwässern aus dem seichten lokalen Porenaquifer durch entsprechende Abdichtungen unterbunden ist. Der Baulüftungsschacht Sommerau wird in der Betriebsphase wieder rückgebaut. Aufgrund der Tatsache, dass geringe Mengen an Kluftgrundwässer in der Bau- und Betriebsphase über den Schacht in den Tunnel abgeleitet werden können, wird dafür eine geringe verbleibende Restbelastung prognostiziert.

Tunnelabschnitt:

Wie auch in allen anderen Tunnelabschnitten werden sowohl geordnete Tunnelentwässerungen als auch entsprechende Gewässerschutzanlagen vorhanden sein. Zusammen ergibt dies aus qualitativer Sicht keine verbleibende Restbelastung.

Lokal können sich innerhalb der Gneise verbesserte Wasserwegigkeiten bis hin zu Firstregen einstellen. Großräumige hydraulische Zusammenhänge bzw. Grundwasserspiegelabsenkungen werden jedoch nicht prognostiziert. Im Teilraum Grautschenhof werden daher weder für den Tunnelvortrieb noch für die Errichtung des Zugangsstollens Injektionen aus fachlicher Sicht empfohlen. Aufgrund der besser zu prognostizierenden Wasserwegigkeiten im Untergrund entlang der Gneise sind mögliche Auswirkungen an einigen Einzelversorgungen an der Oberfläche nicht ausgeschlossen. Einerseits sind für Einzelversorgungen lokale Ersatzwassermaßnahmen möglich, andererseits können auch Anschlüsse an das öffentliche Netz für einige Einzelversorgungen leicht hergestellt werden.

In den schiefrigen und phyllitischen Gesteinen des Gebirgsbereiches 28 (Glimmerschieferfolge gestört) werden nur geringe Bergwassermengen erwartet, dadurch werden für diesen Abschnitt auch keine Auswirkungen an der Oberfläche prognostiziert. Gelegentliche Kluftwasserzutritte und Durchfeuchtungen sind im Tunnel nicht ausgeschlossen.

Zwar kann die Möglichkeit der Schaffung von Ersatzmaßnahmen mit Sehr gut bewertet werden, so wird dennoch die Gesamteinschätzung dieser Maßnahme in diesem Teilraum nur mit partiell abgeleitet. Auf Basis der Einschätzung einer geringen Eingriffserheblichkeit und der partiellen Wirksamkeit der Ersatzwassermaßnahmen wird eine geringe Restbelastung abgeleitet.

4.1.10.1.6 Teilraum Mürzzuschlag

Freilandstrecke – Maßnahmen qualitativ und quantitativ:

Im Bereich Mürzzuschlag wird außerhalb des Tunnels empfohlen, bei Einbauten im Untergrund (z.B. Bohrpfähle) nur grundwasserschonende Materialien zu verwenden, sodass durch diese Maßnahme keine wesentlichen Auswirkungen in der Bau/Betriebsphase zu erwarten sind. Zudem wird auf den Baustellen einerseits eine geordnete Baustellenentwässerung vorhanden sein und andererseits werden für die Verwendung, den Transport und die Lagerung grundwassergefährdender Stoffe die entsprechenden Sicherheitsvorschriften kenntlich gemacht und eingehalten. Betankungsstellen werden nach wasserrechtlichen Vorgaben hergestellt, abgesichert und laufend überprüft. Für Unfälle mit einem Austritt wassergefährdender Stoffe werden ausreichend Ölbindemittel bereitgestellt. Bei derartigen Unfällen wird die Wasserrechtsbehörde unverzüglich benachrichtigt. Die Wirksamkeit dieser Maßnahmen auf mögliche Auswirkungen auf das Porengrundwasser im Bereich Mürzzuschlag (Trübungen – aber eher sehr unwahrscheinlich) sind mit gut zu bewerten, was aus qualitativer Sicht bei einer geringen Eingriffserheblichkeit keine Restbelastung ableiten lässt. Quantitative Auswirkungen sind nicht zu erwarten, da sämtlichen Baumaßnahmen über dem Grundwasserspiegel erfolgen werden.

Die Baustellenflächen werden rückgebaut und es wird der „Urzustand“ weitgehend wieder hergestellt. In der Betriebsphase wird daher keine Restbelastung abgeleitet.

Tunnelabschnitt:

Wie auch in allen anderen Tunnelabschnitten im Festgestein werden sowohl geordnete Tunnelentwässerungen als auch entsprechende Gewässerschutzanlagen vorhanden sein.

Im Portalbereich Mürzzuschlag wird zudem empfohlen, bei Einbauten im Untergrund im Schwankungsbereich des Grundwassers nur grundwasserschonende Materialien zu verwenden, sodass durch diese Maßnahme keine negativen Auswirkungen erwartet werden können. Zudem wird als Maßnahme im Bereich der offenen Bauweise auch eine geordnete Baustellenentwässerung angeführt. Zusammen ergibt dies aus qualitativer Sicht keine verbleibende Restbelastung.

Bei Einbauten von Bohrpfählen, die ins Grundwasser reichen sollten, wird in den Zwischenräumen und auch darunter ausreichend wasserdurchlässiges Lockersediment vorhanden sein, die ein Abströmen des Grundwassers erlauben. Geringe Strömungsänderungen sind jedoch nicht ausgeschlossen. Da diese Auswirkungen jedoch nur lokal beschränkt sein werden, erscheinen dafür keine besonderen Maßnahmen notwendig. Es wird daraus nur eine geringe Restbelastung abgeleitet.

Beim Vortrieb innerhalb der Karbonatgesteine des Wallersbachgrabens kann die Wasserhaltung im Begleitstollen optimal genutzt werden, um einen Vortrieb in nahezu „trockenem“ Gebirge durchführen zu können. Qualitative Auswirkungen werden nicht prognostiziert, da eine zum Begleitstollen hin gerichtete Strömungskomponente besteht und in diesem Bereich eine geordnete Stollenentwässerung samt Gewässerschutzanlage vorhanden ist. Andererseits besteht auch im Tunnel eine geordnete Tunnelentwässerung samt Gewässerschutzanlage.

Bei Vortrieb in den Karbonatgesteinen im Portalbereich Mürzzuschlag sind Kluftwasserzutritte nicht ausgeschlossen. Derzeit sind jedoch im Begleitstollen, der diese Karbonatgesteine auf einer Länge von über 970 m aufgefahren hat, keine Bergwässer zu, weshalb die hydrogeologische Prognose der anfallenden Bergwassermengen in diesem Abschnitt als sehr pessimistisch eingestuft werden kann. Für die innerhalb der Karbonatgesteine und phyllitischen Gesteine anfallenden Bergwässer werden keine Auswirkungen an der Oberfläche prognostiziert. Auch werden unter Zugrundelegung der derzeitigen Ist-Situation keine nennenswerten Auswirkungen auf den Bergwasserspiegel und den Porengrundwasserspiegel im Portalbereich Mürzzuschlag eintreten. Aus diesem Umstand heraus, sind keine Injektionsmaßnahmen vorgesehen.

Zusammengefasst kann ausgesagt werden, dass die Wirkungsintensität des Bauvorhabens aus qualitativer Sicht auf Basis des derzeit vorliegenden Ist-Zustandes nur mit gering zu bewerten ist, weshalb daraus nur eine geringe Eingriffserheblichkeit abgeleitet wird. Beide Tunnelröhren werden u.a. innerhalb der Karbonatgesteine drainierend ausgebaut. Da

keine Auswirkungen an der Oberfläche und keine quantitativen Auswirkungen auf den Porenaquifer der Fröschnitz im Portalbereich Mürzzuschlag bezogen auf den derzeit vorliegenden Ist-Zustand prognostiziert werden, sind auch keine Ersatz- bzw. Ausgleichsmaßnahmen neben den herkömmlichen Sicherheitsmaßnahmen auf Baustellen geplant. Daraus lässt sich in weiterer Folge eine geringe Restbelastung ableiten.

Für die Betriebsphase wird ausgeführt, dass bei Abschaltung der Wasserhaltungsmaßnahmen im Begleitstollen, eine Erhöhung des Bergwasserspiegels eintreten wird. Das Aufspiegeln wird bis zum Erreichen der Drainagen der beiden Tunnelröhren erfolgen, anschließend wird der Tunnel drainierend wirken. Durch das Abschalten der Wasserhaltungsmaßnahmen im Begleitstollen kann erwartet werden, dass auch im Portalbereich Erhöhungen des Porengrundwasserspiegels eintreten werden. Die Grundwasserspiegellagen, welche vor Errichtung des Begleitstollens gemessen wurden, werden jedoch nicht erreicht werden. Es wird sich ein Grundwasserspiegel zwischen den derzeit gemessen und den vor dem Vortrieb des Begleitstollens gemessenen Seehöhen einstellen.

Da als Beurteilungsgrundlage der derzeitige Ist-Zustand heranzuziehen ist, wird auch ob der drainierenden Wirkung des Begleitstollens für die Betriebsphase nur eine geringe Restbelastung abgeleitet.

4.1.10.1.7 Vortriebskonzept:

Nach Angabe der Tunnelplaner ist das Vorhaben im Hinblick auf den Bauablauf in die Abschnitte A, B und C unterteilt. In den 3 Abschnitten sind verschiedene Vortriebskonzepte möglich. Die Abschnittsgrenzen wurden bewusst nicht starr gesetzt.

Vortriebsabschnitt A:

Der Vortriebsabschnitt A beginnt im Osten (geschlossene Bauweise) und endet grundsätzlich an der Deckengrenze des Karbonatbereiches der Semmering-Einheit und der Wechsel-Einheit, wobei durch den Ausführungsspielraum diese Grenze auch in den Wechselschiefer der Wechsel-Einheit (bis etwa km 85,5) ausgedehnt werden kann. Im Anschluss an das Portal in Gloggnitz werden die beiden Tunnelröhren ca. 30 m in offener Bauweise verlängert. Von Gloggnitz aus wird der erste Abschnitt jedenfalls konventionell aufgefahren.

Der Abschnitt A ist mit der Durchörterung der beiden wasserführenden Karbonatstöcke des Grasbergs und des Kleinen Otters sowie der Grasberg-Schlagl-Störung eine hohe tunnelbautechnisch herausfordernd. Für die Querung der Störungszone selbst wird nach Angaben der Tunnelplaner ein maschineller Vortrieb ausgeschlossen. Für den Bereich der Karbonatgesteine sind beide Vortriebsmethoden möglich.

Beim konventionellen Vortrieb ist in jeder Streckenröhre ein vorweg hergestellter Injektionsstollen im Firstbereich der Kalotte geplant. Für den Vortrieb des Injektionsstollens selbst sind laufende, systematische Vorausinjektionen zur Reduzierung der Wasserzutritte erforderlich. In einer zweiten Phase sind nach Angaben der Tunnelplaner weitere Injektionen für das nachfolgende Auffahren des Restquerschnittes erforderlich.

Bei der Variante mit kontinuierlichem Vortrieb in den Karbonatstöcken wird das Gebirge nach Angaben der Tunnelplaner aus der TVM heraus systematisch vorseilend injiziert. Dabei sollen in jeder Tunnelröhre eine hochmechanisierte TVM mit fix installierten leistungsfähigen Bohr- und Injektionseinrichtungen eingesetzt werden. Derartige Maschinen sind bereits bei anderen Projekten erfolgreich zum Einsatz gelangt, wobei Wasserdrücke von bis zu 15 bar beherrscht wurden.

Für beide Vortriebsmethoden ist es wesentlich, in den Karbonatgesteinsbereichen durch systematische Vorausinjektionen den Wasserzudrang im Vortriebsbereich soweit zu verringern, dass ein Vortrieb technisch möglich wird.

Im Bereich des Zwischenangriffs Göstritz werden nach Angaben der Projektanten Gesamtwassermengen von bis zu 300 l/s prognostiziert. Diese Wassermassen sind über den Schacht hochzufördern. Aus Gründen der Sicherheit ist eine 100%ige Redundanz zu gewährleisten.

Vortriebsabschnitt B:

Nach Angabe der Tunnelplaner sind im Abschnitt B die Tunnelröhren sowohl zyklisch als auch kontinuierlich aufzufahren. Alle Vortriebe werden vom Zugang Fröschnitzgraben aus aufgefahren. Vor allem der östliche Vortriebsast in Richtung Gloggnitz eignet sich auf Grund der prognostizierten geologisch-geotechnischen Verhältnisse im Wechselkristallin für einen TVM Vortrieb. Aus geotechnischen Bedingungen sind lediglich die Bereiche der Ottersüdrandstörung der Deckengrenze Fröschnitzgraben für einen maschinellen Vortrieb ungeeignet. Diese Bereiche werden jedenfalls zyklisch aufgefahren, aus bauleistungsrechtlichen Gründen aber auch der Bereich zwischen dem Zugang Fröschnitzgraben bis zur Deckengrenze Fröschnitzgraben.

Beim maschinellen Vortrieb wird erst mit dem Vortrieb Richtung Gloggnitz begonnen und anschließend der Vortrieb Richtung Mürzzuschlag. Am Übergang zum Abschnitt A sind beide Maschinen zu demontieren und zu drehen, um anschließend Richtung Mürzzuschlag zu fahren.

Beim Zwischenangriff sind nach Angaben der Tunnelplaner Wassermengen in Summe in einer Größenordnung von max. 250 l/s zu erwarten. Diese Wassermassen sind über den Schacht hochzufördern. Aus Gründen der Sicherheit ist eine 100%ige Redundanz zu gewährleisten.

Vortriebsabschnitt C:

Nach Angaben der Tunnelplaner erfolgen die Vortriebsarbeiten im Abschnitt C vom Zwischenangriff Grautschenhof aus. Nach der Herstellung des Zugangsstollens werden beide Streckenröhren in beide Richtungen in konventioneller Bauweise aufgefahren.

Aus geotechnischen Gründen erscheint der westlichste Teil des Abschnittes C (etwa ab km 101,7) für einen kontinuierlichen Vortrieb zwar geeignet, aus bauleistungsrechtlichen Gründen ist dies jedoch nicht zweckmäßig.

Auf Grund der beengten Platzverhältnisse wird im Portalbereich Mürzzuschlag eine Zugangsrampe und ein etwa 150 m langer Abschnitt in offener Bauweise errichtet. Von Mürzzuschlag aus erfolgt kein bergmännischer Vortrieb.

4.1.10.1.8 Wasserrückhaltekonzepte für die Vortriebe:**Vorgangsweise für Abdichtungsinjektionen in den GB 8, GB 12 und GB22:**

Nach Angaben der Tunnelplaner erfolgt in jenen Tunnelstrecken, in denen mit großer Prognosesicherheit mit großen und druckhaften Wasserzutritten zu rechnen ist, präventiv eine systematische Gebirgsbehandlung mit Injektionsbohrschirmen, die sowohl die Peripherie des Tunnels als auch die Ortsbrust vorausseilend erfasst. Dies trifft auf die Gebirgsbereiche GB 8, GB 12 und GB 22 zu.

Durch die vorausseilenden Injektionsmaßnahmen werde die Wasserzutritte im Vortriebsbereich auf ein mit dem Vortriebs- und Wasserhaltungskonzept verträgliches Ausmaß reduziert. Ebenso werde dadurch Wasserrückhaltemaßnahmen für einen bestmöglichen Grund- und Bergwasserschutz erreicht.

Schritt 1:

Bei Annäherung des Vortriebes an die betreffenden Gebirgsbereiche sind Vorauserkundungsmaßnahmen (z. B. überlappende Vorausbohrungen, Geophysik) vorgesehen. Die Vorausbohrungen (Länge rd. 30 m, Überlappung mind. 10 m) werde mit technischen Wasserrückhaltesystemen ausgeführt, die auf die erwarteten Wasserdrücke abgestimmt sind. Bei Antreffen von Bergwasser werde zumindest Temperatur, elektrische Leitfähigkeit und Druck gemessen.

Fall 1:

GB 8, GB 12 und GB22 werden (noch) nicht angetroffen. In diesem Fall wird der Vortrieb ohne Sondermaßnahmen (systematische Gebirgsbehandlung mit Injektionsschirmen), jedoch mit weiteren Vorauserkundungsmaßnahmen fortgesetzt (weiter Schritt 1).

Fall 2:

Bei Antreffen der betreffenden Gebirgsbereiche werden die geplanten Sondermaßnahmen (präventive, systematische Vorausinjektionen) angewendet (weiter Schritt 2). Durch die vorausseilenden Injektionsmaßnahmen werden die Wasserzutritte im Vortriebsbereich auf ein mit dem Vortriebs- und Wasserhaltungskonzept verträgliches Ausmaß reduziert. Ebenso werden dadurch Wasserrückhaltmaßnahmen für einen bestmöglichen Grund-/Bergwasserschutz erreicht.

Schritt 2:

Überprüfung der Auswirkungen der Grundwasserabsenkung zufolge Tunnelvortriebs.

A: Auswirkungen auf Quellen für Trinkwasserversorgung:

- Überprüfung durch Messung der Quellschüttung
- Im Fall von wesentlichen Beeinträchtigungen werde Kompensations- bzw. Ausgleichsmaßnahmen gesetzt (z.B. Bereitstellung Ersatzwasserversorgung), da durch zusätzliche Injektionsmaßnahmen keine Wiederherstellung der ursprünglichen Schüttungen gewährleistet werden kann.

B: Großflächige Auswirkungen auf die Bodenfeuchte:

- Auf Grund der vorherrschenden hydrogeologischen Situation werde durch eine Beeinträchtigung des Grundwasserspiegels keine großflächigen Auswirkungen auf die Bodenfeuchte erwartet.
- Treten im Zuge der Bauausführung dennoch Auswirkungen auf, werde in Abstimmung mit der behördlich begleitenden Bauaufsicht zusätzliche Maßnahmen geprüft und gemäß Vorgaben der behördlich begleitenden Bauaufsicht umgesetzt.

C: Auswirkung auf einzelne Feuchtlebensräume:

- Überprüfung durch Monitoring der Feuchtlebensräume
- Durch die Beeinträchtigung des Grundwasserspiegels werden auf Grund der vorherrschenden hydrogeologischen Situation Auswirkungen auf einzelne Feuchtlebensräume erwartet. Diese wurden in der UVE ausgewiesen und beurteilt.
- Durch zusätzliche Injektionen kann eine Reduktion der Beeinflussung nicht gewährleistet werden.
- Im Zuge der Bauausführung werden in Abstimmung mit der behördlich begleitenden Bauaufsicht zusätzliche Maßnahmen geprüft und gemäß Vorgaben der behördlich begleitenden Bauaufsicht umgesetzt

D: Auswirkungen auf die Vortriebsarbeiten und das Wasserhaltungskonzept:

Treten durch die verbleibenden Wasserzutritte wesentliche Beeinträchtigung der Vortriebsarbeiten und/oder eine erwartbare Überschreitung der Wasserhaltungskapazität auf, werden zusätzliche Injektionsmaßnahmen gesetzt (z.B. Verdichtung der vorausseilenden Injektionen, lokale nachträgliche Injektionen).

Schritt 3:

Die systematischen Vorausinjektionsmaßnahmen werden bis zur vollständigen Durchörterung der betreffenden Gebirgsbereiche gesetzt. In weiterer Folge wird der Tunnelvortrieb ohne systematische vorausseilende Injektionsmaßnahmen fortgesetzt.

Sämtliche Entscheidungsprozesse werden nach Angaben der Tunnelplaner dokumentiert.

4.1.10.1.9 Objekte und Hilfsbauwerke:

Objekte im Bereich Gloggnitz orographisch links der Schwarza einschl. Straßenbrücke

Wannenbauwerk Unterwerk Gloggnitz (Objekt GLO.MA02):

Nach Angaben der Projektanten ist für die Zufahrt zum Unterwerk Gloggnitz die Errichtung einer wasserdichten Wanne erforderlich. Unter Betrachtung der örtlichen geologisch - hydrogeologischen Gegebenheiten ergibt sich, dass die orographisch links der Schwarza situierte Wanne auf die gesamte Bauwerkslänge von 107,8 m in die grundwasserführenden Kiessande einbindet. Ein Bemessungsniveau zum Grundwasser wurde auf Kote 444,80 (HW30 der Schwarza) angenommen. Die Felsoberkante kommt nach Angabe der Projektanten an der Westseite auf einer Höhe von 439,50 m, an der Ostseite auf ca. 440,40 m zu liegen. Bohrungen wurden im Objektsbereich offensichtlich nicht hergestellt. Die Fundamentunterkante kommt auf 440,171 m zu liegen. Hieraus geht hervor, dass nahezu kein freier Durchflussquerschnitt mehr besteht. Der Grundwasserabstrom verläuft annähernd parallel zur Schwarza und somit auch annähernd parallel zum Wannenbauwerk. Die Entfernung der Achse des gg. Wannenbauwerkes zur parallel dazu verlaufenden Wanne Landesstraße B27 beträgt ca. 75 m. Seitens der Projektanten wurde zur Beherrschung des Wasserandranges eine dichte Baugrubensicherung in Form einer im Schloss geschlagenen Spundwand mit ausreichender Einbindung in den Fels und eine offene Wasserhaltung durch Pumpensümpfe eingeplant. Projektgemäß ist vorgesehen, einen hydraulisch durchlässigen Kieskörper unter der Wanne zur Aufrechterhaltung der Grundwasserkommunikation zu schütten.

Unterwerk Gloggnitz:

Nach Angaben der Projektanten wird das Objekt auf Streifenfundamenten errichtet. Das Bauwerk tiefste liegt auf ca. Kote 444,32 m. Im geplanten Objektsbereich wurden offenbar keine künstlichen Aufschlüsse hergestellt. Aus Rückschlüssen aus benachbarten Objekten ist davon auszugehen, dass die Felsoberkante auf ca. Kote 440 m zu liegen kommt. Der Grundwasserabstrom verläuft annähernd normal zur Längsachse des Bauwerkes. Von Seiten des SV für Grundwasserschutz wird angemerkt, dass die Art der erforderlichen Grundwasserabsenkung und der Wasserhaltungsmaßnahmen nicht näher ausgeführt ist.

BE-Fläche:

Die BE-Fläche kommt auf geringmächtigen Deckschichten zu liegen, die von quartären, grundwasserführenden Kiessanden unterlagert werden. Die Fläche wird rückgebaut. Eine geordnete Entwässerung ist vorgesehen.

Rückhalte- und Versitzbecken:

Den Projektunterlagen ist zu entnehmen, dass im gg. Teilabschnitt nördlich des Unterwerkes Gloggnitz ein Rückhaltebecken und ein Versitzbecken (GSA Gloggnitz Ost; GLO.WB34) errichtet werden. Die Beckensohle des dichten Rückhaltebeckens bindet mit hoher Wahrscheinlichkeit in den Grundwasserkörper ein. Künstliche Aufschlüsse im Objektsbereich wurden nicht durchgeführt. Der Bemessungswasserstand wurde mit 443,25 m angegeben. Der Bemessungswasserstand für das unmittelbar südlich anschließende Unterwerk mit dem HW30 der Schwarza (444,80 m) angegeben. Die Höhenlagen der Felsoberkanten (Stauer) unterhalb des Rückhaltebeckens bzw. des Versitzbeckens sind mangels an künstlichen Aufschlüssen nicht mit ausreichender Sicherheit bekannt. Angaben über die Art der Wasserabsenk- bzw. Wasserhaltungsmaßnahmen während der Herstellung der Becken sind nicht ausgeführt.

Straßenbrücke (Huyckstraße) über die Schwarza:

Nach Angaben der Projektanten ist aufgrund der wasserbaulichen Maßnahmen entlang der Schwarza und zur Sicherstellung des Abflussquerschnittes im Hochwasserfalls (HW100) die bestehende Straßenbrücke über die Schwarza durch eine neue Brücke ohne Mittelpfeiler zu ersetzen. Die neue Straßenbrücke (GLO.BR05) ist aufgrund straßenbaulicher Randbedingungen für die Werkszufahrt der Fa Huyck an der gleichen Stelle wie die bestehende Brücke zu errichten. Ein HW30 der Schwarza wurde mit 444,08 m angenommen wurde. Die örtlich vorhandene Deckschicht weist eine Mächtigkeit von ca. 0,5 m auf und ist für die Objektplanung nicht maßgebend. Die darunterliegenden Kiese reichen an der West-

seite bis auf eine Höhe von ca. 439,50 m und an der Ostseite bis ca. 440,40 m. Darunter liegt klüftiger, zersetzter Fels. Nach Angabe der Projektanten wird zur Beherrschung des anfallenden Wasserandranges eine dichte Baugrubensicherung verwendet. Diese soll in Form von geschlagenen Spundwänden mit ausreichender Einbindung in den Fels ausgeführt werden. Bei der Herstellung der Spundwände kann ein Vorbohren auf Grund der dichten Lagerung und den steinigen oder blockigen Zwischenlagen notwendig sein. Als Wasserhaltung wird eine Schwerkraftentwässerung innerhalb der Spundwände durch gut gefilterte Pumpensümpfe vorgeschlagen.

Objekte Bereich Gloggnitz orographisch rechts der Schwarza:

Wannenbauwerk Landesstraße B27:

Im Abschnitt Gloggnitz zwischen km 75,561 bis km 76,335 ist die bestehende Landesstraße B27 niveaufrei zu kreuzen. Aufgrund des wenig verzögerten Anstieges des Begleitgrundwassers entlang der Wanne wurde von den Projektanten der Bemessungswasserspiegels in Anlehnung an den HW100 der Schwarza ein Niveau von 445,45 m gewählt. Wegen des sehr raschen Durchganges einer HW100 Welle und der Reduzierung der Filterstrecke zwischen Wannen-UK und Fels OK wird sich der Grundwasseranstieg in diesem Zeitraum voraussichtlich nicht auf die gleiche Kote wie bei einem HW100 der Schwarza einstellen. Ein flächiger Anstieg des Grundwassers bis etwa 0,5 m über GOK ist in diesem kurzen Zeitraum nicht zu erwarten, da auch die natürlichen Deckschichten eine wesentlich geringere Durchlässigkeit aufweisen als die sandigen Kiese des Untergrundes. Der Bemessungswasserspiegel kann daher als konstante Höhe über die Länge der Wanne angenommen werden. Um das Wannenbauwerk vor dem direkten Einströmen der hochwasserführenden Schwarza zu schützen, ist die flussseitige Wannenwand mindestens 1,00 m über das HW100 der Schwarza zu führen. Aus den Projektunterlagen ist zu ersehen, dass die FUK der Wanne auf Kote 440,149 zu liegen kommt.

Zwischenangriff Göstritz:

Zugangsstollen Göstritz:

Der Zugangsstollen Göstritz verläuft von der östlichen Talflanke der Göstritz oberhalb der markanten Kurve der Semmering-Straße (Querung des Göstritzbaches) in Richtung ONO und erreicht die Tunneltrasse bei ca. km 81,849 (bezogen auf Gleis 1). Der Stollen weist einen Ausbruchsquerschnitt von ca. 74,5 m² auf, besitzt eine Gesamtlänge von ca. 986 m und steigt vom Portal ausgehend konstant mit 1 % Neigung an. Die letzten ca. 60 m des Stollens sind als Schachtkopfkaverne mit einem Ausbruchsquerschnitt von ca. 477 m² vorgesehen. Als Bauhilfsmaßnahme zum Zugang der Schachtkopfkaverne für die Hebeanlagen ist weiters ein ca. 378 m langer Stollen mit einem Ausbruchsquerschnitt von ca. 40,7 m² und 12 % Steigung geplant.

Die Überlagerung des Zugangsstollens beträgt im Bereich des Portals insgesamt etwa 9 m, davon entfallen ca. 5 m auf die Lockergesteinsbedeckung (Hangschutt und Felsverwitterungsschwarte; Kies, sandig, schluffig-tonig). Die maximale Überlagerung von ca. 250 m erreicht der Stollen nahe der Schachtkopfkaverne.

Über den gesamten Abschnitt des Zugangsstollens werden nach Angabe der Projektanten Gesteine des „Keuperzuges“ und des „Alpinen Verrucano“ angetroffen. Im Wesentlichen sind dies Serizitphyllite und Serizitschiefer, die teilweise gipsführend und teilweise quarzgeröllführend sind. In untergeordnetem Ausmaß treten auch Tonschiefer („Rhätschiefer“), Kalke („Rhätkalk“) und Quarzite auf. Sulfatgesteine sind als einzelne cm- bis dm-starke Lagen vorrangig im Serizitphyllit bzw. Serizitschiefer eingeschaltet. Örtlich treten bis über 10 m starke Gipszüge auf. Der Gips kann geringfügige Anhydritanteile enthalten.

Nach Angabe der Projektanten wurden im Hinblick auf anfallende Bergwässer im Zuge der Erkundungsergebnisse (KB-50/08) in Serizitphylliten und Serizitschiefern Gebirgsdurchlässigkeiten in der Größenordnung von 1×10^{-9} m/s ermittelt. Es sind daher nur geringe Einzelwasserzutritte bis max. 1 l/s zu erwarten. Infolge der vorhandenen Anteile von gipshaltigen Gesteinen ist von erhöhten Sulfatgehalten im Bergwasser auszugehen.

Die Quellen dieses Gebietes sind durchwegs an oberflächennahe, lokal begrenzte Grundwasserkörper gebunden, die keine Verbindung zur Tiefenlage der Stollentrasse oder des Schachtes aufweisen. Hydrogeologische Auswirkungen an der Geländeoberfläche sind daher nicht zu erwarten.

Zur Absicherung des baugelogeologischen Gebirgsmodells und als Grundlage für geotechnische Detailplanungen sind weitere Untersuchungen vorgesehen. Die Ergebnisse dieser zusätzlichen Untersuchungen könnten eine lagemäßige Optimierung des Zwischenangriffes Göstritz (Zugangsstollen und Schacht) aus geotechnischen Gründen bis in den Bereich südlich der Schlaglörnung, erfordern.

Schacht Zwischenangriff Göstritz:

Für den Zwischenangriff Göstritz ist nach Angabe der Projektanten das Abteufen von zwei Schächten (Schacht 1 mit 9 m Durchmesser bei km 81,849 und Schacht 2 mit 7 m Durchmesser bei ca. km 81,900) vorgesehen. Die Schächte weisen ab der Sohle des Zugangsstollens eine Teufe von ca. 255 m auf. Für die Hebeanlage ist im Bereich Schacht 1 ein Schachtkopf erforderlich, der ca. 37 m über die Schachtkopfkaverne ins Hangende hinaufreicht. Dieser ist über einen Schrägschacht mit dem Betriebsraum der Hebeanlage bei Schacht 2 verbunden. Im Bereich des Schachtkopfes Schacht 1 beträgt die Überlagerung ca. 210 m, über dem Betriebsraum der Hebeanlage ca. 245 m.

Mit den beiden Schachtbauwerken wird ein Gebirge aufgeföhren, das zwischen Schachtkopfkaverne und Schachtfuß ausschließlich aus Gesteinen des „Keuperzuges“ und des „Alpinen Verrucano“ aufgebaut ist. Aufgrund der örtlichen Gebirgsverhältnisse ist im Schachtbereich gegenüber dem Zugangsstollen mit höheren Anteilen an Quarziten, Rhätkalen und Rhätschiefern am Gebirgsaufbau zu rechnen.

Mit dem geplanten Schachtkopf über Schacht 1 wird nach dem derzeitigen Vorstellungen der Grenzbereich zwischen den silikatischen Keuper- und Verrucano-Gesteinen und dem auflagernden „Karbonatgesteinsdeckel“ erreicht. Die hier vorliegenden Quarzite sind im Nahbereich zur Karbonatgesteins-Untergrenze stark zerlegt (häufig kiesig-sandige Kataklasite in oberer m-Stärke) und es sind hier im Meter-Bereich mächtige, teilweise kompaktierte Störungsbrekzien ausgebildet.

Bezüglich Bergwasser und Sulfatführung gelten die für den Zugangsstollen getroffenen Prognosen auch für die Schachtbauwerke.

Baulüftungsschacht Trattenbachgraben:

Der Baulüftungsschacht wird nach Angaben der Projektanten im Bereich der Trattenbachgraben-Querung zwischen den beiden Tunnelröhren bei ca. km 87,767 als Bauwerk für die Vortriebsphase errichtet und anschließend wieder verschlossen. Das Schachtbauwerk soll einen Durchmesser von 2,8 m aufweisen und erreicht eine Tiefe von ca. 350 m. Der Schacht reicht bis zum Querschlag 24, der die beiden Tunnelröhren miteinander verbindet.

Beim Abteufen des Schachtes ist eine bis zu 6 m starke Deckschicht aus Hangschutt- und Wildbachablagerungen als oberste Schicht zu durchteufen. Es handelt sich dabei um sandige, meist gering schluffige, steinige Kiese. Darunter folgen Festgesteine des Wechselgneises, die hier als massige bis undeutlich geschieferte Albitgneise, als bankige bis dünnbankige Albitschiefer bzw. untergeordnet auch als Chloritschiefer ausgebildet sind. Der Fels ist bis in eine Tiefe von ca. 20 m oberflächennah verwittert und weist in dieser Zone sandige Kluffüllungen bis dm-Stärke auf.

In der Lockergesteins-Deckschicht entlang der Grabensohle ist ein bachbegleitender Porengrundwasserkörper ausgebildet. Eine Abdichtung des Schachtkopfes gegen das Entwässern dieses Porengrundwasserkörpers über den Schacht ist vorzusehen.

Der darunter aufgeföhrene Felsuntergrund weist nach Angaben der Projektanten unterhalb der Verwitterungszone weitgehend dichte Verhältnisse auf. Es wurden daher Wasserzutrittsmengen von maximal 1-5 l/s geschätzt. Wie die benachbarte Bohrung KB-17/08 gezeigt hat, sind aber bis zur Endteufe Zutritte von artesischen Wässern mit Einzelschüttungen bis zu wenigen Litern pro Minute und Druckspiegeln bis über GOK zu erwarten.

Um mögliche Auswirkungen des Schachtbauwerkes auf oberflächennahe Grundwasserkörper, die eine Verbindung mit diesen Artesern aufweisen können, zu unterbinden, muss eine dauerhafte Entwässerung artesischer Bergwässer über den Schacht mit geeigneten Maßnahmen verhindert werden.

Zwischenangriff Frörschnitzgraben und Nothaltestelle:

Der Zwischenangriff Frörschnitzgraben besteht nach Angabe der Projektanten aus zwei vertikalen Schächten mit Tiefen von rd. 420 m. Schacht 1 erreicht das Tunnelniveau mittig zwischen den Streckenröhren bei etwa km 92,606 (Gleis 1) und weist einen ovalen Querschnitt mit maximalen Abmessungen von rd. 23 x 19 m auf. Schacht 2 ist knapp westlich der Tunnelröhre Gleis 2 bei etwa km 92,631 gelegen und hat einen Durchmesser von rd. 11 m. Am Fuß der Schächte ist die Errichtung der Nothaltestelle mit mehreren Kavernen und Querschlägen geplant.

Die beiden Schächte durchörtern gleichermaßen die liegenden Anteile der Wechselschiefer sowie die Gesteine des Wechselgneis-Komplexes, die im hangenden Bereich als graphitischer Albitschiefer und darunter vor allem als Albitgneis vorliegen.

Schachtteufen 0 - 60 m:

Die obersten Meter werden nach Angabe der Projektanten von Hangschuttsedimenten aus Sand-Kies-Gemischen mit schwankendem Schluff- und Steinanteil aufgebaut.

Darunter folgen die Gesteine der Wechselschiefer-Einheit, die insbesondere im obersten Abschnitt stark gestört vorliegen. Die Wechselschiefer werden aus Albitphyllit und graphitreichem Phyllit gebildet.

Schachtteufen 60 - 280 m:

Das Gebirge wird nach Angaben der Projektanten von graphitischen Albitschiefern mit vorwiegend dünnbankiger bis bankiger Ausbildung und mäßiger bis teils starker Zerlegung aufgebaut. In Folge tektonischer Überprägung sei das Gebirge bereichsweise stark geschert.

Schachtteufen 280 - 420 m, Nothaltestelle:

Der Gebirgsabschnitt wird nach Angaben der Projektanten von Wechselgneis in unterschiedlicher Ausbildung aufgebaut. Es treten massige bis gering geschieferte Albitgneise mit geringer bis mäßiger Zerlegung sowie stärker geschieferte und stärker zerlegte Varietäten auf. Lokal sind auch geringmächtige Lagen aus Serizit-Chlorit-Quarz-Schiefer sowie quarzreichem bis quarzitischem Gneis zwischengeschaltet. Der tiefere Schachtabschnitt sowie der Bereich der geplanten Nothaltestelle werden dabei von den massigeren und geringer zerlegten Gneisvarietäten beherrscht.

Das Gebirge weist im gesamten Schachtbereich weitgehend geringe hydraulische Durchlässigkeit auf. Lokal ist mit geringen Kluftwasserführungen zu rechnen. Innerhalb der Gneise und in grobkorndominierten Kataklasiten sind sehr lokal bessere Wasserwegigkeiten und auch lokal höhere Wassermengen wahrscheinlich. Beim Antreffen von wasserführenden Kluftzonen sind z.T. artesische Verhältnisse zu erwarten (am Bohrlochkopf von KB-24/08 wurde Drücke in der Größenordnung von 0,6 bar gemessen). Lokale wasserwegige Zonen sind auch in der Lockergesteinsüberdeckung wahrscheinlich. Die Gesamtwassermenge im Schachtbereich wird mit bis zu mehreren Litern pro Sekunde prognostiziert. Auswirkungen an der Oberfläche sind aus hydrogeologischer Sicht nicht zu erwarten.

Zwischenangriff Grautschenhof:

Der Zwischenangriff Grautschenhof ist nach Angaben der Projektanten als etwa 1400 m langer Zugangsstollen geplant. Der Stollen verläuft nach dem auf der Südseite des Frörschnitztales gelegenen Portal zuerst in südöstlicher Richtung, anschließend um ca 90° verschwenkt ab etwa Station 500 in konstanter südwestlicher Richtung bis zu den Streckenröhren. Die Einmündung in die Streckenröhren erfolgt bei ca. km 100,477 (Gleis 1). Der Stollen hat ein Gefälle von 8 % und eine Querschnittsfläche von rd. 70 m². Im Bereich der Streckenröhren ist über rd. 60 m ein vergrößerter Kavernenquerschnitt geplant.

Die Überlagerung beträgt entlang des Stollenverlaufs maximal rd. 135 m. Das zu durchhörternde Gebirge besteht aus Gesteinen des Semmering-Kristallins.

Vor-Portalbereich:

Die Talflur des Fröschnitztales wird von gemischtkörnigen Talalluvionen aufgebaut. Der Portalbereich selbst befindet sich am Hangfuß der Südflanke, dessen Morphologie von zwei Geländestufen gekennzeichnet ist. Die Geländestufen befinden sich etwa 5 m und etwa 15 m oberhalb des Talbodenniveaus. Die untere Geländestufe wird von stark zerscherten und teils gestörten Glimmerschiefern bzw. Phylliten des Semmering-Kristallins aufgebaut. Die obere Geländestufe wird von gemischtkörnigen Terrassen- und Hangschuttsedimenten aufgebaut. Die Geländeoberfläche zeigt bereichsweise Kriechphänomene, die jedoch lediglich die oberflächennächsten Bereiche erfassen und kaum tiefer greifen. Sumpfige Vernässungen zeigen sich im Bereich der Verebnung der unteren Geländestufe, aufgrund der stauenden Wirkung der unterliegenden Glimmerschiefer/Phyllite.

Stollenmeter 0 m - 100 m:

Bei der gegebenen anzunehmenden Mächtigkeit der gemischtkörnigen Terrassen- und Hangschuttsedimenten reichen die Lockergesteine im Bereich des oberen Querschnittes über rd. 10 bis 20 m Stollenlänge. Der Großteil des Gebirges wird jedoch von Glimmerschiefern bzw. Phylliten des Semmering-Kristallins aufgebaut. Lokale geringe Wasserwegigkeiten sind an die Lockergesteine gebunden. In den Glimmerschiefern und Phylliten werden weitgehend trockene bis bergfeuchte Bergwasserverhältnisse prognostiziert. Auswirkungen an der Oberfläche sind aus hydrogeologischer Sicht nicht zu erwarten.

Stollenmeter 100 m – 1400 m:

Das aus Grobgneis aufgebaute Gebirge wird nach Angaben der Projektanten von mehreren Störungsästen des Mürztal-Semmering-Störungssystems durchschlagen, die zu durchhörern sind. Der gegenständliche Bereich wird von weitgehend massigem bis schwach geschiefertem Grobgneis aufgebaut. Entlang des Trennflächennetzes sind lokal limonitische oxidierte Beläge zu beobachten (von der Oberfläche bis auf Stollenniveau eindringende Verwitterungserscheinungen). Der Grobgneis weist nach Angaben der Projektanten im Vergleich zu den Glimmerschiefern und Phylliten deutlich bessere hydraulische Durchlässigkeit auf (kf bis zu ca. 1×10^{-5} m/s). Es wird daher mit Kluftwasserführungen und abschnittsweise flächenhaftem Firstregen gerechnet. Die prognostizierte Gesamtwassermenge liegt etwa bei 5-25 l/s bei kurzfristigen Spitzenzutritten von bis zu mehreren Zehnerlitern pro Sekunde. Vereinzelt lokale Auswirkungen an der Oberfläche können nach Meinung der Projektanten aus hydrogeologischer Sicht nicht ausgeschlossen werden. Ein lokales Auftreten von gasförmigem Schwefelwasserstoff durch anaerobe Umsetzung von Pyrit ist zwar nicht als wahrscheinlich zu erachten, kann jedoch nicht gänzlich ausgeschlossen werden.

Baulüftungsschacht Sommerau:

Der Baulüftungsschacht Sommerau erreicht nach Angaben der Projektanten das Trassenniveau in einer Tiefe von etwa 90 m und mündet bei etwa km 100,681 (Gleis 1) in den Querschlag 50. Er hat einen geplanten Durchmesser von rd. 7 m. Bis in eine Tiefe von rd. 11 Metern wird der Untergrund von Lockergesteinen aufgebaut, die von Bachschuttsedimenten des Fröschnitztales dominiert werden. Diese bestehen aus schluffigen Sand-Kies-Stein-Gemischen mit gelegentlicher Blockführung. Vereinzelt sind feinkornreiche Ausediment-Lagen mit Mächtigkeiten im dm-Bereich zwischengeschaltet. Die obersten ca. drei Meter werden von anthropogenen Anschüttungen aus gemischtkörnigem Karbonatgesteinsschutt aufgebaut, die vom Bau der S6-Semmering Schnellstraße stammen. Das darunter anstehende Gebirge wird von Grobgneis des Semmering-Kristallins aufgebaut. Entlang des Trennflächennetzes können nach Angaben der Projektanten abschnittsweise limonitisch oxidierte Beläge auftreten (von der Oberfläche bis auf Stollenniveau eindringende Verwitterungserscheinungen).

Die Lockergesteine des Fröschnitztales enthalten in diesem Bereich einen Porengrundwasserkörper, dessen Wasserspiegel etwa 6 m unter GOK liegt. Die Lockergesteine sind als mäßig wasserdurchlässig mit Durchlässigkeiten in der

Größenordnung von k_f ca. 4×10^{-5} m/s einzustufen. Die Grobgnese lassen mit hydraulischen Durchlässigkeiten von k_f ca. 1×10^{-5} m/s vielfach permanente Kluftwasserführungen erwarten. Die Gesamtwassermenge im Schacht wird mit bis zu mehreren Litern pro Sekunde prognostiziert. Wesentliche Auswirkungen auf das hydrogeologische Umfeld sind nicht zu erwarten.

Ein lokales Auftreten von gasförmigem Schwefelwasserstoff durch anaerobe Umsetzung von Pyrit ist zwar nicht als wahrscheinlich, kann jedoch nicht gänzlich ausgeschlossen werden.

Unterwerk Langenwang:

Nach Angabe der Projektanten ist bei km 124,461 bis 125,085 die Errichtung eines Unterwerkes samt dazugehörigem Zufahrtsgleis erforderlich. Dem Technischen Bericht EB 08-02.08 ist zu entnehmen, dass das Unterwerksgebäude auf Streifenfundamenten bzw. einer Stahlbetonfundamentplatte aufgebaut werden soll. Dem Längenschnitt EB 08-02.13 ist zu entnehmen, dass die Fundamentunterkante 2,03 m unter GOK zu liegen kommt. Angaben über die Grundwassersituation bzw. einen HGW sind in den Einreichunterlagen nicht ausgeführt.

Allgemeines zu den Baustelleneinrichtungsflächen:

Nach Angabe der Tunnelplaner sind nachfolgend angeführte Baustelleneinrichtungsflächen erforderlich:

BE Portal Gloggnitz	ca. 55150 m ²
BE Portal Göstritz	ca. 45600 m ²
BE Lüftungschacht Trattenbachgraben	ca. 3950 m ²
BE Frörschnitzgraben	ca. 79800 m ²
BE Grautschenhof	ca. 48000 m ²
BE Lüftungschacht Sommerau	ca. 6900 m ²
BE Portal Mürzzuschlag	ca. 29225 m ²

Der (bau-)geologischen Karte ist zu entnehmen, dass sämtliche BE-Flächen auf Lockergesteinen zu liegen kommen.

Nach Angabe der Tunnelplaner werden Teile der BE-Flächen sowie die Baustraßen zur Minimierung der Staub- und Lärmbelastigung bituminös befestigt. Die übrigen Flächen werden eingeschottert und verdichtet. Die befestigten Flächen werden nach Bedarf gereinigt. Nicht befestigte Flächen werden zur Staubniederschlagung nach Bedarf befeuchtet. Für alle BE-Flächen ist grundsätzlich eine geordnete Entwässerung vorgesehen.

Insbesondere die Bereiche der Tankstelle, der Waschplätze und der Geräteabstellflächen werden nach Angabe der Tunnelplaner mit Betonplatten befestigt und mit Ölabscheidern versehen. Dort anfallende Wässer mit möglicher Verunreinigung durch Mineralöle und Schmierstoffe können so geordnet gefasst und den Ölabscheidern zugeführt werden. Das Betanken und Waschen von Baugeräten und Baufahrzeugen erfolgt ausschließlich auf diesen Flächen.

Nach Angabe der Tunnelplaner werden nur Baugeräte eingesetzt, die mit biologisch abbaubaren Schmiermitteln und Hydraulikölen betrieben werden.

Baugeräte, Baustoffe und Baumittel werden nach Angaben der Tunnelplaner so gelagert, dass keine Abschwemmungen durch Hoch- oder Niederschlagswasser erfolgen können.

Auf der Baustelle werden ausreichende Mengen an Ölbindemitteln bereitgehalten. Beim Austritt von größeren Mengen von Mineralöl wird im Rahmen des Notfallmanagements die Feuerwehr verständigt.

Nach Beendigung der Bauarbeiten werden nach Angabe der Tunnelplaner die BE-Flächen wieder ordnungsgemäß rückgebaut.

4.1.10.1.10 Deponie Longsgraben:

Nach Angabe der Projektanten ist geplant, Tunnelausbruchsmaterial bzw. Aushubmassen aus dem Vorhaben Semmering-Basistunnel NEU im Longsgraben zu deponieren. Das etwa 5,0 Mio m³ umfassende Deponiebauwerk besteht dabei aus einer Bodenaushubdeponie für ca. 4 Mio m³ und einem Baurestmassenkompartiment für ca. 1,0 Mio m³. Beide Bereiche sind durch einen rd. 50 m hohen Damm voneinander getrennt. Das Baurestmassenkompartiment wird mit einer Basisdichtung und einem zugehörigen Sickerwassersystem ausgerüstet. Die Schütthöhe erreicht dabei etwa 50 – 60 m.

Nach Angabe der Projektanten wird der Untergrund des Deponiebereiches von Gesteinen des Semmering-Kristallins aufgebaut. Die Lockergesteinsüberdeckung des Felsuntergrundes besteht vor allem aus Hangschuttsedimenten mit Mächtigkeiten von 2-5 Metern. Der Festgesteinsuntergrund liegt unterhalb der Verwitterungszone weitgehend gering bis mäßig geklüftet vor. Die Gesteine des Felsuntergrundes sind nach Angaben der Projektanten der „Gneis-Grüngesteins-Folge“ des Semmering-Kristallins zuzuordnen. Diese besteht aus gebänderten bis geschieferten (Para-) Gneisen mit Grüngesteinseinschaltungen und Zwischenlagen aus quarzreichen Gneisen. Bei stärkerer duktiler Überprägung liegen die Gesteine auch als Glimmerschiefer, Grünschiefer und Phyllonite vor. Die Gesteine treten vielfach in reger Wechsellaagerung vom cm- bis in den 10-er Meterbereich auf und zeigen fließende Übergänge. Den größten Anteil am Festgesteinsuntergrund nimmt eine als „Gneis-Grüngestein“ bezeichnete Einheit ein, die von Gneisen mit Übergängen in bzw. geringmächtigen Einschaltungen von Grüngesteinen und Glimmerschiefern aufgebaut wird. Die Gesteine weisen gebänderten bis schiefrigen Habitus mit geringer bis mäßiger Anisotropie auf. Diesen Gesteinen sind mächtigere Pakete aus massigeren bis mäßig geschieferten Grüngesteinen zwischengeschaltet. Weiters treten nach Angaben der Projektanten helle, quarzreiche bis quarzische Gneise auf, die ebenfalls als konkordante Zwischenlagen ausgebildet sind. Lokal sind Einschaltungen von Phylloniten bzw. phyllonitischen Glimmerschiefern zu beobachten. Die Mächtigkeit der Zwischenlagen aus Grüngesteinen, quarzreichen bis quarzischen Gneisen und Phylloniten liegt durchwegs unterhalb von 10 m.

In Oberflächennähe ist das Gebirge bis in eine Tiefe von rd. 10 bis 15 m aufgrund von Verwitterungsprozessen und Gefügeauflockerungsphänomenen stärker zerlegt. Die Gesteine sind nach Angaben der Projektanten im Oberflächenbereich oxidativen Verwitterungsprozessen ausgesetzt, die sich insbesondere an limonitischen Eisenhydroxidbildungen erkennen lassen. In Abhängigkeit von wasserwegigen Kluffzonen dringt die Verwitterung unterschiedlich tief in den Felsuntergrund ein. Die Bohrungen KB-28/08 und KB-29/08 lassen erkennen, dass einzelne verwitterte wasserwegige Kluffzonen bis in eine Tiefe von über 100 m auftreten können.

In der Tiefenlinie des Longsgrabens ist weiters ein schmaler Streifen von Wildbachschutt ausgebildet. Bei diesen alluvialen Sedimenten handelt es sich um gemischtkörnige Ablagerungen mit einer Dominanz der Sand-Kies-Steinfraktion, Blockeinlagerungen und nur geringem Feinkornanteil. Die Komponenten sind vielfach kantengerundet und angerundet. Sie stellen im Wesentlichen umgelagerte Hangschuttsedimente mit geringer fluvialer Transportweite dar. Die Mächtigkeit der Wildbachsedimente liegt im Bereich von mehreren Metern. In der orographisch linken Talflanke sind mehrere kleine Seitengräben ausgebildet, die periodische Gerinne führen und den Hangverlauf gliedern. Die Mündungsbereiche der Seitengräben sind z. T. von kleineren Schutfächern begleitet. Am Hangfuß der linken Talflanke sowie entlang der Seitengräben treten lokal einzelne begrenzte Kriech- bzw. Erosionsphänomene auf, die meist mit Vernässungen und kleineren Quellaustritten einhergehen.

Nach Angabe der Projektanten sind die beschriebenen kleinräumigen Erosionsphänomene durchwegs seicht (< mehrere Meter) ausgebildet und beschränken sich lediglich auf lokal begrenzte Bereiche (weitgehend < 100 m²) der Hangschuttschwarte. Hinweise auf größere und tiefer reichende Massenbewegungsphänomene liegen auch im erweiterten Bereich der Hangflanken nicht vor.

Hydrogeologische Verhältnisse:

Nach Angabe der Projektanten ist eine mögliche Verzahnung eines seichten bachbegleitenden Grundwasserabflusses nur im Bereich der unmittelbaren Tiefenlinie des Grabens im Bachbereich vorstellbar. Knapp außerhalb dieser Tiefenlinie beträgt der Flurabstand in vielen Fällen bereits >1 m.

Das vorhandene seichte Grundwasser in der unmittelbaren Tiefenlinie des Grabens wird im Wesentlichen von der Oberflächenwasserführung des Longsgrabenbaches kontrolliert. Es ist daher zu erwarten, dass bei der geplanten kompletten Bachverlegung einerseits deutlich weniger Grundwasser in der Tiefenlinie des Grabens vorhanden sein wird. Andererseits erwarten die Projektanten, dass dadurch der Flurabstand (Mindestabstand) von > 1 m gegebenenfalls auch noch durch nach den Regeln des Erdbaus geschüttete, lagenweise verdichtete Schichten erreicht werden kann.

In der Bohrung KB28/08 wurde etwa 49,5 m unter GOK ein erster artesischer Horizont mit einer Schüttung von etwa 0,1 l/s angetroffen. Zwischen 78 m und 79 m unter GOK wurde in dieser Bohrung ein zweiter artesischer Horizont mit einer Schüttung von ca. 0,14 l/s angetroffen. Auch in der Bohrung KB-44/08 wurde in etwa 337 m unter GOK ein Arteser angetroffen, der zur Zeit der Bohrarbeiten mit etwa 1,5 l/s austrat.

Nach Angabe der Projektanten zeigt dies, dass lokal im Felsuntergrund Wasserwegigkeiten vorhanden sind, diese hydraulisch sich allerdings nicht auf den Longsgraben ausgerichtet haben und ein Fließen nach oben zu beobachten ist. Auch in den Flowmetermessungen der Bohrung KB-57/08 ist sowohl im nicht bepumpten als auch im bepumpten Zustand ein Aufwärtsfließen nachgewiesen worden.

Aus hydrogeologischer Sicht wird erwartet, dass keine großräumig zusammenhängenden tiefer liegenden Kluftgrundwasserkörper im Longsgraben vorliegen. Es ist davon auszugehen, dass kleinräumige, hydraulisch unabhängige Kluftgrundwasserkörper im Untergrund vorliegen. Hinsichtlich der seichten Fließrichtungen in den Lockersedimenten bzw. in der oberen, verwitterten Felsschwarte hat sich aller Voraussicht eine dem Grabenverlauf folgende Abströmrichtung eingestellt. Eine einzugsgebietsübergreifende Entwässerung im Bereich der Deponie wird nicht erwartet. Der Longsgrabenbach wird auf Basis dieser Ergebnisse als Vorflut prognostiziert.

Sollte wider Erwarten dennoch eine einzugsgebietsübergreifende Entwässerung im Untergrund vorhanden sein, so ist nach Auffassung der Projektanten dies nur in Richtung N denkmöglich, jedoch unwahrscheinlich. In dieser Richtung ist die Erkundungsbohrung KB-06/06 gelegen, die als Grundwassermessstelle ausgebaut ist. Diese kann im Bedarfsfall als Beobachtungspegel herangezogen werden. Im Fröschnitztal selbst ist die Messstelle KB04/06 situiert, die ebenfalls als Grundwassermessstelle ausgebaut ist und im Bedarfsfall als Beobachtungssonde für den Porengrundwasserkörper herangezogen werden könne.

Am Grabenausgang des Longsgrabens sind zwei gefasste Quellen gelegen. Die Quelle JRN484 wurde zur Trinkwasserversorgung herangezogen. Auf Grund der derzeitigen Baufähigkeit dieser Quellfassung wird das Wasser nicht für Trinkwasserzwecke verwendet. Die andere Quelle JRN483 wird zur Speisung eines Fischteiches verwendet. Zusätzlich wird nach Angaben der Projektanten am Grabenausgang des Longsgrabens kurz vor der Einmündung in die Fröschnitz in monatlichen Abständen die Schüttung gemessen.

Im Rahmen der Untersuchungsarbeiten wurde die Bohrungen KB-57/08, KB-58/08, KB-59/08 und KB-60/08 abgeteuft. In den beiden Bohrungen KB-59/08 und KB-60/08, die je auf eine Teufe von 15 m unter GOK abgeteuft wurden, wurde kein Grundwasser beobachtet. Daraufhin wurde zur orientierenden Feststellung der Durchlässigkeit ein Auffüllversuch durchgeführt. Dabei ergaben sich Werte zwischen $1,6 \times 10^{-6}$ m/s und $6,3 \times 10^{-6}$ m/s ergeben.

In den beiden Bohrungen KB-57/08 und KB-58/08 wurden zur Bestimmung der Durchlässigkeiten Kurzpumpversuche durchgeführt. Diese erbrachten Werte zwischen ca. $2,5 \times 10^{-6}$ m/s und $7,2 \times 10^{-6}$ m/s.

Die Wässer der beiden Pegel KB-57/08 und KB-58/08 wurden darüber hinaus hydrochemisch untersucht. Neben den routinemäßigen hydrochemischen Parametern wurden auch die Parameter Summe Mineralöle und Gesamtphosphat bestimmt.

Nach Angabe der Projektanten liegen im gesamten Deponierungsbereich keine gefassten Quellen vor. Im geplanten Deponierungsbereich sind jedoch ungefasste Quellen und Vernässungszonen sowie der Hauptbach samt Nebenzubringer gelegen.

Entlang des Longgrabens sind vor allem an der orographisch linken Seite auf Niveau des Baches bzw. knapp darüber immer wieder Vernässungszonen und Hangwasseraustritte zu beobachten. Aus hydrogeologischer Sicht kommt diesem Umstand bei der Planung und Ausführung besonderes Augenmerk zu. Entsprechende Drainagen (Kollektoren) sind vorzusehen, deren Funktionstüchtigkeit auf Dauer gewährleistet sein muss. Die Austrittsmengen der Vernässungen wie die räumlichen Erstreckungen der Vernässungszonen und Hangwasseraustritte variieren jahreszeitlich stark. Daher sind auch die schwankenden Grundwassermengen entsprechend den hydrometeorologischen Verhältnissen und die räumlichen Änderungen der Vernässungszonen zu berücksichtigen. Bei einer technisch geeigneten Realisierung der Drainagierungsmaßnahmen sowie begleitenden Beweissicherungsmessungen kann die Eignung des Standortes aus hydrogeologischer Sicht attestiert werden.

Die Durchlässigkeiten im Untergrund (Ergebnisse von Auffüllversuchen und Kurzpumpversuchen) liegen in einer Größenordnung von k_f ca. 10^{-6} m/s. Die hydrochemischen Analysen der untersuchten Grundwässer erbrachten keine Auffälligkeiten. Arsen wurde in geringen Spuren in Wässern einer Bohrung nachgewiesen. Antimon wurde in den untersuchten Wässern nicht nachgewiesen.

Die Vorgaben der Deponieverordnung 2008 können aus geologisch – hydrogeologischer Sicht eingehalten werden und der Standort grundsätzlich als positiv beurteilt werden. Die vorliegenden Gebirgsdurchlässigkeiten des Untergrundes genügen jedoch nicht den Kriterien einer geologischen Barriere. Im Bereich des Baurestmassenkompartimentes ist daher das Aufbringen einer künstlichen Barriere (z.B. mineralische Dichtschicht) erforderlich. Zudem sind die vorhandenen Vernässungszonen und Hangwasseraustritte beim Aufbringen einer künstlichen Barriere technisch entsprechend zu berücksichtigen.

Deponierbarkeit:

Zur Beurteilung der Eigenschaften des Tunnelausbruchs im Hinblick auf seine Deponierbarkeit bzw. Einstufung nach Deponieklassen wurden von der TECHNISCHESES BÜRO BAUER GMBH, Wien umfangreiche abfallchemische Untersuchungen durchgeführt (siehe Dok. Nr. 5510-EB-BM30-AL-00-0001).

Die Auswahl repräsentativer Kernproben erfolgte in interdisziplinärer Zusammenarbeit der baueologischen Projektanten mit dem abfallchemischen Fachplaner. Hierbei wurden gezielt repräsentative Bohrkernabschnitte nach ihrer Zugehörigkeit zu den unterschiedlichen baueologischen Einheiten ausgewählt und zur Beprobung vorgeschlagen.

Aus den beprobten Kernstrecken wurden insgesamt 131 chemische Analysen nach Deponieverordnung 2008 („Vollanalyse“) durchgeführt. Dabei wurden folgende Ergebnisse erzielt:

Der Großteil der Proben entspricht den Anforderungen der Bodenaushubdeponie (109 von 131 Proben).

22 der 131 Proben sind dem chemischen Analyseergebnis folgend nicht auf einer Bodenaushubdeponie zu lagern. Grenzwertüberschreitungen sind zum größten Teil auf das Auftreten von Sulfatmineralen (Gips, Anhydrit) zurück zu führen. Die entsprechenden Proben sind dabei insbesondere dem Permomesozoikum („Alpiner Verrucano“ bzw. „Keuperserie“) zuzuordnen. Die betroffenen baueologischen Einheiten sind vor allem „Serizitphyllit“, „Serizitschiefer“, „Sulfatgestein“ und „Quarzit“. Untergeordnet sind auch sulfatmineralführende Abschnitte der „Gneis-Grüngesteins-Folge“ einer anderen Deponiekategorie zuzuordnen. Je nach Höhe der analysierten, geogen bedingten Sulfatbelastung sind die Proben den Klassen Inertstoffdeponie (4 Proben), Baurestmassendeponie (9 Proben) und Reststoffdeponie (6 Proben) zuzuordnen.

Weitere drei Proben sind infolge erhöhter Werte des Parameters Arsen im Feststoff der Klasse Reststoffdeponie zuzuordnen. Die Analysen wurden jeweils an einer Probe der baueologischen Einheit „Metasandstein“ („Veitscher Decke“), dem „Albitgneis“ des Wechsel-Kristallins sowie einer Störungszone im Bereich der Grauwackenzone („Haltestelle Eichberg Seitenverschiebung“) durchgeführt.

4.1.10.1.11 Bauhilfsstoffe:

Die Tunnelplaner führen aus, dass im deutschsprachigen Raum das Gefährdungspotential von Stoffen in der „Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Wasserhaushaltsgesetz über die Einstufung wassergefährdender Stoffe in Wassergefährdungsklassen“ (Verwaltungsvorschrift wassergefährdende Stoffe – VwVwS vom 17. Mai 1999) geregelt ist. Die wassergefährdenden Stoffe werden entsprechend ihrer Gefährlichkeit in eine der folgenden Wassergefährdungsklassen eingeteilt:

- WGK 3: stark wassergefährdend
- WGK 2: wassergefährdend
- WGK 1: schwach wassergefährdend

Gemische sind aus zwei oder mehreren Stoffen bestehende Gemenge, Mischungen und Zubereitungen sowie Lösungen in Wasser.

Als nicht wassergefährdend gelten Gemische, wenn folgende Voraussetzungen erfüllt sind:

- Der Gehalt der Komponenten der WGK 1 ist geringer als 3% Massenanteil.
- Der Gehalt an Komponenten der WGK 2 und 3 ist geringer als 0,2% Massenanteil.
- Es sind keine Komponenten der WGK 3, krebserzeugende Komponenten oder Komponenten unbekannter Identität zugesetzt.
- Dem Gemisch sind keine Dispergatoren zugesetzt.

Zur Vermeidung einer unzumutbaren qualitativen Grund-/Bergwasserbelastung durch Bauhilfsstoffe wird Nachstehendes berücksichtigt:

- Bei der Errichtung der Freilandstrecke, der Tunnel und der Objekte werden umweltverträgliche Baustoffe und Bauhilfsstoffe eingesetzt.
- Bauhilfsstoffe der WGK 3 kommen nicht zum Einsatz.
- Bauhilfsstoffe der WGK 2 werden dann nicht mehr eingesetzt, wenn erprobte gleichwertige Bauhilfsstoffe der WGK 1 verfügbar sind,
- lösungsmittelhaltige Bauhilfsstoffe werden nach Verfügbarkeit durch lösungsmittelfreie Bauhilfsstoffe ersetzt
- biologisch abbaubare Bauhilfsstoffe werden biologisch schwer oder nicht abbaubaren Bauhilfsstoffen vorgezogen.

Sämtliche Auftragnehmer werden nachweislich von dieser Vorgangsweise in Kenntnis gesetzt. Die Sicherheitsdatenblätter werden bei der ÖBA aufbewahrt. Vor Einsatz neuer Bauhilfsstoffe ist die unabhängige Bauaufsicht hievon in Kenntnis zu setzen.

4.1.10.1.12 Betonaggressivität der Wässer:

- Nach Angabe der Projektanten sind hinsichtlich betonangreifender Eigenschaften von Grund- bzw. Bergwässern unter den vorliegenden geologischen Verhältnissen vor allem die teilweise festgestellten Sulfatgehalte bedeutend. Diese stammen in erster Linie aus den in Teilbereichen des Projektgebietes am Gesteins- und Gebirgsaufbau beteiligten sulfathaltigen Mineralen und Gesteinen. Vor allem das Vorhandensein gipsführender Gesteine führt wegen der leichten Lösbarkeit von Gips im Bergwasser zu hohen Sulfatgehalten. Vom Auftreten von erhöhten Sulfatgehalten in Bergwässern sind vorrangig die permomesozoischen Gesteine, lokal jedoch auch Kristallingesteine des Semmering-Kristallins betroffen. Folgende Bereiche sind dabei zu berücksichtigen:
- Tattermann-Schuppe, Gebirgsbereich 6 inklusive angrenzende Abschnitte des Gebirgsbereiches 5 (Grenzbereich der Veitscher Decke)

- Talhof-Aue-Störung und Semmering-Kristallinspan südlich Aue (inkl. permomesozoische Einschuppungen) des Gebirgsbereiches 7
- Semmering-Kristallin mit örtlich Einschuppungen gipsführender permomesozoischer Gesteine aus dem „Keuperzug“ entlang der „Grasbergstörung“, Gebirgsbereich 9
- „Grasberg-Schlagl-Störungssystem“ mit dem Permomesozoikum des „Keuperzuges“ und des „Alpinen Verrucano“, Gebirgsbereich 10, inklusive angrenzendem Gebirgsbereich 11 (Rauhacken und Brekzien des nördlichen Otterstockes)
- „Alpiner Verrucano“ der südlichen Otterbasis, Gebirgsbereich 13, Übergangszone zu den Wechselschiefern, Gebirgsbereich 14 und der unmittelbar anschließende Abschnitt der Wechselschiefer in Gebirgsbereich 15
- Permomesozoikum (insbesondere „Alpiner Verrucano“) im Bereich des Fröschnitzgrabens, Gebirgsbereich 22
- Gneis-Grüngesteins-Folge des Semmering-Kristallins; Westabschnitt Gebirgsbereich 23 und Gebirgsbereich 24

Aus den durchgeführten Erkundungsbohrungen in diesen Gesteinen konnten nur aus dem Gebirgsbereich 6 repräsentative Bergwasserproben gewonnen werden. Analysenergebnisse von Bergwasserproben aus den Bohrungen KB-06/08, KB-08/08 und KB-09/08 wurden auf Betonaggressivität untersucht. Gemäß ÖNORM B 4710-1 ergaben sich nur beim Parameter Sulfat Überschreitungen der Grenzwerte für betonangreifende Wirkung der Klassen XA1 (200-600 mg SO₄/l) bzw. XA2 (600-3000 mg SO₄/l). Die höchsten Werte wurden in Proben aus KB-06/08 mit 1840 mg/l, die niedrigsten in KB-09/08 mit 225 mg/l nachgewiesen. Aus den übrigen oben angeführten Gebirgsbereichen mit schwefelhaltigen Mineralien konnten wegen der sehr geringen Gebirgsdurchlässigkeiten keine repräsentativen Beprobungen (keine ausreichenden Bergwasserzutritte, Beeinflussung durch Bohrspülung, geringe Bohrlochstandfestigkeit) durchgeführt werden. Der Sulfatgehalt kann für diese Bereiche daher nur als „maßgeblich vorhanden“ eingeschätzt werden. Es kann aber davon ausgegangen werden, dass vorhandene Bergwässer in diesen Abschnitten ebenfalls in die Klassen XA1 bis XA3 gemäß ÖNORM B 4710-1 eingestuft werden müssen. Vereinzelt weisen auch Quellaustritte in den Gebirgsbereichen 5 (FS038, FS039), 6 (FS098, FS704, FS705), 10 (FS062, FS064) und 14 (FS123) deutlich erhöhte Sulfatgehalte auf. Obwohl dies durchwegs oberflächennahe Quelleinzugsgebiete sind, können diese Ergebnisse auch als Hinweis auf hohe Sulfatgehalte des tieferen Bergwassers gedeutet werden.

Im Bereich des Permomesozoikums nahe dem Fröschnitzgraben kann nach Angabe der Projektanten anhand der verfügbaren hydrochemischen Untersuchungen eine Betonaggressivität der Wässer nicht zwingend abgeleitet werden. Durch Vorhandensein von Sulfatgesteinen können jedoch entsprechende Eigenschaften der Wässer nicht ausgeschlossen werden.

Im Bereich der sulfatmineraalführenden Anteile der Gneis-Grüngesteins-Folge ergaben hydrochemische Untersuchungen keine signifikant erhöhten Sulfatgehalte. Betonaggressive Eigenschaften von lokalen Bergwasserführungen sind nach Angaben der Projektanten jedoch auch hier lokal nicht auszuschließen.

4.1.10.1.13 Auswirkung von außerbetrieblichen Ereignissen:

Das Restrisiko von Auswirkungen außerbetrieblicher Ereignisse auf das Grundwasser im Bereich von Freilandstrecken wurde durch ILF im Rahmen einer "Risikoanalyse außerbetriebliche Ereignisse" ermittelt. Die Arbeitsmethodik wurde bereits bei anderen vergleichbaren Verfahren erfolgreich angewendet.

Einstufung	Kurzbez.	Einstufungskriterien
Hoch	H	Jedenfalls bei Querung oder Berührung eines Wasserschutzgebietes
		Jedenfalls bei großer Erstreckung und überregionaler Bedeutung des Grundwasserkörpers
		Grundwasserkörper mit hohen Durchsatzmengen und keinen bzw. geringen natürlichen Grundwasserstandschwankungen im Dezimeterbereich (mittlere Jahreswerte)
		Gute Nutzbarkeit (Flurabstände < ca. 10 m)
Hoch bis	HM	Jedenfalls bei Querung oder Berührung eines Schongebietes bzw. Grundwasserhoffungsgebietes

Mittel		Jedenfalls bei mittlerer bis großer Erstreckung und/oder überregionaler Bedeutung
		Grundwasserkörper mit hohen Durchsatzmengen und geringen bis mittleren Grundwasserstandsschwankungen in der Größenordnung von ca. 1,0 m (mittlere Jahreswerte)
		Gute Nutzbarkeit (Flurabstände < ca. 10,0 m bis ca. 15,0 m)
Mittel	M	keine Querung oder Berührung eines Gebietes mit rechtlichem Schutzstatus
		Jedenfalls bei mittlerer Erstreckung und untergeordneter überregionaler Bedeutung bzw. kleinräumiger Erstreckung und hoher lokaler Bedeutung
		Grundwasserkörper mit mittleren Durchsatzmengen und mittleren Grundwasserstandsschwankungen zwischen ca. 1,0 m bis ca. 2,0 m (mittlere Jahreswerte)
		mit technisch nicht allzu hohem Aufwand verbundene Nutzbarkeit (Flurabstände maximal in der Größenordnung von ca. 20 m bis ca. 25 m)
Mittel bis niedrig	MN	keine Querung oder Berührung eines Gebietes mit rechtlichem Schutzstatus
		jedenfalls bei mittlerer Erstreckung ohne überregionaler Bedeutung bzw. kleinräumiger Erstreckung und untergeordneter lokaler Bedeutung
		Grundwasserkörper mit eher geringen Durchsatzmengen und mittleren bis hohen Grundwasserstandsschwankungen zwischen ca. 2,0 m bis ca. 3,0 m (mittlere Jahreswerte)
		Technisch mit hohem Aufwand verbundene Nutzbarkeit (Flurabstände >25m)
Niedrig	N	keine Querung oder Berührung eines Gebietes mit rechtlichem Schutzstatus
		Jedenfalls bei kleinräumiger Erstreckung mit geringer bis keiner lokalen Bedeutung
		Grundwasserkörper mit sehr geringen Durchsatzmengen und hohen Grundwasserstandsschwankungen größer 3,0 m (mittlere Jahreswerte)
		Technisch mit sehr hohem Aufwand verbundene Nutzbarkeit (Flurabstände >50 m)

Die Einstufung hinsichtlich der Nutzungssituation wurde in die drei nachstehenden Kategorien gegliedert worden:

EW	Siedlungsgebiet mit Einzelwasserversorgungen ohne Anschluss an zentrale Wasserversorgung bzw. Trinkwassernutzungen für größere Einheiten
K	Siedlungsgebiet mit Einzelwasserversorgungen und Anschlussmöglichkeit an zentrale Wasserversorgung
NW	Siedlungsgebiete mit Anschluss an zentrale Wasserversorgung, reine Nutzwasserbrunnen oder keine Nutzungen vorhanden

Außerdem wurden zwei weitere Kategorien zur Differenzierung bezüglich der Ausbreitungsgeschwindigkeit und der Nahelage von Nutzungen definiert:

S	Nutzungen können durch Nahelage und/oder durch rasche Ausbreitung schnell von Schadstoffen erreicht werden
L	Nutzungen können durch weite Entfernung und/oder durch langsame Ausbreitung nur langsam von Schadstoffen erreicht werden

Die vertikale Ausbreitung wurde durch Einstufung in drei Kategorien unter Heranziehung der Deckschichtsituation klassifiziert worden:

A	homogene, sehr gering durchlässige ($k < 10^{-7}$ m/s), mächtige Deckschichte (>3 m)
B	weitgehend homogene, gering durchlässige ($k = 10^{-6}$ m/s bis $k = 10^{-7}$ m/s), mittelmächtige Deckschichte (ca. 2 m bis ca. 3 m)
C	inhomogene, relativ durchlässige ($k > 10^{-6}$ m/s), gering mächtige Deckschichte (<2 m)

Zur Differenzierung des Flurabstandes wurden drei Kategorien definiert:

- g geringer Flurabstand (bis ca. 5 m)
- m mittlerer Flurabstand (ca. 5 m bis ca. 10 m)
- h hoher Flurabstand (> ca. 10 m)

Zur Differenzierung der Freisetzungshäufigkeit wurden 4 Kategorien definiert:

Erhöht (H)	in Weichenbereichen auf freien Streckenabschnitten (bei hoher Güterzugfrequenz)
	In Weichenbereichen auf Durchfahrtsgleisen im Bf. (bei hoher Güterzugfrequenz)
	Bei Verladegleisen, an denen wassergefährdende Stoffe verladen werden
Normal (N)	Auf Streckenabschnitten ohne Weichen (oder sonstige risikoerhöhende Einflussfaktoren) auf freier Strecke (bei hoher Güterzugfrequenz)
	Auf Streckenabschnitten ohne Weichen (oder sonstige risikoerhöhende Einflussfaktoren) auf Durchfahrtsgleisen im Bahnhofsbereich (bei hoher Güterzugfrequenz)
	In Weichenbereichen auf freien Streckenabschnitten sowie auf Durchfahrtsgleisen im Bahnhofsbereich (bei niedriger Güterzugfrequenz)
Gering (G)	Auf Streckenabschnitten ohne Weichen (oder sonstige risikoerhöhende Einflussfaktoren) auf freier Strecke (bei niedriger Güterzugfrequenz)
	Auf Streckenabschnitten ohne Weichen (oder sonstige risikoerhöhende Einflussfaktoren) auf Durchfahrtsgleisen im Bahnhofsbereich (bei niedriger Güterzugfrequenz)
	Abstellgleise für Güterzüge bzw. mit niedriger Geschwindigkeit befahrene Güterzuggleise im Bahnhofsbereich (überwiegend Verschubbetrieb)
nicht vorhanden (NV)	Nur von Reisezügen befahrene Streckengleise bzw. Durchfahrtsgleise in Bahnhöfen
	Abstellgleise nur für Reisezüge

Klassifikation (Gefährdungsklassen):

- 0 Keine Gefährdung
- 1 Vernachlässigbar gering bis niedrige Gefährdung
- 2 Niedrige bis mittlere Gefährdung
- 3 Mittlere Gefährdung
- 4 Mittlere bis hohe Gefährdung
- 5 Hohe bis sehr hohe Gefährdung

In einem ersten Arbeitsschritt wird durch Verknüpfung der Hauptindikatoren „Bedeutung des Grundwasserkörpers“, Nutzungssituation“ und „horizontale Ausbreitung“ eine erste Grobabschätzung der Gefährdungsklasse des jeweiligen Abschnittes vorgenommen. In einem zweiten Arbeitsschritt erfolgt unter Berücksichtigung des Hauptindikators „Freisetzungshäufigkeit“ eine Erhöhung oder Abminderung der "Gefährdungsklasse“. In Abschnitten mit erhöhter Freisetzungshäufigkeit wird dabei die im 1. Arbeitsschritt aus der Verknüpfungsmatrix ermittelte Klasse – ausgenommen der höchsten

Klasse – um eine Stufe erhöht. Liegt jedoch nur eine normale Freisetzungshäufigkeit vor, ändert sich nichts an der bereits abgeschätzten Gefährdungsklasse.

Einstufung Freisetzungshäufigkeit	Ausmaß der Erhöhung bzw. Abminderung
H (erhöht)	letztermittelte Gefährdungsklasse >5: Erhöhung um eine Gefährdungsstufe
N (Normal)	letztermittelte Gefährdungsklasse bleibt bestehen
G (gering)	letztermittelte Klasse > 1: Reduktion um eine Gefährdungsklassenstufe
NV (nicht vorhanden)	automatische Einstufung in die Gefährdungsklasse 0

In einem abschließenden dritten Arbeitsschritt wurde unter Zuhilfenahme des Hauptindikators „vertikale Ausbreitung“ natürliche Abdichtungs- bzw. Verzögerungsmechanismen berücksichtigt. Liegen solche mehr oder weniger wirksamen, natürlichen Mechanismen im jeweiligen Betrachtungsabschnitt vor, kann je nach Wirksamkeit eine Abminderung des im zweiten Arbeitsschritt ermittelten Gefährdungspotentials bzw. der Gefährdungsklasse erfolgen.

Streckenabschnitte mit dichten Kunstbauwerken erhalten automatisch die Klassifizierung 0.

Von den Projektanten wird darauf hingewiesen, dass diese Klassifikationskriterien sowie der Bewertungsvorgang nur als Hilfestellung für eine Entscheidungsgrundlage und nicht als strenge Richtlinie angesehen werden darf.

Auf Basis dieses objektiven Bewertungsschemas wurde eine Klassifizierung der einzelnen Streckenabschnitte des Vorhabensbereiches erstellt. Die einzelnen Streckenbereiche wurden unter Berücksichtigung hydrogeologisch homogener Bereiche und der Trassenlage (Dammstrecke, Tunnel, Einschnitt) abgegrenzt. Dabei wurden die nachstehend angeführten Ergebnisse erzielt:

Bei den Streckenabschnitten mit Zuordnung zur Gefährdungsklasse 0 handelt es sich um Streckenabschnitte mit Kunstbauwerken (Tunnel- oder Wannenbauwerke). Auf Grund der Bauweise besteht kein grund-/bergwassergefährdendes Freisetzungspotential. Daraus resultiert die Einstufung in die niedrigste Gefährdungsklasse dieser Abschnitte (Gesamtlänge ca. 27,65 km). Ein weiterer kurzer Streckenabschnitt mit Gefährdungsklasse 0 sei das Anschlussgleis zum Unterwerk Langenwang (km 124,78 bis km 125,09; Gesamtlänge = ca. 0,31 km). Dieses Anschlussgleis dient lediglich für eine alle fünf Jahre stattfindende Transformatorenwartung und wird nur von einem Zug mit einem Transformator befahren. Es ist nicht vorgesehen, dass Güterzüge oder Reisezüge dieses Gleis befahren.

Die Streckenabschnitte mit einer Zuordnung zu den Gefährdungsklassen 1 und 2 liegen in Bereichen mit geringer hydrogeologischer Sensibilität (geringere Grundwassermächtigkeiten, maximal lokale Bedeutung, untergeordnete Nutzungssituation - keine zentralen Trinkwasserfassungen im näheren und weiteren Umfeld, lediglich einige Brunnen einer Kleingartensiedlung mit Anschlussmöglichkeit an die öffentliche Versorgung). Diesen Streckenabschnitten wurde lediglich eine normale Freisetzungshäufigkeit bzw. nur lokal erhöhte Freisetzungshäufigkeit zugewiesen. Alle Abschnitte mit dieser Gefährdungszuordnung weisen nach Angabe der Projektanten eine Gesamtlänge von ca. 3,07 km auf.

In Streckenabschnitten mit Zuordnung zu den Gefährdungsklassen 3 wurde eine erhöhte Freisetzungshäufigkeit zu Grunde gelegt. Dabei handelt es sich um einen Abschnitt mit lediglich niedriger bis mittlerer hydrogeologischer Situation und untergeordneter Nutzungssituation (keine zentrale Wasserversorgung und nur einige Nutzwasserbrunnen im näheren oder weiteren Umfeld, einige Brunnen einer Kleingartensiedlung mit Anschlussmöglichkeit an die öffentliche Versorgung). Somit wurde dieser Gefährdungsklasse eine Strecke mit einer Gesamtlänge von 0,45 km zugeordnet.

Der Gefährdungsklasse 4 und 5 wurden keine Streckenabschnitte zugeordnet.

Maßnahmenplanung:

Nach Angabe der Planer werden Maßnahmen zur Vorsorge bzw. Bekämpfung bei außerbetrieblichen Ereignissen in drei Gruppen gegliedert:

Betriebliche Maßnahmen: Dabei handelt es sich in der Regel um Maßnahmen, welche die Freisetzung von Gefahrgütern verhindern (z. B. eine modernen Standards entsprechende signaltechnische Streckenausrüstung, die Anordnung von Heißläufer- und Festbremsortungsanlagen, Weichen mit beweglichem Herzstück etc.).

Bauliche Maßnahmen: Dabei handelt es sich in der Regel um Maßnahmen, welche die Schadenswirkung eingrenzen bzw. rückhalten und das Schadensausmaß verringern sollen. Dabei wird in Retardierungsmaßnahmen, zusätzliche Abdichtungsmaßnahmen und Rückhaltmaßnahmen, die zumeist in unmittelbaren Zusammenhang mit Entwässerungsmaßnahmen stehen, unterschieden.

Organisatorische Maßnahmen: Dabei handelt es sich nach Angabe der Planer in der Regel um Notfall-, Sicherungs- und Sanierungsmaßnahmen, welche im konkreten Schadensfall die Schadenswirkungen im Zusammenwirken mit den baulichen Maßnahmen eingrenzen und das Schadensausmaß verringern bzw. kompensieren soll.

Auf Basis der letztermittelten Gefährungsklasse wurde von den Planern die jeweils erforderlichen Schutzmaßnahmentypen festgelegt:

Gefährungsklasse	erforderliche Schutzmaßnahmentypen:
0	keine
1	keine baulichen Maßnahmen erforderlich
	bei außerbetrieblichen Ereignissen: organisatorische Maßnahmen geringeren Umfanges notwendig (hauptsächlich Notfallmaßnahmen)
2	keine baulichen Maßnahmen erforderlich
	bei außerbetrieblichen Ereignissen organisatorische Maßnahmen erforderlich; (Notfall- bzw. Sanierungsmaßnahmen geringeren Umfanges)
3	bauliche Maßnahmen (grundwasserschutzwirksame Entwässerungsmaßnahmen bzw. bei etwas höherer Sensibilität bereichsweise Abdichtungsmaßnahmen) sind nur im Falle der Querung von Gebieten mit Schutzstatus (Schutz-, Schon- oder Hoffnungsgebiete) erforderlich. In Bereichen ohne Berührung bzw. Querung bzw. Querung von Gebieten mit Schutzstatus können je nach Sensibilität der Situation Retardierungsmaßnahmen vorgesehen werden.
	bei außerbetrieblichen Ereignissen organisatorische Maßnahmen erforderlich (Notfall- Sicherungs- bzw. Sanierungsmaßnahmen)
4	bauliche Maßnahmen durchgehend erforderlich (grundwasserschutzwirksame Entwässerungsmaßnahmen bzw. eventuell Abdichtungsmaßnahmen)
	bei außerbetrieblichen Ereignissen umfangreiche organisatorische Maßnahmen notwendig (Notfall- bzw. Sanierungsmaßnahmen)
5	jedenfalls umfangreiche bauliche Maßnahmen in Form von Abdichtungen erforderlich.
	bei außerbetrieblichen Ereignissen umfangreiche organisatorische Maßnahmen notwendig (Notfall- bzw. Sanierungsmaßnahmen)

Von den Projektanten wurden entsprechende Regelquerschnitte ausgearbeitet (Profiltyp A - D). Detaillierte Angaben sind im Technischen Bericht - Entwässerungen (Plan-Nr. 5510-EB-0801AL-00-0001) ersichtlich.

- Entwässerung in Drainagen im Bahnhofsbereich (Profiltyp A)
- Entwässerung in Bahngräben bzw. Drainagen (Profiltyp B)

- Entwässerung in Bahngräben (Profiltyp C)
- Entwässerung in Halbschalen (Profiltyp D)
- dichte Rückhaltekommer
- Versickerungsbecken mit vorgeschaltetem dichten Rückhaltebecken
- Entwässerungssystem des Tunnelverkehrsraumes
- Entwässerungssystem

Retardierungsmaßnahmen:

- Entwässerung über die Dammschulter mit retardierender Humusschicht (Profiltyp E)

Seitens der Projektanten wurden auf Grund der vorhin beschriebenen Eingangsparameter die nachstehend angeführten Profilquerschnitte definiert:

Streckenabschnitt Gloggnitz	Profilquerschnitt:
Bahn-km 75,56 – Bahn-km 76,25	A
Bahn-km 76,25 – Bahn-km 76,49	C
Bahn-km 76,55 – Bahn-km 76,65	B

Bergstrecke (Bestand)	Profilquerschnitt:
Bahn-km 76,17 – Bahn-km 78,78	A

Streckenabschnitt Mürzzuschlag	Profilquerschnitt:
Bahn-km 115,73 – Bahn-km 116,25	E
Bahn-km 116,25 – Bahn-km 117,02	A
Bahn-km 117,02 – Bahn-km 117,76	E
Bahn-km 117,76 – Bahn-km 117,82	E
Bahn-km 117,82 – Bahn-km 118,12	D

Streckenabschnitt Mürzzuschlag (Bestandsstrecke)	Profilquerschnitt:
Bahn-km 115,42 – Bahn-km 115,80	C

Unterwerk Langenwang (Anschlussgleis)	Profilquerschnitt:
Bahn-km 124,78 – Bahn-km 125,09	keine Maßnahmen

4.1.10.1.14 Natura 2000 Gebiet „Nordöstliche Randalpen: Hohe Wand – Schneeberg – Rax:

Das geplante Vorhaben Semmering-Basistunnel NEU berührt nach Angaben der Projektanten randlich das Natura 2000 Gebiet „Nordöstliche Randalpen: Hohe Wand – Schneeberg – Rax). Die Erstreckung und Lagebeziehung zum geplanten Vorhaben ist dem Technischen Bericht 5510-UV-0800AL-00-0001-F02 zu entnehmen. Das Natura 2000 Gebiet „Nordöstliche Randalpen: Hohe Wand – Schneeberg – Rax) liegt im Bereich der geologisch – hydrogeologisch relevanten Teilräume „Gloggnitz – Schwarzatal“, „Aue – Göstritz“ bzw. „Otterstock“.

Nach Angabe der Projektanten kommt im Teilbereich Aue ein etwa 1 ha großer Erlen-Eschen-Weidenwald (FFH-Typ 91E0; Biotopfläche GO301) im Natura 2000 Gebiet in einem Risikogebiet für Wasserverluste zu liegen. Eine Reduktion der Schüttung würde langfristig zu einem Verschwinden der derzeit vorhandenen Standortverhältnisse und ihrer Vegetation führen. Die im Auebachtal potentiell betroffenen Quellstandorte unterliegen nach Angaben der Projektanten einem Monitoring im Rahmen der ökologischen Bauaufsicht, die gegebenenfalls Maßnahmen zur Minderung der Auswirkungen ergreift.

4.1.10.1.15 Beeinträchtigung von Wasserschutz- und schongebieten:

Zur Beurteilung einer allfälligen Beeinträchtigung von Wasserschutz- bzw. schongebiete wurde vom SV für Grundwasserschutz eine Erhebung der im projektgegenständlichen Erhebungsraum vorhandenen Schutz- und Schongebiete gefordert. Von den Projektanten wurden eine Plandarstellung der erhobenen Schutzgebiete sowie eine Auflistung übermittelt. Nachfolgend angeführte Gebiete zum Schutz von Wasserversorgungsanlagen sind im relevanten Erhebungsraum des Bezirkes Neunkirchen gemäß Angaben der Projektanten existent.

Bezeichnung	GEMEINDE	KG	GRSTNR
SCHUTZ Schutzgebiet 4731 NK Samwald Hildegard	Gloggnitz	Berglach	79
SCHUTZ SG Eselbachgraben-Quellen, WVA Reichenau 1747 NK	Reichenau an der Rax	Prein	528/3
SCHUTZ Quelle, Wald- und Weidegenossenschaft Molzegg 1580 NK	Kirchberg am Wechsel	Molzegg	79/4
SCHUTZ SG Brunnen Dörfel, WVA Reichenau/Rax 1747 NK	Reichenau an der Rax	Klein- und Großau	349/2
SCHUTZ Riegler, Kornfeld, Spies 4759 NK	Kirchberg am Wechsel	Alpeltal	93
SCHUTZ Quelle Frass, Dangl, Friesenbichler 4763 NK	Gloggnitz	Aue	219/3
SCHUTZ WG Kreuzberg 2155 NK	Breitenstein	Breitenstein	502
SCHUTZ WG Riegler 2836 NK	Kirchberg am Wechsel	Alpeltal	99/2
SCHUTZ SG Grossaubrunnen, WVA Reichenau 1207 NK	Reichenau an der Rax	Klein- und Großau	353
SCHUTZ MG Schottwien, Himmelreichquelle 134 NK	Schottwien	Schottwien	55/6
SCHUTZ MG Schottwien, Schwarzenbergquelle I 134 NK	Schottwien	Schottwien	274/54
SCHUTZ MG Schottwien, Schwarzenbergquelle II 134 NK	Schottwien	Schottwien	274/59
SCHUTZ SG Quelle 3, Langtal, WVA Priggwitz	Priggwitz	Priggwitz	74/1
SCHUTZ SG Vertikalfilterbrunnen Hollensteingraben, WVA Reichenau/Rax 1747 NK	Reichenau an der Rax	Prein	222/7
SCHUTZ GD Enzenreith, Enzenreith, Grünes Bründl 4275 NK	Enzenreith	Enzenreith	376/1
SCHUTZ Gefasste Quelle Hammerquelle 1079 NK	Trattenbach	Trattenbach	1587
SCHUTZ Geiger 4779 NK	Semmering	Kurort Semmering	956/11

SCHUTZ SG Quelle 2, Langtal, WVA Priggwitz	Priggwitz	Priggwitz	74/1
SCHUTZ SG Quelle 1, Riegler	Kirchberg am Wechsel	Alpeltal	2/1
SCHUTZ SG Quelle 2, Riegler	Kirchberg am Wechsel	Alpeltal	2/1
SCHUTZ SG Quelle 3, Riegler	Kirchberg am Wechsel	Alpeltal	2/1
SCHUTZ SG Quelle 4, Riegler	Kirchberg am Wechsel	Alpeltal	2/1
SCHUTZ MG Kirchberg Goldberquelle 1 und 2 2445 NK	Otterthal	Otterthal	1007/1
SCHUTZ SG Quelle, Riegler 60 NK	Aspangberg - St. Peter	Neuwald	172
SCHUTZ Neuer Hans 3700 NK	Breitenstein	Breitenstein	75/5
SCHUTZ SG Quelle 1, WVA Breitenstein, Ortsteil Klamm 3820 NK	Breitenstein	Breitenstein	525/10
SCHUTZ SG Quellen 2 und 3, WVA Breitenstein, Ort Klamm 3820 NK	Breitenstein	Breitenstein	525/10
SCHUTZ SG Quelle 4, WVA Breitenstein, Ortsteil Klamm	Breitenstein	Breitenstein	525/10
SCHUTZ SG Quelle, Bruckner	Breitenstein	Breitenstein	497/3
SCHUTZ SG WVA Rotte Rams 4470 NK	Kirchberg am Wechsel	Kranichberg	429/1
SCHUTZ SG Quelle, Lueger 4507 NK	Kirchberg am Wechsel	Molzegg	20
SCHUTZ Quelle, WVA Buchbach 4056 NK	Buchbach	Buchbach	313
SCHUTZ SG Quelle, Feuchtenhofer und Kapfenberger 4593 NK	Kirchberg am Wechsel	Lehen	100/5
SCHUTZ SG Quelle, Prenner	Kirchberg am Wechsel	Molzegg	66
SCHUTZ SG Quelle Leopold 4621 NK	Kirchberg am Wechsel	Lehen	40
SCHUTZ SG Quelle, Winkler 4627 NK	Kirchberg am Wechsel	Lehen	36
SCHUTZ SG Fuxquelle 1709 NK	Payerbach	Kreuzberg	500
SCHUTZ SG Kahoferquelle, WG Kreuzberg 2155 NK	Payerbach	Kreuzberg	357/1
SCHUTZ SG Bauerhaus- und Bauerquellen, WG Kreuzberg 2155 NK	Payerbach	Kreuzberg	446
SCHUTZ SG Brunnen, WG Rotte Speckbacherhütte 3970 NK	Payerbach	Kreuzberg	3
SCHUTZ SG Quellen 1 und 2, Scheucher	Gloggnitz	Abfaltersbach	12/1
SCHUTZ SG Quellen 1-4, WVA Eichberg 4418 NK	Gloggnitz	Eichberg	336
SCHUTZ SG Quellen 1 und 2, Schweighofer 4315 NK	Priggwitz	Priggwitz	316
SCHUTZ SG Quelle, Konvent der Ursulinen 4285 NK	Raach am Hochgebirge	Wartenstein	88/40
SCHUTZ SG Quelle 1 und 2, Raxblick 1749 NK	Reichenau an der Rax	Prein	806
SCHUTZ SG Hertbergquellen I und II	Reichenau an der Rax	Hirschwang	48/1
SCHUTZ Bachleitenquelle, WVA Waxriegelhaus 3787 NK	Reichenau an der Rax	Klein- und Großau	916
SCHUTZ SG Quellen 1 und 2, Flackl 4469 NK	Reichenau an der Rax	Grünsting	155/1
SCHUTZ SG Quellen 1 und 2, Angerler 575 NK	St. Corona am Wechsel	St. Corona am	20

		Wechsel	
SCHUTZ SG Quelle, Agrargemeinschaft Greis-Göstritz 4556 NK	Schottwien	Schottwien	274/41
SCHUTZ SG WG Adlitzgraben 710 NK	Semmering	Kurort Semmering	861/2
SCHUTZ SG Drahtkugel- oder Preinerquellen, WVA Semmering	Reichenau an der Rax	Prein	528/1
SCHUTZ SG Stiebitzwaldquellen, WVA Semmering 811 NK	Reichenau an der Rax	Prein	528/1
SCHUTZ SG Adlitzgrabenquellen 1 u. 2, WVA Semmering	Breitenstein	Breitenstein	896/4
SCHUTZ Verein Karl Schubert Haus, Stranzquellen 1-3 3416 NK	Breitenstein	Breitenstein	402/1
SCHUTZ Verein Karl Schubert Haus, Tiefquellen a-c 3416 NK	Breitenstein	Breitenstein	456/1
SCHUTZ Verein Karl Schubert Haus, Hochquelle 1a u. b 3416 NK	Breitenstein	Breitenstein	445/1
SCHUTZ SG Quellen 1 und 2, 820 NK	Trattenbach	Trattenbach	1610
SCHUTZ SG Quelle, Koderhold und Pöll	Trattenbach	Trattenbach	1751
SCHUTZ SG Schwendquelle, WVA Trattenbach 4233 NK	Trattenbach	Trattenbach	1730/1
SCHUTZ SG Trettlerquellen 1-4, WVA Trattenbach 4233 NK	Trattenbach	Trattenbach	1987/1
SCHUTZ SG Gruberquelle, WVA Trattenbach 4233 NK	Trattenbach	Trattenbach	1987/1
SCHUTZ SG Quelle, Tisch 4517 NK	Trattenbach	Trattenbach	1242/1
SCHUTZ SG Quelle, Mies	Trattenbach	Trattenbach	1128
SCHUTZ SG Quelle, Dissauer 4551 NK	Trattenbach	Trattenbach	2108/1
SCHUTZ GD Enzenreith, Enzenreith, Brunnen 1-5 4275 NK	Enzenreith	Enzenreith	.115
SCHUTZ GD Enzenreith, Enzenreith, Brunnen u. Quelle Zwicklwiese 4275 NK	Enzenreith	Enzenreith	390/7
SCHUTZ GD Enzenreith, Köttlach, ASAG Brunnen 4275 NK	Enzenreith	Köttlach	372/4
SCHUTZ SG Palka- und Felsenquelle, Ersatz-WVA Gloggnitz	Gloggnitz	Aue	36
SCHUTZ SG WVA Otterthal	Trattenbach	Trattenbach	94
SCHUTZ SG Hanslquelle 3676 NK	Otterthal	Otterthal	178/2
SCHUTZ MG Payerbach, Pettenbachquellen 1-2 1032 NK	Payerbach	Pettenbach	273
SCHUTZ MG Payerbach, Frey-Quellen 1 und 2 1032 NK	Payerbach	Küb	120
SCHUTZ MG Payerbach, Kreuzbergquellen 1032 NK	Payerbach	Kreuzberg	280/2
SCHUTZ SG Quelle, Wallner und WVA ÖBB 3484 NK	Payerbach	Schmidsdorf	181
SCHUTZ SG Quelle 1, Langtal, WVA Priggwitz	Priggwitz	Priggwitz	103
SCHUTZ SG Quelle 3, Wernhart, WVA Priggwitz	Priggwitz	Priggwitz	135
SCHUTZ SG Quellen 1 und 2, Gasteil, WVA Priggwitz	Priggwitz	Priggwitz	1169
SCHUTZ SG Schramböckquellen 1 und 2, WVA Priggwitz	Priggwitz	Priggwitz	130
SCHUTZ SG Fuchsrabenquelle, WVA Raach am Hochgebirge 4250 NK	Raach am Hochgebirge	Sonnleiten	455

SCHUTZ SG Schedhofquelle 1, WVA Reichenau 1747 NK	Reichenau an der Rax	Reichenau	347
SCHUTZ MG Schottwien, Pichlerquellen 1 und 2 134 NK	Schottwien	Schottwien	274/76
SCHUTZ MG Schottwien, Tennisplatzquelle 134 NK	Schottwien	Schottwien	274/88
SCHUTZ SG Quelle, Vosl	Payerbach	Kreuzberg	538/1
SCHUTZ SG Griefleitenquelle, WVA Reichenau 1747 NK	Reichenau an der Rax	Klein- und Großau	908/1
SCHUTZ SG HFB Thalhof, WVA Reichenau 1747 NK	Reichenau an der Rax	Reichenau	139/1
SCHUTZ Verein Karl Schubert Haus, Quelle 1 3416 NK	Breitenstein	Breitenstein	451/1
SCHUTZ SG Brunnen E, Schöpfwerk Pottschach 958 NK	Buchbach	Liesling	
SCHUTZ SG Brunnen H, Schöpfwerk Pottschach 958 NK	Enzenreith	Köttlach	
SCHUTZ SG 1. Wiener Hochquellwasserleitung	Reichenau an der Rax	Klein- und Großau	
SCHUTZ SG Rothgrabenquelle1, WVA Breitenstein 4538 NK	Breitenstein	Breitenstein	1057/2
SCHUTZ MG Payerbach, Brunnen Schläglmühl 1032 GF	Payerbach	Schmidsdorf	109
SCHUTZ SG Rothgrabenquelle 2, WVA Breitenstein 4538 NK	Semmering	Kurort Semmering	1081/2
SCHUTZ SG Göstritzquellen, WVA Semmering u WVA Schottwien 811 NK	Schottwien	Schottwien	274/18

Die auf steirischer Seite vorhandenen wasserrechtlichen Schutzgebiete wurden lediglich als Plandarstellung übermittelt.

Rückhalte-, Versitz-, Retentionsbecken und Rückhaltekommer:

Folgende Rückhaltekommer (100 m³ Volumen) sind vorgesehen:

- km 75,425 rdB mit Ableitung in das bestehende Versitzbecken des Bf. Gloggnitz
- km 76,595 ldB mit Ableitung in die Schwarze
- km 116,620 ldB mit Ableitung in die Frörschnitz
- km 117,150 ldB mit Ableitung in die Frörschnitz
- km 117,843 rdB mit Ableitung in das Versitzbecken km 117,843

Ein dichtes Rückhaltebecken wird bei km 76,300 rdB mit Ableitung in das Versitzbecken bei km 76,300 angeordnet:

Versitzbecken deren Sohle dicht ausgeführt wird, wobei die Versickerung über die Böschungen erfolgt, werden nachfolgend angeordnet:

- km 76,300 rdB in Kombination mit dem Rückhaltebecken bei km 76,300 mit Dotierschacht zur Flutung bei hohen Grundwasserständen
- km 117,843 rdB in Kombination mit der Rückhaltekommer bei km 117,843

Bei km 115,590 rdB wird zur Aufnahme der Bahnwasserausleitung km 115,755 und Dämpfung der Abflussspitze aus der Pumpstation Portal Mürzzuschlag in Kombination mit dem Gefahrgutrückhalt ein Retentionsbecken angeordnet. Hier besteht die Möglichkeit in eine Vorflut einzuleiten und geeignete Flächen stehen zur Verfügung.

4.1.10.2 Beweissicherung und begleitende Kontrolle

4.1.10.2.1 Messungen und Untersuchungen vor Baubeginn

Aus fachlicher Sicht empfehlen die Projektanten, dass bisher laufenden Beweissicherungsprogramm weiter zu führen. Diejenigen Messstellen, an welchen derzeit Messungen durchgeführt werden, sollen größtenteils erhalten bleiben. An den ausgesuchten Messstellen sollten die Geländeparameter Schüttung/Abstichmaß, elektrische Leitfähigkeit und Wassertemperatur vor Ort gemessen werden. An ausgesuchten Messstellen soll auch weiterhin in monatlichen Abständen Wasserproben entnommen werden. Die Wässer sollen hydrochemisch (Ionenbilanz) und isotopenhydrologisch (stabile Isotope ^{18}O und ^2H) untersucht werden. An denjenigen Messstellen, wo auch Wasserproben gezogen werden sollte der pH-Wert vor Ort gemessen werden. An einigen wenigen ausgesuchten Messstellen sollten zudem ³ erfolgen.

An den Abflussmessstellen, welche für die Abflussentstehungsmodellierung als Kalibrationsmessstellen dienen, sollen neben den regelmäßigen Messungen auch ^{18}O -Analysen erfolgen.

Die bisherigen Auswertungen der Abflussentstehungsmodellierung sind nach vorliegen zusätzlicher Messreihen zu überarbeiten und die Kalibrationseinstellungen entsprechend den dann länger vorliegenden Messreihen zu justieren. Ebenso sind in regelmäßigen Abständen die Arten der Landnutzungen zu überprüfen, gegebenenfalls nachzuziehen und zu überarbeiten. Die Art der Landnutzung hat ja einen wesentlichen Einfluss auf die Abflussentstehungsmodellierung. Es wäre aus fachlicher Sicht sehr wichtig, in gewissen Gebieten zusätzliche Informationen über das Niederschlagsverhalten zu gewinnen. Vier Bereiche bieten sich aus der derzeit verfügbaren Datenlage an.

- Bereich Friedrichshütte
- Bereich Raach-Schlagl
- Bereich Feistritzsattel
- Bereich Kummerbauerstadl

Anhand der derzeit verfügbaren Ergebnisse der Wasserbilanzberechnungen und der Abflussentstehungsmodellierung erschiene es sehr sinnvoll, die genaue Lage und die Anzahl der zusätzlichen Niederschlagsmessstellen erst dann festzulegen, wenn anhand längerer Messreihen die bisher erfolgten Kalibrationen überarbeitet wurden. Dabei würden sich die Datenreihen bis Ende 2010 anbieten.

An einigen Bohrungen, die den Wasserspiegel in den Karbonatgesteinsabschnitten repräsentieren, liegt der Wasserspiegel heute, wie bereits mehrfach darauf hingewiesen, bis zu mehrere 100 m unter Gelände. Händische Messungen mittels Kabellichtlot gestalteten sich sehr schwierig und es wäre für ausgewählte Messstellen vorteilhaft, regelmäßige Messungen des Wasserstandes mittels eingebauten Datenlogger durchführen zu lassen. Zudem sollte untersucht werden, ob nicht gekoppelt mit diesen Messungen auch eine Datenübertragung vom Messort aus möglich ist. Dies hätte vor allem für die Bauphase einen sehr wesentlichen Vorteil, da kontinuierlich die Daten der Wasserspiegellagen abgerufen werden könnten, und ein Reagieren von Wasserspiegellagen vor der Ortsbrust könnte in Zeit und Ausmaß sofort erkannt werden.

Es empfehlen die Projektanten, die monatlichen Messergebnisse jährlichen Auswertungen zu unterziehen. Zudem wird es notwendig sein, die Messstellen entsprechend zu warten und vor allem an den Abflussmessstellen mit Datenloggerausrüstung regelmäßige Überprüfungen der Messprofile samt anfallenden notwendigen Bauarbeiten durchzuführen. Bei der graphischen Darstellung der gemessenen Parameter sollten bei Schüttungs- bzw. das Abstichmaßdarstellungen auch die Niederschlagsmengen graphisch Berücksichtigung finden.

Im Bereich der Grauwackenzone erschiene es sinnvoll, an einer der Messstellen (FS2241, FS2242, FS2243 oder FS2244) einen Datenlogger zur kontinuierlichen Messung des Wasserstandes zu installieren. Zusätzlich sollte auch, vor allem aus Beweissicherungsgründen am Unterlauf des Fuchsgrabenbaches knapp vor der Entnahme für die Fischteiche eine geeignete Messstelle errichtet werden, um hier genaue Daten der Abflussmenge zu erhalten. Da es ohnehin geplant ist, von Seite des Besitzers der Fischteiche Umbauarbeiten zur Ableitung in die Fischteiche durchzuführen, könnten

möglicherweise im Rahmen dieser Arbeiten auch bereits entsprechende technische Adaptierungen am Messprofil der neuen Messstelle erfolgen.

An der Palkaquelle können derzeit nur diejenigen Mengen messtechnisch erfasst werden, die gefasst in der Quellstube für weitere Nutzungen zur Verfügung stehen. Die gesamte anfallende Wassermenge der Palkaquelle ist mit den derzeitigen Einbauten und Messmöglichkeiten nicht zu messen. Da die nichtgefassten Anteile der Palkaquelle derzeit laut Auskunft des Eigentümers der Quelle über unterirdische Drainageleitungen zusammen mit einem Teil des Überwassers aus der Quellstube in den Auebach abgeleitet werden wäre zu überprüfen, ob durch Umbauarbeiten und technische Einrichtungen auch dieser Anteil messtechnisch erfasst werden könnte.

Vor Baubeginn erschiene es zudem fachlich wünschenswert, wenn an ausgesuchten Bohrungen, die als Grundwassermessstelle ausgebaut wurden, neuerliche Bohrlochmessungen erfolgen könnten. Dabei würden Leitfähigkeits- und Temperaturmessungen, sowie Flowmeter-Messungen und Kurzpumpversuche wertvolle Hinweise bringen. Im Zug dieser Messungen sollten auch entsprechend der vorgefundenen Verhältnisse und Ergebnisse Wasserproben gezogen werden. Diese Wasserproben sollten nicht nur hinsichtlich der Ionenbilanz und Isotopenzusammensetzung analysiert werden, sondern auch in Hinblick auf Betonaggressivität und Sinterverhalten.

4.1.10.2.2 Messungen und Untersuchungen während des Baues

Die monatlichen hydrogeologischen Beweissicherungsmessungen an der Oberfläche sollten in der gleichen Art wie vor Baubeginn weitergeführt werden. Zusätzlich sollten in entsprechend zu definierenden Abschnitten die Messungen der Geländeparameter von einem monatlichen auf einen wöchentlichen Rhythmus verringert werden. Die festgelegten Teilräume erscheinen dafür zu grob zu sein, und es würde sich anbieten, die Abschnitte auf Basis der Gebirgsbereiche festzulegen, wobei nicht jeder Gebirgsbereich einen eigenen Abschnitt darstellen sollte. Die wöchentlichen Messungen sollten zumindest 3 Monate vor Erreichen des jeweiligen Abschnittes beginnen und nach Verlassen des Abschnittes noch 3 Monate weiter nachgezogen werden.

Sehr wesentlich für die Beweissicherung werden auch die Messungen und Beprobungen der zutretenden Wässer in den Tunnel sein. Dort wo es möglich und sinnvoll ist, sollten auch unter Tage Messstellen für regelmäßige Messungen und Beprobungen eingerichtet werden. Der Parameterumfang entspricht auch denjenigen von über Tage, und wäre entsprechend den vorgefundenen Verhältnissen noch zusätzlich auf besondere Fragestellungen anzupassen (z. B. Betonaggressivität, Sinterverhalten). Wenn möglich sollten in regelmäßigen Abständen im Tunnel Mengenmessenrichtungen installiert werden, umso die Möglichkeit zu haben, abschnittsweise Messungen der anfallenden Wassermengen samt deren Schwankungsverhalten zu beschreiben und zu interpretieren.

Während der Vortriebsarbeiten sollten die Messungen und Analysen ebenfalls zusammen mit den Daten von Obertage in jährlichen Berichten gemeinsam zusammengefasst beschrieben und interpretiert werden.

Vor allem hinsichtlich des Sinterverhaltens sollten während des Baues an ausgesuchten Messstellen entsprechenden Detailuntersuchungen stattfinden.

4.1.10.2.3 Messungen nach Baufertigstellung

Welche Messungen, an welchen Stellen und in welchen zeitlichen Intervallen nach Baufertigstellung erfolgen sollten, wird ganz wesentlich von den vorgefundenen Verhältnissen und Setzung von technischen Maßnahmen abhängen. Aus fachlicher Sicht wird aber in jedem Fall empfohlen, die Beweissicherungsmessungen auch nach Vortriebsende über mehrere Jahre weiterzuführen. Zudem sollten bei der Ausführung der Drainageleitungen Möglichkeiten bestehen bzw. bautechnisch vorgesehen sein, die auch nachträglich den Einbau und Einsatz von Messsonden ermöglichen, um z.B. die in der Betriebsphase anfallende Wassermenge am Portal in Glognitz zu messen.

Im Rahmen der Wartungsarbeiten in der Betriebsphase wird empfohlen, in Bereichen, die bereits in der Bauphase festgelegt werden können, Detailbeprobungen und Untersuchungen hinsichtlich dem Sinterverhalten (z.B. Calcit, Eisenaussfällungen) der anfallenden Wässer zu tätigen.

4.2 GUTACHTEN

Auf Basis des o. a. Sachverhaltes kann nachstehendes Gutachten erstattet werden.

Vorbemerkungen:

Das gg. Gutachten behandelt die Frage, ob das in der Umweltverträglichkeits-Erklärung beschriebene Vorhaben umweltverträglich ist, ob aus der Sicht des SV für Grundwasserschutz die Beeinträchtigung der Schutzgüter durch zwingende oder empfohlene Maßnahmen verringert werden kann, oder ob das beschriebene Vorhaben eine derartige Beeinträchtigung auf die relevanten Schutzgüter ausübt, dass eine Umweltverträglichkeit nicht gegeben ist.

Die zur gutachterlichen Beurteilung vorgelegene UVE kann jedoch nicht einer Ausführungsunterlage gleichgestellt werden, da hierfür noch ergänzende Detailuntersuchungen erforderlich sind und in eine derartige Unterlage noch die erforderlichen Detailerkundungen eingeplant werden müssen (Ausschreibungsphase).

Zusammenfassende Beurteilung:

Die für das Fachgebiet Grundwasserschutz relevanten Untersuchungen zur Feststellung der Umweltverträglichkeit des Einreichprojektes erfolgten nach dem Stand der Technik und des Wissens. Die Ergebnisse sind ausreichend, um die Fragen im Prüfbuch für den Fachbereich Grundwasserschutz konkret zu beantworten. Das gegenständliche Vorhaben ist bei plangemäßer Ausführung unter Berücksichtigung der im gegenständlichen Gutachten vorgesehenen zwingenden Maßnahmen aus der Sicht des Fachgebietes Grundwasserschutz als umweltverträglich zu beurteilen.

Allgemeines zu den allfällig eingesetzten Bauhilfsmitteln:

Die Kriterien für die Festlegung des Standes der Technik werden im Anhang H des Wasserrechtsgesetzes 1959 i.d.F. BGBl. I Nr. 87/2005 geregelt:

Bei der Festlegung des Standes der Technik ist unter Beachtung der sich aus einer bestimmten Maßnahme ergebenden Kosten und ihres Nutzens und des Grundsatzes der Vorsorge und der Vorbeugung im Allgemeinen wie auch im Einzelfall Folgendes zu berücksichtigen:

- Einsatz abfallärmerer Technologie;
- Einsatz weniger gefährlicher Stoffe;
- Förderung der Rückgewinnung und Verwertung der bei den einzelnen Verfahren erzeugten und verwendeten Stoffe und gegebenenfalls ihrer Abfälle;
- Fortschritte in der Technologie und in den wissenschaftlichen Erkenntnissen;
- Art, Auswirkungen und Menge der jeweiligen Emissionen;
- Zeitpunkte der Inbetriebnahme der neuen und der bestehenden Anlagen;
- Verbrauch an Rohstoffen und Art der bei den einzelnen Verfahren verwendeten Rohstoffe (einschließlich Wasser) und Energieeffizienz;
- die Notwendigkeit, die Gesamtwirkung der Emissionen und die Gefahren für die Umwelt so weit wie möglich zu vermeiden oder zu verringern;
- die Notwendigkeit, Unfällen vorzubeugen und deren Folge für die Umwelt zu verringern;
- die von der Kommission gemäß Art. 16 Absatz 2 der Richtlinie 96/61/EG über die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung oder von internationalen Organisationen veröffentlichten Informationen;

Als zwingende Maßnahmen, die erforderlich sind, um eine Grundwasserbelastung sowie eine Belastung der aus dem Tunnelbauwerk auszuleitenden Wässer und sonst zu versorgender Wässer auf ein möglichst geringes Ausmaß zu reduzieren sind daher vorzuschreiben:

- Der Einsatz von Bauhilfsstoffen ist rechtzeitig vor Verwendung derselben mit der behördlichen Bauaufsicht abzustimmen.
- Die eingesetzten Bauhilfsstoffe sind von der örtlichen Bauaufsicht listenmäßig zu erfassen.
- Sollten weniger gefährlichere – in der Praxis erprobte - Bauhilfsstoffe auf den Markt kommen, ist im Sinne des Anhanges H des Wasserrechtsgesetzes 1959 i.d.F. BGBl. I Nr. 87/2005 auf solche zurückzugreifen. Dies bedeutet in der Praxis, dass
- Nach Möglichkeit nur Bauhilfsstoffe mit einer WGK 1 eingesetzt werden sollen,
- Bauhilfsstoffe der WGK 2 dann nicht mehr eingesetzt werden sollen, wenn erprobte gleichwertige Bauhilfsstoffe der WGK 1 verfügbar sind,
- lösungsmittelhaltige Bauhilfsstoffe nach Verfügbarkeit durch lösungsmittelfreie Bauhilfsstoffe zu ersetzen sind, bzw.
- biologisch abbaubare Bauhilfsstoffe biologisch schwer oder nicht abbaubaren Bauhilfsstoffen vorzuziehen sind.
- Sämtliche Auftragnehmer sind nachweislich von diesen Vorschriften in Kenntnis zu setzen.

In diesem Zusammenhang ist jedoch darauf hinzuweisen, dass Bauhilfsstoffe zum überwiegenden Teil nur in äußerst geringen Mengen eingesetzt werden, nicht direkt mit dem Grund-/Bergwasser in Berührung kommen und nach kurzer Zeit in Wasser nicht mehr löslich sind, somit auch kein Gefährdungspotential für das Grund-/Bergwasser mehr gegeben ist.

Eine potentielle Gefährdung für das Grundwasser ist jedoch auch bei Stoffen mit WGK 1 dann gegeben, wenn durch Verschütten große Mengen des Bauhilfsstoffes frei werden und ungehindert in das Grund- oder Oberflächenwasser gelangen. In derartigen Fällen kann allerdings teilweise durch Sofortmaßnahmen (z.B. Abgraben des verunreinigten Bodens etc.) eine Wasserverunreinigung verhindert werden. Jedenfalls ist bei derartigen Vorfällen entsprechend den Angaben in den Sicherheitsdatenblättern vorzugehen und sind die zuständigen Behörden zu verständigen.

Falls Bauhilfsstoffe im Zuge der Baumaßnahme eingesetzt werden sollen, muss gewährleistet sein, dass allfällig durch Bauhilfsmittel verunreinigte Wässer nur dann in eine Vorflut eingeleitet bzw. versickert werden dürfen, wenn die Richt- bzw. Grenzwerte der maßgeblichen gesetzlichen Vorschriften eingehalten werden (i. W. Allgemeine Abwasseremissionsverordnung).

Besonderes Augenmerk ist daher auf die sachgemäße Aufbewahrung der entsprechenden Bauhilfsstoffe zu legen (Aufbewahrung nur auf befestigten Boden und / oder Tropftassen). Auch sind Maßnahmen erforderlich, die geeignet sind, dass bei unbeabsichtigtem Verschütten die jeweiligen Bauhilfsstoffe direkt in den Boden versickern können (z.B. Auffangtassen).

Besonderes zu den eingesetzten Bauhilfsstoffen:

Es dürfen bei allen Spritzbetonarbeiten nur alkalifreie Spritzbetonbeschleunigern eingesetzt werden.

Es ist Sorge zu tragen, dass das Rückprallmaterial des Spritzbetons möglichst wenig mit dem zu versorgenden Wässern in Berührung kommt. Es ist daher auf eine ausreichende und gut funktionierende Tunnelentwässerung zu achten (z.B. Abschlachten von Wasserzutritten im Vortriebsbereich und Ableiten in die Tunnelentwässerung)

Bei Kunststoffinjektionen dürfen nur solche Injektionsstoffe auf PU Basis zur Anwendung kommen, welche als Härter bzw. Beschleuniger Polyole verwenden. Amine als Beschleuniger sind nicht zugelassen. Im Übrigen sind die oben angeführten Bestimmungen „Allgemeines zu den eingesetzten Bauhilfsmitteln“ zu beachten.

Wässer, die mit einzelnen Komponenten der Kunststoffinjektionen in Berührung kommen, bzw. wo die Komponenten des Kunstharzes teilweise nicht miteinander zu einem inerten Kunststoffprodukt reagiert haben, sind gesondert aufzufangen und entsprechend zu entsorgen. Sie dürfen nicht in eine GSA eingeleitet werden.

In jenen Bereichen, wo Injektionen auf Kunststoffbasis durchgeführt werden, sind die zutretende Wässer als Teilstrom zu erfassen und gesondert über eine GSA (eigene Reinigungsstraße) abzuleiten. Können die Wässer über eine GSA nicht gesondert gereinigt werden, sind sie zu entsorgen.

Zur Früherkennung einer allfälligen Belastung von Wässern durch Bauhilfsstoffe sind die Wässer vor der GSA auf pH-Wert, Trübstoffführung und Leitfähigkeit automations-gestützt zu untersuchen und die Messergebnisse zu dokumentieren. Bei Überschreitungen der noch festzulegenden Grenzwerte ist Alarm auszulösen und die Ableitung der Wässer in die Vorflut bzw. in die GSA zu unterbinden. Beispielsweise können die alarmanlösenden Wässer so lange in ein anderes Becken geleitet werden, bis die Ursachen erkannt und behoben sind. Erst nach Behebung der Ursachen dürfen die behandelten Wässer wieder in die Vorflut eingeleitet werden. Diese Maßnahme dient daher dem Schutz des Grund- bzw. Oberflächenwasser.

Notfallmaßnahmenplanung für die Baustelleneinrichtungsflächen:

Um im Falle eines Austretens von grundwassergefährdenden Stoffen im Bereich von BE-Flächen eine Kontamination des Grundwassers zu vermeiden bzw. zu verhindern, sind einerseits bauliche und organisatorische Maßnahmen notwendig. Als bauliche Maßnahme ist beispielsweise die Befestigung jener Teile der BE-Flächen zu verstehen, auf denen mit grundwassergefährdenden Stoffen hantiert bzw. diese gelagert werden. Eine Befestigung ist von einer ordnungsgemäßen Entwässerung der Flächen zu begleiten. Die abgeführten Wässer sind vor ihrer allfälligen Versorgung (z. B. Einleitung in eine Vorflut) über einen Sandfang und Ölabscheider zu führen.

Im Sinne des Grundwasserschutzes wird folgende zwingende Maßnahme formuliert:

Im Zuge der Detailplanung ist zur Verhinderung einer Grundwasserkontamination im Bereich der Baustelleneinrichtungsflächen ein Gefahrenplan mit einem darin ausgearbeiteter Maßnahmenkatalog zu erstellen.

Beispielhaft ist der Umfang einer derartigen Planung nachstehend dargelegt.

Gefahrenplan und Maßnahmenkatalog:

Der Gefahrenplan bezieht sich auf Baubereiche und Gefahrenmomente, die im Zusammenhang mit der Beeinflussung von Oberflächen- und Grundwässern zu sehen sind. Es wird zwischen gefahreneigneten Baubereichen, gefahreneigneten Arbeiten bzw. gefahreneigneten Maßnahmen und Anlagen unterschieden. Die nachfolgenden Ausführungen sind als Gerüst für die Erstellung von Notfallmaßnahmenplänen im Zusammenhang mit dem Grundwasserschutz zu verstehen.

Gefahreneignete Baubereiche:

- Anlagen in Schon- oder Schutzgebieten
- Anlagen in Tieflage mit vermindertem Abstand zum Grundwasser

Gefahreneignete Arbeiten:

- Bagger- und Bohrarbeiten im Grundwasser (Bruch von Hydraulikleitungen etc.)
- Betonierarbeiten in Gewässernähe
- Betankung in Gewässernähe
- Betankung von Maschinen
- Sonstige Verwendung wassergefährdender Stoffe, z. B. Schalungsöl

Gefahrengeneigte Maßnahmen und Anlagen:

- Sammel- und Ableiteinrichtung von Baustellenwässern
- Absetzanlagen zur Feinstoffabtrennung
- Versickerungsanlagen
- Manipulationsanlagen
- Werkstättenbereich
- Betankungsbereiche oder Tankstellen (Baustelle und definitive Anlage)
- Löscheinsätze - Löschwasser

Art und Ursprung der Gefährdung:

Exemplarische Auflistung der potentiellen Gefahrenbereiche von denen negative Auswirkungen auf Grund- und Oberflächenwässer ausgehen können:

- Beeinträchtigung durch KW's aus
 - Betankung im Baustellenareal, z. B. ohne Auffangwanne
 - Gebrechen an Fahrzeugen und Maschinen, z. B. Dieseltanks, Schmierstoffbehälter, Bruch von Hydraulikleitungen etc.
 - Unsachgemäße Verwendung von Schalungsöl, bzw. falsches Material
- Veränderung des pH-Wertes durch Beeinflussung durch Zement und nicht ausgehärteten Beton
 - Zement ist ein alkalischer Baustoff, der solange er nicht im Beton ausgehärtet ist, zu einem starken Anstieg des pH-Wertes führt.
- Trübung, Feinstoffeintrag, Feinsediment
 - Bei Arbeiten im Grundwasser und im Niederschlagsfall kommt es auf Baustellen oft zu massivem Auftreten von Feinteilen im Wasser. Diese können bei unsachgemäßer Ableitung Grund- und Oberflächenwässer negativ beeinflussen.
- Sonstige wassergefährdende Stoffe
 - Neben den 3 hauptsächlichen wasserwirtschaftlichen Problembereichen bei Bauvorhaben gibt es eine Vielzahl weiterer wassergefährdender Stoffe, die jedoch mengenmäßig und im Umfang der Verwendung deutlich geringer ausfallen. Für all jene Stoffe stehen die Information über die Sensibilität der Baustellenlokation und der Hinweis auf eine Informationskette im Schadensfall im Vordergrund.

Information und Entscheidungskette

Ein Gefahrenplan besteht üblicherweise aus einem informellen, präventiven Teil und einem organisatorisch, maßnahmenorientierten Teil.

- Information, Prävention
 - Information der ausführenden Firma über die wasserwirtschaftlichen Sensibilitäten
 - Übergabe des Wasserrechtsbescheides mit Auflagen
 - Briefing über die wasserwirtschaftlichen Gefahrenpotentiale mit ÖBA, Bau KG, Baufirma (Bauleiter, Poliere)

- Organisation, maßnahmenorientierte Abläufe:

- Monitoring:

Betrachtung des Baustellenumfeldes und der Baustelle selbst im Hinblick auf Austritt wassergefährdender Stoffe nach Vorhandensein im Gewässer.

a) Beobachtung durch Arbeiter, Polier, ÖBA

b) Bei begründetem Verdacht auf Austritt wassergefährdender Stoffe können in Abstimmung mit der WR BA auch Online-Messungen installiert werden (z. B. in Pegeln oder Gerinnen). Damit ergibt sich die Auswertung von solchen Online-Messungen (z. B. pH-Wert, Trübe, el. Leitfähigkeit)

c) Entsprechend dem Projekts-Beweissicherungsprogramm ist ein Netz von Pegeln und Brunnen geplant, das regelmäßig quantitativ und qualitativ beprobt wird.

d) Wasserstandsmessungen in Sickeranlagen

- Alarmierungskette:

Die Information und Alarmierung bei Auftreten einer Gefährdungssituation bzw. einer Gefahr in Form einer erfolgten Verunreinigung soll nach der Kette „Erkennung (Augenschein, Messung) – Info Polier (Sofortmaßnahmen durch Personal auf der Baustelle) – Info ÖBA und WR BA (sofern behördlich vorschrieben; mit Festlegung weiterer Maßnahmen, Überprüfung von Auswirkungen und Organisation zusätzlicher Kontrollen) – Info einschlägige Landesdienststellen - Info BH, Feuerwehr, ablaufen.

Maßnahmenplan:

(I) Vorbehalten von Ölbindemitteln

(II) Vorbehalten von Ölauffangwannen

(III) Absperrbare Notfallbecken in dichter Ausführung

(IV) pH-Neutralisation vor dem Ablauf bzw. der Versickerung

(V) Leichtstoffabscheider (Ölabscheider)

(VI) Zusatzmaßnahmen zur Vorbereitung von Baustellenflächen in Entsprechung der Vorgaben aus der UVP und in Entsprechung mit den Behördenvorschreibungen wie z. B. Verbesserung des Planums im Bereich von Baustelleneinrichtungsflächen bei zu geringen Deckschichtmächtigkeiten, mit dem Ziel einer erhöhten Dichtheit bzw. Adsorptionsfähigkeit

(VII) Sanierungsmaßnahmen sind z. B. Bodenaustausch und Entsorgung von kontaminiertem Material, Sperrbrunnen und Absaugung kontaminierter Wässer mit nach geschalteter Behandlung sowie die vorübergehende Außerbetriebnahme von Brunnen

Vorbehalten von Ölbindemittel

Im Nahbereich jeder Baustelle werden mindestens 100 kg Ölbindemittel bereitgehalten, um z. B. im Gebrechensfall sofort durch Einsatz dieses Ölbindemittels Auswirkungen in den Untergrund bzw. auf das darin befindliche Grundwasser vermeiden zu können.

Vorbehalten von Ölauffangwannen:

Insbesondere für Schäden an Baugeräten (z. B. Bruch einer Hydraulikleitung) oder auch für Be-tankungsvorgänge in der Baugrube werden vorbereitete Ölauffangwannen verwendet, die unter die Gerätschaft gestellt werden können. Kleingeräte (z. B. Stromgenerator oder Kompressor) werden, wenn sie unmittelbar im Baustellenbereich aufgestellt sein müssen, in derartige Ölauffangwannen gestellt.

Absperrbare Notfallbecken in dichter Ausführung (entspricht dichtem Absetzbecken)

Bei offener Wasserhaltung oder für die Zwecke der Sickerwasserhaltung wird das Wasser von im Baugrubenbereich befindlichen Pumpensümpfen zu einem Versitzbecken gepumpt. Zwischengeschaltet wird ein dicht ausgestaltetes Notfallbecken, das im Normalfall nur durchflossen wird und das im Fall einer Kontamination des Baustellenwassers mittels Schieber verschlossen werden kann, um hier kontaminierte Wässer zwischenzuspeichern bzw. von hier aus z. B. mittels Tankfahrzeug abpumpen zu können.

pH-Neutralisation von dem Ablauf bzw. der Versickerung

Wenn Baustellenwässer, die in Kontakt mit Betonteilen und mit offenen Betonierarbeiten kommen können, einem Vorfluter oder einem Sickerbecken zugeleitet werden, wird eine Neutralisationsanlage zwischengeschaltet. Dabei wird mittels Online-Messung der pH-Wert des abzuleitenden Wassers gemessen und in Abhängigkeit dieses Wertes z. B. mittels CO₂-Dosierung neutralisiert. Dabei wird der pH-Wert in einen der Abwasseremissionsverordnung entsprechenden Bereich von 6,5 – 8,5 gebracht.

Leichtstoffabscheider

Bei Ableitung von Baustellenwässern, bei denen die Kontamination durch Mineralöle oder ähnliche Leichtstoffe möglich ist, wird ein Leichtstoffabscheider (Mineralölabscheider) gemäß ÖNORM EN 858-2, Reinigungsklasse 3, zwischengeschaltet. Damit kann sichergestellt werden, dass mögliche Verunreinigungen aus dem Baustellenbetrieb wirkungsvoll zurückgehalten werden, bevor die Wässer in einen Vorfluter oder zur Versickerung in das Grundwasser gelangen.

Dichte Ausführung des Bauplanums in Abstimmung mit Projekt und Behördenvorschreibungen:

In jenen Bereichen, wo das Baugeschehen besonders knapp über dem Grundwasser zu liegen kommt oder bei Baustelleneinrichtungsflächen mit unzureichender Deckschichtmächtigkeit sind in Abstimmung mit den Behördenauflagen Teilbereiche der Baustellenflächen entsprechend zu verbessern. Dies kann einerseits durch Schüttung von Oberboden bzw. durch den Einbau von technischen Bodenverbesserern wie z. B. Bentonitdichtungsbahnen oder auch die Verwendung von Kunststoffolien erfolgen. Im Bereich von Betonbauwerken kann die dichte Planumsschicht auch in Form einer bewehrten Sauberkeitsschicht aus Beton ausgeführt werden, womit einerseits dem Gewässerschutz gedient und andererseits ein geeignetes Planum für die weiterführenden Baumaßnahmen geschaffen werden kann. Wesentlich bei der Herstellung eines dichten Planums ist in jedem Fall die ordnungsgemäße Weiterführung und Ableitung der auf diesem Planum auftreffenden Niederschlagswässer mit einem geeigneten Behandlungs- und Verbringungsweg. Es ist darauf zu achten, dass nicht eine dichte Baugrube durch mangelhaften Abtransport der dort anfallenden Wässer ad absurdum geführt wird.

Bodenaustausch und Entsorgung von kontaminiertem Material

Im Fall des Austretens wassergefährdender Stoffe kann es im Einzelfall erforderlich sein, das kontaminierte Material so rasch als möglich zu entfernen. Der Nachweis der geordneten Entsorgung des ausgebaggerten Materials ist zu führen. Die Grenzziehung, inwieweit Material ausgetauscht werden muss, soll parallel durch Probenahme und entsprechender Analytik oder kann auch im Extremfall (KW) organoleptisch vorgenommen werden.

Sperrbrunnen und Absaugung kontaminierter Wässer mit nachgeschalteter Behandlung:

Im Extremfall kann es notwendig sein, unter Umständen auch Sperrbrunnen zum Schutz von Brunnen zu errichten. Die Herstellung derartiger Sperrbrunnen kann theoretisch in Form einer gewässerpolizeilichen Maßnahme erfolgen, die mit der Wasserrechtsbehörde kurzfristig abzustimmen ist und so kann auch die Grundinanspruchnahme nötigenfalls mit Zwangsrecht geregelt werden.

Vorübergehende Außerbetriebnahme von Brunnen:

Als Maßnahme kann dabei auch die zeitweise Stilllegung von WVA angesehen werden. Grundsätzlich ist in diesem Fall für eine entsprechende Notwasserversorgung zu sorgen.

Bei den vorgesehenen Baustelleneinrichtungsflächen sind bauliche Maßnahmen umzusetzen, beispielsweise in Form des Einbaues einer entsprechend wirksamen Oberflächenbefestigung bzw. von Oberflächenentwässerungsmaßnahmen in den Bereichen in denen grundwassergefährdende Substanzen gelagert oder mit ihnen manipuliert wird, um Schadstofffreisetzungen im Zuge der Baumaßnahmen wirksam zu verhindern. Die abgeführten Wässer sind vor ihrer allfälligen Versorgung (z. B. Einleitung in eine Vorflut) über einen Sandfang und Ölabscheider zu führen.

Außerbetriebliche Ereignisse und Profiltypenentwicklung:

In der Analyse für außerbetriebliche Ereignisse - Grundwasser (ILF) werden bahnbetriebliche Un-fallereignisse mit Konsequenzen für den qualitativen Zustand des Grundwasserkörpers untersucht. Die dargelegten Szenarien und in interdisziplinärer Zusammenarbeit abgeleiteten Ergebnisse sind aus der Sicht des Fachgebietes Grundwasserschutz plausibel und nachvollziehbar.

Da aus der Sicht des Fachgebietes Grundwasserschutz die o. a. Profiltypen einen ausreichenden Schutz gegen eine nachhaltige qualitative Beeinträchtigung des Grundwasserkörpers im Fall von außerbetrieblichen Ereignissen bieten und überdies im Normalbetrieb des Bahnverkehrs ebenso voll wirksam werden, sind die im Bericht "Risikoanalyse außerbetriebliche Ereignisse - Grundwasser (UV-BM-02; ILF, 2010) dargelegten Profiltypen baulich umzusetzen.

Grenzen des Untersuchungsraumes und Untersuchungsichte:

Die Grenzen des Untersuchungsraumes sind für das Fachgebiet Grundwasserschutz plausibel und nachvollziehbar. Die Untersuchungsichte entspricht jener von ähnlichen Projekten (HL-Strecke Westbahn, HL-Strecke Koralmbahn, HL-Strecke Brenner Basistunnel, HL-Strecke Pottendorfer Linie). In die gegenständliche UVE flossen überdies Daten aus Vorläuferprojekten (z.B. Semmering Basistunnel alt, Tunnelstrecken im Zusammenhang mit der Errichtung der S6) in die Projektbewertung ein. Insbesondere den für das Fachgebiet Grundwasserschutz hydrogeologischen Bewertungen liegen somit umfangreiche Datensammlungen zugrunde. Prognoseunsicherheiten die zu einem Planungsrisiko führen könnten sind durch zusätzliche Untersuchungen in der Detailplanung zu klären.

Allgemeine Anmerkungen zu möglichen Beeinträchtigungen des Grundwassers bzw. von Grundwassernutzungen:

Es wird darauf hingewiesen, dass im Fall von möglichen quantitativen bzw. qualitativen Beeinträchtigungen von Grundwassernutzungen primär danach zu trachten ist, alle technisch und wirtschaftlich vertretbaren Maßnahmen auszunützen, die geeignet sind, den Einfluss des Bauwerkes auf den Grund- bzw. Bergwasserkörper so gering als möglich zu halten und erst sekundär Ersatz- bzw. Kompensationsmaßnahmen (z.B. Ersatzwasser, Anschluss an eine öffentliche Wasserversorgung, finanzieller Ausgleich) zum Einsatz kommen zu lassen.

Bei einer drohenden dauerhaften Beeinträchtigung von kommunalen Wasserversorgungen ist für den Fall, dass die Minimalschüttung der allfällig betroffenen Wasserspender in etwa dem Mindestbedarf der betroffenen Kommune entspricht, bauvorausend für eine entsprechende Ersatzwasserversorgung zu sorgen.

Da eine Beeinträchtigung des Grundwasserkörpers örtlich möglich ist, wird es für notwendig gehalten eine Bauaufsicht welche die Belange des Grundwasserschutzes wahrnimmt zu bestellen.

Zur Nachvollziehbarkeit von Eingriffen in den Grundwasserkörper im Zuge des Baugeschehens ist ein Bautagebuch zu führen. Darin sind alle im Hinblick auf die Wasserhaltungsmaßnahmen relevanten Vorgänge wie Pumpungen, Absenkmaß und Wasserstände in eventuell unmittelbar beeinflussten Pegel bzw. Brunnen zu dokumentieren. Die Intensität dieses Programms hat sich nach dem Baufortschritt zu orientieren. Das Bautagebuch ist einer allfälligen behördlichen Bauaufsicht auf deren Verlangen vorzulegen.

Im Fall einer Beeinflussung von Wassernutzungen durch das gg. Bauvorhaben sind rechtzeitig und ausreichende Ersatz-, Ausgleichs- bzw. Kompensationsmaßnahmen vorzunehmen.

Allfällig vom Bauvorhaben beeinträchtigen Leitungssysteme (z.B. Wasserleitung) bzw. Drainagen sind während der Errichtungsphase und im Regelbetrieb funktionstüchtig zu halten.

Grundsätzlich gelten Bahnwässer nach der Spruchpraxis der Wasserrechtsbehörde als qualitativ vernachlässigbar gering beeinflusst. Zur Streckenerhaltung ist eine Aufwuchsbekämpfung notwendig.

In einer Stellungnahme der ÖBB-Infrastruktur Bau AG zum Herbizideinsatz (Verhandlungsschrift BMVIT GZ.: 820.164/0013-II/Sch2/2005, Groß St. Florian, am 14. Dezember 2005) wird folgendes angemerkt:

Das Vernichten von unerwünschten Pflanzen oder Pflanzenteilen sowie das Hemmen unerwünschten Wachstums von Pflanzen oder das Vorbeugen solchen Wachstums ist neben der Aufrechterhaltung der Lagestabilität der Gleise auch deshalb notwendig, um die erforderliche Sichtbarkeit der Signale zu gewährleisten.

Bei Neubaustrecken ist in den ersten Jahren kein Herbizideinsatz erforderlich. Bei stark belasteten Hauptstrecken ist das Problem des Unkrautwachses im Gleisbereich weniger stark ausgeprägt als auf wenig belasteten Nebenstrecken.

Seit 1991 werden umweltverträgliche Blattherbizide zur Aufwuchsbekämpfung im Gleisbereich eingesetzt. Da die Aufnahme von Blattherbiziden nur über grüne Pflanzenteile (Blätter, Stängel) erfolgt, werden die Herbizide selektiv nur dort aufgebracht, wo tatsächlich Unkrautbewuchs auftritt (Teilbesprengung). Bodenherbizide werden nicht eingesetzt.

Zur Aufbringung stehen Spritzzüge mit individuell regelbaren Düsen in "raindrop"-Ausführung zur Vermeidung von Spritznebelabdrift zur Verfügung. Der Einsatz erfolgt einmal im Jahr und nur auf Strecken, die mit Unkraut bewachsen sind. Bei Vollbesprengung umfasst die Spritzbreite das Schotterbett und den Randweg, im Allgemeinen werden nur die Schotterbettflanken mit dem Randweg behandelt.

Seit 2000 wird eine auf Basis von Glyphosat neu entwickelte Herbizidformulierung verwendet. Derzeit werden zwei verschiedene Produktkombinationen eingesetzt:

- Garlon 4
- Tenderultra
- Neowett

bzw.

- Glyfosultra
- Garlon 4
- Neowett

Im Bereich des ÖBB Netzes sind "Spritzpläne" erstellt, die in sensiblen Bereichen auf die Ausbringung von Herbiziden verzichten (z. B. Wasserschutzgebiete).

Zur Unkrautvernichtung mit Heißdampf wird festgestellt, dass im Zuge umfangreicher Versuche bei den ÖBB diese Vernichtungsmethode als ungeeignet erkannt wurde, da der Unkrautbewuchs in wenigen Tagen wieder den ursprünglichen Zustand erreicht und die technischen Einbauten im Gleisbereich beschädigt werden.

Aus der Sicht des SV für Grundwasserschutz ist der von der ÖBB-Infrastruktur Bau AG dargelegte Einsatz von Spritzmittel nachvollziehbar und so umweltschonend wie es die Betriebsbedingungen zulassen.

Zur Aufwuchsbekämpfung im Bereich der Freilandstrecke sind ausschließlich biologisch abbaubare Herbizide zu verwenden. Kommen neu entwickelte Mittel bzw. Methoden zur Aufwuchsbekämpfung auf den Markt, die für Boden, Grund- bzw. Berg- und Oberflächenwässer ein geringeres Gefahrenpotential aufweisen als die bis dato verwendeten Mittel, so sind diese einzusetzen, vorbehaltlich einer Genehmigung durch die Eisenbahnbehörde.

Für den Fall, dass im Zuge von Bodenaustauschmaßnahmen Sprengschutt als mögliches Austauschmaterial verwendet wird, weist der SV für Grundwasserschutz auf Folgendes hin. Bei der Verwendung von Sprengschutt als Schüttmaterial ist anzumerken, dass Sprengschutt im Abhängigkeit von den verwendeten Sprengmitteln mit grundwasserbelastenden Komponenten aus den Sprengstoffen behaftet sein kann, das sind im Wesentlichen NO₃, NO₂, NH₄ (Nitropenta, Trinitrotoluol werden in Sprengmitteln üblicherweise nicht mehr verwendet). **Die Einbaubarkeit von Schuttmaterial (z. B. für Dämme bzw. Bodenaustausch) ist im Hinblick auf den qualitativen Grundwasserschutz von der örtlichen Bauaufsicht festzustellen. Im Verdachtsfall sind Eluatuntersuchungen nach dem einschlägigen Regelwerk vorzunehmen, wobei im Fall einer Verwendung von Sprengschutt als Schuttmaterial insbesondere auch die Gehalte an Ammonium, Nitrit und Nitrat zu untersuchen sind.**

Aus diesem Grunde wird empfohlen, im Falle eines Sprengvortriebes nach Möglichkeit Emulsionssprengstoffe zu verwenden. Diese Sprengstoffe sind im Hinblick auf ihre chemische Zusammensetzung als grundwasserverträglicher zu qualifizieren. Im Übrigen wird im Hinblick auf den Umgang mit Tunnelausbruch auf die Vorgaben der Deponieverordnung (BGBl. Nr. II 39/2008) verwiesen.

Betreffend die Baustellenabwässer wird nachfolgendes angemerkt:

Die Baustellenabwässer sind vor ihrer Einleitung entsprechend zu reinigen (GSA bestehend zumindest aus Absetzbecken und Ölabscheider). Absetzbecken sind derart auszuführen, dass im Fall der Räumung des abgesetzten Gutes die Funktionstüchtigkeit aufrechterhalten wird (z. B. doppelte Ausführung).

Hinsichtlich eine allfälligen qualitativen Beeinträchtigung durch Änderung der Wassertemperaturen ist auszuführen, dass für die Bauphase entsprechende Pufferteiche im Bereich der relevanten Zwischenangriffe vorgesehen sind. Für den Normalbetrieb sind gemäß der derzeitigen Planung keine derartigen Anlagen vorgesehen.

Von einer qualitativen Beeinträchtigung von Grundwässern bzw. Quellen und Nutzungen durch Beeinflussung der Temperatur oder Mineralisation von Mischwässern, beispielsweise infolge des Entzuges der temperierten oder mineralisierten Komponente ist nach derzeitigem Kenntnisstand nicht auszugehen.

Allfällig temperierte aus dem Tunnelbauwerk auszuleitende Wässer haben vor ihrer Einleitung in eine Vorflut hinsichtlich ihrer chemisch-physikalischen Beschaffenheit dem gültigen Regelwerk zu entsprechen. D. h. den Normalbetrieb betrachtet, sollten über das im gültigen Regelwerk vorgesehene Ausmaß hinausgehende Temperaturdifferenzen zur Vorfluttemperatur auftreten ($\pm 1,5$ °C gem. AAEV), so ist durch geeignete Maßnahmen für die Einhaltung der Toleranzen gem. dem gültigen Regelwerk zu sorgen. So davon auszugehen, dass eine nachteilige qualitative Beeinflussung von Oberflächenwässern durch Änderungen der Wassertemperatur nicht erfolgt. Detailliertere Ausführungen dazu werden vom SV für Gewässerökologie getroffen.

Folgende Maßnahmen werden zur Umsetzung empfohlen:

Bis zum Einsatz einer bauvorauselenden, baubegleitenden und nachsorgenden wasserwirtschaftlichen Beweissicherung wird empfohlen die Messungen an Quellen, Brunnen, Nutzungen, Pegeln und Oberflächengewässern in repräsentativer Art weiter zu führen.

Als vertrauensbildende Maßnahme sollen die Ergebnisse aus dem quantitativen und qualitativen Beweissicherungsprogramm den Vertretern der Gemeinden auf deren Ersuchen zur Verfügung gestellt werden.

Als vertrauensbildende Maßnahme soll den Inhabern der Wasserrechte, die vom Beweissicherungsprogramm betroffen sind, auf ihr Verlangen hin die Möglichkeit eingeräumt werden, bei Messungen und Probenahmen anwesend zu sein bzw. ihnen über das Ergebnis der Messungen Auskunft zu geben.

Geologie, Hydrogeologie:

Die geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse entlang der einzelnen Trassenabschnitte sind ausführlich im Gutachten des SV für Geologie und Hydrogeologie dargestellt und beurteilt.

Zur Feststellung des Untergrundaufbaues wurden zahlreiche künstliche Aufschlüsse durchgeführt. Zur Veranschaulichung des Untergrundaufbaus wurden geologische Karten, Längenschnitte sowie Querprofile erstellt.

Für die Untersuchung der hydrogeologischen Verhältnisse wurden zu Pegeln ausgebaute Bohrungen sowie Brunnen in einer entsprechend repräsentativen Zeitspanne beobachtet und auch Spezialuntersuchungen in den Pegeln durchgeführt. In den Planbeilagen ist Lage der künstlichen Aufschlüsse und Messstellen eingetragen, sowie Wassernutzungen (auch ungenutzte Quellen) ausgewiesen. Die hydrogeologischen Verhältnisse sind textlich beschrieben. Zur Feststellung des qualitativen Ist-Zustandes des Grundwassers wurden Messdaten von Pegeln bzw. überwiegend Quellen herangezogen. Die von den Projektanten herangezogenen Methoden der Erkundung der Grundwasserqualität entsprechen dem Stand der Technik. Von einer ordnungsgemäßen Probenahme (Pegelbepumpung soweit möglich, Probenbehandlung, Probentransport) wird ausgegangen. Auch die von den Projektanten vorgelegten chemisch analytischen Messergebnisse wurden entsprechend den Verfahrensangaben nach dem Stand der Technik erzielt. Da die Betonaggressivität keine Frage der Umweltverträglichkeit ist wird darauf nicht weiter eingegangen.

Im relevanten Trassenumfeld wurde eine Erhebung von Grundwassernutzungen durchgeführt. Ebenso wurde das gg. Projektumfeld hinsichtlich vorhandener und für das Vorhaben relevanter Altlasten und Verdachtsflächen geprüft.

Die o. a. Untersuchungen sind unter Einbeziehung der zusätzlichen Informationen die sich aus den Gesprächen mit den Projektanten ergeben haben, sorgfältig dokumentiert und damit auch nachvollziehbar.

Die Methodik zur Erkundung der quantitativen Grundwasserverhältnisse bzw. Wasserhaushaltsparameter entsprechen ebenso dem Stand der Technik.

Querung von Grundwasserschon- bzw. -schutzgebieten:

Aus den Einreichunterlagen geht hervor, dass die Trasse keine Grundwasserschongebiete quert. Durch Baumaßnahmen an der Oberfläche, im Zuge der Errichtung Baustraße Steinhaus, wird lediglich das Schutzgebiet der Erzkogelquelle gequert. Die Erzkogelquelle dient der teilweisen Versorgung der Gemeinde Spital am Semmering. Im Zuge der Errichtung der Baustraße ist eine qualitative Beeinträchtigung der Quelle nicht auszuschließen. Projektgemäß ist vorgesehen, die Erzkogelquelle in dieser Zeit vom Netz zu nehmen. **Die Baustraße Steinhaus ist derart auszuführen, dass in der Betriebsphase der Baustraße eine qualitative Beeinträchtigung der Erzkogelquelle auszuschließen ist.** Überdies ist eine Ersatzwasserversorgung der Gemeinde Spital am Semmering projektgegenständig.

An wasserrechtlich ausgewiesenen Gebieten zum Schutz von Wasserversorgungsanlagen wird das Schutzgebiet einer kommunalen Trinkwasserversorgung im Abschnitt Gloggnitz-Schwarzatal gequert. Auswirkungen auf die Trinkwasser-

versorgung durch das Bauwerk werden jedoch in Übereinstimmung mit den Projektanten nicht prognostiziert. Eine entsprechende Beweissicherung ist allerdings vorzusehen.

Des Weiteren wird das Schutzgebiet der Auequellen, im Abschnitt Aue-Göstritz, gequert. Eine Beeinträchtigung der Auequellen wird prognostiziert. Die Auequellen werden jedoch nicht mehr für Trinkwasserzwecke herangezogen. Eine Beweissicherung der Quellen ist vorzusehen.

Auch die Göstritzquellen verfügen über ein Schutzgebiet. Das Einzugsgebiet der Quellen liegt im Bereich des Sonnwendsteins. Allerdings kann in Übereinstimmung mit den Projektanten eine hydraulische Verbindung des Otterstocks mit dem Sonnwendstein nicht völlig ausgeschlossen werden. Daher ist auch eine Beeinträchtigung der Göstritzquellen nicht völlig auszuschließen. Eine Beweissicherung ist vorzusehen.

In den karbonatischen Einzugsgebieten des Grasberg und Otter verfügen etliche Wasserversorgungsanlagen über Schutzgebiete. Diese werden allerdings (wie auch die Göstritzquellen) nicht direkt von der Trasse unterquert. Eine Beeinträchtigung der vorwiegend am Ostrand zu Tage tretenden Quellen wird infolge der Durchörterung der Karbonatkomplexe und der damit verbundenen Beeinflussung des Wasserhaushaltes nicht ausgeschlossen.

Rückhalte-, Versitz-, Retentionsbecken und Rückhaltekommer:

Die im Bericht EB 10-00.01 angeführten Entwässerungseinrichtungen werden, soweit es den Fachbereich Grundwasserschutz betrifft, nach dem Stand der Technik errichtet und sind geeignet den Grundwasserkörper in qualitativer Hinsicht ausreichend zu schützen.

Abschnittweise Beurteilung der Einflussnahme des Bauwerkes auf den Grundwasserkörper in quantitativer und qualitativer Sicht (Errichtungsphase und Normalbetrieb):

Die Errichtungsphase wird in weiterer Folge als Bauphase bezeichnet. Für die Objekte ist die Betrachtung eines außerbetrieblichen Ereignisses nicht maßgebend.

Freilandstrecke Gloggnitz (km 75,618 - 76,635; Tunnelportal Gloggnitz):

Die Trasse verläuft bis zum Einschnitt bei ca. Bahn-km 76,60 auf einem Damm. Der Damm liegt auf ca. 1 m mächtigen Deckschichten, unter denen bis 5,0 m mächtige quartäre grundwasserführende Kiessande in einer Mächtigkeit entwickelt sind. Darunter folgt der kristalline Untergrund mit Phylliten.

Die Dammkonstruktion bindet nicht in den Grundwasserkörper ein.

Zwischen Bahn-km 76,60 und dem Portal Gloggnitz bei Bahn-km 76,635 kann durch den Voreinschnitt bzw. der ca. 30 m langen offenen Bauweise der Grundwasserkörper freigelegt werden. Das im Bereich der Einsohle zutretende Grundwasser, sowie aus den Einschnittsböschungen zusitzende Schichtwasser ist über offene Wasserhaltung beherrschbar.

Bauphase:

Quantitative Beeinträchtigungen:

Bis ca. Bahn-km 76,60 können quantitative Beeinträchtigungen des Grundwassers ausgeschlossen werden, da das Bauwerk nicht in den Grundwasserkörper einbindet.

Im Anschluss daran bis zum bergmännischen Portal bei Bahn-km 76,665 sind geringfügige Beeinflussungen des Grundwassers durch Absenkung bis zum Sohlniveau zu erwarten. Weiträumige Auswirkungen sind dabei jedoch nicht zu erwarten.

Qualitative Beeinträchtigungen:

Die geringmächtigen Deckschichten verfügen nicht über eine ausreichende Dicht- bzw. Retentionsfunktion für allfällige Schadstoffe. Entsprechend feinkörnige Deckschichten ab einer Mindestmächtigkeit von 2,0 m würden einen ausreichenden

den Schutz bilden. Überdies ist davon auszugehen, dass diese im Zuge der Errichtung des Dammes entfernt werden müssen.

Qualitative Beeinträchtigungen des Grundwasserkörpers grundwasserstromabwärts können daher nicht generell ausgeschlossen werden. Diese Beeinträchtigungen werden sich in Zeiten einer Wasserführung auf Trübungen, möglicherweise auch kurzfristige Veränderung des Chemismus des Grundwassers in Abhängigkeit von den eingesetzten Baumaterialien bzw. Bauchemikalien im unmittelbaren Umfeld des Bauwerkes beschränken. Das Ausmaß der Beeinträchtigung kann durch die Wahl grundwasserschonender Bauhilfsstoffe und eine geordnete Baustellenentwässerung reduziert werden.

In qualitativer Hinsicht können dabei die grundwasserabströmig gelegenen Brunnen im Bereich der Fa. Huyck (FS292 a-f und FS291) betroffen sein. Eine Beweissicherung einer repräsentativen Anzahl der Brunnen ist vorzusehen.

Im Einschnittsbereich ist eine weiträumige Ausbreitung belasteter Grund- oder Schichtwässer durch den zum Einschnitt gerichteten hydraulischen Gradienten auszuschließen. Während der Bauphase können die innerhalb des Einschnittes anfallenden Wässer qualitativ belastet sein (Trübung des Schicht- bzw. Grundwassers durch Feststoffführung, pH-Wert Erhöhungen). Art und Ausmaß der zusätzlich möglichen qualitativen Beeinträchtigungen hängen von der Wahl der Baustoffe bzw. Bauhilfsstoffe ab. **Allfällige Wässer die innerhalb des Einschnittes Portal Gloggnitz anfallen und mit verunreinigten Baustellenwässern in Kontakt treten sind vor einer Einleitung in eine Vorflut oder einer Versickerung über eine GSA zu leiten.**

Nutzungen sind keine betroffen.

Normalbetrieb:

Quantitative Beeinträchtigungen:

Bis ca. km 76,60 sind quantitative Beeinträchtigungen des Grundwassers auch während des Normalbetriebes auszuschließen.

Im Voreinschnittsbereich bis zum Tunnelportal Gloggnitz bei Bahn-km 76,665 ist von einer dauerhaften, jedoch vernachlässigbar geringfügigen Absenkung des Grundwassers bis auf das Niveau der Bahngräben bzw. Tunnel drainagen auszugehen. Nutzungen sind keine betroffen.

Qualitative Beeinträchtigungen:

Eine qualitative Beeinträchtigung des Grundwassers kann daher ausgeschlossen werden. Aufgrund der konstruktiven Gestaltung des Bauwerkes sind qualitative Beeinträchtigungen sowohl für die Dammsstrecke als auch für den Einschnittsbereich im Normalbetrieb auszuschließen. Die qualitative Restbelastung wird mit "keine Auswirkungen" eingestuft.

Außerbetriebliches Ereignis:

Durch die konstruktive Ausbildung der in diesem Teilbereich zur Anwendung kommenden Regelquerschnitte A (zwischen Bahn-km 75,56 und Bahn-km 76,25; Entwässerung in Drainagen im Bahnhofsbereich), C (zwischen Bahn-km 76,25 und Bahn-km 76,49; Entwässerung in Bahngräben) sowie B (zwischen Bahn-km 76,55 und Bahn-km 76,65; Entwässerung in Bahngräben bzw. Drainagen) sowie die ergänzenden organisatorischen Maßnahmen können qualitative Belastungen des Grundwassers auch nach einem außerbetrieblichen Ereignis nahezu ausgeschlossen werden. Ein ausreichender Schutz des Grundwassers im Fall von außerbetrieblichen Ereignissen ist daher gegeben.

Die Entwässerungsmaßnahmen werden aus der Sicht des Grundwasserschutzes als ausreichend eingestuft.

Retentionsmaßnahmen Mühlhof

Nordseitig der Schwarza ist vorgesehen durch Eintiefungen (bis zu 2,0 m), Dammbauten und Überlaufbauwerke einen Retentionsraum für ein HQ100 zu schaffen. Eine entsprechende Sicherung der im Nahebereich verlaufenden Wiener Hochquellenleitung ist projektgemäß vorgesehen. Im Hochwasserfall ist davon auszugehen, dass der Schwarza begleitende Grundwasserstrom nahezu im gesamten Retentionsraum aus den Oberflächenwässern dotiert wird. Erfahrungsgemäß ist zu erwarten, dass dies beschränkt auf den Hochwasserfall auch mit qualitativen Beeinträchtigungen einhergeht. Dies stellt jedoch, den Bereich des Schwarza begleitenden Grundwasserstroms bis Gloggnitz betrachtend, keine maßgebliche Veränderung des Ist-Zustandes dar, da auch bis dato im Hochwasserfall die Oberflächenwässer den Grundwasserkörper alimentieren. Im Übrigen sind im allfällig betroffenen grundwasserabströmigen Nahbereich keine Wassernutzungen gelegen. Es ist davon auszugehen, dass die ca. 3 km abströmig gelegenen Brunnen im Bereich der Fa. Huyck von qualitativen Beeinträchtigungen durch Alimentationen im Retentionsraum Mühlhof nicht betroffen sind, da bei anzunehmenden Abstandsgeschwindigkeiten von rund 10^{-4} m/s ein ausreichend bemessener Zeitraum für die Selbstreinigung des Grundwassers im Aquifer verbleibt. Überdies ist zu erwarten, dass die geplanten Hochwasserschutzmaßnahmen dazu führen, dass bereits bis dato stattgefunden qualitative Beeinträchtigungen des Porengrundwasserkörpers im Hochwasserfall, durch den verbesserten Hochwasserabfluss reduziert werden.

Wannenbauwerk Unterwerk Gloggnitz (Objekt GLO.MA02)

Die orographisch links der Schwarza situierte Wanne bindet auf die gesamte Bauwerkslänge von 107,8 m in die grundwasserführenden Kiessande ein. Der Grundwasserabstrom verläuft in etwa parallel zur Schwarza und somit auch etwa parallel zum Wannenbauwerk. Da unter der Wannenunterkante nahezu kein freier Durchflussquerschnitt mehr besteht, ist projektgemäß vorgesehen, einen hydraulisch durchlässigen Kieskörper unter der Wanne zur Aufrechterhaltung der Grundwasserkommunikation zu schütten. Es wird davon ausgegangen, dass das zu schüttende Material das Grundwasser qualitativ nicht beeinträchtigt.

Zur Beherrschung des Wasserandranges ist eine dichte Baugrubensicherung in Form einer Spundwand mit ausreichender Einbindung in den Fels und eine offene Wasserhaltung durch Pumpensümpfe vorgesehen.

Bauphase:

Quantitative Beeinträchtigungen:

Aufgrund der Einbindung des Bauwerks auf seine gesamte Länge in den Grundwasserkörper, sind Grundwasserabsenkungs- und Wasserhaltungsmaßnahmen erforderlich. Eine quantitative Beeinflussung des Grundwasserkörpers ist daher zu erwarten. Durch abschnittsweise Errichtung der Spundkästen lassen sich die Beeinträchtigungen auf das unmittelbare Umfeld der Baugrube beschränken. Eine repräsentative Beweissicherung der abströmig gelegenen Brunnen im Bereich der Fa. Huyck ist vorzusehen.

Qualitative Beeinträchtigungen:

Qualitative Beeinträchtigungen des Grundwasserkörpers grundwasserstromabwärts können im Falle einer wasserdichten Spundwandumschließung generell ausgeschlossen werden. **Allfällige Restwässer die innerhalb des Spundwandkastens zur Errichtung des Wannenbauwerkes Unterwerk Gloggnitz anfallen und mit verunreinigten Baustellenwässern in Kontakt treten, sind vor einer Einleitung in eine Vorflut oder einer Versickerung über eine Gewässer-schutzanlage zu leiten.** Kurzfristige Trübungen des Grundwassers in der Phase der Spundwanderrichtung sind nicht völlig auszuschließen.

Eine repräsentative Beweissicherung der abströmig gelegenen Brunnen im Bereich der Fa. Huyck ist dennoch vorzusehen.

Normalbetrieb:Quantitative Beeinträchtigungen:

Um Staueffekte durch mangelnden Durchfluss unter der Wannenunterkante Unterwerk Gloggnitz und dadurch resultierende oberflächige Vernässungen hintanzuhalten, ist die Mächtigkeit der Filterschicht unterhalb der Fundamentunterkante ausreichend zu bemessen.

Bei ausreichender Bemessung sind keine großräumig über das Wannengebäude hinausgehenden quantitativen Beeinträchtigungen zu erwarten.

Qualitative Beeinträchtigungen:

Durch die konstruktive Gestaltung des Wannengebäudes werden qualitative Beeinträchtigungen des Grundwassers ausgeschlossen.

Unterwerk Gloggnitz**Bauphase**Quantitative Beeinträchtigung:

Infolge von zumindest bei Grundwasserhöchstständen notwendigen Wasserhaltungsmaßnahmen (Gebäudeunterkanten binden bei GW-Niveaus vermutlich in den Grundwasserkörper ein) sind geringe Grundwasserabsenkungen im unmittelbaren Umfeld des Gebäudes zu erwarten.

Qualitative Beeinträchtigungen:

Während der Bauphase können im Zuge des Anstiebes Grundwasser qualitativ belastet sein (Trübung des Schicht- bzw. Grundwassers durch Feststoffführung, pH-Wert Erhöhungen). Art und Ausmaß der zusätzlich möglichen qualitativen Beeinträchtigungen hängen von der Wahl der Baustoffe bzw. Bauhilfsstoffe ab. **Allfällige Wässer die innerhalb der Baumaßnahme Unterwerk Gloggnitz anfallen und mit verunreinigten Baustellenwässern in Kontakt treten sind vor einer Einleitung in eine Vorflut oder einer Versickerung über eine GSA zu leiten.**

Eine repräsentative Beweissicherung der abströmig gelegenen Brunnen im Bereich der Fa. Huyck ist vorzusehen.

NormalbetriebQuantitative Beeinträchtigungen:

Anstauereffekte oberstromig des Gebäudes können ausgeschlossen, wenn unter der Gebäudeunterkante und dem Stauer ein ausreichender Durchfluss gewährleistet ist. **Die diesbezüglichen geologisch-hydrogeologischen Gegebenheiten im Umfeld des Unterwerkes Gloggnitz sind im Zuge der Detailplanung näher zu erkunden. Die Bemessung der allenfalls notwendigen Filterschicht ist an die örtlichen hydrogeologischen Verhältnisse anzupassen.**

Qualitative Beeinträchtigungen:

Durch die konstruktive Gestaltung des Gebäudes werden qualitative Beeinträchtigungen des Grundwassers ausgeschlossen.

Straßenbrücke (Huyckstraße):

Die Fundamentunterkanten des Gebäudes liegen in etwa auf dem gleichen Niveau wie jene der in der Nähe liegenden Wannengebäude. Zur Beherrschung des Wasserandrangs ist eine dichte Baugrubensicherung in Form einer Spundwand mit ausreichender Einbindung in den Fels und eine offene Wasserhaltung durch Pumpensämpfe vorgesehen.

Bauphase:Quantitative Beeinträchtigungen:

Aufgrund der geringen Ausdehnung der Brückenfundamente sind keine zusätzlichen Beeinträchtigungen zu jenen die im Zuge der Errichtung der Wannenbauwerke prognostiziert werden, zu erwarten. Eine repräsentative Beweissicherung der abströmig gelegenen Brunnen im Bereich der Fa. Huyck ist vorzusehen.

Qualitative Beeinträchtigungen:

Qualitative Beeinträchtigungen des Grundwasserkörpers grundwasserstromabwärts können im Falle einer wasserdichten Spundwandumschließung generell ausgeschlossen werden. **Allfällige Restwässer die innerhalb des Spundwandkastens für die Errichtung der "Straßenbrücke Huyck" anfallen und mit verunreinigten Baustellenwässern in Kontakt treten, sind vor einer Einleitung in eine Vorflut oder einer Versickerung über eine Gewässerschutzanlage zu leiten.** Kurzfristige Trübungen des Grundwassers in der Phase der Spundwanderrichtung sind nicht völlig auszuschließen.

Eine repräsentative Beweissicherung der abströmig gelegenen Brunnen im Bereich der Fa. Huyck ist dennoch vorzusehen.

Normalbetrieb:Quantitative Beeinträchtigungen:

Aufgrund der geringen Ausdehnung der Brückenfundamente sind keine zusätzlichen Beeinträchtigungen zu jenen die im Zuge der Errichtung der Wannenbauwerke prognostiziert werden, zu erwarten.

Qualitative Beeinträchtigungen:

Durch die konstruktive Gestaltung des Wannenbauwerkes werden qualitative Beeinträchtigungen des Grundwassers ausgeschlossen.

Baustelleneinrichtungsfläche Gloggnitz:

Die Baustelleneinrichtungsfläche liegt im Bereich geringmächtiger Deckschichten, unter denen quartäre Kiessande folgen.

Bauphase:Quantitative Beeinträchtigungen:

Eine quantitative Beeinträchtigung des Grundwasserabstromes ist bei ordnungsgemäßer Ausführung nicht zu erwarten.

Qualitative Beeinträchtigungen:

Bei der Detailplanung der Baustelleneinrichtungsfläche Gloggnitz ist darauf Bedacht zu nehmen, dass in Zeiten von Grundwasserhöchstständen im Zuge der Erdarbeiten der Grundwasserkörper nicht freigelegt wird. Während der Erd- bzw. Bauarbeiten sind qualitative Beeinträchtigungen (Trübungen, pH-Wert-Erhöhungen) des Grundwasserkörpers zu erwarten. Art und Ausmaß der zusätzlich möglichen qualitativen Beeinträchtigungen hängen von der Wahl der Baustoffe bzw. Bauhilfsstoffe ab.

Im Übrigen wird auf die zwingenden Maßnahmen hingewiesen, die bei den allgemeinen Ausführungen zu den Baustelleneinrichtungsflächen getroffen wurden (bauliche Maßnahmen wie z. B. Oberflächenbefestigung in jenen Bereichen wo mit grundwassergefährdenden Substanzen hantiert wird bzw. diese gelagert werden, geordnete Entwässerung, Notfallmaßnahmenplanung).

Normalbetrieb:

Nach Beendigung der Bauphase wird die BE-Fläche wieder rückgebaut, sodass weder quantitative noch qualitative Beeinträchtigungen zu erwarten sind.

Rückhaltebecken und Versitzbecken:**Bauphase:**Quantitative Beeinträchtigungen:

Es ist nicht auszuschließen, dass bei Grundwasserhöchstständen das Beckentiefste in den Grundwasserkörper einbindet. Für diesen Fall sind Wasserhaltungsmaßnahmen notwendig. Eine geringräumige quantitative Beeinträchtigung des Grundwasserkörpers ist für diesen Fall zu erwarten. Eine Beweissicherung der abstromig gelegenen Brunnen im Bereich der Fa. Huyck ist vorzusehen.

Qualitative Beeinträchtigungen:

Im Zuge der Aushubarbeiten können qualitative Beeinträchtigungen des Grundwassers in Form von Trübungen und allfällige Beeinträchtigung des pH-Wertes nicht ausgeschlossen werden. Art und Ausmaß der zusätzlich möglichen qualitativen Beeinträchtigungen hängen von der Wahl der Baustoffe bzw. Bauhilfsstoffe ab. Die anfallenden Wässer sind daher vor Einleitung in eine Vorflut oder allfälliger Versickerung durch eine entsprechende Gewässerschutzanlage zu reinigen.

Normalbetrieb:Quantitative Beeinträchtigungen:

Für den Fall von Grundwasserhöchstständen ist für einen ausreichenden Grundwasserdurchflussquerschnitt unterhalb der dichten Beckensohle zu sorgen. Dadurch ist ein Anstauereffekt hintanzuhalten. Im Bereich des Versitzbeckens ist ein Dotierschacht zur Flutung bei hohen Grundwasserständen vorgesehen.

Qualitative Beeinträchtigungen:

Qualitative Beeinträchtigungen sind im Normalbetrieb durch die konstruktive Gestaltung des Bauwerkes auszuschließen.

Wannenbauwerk Landesstraße L27:

Orographisch rechts der Schwarza gelegen ist die über die gesamte Bauwerkslänge (252 m) in die grundwasserführenden Kiese einbindende Wanne gelegen. Unterhalb der Fundamentunterkante wird der freie Durchflussquerschnitt eingengt. Die Grundwasserströmungsrichtung verläuft in etwa parallel zum Wannenbauwerk. Zur Beherrschung des Wasserandranges ist eine dichte Baugrubensicherung in Form einer Spundwand mit ausreichender Einbindung in den Fels und eine offene Wasserhaltung durch Pumpensämpfe vorgesehen.

Bauphase:Quantitative Beeinträchtigungen:

Aufgrund der Einbindung des Bauwerks auf seine gesamte Länge in den Grundwasserkörper, sind Grundwasserabsenkungs- und Wasserhaltungsmaßnahmen erforderlich. Eine quantitative Beeinflussung des Grundwasserkörpers ist daher zu erwarten. Durch abschnittsweise Errichtung der Spundkästen lassen sich die Beeinträchtigungen auf das unmittelbare Umfeld der Baugrube beschränken. Im unmittelbaren Einflussbereich sind keine Grundwassernutzungen vorhanden. Die weiter südlich gelegene Quelle FS288 ist nicht an den Schwarza begleitenden Grundwasserkörper gebunden.

Qualitative Beeinträchtigungen:

Qualitative Beeinträchtigungen des Grundwasserkörpers grundwasserstromabwärts können im Falle einer wasserdichten Spundwandumschließung generell ausgeschlossen werden. **Allfällige Restwässer die innerhalb des Spundwandkastens für die Errichtung des Wannebauwerkes L27 anfallen und mit verunreinigten Baustellenwässern in Kontakt treten, sind vor einer Einleitung in eine Vorflut oder einer Versickerung über eine Gewässerschutzanlage zu leiten.** Kurzfristige Trübungen des Grundwassers in der Phase der Spundwanderrichtung sind nicht völlig auszuschließen.

Normalbetrieb:Quantitative Beeinträchtigungen:

Anstauereffekte oberstromig des Bauwerkes können ausgeschlossen, wenn unter der Bauwerksunterkante und dem Stauer ein ausreichender Durchfluss gewährleistet ist. **Die diesbezüglichen geologisch-hydrogeologischen Gegebenheiten im Umfeld des Wannebauwerkes L27 sind im Zuge der Detailplanung näher zu erkunden. Die Bemessung der allenfalls notwendigen Filterschicht ist an die örtlichen hydrogeologischen Verhältnisse anzupassen. Dabei sind auch allfällig zusitzende Hangwässer zu beachten.**

Qualitative Beeinträchtigungen:

Durch die konstruktive Gestaltung des Wannebauwerkes werden qualitative Beeinträchtigungen des Grundwassers ausgeschlossen.

Tunnelabschnitt:

Es wird darauf hingewiesen, dass qualitative Beeinträchtigungen auf den Bergwasserkörper, aufgrund der wasserundurchlässigen Konstruktion und des Tunneldrainagesystems auch für den Fall eines außerbetrieblichen Ereignisses im Normalbetrieb ausgeschlossen werden. Im Weiteren wird auf qualitative Beeinträchtigungen im Normalbetrieb nicht weiter eingegangen.

Portal Gloggnitz bis Teilraum Aue-Göstritz:

Der gegenständlich beurteilte Abschnitt umfasst die Gebirgsbereiche 1-5.

Bauphase:Quantitative Beeinträchtigungen:

Die Angaben der Projektanten wonach Veränderungen des Bergwasserhaushaltes innerhalb der gering bis sehr gering durchlässigen Gesteine der Grauwackenzone, die zu Veränderungen an der Geländeoberfläche führen, nicht zu erwarten sind, ist plausibel und nachvollziehbar. Überdies ist zwischen dem Bergwasserspiegel und der Geländeoberfläche noch eine ungesättigte Zone zwischen geschaltet. Eine Auswirkung auf Nutzungen wird demnach nicht prognostiziert. Dennoch ist eine repräsentative Auswahl an Nutzungen in das Beweissicherungsprogramm zu integrieren.

Qualitative Beeinträchtigungen:

Während der Bauphase können qualitative Beeinträchtigungen des Bergwassers ausgeschlossen werden, da durch den zur Tunnelröhre gerichteten hydraulischen Gradienten eine Ausbreitung belasteter Bauwässer hintangehalten wird. Art und Ausmaß dieser Belastung hängt von der Wahl der eingesetzten Bauhilfsstoffe ab. Es wird darauf hingewiesen, dass nur grundwasserschonende Bauhilfsstoffe zum Einsatz gelangen dürfen. Die mit dem vermengten Prozesswasser (Bohrwässer etc.) abzuleitenden Wässer sind in Abhängigkeit von den eingesetzten Bauhilfsstoffen belastet und über eine Gewässerschutzanlage zu führen. Auf die diesbezüglichen o.a. allgemeinen Ausführungen und damit verbundenen zwingenden Maßnahmen wird hingewiesen.

Normalbetrieb:Quantitative Beeinträchtigungen:

Dauerhafte Auswirkungen bis an die Geländeoberfläche können ausgeschlossen werden.

Talquerung Auebach (inkl. Talhof-Aue-Störung und Semmering-Kristallinspan):

Der gegenständlich beurteilte Abschnitt umfasst die Gebirgsbereiche 6 und 7.

Die von den Projektanten getroffenen Angaben über die hydrogeologischen Verhältnisse sind plausibel und nachvollziehbar. Im Querungsbereich beträgt die Überlagerung im Minimum rund 35 m. In Bohrungen wurde ein geringmächtiger (max. 5 m) Grundwasserkörper in den ca. 6-12 m mächtigen Talalluvionen nachgewiesen. Auf eine mögliche Sulfatgesteinsführung innerhalb der zu durchörternden Abfolge der Tattermannschuppte deuten die Bohrergebnisse hin. Nicht auszuschließen ist das Antreffen von eingeschuppten, wasserführenden Karbonatlinsen. Die Einschätzung der Gebirgsdurchlässigkeit durch die Projektanten als „generell schlecht, lokal begrenzt gut“ ist nachvollziehbar. Für den Fall der Durchörterung von Karbonaten ist mit erhöhter Wasserwegigkeit zu rechnen.

Offensichtlich gibt es auf Basis der bisherigen Untersuchungen keinen Hinweis auf einen Wasserschwind im Auebach im Querungsbereich, was auf entsprechende Infiltrationsmöglichkeiten in den Untergrund z.B. durch Lösungshohlräume innerhalb von Sulfat- oder Karbonatgesteinen hindeuten würde. Eine Kommunikation des Auebachs begleitenden Grundwasserstroms mit dem tiefer gelegenen Bergwasserkörper wäre in diesem Fall ebenso gegeben.

Bauphase:Quantitative Beeinträchtigungen:

In Übereinstimmung mit den Projektanten wird nicht ausgeschlossen werden, dass die im Querungsbereich der Tunnelröhren gelegenen Quellen dann beeinträchtigt werden können, wenn Bergwasser über das Trennflächensystem (insbesondere in Karbonatgesteinen) der Tunnelröhre zuströmt. Davon allfällig betroffen sind die Quellen FS703 (Nutzwasser, Viehtränke), FS704 (Trinkwasser), FS705 (Trinkwasser) sowie FS097 (Auequelle-West, derzeit ungenutzt) und FS098 (Auequelle-Ost, derzeit ungenutzt). **Eine Beweissicherung der Quellen ist vorzusehen. Im Falle einer tatsächlichen Beeinträchtigung sind entsprechende Ersatz-, Ausgleichs- bzw. Kompensationsmaßnahmen umzusetzen.**

Im Zuge der weiteren Planung ist der Querungsbereich Auebach hinsichtlich allfälliger Kommunikationsmöglichkeiten des Auebach begleitenden Grundwasserstroms bzw. des Auebaches selbst, mit dem tieferen Bergwasserkörper detaillierter zu erkunden. Für den Fall, dass eine derartige Kommunikation nicht ausgeschlossen werden kann, sind entsprechende grundwasserrückhaltende Maßnahmen einzuplanen, die in Abhängigkeit von den geotechnischen Möglichkeiten vorausseilend der Querung des betroffenen Bereiches auszuführen sind.

Qualitative Beeinträchtigungen:

Während der Bauphase können qualitative Beeinträchtigungen des Bergwassers ausgeschlossen werden, da durch den zur Tunnelröhre gerichteten hydraulischen Gradienten eine Ausbreitung belasteter Bauwässer hintangehalten wird. Art und Ausmaß dieser Belastung hängt von der Wahl der eingesetzten Bauhilfsstoffe ab. Es wird darauf hingewiesen, dass nur grundwasserschonende Bauhilfsstoffe zum Einsatz gelangen dürfen. Die mit dem vermengten Prozesswasser (Bohrwässer etc.) abzuleitenden Wässer sind in Abhängigkeit von den eingesetzten Bauhilfsstoffen belastet und über eine Gewässerschutzanlage zu führen. Auf die diesbezüglichen o.a. allgemeinen Ausführungen und damit verbundenen zwingenden Maßnahmen wird hingewiesen.

Normalbetrieb:Quantitative Beeinträchtigungen:

Dauerhafte Auswirkungen auf die bei der Beurteilung der Bauphase angeführten Nutzungen sind nicht auszuschließen. Das Ausmaß ist auch von allfällig zu ergreifenden Bergwasserretentionsmaßnahmen abhängig. Eine baunacheilende Beweissicherung der Nutzungen ist vorzusehen.

Teilraum Aue-Göstritz:

Der gegenständlich beurteilte Abschnitt umfasst die Gebirgsbereiche 8, 9 und 10, wobei die Karbonatgesteine wie auch Rauhacken der Grasbergschuppe, Phyllite bis Glimmerschiefer und Störungsgesteine der Grasbergstörung und Keuperfolgen zu durchörteren sind.

Für die Durchörterung Karbonate des Grasbergzuges sind im Hinblick auf eine Minimierung der Beeinträchtigung des Bergwasserkörpers, sowie aus vortriebstechnischen Gründen vorausseilende Erkundungsmaßnahmen erforderlich. Durch geeignete, von den Tunnelplanern vorgesehene bauliche Maßnahmen (vorausseilende Injektionen) können die zutretenden Wassermengen merklich reduziert werden. Dennoch sind durch Wasserzutritte in die Tunnelröhren Auswirkungen auf den Bergwasserkörper, Quellaustritte und letztlich auch Oberflächengewässer zu erwarten.

Entsprechende zwingende Maßnahmen werden vom SV für Geologie und Hydrogeologie vorgesehen.

Die Ausführungen der Projektanten, wonach der Bergwasserspiegel bereits derzeit über weite Strecken deutlich unter der Geländeoberkante liegt, sind plausibel und nachvollziehbar. Die Wasserversorgung der Vegetationsdecke wird somit weitgehend über die ungesättigte Zone gesteuert. Quellen treten wie die hydrogeologische Karte der Einreichunterlagen sowie auch die stichprobenartig durchgeführten Geländebefahrungen des SV für Grundwasserschutz zeigen, am Kontakt zu stauenden bzw. relativ stauenden Gesteinen zu Tage.

Unterschiedliche Austrittsniveaus und auch hydrochemische bzw. isopenhydrologische Ergebnisse deuten in Übereinstimmung mit den Projektanten auf das Vorhandensein von getrennten hydrogeologischen Kompartimenten hin. Inwieweit diese Kompartimente hydraulisch von einander getrennt sind, lässt sich auf Basis des derzeitigen Kenntnisstandes nicht aussagen. Bei einer vollständigen hydraulischen Trennung wären hydrogeologische Kompartimente die nicht von den Tunnelröhren durchörtert werden, auch nicht von einer Absenkung des Bergwasserspiegels betroffen.

Bauphase:Quantitative Beeinträchtigungen:

In Übereinstimmung mit den Projektanten wird erwartet, dass die im Einflussbereich der Tunnelröhren gelegenen Quellen innerhalb dieses Gebirgsbereiches insbesondere dann beeinträchtigt werden können, wenn Bergwässer über das Trennflächensystem (insbesondere in das Karstsystem der Karbonatgesteine) der Tunnelröhre ungehindert zuströmen. Das von den Tunnelplanern vorgelegte Konzept ist zur Erkennung bzw. Reduktion von Wasserzutritten in die Tunnelröhren tauglich. **Es wird darauf hingewiesen, dass das Konzept zwingend umzusetzen ist.**

Davon betroffene Wassernutzungen sind jene, die am Nordrand des Grasbergzuges liegen (FS095, FS097), sowie die am östlichen Rand gelegenen Duftquellen (FS102, FS103, FS104, FS106), der von den Duftquellen gespeiste Kaltenbach wie auch die Hasiberhofquelle (FS101).

Auch eine Beeinträchtigung der Palkaquelle (FS092), die für die teilweise Versorgung von Gloggnitz dient (Konsensmenge 30 l/s), ist in Übereinstimmung mit den Projektanten nicht völlig auszuschließen. Wenngleich nach dem derzeitigen Kenntnisstand (hydrochemische und isopenhydrologische Untersuchungen) die Wässer die bei der Palkaquelle zu Tage treten, ihr Einzugsgebiet im Bereich der Adlitzgräben haben. Dennoch kann eine hydrogeologische Verbindung zu den Karbonaten des Grasbergzuges nicht völlig ausgeschlossen werden. Im Zuge der Befahrung des gg. Bereiches wurde mit den Projektanten erörtert, dass derzeit nicht sämtliche Wasseraustritte gefasst sind Projektgemäß ist eine entsprechende Ersatzwasserversorgung von Gloggnitz, über einen Anschluss an die Wiener Hochquellenleitung, vorge-

sehen. **Die technischen Voraussetzungen der Ersatzwasserversorgung von Gloggnitz aus der Wiener Hochquellenleitung sind zwingend vor Baubeginn zu klären, sodass im Fall einer tatsächlichen Beeinträchtigung die projektgemäß vorgesehene Ersatzmaßnahme rasch umgesetzt werden kann.** Für den unwahrscheinlichen Fall einer dauerhaften Beeinträchtigung bieten sich die wasserführenden Karbonate im Bereich der Adlitzgräben für eine langfristige Wasserversorgung der Stadtgemeinde Gloggnitz an.

In Übereinstimmung mit den Projektanten werden Auswirkungen auf genutzte oberflächennahe Grundwasserkörper bei der Durchörterung des Gesteine des Grasberg-Schlagl-Störungssystems, wegen der geringen bis sehr geringen Durchlässigkeit dieser Lithologien nicht erwartet.

Qualitative Beeinträchtigungen:

Während der Bauphase können qualitative Beeinträchtigungen des Bergwassers ausgeschlossen werden, da durch den zur Tunnelröhre gerichteten hydraulischen Gradienten eine Ausbreitung belasteter Bauwässer hintangehalten wird. Art und Ausmaß dieser Belastung hängt von der Wahl der eingesetzten Bauhilfsstoffe ab. Es wird darauf hingewiesen, dass nur grundwasserschonende Bauhilfsstoffe zum Einsatz gelangen dürfen. Die mit dem vermengten Prozesswasser (Bohrwässer etc.) abzuleitenden Wässer sind in Abhängigkeit von den eingesetzten Bauhilfsstoffen belastet und über eine Gewässerschutzanlage zu führen. Auf die diesbezüglichen o.a. allgemeinen Ausführungen und damit verbundenen zwingenden Maßnahmen wird hingewiesen.

Normalbetrieb:

Quantitative Beeinträchtigungen:

Die während der Bauphase auftretenden möglichen Beeinträchtigungen gelten auch für die Betriebsphase. Das Ausmaß ist auch von allfällig zu ergreifenden Bergwasserretentionsmaßnahmen abhängig. Aus Erfahrung mit anderen Tunnelobjekten ist davon auszugehen, dass der Bergwasserkörper im Regelbetrieb sukzessive aufspiegelt, sodass eine allmähliche Reduzierung von quantitativen Auswirkungen zu vermuten ist.

Zwischenangriff Göstritz:

Die Baumaßnahmen im Bereich des Zwischenangriffs Göstritz bestehen aus der Errichtung und Betrieb eines Zugangstollens, einer Schachtkopfkaverne, zweier Schächte und einer Baustelleneinrichtungsfläche.

In der rund 5 m mächtigen Lockergesteinsüberlagerung im Portalbereich des Zugangstollens sind unergiebiges Hangwasser zu erwarten. Über den gesamten restlichen Abschnitt des Zugangstollens werden nach Angabe der Projektanten Gesteine des „Keuperzuges“ und des „Alpinen Verrucano“ angetroffen (Serizitphyllite und Serizitschiefer, die teilweise gipsführend und teilweise quarzgeröllführend sind; untergeordnet treten auch Tonschiefer („Rhätschiefer“), Kalke („Rhätkalk“) und Quarzite auf; Sulfatgesteine sind als einzelne cm- bis dm-starke Lagen vorrangig im Serizitphyllit bzw. Serizitschiefer eingeschaltet; örtlich treten bis über 10 m starke Gipszüge mit geringfügigen Anhydritanteilen auf). Bei der Auffahrung der Schächte werden ebenso Gesteine des Keupers bzw. Alpinen Verrucano durchörtert.

Nach den von den Projektanten durchgeführten Untersuchungen sind im zu durchörternden Gebirge sehr schwache Gebirgsdurchlässigkeiten zu erwarten. Auszuleitende Wässer werden infolge der vorhandenen Anteile von gipshaltigen Gesteinen erhöhte Sulfatgehalte aufweisen.

Bauphase:

Quantitative Beeinträchtigungen:

Die Quellen dieses Gebietes sind durchwegs an oberflächennahe, lokal begrenzte Grundwasserkörper gebunden, die keine Verbindung zur Tiefenlage der Stollentrasse oder des Schachtes aufweisen. Hydrogeologische Auswirkungen an der Geländeoberfläche sind daher nicht zu erwarten.

Die geplante Baustelleneinrichtungsfläche liegt allerdings im Nahebereich der Nutzung FS076, deren Einzugsgebiet von der Baumaßnahme tangiert wird. Eine Beeinträchtigung der Nutzung FS076, die für Trinkwasserzwecke genutzt, wird ist nicht auszuschließen. Eine Beweissicherung sowie allfällige Ersatz-, Kompensations- bzw. Ausgleichsmaßnahmen sind vorzusehen.

Qualitative Beeinträchtigungen:

Während der Bauphase können qualitative Beeinträchtigungen des Bergwassers ausgeschlossen werden, da durch den zur Tunnelröhre gerichteten hydraulischen Gradienten eine Ausbreitung belasteter Bauwässer hintangehalten wird. Art und Ausmaß dieser Belastung hängt von der Wahl der eingesetzten Bauhilfsstoffe ab. Es wird darauf hingewiesen, dass nur grundwasserschonende Bauhilfsstoffe zum Einsatz gelangen dürfen. Die mit dem vermengten Prozesswasser (Bohrwässer etc.) abzuleitenden Wässer sind in Abhängigkeit von den eingesetzten Bauhilfsstoffen belastet und über eine Gewässerschutzanlage zu führen. Auf die dies-bezüglichen o.a. allgemeinen Ausführungen und damit verbundenen zwingenden Maßnahmen wird hingewiesen.

Die Trinkwassernutzung FS076 ist infolge einer möglichen qualitativen Beeinträchtigung von Hangwässern im Bereich der geplanten Baustelleneinrichtungsfläche gefährdet. Eine Beweissicherung sowie allfällige Ersatz-, Kompensations- bzw. Ausgleichsmaßnahmen sind vorzusehen. Auf die bereits beschriebenen zwingenden Maßnahmen im Zusammenhang der Errichtung und des Betriebes von Baustelleneinrichtungsflächen wird hingewiesen.

Normalbetrieb:

Quantitative Beeinträchtigungen:

Nach Fertigstellung der Bauwerke und Rückbau der Baustelleneinrichtungsfläche sind keine Auswirkungen auf den Berg- bzw. Grundwasserhaushalt sowie auf Nutzungen zu erwarten.

Teilraum Otterstock:

Der gegenständlich beurteilte Abschnitt umfasst die Gebirgsbereiche 11 und 12 sowie 13, 14 und 15.

Die Angaben der Projektanten zur hydrogeologischen Situation sind plausibel und nachvollziehbar (Trennung in nördlichen, weniger ergiebigen Bergwasserkörper in Dolomiten und Rauhwacken der Reichenhall Formation und einen südlichen, ergiebigen Bergwasserkörper in Dolomiten bis dolomitischen Kalken). Der südliche Abschnitt führt durch die die Otterbasis Süd aufbauenden Gesteine des Alpenen Verrucano, die schwache bis sehr schwache Durchlässigkeiten aufweisen. Dies gilt auch für den Übergangsbereich Wechselschiefer und Permomesozoikum sowie die südlich anschließenden Wechselschiefer.

Für die Durchörterung Karbonate des Otters sind im Hinblick auf eine Minimierung der Beeinträchtigung des Bergwasserkörpers, sowie aus vortriebstechnischen Gründen vorausseilende Erkundungsmaßnahmen erforderlich. Durch geeignete, von den Tunnelplanern vorgesehene bauliche Maßnahmen (vorausseilende Injektionen) können die zutretenden Wassermengen merklich reduziert werden. Dennoch sind durch Wasserzutritte in die Tunnelröhren Auswirkungen auf den Bergwasserkörper, Quellaustritte und letztlich auch Oberflächengewässer zu erwarten.

Entsprechende zwingende Maßnahmen werden vom SV für Geologie und Hydrogeologie vorgesehen.

Die Ausführungen der Projektanten, wonach der Bergwasserspiegel bereits derzeit über weite Strecken deutlich unter der Geländeoberkante liegt, sind plausibel und nachvollziehbar. Die Wasserversorgung der Vegetationsdecke wird somit weitgehend über die ungesättigte Zone gesteuert. Quellen treten wie die hydrogeologische Karte der Einreichunterlagen sowie auch die stichprobenartig durchgeführten Geländebefahrungen des SV für Grundwasserschutz zeigen, am Kontakt zu stauenden bzw. relativ stauenden Gesteinen zu Tage.

Bauphase:Quantitative Beeinträchtigungen:

Gemäß Ausführungen der Projektanten konnten dem nördlichen Bergwasserkörper keine Quellen zugeordnet werden. Demnach sind auch keine Auswirkungen auf Nutzungen in diesem nördlichen Bergwasserkörper zu erwarten. Die hydrogeologische Situation der Quellen um Schlagl ist im Zuge der weiteren Planung im Detail zu betrachten.

In Übereinstimmung mit den Projektanten wird erwartet, dass die im Einflussbereich der Tunnelröhren gelegenen Quellen innerhalb dieses Gebirgsbereiches insbesondere dann beeinträchtigt werden können, wenn Bergwässer über das Trennflächensystem (insbesondere in das Karstsystem der Karbonatgesteine) der Tunnelröhre ungehindert zuströmen. Das von den Tunnelplanern vorgelegte Konzept ist zur Erkennung bzw. Reduktion von Wasserzutritten in die Tunnelröhren tauglich. **Es wird darauf hingewiesen, dass das Konzept zwingend umzusetzen ist.**

In Übereinstimmung mit den Projektanten sind Auswirkungen auf die Quellaustritte insbesondere an der Ost- und Südseite des Otterstockes zu erwarten. Davon betroffene Wassernutzungen sind die Gemeindequellen von Otterthal (FS121 und FS124), die ungenutzte Quelle Brandstatt (FS123), die Quelle FS144, die Quellen am Ursprung des Otterthaler Baches (FS136, FS137, FS138), in weiterer Folge der Otterthaler Bach, der durch die vorangeführten Quellen gespeist wird, sowie die vom Otterthaler Bach gespeisten Fischteiche (Feuchtenhofer und Hübner; FS146, FS143). **Eine allfällige Beeinträchtigung der ungenutzten Quelle FS146 sowie der Quelle FS147 wie auch der Quelle FS122 ist im Zuge der weiteren Untersuchungen zu prüfen.**

Auswirkungen auf die Fuchsgrabenquellen (FS300) und in weiterer Folge auf den von diesen Quellen gespeisten Fuchsgrabenbach und in weiterer Folge auf die bachabwärts gelegenen Nutzungen (FS332 - Nutzwasser Vollnhofer und Strass und FS395 - Nutzwasser für Fischteiche Piringen) sind ebenso möglich. Im Zuge eigener Erhebungen des SV für Grundwasserschutz wurde festgestellt, dass die Fassung für die Gemeindeversorgung von Raach lediglich einen Teil der Quellaustritte erfasst. Die Konsensmenge für die Gemeindeversorgung beträgt 4 l/s. Überdies wurde festgestellt, dass neben den Liegenschaften Vollnhofer und Strass offenbar auch andere Liegenschaften den Fuchsgrabenbach als Viehtränke nutzen. Die Konsensmenge die für Versorgung der Fischteiche Piringen dem Fuchsgrabenbach (i.e. Sonnleitnbach) entnommen werden darf beträgt 15 l/s.

Es wird darauf hingewiesen, dass die bauvorseilende Herstellung einer Ersatzwasserversorgung für die Gemeinden Otterthal und Raach projektgegenständig ist. Aus der Fassung der Bauernwiesquelle, die für die Versorgung der Gemeinde Kirchberg dient, wird über eine Ersatzwasserleitung eine ausreichende Menge an Trinkwasser für die Gemeinden Otterthal und Raach zur Verfügung gestellt.

In Übereinstimmung mit den Projektanten ist auch eine hydraulische Verbindung bis in den Bereich Sonnwendstein in westliche Richtung nicht völlig auszuschließen. Daher ist eine Beeinträchtigung der Göstritzquellen (541, 542), die für die teilweise Versorgung von Schottwien (Konsensmenge 3,5 l/s) dienen, ebenso nicht auszuschließen. Überwasser der Göstritzquellen bzw. die ungenutzte Quelle (im Besitz der Gemeinde Semmering) werden auch von privaten Berechtigten genutzt.

Eine Beweissicherung der allfällig betroffenen Nutzungen ist vorzusehen.

Für den Bereich der Durchörterung der Otterbasis Süd, des Übergangsbereiches Wechselschiefer - Permomesozoikum sowie der Wechselschiefer selbst werden aufgrund der schwachen bis sehr schwachen Durchlässigkeit der vorhandenen Lithologien keine Auswirkungen auf Wassernutzungen an der Oberfläche erwartet.

Qualitative Beeinträchtigungen:

Während der Bauphase können qualitative Beeinträchtigungen des Bergwassers ausgeschlossen werden, da durch den zur Tunnelröhre gerichteten hydraulischen Gradienten eine Ausbreitung belasteter Bauwässer hintangehalten wird. Art und Ausmaß dieser Belastung hängt von der Wahl der eingesetzten Bauhilfsstoffe ab. Es wird darauf hingewiesen, dass

nur grundwasserschonende Bauhilfsstoffe zum Einsatz gelangen dürfen. Die mit dem vermengten Prozesswasser (Bohrwässer etc.) abzuleitenden Wässer sind in Abhängigkeit von den eingesetzten Bauhilfsstoffen belastet und über eine Gewässerschutzanlage zu führen. Auf die dies-bezüglichen o.a. allgemeinen Ausführungen und damit verbundenen zwingenden Maßnahmen wird hingewiesen.

Normalbetrieb:Quantitative Beeinträchtigungen:

Die während der Bauphase auftretenden möglichen Beeinträchtigungen gelten auch für die Betriebsphase. Das Ausmaß ist auch von allfällig zu ergreifenden Bergwasserretentionsmaßnahmen abhängig. Aus Erfahrung mit anderen Tunnelobjekten ist davon auszugehen, dass der Bergwasserkörper im Regelbetrieb sukzessive aufspiegelt, sodass eine allmähliche Reduzierung von quantitativen Auswirkungen zu vermuten ist.

Eine entsprechende baunacheilende Beweissicherung der allfällig betroffenen Nutzungen ist vorzusehen.

Teilraum Trattenbach:

Der gegenständlich beurteilte Abschnitt umfasst die Gebirgsbereiche 16, 17 und 18.

Die gesamte Abflusscharakteristik im gg. Abschnitt (wie im gesamten Kristallin-Bereich) zeigt, dass die zahlreich vorhandenen Quellen aus oberflächennahen Grundwasserkörpern gespeist werden.

Bauphase:Quantitative Beeinträchtigungen:

In Übereinstimmung mit den Projektanten wird die Durchörterung der sehr schwach durchlässigen Wechschelschiefer bzw. Wechselgneise mit keinen Auswirkungen auf lokal genutzte oberflächennahe Wasserkörper verbunden sein. **Dennoch ist im Sinne einer Streitvermeidung und als vertrauensbildende Maßnahme eine Beweissicherung an einer repräsentativen Anzahl von Quellen vorzunehmen.**

Qualitative Beeinträchtigungen:

Während der Bauphase können qualitative Beeinträchtigungen des Bergwassers ausgeschlossen werden, da durch den zur Tunnelröhre gerichteten hydraulischen Gradienten eine Ausbreitung belasteter Bauwässer hintangehalten wird. Art und Ausmaß dieser Belastung hängt von der Wahl der eingesetzten Bauhilfsstoffe ab. Es wird darauf hingewiesen, dass nur grundwasserschonende Bauhilfsstoffe zum Einsatz gelangen dürfen. Die mit dem vermengten Prozesswasser (Bohrwässer etc.) abzuleitenden Wässer sind in Abhängigkeit von den eingesetzten Bauhilfsstoffen belastet und über eine Gewässerschutzanlage zu führen. Auf die dies-bezüglichen o.a. allgemeinen Ausführungen und damit verbundenen zwingenden Maßnahmen wird hingewiesen.

Normalbetrieb:Quantitative Beeinträchtigungen:

Nach Fertigstellung der Tunnelröhren sind keine Auswirkungen auf den Berg- bzw. Grundwasserhaushalt sowie auf oberflächige Wassernutzungen zu erwarten.

Baulüftungsschacht Trattenbach:

Der geplante Baulüftungsschacht wird in den obersten Metern durch grundwasserführende Lockergesteine geführt. Darunter folgen schwach bis sehr schwach durchlässige Wechschelschiefer- bzw. gneise.

Bauphase:Quantitative Beeinträchtigungen:

In Übereinstimmung mit den Projektanten ist eine Beeinträchtigung des oberflächennahen Grundwasserkörper in den Lockergesteinen im Zuge der Errichtung des Bauwerkes zu erwarten. **Längere Beeinträchtigungen (Auffahrung der tieferen Teile und Betriebsphase des Schachtes) des Grundwasserkörpers im Bereich des Schachtkopfes Bau-
lüftungsschacht Trattenbach sind durch eine wasserundurchlässige Ausführung des Schachtkopfes zu verhindern. Dabei ist auf eine ausreichende Umströmungsmöglichkeit des Porengrundwassers (z.B. durch Einbau einer Filterkiesschicht) zu achten.**

Wassernutzungen sind davon nicht betroffen.

Qualitative Beeinträchtigungen:

Während der Herstellung des Schachtkopfes sind qualitative Beeinträchtigungen des abströmenden Grundwassers in den Lockergesteinen Form von Trübungen und allfällige Beeinträchtigung des pH-Wertes bzw. einer qualitativen Belastung in Abhängigkeit von den eingesetzten Bau- bzw. Bauhilfsstoffen zu erwarten. Art und Ausmaß der zusätzlich möglichen qualitativen Beeinträchtigungen hängen von der Wahl der Baustoffe bzw. Bauhilfsstoffe ab.

Eine entsprechende Beweissicherung von abstromig gelegenen Nutzungen (z.B. FS401 bzw. eine Gerinnesstelle) ist vorzusehen.

Normalbetrieb:Quantitative Beeinträchtigungen:

Nach Fertigstellung des Tunnels wird der Schacht verfüllt. Wenn eine Umströmung des wasserdichte Schachtkopfes weiterhin gewährleistet ist, sind auch nach Verfüllung des Schachtes keine quantitativen Auswirkungen auf den Grundwasserkörper zu erwarten.

Qualitative Beeinträchtigungen:

Da auf Grund der Bauwerkskonzeption kein grundwassergefährdendes Potential gegeben ist, werden qualitative Beeinträchtigung im Normalbetrieb ausgeschlossen werden.

Teilraum Fröschnitzgraben:

Der gegenständlich beurteilte Abschnitt umfasst die Gebirgsbereiche 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25 und Teile des Gebirgsbereich 26.

Der Zwischenangriff Fröschnitzgraben, die zugehörigen Baustelleneinrichtungsflächen, die Nothaltestelle, die Deponie Longsgraben liegen im gg. Teilraum, diese Baumaßnahmen werden jedoch gesondert beurteilt.

Bauphase:Quantitative Beeinträchtigungen:

Innerhalb der Wechselgneise wie auch der Wechselschiefer ist mit schwachen bis sehr schwachen Gebirgsdurchlässigkeiten zu rechnen. Auswirkungen auf oberflächennahe Grundwasserkörper und auf Wassernutzungen werden in Übereinstimmung mit den Projektanten in diesen Gebirgsbereichen nicht erwartet. Im Sinne einer Streitvermeidung und als vertrauensbildende Maßnahme ist dennoch eine repräsentative Anzahl an Nutzungen/Quellen beweiszusichern.

In Übereinstimmung mit den Projektanten sind im Bereich der Deckengrenze im Fröschnitzgraben aufgrund höherer Durchlässigkeiten bzw. besserer Wasserwegigkeiten im Bereich der hier eingeschuppten Karbonate, Quarzite und Störungsgesteine lokale Beeinträchtigungen des Bergwasserkörpers und allfälligen Auswirkungen bis an die Oberflächen nicht auszuschließen. Das Ausmaß dieser möglichen Beeinträchtigung ist in Übereinstimmung mit den Projektanten davon

abhängig, ob weitreichende hydraulische Verbindungen entlang der wasserwegigen Gesteinsserien bestehen, oder diese als (hydraulisch) isolierte Schollen vorliegen. Im Fall des Vorliegens von guten hydraulischen Verbindungen ist auch eine geringe Infiltration der Frörschnitz in den Untergrund im betroffenen Bereich sowie eine Verminderung des Abflusses der Frörschnitz vorstellbar.

An allfällig betroffenen Nutzungen sind die Quellen 463 (Trinkwasser Gasthof Postl), die Quelle JRN465 (Trink- und Nutzwasser Spreitzhofer), die ungefassten und derzeit ungenutzten Quellen JRN464, die gefasste Quelle JRN483 (für die Speisung von Fischteichen herangezogen) und die gefasste, derzeit aufgrund der Baufähigkeit der Fassung ungenutzte Quelle JRN484.

Eine entsprechende Beweissicherung der betroffenen Nutzungen bzw. Quellen ist vorzusehen. Im Fall einer tatsächlichen Beeinträchtigung sind Ersatz-, Ausgleichs- bzw. Kompensationsmaßnahmen umzusetzen.

In den weiter westlich zu durchörternden Lithologien des gg. Abschnittes sind schwache bis sehr schwache Gebirgsdurchlässigkeiten zu erwarten, die lokal störungsbedingt höhere Durchlässigkeiten aufweisen können. Dennoch sind auch infolge der hohen Überlagerungshöhen keine Auswirkungen auf oberflächennahe Grundwasserkörper zu erwarten. Auch in diesem Bereich zeigt die Abflusscharakteristik sowie hydrochemischen und isopenhydrologischen Untersuchungen dass die Quellen aus oberflächennahen Grundwasserkörpern gespeist werden.

Zwischenangriff Frörschnitzgraben:

Die Baumaßnahmen beim Zwischenangriff bestehen aus der Errichtung und dem Betrieb von 2 Schächten sowie einer Baustelleneinrichtungsfläche. Die Schächte werden oberflächennah in der potentiell wasserführenden Lockergesteinsüberdeckung und anschließend in schwach bis sehr schwach durchlässigem Gebirge abgeteuft. Örtlich sind höhere Durchlässigkeiten wahrscheinlich. Sämtliche Baumaßnahmen bis auf einen Schacht werden nach Beendigung der Bauphase rückgebaut.

Bauphase:

Quantitative Beeinträchtigungen:

In Übereinstimmung mit den Projektanten ist eine Beeinträchtigung des oberflächennahen Grundwasserkörper in den Lockergesteinen im Zuge der Errichtung der Schächte zu erwarten. **Längere Beeinträchtigungen (Auffahrung der tieferen Teile und Betriebsphase des Schachtes) des Grundwasserkörpers im Bereich Schachtköpfe Frörschnitzgraben sind durch eine wasserundurchlässige Ausführung des Schachtkopfes zu verhindern. Dabei ist auf eine ausreichende Umströmungsmöglichkeit des Porengrundwassers (z.B. durch Einbau einer Filterkies-schicht) zu achten.**

Nutzungen im abstromigen Porenaquifer sind nicht bekannt.

In Übereinstimmung mit den Projektanten wird im Zuge der Errichtung der Baustelleneinrichtungsfläche in den oberflächennahen Abflussbereich von Hangwässern eingegriffen. Davon ist die Quelle JRN628 betroffen. Die durch die Quelle versorgte Liegenschaft wird nach Angaben der Projektanten abgelöst. Eine Beweissicherung der Quelle ist vorzusehen.

Qualitative Beeinträchtigungen:

Während der Herstellung der Schachtköpfe sind qualitative Beeinträchtigungen des abströmenden Grundwassers in den Lockergesteinen Form von Trübungen und allfällige Beeinträchtigung des pH-Wertes bzw. einer qualitativen Belastung in Abhängigkeit von den eingesetzten Bau- bzw. Bauhilfsstoffen zu erwarten. Art und Ausmaß der zusätzlich möglichen qualitativen Beeinträchtigungen hängen von der Wahl der Baustoffe bzw. Bauhilfsstoffe ab. Es wird darauf hingewiesen, dass nur grundwasserschonende Bauhilfsstoffe zum Einsatz gelangen dürfen. Die mit dem vermengten Prozesswasser (Bohrwässer etc.) abzuleitenden Wässer sind in Abhängigkeit von den eingesetzten Bauhilfsstoffen belastet und über eine Gewässerschutzanlage zu führen. Auf die diesbezüglichen o.a. allgemeinen Ausführungen und damit verbundenen zwingenden Maßnahmen wird hingewiesen.

Nutzungen im abstromigen Porenaquifer sind nicht bekannt. Allerdings ist eine qualitative Beeinträchtigung der Fröschnitz infolge der Alimentation aus den Porengrundwässern denkbar. **Daher ist eine entsprechende Beweissicherung in Form einer Gerinnemesstelle an der Fröschnitz vorzusehen.**

Durch Errichtung der Baustelleneinrichtungsfläche ist die Nutzung JRN628 auch in qualitativer Hinsicht betroffen. Eine qualitative Beweissicherung ist vorzusehen. Auf die diesbezüglichen o.a. allgemeinen Ausführungen und damit verbundenen zwingenden Maßnahmen wird hingewiesen.

Ausgehend von der Baustelleneinrichtungsfläche ist vorgesehen, über eine Bandförderung Deponiegut zur Deponie Longsgraben zu transportieren. Im Zuge der Errichtung der Förderanlage sowie im Betrieb sind insbesondere die Quelle JRN475 (im Bereich der BE-Fläche gelegen), unter Umständen die Quelle JRN473, sowie die Quellen JRN463 (Trinkwasserversorgung), JRN464 (derzeit ungefasst), JRN465 (Trinkwasserversorgung) in qualitativer Hinsicht betroffen. In Übereinstimmung mit den Projektanten wird darauf hingewiesen, dass insbesondere im Umgang mit Betriebsmitteln wegen der Möglichkeit einer potentiellen Grund- bzw. Oberflächenwassergefährdung Umsicht geboten ist. Die diesbezüglichen o.a. allgemeinen Ausführungen zu Baustoffen und Bauhilfsstoffen und damit verbundenen zwingenden Maßnahmen gelten sinngemäß.

Eine Beweissicherung der allfällig betroffenen Quellen ist vorzusehen. Im Zuge der qualitativen Messungen an der vorzusehenden Gerinnemesstelle an der Fröschnitz ist darauf zu achten, dass der Parameter aliphatische Kohlenwasserstoffe jedenfalls miterfasst wird.

Normalbetrieb:

Quantitative Beeinträchtigungen:

Nach Fertigstellung des Schachtes und dem Rückbau des Schachtes I sind, wenn eine Umströmung des verbleibenden wasserdichten Schachtkopfes weiterhin gewährleistet ist, keine quantitativen Auswirkungen auf den Grundwasserkörper zu erwarten.

Der tiefergelegene Bergwasserkörper ist durch das Bauwerk auch nach Verfüllung des Schachtes I nicht weiter beeinträchtigt.

Qualitative Beeinträchtigungen:

Da auf Grund der Bauwerkskonzeption kein grundwassergefährdendes Potential gegeben ist, werden qualitative Beeinträchtigung im Normalbetrieb ausgeschlossen werden.

Deponie Longsgraben:

Der Untergrund des aus 2 Kompartimenten bestehenden Deponiebereiches wird von Gesteinen des Semmering-Kristallins aufgebaut. Die Lockergesteinsüberdeckung des Felsuntergrundes besteht, auf Basis der bisherigen Erkundungen, vor allem aus wenigen Metern mächtigen Hangschuttsedimenten. Das Grabentiefste wird aus mehreren Metern mächtigen Wildbachsedimenten aufgebaut. Im Bereich des Bachverlaufes ist von der Existenz eines Porenaquifers auszugehen.

Auf Basis der künstlichen Aufschlüsse kann davon ausgegangen werden, dass der Festgesteinsuntergrund unterhalb der Verwitterungszone weitgehend gering bis mäßig geklüftet vorliegt und in Oberflächennähe bis in eine Tiefe von rd. 10 bis 15 m auf Grund von Verwitterungsprozessen und Gefügauflockerungsphänomenen stärker zerlegt ist.

im gesamten Deponiebereich sind keine gefassten, sondern nur derzeit ungefasste Quellen existent. Es gibt Vernässungszonen. An Oberflächengewässer fließen der Hauptbach sowie temporär wasserführende Nebenzubringer. Im Zuge der Schüttung des Deponiegutes ist die Verlegung des Baches vorgesehen.

Insbesondere an der orographisch linken Seite auf Niveau des Baches bzw. knapp darüber sind Vernässungszonen und Hangwasseraustritte zu beobachten.

Eine entsprechende Drainagierung der Aufstandsfläche sowie ordnungsgemäße Ableitung der Oberflächenwässer ist projektgemäß vorgesehen.

Im talwärtigen Bereich ist das mit einer Oberflächenabdeckung (wasserdurchlässig) versehene Kompartiment der Bodenaushubdeponie gelegen. Davon durch einen Damm getrennt ist im hangwärtigen Teil, das mit einer künstlichen Barriere und einer Deponiebasisabdichtung sowie einer Sickerwassererfassung und einer Oberflächenabdichtung (sehr schwach wasserdurchlässig) versehene Kompartiment der Baurestmassendeponie gelegen.

Bauphase:

Quantitative Beeinträchtigungen:

Im Zuge der Errichtung der Deponieaufstandsfläche werden die Oberflächenabflussverhältnisse verändert. Eine Reihe von ungefassten Quellen liegen im Bereich der Aufstandsfläche. **Sämtliche Quellen im Deponieaufstandsbereich Longsgraben sind ordnungsgemäß zu fassen und geordnet abzuleiten. Sämtliche Vernässungen sind ordnungsgemäß zu drainagieren. Eine geeignete Ableitung von außerhalb der Aufstandsfläche existenten Quellen die oberstromig der Deponie gelegen sind, ist vorzusehen.** Mit diesen Maßnahmen sollen in erster Linie bautechnische Probleme (Rutschungsgefährdung infolge einer Wassersättigung von Material an der Basis) verhindert werden.

Die kontrollierte Ableitung bzw. die Verlegung des Longsgrabenbaches führt zu einer lokalen Veränderung des oberflächennahen Grundwasserabflusses. Die Wässer werden allerdings nach der Ableitungsstrecke erneut dem gleichen hydrologischen Bachregime zugeführt, sodass zu erwarten ist, dass sich bezogen auf das gesamte Einzugsgebiet der Wasserhaushalt quantitativ in Summe nicht verändert.

Qualitative Beeinträchtigungen:

Während der Freilegung des Deponieareales sowie der Errichtung der Baustraße Deponie Longsgraben können durch die Erdarbeiten Trübungen des oberflächennahen Grundwasserstroms bzw. des abfließenden Oberflächenwassers nicht ausgeschlossen werden. Infolge des Selbstreinigungseffektes des Aquifers ist von keinen weiträumigen Auswirkungen auszugehen. Nutzungen sind davon nicht betroffen.

Dennoch ist eine qualitative Beweissicherung zweckmäßigerweise als Gerinnestelle vorzusehen.

Normalbetrieb sowie „Schüttphase“:

Quantitative Beeinträchtigungen:

Quantitative Beeinträchtigungen werden während der Schüttphase bei korrekter Fassung der Wasseraustritte sowie Vernässungen nicht erwartet.

Qualitative Beeinträchtigungen:

Qualitative Beeinträchtigungen des Grundwassers in Form von Trübungen können während der Schüttphase im Bereich des Bodenaushubkompartiments nicht gänzlich ausgeschlossen werden. Im Bereich der Baurestmassendeponie sind qualitative Beeinträchtigungen des Grundwasserkörpers aufgrund des konstruktiven Aufbaus der Deponie auszuschließen.

Nach Beendigung der Schüttphase können im Normalbetrieb der Bahn qualitative Auswirkungen auf das Grundwasser durch die konstruktive Gestaltung der Deponie ausgeschlossen werden.

Dennoch ist eine qualitative Beweissicherung zweckmäßigerweise als Gerinnestelle vorzusehen.

Baustraße Steinhaus:

Durch die Anlage und den Betrieb der Baustraße Steinhaus, die als Transportweg für die Bautätigkeit im Fröschnitzgraben genutzt wird, führt durch Teile des Einzugsgebietes und die Schutzzone II der Erzkogelquelle (JRN933), die der Trinkwasserversorgung der Gemeinde Spital am Semmering dient.

Bauphase:Quantitative Beeinträchtigungen:

Die ausführlichen Darlegungen der Projektanten belegen, dass eine quantitative Beeinträchtigung des Einzugsgebietes der Erzkogelquelle durch die gg. Baumaßnahme auszuschließen ist (Baumaßnahmen im Bereich der ungesättigten Zone).

Qualitative Beeinträchtigungen:

Im Zuge der Errichtung der Baustraße sind qualitative Beeinträchtigungen der Erzkogelquelle (JRN933) nicht auszuschließen. Projektgemäß ist vorgesehen, die Quelle im Zeitraum der Errichtung der Straße vom Netz zu nehmen. Das Überwasser der Erzkogelquelle wird in Fischteiche (JRN1264) an der orographisch linken Seite der Fröschnitz eingeleitet. Diese sind von der Baumaßnahme ebenso betroffen. Eine Beweissicherung der Erzkogelquelle ist vorzusehen. Eine Ersatzwasserversorgung von Spital am Semmering ist projektgemäß bereits vorgesehen.

Ebenso potentiell beeinträchtigt ist die derzeit ungenutzte und ungenutzte Quelle JRN1086, deren Beweissicherung ebenso vorzunehmen ist.

Von den Projektanten wurden eine Reihe von Maßnahmen empfohlen, die aus der Sicht des SV für Grundwasserschutz umzusetzen sind. Es sind dies im Einzelnen:

- **Herstellung einer dichten Fahrbahn**
- **Im Bereich der Querung der Karbonatgesteine sind Oberflächenentwässerungen an der Baustraße derart zu verlegen, dass sämtliche anfallende Niederschlagswässer auf der Straße sicher aus dem Einzugsgebiet der Erzkogelquelle abgeleitet werden können.**
- **Im unmittelbaren Bereich oberhalb der Quelfassung sind Absturzsicherungen anzubringen, die ein Abstürzen von Fahrzeugen in den Bereich der Schutzzone I, verbunden mit einem allfälligen austreten von Schadstoffen, verhindern.**
- **Gefahrguttransporte dürfen nicht über die Baustraße Steinhaus geführt werden.**
- **regelmäßige Beweissicherung der Erzkogelquelle und chemische Analyse der relevanten Parameter (z.B. Summe KW)**

Normalbetrieb:

Im Regelbetrieb der Bahn sind *quantitative Beeinträchtigungen* auszuschließen und auch *qualitative Beeinträchtigungen* der Erzkogelquelle nicht zu erwarten.

Teilraum Grautschenhof inkl. Zwischenangriff Grautschenhof:

Der gegenständlich beurteilte Abschnitt umfasst die Gebirgsbereiche 27, 28 und Teile des Gebirgsbereiches 26.

Die Glimmerschiefer des Semmering-Kristallin-Komplexes weisen schwache bis sehr schwache Durchlässigkeiten auf. Die weiter westlich folgenden Grobgneise zeigen höhere Durchlässigkeiten (bis ca. 10^{-5} m/s, i.e. durchlässig). In Übereinstimmung mit den Projektanten ist aufgrund der Erkundung mit einer Wasserführung in den Grobgneisen (Gebirgsbereich 27) gebunden an Klüftzonen bzw. durchlässige Störungszonen zu rechnen. Plausibel und nachvollziehbar sind auch Ausführungen der Projektanten, wonach die hangendsten Festgesteinsbereiche durch Verwitterung und störungsbedingter Auflockerung lokal höhere Wasserwegigkeiten aufweisen als die tieferen Gebirgsteile.

Die minimale Überlagerung im Querungsbereich des Fröschnitztales beträgt ca. 80 m, wovon etwa 6-12 m auf grundwasserführende quartäre Alluvionen fallen (mit kf-Werten von ca. 4×10^{-5} m/s als durchlässig zu bezeichnen).

Die Baumaßnahmen beim Zwischenangriff Grautschenhof bestehen aus der Errichtung und Betrieb eines Zugangsstollens sowie einer Baustelleneinrichtungsfläche.

Bauphase:Quantitative Beeinträchtigungen:

In Übereinstimmung mit den Projektanten ist nicht auszuschließen, dass die im Einflussbereich der Tunnelröhren gelegenen Quellen dann beeinträchtigt werden können, wenn Bergwässer über das Trennflächensystem der Tunnelröhre zuströmen.

In Übereinstimmung mit den Projektanten sind aufgrund der hydrogeologischen Gegebenheiten (Ausrichtung der Störungszonen) Auswirkungen insbesondere im Bereich des Sommeraugrabens, westlich davon und im Einflussbereich des Zugangsstollens auf Quellen möglich.

Im Einzelnen betroffen sind zumindest die ungefasste Quelle JRN1187, die Quelle JRN1139 (Trink- und Nutzwasserversorgung), JRN1114 (Trink- und Nutzwasser), JRN1111 (ungefasst), JRN1109 (Trink- und Nutzwasser), Z23 (Nutzwasser), Z24 (Trink- und Nutzwasser), JRN1122 (Nutzwasser), 513 (Trinkwasser), 513a (Trinkwasser), 513b (Trinkwasser), JRN1262 (ungefasst), Z25b (gefasst, derzeit ungenutzt; allfällig von den Schachtbaumaßnahmen baulich betroffen), Z25a (gefasst, derzeit ungenutzt). Trotz höherer Überlagerungshöhe ist eine Beeinträchtigung der Nutzung JRN1186 nicht völlig auszuschließen.

Eine Beweissicherung der allfällig betroffenen Nutzungen ist vorzusehen.

Im Fall des Vorhandenseins einer Kommunikation zwischen Frörschnitz begleitenden Porenaquifer und dem darunter liegenden Bergwasserkörper kann es auch zu einem teilweisen Versitzen des Porengrundwasserkörpers in den Untergrund kommen. Bei einer fehlenden oder imperfekten Kolmatierung des Bettes der Frörschnitz ist auch eine Infiltration des Oberflächengewässers theoretisch möglich.

Im Zuge der weiteren Planung ist der gg. Querungsbereich hinsichtlich allfälliger Kommunikationsmöglichkeiten des Frörschnitz begleitenden Grundwasserstroms bzw. der Frörschnitz selbst, mit dem tieferen Bergwasserkörper detaillierter zu erkunden. Für den Fall, dass eine derartige Kommunikation nicht ausgeschlossen werden kann, sind entsprechende grundwasserrückhaltende Maßnahmen einzuplanen, die in Abhängigkeit von den geotechnischen Möglichkeiten vorseilend der Querung des betroffenen Bereiches auszuführen sind.

Qualitative Beeinträchtigungen:

Während der Bauphase können im Fall der Auffahrung der Tunnelröhren und des Zugangsstollens qualitative Beeinträchtigungen des Bergwassers ausgeschlossen werden, da durch den zur Tunnelröhre gerichteten hydraulischen Gradienten eine Ausbreitung belasteter Bauwässer hintangehalten wird. Art und Ausmaß dieser Belastung hängt von der Wahl der eingesetzten Bauhilfsstoffe ab. Es wird darauf hingewiesen, dass nur grundwasserschonende Bauhilfsstoffe zum Einsatz gelangen dürfen. Die mit dem vermengten Prozesswasser (Bohrwässer etc.) abzuleitenden Wässer sind in Abhängigkeit von den eingesetzten Bauhilfsstoffen belastet und über eine Gewässerschutzanlage zu führen. Auf die diesbezüglichen o.a. allgemeinen Ausführungen und damit verbundenen zwingenden Maßnahmen wird hingewiesen.

Im Portalbereich des Zugangsstollens sind geringfügige qualitative Beeinträchtigungen des oberflächennahen Grundwasserkörpers in Form von Trübungen und allfällige chemische Beeinträchtigungen in Abhängigkeit von den eingesetzten Bau- und Bauhilfsstoffen (z.B pH-Wert Erhöhungen) nicht auszuschließen. Auf die Notwendigkeit einer geordneten Entwässerung wurde bereits hingewiesen. Weiträumige Auswirkungen sind überdies aufgrund des Selbstreinigungseffektes des Aquifers nicht zu erwarten. Es wird davon ausgegangen, dass der Versatz des Zugangsstollens im Zuge des Rückbaus mit grundwasserverträglichen Material erfolgt.

Hinsichtlich der Baustelleneinrichtungsfläche wird auf die diesbezüglichen o.a. allgemeinen Ausführungen und damit verbundenen zwingenden Maßnahmen wird hingewiesen.

Normalbetrieb:Quantitative Beeinträchtigungen:

Die während der Bauphase auftretenden nicht auszuschließenden Beeinträchtigungen gelten auch für die Betriebsphase. Aus Erfahrung mit anderen Tunnelobjekten ist davon auszugehen, dass der Bergwasserkörper im Regelbetrieb sukzessive aufspiegelt, sodass eine allmähliche Reduzierung von quantitativen Auswirkungen zu vermuten ist.

Allerdings ist vorgesehen, dass der Zugangstollen nach Beendigung der Bauarbeiten wieder rückgebaut (Verfüllung) wird. Sodass in Abhängigkeit vom Ausmaß einer zukünftigen Drainagewirkung des Zugangstollens, Der Bergwasserkörper im Einflussbereich des Zugangstollens schnell wieder aufspiegelt und die im Einflussbereich des Zugangstollens betroffenen Quellen nicht mehr beeinträchtigt sind.

Eine entsprechende baunacheilende Beweissicherung der allfällig betroffenen Nutzungen ist vorzusehen.

Baulüftungsschacht Sommerau:

Der Schachtkopf ist im Bereich der grundwasserführenden Alluvionen gelegen. Darunter folgen Kluftwasser führende Grobneise, die im oberflächennahen Bereich stärker verwittert sind.

Bauphase:Quantitative Beeinträchtigungen:

In Übereinstimmung mit den Projektanten ist eine Beeinträchtigung des oberflächennahen Grundwasserkörper in den Lockergesteinen im Zuge der Errichtung des Bauwerkes zu erwarten. **Beeinträchtigungen sind durch eine wasserundurchlässige Ausführung des Schachtkopfes Baulüftungsschacht Sommerau zu verhindern. Dabei ist auf eine ausreichende Umströmungsmöglichkeit des Porengrundwassers (z.B. durch Einbau einer Filterkiesschicht) zu achten.**

Wassernutzungen im Porenaquifer sind nicht bekannt.

Qualitative Beeinträchtigungen:

Während der Herstellung des Schachtkopfes sind qualitative Beeinträchtigungen des abströmenden Grundwassers in den Lockergesteinen Form von Trübungen und allfällige Beeinträchtigung des pH-Wertes bzw. einer qualitativen Belastung in Abhängigkeit von den eingesetzten Bau- bzw. Bauhilfsstoffen zu erwarten. Art und Ausmaß der zusätzlich möglichen qualitativen Beeinträchtigungen hängen von der Wahl der Baustoffe bzw. Bauhilfsstoffe ab.

Wassernutzungen im Porenaquifer sind nicht bekannt. Weiträumige Auswirkungen sind überdies aufgrund des Selbstreinigungseffektes des Aquifers nicht zu erwarten.

Normalbetrieb:Quantitative Beeinträchtigungen:

Nach Fertigstellung des Tunnels wird der Schacht verfüllt. Wenn eine Umströmung des wasserdichten Schachtkopfes weiterhin gewährleistet ist, sind auch nach Verfüllung des Schachtes keine quantitativen Auswirkungen auf den Grundwasserkörper zu erwarten.

Qualitative Beeinträchtigungen:

Da auf Grund der Bauwerkskonzeption kein grundwassergefährdendes Potential gegeben ist, werden qualitative Beeinträchtigung im Normalbetrieb ausgeschlossen werden.

Teilraum Mürzzuschlag:

Der gegenständlich beurteilte Abschnitt umfasst bis zum Portal Mürzzuschlag die Gebirgsbereiche 29, 30, 31, 32 und 33.

Die im gg. Teilraum zu durchörternden Lithologien (Karbonate, Quarzite, phyllitische Gesteine) sind durch die Auffahrung des Begleitstollens des Projektes Semmering Basistunnel Alt bekannt.

Beim Vortrieb innerhalb der Karbonate des Wallersbachgrabens sind durch die Vorentwässerung durch den Begleitstollen weitgehende trockene Verhältnisse bei der Auffahrung der Tunnelröhren zu erwarten. Die derzeitige Pumpmenge aus dem Begleitstollen liegt bei 80-100 l/s. In Übereinstimmung mit den Projektanten ist davon auszugehen, dass diese Wassermenge nahezu vollquantitativ im Regelbetrieb über die Drainagen der Haupttunnelröhren abgeleitet wird.

Im Bereich der phyllitischen und quarzitischen Gesteine zwischen den Karbonaten des Wallersbachgrabens und des Portalbereiches Mürzzuschlag sind in Übereinstimmung mit den Projektanten weitgehende trockene Verhältnisse bei der Auffahrung der Tunnelröhren zu erwarten, da einerseits in diesen Gebirgsbereichen geringere Durchlässigkeiten zu erwarten sind und der Begleitstollen drainierend wirkt.

Auch auf die Karbonate im Portalbereich des Begleitstollens sowie Scheedgraben wirken sich die derzeitigen Pumpmaßnahmen im Begleitstollen aus, die sich derzeit im Begleitstollen weitgehend trocken zeigen.

Der Bergwasserspiegel in den Karbonaten des Portalbereiches Mürzzuschlag liegt nach den Ergebnissen der Erkundungen unter der Sohle der nahegelegenen Fröschnitz. Auch hier wirken in Übereinstimmung mit den Projektanten die Pumpmaßnahmen im Begleitstollen. Da der Haupttunnel näher an den Talalluvionen der Fröschnitz gelegen ist, ist Anfahren des begleitenden Grundwasserstromes zu erwarten.

Bauphase:Quantitative Beeinträchtigungen:

Beim Vortrieb des Pilotstollens des Semmering-Basistunnels Alt erfolgten vorwiegend in den Karbonaten des Wallersbachgrabens bzw. Scheedgraben starke Wasserzutritte, wodurch aus tunnelbautechnischen Gründen eine Bergwasserabsenkung und eine Wasserhaltung eingeleitet werden musste. D.h. der Bergwasserspiegel ist bereits im Ist-Zustand abgesenkt. Diese Maßnahmen sind auch heute noch aktuell und müssen bis zur Fertigstellung der beiden Röhren des Semmering-Basistunnels Neu aufrecht bleiben.

Durch den Vortrieb der beiden Tunnelröhren können in Übereinstimmung mit den Projektanten additive Auswirkungen bis an die Geländeoberfläche ausgeschlossen werden.

Qualitative Beeinträchtigungen:

Während der Bauphase können im Fall der Auffahrung der Tunnelröhren und des Zugangsstollens qualitative Beeinträchtigungen des Bergwassers ausgeschlossen werden, da durch den zur Tunnelröhre gerichteten hydraulischen Gradienten eine Ausbreitung belasteter Bauwässer hintangehalten wird. Art und Ausmaß dieser Belastung hängt von der Wahl der eingesetzten Bauhilfsstoffe ab. Es wird darauf hingewiesen, dass nur grundwasserschonende Bauhilfsstoffe zum Einsatz gelangen dürfen. Die mit dem vermengten Prozesswasser (Bohrwässer etc.) abzuleitenden Wässer sind in Abhängigkeit von den eingesetzten Bauhilfsstoffen belastet und über eine Gewässerschutzanlage zu führen. Auf die diesbezüglichen o.a. allgemeinen Ausführungen und damit verbundenen zwingenden Maßnahmen wird hingewiesen.

Im Portalbereich Mürzzuschlag sind geringfügige qualitative Beeinträchtigungen des Porengrundwasserkörpers in Form von Trübungen und allfällige chemische Beeinträchtigungen in Abhängigkeit von den eingesetzten Bau- und Bauhilfsstoffen (z.B pH-Wert Erhöhungen) nicht auszuschließen. Auf die Notwendigkeit einer geordneten Entwässerung wurde bereits hingewiesen. Weiträumige Auswirkungen sind überdies aufgrund des Selbstreinigungseffektes des Aquifers nicht zu erwarten. Wassernutzungen sind davon nicht betroffen.

Normalbetrieb:Quantitative Beeinträchtigungen:

Nach Fertigstellung der Tunnelröhren werden die in diesem Gebirgsbereich anfallenden Bergwässer über das Drainagesystem des Semmering-Basistunnels neu ausgeleitet. In Übereinstimmung mit den Projektanten ist davon auszugehen, dass diese Wassermenge nahezu vollquantitativ im Regelbetrieb über die Drainagen der Haupttunnelröhren abgeleitet wird. Additive Beeinträchtigungen mit Auswirkungen bis an die Geländeoberfläche können in Übereinstimmung mit den Projektanten ausgeschlossen werden.

Freilandstrecke Müzzzuschlag:

In der Beurteilung des gg. Abschnittes wird auch das Verbindungsgleis zum Unterwerk Langenwang betrachtet. Im Bereich der Freilandstrecke wird nicht in den Grundwasserkörper eingegriffen.

Bauphase:Quantitative Beeinträchtigungen:

Da durch die Bauarbeiten nicht in den Grundwasserkörper eingegriffen wird, sind Auswirkungen auf den Grundwasserkörper auszuschließen.

Qualitative Beeinträchtigungen:

Qualitative Beeinträchtigungen des Grundwasserkörpers grundwasserstromabwärts durch die Baumaßnahmen können nicht generell ausgeschlossen werden. Diese Beeinträchtigungen werden sich in Zeiten einer Wasserführung auf Trübungen, möglicherweise auch kurzfristige Veränderung des Chemismus des Grundwassers in Abhängigkeit von den eingesetzten Baumaterialien bzw. Bauchemikalien im unmittelbaren Umfeld des Bauwerkes beschränken. Das Ausmaß der Beeinträchtigung kann durch die Wahl grundwasserschonender Bauhilfsstoffe und eine geordnete Baustellenentwässerung reduziert werden.

Normalbetrieb:Quantitative Beeinträchtigungen:

Quantitative Beeinträchtigungen sind ebenso während des Normalbetriebes auszuschließen.

Qualitative Beeinträchtigungen:

Aufgrund der konstruktiven Gestaltung des Bauwerkes sind qualitative Beeinträchtigungen in der Betriebsphase auszuschließen.

Außerbetriebliches Ereignis:

Durch die konstruktive Ausbildung der in diesem Teilbereich zur Anwendung kommenden Regelquerschnitte W (zwischen Bahn-km 115,73 und Bahn-km 116,25), A (zwischen Bahn-km 116,25 und Bahn-km 117,02), E (zwischen Bahn-km 117,02 und Bahn-km 117,82) und D (zwischen Bahn-km 117,82 und Bahn-km 118,12) sowie die ergänzenden organisatorischen Maßnahmen können qualitative Belastungen des Grundwassers auch nach einem außerbetrieblichen Ereignis nahezu ausgeschlossen werden. Ein ausreichender Schutz des Grundwassers im Fall von außerbetrieblichen Ereignissen ist daher gegeben.

Die Entwässerungsmaßnahmen werden aus der Sicht des Grundwasserschutzes als ausreichend eingestuft.

Unterwerk Langenwang:

Das Bauwerk liegt im Bereich der Talalluvionen der Müz. Da derzeit keine Detailerkundungsergebnisse vorliegen kann nicht ausgeschlossen werden, dass bei Grundwasserhöchstständen im Zuge der Errichtung der Fundamente in den Porenaquifer eingegriffen wird.

Bauphase:Quantitative Beeinträchtigungen:

Falls im Zuge der Bauerrichtung bei Grundwasserhöchstständen in den Grundwasserkörper eingegriffen wird, sind Wasserhaltungsmaßnahmen notwendig. Geringe Absenkungen des Grundwasserniveaus werden nach Ansicht des SV für Grundwasserschutz keine weiträumigen Auswirkungen haben. **Die diesbezüglichen geologisch-hydrogeologischen Gegebenheiten im Umfeld des Unterwerkes Langenwang sind im Zuge der Detailplanung näher zu erkunden.**

Qualitative Beeinträchtigungen:

Während der Bauphase können im Zuge des Aushubes Grundwässer qualitativ belastet sein (Trübung des Schicht- bzw. Grundwassers durch Feststoffführung, pH-Wert Erhöhungen). Art und Ausmaß der zusätzlich möglichen qualitativen Beeinträchtigungen hängen von der Wahl der Baustoffe bzw. Bauhilfsstoffe ab. **Allfällige Wässer die innerhalb der Baumaßnahme für die Errichtung des Unterwerkes Langenwang anfallen und mit verunreinigten Baustellenwässern in Kontakt treten sind vor einer Einleitung in eine Vorflut oder einer Versickerung über eine GSA zu leiten.**

Normalbetrieb:Quantitative Beeinträchtigungen:

Nachteilige quantitative Beeinträchtigungen auf den Porengrundwasserkörper können aufgrund der geringen Größe des Objektes und der, falls überhaupt, zeitlich gesehenen seltenen (ev. lediglich bei Grundwasserhöchstständen) Einbindung der Fundamente in den Grundwasserkörper, ausgeschlossen werden.

Qualitative Beeinträchtigungen:

Durch die konstruktive Gestaltung des Bauwerkes werden qualitative Beeinträchtigungen des Grundwassers ausgeschlossen.

Restbelastung:

Die Einschätzung der Projektanten hinsichtlich der Beurteilung der quantitativen und qualitativen Restbelastung wird geteilt.

Quantitative und qualitative hydrogeologische Beweissicherung:

Durch Umsetzung eines bauvorauselenden, baubegleitenden und baunacheilenden wasserwirtschaftlichen Beweissicherungsprogrammes ist in objektiver Art und Weise eine tatsächlich durch das Bauvorhaben verursachte Beeinträchtigung von Messstellen sowohl in quantitativer als auch qualitativer Art festzustellen.

Dieses hydrogeologische Beweissicherungsverfahren soll ermöglichen, flächendeckende Aussagen über die qualitativen und quantitativen Grundwasserverhältnisse zu treffen, allfällige Veränderungen des Grund-/Bergwasserhaushaltes durch die Baumaßnahmen rechtzeitig zu erkennen und allenfalls erforderliche bauliche Maßnahmen oder Kompensationsmaßnahmen zu setzen. Das hydrogeologische Beweissicherungsprogramm ist nach Beendigung der Vortriebsarbeiten fortzusetzen. Als Dauer für das hydrogeologische Beweissicherungsprogramm wird unter Beachtung der u. a. Ausnahme ein Zeitraum von 5 Jahren veranschlagt. Die Konsenswerberin hat der Behörde nach Ablauf der 5 Jahre einen Bericht über die Ergebnisse der hydrogeologischen Beweissicherung zu übermitteln. Auf Basis der Ergebnisse der Beweissicherung ist zu entscheiden, ob und in welchem Umfang das Beweissicherungsprogramm fortzuführen ist.

Gutachterlicherseits wird darauf hingewiesen, dass im Fall einer quantitativen (bzw. auch qualitativen) Beeinträchtigung von Grundwassernutzungen primär danach zu trachten ist, alle technisch und wirtschaftlich vertretbaren Maßnahmen auszunützen, die geeignet sind, den Einfluss des Bauwerkes auf den Grund- bzw. Bergwasserkörper so gering als möglich zu halten und erst sekundär Not- bzw. Ersatz- oder auch Kompensationsmaßnahmen (z.B. Ersatzwasser, finanzieller Ausgleich) zum Einsatz kommen zu lassen.

Quantitative Untersuchungen:

Zum Zweck der quantitativen Beweissicherung sind entsprechende Messungen der Druckniveaus/der Schüttungen durchzuführen und zu dokumentieren.

Die Messungen der im hydrogeologischen Dauerbeobachtungsprogramm ausgewählten Messstellen (gem. Planbeilage 5510-UV-0601AL-02-0012-F00) sind fortzuführen. Dies beinhaltet:

1) Zu Pegel ausgebaute Bohrungen

2) sowie zumindest die in der nachfolgenden Tabelle derzeit noch nicht im hydrogeologischen Dauerbeobachtungsprogramm vorhandenen Quellen/Brunnen:

Messstelle	Dauerbeobachtung (ja/nein)	Art der Messstelle
513	ja	Quelle gefasst
513a	ja	Quelle gefasst
513b	ja	Quelle gefasst
541	ja	Quelle gefasst
542	ja	Quelle ungefasst
FS076	ja	Quelle gefasst
FS092	ja	Quelle gefasst
FS095	ja	Quelle gefasst
FS097	ja	Quelle gefasst
FS098	nein	Quelle gefasst
FS101	ja	Quelle gefasst
FS102	ja	Quelle gefasst
FS103	ja	Quelle gefasst
FS104	nein	Quelle gefasst
FS105	ja	Quelle gefasst
FS106	ja	Quelle gefasst
FS121	ja	Quelle gefasst
FS123	ja	Quelle ungefasst
FS124	ja	Quelle gefasst
FS144	ja	Quelle gefasst
FS300	ja	Quelle gefasst
FS329	ja	Quelle ungefasst
FS703	ja	Quelle gefasst
FS704	ja	Quelle gefasst
FS705	ja	Quelle gefasst
JRN1086	nein	Quelle ungefasst
JRN1109	ja	Quelle gefasst
JRN1111	nein	Quelle ungefasst
JRN1114	ja	Quelle gefasst
JRN1122	ja	Quelle gefasst
JRN1139	nein	Quelle gefasst
JRN1186	ja	Quelle gefasst
JRN1187	nein	Quelle ungefasst
JRN1200	nein	Quelle gefasst
JRN1262	nein	Quelle ungefasst
JRN463	ja	Quelle gefasst
JRN464	ja	Quelle ungefasst
JRN465	ja	Quelle gefasst
JRN483	ja	Quelle gefasst
JRN484	nein	Quelle gefasst
JRN628	ja	Quelle gefasst

JRN933	ja	Quelle gefasst
Z23	ja	Quelle gefasst
Z24	ja	Quelle gefasst
Z25a - Grautschenhof	nein	Quelle gefasst
Z25b	nein	Quelle gefasst

Aus den im Bereich der Fa. Huyck vorhandenen Brunnen FS292f, FS292e, FS292d, FS292c, FS292b, FS292a und FS291 sind zumindest 3 für die örtlichen Grundwasserverhältnisse repräsentative Brunnen für eine Beweissicherung auszuwählen um die hydraulischen Verhältnisse feststellen zu können.

3) Oberflächengewässer:

Messstelle	Dauerbeobachtung (ja/nein)	Art der Messstelle
575	ja	Oberflächengerinne
FS096	ja	Oberflächengerinne
FS108	ja	Oberflächengerinne
FS128	ja	Oberflächengerinne
FS135	ja	Oberflächengerinne
FS332	ja	Oberflächengerinne
FS146	ja	Teich
JRN1080	ja	Oberflächengerinne
JRN1081	ja	Oberflächengerinne
JRN1083	ja	Oberflächengerinne
JRN1264	nein	Teich
JRN462	ja	Oberflächengerinne
JRN893	nein	Oberflächengerinne

Die bauliche Beschaffenheit der Messstellen hat derart zu sein, dass mit vertretbarem Aufwand durch die Messungen auch plausible und vergleichbare Ergebnisse erzielt werden können.

Es wird empfohlen, in repräsentativen zu Pegeln ausgebauten Bohrungen im Bereich Grasberg und Otter Messeinrichtungen zur automatischen Erfassung der Druckniveaus in hochauflösender Form zu installieren.

Messintervalle:

Im gesamten Einreichabschnitt sind die Messungen der Druckniveaus/ der Schüttungen bei den oben angeführten Messstellen mindestens 1 Jahr vor Baubeginn jeweils in monatlichen Abständen durchzuführen.

Bis dahin sind die Messungen an den Messstellen der hydrogeologischen Dauerbeobachtung (5510-UV-0601AL-02-0012-F00) in zumindest 2-monatlichem Intervall fortzusetzen. Besonders sind hierbei die Spender für regionale, bzw. überregionale WVA zu beachten.

Beginnend mit den Messungen des bauvorauselenden hydrogeologischen Beweissicherungsprogrammes (zumindest 1 Jahr vor Baubeginn) ist ein detailliertes zeitliches Ablaufschema der baubegleitenden hydrogeologischen Beweissicherung auszuarbeiten und der Behörde vorzulegen. Dabei ist zu beachten, dass Messstellen die sich im Einwirkungsreich der jeweiligen hydrogeologisch wirksamen Vortriebsabschnitte befinden, zumindest 3 Monate vor Erreichen der jeweiligen Vortriebsabschnitte das Messintervall auf wöchentliche Abstände zu verkürzen ist. Nach Beendigung der Vortriebsarbeiten in den jeweiligen Vortriebsabschnitten, ist eine Nachlaufzeit der wöchentlichen Messungen von 3 Monaten einzuplanen. Nach Beendigung der 3 monatigen Nachlaufzeit der Intensivierung der Messungen, können die Messintervalle wieder auf das ursprüngliche Ausmaß reduziert werden.

Im Freilandstreckenbereich sind die üblicherweise monatlichen Messintervalle je nach Baufortschritt (Annäherung ca. 200 m) an die Messstellen die Messintervalle auf wöchentliche Abstände zu verkürzen. Sollten sich nach Entfernung vom Baugeschehen (ca. 200m) keine Veränderungen in den Druckniveaus/Schüttungen zeigen, kann das Intervall wieder auf monatliche Abstände erstreckt werden.

Oberflächengewässer, Niederschlag:

Die für die Validierung der Wasserbilanz bzw. Wasserentstehungsmodellierung notwendigen Messstellen (Durchflüsse, Schüttungen, Niederschläge) sind als ständige Messeinrichtungen weiter zu betreiben und nach den Richtlinien des hydrographischen Dienstes in Österreich auszuwerten. Insbesondere anzuwendende ÖNORMEN sind B2400-Hydrologie, B2401-Durchflussmessung in offenen Gerinnen, B2403-Durchflussmessung mit dem hydrometrischen Flügel.

Zur Validierung der Wasserbilanz bzw. Wasserentstehungsmodellierung sind zusätzliche Messstationen für klimatische Parameter notwendig. Die Auswahl von Messorten in den derzeit mit Informationsdefiziten behafteten Bereichen Friedrichshütte, Raach-Schlagl, Feistritzsattel, Kummerbauerstadl ist auf Basis der Validierung der Abflussentstehungsmodellierung zu treffen. Eine bauliche Umsetzung hat nach Möglichkeit im Hinblick auf eine ausreichende Messdauer im Jahre 2011 zu erfolgen.

Bergwasserzutritte im Tunnel:

Die Wasserzutritte in beide Tunnelröhren sind je nach Vortriebsmethode (konventionell bzw. maschinell) nach Örtlichkeit und Schüttungsverhalten zu messen und zu dokumentieren sowie in die geologisch – geotechnische bzw. hydrogeologische Tunneldokumentation einzutragen.

a) konventioneller Vortrieb:

Sämtliche Wasserzutritte in die unmittelbaren Vortriebsbereiche sind unter Angabe der Zutrittsmenge wie folgt zu dokumentieren:

- 1) Feuchtstellen und nasse Laibung
- 2) Tropfwasser (schwach bis stark tropfend)
- 3) rinnende Wasseraustritte (nach Möglichkeit mit Schüttungsmessung)
- 4) Seihwasser (bis 20 l/s), zahlreiche dünne Strahlen)
- 5) stärkere Wasseraustritte (>20 l/s) aus Trennflächen und Zerrüttungszonen
- 6) starker Wasserandrang (>100 l/s) aus Trennflächen und Zerrüttungszonen

Dabei ist auch der zeitliche Verlauf („Auslaufverhalten“) der Wasserzutritte zu beobachten.

b) maschineller Vortrieb:

Da systembedingt die genaue Lage der Wasserzutrittsstellen nicht exakt festgestellt werden können, sind beim TBM Vortrieb erkennbare Wasserzutritte an der jeweils einsehbaren Teilflächen der Ortsbrust zu dokumentieren.

Die Bergwasserführung im Tunnel (Tunnelwässer) ist abschnittsweise an die jeweiligen geologischen, hydrogeologischen und baulichen Verhältnissen angepasst, regelmäßig zu messen.

Alle Angaben sind in einem schriftlichen Protokoll festzuhalten. Sämtliche Daten sind in gängigen Formaten digital so zu verwalten, dass Sie nach Anfrage der Behörde bzw. behördlichen Bauaufsicht in kurzer Zeit zur weiteren Bearbeitung zu Verfügung stehen.

Die Ablaufmengen der Tunnelwässer (in l/s) sind generell vor Einleitung in die GSA kontinuierlich in zeitlich hochauflösender digitaler Form zu registrieren. Die Förderleistung der zur Tunnelentwässerung installierten Pumpen ist ebenfalls digital als Dauerregistrierung zu dokumentieren. Die aufgezeichneten Durchflussdaten sind in Berichtsform jährlich in Form einer Bilanz zu interpretieren. Sämtliche Daten sind in gängigen Formaten digital so zu verwalten, dass Sie nach Anfrage der Behörde bzw. behördlichen Bauaufsicht in kurzer Zeit zur weiteren Bearbeitung zu Verfügung stehen.

Die Tunnelwasserführung ist durch kontinuierliche Messungen des Niederschlags im Einzugsbereich hinsichtlich einer Wasserbilanz zu interpretieren, schriftlich zumindest jährlich festzuhalten und der Behörde vorzulegen. Ein Vergleich der prognostizierten Werte mit den aktuell gemessenen Werten ist baufortschreitend durchzuführen. Anlassbezogen sind Berichte auf Verlangen der Behörde auch in kürzeren Zeitabschnitten vorzulegen.

Allgemein:

Für sämtliche durchgeführte und zukünftige Quell- und Grundwasserbeweissicherungen ist die jeweils angewendete Messmethode messortspezifisch anzugeben und schlüssig in einem Bericht zu beschreiben. Von einer unabhängigen Fachstelle ist zu prüfen und schriftlich zu bestätigen, dass die bei der jeweiligen Messstelle verwendete Messmethode insbesondere unter den örtlichen Bedingungen geeignet ist. Die schriftliche Bestätigung ist der Behörde vorzulegen.

Als vertrauensbildende Maßnahme sollen die Ergebnisse aus dem quantitativen und qualitativen Beweissicherungsprogramm den Vertretern der Gemeinden auf deren Ersuchen zur Verfügung gestellt werden.

Als vertrauensbildende Maßnahme soll den Inhabern der Wasserrechte, die vom Beweissicherungsprogramm betroffen sind, auf ihr Verlangen hin die Möglichkeit eingeräumt werden, bei Messungen und Probenahmen anwesend zu sein bzw. ihnen über das Ergebnis der Messungen Auskunft zu geben.

Qualitative Untersuchungen:

In Anbetracht einer nicht auszuschließenden qualitativen Beeinträchtigung von Wassernutzungen sind zumindest die nachstehend angeführten Messstellen qualitativ beweiszusichern.

Aus den im Bereich der Fa. Huyck vorhandenen Brunnen FS292f, FS292e, FS292d, FS292c, FS292b, FS292a und FS291 sind zumindest 3 für die örtlichen Grundwasserhältnisse repräsentative Brunnen für eine Beweissicherung auszuwählen.

Als Referenzmessstelle für den Anstrombereich des Schwarza begleitenden Porengrundwasserkörper: FS293

im Bahnhofsbereich von Gloggnitz entweder eine der 3 bestehenden Bohrungen B1, B2, B3 oder eine neu zu errichtende Messstelle;

im Bereich der Baustelleneinrichtungsfläche Tunnelportal Ost falls baulich möglich: B4B oder B5B;

im Bereich der Baustelleneinrichtung Zwischenangriff Göstritz: FS076;

im Bereich des Verlaufes der Ersatzwasserversorgung Otterthal und Raach: zumindest FS138;

im Bereich abströmig des Baulüftungsschachtes Trattenbach neu zu errichtende Messstelle im Bereich des Trattenbachgrabenbaches (Gerinnemessstelle);

im Bereich abströmig der BE-Fläche Fröschnitzgraben neu zu errichtender im Bereich des Porenaquifers auszubauender Pegel;

im Bereich des Förderbandes Longsgraben: JRN463, JRN465;

im Bereich Ausgang Longsgraben: JRN483;

unterhalb der Einbindung Longsgraben: KB-04/06;

im Bereich der Baustraße Steinhaus: JRN933;

im Bereich der Ersatzwasserversorgung Spital am Semmering im Zusammenhang mit den Grabungsarbeiten Quellzuleitung aus Ziareckquellen: Quelle 590, JRN1200;

abströmig der BE-Fläche Zwischenangriff Grautschenhof: neu zu errichtender im Bereich des Porenaquifers auszubauender Pegel;

abströmig des Baulüftungsschachtes Sommerau: neu zu errichtender im Bereich des Porenaquifers auszubauender Pegel;

im Portalbereich Mürzzuschlag: E11/91;

Abschnittsende: Brunnen Ganz, NB089, NB106

Untersuchungsumfang und Messintervalle:

Diese Proben sind nach dem derzeit gültigen Regelwerk BGBl. Nr. 304/2001, Anlage II Teil A Ziffer 3 der Trinkwasserverordnung (BGBl. II 304/2001 in der Fassung der Verordnungen BGBl. II Nr. 254/2006 und BGBl. II Nr. 121/2007 (Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch) zu analysieren.

Während der Bauphase hat die qualitative Beweissicherung der o.a. Wassernutzungen vierteljährlich zu erfolgen. Vor Baubeginn ist ein einmaliger Beprobungsdurchgang zu unterschiedlichen hydrometeorologischen Zeitpunkten mit vollem Untersuchungsumfang (inklusive aliphatischer Kohlenwasserstoffe) gemäß Anlage II Teil A durchzuführen.

Wird im Zuge der Untersuchungen eine qualitative Beeinträchtigung (negative Veränderung des Ist-Zustandes durch die Baumaßnahme) durch Überschreitung eines oder mehrerer Parameter festgestellt, sind die qualitativen Untersuchungen des entsprechenden Brunnens auf zumindest monatliche Messintervalle (sofern nicht bereits kürzere Messintervalle vorgesehen sind) zu verkürzen und so lange intensiviert fortzuführen, bis an zwei aufeinander folgenden Untersuchungen keine Überschreitungen der entsprechenden Parameter mehr nachgewiesen werden können.

Die qualitative Beweissicherung der o. a. Messstellen ist nach Fertigstellung der jeweiligen Bauarbeiten mindestens zwei Jahre lang fortzuführen (Ausnahme von der generellen Dauer von 5 Jahren).

Einflussbereich des Tunnelbauwerkes - Obertage:

Zur hydrochemischen und isopenhydrochemischen Charakterisierung sowie zur Identifizierung der Herkunft der angebotenen Tunnelwässer sind die qualitativen Messungen des hydrogeologischen Dauermessprogrammes obertage fortzusetzen.

Messintervall:

Die qualitativen Analysen (Ionenbilanz und Isotope) des Dauermessprogrammes obertage sind bis 1 Jahr vor Baubeginn in vierteljährlichen Abständen zusammen mit einer Messung des pH-Wertes der zu beprobenden Wässer vor Ort vorzunehmen. Die Geländeparameter (el. Leitfähigkeit und Wassertemperatur) sind bis 1 Jahr vor Baubeginn in 2-monatlichen Abständen zu messen.

Beginnend mit den Messungen des bauvorauselenden qualitativen hydrogeologischen Beweissicherungsprogrammes (zumindest 1 Jahr vor Baubeginn) ist ein detailliertes zeitliches Ablaufschema der baubegleitenden qualitativen hydrogeologischen Beweissicherung auszuarbeiten und der Behörde vorzulegen. Dabei ist zu beachten, dass Messstellen die sich im Einwirkungsbereich der jeweiligen hydrogeologisch wirksamen Vortriebsabschnitte befinden, zumindest 3 Monate vor Erreichen der jeweiligen Vortriebsabschnitte das Messintervall auf monatliche Abstände zu verkürzen ist. Nach Beendigung der Vortriebsarbeiten in den jeweiligen Vortriebsabschnitten ist eine Nachlaufzeit der monatlichen Messungen von 3 Monaten einzuplanen. Nach Beendigung der 3 monatigen Nachlaufzeit der Intensivierung der Messungen können die Messintervalle wieder auf das ursprüngliche Ausmaß reduziert werden.

Tunnel - Untertag:

Messbare Einzelwasserzutritte (> 1 l/s in kristallinen Abschnitten; > 5 l/s in karbonatischen Abschnitten) sind in Abhängigkeit der Möglichkeiten die durch die Vortriebsart vorgegeben sind, zunächst zumindest in monatlichen Intervallen hinsichtlich der für die Ionenbilanz und isopenhydrochemischen Charakterisierung notwendigen Parameter zu untersuchen und in Berichtsform zu dokumentieren. Messungen des pH-Wertes, der el. Leitfähigkeit und der Wassertemperatur von messbaren Einzelwasserzutritten (> 1 l/s in kristallinen Abschnitten; > 5 l/s in karbonatischen Abschnitten) sind in

Abhängigkeit der Möglichkeiten die durch die Vortriebsart vorgegeben sind, täglich zu messen und schriftlich zu dokumentieren. Eine Streckung der Intervalle bzw. das Einstellen von qualitativen Untersuchungen der Wasserzutritte untertage ist in Abhängigkeit von den bisherigen Untersuchungsergebnissen sowie des Baufortschrittes mit Zustimmung der behördlichen Bauaufsicht möglich.

5 FACHGEBIET LÄRMSCHUTZ

5.1 SCHALLTECHNISCHE ERGEBNISSE DER UVE

5.1.1 ALLGEMEINES

Als Grundlage für Darstellung der schalltechnischen Ergebnisse der UVE dienen die Angaben in der Umweltverträglichkeitserklärung (UVE), Mappe UV 01, die Angaben des UVE-Fachbeitrags LÄRM, Mappen UV 04-05, Teile A-E, sowie schalltechnisch relevante Angaben des Einreichprojekts 2010 für die eisenbahnrechtliche Genehmigung (Einreichoperat EB) der Neubaustrecke Gloggnitz – Mürzzuschlag (km 75,561 bis km 118,122) mit dem SEMNERING-BASISTUNNEL NEU der Südbahn (Hochleistungsstrecke Wien Südbahnhof – Spielfeld/Strass) der ÖBB-Infrastruktur AG. Die darin angeführten schalltechnischen Untersuchungen der UVE und der Einreichplanung erfolgten vom Büro Dipl. Ing. Dr. KIRISITS, Pinkafeld.

Untersuchungen der Schalleinwirkungen im Untersuchungsraum wurden für folgende Planfälle (Betriebsphasen) vorgenommen:

- Betriebsphase 0 = Bestandssituation:

Zugverkehr, Berechnung	Bestand 2010
Bestandslärmmessung	Untersuchung Mai bis Aug. 2009 und März 2010
- Bauphase:

Baulärm	4 Bauphasen in 5 Baustellen, plus ev. 2 Baulüftungen
	Bautätigkeiten mit Einsatz von Geräten und mit Transport-Fahrbewegungen auf Baufeldern, Straßen und Schiene
- Betriebsphase 1 = Bestandsbetrieb nach vorgezogenem Umbau Bf Mürzzuschlag:

Zugverkehr	Bestand 2010 auf Bestandsstrecke
------------	----------------------------------
- Betriebsphase 2:

Zugverkehr, Berechnung	Prognoseverkehr 2025 auf Projektstrecke und Bestandsstrecke (Bergstrecke)
------------------------	---------------------------------------------------------------------------
- Nullvariante (Unterbleiben des Vorhabens):

Zugverkehr	Prognoseverkehr 2025 auf Bestandsstrecke
------------	------------------------------------------

5.1.2 UNTERSUCHUNGSMETHODE

Die schalltechnischen Untersuchungen der UVE wurden vom Büro Dipl. Ing. Dr. KIRISITS, Pinkafeld, vorgenommen. Unterschieden wurden Untersuchungen einerseits für die Bestandslärmhebung, für die Nullvariante und für die Bauphase sowie andererseits für die Schienenverkehrslärmimmissionen bei Vollbetrieb des Projekts (Betriebsphase 2).

Die Ergebnisse der Untersuchungen für die Bestandslärmhebung Bahn und Straße und für die Lärmimmissionen in der Bauphase sind im UVE-Fachbeitrag LÄRM, Mappen UV 04-05, Teile A-D, sind jeweils in folgenden Formen dargestellt:

- a) Allgemeine Textbände:
 - Technischer Bericht
 - Messprotokolle und
 - Schalltechnische Berechnung

- b) Pläne für die Teilräume Gloggnitz-Schwarzatal, Göstritz, Fröschnitzgraben, Trattenbach, Grautschenhof mit Sommerau und. Müzzzuschlag:
- Messdatenplan mit IST-Belastung (Lageplan mit punktueller Ergebnistabelle)
 - Lageplan der baulichen Maßnahmen (Bau-Lärmschutz mit punktuellen Baulärmimmissionen)
 - Rasterlärmkarten IST für Tag- und Nachtzeit
 - Rasterlärmkarten Baulärm für Tag- und Nachtzeit.

Die Ergebnisse der Untersuchungen des Schienenlärms für die IST-Situation (2010), für die Nullvariante (2025) und für den Vollbetrieb der Projektstrecke „Semmering Basistunnel neu“, „SBTn“, sind im EB- Fachbeitrag LÄRM, Mappe EB 11-01, und für die Bestandstrecke (Bergstrecke) im UVE-Fachbeitrag LÄRM, Mappe UV 04-05, Teil E, jeweils in folgenden Formen dargestellt:

- a) Allgemeine Textbände:
- Technischer Bericht
 - Messprotokolle und
 - Schalltechnische Berechnung
- b) Pläne für die Abschnitte Gloggnitz, Müzzzuschlag der Projektstrecke und für den Abschnitt Gloggnitz-Müzzzuschlag der Bestandstrecke (Bergstrecke):
- Messdatenplan mit IST-Belastung (Lageplan mit punktueller Ergebnistabelle)
 - Lageplan der baulichen Maßnahmen (bahnseitige Lärmschutzmaßnahmen mit punktuellen Schienenlärmimmissionen)
 - Rasterlärmkarten IST für Tag- und Nachtzeit
 - Rasterlärmkarten Schienenlärm, Betriebsphase 2, für Tag- und Nachtzeit.

Die schalltechnischen Untersuchungen erfolgen sowohl für den Schienenverkehrslärm als auch für den Baulärm durch computerunterstützte Berechnungen mit dem EDV-Programm IMMI 2009 der Fa. Wölfel Meßsysteme Software GMBH + Co. KG, Deutschland.

Ausgehend von den Schallemissionen des Schienenlärms werden mit Hilfe des dreidimensionalen Geländemodells, die in der Umgebung im Freien in 4 m Höhe zu erwartenden Schienenverkehrslärmimmissionen berechnet und in um jeweils 5 dB abgestuften Rasterlärmkarten dargestellt. Darüber hinaus werden die Immissionsergebnisse für ausgewählte Punkte der Nachbarschaft in Tabellen numerisch ausgewiesen.

Für den Baulärm erfolgt die Berechnung der Baulärmimmissionen für 111 Objekte im Teilraum Gloggnitz-Schwarzatal, für 41 Objekte im Teilraum Göstritz-Aue, für 70 Objekte im Teilraum Fröschnitzgraben, für 13 Objekte im Teilraum Trattenbach, für 98 Objekte im Teilraum Grautschenhof inkl. Belüftungsschacht Sommerau, für 66 Objekte im Teilraum Müzzzuschlag, jeweils in 4 m Höhe vor Nachbarobjekten vor exponierten Fassaden und teilweise vor Seitenfassaden im Freien, ausgehend von den Schallemissionen der Baustellen bzw. Baustelleneinrichtungen (Bereiche der Bautätigkeiten) und der Transportwege (Transportbewegungen der LKW's und der Bahn).

Für den Schienenverkehrslärm erfolgen die Berechnungen der Emissionen und Immissionen nach der Rechenmethode der zuständigen ON-Regel ONR 305011. Die Schallemissionen der Schienenstrecken werden – z. T. abschnittsweise - ausgehend von den Betriebsprogrammen (Zugzahlen, Zuglängen und Geschwindigkeiten verschiedener Zuggattungen) als A-bewertete äquivalente längenbezogene Schalleistungspegel (LW',A,eq) getrennt für Tag- Abend- und Nachtzeit berechnet. Die Berechnungen erfolgen für die Planvarianten „Betriebszustand 0 = IST-Bestand 2010“, „Nullvariante = Bestandsstrecke bei Prognose 2025“ und „Betriebszustand 2 = Projektausführung Prognose 2025“ mit und ohne Berücksichtigung bahnseitiger Lärmschutzmaßnahmen.

Ausgehend von den Schallemissionspegeln werden schließlich unter Verwendung des digitalen Rechenprogramms die in der Umgebung im Freien in 4 m Höhe zu erwartenden Schienenlärmimmissionen nach dem Rechenmodell der ON-Regel ONR 305011 und der Richtlinie Nr. 28 des Österreichischen Arbeitsringes berechnet.

Im Vergleich der Ergebnisse nach ÖAL Nr. 28 mit Ergebnissen nach dem Modell ÖNORM ISO 9613-2 wird nachgewiesen, dass die Rechenergebnisse nach ÖAL Nr. 28 geringfügig höhere Immissionswerte ergeben, was für die Dimensionierung von Lärmschutzmaßnahmen einen Sicherheitsvorteil bringt.

Bei den Ergebnissen der berechneten Schienenverkehrslärmimmissionen wird wegen der im Zuge der Bestandslärmerhebung 2009/2010 vom Büro Dr. KIRISITS, Pinkafeld, durch Messungen und Berechnungen des Schienenverkehrslärms im Untersuchungsgebiet ermittelten Pegeldifferenz von +0,5 dB bis -1,2 dB kein Korrekturfaktor (Faktor 0,0 dB) berücksichtigt.

Als Ergebnisse der Lärmimmissionsberechnung werden die Beurteilungspegel des Schienenverkehrslärms in um jeweils 5 dB abgestuften Rasterlärmkarten für die Planvarianten „Bestand“, „Nullvariante“ und „Prognose Ausführungsprojekt“ mit und ohne Berücksichtigung der bahnsseitigen Lärmschutzmaßnahmen, jeweils für Tag- und Nachtzeit dargelegt.

Neben der Darstellung der Schienenverkehrslärmimmissionen in um 5 dB abgestuften Rasterlärmkarten für die Immissionshöhe von 4,0 m über Gelände bei Tag- und Nachtzeit werden im Abschnitt Gloggnitz für insgesamt 125 ausgewählte Nachbarschaftsobjekte rechtsseitig (nördlich) der Bahn und für insgesamt 56 Nachbarobjekte linksseitig (südlich) der Bahn die Ergebnisse der mit und ohne Berücksichtigung der vorgesehenen bahnsseitigen Lärmschutzmaßnahmen im Freien vor den Fassaden der Objekte in verschiedenen Geschosshöhen zu erwartenden Schienenlärmimmissionen des Projekts (Betriebsphase 2) für Tag-, Abend- und Nachtzeit numerisch in Tabellen ausgewiesen und den Immissionen für den IST-Bestand (Betriebsphase 0), für die Nullvariante und den Immissionsgrenzwerten nach der Schienenverkehrslärm-Immissionsschutzverordnung (SchIV) gegenübergestellt.

Im Abschnitt Mürzzuschlag werden für insgesamt für insgesamt 96 ausgewählte Nachbarschaftsobjekte rechtsseitig (nördlich) der Bahn und für insgesamt 84 Nachbarobjekte linksseitig (südlich) der Bahn die Ergebnisse der mit und ohne Berücksichtigung der vorgesehenen bahnsseitigen Lärmschutzmaßnahmen im Freien vor den Fassaden der Objekte in verschiedenen Geschosshöhen zu erwartenden Schienenlärmimmissionen des Projekts (Betriebsphase 2) für Tag-, Abend- und Nachtzeit numerisch in Tabellen ausgewiesen und den Immissionen für den IST-Bestand (Betriebsphase 0), für die Nullvariante und den Immissionsgrenzwerten nach der Schienenverkehrslärm-Immissionsschutzverordnung (SchIV) gegenübergestellt.

Die Auswahl der Immissionspunkte erfolgte repräsentativ für durch Schienenverkehrslärm betroffene Nachbarschaftsbereiche, sodass ergänzend zur Immissionsdarstellung in den Rasterlärmkarten gute numerische Aussagen über die in den Siedlungsbereichen zu erwartenden Lärmimmissionen möglich sind.

Die Grenzwerte für den Beurteilungspegel der Schienenlärmimmissionen werden entsprechend § 4 der SchIV, abhängig von der Bestandslärmsituation, getrennt für Tag- und Nachtzeit ermittelt. Für die Nachbarschaftspunkte ergeben sich für die Tagzeit unterschiedliche Grenzwerte im Bereich von 60-65 dB und für die Nachtzeit unterschiedliche Grenzwerte im Bereich von 50-55 dB.

Zur Abwehr von Grenzwertüberschreitungen werden bahnsseitige Lärmschutzmaßnahmen (Lärmschutzwände LSW) mit Lage, Länge und Höhe (über Schienenoberkante, SOK) dimensioniert. Weiters werden zur Vermeidung von Schallreflexionen sonstige Maßnahmen, wie die schallabsorbierende Ausstattung (Verkleidung) von großflächigen Bauteilen, vorgesehen. Darüber hinaus werden nach den Kriterien der SchIV passive Lärmschutzmaßnahmen (Objektschutzmaßnahmen = Einbau von Lärmschutzfenstern) vorgesehen.

Als Anlagenlärm werden die durch Schallemissionen von Bahn-Betriebsanlagen, wie Freiluft-Schaltanlagen, Umspanner und Ereignisfall-Lüftung in der Nachbarschaft zu erwartenden Betriebsgeräusche dargestellt. Für die Schallemissionen der Bahn-Betriebsanlagen werden Erfahrungswerte (Vergleichswerte bestehender Anlagen) bzw. Zielwerte der schalltechnischen Auslegung festgelegt bzw. der Immissionsberechnung zugrunde gelegt.

Unter Berücksichtigung der Höhe der Schallemissionen werden die zu erwartenden spezifischen Anlagenlärmimmissionen nach dem Rechenmodell der Richtlinie Nr. 28 des Österreichischen Arbeitsringes für Lärmbekämpfung

berechnet. Als Ergebnisse werden die spezifischen Anlagen-Gesamt-Schallimmissionen als konstante Anlagengeräusche und als Spitzenwerte (Schaltgeräusche) ausgewiesen.

Im Hinblick auf mögliche Lärmauswirkungen auf Arbeitnehmer/innen werden im Technischen Bericht Schalltechnik für 2 Immissionspunkte (Betriebsgebäude und Aufnahmegebäude Bahnhof) in Gloggnitz und für 3 Immissionspunkte (Schaltposten, Betriebsgebäude und Aufnahmegebäude Bahnhof) in Müzzuschlag die im Freien sowie innerhalb von Betriebsräumen zu erwartenden Beurteilungspegel ausgewiesen und den Auslösewerten im Freien sowie den Richtwerten für Betriebsräume entsprechend der Verordnung über den Schutz der Arbeitnehmer/innen vor Gefährdung durch Lärm und Vibrationen (VOLV) gegenübergestellt.

Für den Straßenverkehrslärm erfolgen die Berechnungen der Schall-Emissionen und Immissionen nach der Rechenmethode der RVS 04.02.11 zur Erhebung des IST-Zustandes (Betriebsphase 0) an Straßen und Straßenabschnitte, welche durch den späteren Verkehr in der Bauphase berührt werden und zur Prognose des Verkehrslärms durch den Bauverkehr. Als Ergebnisse werden nach RVS 04.02.11 die Emissionsschallpegel für die Tag- Abend und Nachtzeit berechnet und daraus die im Umfeld zu erwartenden Verkehrslärmbelastungen als äquivalente Dauerschallpegel ermittelt und in der Form von in 5 dB abgestuften Rasterlärmpänen dargestellt. Die Beurteilung der im Zusammenhang mit dem Eisenbahnprojekt vorgesehenen Veränderungen der örtlichen Straßenverkehrslärmimmissionen erfolgt im Vergleich mit den bestehenden Straßenlärmimmissionen.

Für die Bauphase werden ausgehend von den Schallemissionen (A-bew. Schalleistungspegel) der zum Einsatz gelangenden Maschinen und Geräte unter Berücksichtigung der Häufigkeit und Andauer des Einsatzes der Maschinen die in den 6 Teilbereichen der Bautätigkeiten während der jeweils lärmexponiertesten Bauphase auftretenden Schalleistungspegel berechnet. Für die Festlegungen über den Einsatz (Häufigkeit und Andauer) von Baumaschinen, sonstigen Anlagen und Transportfahrzeugen werden die Daten der in der Bauablaufbeschreibung enthaltenen Massenbilanz, LKW-Fahrten und Einsatzzeiten der Baugeräte herangezogen.

Als Grundlagen für die Schallemissionen werden Angaben der A-bew. Schalleistungspegel nach EU-Richtlinie 2000/14, vornehmlich jedoch Angaben der Schallemissionen beim praktischen Einsatz von Baumaschinen aus dem Technischen Bericht des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie zur Untersuchung der Geräuschemissionen von Baumaschinen, herangezogen.

Ausgehend von den Schallemissionen der einzelnen Maschinen, Anlagen und Transportfahrzeuge werden zunächst für verschiedene Tätigkeiten (Abbrucharbeiten, Aushub- und Verladetätigkeiten, LKW Fahrten, Spundungs- und Brückenbauarbeiten, Gleisbauarbeiten, usw.) auftretenden mittleren (zeitbezogenen) Schalleistungspegel ermittelt.

Aus den Schalleistungspegeln (Bauflächen und interne Verkehrsweglinien) werden mit dem digitalen Rechenprogramm entsprechend ÖAL Nr. 28 bzw. RVS 04.02.11 die in der Umgebung der Bauabschnitte zu erwartenden Baulärmimmissionen als äquivalente Dauerschallpegel LA_{eq} für die jeweils lärmexponierteste Bauphase berechnet.

Für die schalltechnische Beurteilung des Baulärms bei Tagzeit werden abhängig von der Höhe der derzeitigen Lärmsituation (Bestandslärm $LA_{eq} \leq 55$ dB oder > 55 dB) äquivalente Dauerschallpegel des Baulärms von 60 dB oder 65 dB als Zielwerte für die Tagzeit (0600-1900 Uhr) bzw. von 55 dB oder 60 dB als Zielwerte für die Abendzeit (1900-2200 Uhr) angestrebt. Für die Nachtzeit (2200-0600 Uhr) wird generell ein Zielwert von 50 dB, für Dauergeräusche (Lüftungen, usw.) wird ein Zielwert von 45 dB angestrebt.

Bauseitige schalltechnische Maßnahmen zur Einhaltung der Zielwerte werden angeführt. Darüber hinaus werden bei unvermeidbaren Überschreitungen der Zielwerte passive Lärmschutzmaßnahmen (Objektschutz = Lärmschutzfenster) angeboten.

5.1.3 BESTANDSSITUATION

Die Erhebung der Bestandslärmsituation dient zur Beschreibung des schalltechnischen IST-Zustands für das Jahr 2010 in der projektbetroffenen Umgebung. Es wird unterschieden zwischen Nachbarbereichen, die derzeit und zukünftig von Schienenverkehrslärm betroffen sind und Nachbarbereichen, die nur während der Bauphase durch Baulärm und bauintiierten Straßenverkehrslärm betroffen sind. Die Ergebnisse der Bestandslärmhebung dienen als Grundlage für die Beurteilung des Schienenverkehrslärms nach SchIV oder als Grundlage zur Beurteilung des Baulärms.

Erhebung des Schienenlärms:

Betriebsprogramm und Schallemission:

Aus den umfangreichen Unterlagen der UVE und des EB-Projekts werden nachstehend für maßgebliche Streckenabschnitte das Verkehrsaufkommen und der äquivalente längenbezogene Schalleistungspegel ($LW'_{A,eq}$) für die Schallemission für die maßgebliche Nachtzeit (2200-0600 Uhr) dargelegt:

Wiener Neustadt – Gloggnitz:

Die zulässige örtliche Geschwindigkeit v_{zG} ist mit 150 km/h festgelegt. Für die Bestandssituation 2010 ist ein tägliches (24 h) Zugaufkommen von 224 Zügen (davon 114 Güterzüge), davon bei Nacht 66 Züge (davon 53 Güterzüge) vorgesehen.

Glogg Ost: $LW'_{A,eq}$, nachts 94,4 dB.

Gloggnitz – Payerbach-Reichenau:

Die zulässige örtliche Geschwindigkeit v_{zG} ist mit 80 km/h festgelegt. Für die Bestandssituation 2010 ist ein tägliches (24 h) Zugaufkommen von 245 Zügen (davon 117 Güterzüge), davon bei Nacht 85 Züge (davon 57 Güterzüge) vorgesehen.

Glogg West: $LW'_{A,eq}$, nachts 92,9 dB.

Payerbach-Reichenau - Mürzzuschlag:

Die zulässige örtliche Geschwindigkeit v_{zG} ist mit 60-80 km/h festgelegt. Für die Bestandssituation 2010 ist ein tägliches (24 h) Zugaufkommen von 212 Zügen (davon 117 Güterzüge), davon bei Nacht 84 Züge (davon 60 Güterzüge) vorgesehen.

Payerb. Ri Semm.: $LW'_{A,eq}$, nachts 91,9 dB

Semmering Nord: $LW'_{A,eq}$, nachts 89,6 dB

Semmering Süd: $LW'_{A,eq}$, nachts 91,3 dB

Mürzzuschl. Ost: $LW'_{A,eq}$, nachts 93,0 dB.

Mürzzuschlag – Mitterdorf-Veitsch:

Die zulässige örtliche Geschwindigkeit v_{zG} ist für Mürzzuschlag West mit 90 km/h und für Langenwang mit 110/120 km/h festgelegt. Für die Bestandssituation 2010 ist ein tägliches (24 h) Zugaufkommen von 202 Zügen (davon 114 Güterzüge), davon bei Nacht 67 Züge (davon 55 Güterzüge) vorgesehen.

Mürzzuschl. West: $LW'_{A,eq}$, nachts 91,5 dB

Langenwang : $LW'_{A,eq}$, nachts 94,5 dB.

Lärmimmissionen:

Neben den Rasterlärmplänen sind im Technischen Bericht Lärm des EB-Projekts, Plannummer 5510-EB-0901AL-0001-F00, für maßgebliche Nachbarschaftsbereiche in Gloggnitz und Mürzzuschlag Mittelwerte der Beurteilungspegel L_r des Schienenlärms für Tag- und Nachtzeit ausgewiesen:

Gloggnitz:

Obere Silbersbergstraße	L _r , Tg/Na	64/67 dB
Untere Silbersbergstraße	L _r , Tg/Na	57/59 dB
Arensteingasse	L _r , Tg/Na	54/56 dB
Zeile	L _r , Tg/Na	65/68 dB
Uferstraße	L _r , Tg/Na	51/52 dB

Mürzzuschlag:

Ziegenburg	L _r , Tg/Na	51/53 dB
Untere u. Obere Sackgasse	L _r , Tg/Na	57/59 dB
Frachtenstraße	L _r , Tg/Na	47/50 dB
Wiener Straße	L _r , Tg/Na	58/60 dB

Als Konsequenz der Ergebnisse werden nach den Kriterien der Schienenverkehrslärm-Immissionsschutzverordnung (SchIV) für die untersuchten Bereiche die Grenzwerte für den Schienenlärm in der Höhe von 60-65 dB für die Tagzeit und in der Höhe von 55 dB für die Nachtzeit festgelegt.

Erhebung des Umgebungs- (Straßen-) lärms:**Schallemission:**

Aus den umfangreichen Unterlagen der UVE, vorwiegend dargelegt im UVE-Bericht LÄRM. Plannummer 5510-UV-0405AL-00-0001-F00, werden nachstehend für maßgebliche Straßenabschnitte das durchschnittliche tägliche Verkehrsaufkommen JDTV und die Emissionsschallpegel L_{A,eq1} nach RVS für Tagzeit, Abend- und Nachtzeit dargelegt:

Teilraum Gloggnitz:

B27 Höllental Str.	JDTV = 5500-7700:	L _{A,eq} ¹ T/A/N	74,7-78,5 / 71,2-75,1 / 66,6-70,5 dB
B17 Triester Str.	JDTV = 3600-8700:	L _{A,eq} ¹ T/A/N	72,1-75,1 / 68,7-71,6 / 64,1-67,0 dB
B306 Semm. Begleit	JDTV = 1500-2400:	L _{A,eq} ¹ T/A/N	69,7-71,4 / 66,2-68,0 / 61,6-63,4 dB
S6 Rampe Glogg. ges	JDTV = 6200:	L _{A,eq} ¹ T/A/N	77,8 / 74,4 / 69,7 dB
S6 Semm.-S-Str. ges	JDTV = 27400:	L _{A,eq} ¹ T/A/N	88,0 / 86,3 / 82,9 dB

Teilraum Göstritz:

L 4168 in Abschnitten	JDTV = 1200-1500:	L _{A,eq} ¹ T/A/N	66,4-71,7 / 64,2-68,9 / 57,6-63,6 dB
S6 Semm.-S-Str. ges	JDTV = 27400:	L _{A,eq} ¹ T/A/N	88,0 / 86,3 / 82,9 dB

Teilraum Fröschnitzgraben:

L 117 Abschn. Frö-IDS	JDTV = 300:	L _{A,eq} ¹ T/A/N	67,9 / 64,5 / 59,9 dB
L 117 Abs. IDS-Jauern	JDTV = 1200:	L _{A,eq} ¹ T/A/N	67,2 / 63,7 / 59,1 dB
S6 Semm.-S-Str. ges	JDTV = 27400:	L _{A,eq} ¹ T/A/N	88,0 / 86,3 / 82,9 dB

Teilraum Grautschenhof:

L 118 Ort Spital	JDTV = 1300:	L _{A,eq} ¹ T/A/N	67,5 / 64,1 / 59,5 dB
L 118 Spital-Grautsch.	JDTV = 1300:	L _{A,eq} ¹ T/A/N	71,1 / 67,6 / 63,0 dB
S6 Semm.-S-Str. ges	JDTV = 28400:	L _{A,eq} ¹ T/A/N	88,2 / 86,4 / 83,1 dB

Teilraum Mürzzuschlag:

L 118 Grautsch-Edlach	JDTV = 4600:	$L_{A,eq}^1$ T/A/N	76,6 / 73,1 / 68,5 dB
L 118 Edlach-Mürzz.	JDTV = 4600:	$L_{A,eq}^1$ T/A/N	73,0 / 69,6 / 65,0 dB
S6 Semm.-S-Str. ges	JDTV = 16600:	$L_{A,eq}^1$ T/A/N	85,9 / 84,1 / 80,7 dB

Lärmimmissionen:

Neben den Rasterlärmplänen sind im Technischen UVE-Bericht Lärm, Plannummer 5510-UV-0405AL-00-0001-F00, für maßgebliche Nachbarschaftsbereiche in den verschiedenen Teilräumen Mittelwerte der Beurteilungspegel L_r des Straßenlärms für Tagzeit, Abend- und Nachtzeit ausgewiesen:

Teilraum Gloggnitz:

Gfühl / Reichenauerstr.	L_r , T/A/N62/59/57 dB
Obere Silbersbergstraße	L_r , T/A/N65/64/67 dB
Bereich Schloss Gloggnitz	L_r , T/A/N 67/63/59 dB
Semmeringstr. (Stadtausfahrt)	L_r , T/A/N 66/63/58 dB

Teilraum Göstritz:

Nahbereich BE Zwischenangr.	L_r , T/A/N65/52/55 dB
Bereich N und W Zwischenang.	L_r , T/A/N55/53/46 dB
Ortsdurchfahrt Ma. Schutz	L_r , T/A/N 62/60/56 dB

Teilraum Trattenbach :

Anrainerverk., Naturgeräusche	L_r , T/A/N nicht gemessen: <55/<50/<40 dB
-------------------------------	----------------------------------------------

Teilraum Fröschnitzgraben:

Fröschnitzgraben	L_r , T/A/N55/51/46 dB
Ortsdurchf. Steinhaus-L117	L_r , T/A/N56/52/49 dB
Schmelzriegelsiedlung	L_r , T/A/N 52/51/50 dB
Dürrgraben Anschluss S6	L_r , T/A/N 69/68/70 dB

Teilraum Grautschenhof:

Grautschenhof	L_r , T/A/N71/69/66 dB
Sommerau	L_r , T/A/N59/57/55 dB
Spital a.S.	L_r , T/A/N 58/56/53 dB

Teilraum Mürzzuschlag:

Bahnhofbereich/Wiener Str.	L_r , T/A/N62/59/55 dB
Wiener Straße Baust.-Ausf.	L_r , T/A/N61/58/55 dB
Wiener Straße Fahrtwg. zu S6	L_r , T/A/N 67/66/70 dB

Als Konsequenz der Ergebnisse werden für ruhiger gelegene Nachbarschaftslagen in nördlich und westlich der BE Zwischenangriff Göstritz, für die Nachbarschaftslagen in Fröschnitzgraben und Schmelzriegelsiedlung sowie für die Nachbarschaftslagen in Trattenbach und Langenwang die niedrigeren Baulärm-Immissionsgrenzwerte von 60 dB tags angewandt, während für die übrigen untersuchten Lagen der Grenzwert mit 65 dB tags eingesetzt wird. Für die Nachtzeit wird

generell ein Grenzwert von 50 dB für den Beurteilungspegel ($L_{A,eq}$) bzw. ein Grenzwert von 45 dB für Dauergeräusche berücksichtigt.

5.1.4 NULLVARIANTE

Die Nullvariante berücksichtigt die Entwicklung des Schienenverkehrs auf der Bestandstrecke bis zum Jahr 2025 für den Fall des Unterbleibens des Vorhabens. Die Untersuchungen erfolgen für Nachbarbereiche, die derzeit von Schienenverkehrslärm betroffen sind. Nachstehend werden punktuell die wesentlichen Ergebnisse der UVE-Untersuchungen dargestellt:

Schienenverkehrslärm:

Betriebsprogramm und Schallemission:

Aus den umfangreichen Unterlagen der UVE und des EB-Projekts werden nachstehend für maßgebliche Streckenabschnitte das Verkehrsaufkommen und der äquivalente längenbezogene Schalleistungspegel ($L_{W',A,eq}$) für die Schallemission für die maßgebliche Nachtzeit (2200-0600 Uhr) dargestellt:

Wiener Neustadt – Gloggnitz:

Die zulässige örtliche Geschwindigkeit v_{zG} ist mit 150 km/h festgelegt. Für die Nullvariante 2025 ist ein tägliches (24 h) Zugaufkommen von 275 Zügen (davon 150 Güterzüge), davon bei Nacht 77 Züge (davon 66 Güterzüge) vorgesehen.

Glogg Ost: $L_{W',A,eq}$, nachts 95,9 dB.

Gloggnitz – Payerbach-Reichenau:

Die zulässige örtliche Geschwindigkeit v_{zG} ist mit 80 km/h festgelegt. Für die Nullvariante 2025 ist ein tägliches (24 h) Zugaufkommen von 296 Zügen (davon 153 Güterzüge), davon bei Nacht 95 Züge (davon 70 Güterzüge) vorgesehen.

Glogg West: $L_{W',A,eq}$, nachts 94,3 dB.

Payerbach-Reichenau - Mürzzuschlag:

Die zulässige örtliche Geschwindigkeit v_{zG} ist mit 60-80 km/h festgelegt. Für die Nullvariante 2025 ist ein tägliches (24 h) Zugaufkommen von 261 Zügen (davon 153 Güterzüge), davon bei Nacht 99 Züge (davon 73 Güterzüge) vorgesehen.

Payerb. Ri Semm.: $L_{W',A,eq}$, nachts 93,3 dB

Semmering Nord: $L_{W',A,eq}$, nachts 91,0 dB

Semmering Süd: $L_{W',A,eq}$, nachts 92,8 dB

Mürzzuschl. Ost: $L_{W',A,eq}$, nachts 94,5 dB.

Mürzzuschlag – Mitterdorf-Veitsch:

Die zulässige örtliche Geschwindigkeit v_{zG} ist für Mürzzuschlag West mit 90 km/h und für Langenwang mit 110/120 km/h festgelegt. Für die Nullvariante 2025 ist ein tägliches (24 h) Zugaufkommen von 272 Zügen (davon 160 Güterzüge), davon bei Nacht 90 Züge (davon 73 Güterzüge) vorgesehen.

Mürzzuschl. West: $L_{W',A,eq}$, nachts 92,7 dB

Langenwang : $L_{W',A,eq}$, nachts 95,7 dB.

Im Vergleich zur Bestandssituation 2010 zeigt sich für die Nullvariante eine Erhöhung der Schallemissionen um 1,4-1,6 dB.

Lärmimmissionen:

Neben den Rasterlärmplänen sind im Technischen Bericht Lärm des EB-Projekts, Plannummer 5510-EB-0901AL-0001-F00, für maßgebliche Nachbarschaftsbereiche in Gloggnitz und Mürzzuschlag Mittelwerte der Beurteilungspegel L_r des Schienenlärms für Tag- und Nachtzeit ausgewiesen:

Gloggnitz:

Obere Silbersbergstraße	L _r , Tg/Na	66/68 dB
Untere Silbersbergstraße	L _r , Tg/Na	59/61 dB
Arensteingasse	L _r , Tg/Na	57/57 dB
Zeile	L _r , Tg/Na	67/69 dB
Uferstraße	L _r , Tg/Na	53/54 dB

Mürzzuschlag:

Ziegenburg	L _r , Tg/Na	52/54 dB
Untere u. Obere Sackgasse	L _r , Tg/Na	60/61 dB
Frachtenstraße	L _r , Tg/Na	49/51 dB
Wiener Straße	L _r , Tg/Na	60/62 dB

Im Vergleich zur Bestandssituation 2010 zeigt sich für die Nullvariante 2025 eine Erhöhung der in der Nachbarschaft auftretenden Schienenverkehrslärmimmissionen gerundet im Ausmaß von 1-2 dB.

5.1.5 BAUPHASE**Allgemeines:**

Die **Bauphase** betrifft die Aufschließung und die Herstellung von Baustelleneinrichtungen, den Betrieb von Geräten und Maschinen, Betriebsanlagen und den innerbetrieblichen Verkehr auf den Baustelleneinrichtungsflächen und Baustellen sowie den bauintiierten Verkehr auf öffentlichen Verkehrsflächen. Wegen der langen Dauer des Tunnelvortriebs und der dabei auftretenden Schutterung, Manipulation und Abtransport und Deponierung des Ausbruchsmaterials wird in der UVE-Untersuchung den möglichen Lärmauswirkungen eine besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Als Grundlage für die Art, Andauer und Einsatzhäufigkeit der Bau- und Transporttätigkeiten wird das Bau-, Ausrüstungs- und Materialbewirtschaftungskonzept der Einreichplanung, Plannummer 5510-EB-1001AL-00-1001, herangezogen.

Wesentlich dabei ist die räumliche Einteilung in 5 Bauabschnitte und die Unterteilung der Tätigkeiten in 4 Bauphasen.

Bauabschnitte:

Gloggnitz
Göstritz
Frörschnitz
Grautschenhof
Mürzzuschlag.

Bauphasen:	Phase 1:	Vorarbeiten: Baumaßnahmen für späteren Tunnelvortrieb
	Phase 2:	Hauptmaßnahme: Errichtung des Tunnelbauwerks
	Phase 3:	Ausrüstung: Herstellung und Ausrüstung der Gleise und NA
	Phase 4:	Inbetriebnahme: Abnahme und Probelauf.

In der lärmtechnischen Untersuchung der UVE werden für die **Bauphase** ausgehend von den Schallemissionen (A-bew. Schalleistungspegel) der zum Einsatz gelangenden Maschinen und Geräte unter Berücksichtigung der Häufigkeit und Andauer des Einsatzes der Maschinen die in den 6 Teilbereichen der Bautätigkeiten (zusätzlich zu den 5 Bauabschnitten berücksichtigt wurde die Tunnelbewetterungsanlage Trattenbach) während der jeweils lärmexponiertesten Bauphase auftretenden Schalleistungspegel berechnet. Für die Festlegungen über den Einsatz (Häufigkeit und Andauer) von Baumaschinen, sonstigen Anlagen und Transportfahrzeugen werden die Daten der in der Bauablaufbeschreibung enthaltenen Massenbilanz, LKW-Fahrten und Einsatzzeiten der Baugeräte herangezogen.

Die Durchführung von Bauarbeiten wird unter Berücksichtigung der Kriterien eines lärmarmen Baubetriebes und Einsatz von entsprechend lärmarmen Baumaschinen und Transportfahrzeugen weitgehend schonend für die Nachbarschaft vorgesehen. Die vom Bau betroffenen Anrainer werden vor Baubeginn über die Bauarbeiten und die möglichen Beeinträchtigungen schriftlich informiert und es werden für die Anrainer Kontaktpersonen mit Telefonnummern bekanntgegeben, um in möglichen Beschwerdefällen schnell reagieren zu können.

Als Grundlagen für die Schallemissionen werden Angaben der A-bew. Schalleistungspegel nach EU-Richtlinie 2000/14, vornehmlich jedoch Angaben der Schallemissionen beim praktischen Einsatz von Baumaschinen aus dem Technischen Bericht des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie zur Untersuchung der Geräuschemissionen von Baumaschinen, herangezogen.

Ausgehend von den Schallemissionen der einzelnen Maschinen, Anlagen und Transportfahrzeuge werden zunächst für verschiedene Tätigkeiten (Abbrucharbeiten, Aushub- und Verladetätigkeiten, LKW Fahrten, Spundungs- und Brückenbauarbeiten, Gleisbauarbeiten, usw.) auftretenden mittleren (zeitbezogenen) Schalleistungspegel ermittelt.

Aus den Schalleistungspegeln (Bauflächen und interne Verkehrsweglinien) werden mit dem digitalen Rechenprogramm entsprechend ÖAL Nr. 28 bzw. RVS 04.02.11 die in der Umgebung der Bauabschnitte zu erwartenden Baulärmimmissionen als äquivalente Dauerschallpegel $L_{A,eq}$ für die jeweils lärmexponierteste Bauphase berechnet.

Für die schalltechnische Beurteilung des Baulärms bei Tagzeit werden abhängig von der Höhe der derzeitigen Lärmsituation (Bestandslärm $L_{A,eq} \leq 55$ dB oder > 55 dB) äquivalente Dauerschallpegel des Baulärms von 60 dB oder 65 dB als Zielwerte für die Tagzeit (0600-1900 Uhr) bzw. von 55 dB oder 60 dB als Zielwerte für die Abendzeit (1900-2200 Uhr) angestrebt. Für die Nachtzeit (2200-0600 Uhr) wird generell ein Zielwert von 50 dB, für Dauergeräusche (Lüftungen, usw.) wird ein Zielwert von 45 dB angestrebt.

Bauseitige schalltechnische Maßnahmen zur Einhaltung der Zielwerte werden angeführt. Darüber hinaus werden bei unvermeidbaren Überschreitungen der Zielwerte passive Lärmschutzmaßnahmen (Objektschutz = Lärmschutzfenster) angeboten.

Lärmschutzmaßnahmen und Schallemissionen:

Maßnahmen zur Vermeidung hoher Baulärmimmissionen sind in der Maßnahmenübersicht zur UVE, PlanNr. 5510-UV-0101AL-00-0003-F01, im UVE-Bericht LÄRM, PlanNr. 5510-UV—0405AL-00-0001-F00 sowie in den für die Teilbereiche (Bauabschnitte) gültigen Lageplänen der baulichen Maßnahmen (Belastung Bauphase in den Immissionsorten) dargelegt.

Als **allgemeine Lärmschutzmaßnahmen** sind in der UVE zur Vermeidung hoher Baulärmimmissionen folgende Maßnahmen vorgesehen:

- Einrichtung von bauabschnittsbezogenen Ansprechstellen (Bau-Ombudsmann) für Anregungen und Beschwerden
- Genereller Einsatz von modernen und leisen Baumaschinen und Geräten nach den Bestimmungen der EU-Richtlinie 2000/14/EG und Berücksichtigung eines lärmarmen Baubetriebes
- Abtransport und Anlieferung nur mit lärmarmen LKW, die der EU-Richtlinie 70/157/EWG bzw. der KDV entsprechen

- Grundsätzlicher Vorsatz zur Einhaltung der örtlich IST-Bestandsabhängigen Zielwerte von 60-65 dB tags, 55-60 dB abends und generell 50 dB nachts für den mittleren äquivalenten Dauerschallpegel des spezifischen Baulärms sowie von 45 dB für Dauergeräusche (z.B. Lüftungsanlagen) vom Bau
- Ausführung bzw. Herstellung von speziellen temporären Bau-Lärmschutzmaßnahmen
- Beweissicherung des Baulärms durch Vornahme von Kontrollmessungen, vor allem zur Verifizierung in Beschwerdefällen
- Im Fall der Überschreitung der Zielwerte für den Baulärm werden im Einvernehmen der betroffenen Anrainer mit dem Bau-Ombudsmann zusätzliche temporäre Schallschutzmaßnahmen, wie z.B. der Einsatz von speziell leisen Baumaschinen, oder die zusätzliche zeitliche Einschränkungen von Tätigkeiten, vorgesehen
- Vorgezogener Einbau der für den Bahnbetrieb vorgesehenen Objektschutzmaßnahmen (Lärmschutzfenster), ergänzt durch vom Baulärm besonders betroffene Objekte, als generelle Schutzmaßnahme gegen überhöhten Baulärm.

Spezielle zusätzliche örtliche Lärmschutzmaßnahmen und Einschränkungen werden für die einzelnen Bauabschnitte mit Auswirkungen in den Teilräumen angeführt:

Hinweis:

Vom unterfertigten UVP-Gutachter für Lärmschutz (LA) werden hierzu ergänzend Art und Umfang der punktuellen Kontrollmessungen präzisiert und bei Vorgabe der Immissionsgrenzen für den spezifischen Baulärm für den Fall von Grenzwert-Überschreitungen zusätzliche Lärmschutzmaßnahmen und/oder sonstige Konsequenzen unter Einbindung des Bau-Ombudsmanns verlangt. Die zusätzlichen Festlegungen erfolgen im Abschnitt 3.1 des Gutachtens im Zuge der entsprechenden Fragebeantwortung.

Teilraum Gloggnitz-Schwarzatal:

Außer den allgemeinen Lärmschutzmaßnahmen werden im Teilraum zusätzlich folgende konkrete Lärmschutzmaßnahmen berücksichtigt:

- Austragung von Schuttermaterial (Tunnelausbruch) zur Zwischendeponie erfolgt mittels Förderband
- Verladung und Abtransport des Schuttermaterials erfolgt nur mittels Bahn bei Tagzeit bis 1900 Uhr
- Betrieb von Schubraupen, Lader, LKW-Anlieferung, Material-Anlieferung mit Zug, Betrieb der Brechanlage sowie die Durchführung von Arbeiten vor der Werkstätte und dem Magazin erfolgen nur bei Tagzeit bis 2200 Uhr
- Brechanlage, Betonmischanlage und Tübbing-Fabrik werden jeweils in geschlossenen, speziell schalldämmenden Gebäuden betrieben, sodass der Höchstwert der Schallemission als A-bew. Schalleistungspegel der Anlage jeweils folgenden Wert nicht überschreitet:

Brechanlage	95 dB
Betonmischanlage	80 dB
Tübbingfabrik (Rüttler)	90 dB

- Stromaggregate, Turmdrehkräne, Portalkräne, Pumpen, Neutralisationsanlage und die Tunnelbewetterung (Tunnelbelüftung) werden hinsichtlich ihrer Schallemission so ausgewählt oder mit schalldämmenden Maßnahmen ausgestattet, dass der Höchstwert der Schallemission als A-bew. Schalleistungspegel der Anlage jeweils folgenden Wert nicht überschreitet:

Stromaggregate, ges.	95 dB
Turmdrehkran, Hub/Dreh/Katzf	85/85/85 dB
Portalkran, Hub/Fahrt/Katzf	90/85/85 dB

Pumpen, ges.	90 dB
Neutralisation, ges.	90 dB
Tunnelbewetterung, ges.	90 dB

- Errichtung einer außenseitig hochabsorbierenden Teileinhausung außenseitig der Schuttergleise, Länge 200 m, Höhe mind. 7 m ü.SOK, Überdeckung Gleisanlage 10 m (LÄ-GL-BA-01)
- Errichtung einer LSW, nördlich des Transportweges über die Schwarza, südseitig (BE-seitig) hochschallabsorbierend, Länge 155 , Höhe 3 ü. Fahrweg-Oberkante (LÄ-GL-BA-02)
- Errichtung einer LSW, an der östlichen BE-Kante Tunnelportal, westseitig (BE-seitig) hochabsorbierend, Länge 120 m, Höhe 3 ü. BE-Planum (LÄ-GL-BA-03)
- Anordnung der Bauwohnungen, des Baubüros, des Magazins und der Werkstätte in einer geschlossenen Reihe entlang der östlichen BE-Kante, dass dadurch ein Schallhindernis in einer Länge von 120 in einer Höhe von 3 m bzw. 6 m entsteht (LÄ-GL-BA-04)

Teilraum Göstritz:

Außer den allgemeinen Lärmschutzmaßnahmen werden im Teilraum zusätzlich folgende konkrete Lärmschutzmaßnahmen berücksichtigt:

- Austragung von Schuttermaterial zur Zwischendeponie erfolgt mittels Mulden-LKW
- Verladung und Abtransport des Schuttermaterials erfolgt nur mittels Bahn bei Tagzeit bis 1900 Uhr
- Betrieb von Schubraupen, Lader, LKW-Anlieferung, Material-Anlieferung mit Zug, Betrieb der Brechanlage sowie die Durchführung von Arbeiten vor der Werkstätte und dem Magazin erfolgen nur bei Tagzeit bis 2200 Uhr
- Betonmischanlage wird in geschlossenem, speziell schalldämmendem Gebäude betrieben, sodass der Höchstwert der Schallemission als A-bew. Schalleistungspegel der Anlage den Wert von 80 dB nicht überschreitet:
- Stromaggregate, Turmdrehkräne, Pumpen, Neutralisationsanlage und die Tunnelbewetterung (Tunnelbelüftung) werden hinsichtlich ihrer Schallemission so ausgewählt oder mit schalldämmenden Maßnahmen ausgestattet, dass der Höchstwert der Schallemission als A-bew. Schalleistungspegel der Anlage jeweils folgenden Wert nicht überschreitet:

Stromaggregate, ges.	95 dB
Turmdrehkran, Hub/Dreh/Katze	85/85/85 dB
Pumpen, ges.	90 dB
Neutralisation, ges.	90 dB
Tunnelbewetterung, ges.	90 dB

- Anordnung der Bauwohnungen und des Baubüros in einer geschlossenen Reihe entlang der westlichen BE-Kante, dass dadurch ein Schallhindernis in einer Länge von 60 in einer Höhe von 3 m entsteht (LÄ-AG-BA-01)
- Errichtung einer LSW, in Verlängerung der westlichen Fassade der Bauwohnungen und Baubüros, ostseitig (BE-seitig) hochschallabsorbierend, Länge 60 , Höhe 3 ü. BE-Planum (LÄ-AG-BA-02)
- Errichtung einer LSW entlang der westseitigen BE-Begrenzung und der Schuttermaterial-Zwischendeponie, beidseitig hochabsorbierend, Länge 190 m, Höhe mind. 7 m ü.GOK (LÄ-AG-BA-04)
- Anordnung des Magazins in einer Länge von in einer Länge von 30 und einer Höhe von mind. 6 m im Bereich NW-Ecke der BE, anschließend an die LSW (LÄ-AG-BA-04). Für den Fall , dass kein Magazin errichtet wird, wird ersatzweise eine anschließende LSW in einer Länge von 30 m und einer Höhe von mind. 5 m errichtet (LÄ-AG-BA-03)
- Anordnung der Werkstätte in einer Länge von 40 m und einer Höhe von mind. 6 m im Bereich nördl. Begrenzung der BE-Fläche (LÄ-AG-BA-06)

- Ausführung von Objektschutzmaßnahmen (Einbau von Lärmschutzfenstern) in den angeführten Fassaden der Wohnhäuser Göstritz Nr. 5, Göstritz Nr. 47, Göstritz Nr. 48 und Göstritz Nr. 79 (LÄ-AG-BA-05)

Teilraum Trattenbach:

Außer den allgemeinen Lärmschutzmaßnahmen werden im Teilraum zusätzlich folgende konkrete Lärmschutzmaßnahmen berücksichtigt:

- Betrieb der Schubraupe, Lader, Hydraulikbagger, Stromaggregat und LKW-Anlieferung erfolgen nur bei Tagzeit bis 2200 Uhr, Der Betrieb des Raiseboring-Geräts erfolgt nur bis 1900 Uhr.
- Das Stromaggregat und die Tunnelbewetterung (Tunnelbelüftung) werden hinsichtlich ihrer Schallemission so ausgewählt oder mit schalldämmenden Maßnahmen ausgestattet, dass der Höchstwert der Schallemission als A-bew. Schalleistungspegel der Anlage jeweils folgenden Wert nicht überschreitet:

Stromaggregat, ges.	95 dB
Tunnelbewetterung, ges.	85 dB

Teilraum Fröschnitzgraben:

Die BE Fröschnitzgraben befindet sich östlich der L117. Auf der BE befindet sich eine Material-Aufbereitungsanlage (Brech- und Siebanlage), eine Betonmischanlage und ein Lagerplatz für Tübbings. Über einen Vertikalschacht mit Portalkran wird der Zwischenangriff des Tunnelvortriebs bedient und die Tunnelbaustelle bewettert. Der Schacht dient für den späteren Bahnbetrieb als Lüftungsschacht für die Ereignisfallbelüftung.

Die Austragung von Schuttermaterial aus dem Tunnel erfolgt über den Bedienschacht mittels Portalkran. Von einem kleinen Zwischenlager wird das Material mittels Förderband zum Zwischenlager bei der Aufbereitungsanlage (Brech- und Siebanlage) transportiert. Von dort wird das Material mit einem weiteren Förderband zur großen Zwischendeponie westlich der L117 transportiert. Von der Zwischendeponie wird schließlich das Ausbruchsmaterial mit einer langen Förderbandanlage zur Bodenaushubdeponie Longsgraben gefördert und dort verdichtet eingebaut.

Die Bodenaushubdeponie Longsgraben wird darüber hinaus ausschließlich bei Tagzeit mittels LKW-Transporten mit Schuttermaterial von den Zwischenangriffen Göstritz und Grautschenhof beschickt.

Außer den allgemeinen Lärmschutzmaßnahmen werden im Teilraum zusätzlich folgende konkrete Lärmschutzmaßnahmen berücksichtigt:

- LKW-Anlieferung zur BE sowie LKW-Anlieferung zur Deponie Longsgraben, Betrieb der Brechanlage sowie die Durchführung von Arbeiten vor der Werkstätte und dem Magazin erfolgen nur bei Tagzeit bis 2200 Uhr
- Brechanlage (Aufbereitungsanlage) und Betonmischanlage werden jeweils in geschlossenen, speziell schalldämmenden Gebäuden betrieben, sodass der Höchstwert der Schallemission als A-bew. Schalleistungspegel der Anlage jeweils folgenden Wert nicht überschreitet:

Brechanlage	95 dB
Betonmischanlage	80 dB

- Stromaggregate, Turmdrehkräne, Pumpen, Neutralisationsanlage und die Tunnelbewetterung (Tunnelbelüftung) werden hinsichtlich ihrer Schallemission so ausgewählt oder mit schalldämmenden Maßnahmen ausgestattet, dass der Höchstwert der Schallemission als A-bew. Schalleistungspegel der Anlage jeweils folgenden Wert nicht überschreitet:

Stromaggregate, ges.	90 dB
Turmdrehkran, Hub/Dreh/Katzf	85/85/85 dB
Portalkran, Hub/Fahrt/Katzf	90/85/85 dB
Pumpen, ges.	90 dB

Neutralisation, ges. 90 dB

Tunnelbewetterung, ges. 90 dB

- Errichtung einer Lärmschutz-Dammschüttung im Bereich der nördlichen Begrenzung der Ausbruchsmaterial-Zwischendeponie in einer Länge von 170 m und einer Höhe von 5 m über Deponie-Planum (LÄ-FR-BA-04)
- Errichtung einer Lärmschutz-Dammschüttung im Bereich der südlichen Begrenzung der BE (von südlich bis östlich Baubüro) in einer Länge von 60 m und in einer Höhe (OK Damm) von 995 m ü.d.M. (Adria) (LÄ-FR-BA-05)
- Anordnung des Baubüros im Bereich der südlichen Ecke der BE oder alternativ Errichtung einer LSW in einer Länge von 50 m in einer Höhe von 3 m (LÄ-FR-BA-07)
- Anordnung der Bauwohnungen östlich der PKW-Parkflächen oder alternativ Errichtung einer LSW in einer Länge von 50 m in einer Höhe von 3 m ü. GOK (LÄ-FR-BA-06)
- Errichtung einer LSW westseitig der Baustraße (zum Schutz der Schmelzriegelsiedlung), straßenseitig hochabsorbierend, in einer Länge von 480 m und einer Höhe von 3 m (abgetrept 2 m) über Straße (LÄ-FR-BA-01)
- Errichtung einer LSW südwestseitig der L 117 (zum Schutz des Hauses Fröschnitz Nr. 9), straßenseitig hochabsorbierend, in einer Länge von 90 m und einer Höhe von 3 m über Straße, davon in einer Länge von 20 m abgetrept auf 2 m Höhe und Errichtung einer LSW südwestlich der L 117 (gegenüber der Einmündung der Baustraße) in einer Länge von 50 m und einer Höhe von 3,0 m ü. Fahrbahn (LÄ-FR-BA-02)
- Errichtung einer LSW südwestseitig der Baustraße von Einmündung zur L 117 (zum Schutz der Häuser Fröschnitz Nr. 10, 11, 11a und 12 im Fröschnitzgraben), straßenseitig hochabsorbierend, in einer Länge von 260 m und 65 (Unterbrechung bei Brücke Zufahrtsweg) und einer Höhe von 3,0 m ü. Fahrbahn (LÄ-FR-BA-03)
- Ausführung von Objektschutzmaßnahmen (Einbau von Lärmschutzfenstern) in den angeführten Fassaden der Wohnhäuser Fröschnitz Nr. 13, Nr. 20 und Nr. 21 (LÄ-FR-BA-08)
- Vertragliche Sicherstellung, dass der LKW-Verkehr für die BE Fröschnitzgraben und die Deponie Longsgraben von der L 117 über die Baustraße Steinhaus zur Anschlussstelle S6 geführt wird und nicht durch die Ortsdurchfahrt Steinhaus (LÄ-FR-BA-20)
- Auf der Deponie Longsgraben finden betriebliche Tätigkeiten nur an Werktagen bei Tagzeit (0600-1900 Uhr) statt. Ausgenommen sind die LKW-Anlieferung von Ausbruchsmaterial bis 2200 Uhr und die kontinuierliche (durchgehende) Anlieferung von Ausbruchsmaterial von der BE Fröschnitzgraben mittels Förderband.

Teilraum Grautschenhof mit Sommerau:

Die BE Grautschenhof befindet sich südlich des Ortsgebietes Grautschenhof an der B 306 Semmering Ersatzstraße. Auf der BE befindet sich eine Material-Aufbereitungsanlage (Brech- und Siebanlage), eine Betonmischanlage und ein Lagerplatz für Tübbings. Über einen Zugangsstollen wird der Zwischenangriff des Tunnelvortriebs vorgenommen. Die Bewetterung der Tunnelbaustelle erfolgt über den Baulüftungsschacht Sommerau unmittelbar oberhalb des Tunnels

Die Austragung von Schuttermaterial aus dem Tunnel erfolgt mittels Mulden-LKW zur Zwischendeponie auf der BE. Von der Zwischendeponie wird schließlich das Ausbruchsmaterial mittels Straßen-LKW über die S6 zur Deponie Longsgraben verfrachtet.

Außer den allgemeinen Lärmschutzmaßnahmen werden im Teilraum zusätzlich folgende konkrete Lärmschutzmaßnahmen berücksichtigt:

- LKW-Anlieferung zur BE sowie LKW-Fahrten zur Deponie Longsgraben, Betrieb der Brechanlage, die Durchführung von Arbeiten vor der Werkstätte und dem Magazin sowie Bautätigkeiten zur Errichtung der Baulüftung Sommerau erfolgen nur bei Tagzeit bis 2200 Uhr

- Brechanlage (Aufbereitungsanlage) und Betonmischanlage werden jeweils in geschlossenen, speziell schalldämmenden Gebäuden betrieben, sodass der Höchstwert der Schallemission als A-bew. Schalleistungspegel der Anlage jeweils folgenden Wert nicht überschreitet:

Brechanlage	95 dB
Betonmischanlage	80 dB

- Stromaggregate, Turmdrehkräne, Pumpen, Neutralisationsanlage und die Tunnelbewetterung (Tunnelbelüftung) werden hinsichtlich ihrer Schallemission so ausgewählt oder mit schalldämmenden Maßnahmen ausgestattet, dass der Höchstwert der Schallemission als A-bew. Schalleistungspegel der Anlage jeweils folgenden Wert nicht überschreitet:

Stromaggregate, ges.	90 dB
Turmdrehkran, Hub/Dreh/Katzf	85/85/85 dB
Pumpen, ges.	90 dB
Neutralisation, ges.	90 dB
Bewetterung Grautschenhof	90 dB
Baulüftung Sommerau	85 dB

- Anordnung der Bauwohnungen östlich der Humusdeponie und südlich der PKW-Parkflächen oder alternativ Errichtung einer LSW an der Ostecke der Humusdeponie in einer Länge von 70 m in einer Höhe von 3 m ü. GOK (LÄ-GR-BA-01)
- Errichtung eines Erdwalls entlang der SW-Begrenzung der Humusdeponie in einer Länge von 100 m und einer Höhe von 7 m über GOK (LÄ-GR-BA-02)
- Errichtung einer Lärmschutzwand, beidseitig hochabsorbierend, entlang des BE-Bereichs zur Betonmischanlage und des Zuschlagstofflagers zur B 306 Semmering-Ersatzstraße, in einer Länge von 240 m und einer Höhe von 5,0 m ü. GOK (LÄ-GR-BA-03)
- Anordnung des Baubüros, des Magazins und der Werkstätte entlang der B 306 Semmering-Ersatzstraße, sodass ein Schallhindernis in einer Länge von 100 m entsteht. Alternativ Errichtung einer LSW in einer Länge von 100 m in einer Höhe von 3 m ü. GOK (LÄ-GR-BA-04)
- Errichtung einer LSW südöstlich der BE Sommerau, BE-seitig hochabsorbierend, in einer Länge von 90 m und einer Höhe von 5 m über GOK (LÄ-GR-BA-05)
- Errichtung einer straßenseitig hochabsorbierenden LSW, nordwestseitig der B 306/L 118 (zum Schutz der Häuser Grautschenhof Nr. 17-19), in einer Länge von 225 m und einer Höhe von 2 m über Straße (LÄGR-BA-06)
- Vertragliche Sicherstellung, dass der LKW-Verkehr für die BE sowie LKW-Fahrten zur Deponie Longsgraben über die L118/S6, ASt. Müzzzuschlag Ost geführt wird und nicht durch die Ortsdurchfahrt Spital am Semmering

Teilraum Müzzzuschlag:

Die BE Müzzzuschlag befindet sich nördlich der bestehenden Südbahnstrecke vor und seitlich hinter den Tunnelportalen des Semmering-Basistunnels neu. Auf der BE befindet sich eine Betonmischanlage und ein Lagerplatz für Tübbings.

Außer den allgemeinen Lärmschutzmaßnahmen werden im Teilraum zusätzlich folgende konkrete Lärmschutzmaßnahmen berücksichtigt:

- Mit Ausnahme des Betriebes einer Pumpe erfolgen Tätigkeiten auf der BE nur bei Tagzeit bis 2200 Uhr

- LKW-Anlieferung zur BE sowie LKW-Fahrten zur Deponie Longsgraben, Betrieb der Brechanlage, die Durchführung von Arbeiten vor der Werkstätte und dem Magazin sowie Bautätigkeiten zur Errichtung der Baulüftung Sommerau erfolgen nur bei Tagzeit bis 2200 Uhr
- Betonmischanlage wird in einem geschlossenen, speziell schalldämmenden Gebäude betrieben, sodass der Höchstwert der Schallemission als A-bew. Schalleistungspegel der Anlage den Wert von 80 dB nicht überschreitet
- Stromaggregat und Turmdrehkran werden hinsichtlich ihrer Schallemission so ausgewählt oder mit schalldämmenden Maßnahmen ausgestattet, dass der Höchstwert der Schallemission als A-bew. Schalleistungspegel der Anlage jeweils folgenden Wert nicht überschreitet:

Stromaggregat, ges.	90 dB
Turmdrehkran, Hub/Dreh/Katze	85/85/85 dB
Pumpen, ges.	90 dB

- Ausführung von Objektschutzmaßnahmen (Einbau von Lärmschutzfenstern) in den angeführten Fassaden der Wohnhäuser Wiener Straße Nr. 97, Wiener Straße Nr. 99, Nr. 101, Nr. 103 u. Nr. 105, sowie Wiener Straße Nr. 109 a-c (LÄ-MZ-BA-01)

Teilraum Langenwang:

Tätigkeiten zur Errichtung des Unterwerks Langenwang erfolgen nur bei Tagzeit bis 2200 Uhr. Außer den allgemeinen Lärmschutzmaßnahmen sind im Teilraum keine zusätzlichen Lärmschutzmaßnahmen vorgesehen.

Baulärmimmissionen:

Die durch den Einsatz der Baumaschinen, durch den Betrieb von Maschinen und Geräten auf den Baustelleneinrichtungen und durch den initiierten Verkehr auf öffentlichen Verkehrsflächen wurden ausgehend von den Schallemissionen der Anlagen die im Umfeld in der Nachbarschaft zu erwartenden Baulärmimmissionen berechnet. Bei der Berechnung wurden neben allgemeinen Vorgaben für einen lärmarmen Baubetrieb in den einzelnen Bauabschnitten (Teilräumen) zusätzliche spezielle schalltechnische Maßnahmen zur Einhaltung der Zielwerte für den Baulärm eingesetzt und berücksichtigt.

Als Ergebnisse der Untersuchung wurden Rasterlärmpläne dargestellt. Für jeden der untersuchten Teilräume wurden überdies in Lageplänen der baulichen Maßnahmen neben der Darstellung der Baustelleneinrichtungen und der berücksichtigten Lärmschutzmaßnahmen für den Bau die Lage der Baulärm-Zielwerte für Tag- und Nachtzeit als Isophonen dargestellt. Darüber hinaus wurden in Tabellen für verschiedene Objektfassaden die Höhe der zur Tag- Abend- und Nachtzeit zu erwartenden Baulärmimmissionen ausgewiesen und mit den Zielwerten verglichen.

Als Ergebnis zeigt sich mit wenigen Ausnahmen die Einhaltung der vorgegebenen Zielwerte für den Baulärm. Für die ausgenommenen Objekte bzw. Objektfassaden werden Objektschutzmaßnahmen vorgesehen.

Während des Baubetriebs sind Kontrollmessungen der Schallemissionen von Maschinen und Anlagen sowie Kontrollmessungen der tatsächlichen Baulärmauswirkungen in lärmexponierten Lagen der Nachbarschaft zur Beweissicherung vorgesehen. Im Falle einer feststellbaren Überschreitung der Zielwerte für den Baulärm werden im Einvernehmen mit den betroffenen Anwohnern und einem Bau-Ombudsmann zusätzliche Schutzmaßnahmen zur Anwendung kommen.

5.1.6 BETRIEBSPHASE

a) Schienenverkehr:

Die Projektvariante berücksichtigt das zum Zeitraum 2025 zu erwartende Schienenverkehrsaufkommen sowohl für die Tunnel-Neubaustrecke als auch für die verbleibende Bestandstrecke (Bergstrecke) des Vorhabens. Die Untersuchungen erfolgen für Nachbarbereiche, die sowohl im Teilraum Gloggnitz als auch im Teilraum Mürzzuschlag bereits derzeit von Schienenverkehrslärm betroffen sind. Nachstehend werden punktuell die wesentlichen Ergebnisse der UVE-Untersuchungen dargelegt:

Schienenverkehrslärm:

Betriebsprogramm und Schallemission:

Aus den umfangreichen Unterlagen der UVE und des EB-Projekts werden nachstehend für maßgebliche Streckenabschnitte das Verkehrsaufkommen und der äquivalente längenbezogene Schalleistungspegel ($LW'_{A,eq}$) für die Schallemission für die maßgebliche Nachtzeit (2200-0600 Uhr) dargelegt:

Wiener Neustadt – Gloggnitz:

Die zulässige örtliche Geschwindigkeit v_{zG} ist mit 150 km/h festgelegt. Für die Projektvariante 2025 ist ein tägliches (24 h) Zugaufkommen von 285 Zügen (davon 157 Güterzüge), davon bei Nacht 86 Züge (davon 73 Güterzüge) vorgesehen.

Glogg Ost: $LW'_{A,eq}$, nachts 96,6 dB.

Neubaustrecke Gloggnitz – SBTn-Tunnel:

Die zulässige örtliche Geschwindigkeit v_{zG} ist auf der Freistrecke mit 160 km/h festgelegt. Für die Projektvariante 2025 ist ein tägliches (24 h) Zugaufkommen von 200 Zügen (davon 149 Güterzüge), davon bei Nacht 74 Züge (davon 70 Güterzüge) vorgesehen.

Gleis 1+2: $LW'_{A,eq}$, nachts 97,1 dB.

Gloggnitz – Payerbach-Reichenau:

Die zulässige örtliche Geschwindigkeit v_{zG} ist mit 80 km/h festgelegt. Für die Projektvariante 2025 ist ein tägliches (24 h) Zugaufkommen von 103 Zügen (davon 28 Güterzüge), davon bei Nacht 22 Züge (davon 14 Güterzüge) vorgesehen.

Glogg West: $LW'_{A,eq}$, nachts 87,5 dB.

Payerbach-Reichenau - Mürzzuschlag:

Die zulässige örtliche Geschwindigkeit v_{zG} ist mit 60-80 km/h festgelegt. Für die Projektvariante 2025 ist ein tägliches (24 h) Zugaufkommen von 79 Zügen (davon 29 Güterzüge), davon bei Nacht 20 Züge (davon 15 Güterzüge) vorgesehen.

Payerb. Ri Semm.: $LW'_{A,eq}$, nachts 86,4 dB

Semmering Nord: $LW'_{A,eq}$, nachts 84,0 dB

Semmering Süd: $LW'_{A,eq}$, nachts 85,8 dB

Mürzzuschl. Ost: $LW'_{A,eq}$, nachts 87,5 dB.

Neubaustrecke SBTn-Tunnel - Mürzzuschlag:

Die zulässige örtliche Geschwindigkeit v_{VZG} ist auf der Freistrecke mit 100 km/h festgelegt. Für die Projektvariante 2025 ist ein tägliches (24 h) Zugaufkommen von 200 Zügen (davon 149 Güterzüge), davon bei Nacht 74 Züge (davon 70 Güterzüge) vorgesehen.

Gleis 1+2+5+6: $L_{W',A,eq}$, nachts 95,2 dB.

Mürzzuschlag – Mitterdorf-Veitsch:

Die zulässige örtliche Geschwindigkeit v_{VZG} ist für Mürzzuschlag West mit 100 km/h und für Langenwang mit 120/110 km/h festgelegt. Für die Projektvariante 2025 ist ein tägliches (24 h) Zugaufkommen von 272 Zügen (davon 170 Güterzüge), davon bei Nacht 95 Züge (davon 82 Güterzüge) vorgesehen.

Mürzzuschl. West: $L_{W',A,eq}$, nachts 95,8 dB

Langenwang : $L_{W',A,eq}$, nachts 96,6 dB.

Im Vergleich zur Nullvariante 2025 zeigt sich für die Projektvariante 2025 folgende Situation:

Bereich Gloggnitz Ost:		Erhöhung +0,5 dB
Bereich Gloggnitz West:	Bestandsstrecke:	Reduzierung -6,8 dB
	Mit Neubaustrecke:	Erhöhung +3,3 dB
Ber. Payerbach-Mürzzuschlag	Bestandsstrecke:	Reduzierung -6,9 bis -7,0dB
Bereich Mürzzuschlag		Erhöhung +2,0 dB
Bereich Mürzzuschlag West		Erhöhung +2,9 dB
Bereich Langenwang		Erhöhung +0,9 dB.

Lärmimmissionen:

Neben den Rasterlärmplänen sind im Technischen Bericht Lärm des EB-Projekts, Plannummer 5510-EB-0901AL-0001-F00, für maßgebliche Nachbarschaftsbereiche in Gloggnitz und Mürzzuschlag Mittelwerte der Beurteilungspegel L_r des Schienenlärms für Tag- und Nachtzeit ohne und mit Berücksichtigung der umfangreichen bahnseitigen Lärmschutzmaßnahmen (LS) ausgewiesen:

<u>Gloggnitz:</u>		<u>ohne LS</u>	<u>mit LS</u>
Obere Silbersbergstraße	L_r , Tg/Na	61/62dB	60/61 dB
Untere Silbersbergstraße	L_r , Tg/Na	61/62 dB	61/62 dB
Arensteingasse	L_r , Tg/Na	57/58 dB	55/56 dB
Zeile	L_r , Tg/Na	69/71 dB	60/61 dB
Uferstraße	L_r , Tg/Na	54/55 dB	48/50 dB.

Mürzzuschlag:

Ziegenburg	L_r , Tg/Na	53/56 dB	49/51 dB
Untere u. Obere Sackgasse	L_r , Tg/Na	61/63 dB	61/63 dB
Frachtenstraße	L_r , Tg/Na	51/54 dB	50/52dB
Wiener Straße	L_r , Tg/Na	59/61 dB	59/61 dB.

Im Vergleich zur Nullvariante 2025 zeigt sich für die Projektvariante 2025 mit Berücksichtigung der bahnseitigen Lärmschutzmaßnahmen folgende Änderung der Immissionssituation:

Gloggnitz:

Obere Silbersbergstraße	L _r , Tg/Na	Reduzierung	-6/-7 dB
Untere Silbersbergstraße	L _r , Tg/Na	Erhöhung	+2/+1 dB
Arensteingasse	L _r , Tg/Na	Reduzierung	-2/-1 dB
Zeile	L _r , Tg/Na	Reduzierung	-7/-8 dB
Uferstraße	L _r , Tg/Na	Reduzierung	-5/-4 dB.

Mürzzuschlag:

Ziegenburg	L _r , Tg/Na	Reduzierung	-3/-3 dB
Untere u. Obere Sackgasse	L _r , Tg/Na	Erhöhung	+1/+2 dB
Frachtenstraße	L _r , Tg/Na	Erhöhung	+1/+1 dB
Wiener Straße	L _r , Tg/Na	Reduzierung	-1/-1 dB.

Die detaillierten Ergebnisse der schalltechnischen Untersuchungen der Schienenverkehrslärmimmissionen sind in Lageplänen der baulichen Maßnahmen dargestellt:

für den Raum Gloggnitz	im Plan Nummer 5510-EB-0901AL-02-0005-F02 und
für den Raum Mürzzuschlag	im Plan Nummer 5510-EB-0901AL-02-0011-F02.

In den Plänen erfolgt die Darstellung der bahnseitigen Maßnahmen, der Isophonen-Linien für die Immissionsgrenzwerte tags/nachts von 65 dB/55 dB nach SchIV, die Darstellung der Fassaden an Objekten mit vorgesehenen Objektschutzmaßnahmen sowie die tabellarische Angabe der im Freien vor Fassaden von Wohnobjekten in verschiedenen Stockwerkshöhen für den IST-Zustand 2010, für die Nullvariante 2025, für die Projektvariante 2025 ohne und mit Berücksichtigung der bahnseitigen Lärmschutzmaßnahmen zu erwartenden Beurteilungspegel und Spitzenpegel der Schienenverkehrslärmimmissionen mit Hinweis auf Grenzwertüberschreitungen nach SchIV, und davon abgeleiteter Objektschutzmaßnahmen sowie ein Vergleich der Schienenlärmimmissionen im Freien für die Projektvariante mit bahnseitigen Lärmschutzmaßnahmen (mit LS) gegenüber der Nullvariante zu erwartenden Pegeländerungen.

Darüber hinaus sind im Technischen Bericht, Plannummer 5510-EB-0901AL-00-0001-F00, die bahnseitigen Lärmschutzmaßnahmen für den Teilraum (TR) Gloggnitz in Tabelle 28 übersichtsmäßig und in den Tabellen 30-35 detailliert, sowie für den TR Mürzzuschlag in Tabelle 29 übersichtsmäßig und in den Tabellen 36-41 detailliert beschrieben. Weiters sind im Bericht für den TR Gloggnitz in Tabelle 42 und für den TR Mürzzuschlag in Tabelle 43 die Nachbarobjekte mit vorgesehenen Objektschutzmaßnahmen (Lärmschutzfenster) unter Angabe des vorgesehenen Umfangs der Objektschutzmaßnahmen (Anzahl) angeführt.

Kontrollmessungen zur Beweissicherung der prognostizierten Schienenverkehrslärmimmissionen nach Inbetriebnahme des Vorhabens sind im Technischen Bericht Schalltechnik der UVE berücksichtigt, von den Ergebnisse abgeleitet ist die Aktualisierung der erforderlichen Objektschutzmaßnahmen vorgesehen.

Bemerkung: Art und Umfang der erforderlichen Schall-Kontrollmessungen Beweissicherungsmessungen und die anhand der Ergebnisse abzuleitenden Konsequenzen (zusätzliche Maßnahmen) werden im vorliegenden Lärmschutz (LA) des UVG festgelegt.

LÄRMSCHUTZMASSNAHMEN:**aa) Bahnseitige (aktive) Lärmschutzmaßnahmen:**

Im Einreichprojekt der UVE sowie im Einreichoperat (EB) für das eisenbahnrechtliche Baugenehmigungsverfahren ist die Ausführung folgender bahnseitiger Lärmschutzmaßnahmen (Lärmschutzwände LSW und schallabsorbierende Verkleidungen) enthalten, welche bei der Immissionsberechnung für die Prognose 2025 mit Lärmschutz (mit LS) berücksichtigt worden sind:

TR Gloggnitz:

LS – Maßnahme	Kürzel	Situierung von km - bis km	Länge [m]	Ausbau-Höhe OK über SOK / GOK
LSW Nord bis Tunnel	LÄ-GL-BE-01	76,220 – 76,635	415	3,0-5,0 m ü.SOK
LSW Süd bis Tunnel	LÄ-GL-BE-02	76,230 – 76,635	405	2,5-4,0 m ü.SOK
LSW Süd-Lückenschl.	LÄ-GL-BE-03	75,945 – 75,448	427	2,0-2,5 m ü.SOK
LSW Nord Erhöhung 0,5	LÄ-GL-BE-04	74,655 – 74,948	846	2,0 m ü.SOK
LSW Süd Verlängerung	LÄ-GL-BE-05	74,717 – 74,866	150	2,0 m ü.GOK
Tunnelportal	LÄ-GL-BE-06	76,635 – 76,735	je 100	Hochabs. Verklgd.

SOK ... Schienenoberkante GOK ... Gelände-Oberkante
 LSW ... Lärmschutzwand, Schalldämmmaß mind. $R_w = 27$ dB, generell bahnseitig hochabsorbierend

TR Müzzuschlag:

LS – Maßnahme	Kürzel	Situierung von km - bis km	Länge [m]	Ausbau-Höhe OK über SOK / GOK
LSW West, Erhöh. 1m und Verlängerung 305m	LÄ-MZ-BE-01	117,105 – 117,943	838	3,0 m ü.SOK
		117,943 – 118,248	305	2,0 m ü.SOK
LSW Ost, Erhöh. 1m	LÄ-MZ-BE-02	116,867 – 117,725	858	3,0 m ü.SOK
LSW Süd, Erhöh. 1m	LÄ-MZ-BE-03	115,870 – 116,427	557	3,0 m ü.SOK
Tunnelportal	LÄ-MZ-BE-04	115,628 – 115,728	je 100	Hochabs. Verklgd.
Wannenwände und Stützmauern	LÄ-MZ-BE-05	115,728 – 116,175	447 re.	Hochabs. Verklgd.
		115,728 – 116,252	524 li.	Bahnseit./Innenseite
Hanglamellen ü. Portal	LÄ-MZ-BE-06	ca. 115,730	--	Hochabs. Verklgd. der Unterseiten

SOK ... Schienenoberkante GOK ... Gelände-Oberkante
 LSW ... Lärmschutzwand, Schalldämmmaß mind. $R_w = 27$ dB, generell bahnseitig hochabsorbierend

ab) Objektseitige (passive) Lärmschutzmaßnahmen:

Für Fassaden von Nachbarobjekten, an welchem trotz der bahnseitigen Lärmschutzmaßnahmen Überschreitungen des örtlichen Immissionsgrenzwertes von 55 dB für die Nachtzeit auftreten, werden nach den Kriterien der Schienenverkehrslärm-Immissionsschutzverordnung (SchIV) objektseitige Maßnahmen (Einbau von Lärmschutzfenstern) vorgesehen. Dies trifft vor allem nahe der Bahn gelegene und höhere sowie höher als die Bahn gelegene Objekte.

Betroffene Objekte sind mit Darstellung der Fassaden und der Geschosshöhen in den Lageplänen der baulichen Maßnahmen dargestellt:

für den Raum Gloggnitz im Plan Nummer 5510-EB-0901AL-02-0005-F02 und

für den Raum Mürzzuschlag im Plan Nummer 5510-EB-0901AL-02-0011-F02.

Darüber hinaus sind im Technischen Bericht, Plannummer 5510-EB-0901AL-00-0001-F00, für den TR Gloggnitz in Tabelle 42 und für den TR Mürzzuschlag in Tabelle 43 die Nachbarobjekte mit vorgesehenen Objektschutzmaßnahmen (Lärmschutzfenster) unter Angabe des vorgesehenen Umfangs der Objektschutzmaßnahmen (Anzahl) angeführt.

b) Anlagen:

Als eisenbahntechnische Anlagen werden das Unterwerk UW Gloggnitz, das Unterwerk UW Langenwang und die Lüftungsanlage der Ereignislüftung Fröschnitzgraben betrachtet.

Schallemissionen:

Dem Technischen Bericht, Plannummer 5510-EB-0901AL-00-0001-F00, ist zu entnehmen, dass bei den Unterwerken jeweils 3 Umspanner (Transformatoren) von 110 kV auf 15 kV mit einer Leistung von je 10 MW im Freien betrieben werden. Darüber hinaus kommen bei der Freiluft-Schaltanlage etwa 10 Mal im Monat kurzzeitige (1 Sekunde) Schaltgeräusche des Leistungsschalters vor. Weitere Geräuschquellen, wie Trennschalter oder Innenschaltanlage, sind vernachlässigbar. Der A-bew. Schalleistungspegel für das Schaltgeräusch (Spitze) des Leistungsschalters wird mit 120 dB, der Schalleistungspegel eines Umspanners mit 81 dB angeführt.

Die Ereignisfall-Tunnel-Lüftung im Fröschnitzgraben wird in einem eigenen Lüftungsgebäude eingebaut und betrieben. Saug- und druckseitig der Ventilatoren werden in den Lüftungskanälen Schalldämpfer eingebaut, um einerseits im Ereignisfall im Tunnel erhöhte Lärmbelastungen zu vermeiden und andererseits die ins Freie abgestrahlte Schallemission zu begrenzen. Der A-bew. Summen-Schalleistungspegel des bei Vollbetrieb ins Freie abgestrahlten Schalls wird den Wert von 90 dB nicht überschreiten. Kontrollen der Schallemissionen sind vorgesehen.

Betriebslärmimmissionen:

Teilbereich Gloggnitz:

Durch Geräusche vom Unterwerk Gloggnitz werden im Freien vor dem nächsten Nachbarwohnhaus in ca. 90 m Entfernung Schalldruckpegel in der Höhe von 30-35 dB und seltene Spitzen-Schalldruckpegel (10* im Monat) von ca. 70 dB zu erwarten sein.

Teilbereich Fröschnitzgraben:

Durch das Geräusch der Tunnellüftung für den Ereignisfall wird am Immissionspunkt IP 1 (Fröschnitz 26) in ca. 200 m Entfernung ein Beurteilungspegel von 30 dB und am Immissionspunkt IP 2 (Fröschnitz 22) ein Beurteilungspegel von 25 dB prognostiziert.

Teilbereich Langenwang:

Durch Geräusche vom Unterwerk Langenwang werden im Freien vor dem nächsten Nachbarwohnhaus in ca. 300 m Entfernung Schalldruckpegel in der Höhe von 20-55 dB und seltene Spitzen-Schalldruckpegel (10* im Monat) von ca. 60 dB zu erwarten sein.

Bemerkung: Zur Kontrolle der ausreichend wirksamen Funktion der Schalldämpfer bei der Ereignisfall-Lüftung wird im vorliegenden UVG der Emissionsgrenzwert für den Summen-Schalleistungspegel der Anlage zur Einhaltung vorgeschrieben und entsprechende messtechnische Nachweise nach Fertigstellung und Inbetriebnahme verlangt.

6 LITERATUR ELEKTROMAGNETISCHE FELDER

MENSCH UND TIER IN ELEKTROMAGNETISCHEN FELDERN

Aarholt E, Flinn EA, Smith CW (1981): Effects of low-frequency magnetic fields on bacterial growth rate. *Phys Med Biol* 26 (4): 613 - 621

Abdul Rahman HI, Shah SA, Alias H, Ibrahim HM (2008): A case-control study on the association between environmental factors and the occurrence of acute leukemia among children in Klang Valley, Malaysia. *Asian Pac J Cancer Prev* 9 (4): 649 – 652

Abramsson-Zetterberg L, Grawe J (2001): Extended exposure of adult and fetal mice to 50 Hz magnetic field does not increase the incidence of micronuclei in erythrocytes. *Bioelectromagnetics* 22: 351-357

Adair RK (1992): Criticism of Lednev's mechanism for the influence of weak magnetic fields on biological systems. *Bioelectromagnetics* 13: 231 - 235

Ahlbom A, Day N, Feychting M, Roman E, Skinner J, Dockerty J, Linet M, McBride M, Michaelis J, Olsen JH, Tynes T, Verkasalo PK (2000): A pooled analysis of magnetic fields and childhood leukaemia. *Br J Cancer* 83 (5): 692 - 698

Ahlbom A, Feychting M, Gustavsson A, Hallqvist J, Johansen C, Kheifets L, Olsen JH (2004): Occupational Magnetic Field Exposure and Myocardial Infarction Incidence. *Epidemiology* 15 (4): 403 – 408

Ahlbom A, Feychting M, Koskenvuo M, Olsen JH, Pukkala E, Schulgen G, Verkasalo P (1993): Electromagnetic fields and childhood cancer. *Lancet* 343: 1295 - 1296

Ahmadian S, Zarchi SR, Bolouri B (2006): Effects of extremely-low-frequency pulsed electromagnetic fields on collagen synthesis in rat skin. *Biotechnol Appl Biochem*, 43 (Pt 2): 71 – 75

Ahmed Z, Wieraszkowski A (2008): The mechanism of magnetic field-induced increase of excitability in hippocampal neurons. *Brain Res* 1221: 30 – 40

Akdag Z, Dasdag S, Aksen F, Isik B, Yilmaz F (2006): Effect of ELF magnetic fields on lipid peroxidation, sperm count, p53, and trace elements. *Med Sci Monit* 12 (11):R366- BR371

Akerstedt T, Arnetz B, Ficca G, Paulsson LE, Kallner A (1999): A 50-Hz electromagnetic field impairs sleep. *J Sleep Res* 8 (1): 77 - 81

Akpolat V, Celik MS, Celik Y, Akdeniz N, Ozerdem MS (2009): Treatment of osteoporosis by long-term magnetic field with extremely low frequency in rats. *Gynecol Endocrinol* 25 (8): 524 – 529

Aksen F, Akdag Z, Ketani A, Yokus B, Kaya A, Dasdag S (2006): Effect of 50-Hz 1-mT magnetic field on the uterus and ovaries of rats (electron microscopy evaluation).

Al-Akhras MA (2008): Influence of 50 Hz magnetic field on sex hormones and body, uterine, and ovarian weights of adult female rats. *Electromagn Biol Med* 27 (2): 155 – 163

Al-Akhras MA, Darmani H, Elbetieha A (2006): Influence of 50 Hz magnetic field on sex hormones and other fertility parameters of adult male rats. *Bioelectromagnetics*, 27 (2): 127 - 131

Aldinucci C, Carretta A, Maiorca S, Rossi V, Ciccoli L, Pessina GP (2007): Synaptosome behaviour is unaffected by weak pulsed electromagnetic fields. *Bioelectromagnetics*: 2007; 28 (6): 477 - 483

Alfieri RR, Bonelli MA, Pedrazzi G, Desenzani S, Ghillani M, Fumarola C, Ghibelli L, Borghetti AF, Petronini PG (2006): Increased levels of inducible HSP70 in cells exposed to electromagnetic fields. *Radiat Res* 165 (1): 95 - 104

- Alfredsson L, Hammar N, Karlehagen S (1996): Cancer incidence among male railway engine-drivers and conductors in Sweden, 1976-90. *Cancer Causes Control* 7 (3): 377 – 381
- Amaroli A, Trielli F, Bianco B, Giordano S, Moggia E, Corrado MU (2006): Effects of a 50 Hz magnetic field on *Dictyos-
telium discoideum* (Protista). *Bioelectromagnetics* 27 (7): 528 - 534
- Ammari M, Lecomte A, Sakly M, Abdelmelek H, de Seze R (2008): Exposure to GSM 900 MHz electromagnetic fields affects cerebral cytochrome c oxidase activity. *Toxicology*; 250 (1): 70 – 74
- Anderson LE, Boorman GA, Morris JE, Sasser LB, Mann PC, Grumbei SL, Hailey JR, McNally A, Sills RC, Haseman JK (1999): Effect of 13 week magnetic field exposures on DMBA-initiated mammary gland carcinomas in female Sprague-Dawley rats. *Carcinogenesis* 20 (8): 1615 - 1620
- Andersson B, Berg M, Arnetz BB, Melin L, Langlet I, Liden S (1996): A cognitive-behavioral treatment of patients suffering from "electric hypersensitivity". Subjective effects and reactions in a double-blind provocation study. *J Occup Environ Med* 38 (8): 752 - 758
- Ansart RM, Hei TK (2000): Effects of 60 Hz extremely low frequency magnetic fields (EMF) on radiation- and chemical-induced mutagenesis in mammalian cells. *Carcinogenesis* 21: 1221 - 1226
- Anselmo CW, Pereira PB, Catanho MT, Medeiros MC (2009): Effects of the electromagnetic field, 60 Hz, 3 microT, on the hormonal and metabolic regulation of undernourished pregnant rats. *Braz J Biol* 69 (2): 397 – 404
- Anselmo CW, Santos AA, Freire CM, Ferreira LM, Cabral Filho JE, Catanho MT, Medeiros Mdo C (2006): Influence of a 60 Hz, 3 µT, electromagnetic field on the reflex maturation of Wistar rats offspring from mothers fed a regional basic diet during pregnancy. *Nutr Neurosci* 9 (5-6): 201 - 206
- Anselmo CW, Silva TL, Holanda TG, Prado LV, Cabral-Filho JE, Catanho MT, Medeiros MC (2008): Influence of a 60 Hz, 3 microT, electromagnetic field on the somatic maturation of wistar rat offspring fed a regional basic diet during pregnancy. *Braz J Biol* 68 (3): 641 – 648
- Antonini RA, Benfante R, Gotti C, Moretti M, Kuster N, Schuderer J, Clementi F, Fornasari D (2006): Extremely low-frequency electromagnetic field (ELF-EMF) does not affect the expression of alpha3, alpha5 and alpha7 nicotinic receptor subunit genes in SH-SY5Y neuroblastoma cell line. *Toxicol Lett* 164 (3): 268 - 277
- Ardell JL, Cardinal R, Vermeulen M, Armour JA (2009): Dorsal spinal cord stimulation obtunds the capacity of intrathoracic extracardiac neurons to transduce myocardial ischemia. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 297 (2): R470 - R477
- Augello A, Della Chiara G, Primiani V, Moglie F (2006): Immunity tests of implantable cardiac pacemaker against CW and pulsed ELF fields: experimental and numerical results *IEEE Trans Electromagn Compat* 48 (3): 502 – 515
- Authors NL (2005): [Melatonin in the environmental medicine diagnosis in connection with electromagnetic fields: statement of the commission "Methods and Quality Assurance in Environmental Medicine"] *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz* 48 (12): 1406 - 1408
- Auvinen A, Linet MS, Hatch EE, Kleinerman RA, Robison LL, Kaune WT, Misakian M, Niwa S, Wacholder S, Tarone RE (2000): Extremely low-frequency magnetic fields and childhood acute lymphoblastic leukemia: an exploratory analysis of alternative exposure metrics. *Am J Epidemiology* 152 (1): 20 - 31
- Aydin M, Cevik A, Kandemir F, Yuksel M, Apaydin A (2009): Evaluation of hormonal change, biochemical parameters, and histopathological status of uterus in rats exposed to 50-Hz electromagnetic field. *Toxicol Ind Health* 25 (3): 153 – 158

- Azanza MJ, del Moral A (1998): ELF-magnetic field induced effects on the bioelectric activity of single neurone cells. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials* 177-181 (2): 1451 – 1452
- Baba T, Kameda M, Yasuhara T, Morimoto T, Kondo A, Shingo T, Tajiri N, Wang F, Miyoshi Y, Borlongan CV, Matsumae M, Date I (2009): Electrical stimulation of the cerebral cortex exerts antiapoptotic, angiogenic, and anti-inflammatory effects in ischemic stroke rats through phosphoinositide 3-kinase/Akt signaling pathway. *Stroke* 40 (11): e598 - e605
- Babbitt JT, Kharazi AI (2000): Hematopoietic neoplasia in C57BL/6 mice exposed to split-dose ionizing radiation and circularly polarized 60 Hz magnetic fields. *Carcinogenesis* 21: 1379 – 1389
- Babouri A, Hedjeidj A, Guendouz L (2009): Experimental and theoretical investigation of implantable cardiac pacemaker exposed to low frequency magnetic field. *J Clin Monit Comput* 23 (2): 63 – 73
- Bakos J, Nagy N, Thuroczy G, Szabo LD (2002): One week of exposure to 50 Hz, vertical magnetic field does not reduce urinary 6-sulphatoxymelatonin excretion of male wistar rats. *Bioelectromagnetics* 23 (3): 245 - 248
- Balassa T, Szemerszky R, Bardos G (2009): Effect of short-term 50 Hz electromagnetic field exposure on the behavior of rats. *Acta Physiol Hung* 96 (4): 437 – 448
- Baldi E, Baldi C, Lithgow BJ (2007): A pilot investigation of the effect of extremely low frequency pulsed electromagnetic fields on humans' heart rate variability. *Bioelectromagnetics* 28 (1): 64 - 68
- Band PR, Le ND, MacArthur AC, Fang R, Gallagher RP (2005): Identification of occupational cancer risks in British Columbia: a population-based case-control study of 1129 cases of bladder cancer. *J Occup Environ Med* 47 (8): 854 - 858
- Baris D, Armstrong B (1990): Suicide among electric utility workers in England and Wales. *Br J Ind Med* 47 (11): 788 – 789
- Baris D, Armstrong BG, Deadman J, Theriault G (1996): A case cohort study of suicide in relation to exposure to electric and magnetic fields among electrical utility workers. *Occup Environ Med* 53 (1): 17 - 24
- Barzelai S, Dayan A, Feinberg MS, Holbova R, Laniado S, Scheinowitz M (2009): Electromagnetic field at 15.95-16 Hz is cardio protective following acute myocardial infarction. *Ann Biomed Eng* 37 (10): 2093 – 2104
- Baste V, Riise T, Moen BE (2008): Radiofrequency electromagnetic fields; male infertility and sex ratio of offspring. *Eur J Epidemiol* 2008; 23 (5): 369 – 377
- Beale IL, Pearce NE, Conroy DM, Henning MA, Murrell KA (1997): Psychological effects of chronic exposure to 50 Hz magnetic fields in humans living near extra-high-voltage transmission lines. *Bioelectromagnetics* 18 (8): 584 - 594
- Bediz CS, Baltaci AK, Mogulkoc R, Oztekin E (2006): Zinc supplementation ameliorates electromagnetic field-induced lipid peroxidation in the rat brain. *Tohoku J Exp Med*, 208 (2):133-140
- Belanger K, Leaderer B, Hellenbrand K, Holford TR, McSharry J, Power ME, Bracken MB (1998): Spontaneous abortion and exposure to electric blankets and heated water beds. *Epidemiology* 9 (1): 36 – 42
- Benfante R, Antonini RA, Kuster N, Schuderer J, Maercker C, Adlkofer F, Clementi F, Fornasari D (2008): The expression of PHOX2A, PHOX2B and of their target gene dopamine-beta-hydroxylase (DbetaH) is not modified by exposure to extremely-low-frequency electromagnetic field (ELF-EMF) in a human neuronal model. *Toxicol In Vitro* 22 (6): 1489 – 1495
- Beniashvili D, Avinoach I, Baasov D, Zusman I (2005): The role of household electromagnetic fields in the development of mammary tumors in women: clinical case-record observations. *Med Sci Monit* 11 (1): CR10 - CR13
- Berg A, Berg H (2006): Influence of ELF sinusoidal electromagnetic fields on proliferation and metabolite yield of fungi. *Electromagn Biol Med* 25 (1): 71 - 77

- Bernabo N, Tettamanti E, Pistilli MG, Nardinocchi D, Berardinelli P, Mattioli M, Barboni B (2007): Effects of 50 Hz extremely low frequency magnetic field on the morphology and function of boar spermatozoa capacitated in vitro. *Theriogenology* 67 (4): 801 – 815
- Bernard N, Alberdi AJ, Tanguy ML, Brugere H, Helissey P, Hubert C, Gendrey N, Guillosson JJ, Nafziger J (2008): Assessing the potential leukemogenic effects of 50 Hz magnetic fields and their harmonics using an animal leukemia model. *J Radiat Res (Tokyo)* 49 (6): 565 – 577
- Bernardini C, Zannoni A, Turba ME, Bacci ML, Forni M, Mesirca P, Remondini D, Castellani G, Bersani F (2007): Effects of 50 Hz sinusoidal magnetic fields on Hsp27, Hsp70, Hsp90 expression in porcine aortic endothelial cells (PAEC). *Bioelectromagnetics* 28:231-237
- Bersani F, Cossarizza A, Franceschi C (1989): Effects of ELF pulsed electromagnetic fields on immunocompetent cells. *Alta Freq* 58: 375 – 380
- Bilotta TW, Zati A, Gnudi S, Figus E, Giardino R, Fini M, Pratelli L, Mongiorgi R (1994): Electromagnetic fields in the treatment of postmenopausal osteoporosis: an experimental study conducted by densitometric, dry ash weight and metabolic analysis of bone tissue. *Chir Organi Mov* 79 (3): 309 – 313
- Binhi V (2008): Do naturally occurring magnetic nanoparticles in the human body mediate increased risk of childhood leukaemia with EMF exposure? *Int J Radiat Biol* 84 (7): 569 - 579
- Blackman CF (2006): Can EMF exposure during development leave an imprint later in life? *Electromagn Biol Med* 25 (4): 217 – 225
- Blaasaas KG, Tynes T, Lie RT (2004): Risk of selected birth defects by maternal residence close to power lines during pregnancy. *Occup Environ Med* 61: 174 - 176
- Blaasaas KG, Tynes T, Lie,RT (2003): Residence near power lines and the risk of birth defects. *Epidemiology* 14: 95 - 98
- Blaasaas KG, Tynes T, Irgens A, Lie RT (2002): Risk of birth defects by parental occupational exposure to 50 Hz electromagnetic fields: a population based study. *Occup Environ Med* 59 (2): 92 – 97
- Blackman CF, Benane SG, House DE (1991): The influence of temperature during electric- and magnetic-field-induced alteration of calcium-ion release from in vitro brain tissue. *Bioelectromagnetics* 12 (3): 173 – 182
- Blackman CF, Benane SG, House DE, Joines WT (1985): Effects of ELF (1-120 Hz) and modulated (50 Hz) RF fields on the efflux of calcium ions from brain tissue in vitro. *Bioelectromagnetics* 6 (1): 1 – 11
- Blackwell RP, Reed AL (1985): Effects of electric field exposure on some indices of CNS arousal in the mouse. *Bioelectromagnetics* 6 (1): 105 – 107
- Blackman CF, Benane SG, Kinney LS, Joines WT, House DE (1982): Effects of ELF fields on calcium-ion efflux from brain tissue in vitro. *Radiat Res* 92 (3): 510 - 520
- Bobacz K, Graninger WB, Amoyo L, Smolen JS (2006): Effect of pulsed electromagnetic fields on proteoglycan biosynthesis of articular cartilage is age dependent. *Ann Rheum Dis*, 65 (7): 949 - 951
- Boorman GA, Anderson LE, Morris JE, Sasser LB, Mann PC, Grumbein SL, Hailey JR, McNally A, Sills RC, Haseman JK (1999): Effect of 26 week magnetic field exposures in a DMBA initiation-promotion mammary gland model in Sprague-Dawley rats. *Carcinogenesis* 20 (5): 899 - 904
- Borodin YI, Michurina SV, Arkhipov SA, Belkin AD, Jurakovsky IP (2008): Expression of intracellular molecular apoptosis regulator Bcl-2 in the liver in isolated and combined exposure to 24-h illumination and industrial frequency magnetic field. *Bull Exp Biol Med* 145 (4): 511 – 513

- Bortkiewicz A, Gadzicka E, Zmyslony M, Szymczak W (2006): Neurovegetative disturbances in workers exposed to 50 Hz electromagnetic fields. *Int J Occup Med Environ Health* 19 (1): 53 - 60
- Bottura V, Cappio Borlino M, Carta N, Cerise L, Imperial E (2009): Urban exposure to ELF magnetic field due to high-, medium- and low-voltage electricity supply networks. *Radiat Prot Dosimetry* 137 (3-4): 214 – 217
- Bracken MB, Belanger K, Hellenbrand K, Adesso K, Patel S, Triche E, Leaderer BP (1998): Correlates of residential wiring code used in studies of health effects of residential electromagnetic fields. *Am J Epidemiol* 148 (5): 467 - 474
- Bracken TD, Kavet R, Patterson RM, Fordyce TA (2009): An integrated job exposure matrix for electrical exposures of utility workers. *J Occup Environ Hyg* 6 (8): 499 - 509
- Brain JD, Kavet R, McCormick DL, Poole C, Silverman LB, Smith TJ, Valberg PA, Van Etten RA, Weaver JC (2003): Childhood leukemia: electric and magnetic fields as possible risk factors. *Environ Health Perspect* 111 (7): 962 – 970
- Brasnjevic I, Hof PA, Steinbusch HWM, Schmitz CH (2008): Accumulation of nuclear DNA damage or neuron loss: Molecular basis for a new approach to understanding selective neuronal vulnerability in neurodegenerative diseases. *DNA Repair* 7: 1087-1097
- Brendel H, Niehaus M, Lerchl A (2000): Direct suppressive effects of weak magnetic fields (50 Hz and 16 2/3 Hz) on melatonin synthesis in the pineal gland of Djungarian hamsters (*Phodopus sungorus*). *J Pineal Res* 29 (4): 228 – 233
- Brinkmann K, Schaefer H (Hrsg.) (1982): *Der Elekrounfall*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York, ISBN 3-540-11003-8
- Bruckner-Lea C, Durney CH, Janata J, Rappaport C, Kaminski (1992): Calcium binding to metallochromic dyes and calmodulin in the presence of combined, AC-DC magnetic fields. *Bioelectromagnetics* 13: 147 - 167
- Budak GG, Budak B, Ozturk GG, Muluk NB, Apan A, Seyhan N (2009): Effects of extremely low frequency electromagnetic fields on transient evoked otoacoustic emissions in rabbits. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 73 (3): 429 – 436
- Burch JB, Reif JS, Yost MG, Keefe TJ, Pitrat CA (1999): Reduced excretion of a melatonin metabolite in workers exposed to 60 Hz magnetic fields. *Am J Epidemiol* 150 (1): 27 - 36
- Burch JB, Reif JS, Yost MG, Keefe TJ, Pitrat CA (1998): Nocturnal excretion of a urinary melatonin metabolite among electric utility workers. *Scand J Work Environ Health* 24 (3): 183 – 189
- Burchard JF, Nguyen DH, Rodriguez M (2006): Plasma concentrations of thyroxine in dairy cows exposed to 60 Hz electric and magnetic fields. *Bioelectromagnetics* 27 (7): 553 - 559
- Burchard JF, Nguyen DH, Block E (1998): Effects of electric and magnetic fields on nocturnal melatonin concentrations in dairy cows. *J Dairy Sci* 81: 722 - 727
- Burdak-Rothkamm S, Rothkamm K, Folkard M, Patel G, Hone P, Lloyd D, Ainsbury L, Prise KM (2009): DNA and chromosomal damage in response to intermittent extremely low-frequency magnetic fields. *Mutat Res* 672 (2): 82 – 89
- Cakir DU, Yokus B, Akdag MZ, Sert C, Mete N (2009): Alterations of Hematological Variations in Rats Exposed to Extremely Low Frequency Magnetic Fields (50Hz). *Arch Med Res* 40 (5): 352 – 356
- Callahan DE, Liburdy RP, Eckert VL, Dunham EE, Mestres MF, Parvin B, Johnston WE (1994): Effects of 50-Hz-magnetic-fields on intracellular calcium oscillations in Jurkat cells: Single-cell fluorescence microscope imaging studies. Abstract Book, 16th Annual Meeting of the BEMS in Copenhagen
- Calota V, Dragoiu S, Meghea A, Giurginca M (2006): Decrease of luminol chemiluminescence upon exposure of human blood serum to 50 Hz electric fields. *Bioelectrochemistry* 69 (1): 126 - 127

- Calvo AC, Azanza MJ (1999): Electrophysiologic responses of snail brain neurons under applied 50-Hz alternating magnetic fields. *Electro Magnetobiol* 18 (3): 305 – 312
- Cano MI, Pollán M (2001): Non-Hodgkin's lymphomas and occupation in Sweden. *Arch Occup Environ Health* 74: 443 – 449
- Canseven AG, Coskun S, Seyhan N (2008): Effects of various extremely low frequency magnetic fields on the free radical processes, natural antioxidant system and respiratory burst system activities in the heart and liver tissues. *Indian J Biochem Biophys* 45 (5): 326 – 331
- Canseven AG, Keskil ZA, Keskil S, Seyhan N (2007): Pentylentetrazol-induced seizures are not altered by pre- or post-drug exposure to a 50 Hz magnetic field. *Int J Radiat Biol* 83 (4): 231 - 235
- Canseven AG, Seyhan N, Mirshahidi S, Imir T (2006): Suppression of natural killer cell activity on *Candida stellatoidea* by a 50 Hz magnetic field. *Electromagn Biol Med* 25 (2): 79 - 85
- Capone F, Dileone M, Profice P, Pilato F, Musumeci G, Minicuci G, Ranieri F, Cadossi R, Setti S, Tonali PA, Di Lazzaro V (2009): Does exposure to extremely low frequency magnetic fields produce functional changes in human brain? Erschienen in: *J Neural Transm*
- Carrubba S, Frilot 2nd C, Hart FX, Chesson Jr AL, Marino AA (2009): The electric field is a sufficient physical determinant of the human magnetic sense. *Int J Radiat Biol* 85 (7): 622 – 632
- Carrubba S, Marino AA (2008): The effects of low-frequency environmental-strength electromagnetic fields on brain electrical activity: a critical review of the literature. *Electromagn Biol Med*; 27 (2): 83 – 101
- Charles LE, Loomis D, Shy CM, Newman B, Millikan R, Nylander-French LA, Couper D (2003): Electromagnetic fields, polychlorinated biphenyls, and prostate cancer mortality in electric utility workers. *Am J Epidemiol* 157 (8): 683 – 691
- Chen C, Cui Y, Yue J, Huo X, Song T (2009): Enhancement of the hydrolysis activity of FOF1-ATPases using 60 Hz magnetic fields. *Bioelectromagnetics* 30 (8): 663 – 668
- Cho YH, Chung HW (2003): The effect of extremely low frequency electromagnetic Fields (EMF) on frequency of micro-nuclei and sister chromatid exchange in human lymphocytes induced by benzo(a)pyrene. *Toxicol Lett* 143: 37 - 44
- Chung MK, Yu WJ, Kim YB, Myung SH (2010): Lack of a co-promotion effect of 60 Hz circularly polarized magnetic fields on spontaneous development of lymphoma in AKR mice. *Bioelectromagnetics* 31 (2): 130 – 139
- Chung MK, Kim YB, Ha CS, Myung SH (2008): Lack of a co-promotion effect of 60 Hz rotating magnetic fields on N-ethyl-N-nitrosourea induced neurogenic tumors in F344 rats. *Bioelectromagnetics* 29 (7): 539 – 548
- Chung MK, Kim JC, Myung SH (2004): Lack of adverse effects in pregnant lactating female rats and their offspring following pre- and postnatal exposure to ELF magnetic fields. *Bioelectromagnetics* 25:236-244
- Chung MK, Kim JC, Myung SH, Lee DI (2003): Developmental toxicity evaluation of ELF magnetic fields in Sprague-Dawley rats. *Bioelectromagnetics* 24: 231 - 240
- Cicekcibasi AE, Celik I, Salbacak A, Ozkan Y, Okudan N, Buyukmumcu M (2008): Determination of the effects of extremely low frequency electromagnetic fields on the percentages of peripheral blood leukocytes and histology of lymphoid organs of the mouse. *Saudi Med J* 29 (1): 36 – 41
- Clapp RW, Jacobs MM, Loechler EL (2008): Environmental and occupational causes of cancer: new evidence 2005-2007. *Rev Environ Health* 23 (1): 1 – 37
- Coble JB, Dosemeci M, Stewart PA, Blair A, Bowman J, Fine HA, Shapiro WR, Selker RG, Loeffler JS, Black PM, Linet MS, Inskip PD (2009): Occupational exposure to magnetic fields and the risk of brain tumors. *Neuro Oncol* 11 (3): 242 – 249

- Cocek A, Hahn A, Ambrus M, Dohnalova A, Jandova A, Pokorny J (2008): Changes of leukocyte adherence ability under the influence of magnetic field in the course of a treatment of patients with laryngeal and pharyngeal carcinoma. *Electromagn Biol Med* 27 (3): 277 – 288
- Coghill R (1997): Reply: Extra low frequency electric and magnetic fields in the bedplace of children diagnosed with leukaemia: a case-control study. *Eur J Cancer Prev* 6 (1): 93 – 95
- Coghill RW, Steward J, Philips A (1996): Extra low frequency electric and magnetic fields in the bedplace of children diagnosed with leukaemia: a case-control study. *Eur J Cancer Prev* 5 (3): 153 - 158
- Cohen ED (2009): Effects of high-level pulse train stimulation on retinal function. *J Neural Eng* 6 (3): 035005
- Coleman MP, Bell CM, Taylor HL, Primic-Zakelj M (1989): Leukaemia and residence near electricity transmission equipment: a case-control study. *Br J Cancer* 60 (5): 793 - 798
- Contalbrigo L, Stelletta C, Falcioni L, Casella S, Piccione G, Soffritti M, Morgante M (2009): Effects of different electromagnetic fields on circadian rhythms of some haematochemical parameters in rats. *Biomed Environ Sci* 22 (4): 348 – 353
- Coogan PF, Aschengrau A (1998): Exposure to power frequency magnetic fields and risk of breast cancer in the Upper Cape Cod Cancer Incidence Study. *Arch Environ Health* 53 (5): 359 - 367
- Coogan PF, Clapp RW, Newcomb PA, Wenzl TB, Bogdan G, Mittendorf R, Baron JA, Longnecker MP (1996): Occupational exposure to 60-Hertz magnetic fields and risk of breast cancer in women. *Epidemiology* 7 (5): 459 - 464
- Cordier S, Mandereau L, Preston-Martin S, Little J, Lubin F, Mueller B, Holly E, Filippini G, Peris-Bonet R, McCredie M, Choi NW, Arslan A (2001): Parental occupations and childhood brain tumors: results of an international case-control study. *Cancer Causes Control* 12 (9): 865 – 874
- Coulton LA, Barker AT (1993): Magnetic fields and intracellular calcium: effects on lymphocytes exposed to conditions for 'cyclotron resonance'. *Phys Med Biol* 38 (3): 347 – 360
- Cricenti A, Generosi R, Luce M, Perfetti P, Sanghera JS, Aggarwal ID, Tolk NH, Vobornik D, Margaritondo G, Piston DW, Manni V, Grimaldi S, Lisi A, Rieti S (2008): Low-frequency electromagnetic field effects on functional groups in human skin keratinocytes cells revealed by IR-SNOM. *J Microsc* 229 (Pt 3): 551 – 554
- Cvetkovic D, Cosic I (2009): Alterations of human electroencephalographic activity caused by multiple extremely low frequency magnetic field exposures. *Med Biol Eng Comput* 47 (10): 1063 – 1073
- D'Ambrosio G, Massa R, Di Berardino D, Lioi MB, Scaglione A, Scarfi MR (1988): Chromosomal aberrations in bovine lymphocytes exposed to 50-Hz electric currents. *Electromagn Biol Med* 7 (2): 239 – 245
- Davanipour Z, Tseng CC, Lee PJ, Sobel E (2007): A case-control study of occupational magnetic field exposure and Alzheimer's disease: results from the California Alzheimer's Disease Diagnosis and Treatment Centers. *BMC Neurol* 7: 13
- Davanipour Z, Sobel E, Bowman JD, Qian Z, Will AD (1997): Amyotrophic lateral sclerosis and occupational exposure to electromagnetic fields. *Bioelectromagnetics* 18 (1): 28 - 35
- Davis S, Mirick DK, Chen C, Stanczyk FZ (2006): Effects of 60-Hz magnetic field exposure on nocturnal 6-sulfatoxymelatonin, estrogens, luteinizing hormone, and follicle-stimulating hormone in healthy reproductive-age women: results of a crossover trial. *Ann Epidemiol* 16 (8): 622 - 631
- Davis S, Mirick DK, Stevens RG (2002): Residential magnetic fields and the risk of breast cancer. *Am J Epidemiol* 155(5): 446 – 454

- De Bruyn L, de Jager L, Kuyl JM (2001): The influence of long-term exposure of mice to randomly varied power frequency magnetic fields on their nocturnal melatonin secretion patterns. *Environ Res* 85 (2): 115 - 121
- De Lorge JO, Grissett JD (1977): Behavioral effects in monkeys exposed to extremely low frequency electromagnetic fields. *Int J Biometeorol* 21 (4): 357 – 365
- De Souza A, Sueiro L, Gonzalez LM, Licea L, Porras EP, Gilart F (2008): Improvement of the growth and yield of lettuce plants by non-uniform magnetic fields. *Electromagn Biol Med*; 27 (2): 173 – 184
- De Souza A, Garci D, Sueiro L, Gilart F, Porras E, Licea L (2006): Pre-sowing magnetic treatments of tomato seeds increase the growth and yield of plants. *Bioelectromagnetics* 27(4):247-257
- Deapen DM, Henderson BE (1986): A case-control study of amyotrophic lateral sclerosis. *Am J Epidemiol* 123 (5): 790 – 799
- Del Re B, Bersani F, Mesirca P, Giorgi G (2006): Synthesis of DnaK and GroEL in *Escherichia coli* cells exposed to different magnetic field signals. *Bioelectrochemistry* 69 (1):99-103
- Delimaris J, Tsilimigaki S, Messini-Nicolaki N, Ziros E, Piperakis SM (2006): Effects of pulsed electric fields on DNA of human lymphocytes. *Cell Biol Toxicol* 22 (6): 409 - 415
- Delle Monache S, Alessandro R, Iorio R, Gualtieri G, Colonna R (2008): Extremely low frequency electromagnetic fields (ELF-EMFs) induce in vitro angiogenesis process in human endothelial cells. *Bioelectromagnetics* 29 (8): 640 – 648
- Demers PA, Thomas DB, Rosenblatt KA, Jimenez LM, McTiernan A, Stalsberg H, Stemhagen A, Thompson WD, Curnen MG, Satariano W, Austin DF (1991): Occupational exposure to electromagnetic fields and breast cancer in men. *Am J Epidemiol* 134 (4): 340 – 347
- Di Giovanni J, Johnston DA, Rupp T, Sasser LB, Anderson LE, Morris JE, Miller DL, Kavet R, Walborg EF Jr (2001): Lack of effect of a 60 Hz magnetic field on biomarkers of tumor promotion in the skin of SENCAR mice. *Carcinogenesis* 20 (4): 685 – 689
- Di Loreto S, Falone S, Caracciolo V, Sebastiani P, D'Alessandro A, Mirabilio A, Zimmiti V, Amicarelli F (2009): Fifty hertz extremely low-frequency magnetic field exposure elicits redox and trophic response in rat-cortical neurons. *J Cell Physiol* 219 (2): 334 – 343
- Di Nallo AM, Strigari L, Giliberti C, Bedini A, Palomba R, Benassi M (2008): Monitoring of people and workers exposure to the electric, magnetic and electromagnetic fields in an Italian national cancer Institute. *J Exp Clin Cancer Res*; 27 (1): 16
- Dockerty JD, Elwood JM, Skegg DC, Herbison GP (1999): Electromagnetic field exposures and childhood leukaemia in New Zealand. *Lancet* 354 (9194): 1967 - 1968
- Dockerty JD, Elwood JM, Skegg DC, Herbison GP (1998): Electromagnetic field exposures and childhood cancers in New Zealand. *Cancer Causes Control* 9 (3): 299 - 309
- Doida Y, Miller MW, Brayman AA, Carstensen EL (1996): A test of the hypothesis that ELF magnetic fields affect calcium uptake in rat thymocytes in vitro. *Biochem Biophys Res Commun* 227 (3): 834 – 838
- Draper G, Vincent T, Kroll ME, Swanson J (2005): Childhood cancer in relation to distance from high voltage power lines in England and Wales: a case-control study. *BMJ* 330: 1290 - 1293
- Dundar B, Cesur G, Comlekci S, Songur A, Gokcimen A, Sahin O, Ulukut O, Yilmaz HR, Sutcu R, Caliskan S (2009): The effect of the prenatal and post-natal long-term exposure to 50 Hz electric field on growth, pubertal development and IGF-1 levels in female Wistar rats. *Toxicol Ind Health* 25 (7): 479 – 487

- Dyrda K, Khairy P (2008): Implantable rhythm devices and electromagnetic interference: myth or reality? *Expert Rev Cardiovasc Ther* 6 (6): 823 – 832
- Dyrda K, Khairy P (2008): Implantable rhythm devices and electromagnetic interference: myth or reality? *Expert Rev Cardiovasc Ther* 6 (6): 823 – 832
- Ekström T, Hansson Mild K, Holmberg B (1998): Mammary tumours in Sprague-Dawley rats after initiation with DMBA followed by exposure to 50 Hz electromagnetic fields in a promotional scheme. *Cancer Letters* 123: 107 - 111
- El Zakhem H, Lanoiselle JL, Lebovka NI, Nonus M, Vorobiev E (2006): The early stages of *Saccharomyces cerevisiae* yeast suspensions damage in moderate pulsed electric fields. *Colloids Surf B Biointerfaces* 47 (2): 189 - 197
- Elbetieha A, Al-Akhras MA, Darmani H (2002): Long-term exposure of male and female mice to 50 Hz magnetic field: Effects on fertility. *Bioelectromagnetics* 23: 168 - 172
- Eleuteri AM, Amici M, Bonfilli L, Cecarini V, Cuccioloni M, Grimaldi S, Giuliani L, Angeletti M, Fioretti E (2009): 50 Hz extremely low frequency electromagnetic fields enhance protein carbonyl groups content in cancer cells: effects on proteasomal systems. *J Biomed Biotechnol*: 834239
- El-Fikri M, Goltz S, Eggert S (2005): Interference voltage threshold for cardiac pacemakers and defibrillators currently in use. *SchrR BAuA (FB 1059)*: 1 – 105
- Eraslan G, Bilgili A, Akdogan M, Yarsan E, Essiz D, Altintas L (2007): Studies on antioxidant enzymes in mice exposed to pulsed electromagnetic fields. *Ecotoxicol Environ Saf* 66 (2): 287 - 289
- Erdal N, Gurgul S, Tamer L, Ayaz L (2008): Effects of Long-term Exposure of Extremely Low Frequency Magnetic Field on Oxidative/Nitrosative Stress in Rat Liver. *J Radiat Res (Tokyo)* 49 (2): 181 – 187
- Erren TC (2001): A meta-analysis of epidemiologic studies of electric and magnetic fields and breast cancer in women and men. *Bioelectromagnetics* 22 (S5): S105 - S119
- Erren TC, Piekarski C (1999): Does winter darkness in the Arctic protect against cancer? *Med Hypothesis* 53 (1): 1 - 5
- Espinosa JM, Liberti M, Lagroye I, Veyret B (2006): Exposure to AC and DC magnetic fields induces changes in 5-HT1B receptor binding parameters in rat brain membranes. *Bioelectromagnetics* 27 (5): 414 - 422
- European Commission: Possible health implications of subjective symptoms and electromagnetic fields. *Arbete och Hälsa Vetenskaplig Skriftserie, Arbetslivinstitutet, 17184 Solna, Sverige, ISBN 91-7045-438-8, ISSN 0346-7821*
- Fadel RA, Salem AH, Ali MH, Abu-Saif AN (2006): Growth assessment of children exposed to low frequency electromagnetic fields at the Abu Sultan area in Ismailia (Egypt). *Anthropol Anz* 64 (2): 211 - 226
- Falone S, Mirabilio A, Carbone MC, Zimmitti V, Di Loreto S, Mariggio MA, Mancinelli R, Di Ilio C, Amicarelli F (2008): Chronic exposure to 50Hz magnetic fields causes a significant weakening of antioxidant defence systems in aged rat brain. *Int J Biochem Cell Biol* 40 (12): 2762 – 2770
- Farkhad SA, Zare S, Hayatgeibi H, Qadiri A (2007): Effects of extremely low frequency electromagnetic fields on testes in guinea pig. *Pak J Biol Sci* 10 (24): 4519 – 4522
- Fassina L, Visai L, Benazzo F, Benedetti L, Calligaro A, De Angelis MG, Farina A, Maliardi V, Magenes G (2006): Effects of electromagnetic stimulation on calcified matrix production by SAOS-2 cells over a polyurethane porous scaffold. *Tissue Eng* 12 (7): 1985 – 1999
- Fazzo L, Tancioni V, Polichetti A, Iavarone I, Vanacore N, Papini P, Farchi S, Bruno C, Pasetto R, Borgia P, Comba P (2009): Morbidity experience in populations residentially exposed to 50 Hz magnetic fields: methodology and preliminary findings of a cohort study. *Int J Occup Environ Health* 15 (2): 133 – 142

- Fedrowitz M, Loscher W (2008): Exposure of Fischer 344 rats to a weak power frequency magnetic field facilitates mammary tumorigenesis in the DMBA model of breast cancer. *Carcinogenesis* 29 (1): 186 – 193
- Fedrowitz M, Löscher W (2005): Power frequency magnetic fields increase cell proliferation in the mammary gland of female Fischer 344 rats but not various other rat strains or substrains. *Oncology* 69 (6): 486 - 498
- Fedrowitz M, Westermann J, Loscher W (2002): Magnetic field exposure increases cell proliferation but does not affect melatonin levels in the mammary gland of female Sprague Dawley rats. *Cancer Res* 62 (5): 1356 - 1363
- Fernie KJ, Bird DM (2000a): Effects of electromagnetic fields on the growth of nestling american kestrels. *The Condor* 102 (2): 461 – 465
- Fernie KJ, Bird DM, Dawson RD, Lague PC (2000b): Effects of electromagnetic fields on the reproductive success of American kestrels. *Physiol Biochem Zool* 73 (1): 60 – 65
- Fernie KJ, Bird DM (1999): Effects of electromagnetic fields on body mass and food-intake of american kestrels. *The Condor* 101 (3): 616 – 621
- Feychting M, Forssen U (2006): Electromagnetic fields and female breast cancer. *Cancer Causes Control* 17 (4): 553 – 558
- Feychting M, Jonsson F (2003): occupational magnetic field exposure and neurodegenerative disease. *Epidemiology* 14: 413 – 419
- Feychting M, Forssen U, Rutqvist LE, Ahlbom A (1998a): Magnetic fields and breast cancer in Swedish adults residing near high-voltage power lines. *Epidemiology* 9 (4): 392 - 397
- Feychting M, Osterlund B, Ahlbom A (1998b): Reduced Cancer Incidence among the Blind. *Epidemiology* 9 (5): 490
- Feychting M, Pedersen NL, Svedberg P, Floderus B, Gatz M (1998c): Dementia and occupational exposure to magnetic fields. *J Work Environ Health* 24 (1): 46 - 53
- Feychting M, Forssen U, Floderus B (1997): Occupational and residential magnetic field exposure and leukemia and central nervous system tumors. *Epidemiology* 8 (4): 384 – 389
- Feychting M, Schulgen G, Olsen JH, Ahlbom A (1995): Magnetic fields and childhood cancer - a pooled analysis of two Scandinavian studies. *Eur J Cancer* 31A (12): 2035 – 2039
- Feychting M, Ahlbom A (1994): Magnetic fields, leukemia, and central nervous system tumors in Swedish adults residing near high-voltage power lines. *Epidemiology* 5 (5): 501 - 509
- Feychting M, Ahlbom A (1993): Magnetic fields and cancer in children residing near Swedish high-voltage power lines. *Am J Epidemiol* 138 (7): 467 - 481
- Fini M, Giavaresi G, Giardino R, Cavani F, Cadossi R (2006): Histomorphometric and mechanical analysis of the hydroxyapatite-bone interface after electromagnetic stimulation: An experimental study in rabbits. *J Bone Joint Surg Br* 88 (1): 123 - 128
- Fischer G, Tausz M, Kock M, Grill D (2004): Effects of weak 16 2/3 Hz magnetic fields on growth parameters of young sunflower and wheat seedlings. *Bioelectromagnetics* 25 (8): 638 - 641
- Floderus B, Persson T, Stenlund C (1996): Magnetic-field Exposures in the Workplace: Reference Distribution and Exposures in Occupational Groups. *Int J Occup Environ Health* 2 (3): 226 – 238
- Floderus B, Persson T, Stenlund C (1996): Magnetic-field Exposures in the Workplace: Reference Distribution and Exposures in Occupational Groups. *Int J Occup Environ Health* 2 (3): 226 – 238

- Floderus B, Törnquist S, Stenlund C (1994): Incidence and selected cancers in Swedish railway workers, 1961-79. *Cancer Causes and Control* 5: 189 - 194
- Focke F, Schuermann D, Kuster N, Schar P (2010): DNA fragmentation in human fibroblasts under extremely low frequency electromagnetic field exposure. *Mutat Res* 683 (1-2): 74 – 83
- Fojt L, Klapetek P, Strasak L, Vetterl V (2009): 50 Hz magnetic field effect on the morphology of bacteria. *Micron* 40 (8): 918 – 922
- Fojt L, Strasak L, Vetterl V (2007): Effect of electromagnetic fields on the denitrification activity of *Paracoccus denitrificans*. *Bioelectrochemistry* 70 (1): 91 – 95
- Foliart DE, Mezei G, Iriye R, Silva JM, Ebi KL, Kheifets L, Link MP, Kavet R, Pollock BH (2007): Magnetic field exposure and prognostic factors in childhood leukemia. *Bioelectromagnetics* 28 (1): 69 - 71
- Foliart DE, Pollock BH, Mezei G, Iriye R, Silva JM, Ebi KL, Kheifets L, Link MP, Kavet R (2006a): Magnetic field exposure and long-term survival among children with leukaemia. *Br J Cancer* 94 (1): 161 - 164
- Foliart DE, Pollock BH, Mezei G, Iriye R, Silva JM, Ebi KL, Kheifets L, Link MP, Kavet R (2006b): Magnetic field exposure and long-term survival among children with leukaemia (Corrigendum). *Br J Cancer* 94 (6): 940
- Forssén UM, Lönn S, Ahlbom A, Savitz DA, Feychting M (2006): Occupational magnetic field exposure and the risk of acoustic neuroma. *Am J Ind Med* 49 (2): 112 – 118
- Forssen UM, Rutqvist LE, Ahlbom A, Feychting M (2005): Occupational magnetic fields and female breast cancer: a case-control study using Swedish population registers and new exposure data. *Am J Epidemiol* 161 (3): 250 – 259
- Forssén UM, Feychting M, Rutqvist LE, Floderus B, Ahlbom A (2000): Occupational and residential magnetic field exposure and breast cancer in females. *Epidemiology* 11 (1): 24 – 29
- Frahm J, Mattsson MO, Simko M (2009): Exposure to ELF magnetic fields modulate redox related protein expression in mouse macrophages. *Toxicol Lett* :
- Frahm J, Lantow M, Lupke M, Weiss DG, Simko M (2006): Alteration in cellular functions in mouse macrophages after exposure to 50 Hz magnetic fields. *J Cell Biochem* 99 (1): 168 - 177
- Frilot 2nd C, Carrubba S, Marino AA (2009): Magnetosensory function in rats: localization using positron emission tomography. *Synapse* 63 (5): 421 – 428
- Fulton JP, Cobb S, Preble L, Leone L, Forman E (1980): Electrical wiring configurations and childhood leukemia in Rhode Island. *Am J Epidemiol* 111 (3): 292 - 296
- Gammon MD, Schoenberg JB, Britton JA, Kelsey JL, Stanford JL, Malone KE, Coates RJ, Brogan DJ, Potischman N, Swanson CA, Brinton LA (1998): Electric blanket use and breast cancer risk among younger women. *Am J Epidemiol* 148 (6): 556 - 563
- Garcia AM, Sisternas A, Hoyos SP (2008): Occupational exposure to extremely low frequency electric and magnetic fields and Alzheimer disease: a meta-analysis. *Int J Epidemiol* 37 (2): 329 – 340
- Gardner KM, Shu XO, Jin F, Dai Q, Ruan Z, Thompson SJ, Hussey JR, Gao YT, Zheng W (2002): Occupations and Breast Cancer Risk Among Chinese Women in Urban Shanghai. *Am J Ind Med* 42: 296 - 308
- Gerardi G, De Ninno A, Prosdociami M, Ferrari V, Barbaro F, Mazzariol S, Bernardini D, Talpo G (2008): Effects of electromagnetic fields of low frequency and low intensity on rats metabolism. *Biomagn Res Technol*: 6 (1)
- Gezondheidsraad - Health Council of the Netherlands. *Electromagnetic Fields: Annual Update 2003*, No 2004/01, The Hague, 15 January 2004

- Girgert R, Hanf V, Emons G, Grundker C (2009): Signal transduction of the melatonin receptor MT1 is disrupted in breast cancer cells by electromagnetic fields. *Bioelectromagnetics*:
- Girgert R, Emons G, Hanf V, Gründker C (2009): Exposure of mcf-7 breast cancer cells to electromagnetic fields up-regulates the plasminogen activator system. *Int J Gynecol Cancer* 19 (3): 334 – 338
- Girgert R, Grundker C, Emons G, Hanf V (2008): Electromagnetic fields alter the expression of estrogen receptor cofactors in breast cancer cells. *Bioelectromagnetics* 29 (3): 169 – 176
- Girgert R, Schimming H, Körner W, Gründker C, Hanf V (2005): Induction of tamoxifen resistance in breast cancer cells by ELF electromagnetic fields. *Biochem Biophys Res Commun*, 336 (4): 1144 - 1149
- Gobba F, Bargellini A, Scaringi M, Bravo G, Borella P (2009): Extremely Low Frequency-Magnetic Fields (ELF-EMF) occupational exposure and natural killer activity in peripheral blood lymphocytes. *Sci Total Environ* 407 (3): 1218 – 1223
- Goldsher D, Dekel E, Palti Y (2007): Alternating electric fields arrest cell proliferation in animal tumor models and human brain tumors. *Proc Natl Acad Sci USA*, 104 (24): 10152 - 10157
- Gollnick F, Pohl U, Conrad G, Bock H, Meyer R (1994): Calcium imaging in freshly isolated human peripheral blood lymphocytes and in a human T-cell under exposure to 50 Hz magnetic fields. *Abstract Book, 16th Annual Meeting of the BEMS in Copenhagen.*
- Gonet B, Kosik-Bogacka DI, Kuzna-Grygiel W (2009): Effects of extremely low-frequency magnetic fields on the oviposition of *Drosophila melanogaster* over three generations *Bioelectromagnetics* 30 (8): 687 – 689
- Goodman R, Lin-Ye A, Geddis MS, Wickramaratne PJ, Hodge SE, Pantazatos S, Blank M, Ambron RT (2009): Extremely low frequency electromagnetic fields activate the ERK cascade, increase hsp70 protein levels and promote regeneration in *Planaria*. *Int J Radiat Biol*: 1 – 9
- Gottwald E, Sontag W, Lahni B, Weibezahn KF (2007): Expression of HSP70 after ELF-EMF exposure in three cell lines. *Bioelectromagnetics* 28 (7): 509 - 518
- Gracia CR, Sammel MD, Coutifaris C, Guzik DS, Barnhart KT (2005): Occupational exposures and male infertility. *Am J Epidemiol* 162 (8): 729 – 733
- Graham C, Cook MR, Gerkovich MM, Sastre A (2001a): Melatonin and 6-OHMS in high-intensity magnetic fields. *J Pineal Res* 31 (1): 85 - 88
- Graham C, Cook MR, Gerkovich MM, Sastre A (2001b): Examination of the melatonin hypothesis in women exposed at night to EMF or bright light. *Environ Health Perspect* 109 (5): 501 – 507
- Graham C, Sastre A, Cook MR, Gerkovich MM (2001c): All-night exposure to EMF does not alter urinary melatonin, 6-OHMS or immune measures in older men and women. *J Pineal Res* 31 (2): 109 – 113
- Graham C, Sastre A, et al. (2001d): Exposure to strong ELF magnetic fields does not alter cardiac autonomic control mechanisms. *Bioelectromagnetics* 21: 413 - 421
- Graham C, Cook MR, Sastre A, Gerkovich MM, Kavet R (2000a): Cardiac autonomic control mechanisms in power-frequency magnetic fields: a multistudy analysis. *Environ Health Perspect* 108 (8): 737 – 742
- Graham C, Sastre A, Cook MR, Gerkovich MM (2000b): Nocturnal magnetic field exposure: gender-specific effects on heart rate variability and sleep. *Clin Neurophysiol* 111 (11): 1936 – 1941
- Graham C, Cook MR, et al. (1999): Human exposure to 60 Hz magnetic fields: neurophysiological effects. *Int J Psychophysiol* 33: 169 – 175

- Graham C, Sastre A, et al. (1998): Heart rate variability and physiological arousal in men exposed to 60 Hz magnetic fields. *Bioelectromagnetics* 21: 480 - 482
- Graham C, Cook MR, Riffle DW (1997): Human melatonin during continuous magnetic field exposure. *Bioelectromagnetics* 18: 166 - 171
- Graves AB, Rosner D, Echeverria D, Yost M, Larson EB (1999): Occupational exposure to electromagnetic fields and Alzheimer disease. *Alzheimer Dis Assoc Disord* 13 (3): 165 – 170
- Green LM, Miller AB, Agnew DA, Greenberg ML, Li J, Villeneuve PJ, Tibshirani R (1999a): Childhood leukemia and personal monitoring of residential exposures to electric and magnetic fields in Ontario, Canada. *Cancer Causes Control* 10 (3): 233 - 243
- Green LM, Miller AB, Villeneuve PJ, Agnew DA, Greenberg ML, Li J, Donnelly KE (1999b): A case-control study of childhood leukemia in southern Ontario, Canada, and exposure to magnetic fields in residences. *Int J Cancer* 82 (2): 161 - 170
- Greenland S, Kheifets L (2006): Leukemia attributable to residential magnetic fields: results from analyses allowing for study biases. *Risk Anal* 26 (2): 471 - 482
- Greenland S, Sheppard AR, Kaune WT, Poole C, Kelsh MA (2000): A pooled analysis of magnetic fields, wire codes, and childhood leukemia. Childhood Leukemia-EMF Study Group. *Epidemiology* 11 (6): 624 - 634
- Griefahn B, Kunemund C, Blaszkewicz M, Golka K, Degen G (2002a): Experiments on effects of an intermittent 16.7-Hz magnetic field on salivary melatonin concentrations, rectal temperature, and heart rate in humans. *Int Arch Occup Environ Health* 75 (3): 171 – 178
- Griefahn B, Kunemund C, Blaszkewicz M, Lerchl A, Degen GH (2002b): Effects of electromagnetic radiation (bright light, extremely low-frequency magnetic fields, infrared radiation) on the circadian rhythm of melatonin synthesis, rectal temperature, and heart rate. *Ind Health* 40 (4): 320 – 327
- Grota LJ, Reiter RJ, Keng P, Michaelson S (1994): Electric field exposure alters serum melatonin but not pineal melatonin synthesis in male rats. *Bioelectromagnetics* 15 (5): 427 - 437
- Guenel P, Nicolau J, Imbernon E, Chevalier A, Goldberg M (1996): Exposure to 50-Hz electric field and incidence of leukemia, brain tumors, and other cancers among French electric utility workers. *Am J Epidemiol* 144 (12): 1107 – 1121
- Güler G, Turkozer Z, Ozgur E, Tomruk A, Seyhan N, Karasu C (2009): Protein oxidation under extremely low frequency electric field in guinea pigs. Effect of N-acetyl-L-cysteine treatment. *Gen Physiol Biophys* 28 (1): 47 – 55
- Güler G, Seyhan N, Aricioglu A (2006): Effects of static and 50 Hz alternating electric fields on superoxide dismutase activity and TBARS levels in guinea pigs. *Gen Physiol Biophys* 25 (2): 177 - 193
- Gulturk S, Demirkazik A, Kosar I, Cetin A, Dökmetas HS, Demir T (2009): Effect of exposure to 50 Hz magnetic field with or without insulin on blood-brain barrier permeability in streptozotocin-induced diabetic rats. *Bioelectromagnetics*
- Gunnarsson LG, Bodin L, Soderfeldt B, Axelsson (1992): A case-control study of motor neurone disease: its relation to heritability, and occupational exposures, particularly to solvents. *Br J Ind Med* 49 (11): 791 – 798
- Gurney JG, Mueller BA, Davis S, Schwartz SM, Stevens RG, Kopecky KJ (1996): Childhood brain tumor occurrence in relation to residential power line configurations, electric heating sources, and electric appliance use. *Am J Epidemiol* 143 (2): 120 - 128
- Gurney JG, Davis S, Schwartz SM, Mueller BA, Kaune WT, Stevens RG (1995): Childhood cancer occurrence in relation to power line configurations: a study of potential selection bias in case-control studies. *Epidemiology* 6 (1): 31 – 35

Håkansson N, Stenlund C, Gustavsson P, Johansen C, Floderus B (2005): Arc and resistance welding and tumours of the endocrine glands: a Swedish case-control study with focus on extremely low frequency magnetic fields. *Occup Environ Med* 62: 304 - 308

Håkansson N, Gustavsson P, et al. (2003a): Neurodegenerative diseases in welders and other workers exposed to high levels of magnetic fields. *Epidemiology* 14: 420 - 426

Håkansson N, Gustavsson P, Sastre A, Floderus B (2003b): Occupational exposure to extremely low frequency magnetic fields and mortality from cardiovascular disease. *Am J Epidemiol* 158 (6): 534 – 542

Håkansson N, Floderus B, Gustavsson P, Johansen C, Olsen JH (2002): Cancer incidence and magnetic field exposure in industries using resistance welding in Sweden. *Occup Environ Med* 59 (7): 481 - 486

Hanafy E, Elhafez S, Aly F, Elazhary M (2008): Loss of bone calcium in exposure to 50 Hz magnetic fields. *Electromagn Biol Med* 27 (4): 402 – 408

Harland J, Engstrom S, Liburdy R (1999): Evidence for a slow time-scale of interaction for magnetic fields inhibiting tamoxifen's antiproliferative action in human breast cancer cells. *Cell Biochem Biophys* 31 (3): 295 – 306

Harmanci H, Emre M, Murat MD, Gurvit, Hakan MD; Bilgic, Basar MD; Hanagasi, Hasmet MD; Gurol, Edip MD; Sahin, Huseyin MD; Tinaz, Sule MD (2003): Risk factors for Alzheimer disease: a population-based case-control study in Istanbul, Turkey. *Alzheimer Dis Assoc Disord* 17: 139 – 145

Harrington JM, McBride DI, Sorahan T, Paddle GM, van Tongeren M (1997): Occupational exposure to magnetic fields in relation to mortality from brain cancer among electricity generation and transmission workers. *Occup Environ Med* 54 (1): 7 - 13

Harrington JM, Nichols L, Sorahan T, van Tongeren M (2001): Leukaemia mortality in relation to magnetic field exposure: findings from a study of United Kingdom electricity generation and transmission workers, 1973-97. *Occup Environ Med* 58 (5): 307 – 314

Harris AW, Basten A, Gebiski V, Noonan D, Finnie J, Bath ML, Bangay MJ, Repacholi MH (1998): A Test of Lymphoma Induction by Long-Term Exposure of Eμ-Pim1 Transgenic Mice to 50 Hz Magnetic Fields. *Radiat Res* 149: 300 - 307

Hatch EE, Linet MS, Kleinerman RA, Tarone RE, Severson RK, Hartsock CT, Haines C, Kaune WT, Friedman D, Robison LL, Wacholder S (1998): Association between childhood acute lymphoblastic leukemia and use of electrical appliances during pregnancy and childhood. *Epidemiology* 9 (3): 234 - 245

Havas M (2008): Dirty electricity elevates blood sugar among electrically sensitive diabetics and may explain brittle diabetes. *Electromagn Biol Med*; 27 (2): 135 - 146

Heikkinen P, Kosma VM (2001): Effects of 50 Hz magnetic fields on cancer induced by ionizing radiation in mice. *Int Radiat Biol* 77: 483 - 495

Henshaw DL, Reiter RJ (2005): Do magnetic fields cause increased risk of childhood leukemia via melatonin disruption? *Bioelectromagnetics* 26 (S7): S86 - S97

Hentschel K, Goltz S, Ruppe I, Eggert S, Neuschulz H, Angerer M (1998): Schienengebundene Transportsysteme, Teil 2 (Untersuchungsbericht). Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Wirtschaftsverlag NW, Dortmund/Berlin, ISBN 3-89701-144-1

Heredia-Rojas JA, Cabellero-Hernandez DE (2004): Lack of alterations on meiotic chromosomes and morphological characteristics of male germ cells in mice exposed to 60 Hz and 20 mT magnetic field. *Bioelectromagnetics* 25: 63 - 68

Heredia-Rojas AJ, Rodriguez-De la Fuente AO (2001): Cytological effects of 60 Hz magnetic fields on human lymphocytes in vitro: sister-chromatid exchanges, cell kinetics and mitotic rate. *Bioelectromagnetics* 22: 145 - 149

- Hone P, Lloyd D, Szluinska M, Edwards A (2006): Chromatid damage in human lymphocytes is not affected by 50 Hz electromagnetic fields. *Radiat Prot Dosimetry*, 121 (3):321-324
- Hong SC, Kurokawa Y, Kabuto M, Ohtsuka R (2001): Chronic exposure to ELF magnetic fields during night sleep with electric sheet: effects on diurnal melatonin rhythms in men. *Bioelectromagnetics* 22 (2): 138 - 143
- Huang HH, Wang SR (2008): The effects of inverter magnetic fields on early seed germination of mung beans. *Bioelectromagnetics* 29 (8): 649 - 657
- Huang L, Dong L, Chen Y, Qi H, Xiao D (2006): Effects of sinusoidal magnetic field observed on cell proliferation, ion concentration, and osmolarity in two human cancer cell lines. *Electromagn Biol Med* 25 (2): 113 - 126
- Hug K, Grize L, Seidler A, Kaatsch P, Schüz J (2010): Parental occupational exposure to extremely low frequency magnetic fields and childhood cancer: a German case-control study. *Am J Epidemiol* 171 (1): 27 – 35
- Huss A, Spoerri A, Egger M, Rösli M (2009): Residence near power lines and mortality from neurodegenerative diseases: longitudinal study of the Swiss population. *Am J Epidemiol* 169 (2): 167 – 175
- Huuskonen H, Juutilainen J, Komulainen H (2001): Development of preimplantation mouse embryos after exposure to a 50 Hz magnetic field in vitro. *Toxicol Lett* 122 (2): 149 - 155
- Iorio R, Scrimaglio R, Rantucci E, Monache SD, Di Gaetano A, Finetti N, Francavilla F, Santucci R, Tettamanti E, Colonna R (2007): A preliminary study of oscillating electromagnetic field effects on human spermatozoon motility. *Bioelectromagnetics*, 28 (1):72-75
- Ivancsits S, Diem E, Jahn O, Rudiger HW (2003): Age-related effects on induction of DNA strand breaks by intermittent exposure to electromagnetic fields. *Mech Age Devel* 124: 847 - 850
- Jarvholm B, Stenberg A (2002): Suicide mortality among electricians in the Swedish construction industry. *Occup Environ Med* 59 (3): 199 – 200
- Jarvholm B, Stenberg A (2002): Suicide mortality among electricians in the Swedish construction industry. *Occup Environ Med* 59 (3): 199 – 200
- Jelenkovic A, Janac B, Pesic V, Jovanovic DM, Vasiljevic I, Prolic Z (2006): Effects of extremely low-frequency magnetic field in the brain of rats. *Brain Res Bull* 68 (5): 355 - 360
- Jenrow KA, Zhang X, Renehan WE, Liboff AR (1998): Weak ELF magnetic field effects on hippocampal rhythmic slow activity. *Exp Neurol* 153 (2): 328 – 334
- Jeong JH, Kim JS, Lee BC, Min YS, Kim DS, Ryu JS, Soh KS, Seo KM, Sohn UD (2005): Influence of exposure to electromagnetic field on the cardiovascular system. *Auton Autacoid Pharmacol* 25 (1): 17 - 23
- Jeong JH, Kum C, Choi HJ, Park ES, Sohn UD (2006): Extremely low frequency magnetic field induces hyperalgesia in mice modulated by nitric oxide synthesis. *Life Sci* 78 (13): 1407-1412
- Jeuken LJ (2008): AFM study on the electric-field effects on supported bilayer lipid membranes. *Biophys J* 94 (12): 4711 – 4717
- Jia C, Zhou Z, Liu R, Chen S, Xia R (2007): EGF receptor clustering is induced by a 0.4 mT power frequency magnetic field and blocked by the EGF receptor tyrosine kinase inhibitor PD153035. *Bioelectromagnetics* 28 (3): 197 - 207
- Jimena I, Tasset I, Lopez-Martos R, Rubio AJ, Luque E, Montilla P, Pena J, Tunes I (2009): Effects of Magnetic Stimulation on Oxidative Stress and Skeletal Muscle Regeneration Induced by Mepivacaine in Rat. *Med Chem* 5 (1): 44 – 49
- Jin YP, Gatz M, Johansson B, Pedersen NL (2004): Sensitivity and specificity of dementia coding in two Swedish disease registries. *Neurology* 63: 739 – 741

- Jockel KH (2005): Residential exposure to overhead high-voltage lines and the risk of testicular cancer: results of a population-based case-control study in Hamburg (Germany). *Int Arch Occup Environ Health* 78 (1): 20 – 26
- Johansen C, Raaschou Nielsen O, Olsen JH, Schuz J (2007): Risk for leukaemia and brain and breast cancer among Danish utility workers: a second follow-up. *Occup Environ Med* 64 (11): 782 – 784
- Johansen C, Feychting M, Moller M, Arnsbo P, Ahlbom A, Olsen JH (2002a): Risk of severe cardiac arrhythmia in male utility workers: a nationwide danish cohort study. *Am J Epidemiol* 156 (9): 857 – 861
- Johansen C, Raaschou-Nielsen O, Skotte J, Thomsen BL, Olsen JH (2002b): Validation of a job-exposure matrix for assessment of utility worker exposure to magnetic fields. *Appl Occup Environ Hyg* 17 (4): 304 – 310
- Johansen C, Koch-Henriksen N, Rasmussen S, Olsen JH (1999): Multiple sclerosis among utility workers. *Neurology* 52 (6):1279 - 1282
- Johansen C, Olsen JH (1998a): Mortality from amyotrophic lateral sclerosis, other chronic disorders, and electric shocks among utility workers. *Am J Epidemiol* 148 (4): 362 – 368
- Johansen C, Olsen JH (1998b): Risk of cancer among Danish utility workers – a nationwide cohort study. *Epidemiology* 147 (6):548 - 555
- Jones TL, Shih CH, Thurston DH, Ware BJ, Cole P (1993): Selection bias from differential residential mobility as an explanation for associations of wire codes with childhood cancer. *J Clin Epidemiol* 46 (6):545 - 548
- Joosten S, Pammler K, Silny J (2009): The influence of anatomical and physiological parameters on the interference voltage at the input of unipolar cardiac pacemakers in low frequency electric fields. *Phys Med Biol* 54 (3): 591 – 609
- Juutilainen J (2008): Do electromagnetic fields enhance the effects of environmental carcinogens? *Radiat Prot Dosimetry* 132 (2): 228 – 231
- Juutilainen J, Heikkinen P, Soikkeli H, Maki-Paakkanen J (2007): Micronucleus frequency in erythrocytes of mice after long-term exposure to radiofrequency radiation. *Int J Radiat Biol* 83 (4): 213 - 220
- Kumlin T, Kosma VM, Alhonen L, Janne J, Komulainen H, Lang S, Rytomaa T, Servomaa K, Juutilainen J (1998): Effects of 50 Hz magnetic fields on UV-induced skin tumourigenesis in ODC-transgenic and non-transgenic mice. *Int J Rad Biol* 73: 113 - 121
- Kabat GC, O'Leary ES, Schoenfeld ER, Greene JM, Grimson R, Henderson K, Kaune WT, Gammon MD, Britton JA, Teitelbaum SL, Neugut AI, Leske MC (2003): Electric blanket use and breast cancer on Long Island. *Epidemiology* 14 (5): 514 - 520
- Kabuto M, Nitta H, Yamamoto S, Yamaguchi N, Akiba S, Honda Y, Hagihara J, Isaka K, Saito T, Ojima T, Nakamura Y, Mizoue T, Ito S, Eboshida A, Yamazaki S, Sokejima S,
- Karipidis K, Benke G, Sim M, Fritschi L, Yost M, Armstrong B, Hughes AM, Grulich A, Vajdic CM, Kaldor J, Krickler A (2007): Occupational exposure to power frequency magnetic fields and risk of non-Hodgkin lymphoma. *Occup Environ Med* 64 (1): 25 – 29
- Kaszuba-Zwoinska J, Cieccko-Michalska I, Madroszkiewicz D, Mach T, Slodowska-Hajduk Z, Rokita E, Zaraska W, Thor P (2008): Magnetic field anti-inflammatory effects in Crohn's disease depends upon viability and cytokine profile of the immune competent cells. *J Physiol Pharmacol*; 59 (1): 177 – 187
- Kavak S, Emre M, Meral I, Unlugenc H, Pelit A, Demirkazik A (2009): Repetitive 50 Hz pulsed electromagnetic field ameliorates the diabetes-induced impairments in the relaxation response of rat thoracic aorta rings. *Int J Radiat Biol* 85 (8): 672 – 679

- Ke XQ, Sun WJ, Lu DQ, Fu YT, Chiang H (2008): 50-Hz magnetic field induces EGF-receptor clustering and activates RAS. *Int J Radiat Biol*; 84 (5): 413 – 420
- Kelsh MA, Sahl JD (1997): Mortality among a cohort of electric utility workers, 1960-1991. *Am J Ind Med* 31 (5): 534 - 544
- Khaki AA, Choudhry JK, Kaul B, Minaii A, Baybordi A, Oskuii G, Kafshnouchi M, Montazam H (2004): Effect of electromagnetic field on sertoli cell of rat testes: A light and transmission electron microscope study. *JIMSA* 17: 136 – 140
- Khalil AM, Quasem W, Amoura F (1993): Cytogenetic changes in human lymphocytes from workers occupationally exposed to high-voltage electromagnetic fields. *Electromagn Biol Med* 12 (1): 17 – 26
- Khalil AM, Qassem W (1991): Cytogenetic effects of pulsing electromagnetic field on human lymphocytes in vitro: chromosome aberrations, sister-chromatid exchanges and cell kinetics. *Mutat Res* 247: 141 - 146
- Kharazi A, Babbitt JT (1999): Primary brain tumor incidence in mice exposed to split-dose ionizing radiation and circularly polarized 60 Hz magnetic fields. *Cancer Lett* 147: 149 - 156
- Kheifets I, Gilbert ES, Sussman SS, Guenel P, Sahl JD, Savitz DA, Theriault G (1999b): Comparative analyses of the studies of magnetic fields and cancer in electric utility workers: studies from France, Canada, and the United States. *Occup Environ Med* 56 (8): 567 – 574
- Kheifets L, Monroe J, Vergara X, Mezei G, Afifi AA (2008): Occupational electromagnetic fields and leukemia and brain cancer: an update to two meta-analyses. *J Occup Environ Med* 50 (6): 677 – 688
- Kheifets L, Ahlbom A, Johansen C, Feychting M, Sahl J, Savitz D (2007): Extremely low-frequency magnetic fields and heart disease. *Scand J Work Environ Health* 33 (1): 5 – 12
- Kheifets L, Afifi AA, Shimkhada R (2006): Public health impact of extremely low-frequency electromagnetic fields. *Environ Health Perspect* 114 (10): 1532 - 1537
- Kheifets L (2001): Electric and magnetic field exposure and brain cancer: Review, *Bioelectromagnetics* S120 - S131
- Kheifets LI, Matkin CC (1999): Industrialization, electromagnetic fields, and breast cancer risk. *Environ Health Perspect* 107 : 145 – 154
- Kheifets LI, Afifi AA, Buffler PA, Zhang ZW, Matkin CC (1997): Occupational electric and magnetic field exposure and leukemia. A meta-analysis. *J Occup Environ Med* 1997; 39 (11): 1074 – 1091
- Kheifets LI, Afifi AA, Buffler PA, Zhang ZW (1995): Occupational electric and magnetic field exposure and brain cancer: a meta-analysis. *J Occup Environ Med* 37 (12): 1327 – 1341
- Kikuchi T, Ogawa M, Otaka Y, Furuta M (1998): Multigeneration exposure test of *Drosophila melanogaster* to ELF magnetic fields. *Bioelectromagnetics* 19: 335 - 340
- Kim Y-W, Kim H-S, Lee J-S, Kim Y-J, Lee S-K, Seo J-N, Jung K-C, Kim N, Gimm Y-M (2009): Effects of 60 Hz 14 μ T Magnetic Field on the Apoptosis of Testicular Germ Cell in Mice. *Bioelectromagnetics* 30 (1): 66 - 72
- Kirson ED, Dbaly V, Tovarys F, Vymazal J, Soustiel JF, Itzhaki A, Mordechovich D, Steinberg-Shapira S, Gurvich Z, Schneiderman R, Wasserman Y, Salzberg M, Ryffel B, Goldsher D, Dekel E, Palti Y (2007): Alternating electric fields arrest cell proliferation in animal tumor models and human brain tumors. *Proc Natl Acad Sci USA*, 104 (24): 10152 - 10157
- Klaeboe L, Blaasaas KG, Haldorsen T, Tynes T (2005): Residential and occupational exposure to 50-Hz magnetic fields and brain tumours in Norway: A population-based study. *Int J Cancer* 115: 137 - 141

- Kleinerman RA, Kaune WT, Hatch EE, Wacholder S, Linet MS, Robison LL, Niwa S, Tarone RE (2000): Are children living near high-voltage power lines at increased risk of acute lymphoblastic leukemia? *Am J Epidemiol* 151 (5): 512 - 515
- Kliukiene J, Tynes T, Andersen A (2004): Residential and occupational exposures to 50-Hz magnetic fields and breast cancer in women: a population-based study. *Am J Epidemiol* 159 (9): 852 - 861
- Kliukiene J, Tynes T, Martinsen JI, Blaasaas KG, Andersen A (1999): Incidence of breast cancer in a Norwegian cohort of women with potential workplace exposure to 50 Hz magnetic fields. *Am J Ind Med* 36 (1): 147 - 154
- Koh EK, Ryu BK, Jeong DY, Bang IS, Nam MH, Chae KS (2008): A 60-Hz sinusoidal magnetic field induces apoptosis of prostate cancer cells through reactive oxygen species. *Int J Radiat Biol* 84 (11): 945 – 955
- Komazaki S, Takano K (2007): Induction of increase in intracellular calcium concentration of embryonic cells and acceleration of morphogenetic cell movements during amphibian gastrulation by a 50-Hz magnetic field. *J Exp Zool Part A Ecol Genet Physiol* 307 (3): 156 - 162
- Kowalczyk CI, Saunders TH (1995): Dominant lethal studies in male mice after exposure to a 50 Hz magnetic field. *Mutat Res* 328: 229 - 237
- Koyama S, Sakurai T, Nakahara T, Miyakoshi J (2008): Extremely low frequency (ELF) magnetic fields enhance chemically induced formation of apurinic/aprimidinic (AP) sites in A172 cells. *Int J Radiat Biol* 84 (1): 53 – 59
- Kroupova J, Bartova E, Fojt L, Strasak L, Kozubek S, Vetterl V (2007): Low-frequency magnetic field effect on cytoskeleton and chromatin. *Bioelectrochemistry* 70 (1): 96 - 100
- Kubinyi G, Thuróczy G, Sinay H, Szabó LD (1998): Magnetic field and the initial phase of the protein synthesis in newborn and adult mice. *Electromagn Biol Med* 17 (2): 161 – 169
- Kumlin T, Heikkinen P, Laitinen JT, Juutilainen J (2005): Exposure to a 50-Hz Magnetic Field Induces a Circadian Rhythm in 6-hydroxymelatonin Sulfate Excretion in Mice. *J Radiat Res (Tokyo)* 46 (3): 313 - 318
- Kundi M (2005): Epidemiology of health effects of radiofrequency exposure. *Environ Health Perspect* 113 (3): A151
- Kurokawa Y, Kubo O (2006): Childhood leukemia and magnetic fields in Japan: a case-control study of childhood leukemia and residential power-frequency magnetic fields in Japan. *Int J Cancer* 119 (3): 643 - 650
- Kurokawa Y, Nitta H, Imai H, Kabuto M (2003): Can extremely low frequency alternating magnetic fields modulate heart rate or its variability in humans? *Auton Neurosci* 105 (1): 53 – 61
- Kurokawa Y, Nitta H, Imai H, Kabuto M (2003a): Acute exposure to 50 Hz magnetic fields with harmonics and transient components: lack of effects on nighttime hormonal secretion in men. *Bioelectromagnetics* 24: 12 - 20
- Kurokawa Y, Nitta H, Imai H, Kabuto M (2003b): Can extremely low frequency alternating magnetic fields modulate heart rate or its variability in humans? *Auton Neurosci* 105 (1): 53 – 61
- Laden F, Neas LM, Tolbert PE, Holmes MD, Hankinson SE, Spiegelman D, Speizer FE, Hunter DJ (2000): Electric blanket use and breast cancer in the Nurses' Health Study. *Am J Epidemiol* 152 (1): 41 - 49
- Lagace N, St-Pierre LS, Persinger MA (2009): Attenuation of epilepsy-induced brain damage in the temporal cortices of rats by exposure to LTP-patterned magnetic fields. *Neurosci Lett* 450 (2): 147 - 151
- Lahijani MS, Tehrani DM, Sabouri E (2009): Histopathological and ultrastructural studies on the effects of electromagnetic fields on the liver of preincubated white leghorn chicken embryo. *Electromagn Biol Med* 28 (4): 391 – 413
- Lednev VV (1991): Possible mechanism for the influence of weak magnetic fields on biological systems. *Bioelectromagnetics* 12: 71 - 75

- Lee GM, Neutra RR, Hristova L, Yost M, Hiatt RA (2002): A nested case-control study of residential and personal magnetic field measures and miscarriages. *Epidemiology* 13 (1): 21 – 31
- Lee JM jr., Stormshak F, Thompson JM, Hess DL, Foster DL (1995): Melatonin and puberty in female lambs exposed to EMF: a replicate study. *Bioelectromagnetics* 16: 119 - 123
- Leitgeb N, Schröttner J, Cech R (2007): Perception of ELF electromagnetic fields: excitation thresholds and inter-individual variability. *Health Phys* 92 (6): 591 – 595
- Levallois P, Dumont M, Touitou Y, Gingras S, Masse B, Gauvin D, Kroger E, Bourdages M, Douville P (2001): Effects of electric and magnetic fields from high-power lines on female urinary excretion of 6-sulfatoxymelatonin. *Am J Epidemiol* 154: 601 - 609
- Li CY, Mezei G, Sung FC, Silva M, Chen PC, Lee PC, Chen LM (2007): Survey of residential extremely-low-frequency magnetic field exposure among children in Taiwan. *Environ Int* 33 (2): 233 – 238
- Li CY, Sung FC, Wu SC (2002): Risk of cognitive impairment in relation to elevated exposure to electromagnetic fields. *J Occup Environ Med* 44 (1): 66 - 72
- Li CY, Theriault G, Lin RS (1997): Residential exposure to 60-Hertz magnetic fields and adult cancers in Taiwan. *Epidemiology* 8 (1): 25 - 30
- Li DK, Neutra RR (2002a): Magnetic fields and miscarriage. *Epidemiology* 13 (2): 237 - 238
- Li DK, Odouli R, Wi S, Janevic T, Golditch I, Bracken TD, Senior R, Rankin R, Iriye R (2002b): A population-based prospective cohort study of personal exposure to magnetic fields during pregnancy and the risk of miscarriage. *Epidemiology* 13 (1): 9 - 20
- Li P, McLaughlin J, Infante-Rivard C (2009): Maternal occupational exposure to extremely low frequency magnetic fields and the risk of brain cancer in the offspring. *Cancer Causes Control*:
- Liboff AR, Rozek RJ, Sherman ML, McLeod BR, Smith SD (1987) 45ca2+-cyclotron resonance in human lymphocytes. *J Bioelectricity* 6: 13 - 22
- Liboff AR (1985): Cyclotron Resonance in Membrane Transport. In: Chiabrera A, Nicolini C, Schwan HP (Eds) *Interactions Between Electromagnetic Fields and Cells*, Plenum Publishing Corporation: 281 – 296
- Liburdy RP (1992): Calcium signaling in lymphocytes and ELF fields. Evidence for an electric field metric and a site of interaction involving the calcium ion channel. *FEBS Letters* 301 (1): 53 - 59
- Lin VW, Hsiao I, Kingery WS (2002): High intensity magnetic stimulation over the lumbosacral spine evokes antinociception in rats. *Clin Neurophysiol* 113 (7): 1006 - 1012
- Lindenblatt G, Silny J (2002): Electrical Phosphenes: On the Influence of Conductivity Inhomogeneities and Small-Scale Structures of the Orbita on the Current Density Threshold of Excitation. *Med Biol Eng Comp* 40 (3): 354 - 359
- Lindström E, Lindström P, Berglund A, Mild KH, Lundgren E (1993): Intracellular calcium oscillations induced in a T-cell line by a weak 50-Hz-magnetic-field. *J Cell Physiol*. 156: 395-398
- Linnet MS, Wacholder S, Zahm SH (2003): Interpreting epidemiologic research: lessons from studies of childhood cancer. *Epidemiology* (1): 92 - 94
- Linnet MS, Hatch EE, Kleinerman RA, Robison LL, Kaune WT, Friedman DR, Severson RK, Haines CM, Hartsock CT, Niwa S, Wacholder S, Tarone RE (1997): Residential exposure to magnetic fields and acute lymphoblastic leukemia in children. *N Engl J Med* 337 (1): 1 – 7

- Linnet MS, Malaker HSR, McLaughlin JK, Weiner JA, Blot WJ, Ericsson JLE, Fraumeni Jr JF (1993): Non-Hodgkin's lymphoma and occupation in Sweden: a registry based analysis. *Brit J Ind Med* 50: 79 - 84
- Lippert TH, Seeger H, Mueck AO (1998): Traum und Realität in der Melatoninforschung. *Deutsches Ärzteblatt* 95 (28/29): C1318 – C1320
- Lisi A, Ledda M, Rosola E, Pozzi D, D'Emilia E, Giuliani L, Foletti A, Modesti A, Morris SJ, Grimaldi S (2006a): Extremely low frequency electromagnetic field exposure promotes differentiation of pituitary corticotrope-derived AtT20 D16V cells. *Bioelectromagnetics* 27 (8):641-651
- Lisi A, Rieti S, Cricenti A, Flori A, Generosi R, Luce M, Perfetti P, Foletti A, Ledda M, Rosola E, Giuliani L, Grimaldi S (2006b): ELF non ionizing radiation changes the distribution of the inner chemical functional groups in human epithelial cell (HaCaT) culture. *Electromagn Biol Med*, 25 (4): 281 – 289
- Lisi A, Ciotti MT, Ledda M, Pieri M, Zona C, Mercanti D, Rieti S, Giuliani L, Grimaldi S (2005): Exposure to 50 Hz electromagnetic radiation promote early maturation and differentiation in newborn rat cerebellar granule neurons. *J Cell Physiol* 204 (2): 532 - 538
- London SJ, Pogoda JM, Hwang KL, Langholz B, Monroe KR, Kolonel LN, Kaune WT, Peters JM, Henderson BE (2003): Residential magnetic field exposure and breast cancer risk: a nested case-control study from a multiethnic cohort in Los Angeles County, California. *Am J Epidemiol* 158 (10): 969 - 980
- London SJ, Thomas DC, Bowman JD, Sobel E, Cheng TC, Peters JM (1991): Exposure to residential electric and magnetic fields and risk of childhood leukemia. *Am J Epidemiol* 134 (9): 923 - 937
- Loomis DP, Savitz DA, Ananth CV (1994): Breast cancer mortality among female electrical workers in the United States. *J Natl Cancer Inst* 86 (12): 921 - 925
- Lopuch S (2008): A magnetic field effect on learning in male golden hamsters. *Behav Processes*
- Löscher W, Mevissen M (1994a): Animal studies on the role of 50/60-Hertz magnetic fields in carcinogenesis. *Life Sci* 54 (21): 1531 – 1543
- Löscher W, Wahnschaffe U, Mevissen M, Lerchl A, Stamm A (1994b): Effects of weak alternating magnetic fields on nocturnal melatonin production and mammary carcinogenesis in rats. *Oncology* 51 (3): 288 - 295
- Löscher W, Mevissen M, Lehmacher W, Stamm A (1993): Tumor promotion in a breast cancer model by exposure to a weak alternating magnetic field. *Cancer Lett* 71 (1-3): 75 – 81
- Löschinger M, Thumm S, Haemmerle H, Rodemann HP (1999): Induction of intracellular calcium oscillations in human skin fibroblast populations by sinusoidal extremely low-frequency magnetic fields (20 Hz, 8 mT) is dependent on the differentiation state of the single cell. *Radiat Res* 151 (2): 195 - 200
- Löschinger M, Thumm S, Haemmerle H, Rodemann HP (1998): Stimulation of protein kinase. An activity and induced terminal differentiation of human skin fibroblasts in culture by low-frequency electromagnetic fields. *Toxicol Lett* 96 - 97: 369 – 376
- Lövsund P, Öberg PA, Nilsson SEG (1980): Magnetophosphenes: a quantitative analysis of thresholds. *Medical biological Engineering Computing* 18: 326 - 334
- Lundesberg LS, Braken MB, Belanger K (1995): Occupationally related magnetic field exposure and male subfertility. *Fertil Steril* 63: 384 – 391
- Luo Q, Yang J, Zeng QL, Zhu XM, Qian YL, Huang HF (2006): 50-Hertz electromagnetic fields induce gammaH2AX foci formation in mouse preimplantation embryos in vitro. *Biol Reprod* 75 (5): 673 - 680

- Lupke M, Frahm J, Lantow M, Maercker C, Remondini D, Bersani F, Simko M (2006): Gene expression analysis of ELF-MF exposed human monocytes indicating the involvement of the alternative activation pathway. *Biochim Biophys Acta*, 1763 (4): 402 - 412
- Lyskov E, Sandstrom M, Mild KH (2001): Provocation study of persons with perceived electrical hypersensitivity and controls using magnetic field exposure and recording of electrophysiological characteristics. *Bioelectromagnetics* 22 (7): 457 – 462
- Maeda Y, Ikeuchi M, Wacnik P, Sluka KA (2009): Increased c-fos immunoreactivity in the spinal cord and brain following spinal cord stimulation is frequency-dependent. *Brain Res* 1259 : 40 – 50
- Maes A, Collier M et al. (2000): Cytogenetic effects of 50 Hz magnetic fields of different magnetic flux densities. *Bioelectromagnetics* 21: 589 - 596
- Mairs RJ, Hughes K, Fitzsimmons S, Prise KM, Livingstone A, Wilson L, Baig N, Clark AM, Timpson A, Patel G, Folkard M, Angerson WJ, Boyd M (2007): Microsatellite analysis for determination of the mutagenicity of extremely low-frequency electromagnetic fields and ionising radiation in vitro. *Mutat Res* 626 (1-2): 34 - 41
- Malter M, Schriever G, Kuhnlein R, Suss R (1987): Tumoricidal cells increased by pulsating magnetic field. *Anticancer Res* 7 (3 Pt B): 391 – 393
- Mandeville R, Franco E, Sidrac-Ghali S, Paris-Nadon L, Rocheleau N, Mercier G, Desy M, Gaboury L (1997): Evaluation of the potential carcinogenicity of 60 Hz linear sinusoidal continuous wave magnetic fields in Fischer F344 rats. *FASEB J* 11: 1127 - 1136
- Manikonda PK, Rajendra P, Devendranath D, Gunasekaran B, Channakeshava, Aradhya RS, Sashidhar RB, Subramanyam C (2007): Influence of extremely low frequency magnetic fields on Ca²⁺ signaling and NMDA receptor functions in rat hippocampus. *Neurosci Lett* 413 (2): 145 - 149
- Marchionni I, Paffi A, Pellegrino M, Liberti M, Apollonio F, Abeti R, Fontana F, D'Inzeo G, Mazzanti M (2006): Comparison between low-level 50 Hz and 900 MHz electromagnetic stimulation on single channel ionic currents and on firing frequency in dorsal root ganglion isolated neurons. *Biochim Biophys Acta* 1758 (5): 597 - 605
- Maslanyj M, Simpson J, Roman E, Schüz J (2009): Power frequency magnetic fields and risk of childhood leukaemia: misclassification of exposure from the use of the 'distance from power line' exposure surrogate. *Bioelectromagnetics* 30 (3): 183 – 188
- Masiuk M, Rakoczy R, Masiuk S, Kordas M (2008): The expression and intranuclear distribution of nucleolin in HL-60 and K-562 cells after repeated, short-term exposition to rotating magnetic fields. *Int J Radiat Biol* 84 (9): 752 – 760
- Maslanyj MP, Mee TJ, Renew DC, Simpson J, Ansell P, Allen SG, Roman E (2007): Investigation of the sources of residential power frequency magnetic field exposure in the UK Childhood Cancer Study. *J Radiol Prot* 27 (1): 41 – 58
- McBride ML, Gallagher RP, Theriault G, Armstrong BG, Tamaro S, Spinelli JJ, Deadman JE, Fincham S, Robson D, Choi W (1999): Power-frequency electric and magnetic fields and risk of childhood leukemia in Canada. *Am J Epidemiol* 149 (9): 831 - 842
- McCormick DL, Ryan BM, Findlay JC, Gauger JR, Johnson TR, Morrissey RL, Boorman GA (1998): Exposure to 60 Hz magnetic fields and risk of lymphoma in PIM transgenic and TSG-p53 (p53 knockout) mice. *Carcinogenesis* 19 (9): 1649 - 1653
- McCreary CR, Dixon SJ, Fraher LJ, Carson JJ, Prato FS (2006): Real-time measurement of cytosolic free calcium concentration in Jurkat cells during ELF magnetic field exposure and evaluation of the role of cell cycle. *Bioelectromagnetics* 27 (5): 354 - 364

- McElroy JA, Newcomb PA, Trentham-Dietz A, Hampton JM, Kanarek MS, Remington PL (2002): Endometrial cancer incidence in relation to electric blanket use. *Am J Epidemiol* 156 (3): 262 – 267
- McElroy JA, Newcomb PA, Remington PL, Egan KM, Titus-Ernstoff L, Trentham-Dietz A, Hampton JM, Baron JA, Stampfer MJ, Willett WC (2001): Electric blanket or mattress cover use and breast cancer incidence in women 50-79 years of age. *Epidemiology* 12 (6): 613 - 617
- McGivern RF, Sokol RZ, Adey WR (1990): Prenatal exposure to a low-frequency electromagnetic field demasculinizes adult scent marking behavior and increases accessory sex organ weights in rats. *Teratology* 41 (1): 1 – 8
- McKay BE, Persinger MA, Koren SA (2000): Exposure to a theta-burst patterned magnetic field impairs memory acquisition and consolidation for contextual but not discrete conditioned fear in rats. *Neurosci Lett* 292 (2): 99 – 102
- McLean JR, Thansandote A, Lecuyer D, Goddard M, Tryphonas L, Scaiano JC, Johnson F (1995): A 60-Hz magnetic field increases the incidence of squamous cell carcinomas in mice previously exposed to chemical carcinogens. *Cancer Lett* 92 (2): 121 - 125
- McLean JR, Stuchly MA, Mitchel RE, Wilkinson D, Yang H, Goddard M, Lecuyer DW, Schunk M, Callary E, Morrison D (1991): Cancer promotion in a mouse-skin model by a 60-Hz magnetic field: II. Tumor development and immune response. *Bioelectromagnetics* 12 (5): 273 - 287
- McNamee DA, Legros AG, Krewski DR, Wisenberg G, Prato FS, Thomas AW (2009): A literature review: the cardiovascular effects of exposure to extremely low frequency electromagnetic fields. *Int Arch Occup Environ Health*
- McNamee JP, Bellier PV, Chauhan V, Gajda GB, Lemay E, Thansandote A (2005): Evaluating DNA damage in rodent brain after acute 60 Hz magnetic-field exposure. *Radiat Res* 164 (6): 791 - 797
- McNamee JP, Bellier PV (2002): DNA damage and apoptosis in the immature mouse cerebellum after acute exposure to 1 mT, 60 Hz magnetic field. *Mutat Res* 513: 121 - 133
- Mester B, Nieters A, Deeg E, Elsner G, Becker N, Seidler A (2006): Occupation and malignant lymphoma: a population based case control study in Germany. *Occup Environ Med* 63 (1): 17 - 26
- Mevissen M, Häußler M (1998): Acceleration of Mammary Tumorigenesis by Exposure of 7.12-Dimethylbenz(a)anthracene Treated Female Rats in a 50 Hz, 100 µT Magnetic Field: Replication Study. *J Toxicol and Environ Health, Part A* 53: 401 - 418
- Mevissen M, Lerchl A, Löscher W (1996): Study on pineal function and DMBA-induced breast cancer formation in rats during exposure to a 100-mG, 50 Hz magnetic field. *J Toxicol Environ Health* 48 (2): 169 – 185
- Mezei G, Gadallah M, Kheifets L (2008): Residential Magnetic Field Exposure and Childhood Brain Cancer: A Meta-Analysis. *Epidemiology* 424 – 430
- Mezei G, Cher D, Kelsh M, Edinboro C, Chapman P, Kavet R (2005): Occupational magnetic field exposure, cardiovascular disease mortality, and potential confounding by smoking. *Ann Epidemiol* 15 (8): 622 – 629
- Michaelis J, Schüz J, Meinert R, Zemann E, Grigat JP, Kaatsch P, Kaletsch U, Miesner A, Brinkmann K, Kalkner W, Karner H (1998): Combined risk estimates for two German population-based case-control studies on residential magnetic fields and childhood acute leukemia. *Epidemiology* 9 (1): 92 - 94
- Michaelis J, Schüz J, Meinert R, Menger M, Grigat JP, Kaatsch P, Kaletsch U, (1997): Childhood leukemia and electromagnetic fields: results of a population-based case-control study in Germany. *Cancer Causes Control* 8 (2): 167 - 174
- Milham S, Morgan LL (2008): A new electromagnetic exposure metric: High frequency voltage transients associated with increased cancer incidence in teachers in a California school. *Am J Ind Med* 51 (8): 579 – 586

- Milham Jr S (1982): Mortality from leukemia in workers exposed to electrical and magnetic fields. *N Engl J Med* 307 (4): 249
- Miller RD, Neuberger JS, Gerald KB (1997): Brain cancer and leukemia and exposure to power-frequency (50- to 60-Hz) electric and magnetic fields. *Epidemiol Rev* 19 (2): 273 – 293
- Minder CE, Pfluger DH (1993): Extremely low frequency electromagnetic field measurements (ELF-EMF) in swiss railway engines. *Radiat Prot Dosimetry* 48: 351 – 354
- Miyakoshi J, Yoshida M, Shibuya K, Hiraoka M (2000): Exposure to strong magnetic field at power frequency potentiates X-ray-induced DNA strand breaks. *Radiat Res* 41: 293 – 302
- Miyakoshi J, Koji Y (1999): Long-term exposure to magnetic field (5 mT at 60 Hz) increases X-ray-induced mutations. *J Radiat Res* 40: 13 - 21
- Moghadam MK, Firoozabadi SM, Janahmadi M (2008): 50 Hz alternating extremely low frequency magnetic fields affect excitability, firing and action potential shape through interaction with ionic channels in snail neurones. *The Environmentalist* 28 (4): 341 - 347
- Morabito C, Rovetta F, Bizzarri M, Mazzoleni G, Fano G, Mariggio MA (2010): Modulation of redox status and calcium handling by extremely low frequency electromagnetic fields in C2C12 muscle cells: A real-time, single-cell approach. *Free Radic Biol Med* 48 (4): 579 – 589
- Moulder JE, Erdreich LS, Malyapa RS, Merritt J, Pickard WF, Vijayalaxmi (1999): Cell phones and cancer: what is the evidence for a connection? *Radiat Res* 151 (5): 513 - 531
- Moulder JE, Foster KR (1998): Power-frequency fields and cancer. *Crit Rev Biomed Eng* 26: 1 - 116
- Murphy KT, Medved I, Brown MJ, Cameron-Smith D, McKenna MJ (2008): Antioxidant treatment with N-acetylcysteine regulates mammalian skeletal muscle Na⁺-K⁺-ATPase alpha gene expression during repeated contractions. *Exp Physiol* 93 (12): 1239 – 1248
- Murrell JC, Mitchinson SL, Waters D, Johnson CB (2007): Comparative effect of thermal, mechanical, and electrical noxious stimuli on the electroencephalogram of the rat. *Br J Anaesth* 98 (3): 366 - 371
- Myers A, Clayden AD, Cartwright RA, Cartwright SC (1990): Childhood cancer and overhead powerlines: a case-control study. *Br J Cancer* 62 (6): 1008 - 1014
- Nakasono S, Ikehata M, Dateki M, Yoshie S, Shigemitsu T, Negishi T (2008): Intermediate frequency magnetic fields do not have mutagenic, co-mutagenic or gene conversion potentials in microbial genotoxicity tests. *Mutat Res* 649 (1-2): 187 – 200
- Negishi T, Imai S, Shibuya K, Nishimura I, Shigemitsu T (2008): Lack of promotion effects of 50 Hz magnetic fields on 7.12-dimethylbenz(a)anthracene-induced malignant lymphoma/lymphatic leukemia in mice. *Bioelectromagnetics* 29 (1): 29 – 38
- Negishi T, Imai S, Itabashi M, Nishimura I, Sasano T (2002): Studies of 50 Hz circularly polarized magnetic fields of up to 350 µT on reproduction embryo-fetal development in rats: Exposure during organogenesis or during preimplantation. *Bioelectromagnetics* 23 (5): 369 - 389
- Neutra RR, Li D (2008): Magnetic fields and miscarriage: a commentary on Mezei et al., JESEE 2006. *J Expo Sci Environ Epidemiol* 18 (6): 537 – 8
- Nevelsteen S, Legros JJ, Crasson M (2007): Effects of information and 50 Hz magnetic fields on cognitive performance and reported symptoms. *Bioelectromagnetics* 28 (1): 53 - 63

- Nittby H, Grafstrom G, Eberhardt JL, Malmgren L, Brun A, Persson BR, Salford LG (2008): Radiofrequency and extremely low-frequency electromagnetic field effects on the blood-brain barrier. *Electromagn Biol Med* 27 (2): 103 – 126
- Noonan CW, Reif JS, Yost M, Touchstone J (2002): Occupational exposure to magnetic fields in case-referent studies of neurodegenerative diseases. *Scand J Work Environ Health* 28 (1): 42 – 48
- Nordenson I, Mild KH, Jarventaus H, Hirvonen A, Sandstrom M, Wilen J, Blix N, Norppa H (2001): Chromosomal aberrations in peripheral lymphocytes of train engine drivers. *Bioelectromagnetics* 22 (5): 306 – 315
- Novak J, Strasak L, Fojt L, Slaninova I, Vetterl V (2007): Effects of low-frequency magnetic fields on the viability of yeast *Saccharomyces cerevisiae*. *Bioelectrochemistry*, 70 (1): 115 - 121
- Novikov VV, Novikov GV, Fesenko EE (2009): Effect of weak combined static and extremely low-frequency alternating magnetic fields on tumor growth in mice inoculated with the Ehrlich ascites carcinoma. *Bioelectromagnetics* 30 (5): 343 – 351
- Obo M, Konishi S, Otaka Y, Kitamura S (2002): Effect of magnetic field exposure on calcium channel currents using patch clamp technique. *Bioelectromagnetics* 23 (4): 306 - 314
- Ohgaki H (2009): Epidemiology of brain tumors. *Methods Mol Biol* 472: 323 - 342
- Okudan B, Keskin AU, Aydin MA, Cesur G, Cömlekci S, Suslu H (2006): DEXA analysis on the bones of rats exposed in utero and neonatally to static and 50 Hz electric fields. *Bioelectromagnetics* 27 (7): 589 - 592
- Olsen JH, Nielsen A, Schulgen G (1993): Residence near high voltage facilities and risk of cancer in children. *BMJ* 307 (6909): 891 - 895
- Oppenheimer M, Preston-Martin S (2002): Adult onset acute myelogenous leukemia and electromagnetic fields in Los Angeles County: Bed-heating and occupational exposures. *Bioelectromagnetics* 23 (6): 411 - 415
- Otaka Y, Chida T, Kitamura S (2002): Carcinogenicity test in B6C3F1 mice after parental and prenatal exposure to 50 Hz magnetic fields. *Bioelectromagnetics* 23 (3): 206 - 213
- Palumbo R, Capasso D, Brescia F, Mita P, Sarti M, Bersani F, Scarfi MR (2006): Effects on apoptosis and reactive oxygen species formation by Jurkat cells exposed to 50 Hz electromagnetic fields. *Bioelectromagnetics* 27 (2): 159 - 162
- Pan SY, Ugnat AM, Mao Y (2005): Occupational risk factors for brain cancer in Canada. *J Occup Environ Med* 47 (7): 704 - 717
- Pan W, Chen C, Wang X, Ma Q, Jiang W, Lv J, Wu LF, Song T (2009): Effects of pulsed magnetic field on the formation of magnetosomes in the *Magnetospirillum* sp. strain AMB-1 *Bioelectromagnetics*:
- Parivar K, Kouchesfehiani MH, Boojar MM, Hayati RN (2006): Organ culture studies on the development of mouse embryo limb buds under EMF influence. *Int J Radiat Biol* 82 (7): 455 - 464
- Park RM, Schulte PA, Bowman JD, Walker JT, Bondy SC, Yost MG, Touchstone JA, Dosemeci M (2005): Potential occupational risks for neurodegenerative diseases. *Am J Ind Med* 48 (1): 63 - 77
- Parkinson WC, Sulik GL (1992): Diatom response to extremely low-frequency magnetic fields. *Radiat Res* 130 (3): 319 - 330
- Pasquini R, Villarini M et al. (2003): Micronucleus induction in cells co-exposed in vitro to 50 Hz magnetic field and benzene, 1,4-benzenediol (hydroquinone) or 1,2,4-benzenetriol. *Toxicol in Vitro* 17: 581 - 586
- Patrino A, Amerio P, Pesce M, Vianale G, Di Luzio S, Tulli A, Franceschelli S, Grilli A, Muraro R, Reale M (2009): Extremely low frequency electromagnetic field (ELF-EMF) modulate iNOS, eNOS and COX-2 expressions in the human keratinocyte cell line HaCaT: Potential therapeutical effects in wound healing. *Br J Dermatol*

- Pazur A, Rassadina V (2009): Transient effect of weak electromagnetic fields on calcium ion concentration in *Arabidopsis thaliana*. *BMC Plant Biol* 9 (1): 47
- Pérez Bruzón RN, Azanza MJM, Calvo AC, Moral del A (2004): Neurone bioelectric activity under magnetic fields of variable frequency in the range of 0.1 - 80 Hz. *JMMM* 272-276 (3): 2424 – 2425
- Peters JM (1993): Exposure to residential electric and magnetic fields and risk of childhood leukemia. *Radiat Res* 133: 131 - 132
- Petridou E, Kassimos D, Kalmanti M, Kosmidis H, Haidas S, Flytzani V, Tong D, Trichopoulos D (1993): Age of exposure to infections and risk of childhood leukemia. *Brit Med J* 307: 774
- Petridou E, Trichopoulos D, Kravaritis A, Pourtsidis A, Dessypris N, Skalkidis Y, Kogevinas M, Kalmanti M, Kolioukas D, Kosmidis H, Panagiotou JP, Piperopoulou F, Tzortzatos F, Kalapothaki V (1997): Electrical power lines and childhood leukemia: a study from Greece. *Int J Cancer* 73 (3): 345 – 348
- Pflugger DH, Minder CE (1996): Effects of exposure to 16.7 Hz magnetic fields on urinary 6-hydroxymelatonin sulfate excretion of Swiss railway workers. *J Pineal Res* 21 (2): 91 – 100
- Piacentini R, Ripoli C, Mezzogori D, Azzena GB, Grassi C (2008): Extremely low-frequency electromagnetic fields promote in vitro neurogenesis via upregulation of Ca(v)1-channel activity. *J Cell Physiol* 215 (1): 129 – 139
- Pica F, Serafino A, Divizia M, Donia D, Frascchetti M, Sinibaldi-Salimei P, Giganti MG, Volpi A (2006): Effect of extremely low frequency electromagnetic fields (ELF-EMF) on Kaposi's sarcoma-associated herpes virus in BCBL-1 cells. *Bioelectromagnetics* 27 (3): 226 - 232
- Picazo ML, Catalá MD, Bardasano JL (1993): Histopathology of the Harderian gland of rodents exposed to ELF magnetic fields. *Bioelectrochem Bioenerg* 30: 203 – 207
- Podd J, Abbott J, Kazantzis N, Rowland A (2002): Brief exposure to a 50 Hz, 100 microT magnetic field: effects on reaction time, accuracy, and recognition memory. *Bioelectromagnetics* 23 (3): 189 - 195
- Pollan M, Gustavsson P, Floderus B (2001): Breast cancer, occupation, and exposure to electromagnetic fields among Swedish men. *Am J Ind Med* 39 (3): 276 - 285
- Poole C, Ozonoff D (1996): Magnetic fields and childhood cancers - An investigation of dose response analyses. *IEEE Eng Med Biol Mag* 15 (4): 41 - 49
- Potischman N, Gammon MD, Schoenberg JB, Britton JA, Kelsey JL, Stanford JL, Malone KE, Coates RJ, Brogan DJ, Swanson CA, Brinton LA (1998): Electric blanket use and breast cancer risk among younger women. *Am J Epidemiol* 148 (6): 556 - 563
- Prasad AV, Miller MW, Carstensen EL, Cox C, Azadniv M, Brayman AA (1991): Failure to reproduce increased calcium uptake in human lymphocytes at purported cyclotron resonance exposure conditions. *Radiat Environ Biophys* 30: 305 - 320
- Preston-Martin S, Gurney JG, Pogoda JM, Holly EA, Mueller BA (1996b): Brain tumor risk in children in relation to use of electric blankets and water bed heaters. Results from the United States West Coast Childhood Brain Tumor Study. *Am J Epidemiol* 143 (11): 1116 - 1122
- Preston-Martin S, Navidi W, Thomas D, Lee PJ, Bowman J, Pogoda J (1996a): Los Angeles study of residential magnetic fields and childhood brain tumors. *Am J Epidemiol* 143 (2): 105 - 119
- Preston-Martin S, Peters JM, Yu MC, Garabrant DH, Bowman JD (1988): Myelogenous leukemia and electric blanket use. *Bioelectromagnetics* 9 (3): 207 - 213

- Qiu C, Fratiglioni L, Karp A, Winblad B, Bellander T (2004): Occupational exposure to electromagnetic fields and risk of Alzheimer's disease. *Epidemiology* 15 (6): 687 – 694
- Rajaei F, Borhani N, Sabbagh-Ziarani F, Mashayekhi F (2010): Effects of extremely low-frequency electromagnetic field on fertility and heights of epithelial cells in pre-implantation stage endometrium and fallopian tube in mice. *Zhong Xi Yi Jie He Xue Bao* 8 (1): 56 – 60
- Rajaei F, Farokhi M, Ghasemi N, Pahlevan AA (2009): Effects of extremely low-frequency magnetic field on mouse epididymis and deferens ducts. *Iran J Reprod Med* 7 (2): 85 – 89
- Rajkovic V, Matavulj M, Johansson O (2006): Light and electron microscopic study of the thyroid gland in rats exposed to power-frequency electromagnetic fields. *J Exp Biol* 209: 3322 - 3328
- Rakesh RM, Mathur R (2008): Threshold of pain in chronic magnetic field (50 Hz, 17.9 microT) exposed rats: effect of sucrose ingestion. *Electromagn Biol Med* 27 (3): 254 – 265
- Ramundo-Orlando A, Serafino A, Schiavo R, Liberti M, d'Inzeo G (2005): Permeability changes of connexin32 hemi channels reconstituted in liposomes induced by extremely low frequency, low amplitude magnetic fields. *Biochim Biophys Acta* 1668 (1): 33 – 40
- Rannug A, Ekstrom T, Mild KH, Holmberg B, Gimenez-Conti I, Slaga TJ (1993): A study on skin tumour formation in mice with 50 Hz magnetic field exposure. *Carcinogenesis* 14 (4): 573 - 578
- Ravera S, Bianco B, Cugnoli C, Panfoli I, Calzia D, Morelli A, Pepe IM (2009): Sinusoidal ELF magnetic fields affect acetylcholinesterase activity in cerebellum synaptosomal membranes. *Bioelectromagnetics*
- Ravera S, Falugi C, Calzia D, Pepe IM, Panfoli I, Morelli A (2006): First cell cycles of sea urchin *Paracentrotus lividus* are dramatically impaired by exposure to extremely low-frequency electromagnetic field. *Biol Reprod*, 75 (6): 948 - 953
- Reese JA, Frazier ME, Morris JE, Buschbom RL, Miller DL (1991): Evaluation of changes in diatom mobility after exposure to 16-Hz electromagnetic fields. *Bioelectromagnetics* 12 (1): 21 – 25
- Reiter RJ (1998): Melatonin in the context of the reported bioeffects of environmental electromagnetic fields. *Bioelectrochem and Bioenerg* 47: 135 - 142
- Reyes-Guerrero G, Vazquez-Garcia M, Elias-Vinas D, Donatti-Albarran OA, Guevara-Guzman R (2006): Effects of 17 beta-estradiol and extremely low-frequency electromagnetic fields on social recognition memory in female rats: A possible interaction? *Brain Res*, 1095 (1): 131 - 138
- Reynolds P, Elkin E, Scalf R, Von Behren J, Neutra RR (2001): A case-control pilot study of traffic exposures and early childhood leukemia using a geographic information system. *Bioelectromagnetics* 22 (S5): S58 - S68
- Rodvall Y, Ahlbom A, Stenlund C, Preston-Martin S, Lindh T, Spannare B (1998): Occupational exposure to magnetic fields and brain tumours in central Sweden. *Eur J Epidemiol* 14 (6): 563 - 569
- Rogers WR, Reiter RJ, Barlow-Walden L, Smith HD, Orr JR (1995): Regularly scheduled, day-time, slow-onset 60 Hz electric and magnetic field exposure does not depress serum melatonin concentrations in nonhuman primates. *Bioelectromagnetics Suppl* 3: 111 - 118
- Röösli M (2008a): Commentary: Epidemiological research on extremely low frequency magnetic fields and Alzheimer's disease-biased or informative? *Int J Epidemiol* 37 (2): 341 – 343
- Röösli M, Egger M, Pfluger D, Minder C (2008b): Cardiovascular mortality and exposure to extremely low frequency magnetic fields: a cohort study of Swiss railway workers. *Environ Health* 7: 35

Röösli M, Lortscher M, Egger M, Pflüger D, Schreier N, Lortscher E, Locher P, Spoerri A, Minder C (2007a): Mortality from neurodegenerative disease and exposure to extremely low-frequency magnetic fields: 31 years of observations on Swiss railway employees. *Neuroepidemiology* 28 (4): 197 – 206

Röösli M, Lortscher M, Egger M, Pflüger D, Schreier N, Lortscher E, Locher P, Spoerri A, Minder C (2007b): Leukaemia, brain tumours and exposure to extremely low frequency magnetic fields: cohort study of Swiss railway employees. *Occup Environ Med* 64 (8): 553 – 559

Rosenbaum PF, Vena JE, Zielezny MA, Michalek AM (1994): Occupational exposures associated with male breast cancer. *Am J Epidemiol*; 139 (1): 30 – 36

Roychoudhury S, Jedlicka J, Parkanyi V, Rafay J, Ondruska L, Massanyi P, Bulla J (2009): Influence of a 50 Hz extra low frequency electromagnetic field on spermatozoa motility and fertilization rates in rabbits. *J Environ Sci Health A Tox Hazard Subst Environ Eng* 44 (10): 1041 – 1047

Ruiz-Gomez MJ, Merino-Moyano MD, Cebrian-Martin MG, Prieto-Barcia MI, Martinez-Morillo M (2008): No effect of 50 Hz 2.45 mT magnetic field on the potency of cisplatin, mitomycin C, and methotrexate in *S. cerevisiae*. *Electromagn Biol Med* 27 (3): 289 – 29

Sahl J, Mezei G, Kavet R, McMillan A, Silvers A, Sastre A, Kheifets L (2002): Occupational magnetic field exposure and cardiovascular mortality in a cohort of electric utility workers. *Am J Epidemiol* 156 (10): 913 – 918

Sahl JD, Kelsh MA, Smith RW, Aseltine DA (1994a): Exposure to 60 Hz magnetic fields in the electric utility work environment. *Bioelectromagnetics* 15 (1): 21 – 32

Sahl JD (1994b): Viral contacts confound studies of childhood leukemia and high-voltage transmission lines. *Cancer Causes Control* 5 (3): 279 - 283

Sahl JD, Kelsh MA, Greenland S (1993): Cohort and nested case-control studies of hematopoietic cancers and brain cancer among electric utility workers. *Epidemiology* 4 (2): 104 – 114

Sait ML, Wood AW, Kirsner RL (2006): Effects of 50 Hz magnetic field exposure on human heart rate variability with passive tilting. *Physiol Meas* 27 (1): 73 - 83

Sait ML, Wood AW, Sadafi HA (1999): A study of heart rate and heart rate variability in human subjects exposed to occupational levels of 50 Hz circularly polarised magnetic fields. *Med Eng Phys* 21 (5): 361 – 369

Saito A, Takayama Y, Moriguchi H, Kotani K, Jimbo Y (2009): Developmental effects of low frequency magnetic fields on P19-derived neuronal cells. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc* 1: 5942 – 5945

Sakurai T, Yoshimoto M, Koyama S, Miyakoshi J (2008): Exposure to extremely low frequency magnetic fields affects insulin-secreting cells. *Bioelectromagnetics* 29 (2): 118 – 124

Salamino F, Minafra R, Grano V, Diano N, Mita DG, Pontremoli S, Melloni E (2006): Effect of extremely low frequency magnetic fields on calpain activation. *Bioelectromagnetics* 27 (1): 43 - 50

Salerno S, La Mendola C, La Manna MP, Casto AL, Caccamo N, Salerno A (2009): Reversible effect of magnetic fields on human lymphocyte activation patterns: different sensitivity of naive and memory lymphocyte subsets. *Radiat Res* 172 (4): 444 – 450

Santibanez M, Bolumar F, Garcia AM (2007): Occupational risk factors in Alzheimer's disease: a review assessing the quality of published epidemiological studies. *Occup Environ Med* 64 (11): 723 – 732

Santini MT, Rainaldi G, Ferrante A, Indovina P, Donelli G, Indovina PL (2006): A 50 Hz sinusoidal magnetic field does not damage MG-63 three-dimensional tumor spheroids but induces changes in their invasive properties. *Bioelectromagnetics* 27 (2): 132 - 141

- Sarimov R, Markova E, Johansson F, Jenssen D, Belyaev IY (2005): Exposure to ELF magnetic field tuned to Zn inhibits growth of cancer cells. *Bioelectromagnetics* 26 (8): 631 - 638
- Sasser LB, Anderson LE, Morris JE, Miller DL, Walborg EF Jr, Kavet R, Johnston DA, DiGiovanni J (1998): Lack of a co-promoting effect of a 60 Hz magnetic field on skin tumorigenesis in SENCAR mice. *Carcinogenesis* 19 (9): 1617 – 1621
- Sastre A, Graham C, Cook MR (2000): Brain frequency magnetic fields alter cardiac autonomic control mechanisms. *Clin Neurophysiol* 111 (11): 1942 – 1948
- Sastre A, Coor MR (1998): Nocturnal exposure to intermittent 60 Hz magnetic fields alters human cardiac rhythm. *Bioelectromagnetics* 19: 98 – 106
- Savitz DA, Liao D, Sastre A, Kleckner RC, Kavet R (1999): Magnetic field exposure and cardiovascular disease mortality among electric utility workers. *Am J Epidemiol* 149 (2): 135 – 142
- Savitz DA, Checkoway H, Loomis DP (1998a): Magnetic field exposure and neurodegenerative disease mortality among electric utility workers. *Epidemiology* 9 (4): 398 – 404
- Savitz DA, Loomis DP, Tse CK (1998b): Electrical occupations and neurodegenerative disease: analysis of U.S. mortality data. *Arch Environ Health* 53 (1): 71 – 74
- Savitz DA, Loomis DP (1995): Magnetic field exposure in relation to leukemia and brain cancer mortality among electric utility workers. *Am J Epidemiol* 141 (2): 123 – 134
- Savitz DA, John EM, Kleckner RC (1990): Magnetic field exposure from electric appliances and childhood cancer. *Am J Epidemiol* 131 (5): 763 - 773
- Savitz DA, Feingold L (1989): Association of childhood leukemia with residential traffic density. *Scan J Work Environ Health* 15: 360 - 363
- Savitz DA, Wachtel H, Barnes FA, John EM, Tvrdik JG (1988): Case-control study of childhood cancer and exposure to 60-Hz magnetic fields. *Am J Epidemiol* 128 (1): 21 - 38
- Scarfì MR, Sannino A, Perrotta A, Sarti M, Mesirca P, Bersani F (2005): Evaluation of genotoxic effects in human fibroblasts after intermittent exposure to 50 Hz electromagnetic fields: a confirmatory study. *Radiat Res* 164 (3): 270 - 276
- Schmautzer E, Friedl W, Gaun A, Rechberger G (2006): Berechnung niederfrequenter magnetischer Flussdichten und elektrischer Feldstärken (16 2/3 Hz)
- Schoenfeld ER, O'Leary ES, Henderson K, Grimson R, Kabat GC, Ahnn S, Kaune WT, Gammon MD, Leske MC (2003): Electromagnetic fields and breast cancer on long island: a case-control study. *Am J Epidemiol* 158 (1): 47 – 58
- Schreiber GH, Swaen GM, Meijers JM, Slangen JJ, Sturmans F (1993): Cancer mortality and residence near electricity transmission equipment: a retrospective cohort study. *Int J Epidemiol* 22 (1): 9 - 15
- Schröder JC, Savitz DA (1997): Lymphoma and multiple myeloma mortality in relation to magnetic field exposure among electric utility workers. *Am J Ind Med* 32 (4): 392 - 402
- Schrottner J, Leitgeb N (2008): Sensitivity to electricity-temporal changes in Austria. *BMC Public Health* 8: 310
- Schuhfried O, Vacariu G, Rochowanski H, Serek M, Fialka-Moser V (2005): The effects of low-dosed and high-dosed low-frequency electromagnetic fields on microcirculation and skin temperature in healthy subjects. *Int J Sports Med* 26 (10): 886 - 890
- Schulten K, Swenberg CH E, Weller A (1978): A Biomagnetic Sensory Mechanism Based on Magnetic Field Modulated Coherent Electron Spin Motion. *Zeitschrift für Physikalische Chemie Neue Folge* 111: 1 - 5

- Schüz J (2008a): Umweltfaktoren und Leukämierisiko bei Kindern: eine Übersicht. *Umweltmed Forsch Prax* 13 (4): 342 – 357
- Schüz J, Ahlbom A (2008b): Exposure to electromagnetic fields and the risk of childhood leukaemia: a review. *Radiat Prot Dosimetry* 132 (2): 202 - 211
- Schüz J, Svendsen AL, Linet MS, McBride ML, Roman E, Feychting M, Kheifets L, Lightfoot T, Mezei G, Simpson J, Ahlbom A (2007): Nighttime exposure to electromagnetic fields and childhood leukemia: an extended pooled analysis. *Am J Epidemiol*, 166 (3): 263 - 269
- Schüz J, Grigat JP, Brinkmann K, Michaelis J (2001a): Residential magnetic fields as a risk factor for childhood acute leukaemia: Results from a German population-based case-control study. *Int J Cancer* 91 (5): 728 - 735
- Schüz J, Grigat JP, Brinkmann K, Michaelis J (2001b): Childhood acute leukaemia and residential 16.7 Hz magnetic fields in Germany. *Br J Cancer* 84 (5): 697 - 699
- Seidler A, Geller P, Nienhaus A, Bernhardt T, Ruppe I, Eggert S, Hietanen M, Kauppinen T, Frolich L (2007): Occupational exposure to low frequency magnetic fields and dementia: a case-control study. *Occup Environ Med* 64 (2): 108 - 114
- Selmaoui B, Lambrozo J, Touitou Y (1996): Magnetic fields and pineal function in humans: evaluation of nocturnal acute exposure to extremely low frequency magnetic fields on serum melatonin and urinary 6-sulfatoxymelatonin circadian rhythms. *Life Sci* 58 (18): 1539 - 1549
- Severini M, Bosco L, Alilla R, Loy M, Bonori M, Giuliani L, Bedini A, Giliberti C, Palomba R, Pesolillo S, Giacomozzi E, Castellano AC (2010): Metamorphosis delay in *Xenopus laevis* (Daudin) tadpoles exposed to a 50 Hz weak magnetic field. *Int J Radiat Biol* 86 (1): 37 – 46
- Severson RK, Stevens RG, Kaune WT, Thomas DB, Heuser L, Davis S, Sever LE (1988): Acute nonlymphocytic leukemia and residential exposure to power frequency magnetic fields. *Am J Epidemiol* 128 (1): 10 - 20
- Seyyedi SS, Dadras MS, Tavirani MR, Mozdarani H, Toossi P, Zali AR (2007): Proteomic analysis in human fibroblasts by continuous exposure to extremely low-frequency electromagnetic fields. *Pak J Biol Sci* 10 (22): 4108 – 4112
- Shahidain R, Mullins RD, Sisken JE (2001): Calcium spiking activity and baseline calcium levels in ROS 17/2.8 cells exposed to extremely low frequency electromagnetic fields (ELF EMF). *Int J Radiat Biol* 77 (2): 241 – 248
- Sharifian A, Gharavi M, Pasalar P, Aminian O (2008): Effect of extremely low frequency magnetic field on antioxidant activity in plasma and red blood cells in spot welders. *Int Arch Occup Environ Health* 2008
- Sharma M, Odenike OM (2008): DNA repair genes, electromagnetic fields and susceptibility to acute leukemia? *Leuk Lymphoma* 49 (12): 2233 – 2234
- Shen YH, Shao BJ, Chiang H, Fu YD, Yu M (1997): The effects of 50 Hz magnetic field exposure on dimethylbenz (alpha) anthracene induced thymic lymphoma/leukemia in mice. *Bioelectromagnetics* 18 (5): 360 - 364
- Shi B, Isseroff RR, Nuccitelli R (2003): Power line frequency electromagnetic fields do not increase the rate of protein synthesis in human skin fibroblasts as previously reported. *Bioelectromagnetics* 24 (7): 465 – 472
- Shi Y, Bao X, Huo X, Shen Z, Song T (2005): 50-Hz magnetic field (0.1-mT) alters c-fos mRNA expression of early post implantation mouse embryos and serum estradiol levels of gravid mice. *Birth Defects Res B Dev Reprod Toxicol* 74 (2): 196 – 200
- Silny J (1987): Zur Gefährdung der vitalen Funktion des Herzens im magnetischen 50 Hz-Feld. *Medizinisch-Technischer Bericht*, Ed: Institut zur Erforschung elektrischer Unfälle der Berufsgenossenschaft der Feinmechanik und Elektrotechnik, Köln, 1 – 25

- Silny J (1981): Beeinflussung des Organismus durch starke niederfrequente magnetische Felder. Medizinisch-Technischer Bericht, Ed: Institut zur Erforschung elektrischer Unfälle der Berufsgenossenschaft der Feinmechanik und Elektrotechnik, Köln, 1 – 79
- Silny J (1979): Wirkung elektrischer Felder auf den Organismus. Medizinisch-Technischer Bericht, Ed: Institut zur Erforschung elektrischer Unfälle der Berufsgenossenschaft der Feinmechanik und Elektrotechnik, Köln, 1 – 39
- Simko M, Mattsson MO (2004): Extremely low frequency electromagnetic fields as effectors of cellular responses in vitro: possible immune cell activation. *J Cell Biochem* 93 (1): 83 - 92
- Simko M, Richard D (2001): Micronucleus induction in Syrian hamster embryo cells following exposure to 50 Hz magnetic fields, benzo(a)pyrene and TPA in vitro. *Mutat Res* 495: 43 - 50
- Simko M, Dopp E, Kriehuber R (1999): Absence of synergistic effects on micronucleus formation after exposure to electromagnetic fields and asbestos fibers in vitro. *Toxicol Lett* 108: 47 - 53
- Simko M, Kriehuber R, Lange S (1998a): Micronucleus formation in human amnion cells after exposure to 50 Hz MF applied horizontally and vertically. *Mutat Res* 418 (2-3): 101 – 111
- Simko M, Kriehuber R, Weiss DG, Luben RA (1998b): Effects of 50 Hz EMF exposure on micronucleus formation and apoptosis in transformed and nontransformed human cell lines. *Bioelectromagnetics* 19 (2): 85 - 91
- Sinclair J, Weeks M, Butt A, Worthington JL, Akpan A, Jones N, Waterfield M, Allanand D, Timms JF (2006): Proteomic response of *Schizosaccharomyces pombe* to static and oscillating extremely low-frequency electromagnetic fields. *Proteomics* 6 (17): 4755 - 4764
- Singh S et al. (1997): Mutagenic potential of benzo(a)pyrene and N-nitrodiethylamine is not affected by 50 Hz sinusoidal magnetic field. *Electro Magnetobiol* 16: 169 - 175
- Skinner J, Mee TJ, Blackwell RP, Maslanyj MP, Simpson J, Allen SG, Day NE (2002): Exposure to power frequency electric fields and the risk of childhood cancer in the UK. *Br J Cancer* 87 (11): 1257 - 1266
- Smigielski J, Dziedziczak-Buczynska M, Buczynski A (2009): The effect of 50 Hz magnetic field of different shape on oxygen metabolism in blood platelets: in vitro studies. Henrykowska G, Jankowski W, Pacholski K, Lewicka M, *Int J Occup Med Environ Health* 22 (3): 269 – 276
- Smith SD, McLeod BR, Liboff AR, Cooksey K (1987): Calcium cyclotron resonance and diatom mobility. *Bioelectromagnetics* 8: 215 – 227
- Sobel E, Dunn M, Davanipour Z, Qian Z, Chui HC (1996): Elevated risk of Alzheimer's disease among workers with likely electromagnetic field exposure. *Neurology* 47 (6): 1477 - 1481
- Sobel E, Davanipour Z, Sulkava R, Erkinjuntti T, Wikstrom J, Henderson VW, Buckwalter G, Bowman JD, Lee PJ (1995): Occupations with exposure to electromagnetic fields: a possible risk factor for Alzheimer's disease. *Am J Epidemiol* 142 (5): 515 - 524
- Soderberg KC, Naumburg E, Anger G, Cnattingius S, Ekblom A, Feychting M (2002): Childhood leukemia and magnetic fields in infant incubators. *Epidemiology* 13 (1): 45 – 49
- Sommer AM, Lerchl A (2006): 50 Hz magnetic fields of 1 mT do not promote lymphoma development in AKR/J mice. *Radiat Res* 165 (3): 343 - 349
- Sommer AM, Lerchl A (2004): The risk of lymphoma in AKR/J mice does not rise with chronic exposure to 50 Hz magnetic fields (1 mT and 100 mT). *Rad Res* 162: 194 - 200
- Sorahan T, Kheifets L (2007): Mortality from Alzheimer's, motor neurone and Parkinson's disease in relation to magnetic field exposure: findings from the study of UK electricity generation and transmission workers, 1973-2004.

- Sorahan T, Nichols L (2004): Mortality from cardiovascular disease in relation to magnetic field exposure: findings from a study of UK electricity generation and transmission workers, 1973-1997. *Am J Ind Med* 45 (1): 93 – 102
- Sorahan T, Nichols L, van Tongeren M, Harrington JM (2001): Occupational exposure to magnetic fields relative to mortality from brain tumours: updated and revised findings from a study of United Kingdom electricity generation and transmission workers, 1973-97. *Occup Environ Med* 58 (10): 626 - 630
- Steenhof K, Kochert MN, Roppe JA (1993): Nesting by raptors and common ravens on electrical transmission line towers. *The Journal of wildlife management* 57 (2): 271 – 281
- Stefl B, Vojtisek M, Synecka L, Zurmanova J (2006): Whole body exposure to low frequency magnetic field: no provable effects on the cellular energetics of rat skeletal muscle. *Mol Cell Biochem* 284 (1-2): 111 - 115
- Stenlund C, Floderus B (1997): Occupational exposure to magnetic fields in relation to male breast cancer and testicular cancer: a Swedish case-control study. *Cancer Causes Control* 8 (2): 184 - 191
- Stevens P (2007): Affective response to 5 microT ELF magnetic field-induced physiological changes. *Bioelectromagnetics* 28 (2): 109 - 114
- Stevens RG (1987): Electric power use and breast cancer: a hypothesis. *Am J Epidemiol* 125: 556 - 561
- Strasak L, Bartova E, Krejci J, Fojt L, Vetterl V (2009): Effects of ELF-EMF on brain proteins in mice. *Electromagn Biol Med* 28 (1): 96 – 104
- Stronati L, Testa A (2004): Absence of genotoxicity in human blood cells exposed to 50 Hz magnetic fields as assessed by comet assay, chromosome aberration, micronucleus, and sister chromtic exchange analyses. *Bioelectromagnetics* 25: 41 - 48
- Suarez-Almazor ME (2006): Is treatment with pulsed electromagnetic fields effective in patients with knee osteoarthritis? *Nat Clin Pract Rheumatol* 2 (1): 14 - 15
- Sul AR, Park SN, Suh H (2006): Effects of sinusoidal electromagnetic field on structure and function of different kinds of cell lines. *Yonsei Med J*, 47 (6): 852 - 861
- Sun H, Che Y, Liu X, Zhou D, Miao Y, Ma Y (2010): Effects of prenatal exposure to a 50-Hz magnetic field on one-trial passive avoidance learning in 1-day-old chicks. *Bioelectromagnetics* 31 (2): 150 – 155
- Sun W, Gan Y, Fu Y, Lu D, Chiang H (2008): An incoherent magnetic field inhibited EGF receptor clustering and phosphorylation induced by a 50-Hz magnetic field in cultured FL cells. *Cell Physiol Biochem* 22 (5-6): 507 – 514
- Szemerszky R, Zelena D, Barna I, Bardos G (2010): Stress-related endocrinological and psychopathological effects of short- and long-term 50Hz electromagnetic field exposure in rats. *Brain Res Bull* 81 (1): 92 – 99
- Thériault G, Goldberg M, Miller AB, Armstrong B, Guenel P, Deadman JE, Imbernon E, To T, Chevalier A, Cyr D (1994): Cancer risks associated with occupational exposure to magnetic fields among electric utility workers in Ontario and Quebec, Canada, and France: 1970-1989. *Am J Epidemiol* 139 (6): 550 – 572
- Thumm S, Löschinger M, Glock S, Hammerle H, Rodemann HP (1999): Induction of cAMP-dependent protein kinase A activity in human skin fibroblasts and rat osteoblasts by extremely low-frequency electromagnetic fields. *Radiat Environ Biophys* 38 (3): 195 – 199
- Thun-Battersby S, Mevissen M, Löscher W (1999): Exposure of Sprague-Dawley rats to a 50-Hertz, 100-microTesla magnetic field for 27 Weeks facilitates mammary tumorigenesis in the 7,12-dimethylbenz(a)-anthracene model of breast cancer. *Cancer Res* 59 (15): 3627 - 3633
- Tomenius L (1986): 50-Hz electromagnetic environment and the incidence of childhood tumors in Stockholm County. *Bioelectromagnetics* 7 (2): 191 - 207

- Touitou Y, Lambrozo J, Camus F, Charbuy H (2003): Magnetic fields and the melatonin hypothesis: a study of workers chronically exposed to 50-Hz magnetic fields. *Am J Physiol Regul Comp Physiol* 284: R1529 – R1535
- Tsuchimochi H, Nakamoto T, Matsukawa K (2010): Centrally evoked increase in adrenal sympathetic outflow elicits immediate secretion of adrenaline in anaesthetized rats. *Exp Physiol* 95 (1): 93 – 106
- Turkozer Z, Guler G, Seyhan N (2008): Effects of exposure to 50 Hz electric field at different strengths on oxidative stress and antioxidant enzyme activities in the brain tissue of guinea pigs. *Int J Radiat Biol* 84 (7): 581 – 590
- Tynes T, Klaeboe L, Haldorsen T (2003): Residential and occupational exposure to 50 Hz magnetic fields and malignant melanoma: a population based study. *Occup Environ Med* 60 (5): 343 - 347
- Tynes T, Haldorsen T (1997): Electromagnetic fields and cancer in children residing near Norwegian high-voltage power lines. *Am J Epidemiol* 145 (3): 219 - 226
- Tynes T, Reitan JB, Andersen A (1994): Incidence of cancer among workers in Norwegian hydroelectric power companies. *Scand J Work Environ Health* 20 (5): 339 – 344
- Udroiu I, Cristaldi M, Ieradi LA, Bedini A, Giuliani L, Tanzarella C (2006): Clastogenicity and aneuploidy in newborn and adult mice exposed to 50 Hz magnetic fields. *Int J Radiat Biol* 82 (8): 561 - 567
- UK Childhood Cancer Study Investigators (1999): Exposure to power-frequency magnetic fields and the risk of childhood cancer. UK Childhood Cancer Study Investigators. *Lancet* 354 (9194): 1925 - 1931
- UK Childhood Cancer Study Investigators (2000): Childhood cancer and residential proximity to power lines. *Brit J Cancer* 83: 1573 - 1580
- Ulrich D, Ulrich F, Silny J, Unglaub F, Pallua N (2006): Chiparray-Based Identification of Gene Expression in HUVECs Treated with Low Frequency Electric Fields. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 38 (3): 149 - 155
- van Wijngaarden E (2003): An exploratory investigation of suicide and occupational exposure. *J Occup Environ Med* 45 (1): 96 – 101
- Van Wijngaarden E, Nylander-French LA, Millikan RC, Savitz DA, Loomis D (2001a): Population-based case-control study of occupational exposure to electromagnetic fields and breast cancer. *Ann Epidemiol* 11 (5): 297 - 303
- Van Wijngaarden E, Savitz DA (2001b): Occupational sunlight exposure and mortality from non-Hodgkin lymphoma among electric utility workers. *J Occup Environ Med* 43 (6): 548 – 553
- Van Wijngaarden E, Savitz DA, Kleckner RC, Kavet R, Loomis D (2001c): Mortality patterns by occupation in a cohort of electric utility workers. *Am J Ind Med* 40 (6): 667 – 673
- Van Wijngaarden E, Savitz DA, Kleckner RC, Cai J, Loomis D (2000): Exposure to electromagnetic fields and suicide among electric utility workers: a nested case-control study. *Occup Environ Med* 57 (4): 258 – 263
- Varro P, Szemerszky R, Bardos G, Vilagi I (2009): Changes in synaptic efficacy and seizure susceptibility in rat brain slices following extremely low-frequency electromagnetic field exposure. *Bioelectromagnetics* 30 (8): 631 – 640
- Vena JE, Freudenheim JL, Marshall JR, Laughlin R, Swanson M, Graham S (1994): Risk of premenopausal breast cancer and use of electric blankets. *Am J Epidemiol* 140 (11): 974 - 979
- Verheyen GR, Pauwels G et al. (2003): Effect of coexposure to 50 Hz magnetic fields and an aeneugen on human lymphocytes, determined by the cytokinesis block micronucleus assay. *Bioelectromagnetics* 24: 160 - 164
- Verkasalo PK, Kaprio J, Varjonen J, Romanov K, Heikkila K, Koskenvuo M (1997): Magnetic fields of transmission lines and depression. *Am J Epidemiol* 146 (12): 1037 – 1045

- Verkasalo PK, Pukkala E, Kaprio J, Heikkila KV, Koskenvuo M (1996): Magnetic fields of high voltage power lines and risk of cancer in Finnish adults: nationwide cohort study. *BMJ* 313 (7064): 1047 - 1051
- Verkasalo PK, Pukkala E, Hongisto MY, Valjus JE, Jarvinen PJ, Heikkila KV, Koskenvuo M (1993): Risk of cancer in Finnish children living close to power lines. *BMJ* 307 (6909): 895 - 899
- Vernier PT, Sun Y, Marcu L, Craft CM, Gundersen MA (2004): Nanoelectropulse-Induced Phosphatidylserine Translocation. *Biophys J* 86 (6): 4040 – 4048
- Vianale G, Reale M, Amerio P, Stefanachi M, Di Luzio S, Muraro R (2008): Extremely low frequency electromagnetic field enhances human keratinocyte cell growth and decreases proinflammatory chemokine production. *Br J Dermatol* 2008
- Vijayalaxmi, Obe G (2005): Controversial Cytogenetic Observations in Mammalian Somatic Cells Exposed to Extremely Low Frequency Electromagnetic Radiation: A review and Future Research Recommendations. *Bioelectromagnetics* 26: 412 - 430
- Villarini M, Moretti M, Scassellati-Sforzolini G, Boccioli B, Pasquini R (2006): Effects of co-exposure to extremely low frequency (50 Hz) magnetic fields and xenobiotics determined in vitro by the alkaline comet assay. *Sci Total Environ*, 361 (1-3): 208 - 219
- Villeneuve PJ, Agnew DA, Miller AB, Corey PN (2000a): Non-Hodgkin's Lymphoma among electric utility workers in Ontario: the evaluation of alternate indices of exposure to 60 Hz electric and magnetic fields. *Occup Environ Med* 57 (4): 249 – 257
- Villeneuve PJ, Agnew DA, Miller AB, Corey PN, Purdham JT (2000b): Leukemia in electric utility workers: the evaluation of alternative indices of exposure to 60 Hz electric and magnetic fields. *Am J Ind Med* 37 (6): 607 - 617
- Wahab MA, Podd JV, Rapley BI, Rowland RE (2007): Elevated sister chromatid exchange frequencies in dividing human peripheral blood lymphocytes exposed to 50 Hz magnetic fields. *Bioelectromagnetics* 28 (4): 281 - 288
- Waliszewski P, Skwarek R, Jeromin L, Minikowski H (1999): On the mitochondrial aspect of reactive oxygen species action in external magnetic fields. *J Photochem Photobiol B* 52 (1-3): 137 – 140
- Walleczek J (1992): Electromagnetic field effects on cells of the immune system: the role of calcium signaling. *FASEB J* 6: 3177-3185
- Walleczek J, Liburdy RP (1990): Nonthermal 60 Hz magnetic-field exposure enhances $^{45}\text{Ca}^{2+}$ uptake in rat thymocytes: dependence on mitogen activation. *FEBS Letters* 217: 157 – 160
- Wang X, Liang L, Song T, Wu L (2008): Sinusoidal magnetic field stimulates magnetosome formation and affects *mamA*, *mms13*, *mms6*, and *magA* expression in *Magnetospirillum magneticum* AMB-1. *Can J Microbiol* 54 (12): 1016 – 1022
- Warman GR, Tripp HM, Warman VL, Arendt J (2003): Circadian neuroendocrine physiology and electromagnetic field studies: precautions and complexities. *Radiat Prot Dosim* 106: 369 - 373
- Wartenberg D (2001): Residential EMF exposure and childhood leukemia: Meta-analysis and population attributable risk. *Bioelectromagnetics* 22 (S5): S86 - S104
- Wechsler LS, Checkoway H, Franklin GM, Costa LG (1991): A pilot study of occupational and environmental risk factors for Parkinson's disease. *Neurotoxicology* 12 (3): 387 - 392
- Wertheimer N, Leeper E (1979): Electrical wiring configurations and childhood cancer. *Am J Epidemiol* 109 (3): 273 - 284

- Williams PA, Ingebretsen RJ, Dawson RJ (2006): 14.6 mT ELF magnetic field exposure yields no DNA breaks in model system Salmonella, but provides evidence of heat stress protection. *Bioelectromagnetics* 27 (6): 445 – 450
- Wilson BW, Matt KS, Morris JE, Sasser LB, Miller DL, Anderson LE (1999): Effects of 60 Hz magnetic field exposure on the pineal and hypothalamic-pituitary-gonadal axis in the Siberian hamster (*Phodopus sungorus*). *Bioelectromagnetics* 20 (4): 224 - 232
- Wilson BW (1988): Chronic exposure to ELF fields may induce depression. *Bioelectromagnetics* 9 (2): 195 – 205
- Winker R, Ivancsits S, Pilger A, Adlkofer F, Rüdiger HW (2005): Chromosomal damage in human diploid fibroblasts by intermittent exposure to extremely low-frequency electromagnetic fields. *Mutat Res* 585 (1-2): 43 - 49
- Wolf FI, Torsello A, Tedesco B, Fasanella S, Boninsegna A, D'Ascenzo M, Grassi C, Azzena GB, Cittadini A (2005): 50-Hz extremely low frequency electromagnetic fields enhance cell proliferation and DNA damage: possible involvement of a redox mechanism. *Biochim Biophys Acta* 1743 (1-2): 120 – 129
- Wong DI, Dockerty JD (2006): Birth characteristics and the risk of childhood leukaemias and lymphomas in New Zealand: a case-control study. *BMC Blood Disord*, 6 (1): 5
- Wood AW, Armstrong SM, Sait ML, Devine L, Martin MJ (1998): Changes in human plasma melatonin profiles in response to 50 Hz magnetic field exposure. *J Pineal Res* 25: 116 - 127
- Wood MD, Willits RK (2009): Applied electric field enhances DRG neurite growth: influence of stimulation media, surface coating and growth supplements. *J Neural Eng* 6 (4): 046003
- Xu C, Zhao MX, Poo MM, Zhang XH (2008): GABA(B) receptor activation mediates frequency-dependent plasticity of developing GABAergic synapses. *Nat Neurosci* 11 (12): 1410 – 1418
- Yaguchi H, Yoshida M, Ejima Y, Miyakoshi J (1999): Effect of high-density extremely low frequency magnetic fields on sister chromatic exchanges in mouse m5S cells. *Mutat Res* 440: 189 - 194
- Yamaguchi H, Ikehara T, Hosokawa K, Soda A, Shono M, Miyamoto H, Kinouchi Y, Tasaka T (1992): Effects of time-varying electromagnetic fields on K⁺(Rb⁺) fluxes and surface charge of HeLa cells. *Jpn J Physiol* 42 (6): 929 – 943
- Yamazaki S, Sokejima S, Mizoue T, Eboshida A, Kabuto M, Yamaguchi N, Akiba S, Fukuhara S, Nitta H (2006): Association between high voltage overhead transmission lines and mental health: A cross-sectional study. *Bioelectromagnetics* 27 (6): 473 - 478
- Yang Y, Jin X, Yan C, Tian Y, Tang J, Shen X (2008): Case-only study of interactions between DNA repair genes (hMLH1, APEX1, MGMT, XRCC1 and XPD) and low-frequency electromagnetic fields in childhood acute leukemia. *Leuk Lymphoma* 49 (12): 2344 – 2350
- Yao K, Wu W, Wang K, Ni S, Ye P, Yu Y, Ye J, Sun L (2008): Electromagnetic noise inhibits radiofrequency radiation-induced DNA damage and reactive oxygen species increase in human lens epithelial cells. *Mol Vis* 14: 964 – 969
- Yokus B, Akdag MZ, Dasdag S, Cakir DU, Kizil M (2008): Extremely low frequency magnetic fields cause oxidative DNA damage in rats. *Int J Radiat Biol* 84 (10): 789 – 795
- Yost MG, Liburdy RP (1992): Time-varying and static magnetic fields act in combination to alter calcium signal transduction in the lymphocyte. *FEBS Letters* 296 (2): 117 – 122
- Youngson JH, Clayden AD, Myers A, Cartwright RA (1991): A case/control study of adult haematological malignancies in relation to overhead powerlines. *Br J Cancer* 63 (6): 977 – 985
- Zeng Q, Ke X, Gao X, Fu Y, Lu D, Chiang H, Xu Z (2006): Noise magnetic fields abolish the gap junction intercellular communication suppression induced by 50 Hz magnetic fields. *Bioelectromagnetics* 27 (4): 274 - 279

Zeni O, Lioi MB (2001): Combined exposure to extremely low frequency (ELF) magnetic fields and chemical mutagens: Lack of genotoxic effects in human lymphocytes. *Electro Magnetobiol* 23: 331 - 341

Zheng T, Holford TR, Mayne ST, Owens PH, Zhang B, Boyle P, Carter D, Ward B, Zhang Y, Zahm SH (2000): Exposure to electromagnetic fields from use of electric blankets and other in-home electrical appliances and breast cancer risk. *Am J Epidemiol* 151 (11): 1103 – 1111

Zhu K, Hunter S, Payne-Wilks K, Roland CL, Forbes DS (2003): Use of electric bedding devices and risk of breast cancer in African-American women. *Am J Epidemiol* 158: 798 - 806

Zmyslony M, Palus J et al. (2000): DNA damage in rat lymphocytes treated in vitro with iron cations and to 7 mT magnetic fields. *Mutat Res* 453: 89 – 96

Zwengelberg R, Obe G, Rosenthal M, Mevissen M, Buntenkötter S, Löscher W (1993): Exposure of rats to a 50-Hz, 30-mT magnetic field influences neither the frequencies of sister-chromatid exchanges nor proliferation characteristics of cultured peripheral lymphocytes. *Mutat Res* 302 (1): 39 – 44

IMPLANTATTRÄGER IN ELEKTROMAGNETISCHEN FELDERN

Achenbach S, Moshage W, Diem B, Bieberle T, Schibgilla V, Bachmann K (1997): Effects of magnetic resonance imaging on cardiac pacemakers and electrodes. *Am Heart J*; 134 (3): 467 – 473

Al Khadra AS, Al Jutaily A, Al Shuhri S (2006): Detection of refrigerator-associated 60 Hz alternating current as ventricular fibrillation by an implantable defibrillator. *Europace*; 8 (3): 175 – 177

Almstrom C, Anani A, Herberts P, Korner L (1981): Electrical stimulation and myoelectric control. A theoretical and applied study relevant to prosthesis sensory feedback.: *Med Biol Eng Comput*; 19 (5): 645 – 653

Altamura G, Toscano S, Gentilucci G, Ammirati F, Castro A, Pandozi C, Santini M (1997):

Influence of digital and analogue cellular telephones on implanted pacemakers. *Eur Heart J*; 18 (10): 1632 – 1641

Andretzko JP, Hedjiedj A, Guendouz L (2007): Calculation of the induced voltage at the terminals of cardiac pacemakers submitted to conducted disturbances. *Physiol Meas*; 28 (4): 363 - 372

Astley CA, Hohimer AR, Stephenson RB, Smith OA, Spelman FA (1979): Effect of implant duration on in vivo sensitivity of electromagnetic flow transducers. *Am J Physiol*; 236 (3): H508 - H512

Astridge PS, Kaye GC, Whitworth S, Kelly P, Camm AJ, Perrins EJ (1993): The response of implanted dual chamber pacemakers to 50 Hz extraneous electrical interference. *Pacing Clin Electrophysiol*; 16 (10): 1966 - 1974

Babouri A, Hedjiedj A (2007): In Vitro Investigation of Eddy Current Effect on Pacemaker Operation Generated by Low Frequency Magnetic Field. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc*; 1: 5683 - 5686

Baker KB, Nyenhuis JA, Hrdlicka G, Rezai AR, Tkach JA, Shellock FG (2005): Neurostimulation systems: assessment of magnetic field interactions associated with 1.5- and 3-Tesla MR systems. *J Magn Reson Imaging*; 21 (1): 72 – 77

Bales JG, Colon J, Ramadhyani U, LeDoux E, Bennett JT (2007): Electrocautery-induced asystole in a scoliosis patient with a pacemaker. *J Pediatr Orthop B*; 16 (1): 19 – 22

Barbaro V, Bartolini P, Calcagnini G, Censi F, Beard B, Ruggera P, Witters D (2003):

On the mechanisms of interference between mobile phones and pacemakers: parasitic demodulation of GSM signal by the sensing amplifier. *Phys Med Biol*; 48 (11): 1661 - 1671

Barbaro V, Bartolini P, Bellocchi F, Caruso F, Donato A, Gabrielli D, Militello C, Montenero AS, Zecchi P (1999): Electromagnetic interference of digital and analog cellular telephones with implantable cardioverter defibrillators: in vitro and in vivo studies. *Pacing Clin Electrophysiol*; 22 (4 Pt 1): 626 – 634

- Barbaro V, Bartolini P, Donato A, Militello C (1996): Electromagnetic interference of analog cellular telephones with pacemakers. *Pacing Clin Electrophysiol*; 19 (10): 1410 – 1418
- Barbaro V, Bartolini P, Donato A, Militello C, Altamura G, Ammirati F, Santini M (1995): Do European GSM mobile cellular phones pose a potential risk to pacemaker patients? *Pacing Clin Electrophysiol*; 18 (6): 1218 – 1224
- Beaugeard D, Kacet S, Bricout M, Camblin J (1992): Interference between cardiac pacemaker and electromagnetic anti-theft devices in stores. *Arch Mal Coeur Vaiss*; 85 (10): 1457 – 1461
- Berglund A, Bergdahl J, Hansson Mild K (1998): Influence of low frequency magnetic fields on the intra-oral release of mercury vapor from amalgam restorations. *Eur J Oral Sci*; 106 (2 Pt 1): 671 – 674
- Binggeli C, Rickli H, Ammann P, Brunckhorst C, Hufschmid U, Luechinger R, Duru F (2005): Induction ovens and electromagnetic interference: what is the risk for patients with implantable cardioverter defibrillators? *J Cardiovasc Electrophysiol*; 16 (4): 399 – 401
- Blaser R, Dittrich H, Kirsch U, Schaldach M (1972): Elektromagnetische Felder als Gefahrenquelle für Schrittmacherpatienten. *Dtsch Med Wochenschr*; 97 (14): 559 - 562
- Bonney CH, Rustan PL (1974): Experimental response curves: a means of predicting pacemaker response to electrical interference. *Am Heart J*; 87 (6): 757 – 760
- Bonney CH, Rustan Jr PL, Ford GE (1973): Evaluation of effects of the microwave oven (915 and 2450 MHz) and radar (2810 and 3050 MHz) electromagnetic radiation on noncompetitive cardiac pacemakers. *IEEE Trans Biomed Eng*; 20 (5): 357 – 364
- Brand HS, Entjes ML, Nieuw Amerongen AV, van der Hoeff EV, Schrama TA (2007):
Interference of electrical dental equipment with implantable cardioverter-defibrillators.
Br Dent J; 203 (10): 577 – 579
- Brueschke EE, Hauser R, McNally R, Haklin M, Giuffre V, Mayerhofer K, Welsh T, English K (1981): Electromagnetic power transfer system. *Trans Am Soc Artif Intern Organs*; 27: 84 – 89
- Bruner LJ, Harvey JR (1998): Synchronization of pacemaker cell firing by weak ELF fields: simulation by a circuit model. *Bioelectromagnetics*; 19 (2): 92 – 97
- Butrous GS, Male JC, Webber RS, Barton DG, Meldrum SJ, Bonnell JA, Camm AJ (1983):
The effect of power frequency high intensity electric fields on implanted cardiac pacemakers.: *Pacing Clin Electrophysiol*; 6 (6): 1282 – 1292
- Butrous GS, Meldrum SJ, Barton DG, Male JC, Bonnell JA, Camm AJ (1982): Effects of high-intensity power-frequency electric fields on implanted modern multiprogrammable cardiac pacemakers. *J R Soc Med*; 75 (5): 327 – 331
- Buzduga V, Witters DM, Casamento JP, Kainz W (2007): Testing the immunity of active implantable medical devices to CW magnetic fields up to 1 MHz by an immersion method. *IEEE Trans Biomed Eng* ;54 (9): 1679 – 1686
- Calcagnini G, Censi F, Floris M, Pignalberi C, Ricci R, Biancalana G, Bartolini P, Santini M (2006): Evaluation of electromagnetic interference of GSM mobile phones with pacemakers featuring remote monitoring functions. *Pacing Clin Electrophysiol*; 29 (4): 380 – 385
- Chaffey NJ, Donaldson PE (1991): Controlling radio frequency interference from neurological prostheses. *J Med Eng Technol*; 15 (2): 78 – 83
- Chen WH, Lau CP, Leung SK, Ho DS, Lee IS (1996): Interference of cellular phones with implanted permanent pacemakers. *Clin Cardiol*; 19 (11): 881 – 886

- Chiladakis JA, Davlouros P, Agelopoulos G, Manolis AS (2001): In-vivo testing of digital cellular telephones in patients with implantable cardioverter-defibrillators. *Eur Heart J*; 22 (15): 1337 – 1342
- Chou CK, McDougall JA, Can KW (1995): Absence of radiofrequency heating from auditory implants during magnetic resonance imaging. *Bioelectromagnetics*; 16 (5): 307 – 316
- Copperman Y, Zarfati D, Laniado S (1988): The effect of metal detector gates on implanted permanent pacemakers. *Pacing Clin Electrophysiol*; 11 (10): 1386 – 1387
- Corbuccil G, Marton F, Riva U, Sciotto F, Venturini D (2004): Interference and implantable cardiac stimulators. *Physica Medica*; XX (1): 3 - 12
- Cunningham A, Harding S, Chatfield D, Hutchinson P, Carpenter T, Pickard J, Menon D (2005): Metallic neurosurgical implants for cranial reconstruction and fixation: assessment of magnetic field interactions, heating and artefacts at 3.0 Tesla. *Br J Neurosurg*; 19 (2): 167 – 172
- Darmon P, Guillaume V, Wiart J, Dutour A, Oliver C (1998): Do mobile cellular phones interfere with portable insulin pumps? *Diabetes Care*; 21 (10): 1775
- D'Avenio G, Canese R, Podo F, Grigioni M (2007): A novel method for measuring the torque on implantable cardiovascular devices in MR static fields. *J Magn Reson Imaging*; 26 (5): 1368 – 1374
- Dawson TW, Caputa K, Stuchly MA, Kavet R (2002): Pacemaker interference by 60-Hz contact currents. *IEEE Trans Biomed Eng*; 49 (8): 878 – 886
- Dawson TW, Caputa K, Stuchly MA, Shepard RB, Kavet R, Sastre A (2002): Pacemaker interference by magnetic fields at power line frequencies. *IEEE Trans Biomed Eng*; 49 (3): 254 – 262
- Dawson TW, Stuchly MA, Caputa K, Sastre A, Shepard RB, Kavet R (2000): Pacemaker interference and low-frequency electric induction in humans by external fields and electrodes. *IEEE Trans Biomed Eng*; 47 (9): 1211 – 1218
- De Cock CC, Spruijt HJ, van Campen LM, Plu AW, Visser CA (2000): Electromagnetic interference of an implantable loop recorder by commonly encountered electronic devices. *Pacing Clin Electrophysiol*; 23 (10): 1516 – 1518
- De Rotte AA, Van Der Kemp P (2002): Electromagnetic interference in pacemakers in single-engine fixed-wing aircraft: a European perspective. *Aviat Space Environ Med*; 73 (3): 179 – 183
- Del Ojo JL, Moya F, Villalba J, Sanz O, Pavon R, Garcia D, Pastor L (2005): Is magnetic resonance imaging safe in cardiac pacemaker recipients? *Pacing Clin Electrophysiol*; 28 (4): 274 – 278
- Della Chiara G, Mariani Primiani V, Moglie F (2007): Experimental and numeric investigation about electromagnetic interference between implantable cardiac pacemaker and magnetic fields at power line frequency. *Ann Ist Super Sanita*; 43 (3): 248 – 253
- Dittrich H (1969): Die Beeinflussung synchronisierter Herzschrittmacher durch elektrische und impulsförmige hohe Magnetfelder. *Thoraxchir Vask Chir*; 17 (6): 546 - 550
- Dodinot B, Godenir JP, Costa AB (1993): Electronic article surveillance: a possible danger for pacemaker patients. *Pacing Clin Electrophysiol*; 16 (1 Pt 1): 46 – 53
- Dubner S, Dubner Y, Rubio H, Goldin E (2007): Electromagnetic interference from wireless video-capsule endoscopy on implantable cardioverter-defibrillators. *Pacing Clin Electrophysiol*; 30 (4): 472 – 475
- Dubner S, Dubner Y, Gallino S, Spallone L, Zagalsky D, Rubio H, Zimmerman J, Goldin E (2005): Electromagnetic interference with implantable cardiac pacemakers by video capsule. *Gastrointest Endosc*; 61 (2): 250 – 254

- Duffy jr. FJ, May Jr. JW (1995): Tissue expanders and magnetic resonance imaging: the "hot" breast implant. *Ann Plast Surg*; 35 (6): 647 – 649
- Edwards MB, Ordidge RJ, Hand JW, Taylor KM, Young IR (2005): Assessment of magnetic field (4.7 T) induced forces on prosthetic heart valves and annuloplasty rings. *J Magn Reson Imaging*; 22 (2): 311 – 317
- Ellenbogen KA, Wood MA, Stambler BS (1996): Acute effects of radiofrequency ablation of atrial arrhythmias on implanted permanent pacing systems. *Pacing Clin Electrophysiol*; 19 (9): 1287 – 1295
- Elmqvist H (1976): Pacemakers and external interference. *Acta Med Scand Suppl*; 596: 83 – 86
- Elsershari H, Celiker A, Ozer S, Ozme S (2002): Influence of D-net (EUROPEAN GSM-standard) cellular telephones on implanted pacemakers in children. *Pacing Clin Electrophysiol*; 25 (9): 1328 – 1330
- Epstein MR, Mayer Jr. JE, Duncan BW (1998): Use of an ultrasonic scalpel as an alternative to electrocautery in patients with pacemakers. *Ann Thorac Surg*; 65 (6): 1802 – 1804
- Evans SC, Ferris BD (1993): Airport metal detectors and orthopedic implants. The responses of arch and hand-held devices. *Acta Orthop Scand*; 64 (6): 643 – 644
- Fernengel A, Schwer C, Helber U, Dornberger V (2007): Inappropriate implantable cardioverter-defibrillator shock induced by electromagnetic interference while taking a shower. *Clin Res Cardiol* 96 (6): 393 – 395
- Fetter JG, Benditt DG, Stanton MS (1996): Electromagnetic interference from welding and motors on implantable cardioverter-defibrillators as tested in the electrically hostile work site. *J Am Coll Cardiol*; 28 (2): 423 – 427
- Fetter JG, Ivans V, Benditt DG, Collins J (1998): Digital cellular telephone interaction with implantable cardioverter-defibrillators. *J Am Coll Cardiol*; 31 (3): 623 – 628
- Fleischhackl R, Singer F, Roessler B, Arrich J, Fleischhackl S, Losert H, Uray T, Koehler K, Sterz F, Mittlboeck M, Hoesl K (2006): Automated external defibrillators do not recommend false positive shocks under the influence of electromagnetic fields present at public locations. *Anesth Analg*; 103 (6): 1485 – 1488
- Fritsch MH, Gutt JJ, Naumann IC (2006): Magnetic Properties of Middle Ear and Stapes Implants in a 9.4-T Magnetic Resonance Field. *Otol Neurotol*
- Fröhlig G (2004): Active implantable medical devices and interference from electronic security systems. *Herzschrittmacherther Elektrophysiol*; 15 (1): 55 – 64
- Fröhlig G, Dyckmans J, Doenecke P, Sen S, Bette L (1986): Noise reversion of a dual chamber pacemaker without noise. *Pacing Clin Electrophysiol*; 9 (5): 690 – 696
- Fujiwara H, Taniguchi K, Takeuchi J, Ikezono E (1980): The influence of low frequency acupuncture on a demand pacemaker. *Chest*; 78 (1): 96 – 97
- Fukuta M, Mizutani N, Waseda K (2005): Influence of electromagnetic interference on implanted cardiac arrhythmia devices in and around a magnetically levitated linear motor car. *J Artif Organs*; 8 (3): 154 – 160
- Furman S, Parker B, Krauthamer M, Escher DJ (1968): The influence of electromagnetic environment on the performance of artificial cardiac pacemakers. *Ann Thorac Surg*; 6 (1): 90 – 95
- Gams E, Feder E, Heimisch W, Meisner H (1978): Externe Störbeeinflussung von Herzschrittmachern. *Herz*; 63 (36): 367 – 373
- Gebhardt U, Irnich W (1979): Störbeeinflussung von Herzschrittmachern durch Diathermie, gemessen an verschiedenen Simulationsmodellen. *Biomed Tech (Berl)*; 24 (1-2): 10 – 16

- Gimbel JR, Cox Jr JW (2007): Electronic article surveillance systems and interactions with implantable cardiac devices: risk of adverse interactions in public and commercial spaces. *Mayo Clin Proc*; 82 (3): 318 – 322
- Glikson M, Trusty JM, Grice SK, Hayes DL, Hammill SC, Stanton MS (1998): Importance of pacemaker noise reversion as a potential mechanism of pacemaker-ICD interactions. *Pacing Clin Electrophysiol*; 21 (5): 1111 – 1121
- Goldsher D, Amikam S, Boulos M, Suleiman M, Shreiber R, Eran A, Goldshmid Y, Mazbar R, Roguin A (2006): Magnetic resonance imaging for patients with permanent pacemakers: initial clinical experience. *Isr Med Assoc J*; 8 (2): 91 - 94
- Gould L, Reddy CR (1977): Programmable pacemaker. *N Y State J Med*; 77 (9): 1418 – 1420
- Grant H, Heirman D, Kuriger G, Ravindran MM (2004): In vitro study of the electromagnetic interaction between wireless phones and an implantable neural stimulator. *Bioelectromagnetics*; 25 (5): 356 – 361
- Grant FH, Schlegel RE (2000): Effects of an increased air gap on the in vitro interaction of wireless phones with cardiac pacemakers. *Bioelectromagnetics* 21 (7): 485 – 490
- Groh WJ, Boschee SA, Engelstein ED, Miles WM, Burton ME, Foster PR, Crevey BJ, Zipes DP (1999): Interactions between electronic article surveillance systems and implantable cardioverter-defibrillators. *Circulation*; 100 (4): 387 – 392
- Guertin D, Faheem O, Ling T, Pelletier G, McComas D, Yarlagadda RK, Clyne C, Kluger J (2007): Electromagnetic Interference (EMI) and arrhythmic events in ICD patients undergoing gastrointestinal procedures. *Pacing Clin Electrophysiol*; 30 (6): 734 – 739
- Gurevitz O, Fogel RI, Herner ME, Sample R, Strickberger AS, Daoud EG, Morady F, Prystowsky EN (2003): Patients with an ICD Can Safely Resume Work in Industrial Facilities Following Simple Screening for Electromagnetic Interference. *Pacing Clin Electrophysiol*; 26 (8): 1675 – 1678
- Gwechenberger M, Rauscha F, Stix G, Schmid G, Strametz-Juranek J (2006): Interference of programmed electromagnetic stimulation with pacemakers and automatic implantable cardioverter defibrillators. *Bioelectromagnetics*; 27 (5): 365 – 377
- Hansen MO, Poulsen T (1996): Evaluation of noise in hearing instruments caused by GSM and DECT mobile telephones. *Scand Audiol*; 25 (4): 227 – 232
- Hauser RG, Kallinen L (2004): Deaths associated with implantable cardioverter defibrillator failure and deactivation reported in the United States Food and Drug Administration Manufacturer and User Facility Device Experience Database. *Heart Rhythm*; 1 (4): 399 – 405
- Hayes DL, Wang PJ, Reynolds DW, Estes 3rd M, Griffith JL, Steffens RA, Carlo GL, Findlay GK, Johnson CM (1997): Interference with cardiac pacemakers by cellular telephones. *N Engl J Med*; 336 (21): 1473 – 1479
- Hekmat K, Salemink B, Lauterbach G, Schwinger RH, Sudkamp M, Weber HJ, Mehlhorn U (2004): Interference by cellular phones with permanent implanted pacemakers: an update. *Europace*; 6 (4): 363 – 369
- Hekmat K, Kanani R, Lauterbach G, Sudkamp M, Ahmadpoor T, Weber HJ, Mehlhorn U (2003): Moderne Herzschrittmacher wenig stör anfällig durch Mobilfunktelefone. *Deutsches Ärzteblatt*; 100 (38): A 2438 - A 2445
- Hekmat K, Kanani R, Ahmadpour R, Lauterbach G, Südkamp M, Weber HJ, de Vivie ER (2002): Haben Mobiltelefone einen negativen Einfluss auf moderne Herzschrittmacher? *Kardiotechnik*(2)
- Heller JW, Brackmann DE, Tucci DL, Nyenhuis JA, Chou CK (1996): Evaluation of MRI compatibility of the modified nucleus multichannel auditory brainstem and cochlear implants. *Am J Otol*; 17 (5): 724 – 729
- Hirose M, Hida M, Sato E, Kokubo K, Nie M, Kobayashi H (2005): Electromagnetic interference of implantable unipolar cardiac pacemakers by an induction oven. *Pacing Clin Electrophysiol*; 28 (6): 540 – 548

- Hofgartner F, Muller T, Sigel H (1996): Können Mobiltelefone im C- und D-Netz Herzschrittmacher-Patienten gefährden? Dtsch Med Wochenschr; 121 (20): 646 – 652
- Irnich W, Bernstein AD (2006): Do induction cooktops interfere with cardiac pacemakers? Europace; 8 (5): 377 - 384
- Irnich W (1999): Berechnung der inneren aus der äußeren elektrischen Feldstärke und ihr Einfluß auf Herzschrittmacherpatienten. Biomed Tech (Berl); 44 (9): 232 - 236
- Irnich W, Batz L, Muller R, Tobisch R (1996): Electromagnetic interference of pacemakers by mobile phones. Pacing Clin Electrophysiol; 19 (10): 1431 – 1446
- Irnich W, Batz L, Müller R, Tobisch R (1996): Herzschrittmacher und Mobilfunkgeräte. medizintechnik; 116 (3): 87 – 90
- Irnich W, Markewitz A, Satter P, Winter J (1991): HF-Chirurgie bei Herzschrittmacherpatienten. Langenbecks Arch Chir; 376 (1): 59 – 63
- Irnich W (1984): Interference in pacemakers. Pacing Clin Electrophysiol; 7 (6 Pt 1): 1021 - 1048
- Irnich W, de Bakker JM, Bisping HJ (1978): Electromagnetic interference in implantable pacemakers. Pacing Clin Electrophysiol; 1 (1): 52 – 61
- Irnich W, de Bakker JM, Bisping HJ (1974): Störbeeinflussung von Herzschrittmachern. Störquellen, Störverhalten, Gegenmaßnahmen. Biomed Tech (Berl); 19 (5): 193 - 204
- Jandial R, Aryan HE, Hughes SA, Levy ML (2004): Effect of vagus nerve stimulator magnet on programmable shunt settings. Neurosurgery; 55 (3): 627 – 9
- Jaquiere C, Burkart F (1993): Beeinflussbarkeit von Herzschrittmachern durch elektrische Geräte. Schweiz Monatsschr Zahnmed; 103 (8): 986 – 995
- Joglar JA, Hamdan MH, Welch PJ, Page RL (1999): Interaction of a commercial heart rate monitor with implanted pacemakers. Am J Cardiol; 83 (5): 790 - 2, A10
- Kanal E, Shellock FG (1999): Aneurysm clips: effects of long-term and multiple exposures to a 1.5-T MR system. Radiology; 210 (2): 563 – 565
- Kaye GC, Butrous GS, Allen A, Meldrum SJ, Male JC, Camm AJ (1988): The effect of 50 Hz external electrical interference on implanted cardiac pacemakers. Pacing Clin Electrophysiol; 11 (7): 999 – 1008
- Keshishian JM, Smyth NP, Hood OC, Hoffman AA, Baker NR, Podolak E, Basu AP (1972): The behavior of triggered unipolar pacemakers in active magnetic fields. J Thorac Cardiovasc Surg; 64 (5): 772 - 778
- Klocke A, Kemper J, Schulze D, Adam G, Kahl-Nieke B (2005): Magnetic Field Interactions of Orthodontic Wires during Magnetic Resonance Imaging (MRI) at 1.5 Tesla. J Orofac Orthop; 66 (4): 279 – 287
- Kolb C, Deisenhofer I, Weyerbrock S, Schmieder S, Plewan A, Zrenner B, Schmitt C (2004): Incidence of antitachycardia therapy suspension due to magnet reversion in implantable cardioverter defibrillators. Pacing Clin Electrophysiol; 27 (2): 221 – 223
- Kolb C, Schmieder S, Lehmann G, Zrenner B, Karch MR, Plewan A, Schmitt C (2003): Do airport metal detectors interfere with implantable pacemakers or cardioverter-defibrillators? J Am Coll Cardiol; 41 (11): 2054 – 2059
- Lampadius MS, Wirtzfeld A, Himmler FC (1975): Herzschrittmacherversagen durch elektromagnetische Störfelder. Med Klin; 70 (35): 1380 – 1385
- Langer T, Irnich W (1998): Untersuchung zum Störverhalten von DDD-Schrittmachern. Biomed Tech (Berl); 43 : 506 – 507

- Lauck G, von Smekal A, Wolke S, Seelos KC, Jung W, Manz M, Luderitz B (1995): Effects of nuclear magnetic resonance imaging on cardiac pacemakers. *Pacing Clin Electrophysiol*; 18 (8): 1549 – 1555
- LeVasseur JG, Kennard CD, Finley EM, Muse RK (1998): Dermatologic electrosurgery in patients with implantable cardioverter-defibrillators and pacemakers. *Dermatol Surg*; 24 (2): 233 – 240
- Levitt H, Harkins J, Singer B, Yeung E (2001): Field measurements of electromagnetic interference in hearing aids. *J Am Acad Audiol*; 12 (6): 275 – 280
- Lucas EH, Johnson D, McElroy BP (1994): The effects of electronic article surveillance systems on permanent cardiac pacemakers: an in vitro study. *Pacing Clin Electrophysiol*; 17 (11 Pt 2): 2021 – 2026
- Luechinger R, Duru F, Zeijlemaker VA, Scheidegger MB, Boesiger P, Candinas R (2002): Pacemaker reed switch behavior in 0.5, 1.5, and 3.0 Tesla magnetic resonance imaging units: are reed switches always closed in strong magnetic fields? *Pacing Clin Electrophysiol*; 25 (10): 1419 – 1423
- Luechinger R, Zeijlemaker VA, Pedersen EM, Mortensen P, Falk E, Duru F, Candinas R, Boesiger P (2005): In vivo heating of pacemaker leads during magnetic resonance imaging. *Eur Heart J*; 26 (4): 376 - 83
- Madigan JD, Choudhri AF, Chen J, Spotnitz HM, Oz MC, Edwards N (1999): Surgical management of the patient with an implanted cardiac device: implications of electromagnetic interference. *Ann Surg*; 230 (5): 639 – 647
- Marco D, Eisinger G, Hayes DL (1992): Testing of work environments for electromagnetic interference. *Pacing Clin Electrophysiol*; 15 (11 Pt 2): 2016 – 2022
- Martin ET, Coman JA, Shellock FG, Pulling CC, Fair R, Jenkins K (2004): Magnetic resonance imaging and cardiac pacemaker safety at 1.5-Tesla. *J Am Coll Cardiol*; 43 (7): 1315 – 1324
- Mattei E, Calcagnini G, Triventi M, Censi F, Bartolini P, Kainz W, Bassen H (2006): MRI induced heating of pacemaker leads: effect of temperature probe positioning and pacemaker placement on lead tip heating and local SAR. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc*; 1: 1889 – 1892
- McDeller AG, Toff WD, Hobbs RA, Robb DJ, Camm AJ (1989): The development of a system for the evaluation of electromagnetic interference with pacemaker function: hazards in the aircraft environment. *J Med Eng Technol*; 13 (3): 161 – 165
- McIvor ME, Reddinger J, Floden E, Sheppard RC (1998): Study of Pacemaker and Implantable Cardioverter Defibrillator Triggering by Electronic Article Surveillance Devices (SPICED TEAS). *Pacing Clin Electrophysiol*; 21 (10): 1847 – 1861
- Miller CS, Leonelli FM, Latham E (1998): Selective interference with pacemaker activity by electrical dental devices. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Oral Endod*; 85 (1): 33 – 36
- Moraes JC (1995): Effects of electronic autodefense devices on cardiac pacemakers. *Artif Organs*; 19 (3): 238 – 240
- Moran MD, Kirchoffier JB, Cassavar DK, Green HL (1996): Electromagnetic interference (EMI) caused by electrocautery during surgical procedures. *Pacing Clin Electrophysiol*; 19 (6): 1009
- Mugica J, Henry L, Podeur H (2000): Study of interactions between permanent pacemakers and electronic antitheft surveillance systems. *Pacing Clin Electrophysiol* 23 (3): 333 - 337
- Naegeli B, Osswald S, Deola M, Burkart F (1996): Intermittent pacemaker dysfunction caused by digital mobile telephones. *J Am Coll Cardiol*; 27 (6): 1471 – 1477
- Nair P, Roguin A (1993): Magnetic Resonance Imaging in patients with ICDs and Pacemakers. *WHO Environ Health Crit*; 137

- Nowak B, Rosocha S, Zellerhoff C, Liebrich A, Himmrich E, Voigtlander T, Meyer J (1996): Is there a risk for interaction between mobile phones and single lead VDD pacemakers? *Pacing Clin Electrophysiol*; 19 (10): 1447 – 1450
- Occhetta E, Bortnik M, Magnani A, Francalacci G, Marino P (2006): Inappropriate implantable cardioverter-defibrillator discharges unrelated to supraventricular tachyarrhythmias. *Europace*; 8 (10): 863 – 869
- Pai RK, Abedin M, Rawling DA (2008): Inappropriate ICD Shocks for Inappropriate Reasons. *Indian Pacing Electrophysiol J*; 8 (1): 69 – 71
- Pakhomov AG, Mathur SP, Doyle J, Stuck BE, Kiel JL, Murphy MR (2000): Comparative effects of extremely high power microwave pulses and a brief CW irradiation on pacemaker function in isolated frog heart slices. *Bioelectromagnetics*; 21 (4): 245 - 254
- Pannizzo F, Furman S (1980): Pacemaker and patient response to the "point of sale" terminal as an actual and simulated electromagnetic interference source. *Pacing Clin Electrophysiol*; 3 (4): 461 - 469
- Pavlicek W, Geisinger M, Castle L, Borkowski GP, Meaney TF, Bream BL, Gallagher JH (1983): The effects of nuclear magnetic resonance on patients with cardiac pacemakers. *Radiology* 1983; 147 (1): 149 - 153
- Pfeiffer D, Tebbenjohanns J, Schumacher B, Jung W, Luderitz B (1995): Pacemaker function during radiofrequency ablation. *Pacing Clin Electrophysiol*; 18 (5 Pt 1): 1037 - 1044
- Proclemer A, Facchin D, Pagnutti C, Fioretti P, De Michele C (2000): Safety of pacemaker implantation prior to radiofrequency ablation of atrioventricular junction in a single session procedure. *Pacing Clin Electrophysiol*; 23 (6): 998 – 1002
- Purdy DL, Magovern GJ, Smyth NP (1975): A new radioisotope-powered cardiac pacer. *J Thorac Cardiovasc Surg*; 69 (1): 82 – 91
- Rauwolf T, Guenther M, Hass N, Schnabel A, Bock M, Braun MU, Strasser RH (2007): Ventricular oversensing in 518 patients with implanted cardiac defibrillators: incidence, complications, and solutions. *Europace*; 9 (11): 1041 – 1047
- Rickli H, Facchini M, Brunner H, Ammann P, Sagmeister M, Klaus G, Angehrn W, Luechinger R, Duru F (2003): Induction of arrhythmias and electromagnetic interference: what is the risk for patients with implanted pacemakers? *Pacing Clin Electrophysiol*; 26 (7 Pt 1): 1494 - 1497
- Roberts HW (2002): The effect of electrical dental equipment on a vagus nerve stimulator's function. *J Am Dent Assoc*; 133 (12): 1657 – 1664
- Robinson MP, Flintoft ID, Marvin AC (1997): Interference to medical equipment from mobile phones. *J Med Eng Technol*; 21 (3-4): 141 – 146
- Roguin A, Donahue JK, Bomma CS, Bluemke DA, Halperin HR (2005): Cardiac magnetic resonance imaging in a patient with implantable cardioverter-defibrillator. *Pacing Clin Electrophysiol*; 28 (4): 336 - 338
- Roguin A, Zviman MM, Meininger GR, Rodrigues ER, Dickfeld TM, Bluemke DA, Lardo A, Berger RD, Calkins H, Halperin HR (2004): Modern pacemaker and implantable cardioverter/defibrillator systems can be magnetic resonance imaging safe: in vitro and in vivo assessment of safety and function at 1.5 T. *Circulation*; 110 (5): 475 - 482
- Ruggera PS, Witters DM, Bassen HI (1997): In vitro testing of pacemakers for digital cellular phone electromagnetic interference. *Biomed Instrum Technol*; 31 (4): 358 - 371
- Sadoul N, Blankoff I, de Chillou C, Beurrier D, Messier M, Bizeau O, Magnin I, Dodinot B, Aliot E (1997): Effects of radiofrequency catheter ablation on patients with permanent pacemakers. *J Interv Card Electrophysiol*; 1 (3): 227 – 233

- Sakakibara Y, Mitsui T (1999): Concerns about sources of electromagnetic interference in patients with pacemakers. *Jpn Heart J*; 40 (6): 737 – 743
- Salmi J, Eskola HJ, Pitkanen MA, Malmivuo JA (1990): The influence of electromagnetic interference and ionizing radiation on cardiac pacemakers. *Strahlenther Onkol* 1990; 166 (2): 153 – 156
- Santucci PA, Haw J, Trohman RG, Pinski SL (1998): Interference with an implantable defibrillator by an electronic anti-theft-surveillance device. *N Engl J Med* 1998; 339 (19): 1371 – 1374
- Schlegel RE, Grant FH, Raman S, Reynolds D (1998): Electromagnetic compatibility study of the in-vitro interaction of wireless phones with cardiac pacemakers. *Biomed Instrum Technol*; 32 (6): 645 - 655
- Schlimp CJ, Breiteneder M, Lederer W (2004): Safety aspects for public access defibrillation using automated external defibrillators near high-voltage power lines. *Acta Anaesthesiol Scand*; 48 (5): 595 – 600
- Schmitt C, Brachmann J, Waldecker B, Navarrete L, Beyer T, Pfeifer A, Kubler W(1991): Implantable cardioverter defibrillator: possible hazards of electromagnetic interference. *Pacing Clin Electrophysiol* 1991; 14 (6): 982 - 984
- Schneider T, Knauff U, Nitsch J, Firsching R (2002): Electromagnetic field hazards involving adjustable shunt valves in hydrocephalus. *J Neurosurg*; 96 (2): 331 – 334
- Scholten A, Joosten S, Silny J (2005): Unipolar cardiac pacemakers in electromagnetic fields of high voltage overhead lines. *J Med Eng Technol*; 29 (4): 170 – 175
- Scholten A, Silny J (1999): Patienten mit Herzschrittmachern in elektrischen 50 Hz-Feldern. *Fortschr Strahlenschutz* 1999; II : 759 – 762
- Scholten A, Silny J (2001): The interference threshold of unipolar cardiac pacemakers in extremely low frequency magnetic fields. *J Med Eng Technol*; 25 (5): 185 – 194
- Scholten A, Silny J (2001): The interference threshold of cardiac pacemakers in electric 50 Hz fields. *J Med Eng Technol*; 25 (1): 1 – 11
- Seifert T, Block M, Borggreffe M, Breithardt G (1995): Erroneous discharge of an implantable cardioverter defibrillator caused by an electric razor. *Pacing Clin Electrophysiol*; 18 (8): 1592 – 1594
- Shellock FG, Fieno DS, Thomson LJ, Talavage TM, Berman DS (2006): Cardiac pacemaker: in vitro assessment at 1.5 T. *Am Heart J*; 151 (2): 436 – 443
- Shellock FG, Morisoli SM (1994): Ex vivo evaluation of ferromagnetism, heating, and artifacts produced by heart valve prostheses exposed to a 1.5-T MR system. *J Magn Reson Imaging*; 4 (5): 756 – 758
- Silny J (2003): The interference of electronic implants in low frequency electromagnetic fields. in: *Arch Mal Coeur Vaiss* 2003; 96 (Spec. III): 30 – 34
- Smith GS, Toler JC (1981): Analysis of the coupling of electromagnetic interference to unipolar cardiac pacemakers. *Med Biol Eng Comput*; 19 (1): 97 – 109
- Sommer T, Vahlhaus C, Lauck G, von Smekal A, Reinke M, Hofer U, Block W, Traber F, Schneider C, Gieseke J, Jung W, Schild H (2000): MR imaging and cardiac pacemakers: in-vitro evaluation and in-vivo studies in 51 patients at 0.5 T. *Radiology*; 215 (3): 869 – 879
- Souliman SK, Christie J (1994): Pacemaker failure induced by radiotherapy. *Pacing Clin Electrophysiol*; 17 (3 Pt 1): 270 – 273

- Sparks PB, Mond HG, Joyner KH, Wood MP (1996): The safety of digital mobile cellular telephones with minute ventilation rate adaptive pacemakers. *Pacing Clin Electrophysiol* 19 (10): 1451 – 1455
- Steffens RA, Valmonte CM, Carlo GL, Ruggera P, Witters D, Kaczmarek R, Seidman M (1999): A comparison of Clinical and Bench Test Results from Pacemaker/Wireless Phone Interference Studies: Does Bench Testing Adequately Predict Clinical Pacemaker Interference? *J Clin Eng*; 24 (3): 166 - 171
- Stoupe E, Kusniec J, Mazur A, Zabarsky R, Golovchiner G, Abramson E, Strasberg B, Battler A (2005): Temporal relationship of implantable cardioverter defibrillator discharges and environmental physical activity. *Pacing Clin Electrophysiol*; 28 (8): 777 – 781
- Tan KS, Hinberg I (1998): Can wireless communication systems affect implantable cardiac pacemakers? An in vitro laboratory study. *Biomed Instrum Technol*; 32 (1): 18 – 24
- Tandogan I, Temizhan A, Yetkin E, Guray Y, Ileri M, Duru E, Sasmaz A (2005): The effects of mobile phones on pacemaker function. *Int J Cardiol*; 103 (1): 51 - 58
- Teissl C, Kremser C, Hochmair ES, Hochmair-Desoyer IJ (1999): Magnetic resonance imaging and cochlear implants: compatibility and safety aspects. *J Magn Reson Imaging* 9 (1): 26 – 38
- Teissl C, Kremser C, Hochmair ES, Hochmair-Desoyer IJ (1998): Cochlear implants: in vitro investigation of electromagnetic interference at MR imaging--compatibility and safety aspects. *Radiology*; 208 (3): 700 – 708
- Toivonen L, Valjus J, Hongisto M, Metso R (1991): The influence of elevated 50 Hz electric and magnetic fields on implanted cardiac pacemakers: the role of the lead configuration and programming of the sensitivity. *Pacing Clin Electrophysiol*; 14 (12): 2114 - 2122
- Trigano A, Blandeau O, Dale C, Wong MF, Wiart J (2007): Risk of cellular phone interference with an implantable loop recorder. *Int J Cardiol*; 116 (1): 126 – 130
- Trigano A, Blandeau O, Dale C, Wong MF, Wiart J (2005): Reliability of electromagnetic filters of cardiac pacemakers tested by cellular telephone ringing. *Heart Rhythm*; 2 (8): 837 – 841
- Trigano A, Blandeau O, Levy S (2005): Interference by cellular telephone with an implantable loop recorder. *J Interv Card Electrophysiol*; 12 (3): 237 - 240
- Trigano A, Blandeau O, Souques M, Gernez JP, Magne I (2005): Clinical study of interference with cardiac pacemakers by a magnetic field at power line frequencies. *J Am Coll Cardiol*; 45 (6): 896 – 900
- Trigano AJ, Azoulay A, Rochdi M, Campillo A (1999): Electromagnetic interference of external pacemakers by walkie-talkies and digital cellular phones: experimental study. *Pacing Clin Electrophysiol*; 22 (4 Pt 1): 588 – 593
- Triventi M, Mattei E, Calcagnini G, Censi F, Bartolini P, Kainz W, Bassen H (2007): Magnetic resonance induced heating of implantable leads. *Ann Ist Super Sanita*; 43 (3): 229 – 240
- Turner M, Zacharkiw L, Marshall AJ (1998): Reversion to back-up mode (VOO) in a DDD pacemaker model. *Pacing Clin Electrophysiol*; 21 (8): 1618 – 1620
- Vahlhaus C, Sommer T, Lewalter T, Schimpf R, Schumacher B, Jung W, Luderitz B (2001): Interference with cardiac pacemakers by magnetic resonance imaging: are there irreversible changes at 0.5 Tesla? *Pacing Clin Electrophysiol*; 24 (4 Pt 1): 489 - 495
- van Wijk van Brievingh RP, Hoeksstra A, deBakker JM, Hemelaar A (1974): Measurement techniques for assessing the influence of electromagnetic fields on implanted pacemakers. *Med Biol Eng*; 12 (1): 42 – 49

Venselaar JL (1985): The effects of ionizing radiation on eight cardiac pacemakers and the influence of electromagnetic interference from two linear accelerators. *Radiother Oncol*; 3 (1): 81 – 87

Walter WH, Mitchell JC, Rustan PL, Frazer JW, Hurt WD (1973): Cardiac pulse generators and electromagnetic interference. *JAMA*; 224 (12): 1628 - 1631

Wilke A, Grimm W, Funck R, Maisch B (1996): Influence of D-net (European GSM-Standard) cellular phones on pacemaker function in 50 patients with permanent pacemakers. *Pacing Clin Electrophysiol*; 19 (10): 1456 – 1458

Wilke A, Kruse T, Hesse H, Funck R, Maisch B (1998): Interactions between pacemakers and security systems. *Pacing Clin Electrophysiol*; 21 (9): 1784 – 1788

Wilm M, Kronholz HL, Schutz J, Koch T (1994): Beeinflussung programmierbarer Schrittmacher durch therapeutische Bestrahlung. *Strahlenther Onkol*; 170 (4): 225 - 231

Winter KF, Hartmann R, Klinke R (1998): A stimulator with wireless power and signal transmission for implantation in animal experiments and other applications. *J Neurosci Methods*; 79 (1): 79 - 85

Wolber T, Ryf S, Binggeli C, Holzmeister J, Brunckhorst C, Luechinger R, Duru F (2007): Potential interference of small neodymium magnets with cardiac pacemakers and implantable cardioverter-defibrillators. *Heart Rhythm*; 4 (1): 1 - 4

Yamaji S, Imai S, Saito F, Yagi H, Kushiro T, Uchiyama T (2006): Does high-power computed tomography scanning equipment affect the operation of pacemakers? *Circ J*; 70 (2): 190 - 197

LANDWIRTSCHAFTLICHE GÜTER IN ELEKTROMAGNETISCHEN FELDERN

Algers B, Hennichs K (1986): The effect of exposure to 400 kV transmission lines on the fertility of cows. *Prev Vet Med* 3 (4): 351 – 361

Amstutz HE, Miller DB (1980): A study of farm animals near 765 kV transmission lines. *Bovine Pract* 1 (15): 51 – 62

Begall S, Cerveny J, Neef J, Vojtech O, Burda H (2008): Magnetic alignment in grazing and resting cattle and deer. *Proc Natl Acad Sci U S A* 105 (36): 13451 – 13455

Burchard JF, Nguyen DH, Monardes HG (2007): Exposure of pregnant dairy heifer to magnetic fields at 60 Hz and 30 microT. *Bioelectromagnetics* 28 (6): 471 – 476

Burchard JF, Nguyen DH, Monardes HG, Petitclerc D (2004a): Blood melatonin and prolactin concentrations in dairy cows exposed to 60 Hz electric and magnetic fields during 8 h photoperiods. *Bioelectromagnetics* 25 (7): 508 – 515

Burchard JF, Nguyen DH, Monardes HG, Petitclerc D (2004b): Lack of effect of 10 kV/m 60 Hz electric field exposure on pregnant dairy heifer hormones. *Bioelectromagnetics* 25 (4): 308 – 312

Burchard JF, Monardes H, Nguyen DH (2003): Effect of 10 kV, 30 microT, 60 Hz electric and magnetic fields on milk production and feed intake in nonpregnant dairy cattle. *Bioelectromagnetics* 24 (8): 557 – 563

Burchard JF, Nguyen DH, Block E (1998a): Progesterone concentrations during estrous cycle of dairy cows exposed to electric and magnetic fields. *Bioelectromagnetics* 19 (7): 438 – 443

Burchard JF, Nguyen DH, Block E (1998b): Effects of electric and magnetic fields on nocturnal melatonin concentrations in dairy cows. *J Dairy Sci* 81 (3): 722 – 727

Burda H, Begall S, Cerveny J, Neef J, Nemeč P (2009): Extremely low-frequency electromagnetic fields disrupt magnetic alignment of ruminants. *Proc Natl Acad Sci U S A* 106 (14): 5708 – 5713

Kaune WT (1981): Power-frequency electric fields averaged over the body surfaces of grounded humans and animals. *Bioelectromagnetics* 2 (4): 403 - 406

Martin FB, Bender A, Steuernagel G, Robinson RA, Revsbech R, Sorensen DK, Williamson N, Williams A (1986): Epidemiologic study of Holstein dairy cow performance and reproduction near a high-voltage direct-current powerline. *J Toxicol Environ Health* 19 (3): 303 – 324

Mercer HD (1985): Biological effects of electric fields on agricultural animals. *Vet Hum Toxicol* 27 (5): 422 – 426

Nguyen DH, Richard L, Block E, Burchard J (1993): An electromagnetic exposure chamber to study biological effects on exposed cows (Meeting Abstract). Bioelectromagnetics Society, 15th Annual Meeting, June 13-17, Los Angeles, CA: 168

Nguyen DH, Richard L, Burchard JF (2005): Exposure chamber for determining the biological effects of electric and magnetic fields on dairy cows. *Bioelectromagnetics* 26 (2): 138 – 144

Plekhanov GF, Orlov VM, Kartashev AG (1987): The effect of a superhigh-frequency electric field transmission line on natural ecosystems (Meeting Abstract). October 27-31, Polk C (2001): Cows, ground surface potentials and earth resistivity. *Bioelectromagnetics* 22 (1): 7 – 18

Pushchino, USSR, USSR Acad. of Sciences, Res. Center for Biological Studies, Inst. of Biological Physics, Coordination Council of Comecon Countries and Yugoslavia for Res. in the Fields of Biological Physics: 105-107

Rodriguez M, Petitclerc D, Burchard JF, Nguyen DH, Block E, Downey BR (2003): Responses of the estrous cycle in dairy cows exposed to electric and magnetic fields (60 Hz) during 8-h photoperiods. *Anim Reprod Sci* 77 (1-2): 11 – 20

Rodriguez M, Petitclerc D, Nguyen DH, Block E, Burchard JF (2002): Effect of electric and magnetic fields (60 Hz) on production, and levels of growth hormone and insulin-like growth factor 1, in lactating, pregnant cows subjected to short days. *J Dairy Sci* 85 (11): 2843 - 2849

Rogers LE (1982): Biological studies of a 1100-kV prototype transmission line (Meeting Abstract). Ecological Sciences Dept., Battelle Pacific Northwest Lab., Richland, WA 99352. Bioelectromagnetics Society, 4th Annual Meeting, June 28-July 2, Los Angeles, CA: 45

Sikov MR, Rommereim DN, Beamer JL, Buschbom RL, Kaune WT, Phillips RD (1987): Developmental studies of Hanford miniature swine exposed to 60-Hz electric fields. *Bioelectromagnetics* 8 (3): 229 – 242

Stelletta C, De Nardo P, Santin F, Basso G, Michielotto B, Piccione G, Morgante M. (2007): Effects of exposure to extremely low frequency electro-magnetic fields on circadian rhythms and distribution of some leukocyte differentiation antigens in dairy cows. *Biomed Environ Sci* (2):164-70