



Plannummer:

Infrastruktur

AUSFERTIGUNG


EINLAGEZAHL

KORALMBAHN
GRAZ – KLAGENFURT



SÜDBAHN
GRAZ – SPIELFELD/STRASS

BAHNSTROMÜBERTRAGUNGSANLAGE GRAZ – WERNDORF

Umweltverträglichkeitserklärung

04					
03					
02					
01					
Version	Datum	Name	Beschreibung der Änderung		
OBJEKTNR:			LEITUNGSNR.: 194		
ABSCHNITT			GRAZ – WERNDORF		
Bearbeitet	Jan. 2011	Stenzel, Hirtl, Grosze	Inhalt VERTIEFENDE INFORMATIONEN Projektspezifische Luftschadstoffimmissionen Auskünfte nach §24c Abs. 8 UVP-G		
Gezeichnet	-	-			
Geprüft	Jan. 2011	Mattanovich			
GZ	-				
PLANUNG:			BAUWERBER: ÖBB-INFRASTRUKTUR AG		
 RaumUmwelt Planungs-GmbH Mariahilfer Str. 57-59, 1060 Wien			FREIGABE DER FACHABTEILUNG:	DATUM	NAME
				Jan. 2011	Wurmitzer, e.h.
			FREIGABE DER PROJEKTLEITUNG	DATUM	NAME
				Jan. 2011	Gobiet, e.h.

BERICHTERSTELLUNG

	RaumUmwelt Planungs-GmbH Mariahilfer Str. 57-59, 1060 Wien Tel.: 01 / 23 63 063 Fax: 01 / 23 63 063 - 900 E-Mail: office@raumumwelt.at	Projektkoordination Raum- und Umweltplanung Luft und Klima
	Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik Hohe Warte 38, 1190 Wien Tel.: 01 / 36026-2403 Fax: 01 / 36026-74 E-Mail: umwelt@zamg.ac.at	Projektspezifische Luftschadstoffimmissionen

INHALTSVERZEICHNIS

1	AUFGABENSTELLUNG	4
2	ARBEITZUGANG	5
3	METHODIK	6
3.1	Beschreibung des Ausbreitungsmodells	6
3.2	Anteil von NO ₂	7
3.3	Grenzwerte	7
3.4	Irrelevanzkriterium	8
3.5	Abschätzung von Tagesmittelwerten und Jahresmittelwerten	9
4	BESTEHENDE IMMISSIONSSITUATION	10
5	BAUABLAUF UND EMISSIONSQUELLEN	11
5.1	Maßgebliche Bauvorgänge	11
5.1.1	Bauphase Kabeltrassenherstellung (Abschnitt 110 kV-Hochspannungskabel)	11
5.1.2	Bauphase Mastfundierung (Abschnitt 110 kV-Hochspannungsfreileitung)	12
5.2	Berücksichtigte Emissionsquellen	13
5.2.1	Motoremissionen von Lkw, Pkw und Baumaschinen	13
5.2.2	Diffuse Staubfreisetzungen bei Ladevorgängen	14
6	BERECHNUNG DER IMMISSIONSKONZENTRATIONEN	15
6.1	Bauphase Trog	15
6.2	Bauphase Rohr	17
6.3	Bauphase Mastfundierung	20
7	ZUSAMMENFASSUNG	23
8	VERZEICHNISSE	25
8.1	Tabellenverzeichnis	25
8.2	Quellen- und Literaturverzeichnis	26

1 AUFGABENSTELLUNG

Die Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) wurde von RaumUmwelt Planungs-GmbH beauftragt, eine Berechnung und Bewertung der projektspezifischen Luftschadstoffemissionen für die Errichtung des Vorhabens 110 kV Bahnstromübertragungsanlage Graz – Werndorf durchzuführen.

Es werden die Zusatzbelastung durch Luftschadstoffe und Auswirkungen des Projektes während der Bauphase auf die Umgebung untersucht und anhand der geltenden Grenzwerte bewertet.

Mit dem vorliegenden Bericht werden die vom Sachverständigen für Luft und Klima geforderten vertiefenden Informationen zu den bereits im UVE-Bericht „Luft und Klima“ gebotenen Angaben bzgl. projektspezifischer Luftschadstoffimmissionen in der Bauphase geliefert.

2 ARBEITSZUGANG

Anhand der im Untersuchungsraum gemessenen Vorbelastung für die Luftschadstoffe NO₂ und Staub wird die Ist-Situation beschrieben. Weiters wird die Gesamtbelastung als Summe aus der gemessenen Vorbelastung und mittels Ausbreitungsmodell berechneter Zusatzbelastung während der Bauphase anhand der Grenzwerte bewertet. Die maximalen Konzentrationen der Zusatzbelastung während der Errichtung der 110 kV Bahnstromübertragungsanlage werden untersucht. Für die Bauphase werden die maximal erwartbaren Immissionskonzentrationen für Staub und NO₂ infolge des Transportverkehrs zu den Baustellenbereichen und der Bauarbeiten (Baugeräteeinsatz) mit einem Lagrange'schen Modell berechnet.

Die Berechnungen erfolgen für einen repräsentativen Kabelschnitt für die Bereiche Kabeltrog und Kabelrohr sowie einen repräsentativen Maststandort (Mastfundierung).

3 METHODIK

3.1 Beschreibung des Ausbreitungsmodells

Die Ausbreitungsrechnungen werden mit dem Ausbreitungsmodell LASAT, Version 3.1 (Janicke, 2010) durchgeführt. LASAT (Lagrange Simulation von Aerosol – Transport) ist ein Lagrange'sches Partikelmodell, kombiniert mit einem massenerhaltenden, diagnostischen Windfeldmodell. Mit diesem Modell können unter Berücksichtigung der Topographie Konzentrationswerte in Abhängigkeit von meteorologischen Bedingungen berechnet werden. Bei der Ausbreitungsrechnung werden für eine Gruppe repräsentativer Stoffteilchen der Transport und die turbulente Diffusion durch einen Zufallsprozess simuliert (Lagrange Simulation). LASAT ist konform mit der Richtlinie VDI 3945 Blatt 3 (Partikelmodell) und ist Grundlage des Ausbreitungsmodells AUSTAL2000 der TA Luft (2002).

Für die Ausbreitung von Schadstoffen in der Atmosphäre ist neben der Windrichtung und Windgeschwindigkeit vor allem auch die vertikale Durchmischung der Atmosphäre (Turbulenz) von Bedeutung. Sie wird anhand der Bewölkungsbeobachtungen am Flughafen Salzburg bestimmt und in Form von Klug-Manier Ausbreitungsklassen angegeben (VDI 3782, Blatt 1 (2001)).

Die Klug-Manier-Klassen werden folgendermaßen den meteorologischen Schichtungsverhältnissen zugeordnet:

- Labil: Die Klassen V und IV stehen für sehr labile beziehungsweise labile Verhältnisse, was gute vertikale Durchmischung bedeutet. Die Klassen V und IV treten in der Nacht nicht auf, Klasse V kann nur von Mai bis September (tagsüber) vorkommen.
- Neutral: Die Klassen III/2 und III/1 stehen für neutrale Verhältnisse. III/2 tritt vorwiegend tagsüber auf, III/1 vorwiegend nachts beziehungsweise während Sonnenauf- und Untergangszeiten. Die Austauschbedingungen sind dann durchschnittlich, dies ist typisch für bewölktes und/oder windiges Wetter.
- Stabil: Die Klassen II und I kommen bei stabilen beziehungsweise sehr stabilen Schichtungen vor und treten daher überwiegend, aber nicht ausschließlich, nachts auf. Sie beschreiben vermindertes Austauschvermögen mit zum Teil weiträumigen Verfrachtungen.

Die Berechnungen wurden im vorliegenden Fall für ein 300 x 300 m umfassendes Gebiet mit einer Gitterdistanz von 5 m durchgeführt. Es wurde eine Rauigkeitslänge von 1 m angenommen.

Für das ggst. Vorhaben wurde keine vollständige Jahresreihe berechnet, den Berechnungen liegen teilweise konventionelle Schätzungen (u. a. hinsichtlich meteorologischer Annahmen) zugrunde, die von einer Worst Case-Betrachtung aus gehen. D.h. es ist davon auszugehen, dass die tatsächlich während der Bauphase verursachten Immissionen geringer ausfallen als die im vorliegenden Gutachten berechneten und der Beurteilung zugrunde gelegten.

3.2 Anteil von NO₂

Um die berechneten NO_x-Konzentrationen mit dem NO₂-Grenzwert vergleichen zu können, ist es erforderlich, den NO₂-Anteil an den NO_x-Konzentrationen abzuschätzen. Im Abgas ist in unmittelbarer Nähe der Emissionsquelle der Großteil des NO_x als NO vorhanden (90 % NO und 10 % NO₂; VDI 3782, 2001), das erst mit der Zeit zu NO₂ oxidiert. In der Studie von Romberg (1996) wird auf Basis von Immissionsmessungen die folgende empirische Beziehung zur Bestimmung des NO₂-Anteils aus der NO_x-Gesamtbelastung für das 98-Perzentil bzw. für das Jahresmittel abgeleitet.

Formel nach Romberg (1996) zur Bestimmung des NO₂-Anteils aus der Gesamtbelastung von NO_x:

$$NO_2 = NO_x \cdot \left[\frac{A}{NO_x + B} + C \right]$$

Für den Jahresmittelwert galt: A = 103, B = 130, C = 0,005

Für das 98-Perzentil galt: A = 111, B = 119, C = 0,039

Düring et al. (2009) führten anhand neuerer Messdaten eine Anpassung der Faktoren A, B und C durch:

- Für den Jahresmittelwert: A = 29, B = 35, C = 0,217
- Für das 98-Perzentil: A = 40, B = 20, C = 0,17

Aufgrund der höheren Aktualität werden die Daten der Studie von Düring et al. (2009) verwendet.

3.3 Grenzwerte

Für die untersuchten Stoffe liegen die folgenden Grenzwerte (IG-L) vor:

Stickstoffdioxid (NO₂)

200 µg/m³ als HMW (Halbstundenmittelwert), 30 µg/m³ als JMW (Jahresmittelwert). Dieser JMW-Grenzwert ist ab dem Jahr 2012 einzuhalten. Zuvor gelten folgende Toleranzmargen: vom 1.1.2005 bis zum 31.12.2009 10 µg/m³ (dies entspricht einem Grenzwert von 40 µg/m³), vom 1.1.2010 bis zum 31.12.2011 5 µg/m³ (dies entspricht einem Grenzwert von 35 µg/m³).

Feinstaub (PM₁₀)

50 µg/m³ als TMW (Tagesmittelwert), 40 µg/m³ als JMW (Jahresmittelwert). Der Tagesmittelzielwert darf von 2005 bis 2009 maximal an 30 Tagen pro Jahr überschritten werden, ab 2010 an maximal 25 Tagen.

Feinstaub (PM_{2,5})

Die als Feinstaub (PM_{2.5}) bezeichnete Staubfraktion enthält 50 % der Teilchen mit einem Durchmesser von 2.5 µm, einen höheren Anteil kleinerer Teilchen und einen niedrigeren Anteil größerer Teilchen (www.umweltbundesamt.at). PM_{2.5} ist eine Teilmenge von PM₁₀. In der Luftqualitätsrichtlinie der EU (RL 2008/50/EG) sind Ziele zur Reduktion der PM_{2.5}-Belastung in Abhängigkeit von der vorherrschenden Belastung formuliert. Bei 8.5 bis weniger als 13 µg/m³ PM_{2.5} im Jahresmittel sind 10 %, bei 13 bis weniger als 18 µg/m³ PM_{2.5} 15 % und bei 18 bis weniger als 22 µg/m³ PM_{2.5} 20 % Expositionsreduktion anzustreben. Bei höherer Vorbelastung sind alle verhältnismäßigen Maßnahmen umzusetzen, um 18 µg/m³ PM_{2.5} zu erreichen.

Um einen Mindestgesundheitsschutz für die Gesamtbevölkerung zu gewährleisten, wird im IG-L zusätzlich noch ein Grenzwert festgelegt, der im gesamten Staatsgebiet ab dem Jahr 2015 eingehalten werden muss, d.h. nicht nur im städtischen Raum, sondern auch an Belastungsschwerpunkten. Ausgenommen sind lediglich Gebiete, zu denen die Öffentlichkeit keinen Zutritt hat (z.B. Firmengelände ohne Wohngebäude), die Fahrstreifen von Straßen oder Mittelstreifen von Straßen, sofern FußgängerInnen dort keinen Zugang haben. Der Grenzwert für den Jahresmittelwert beträgt 25 µg/m³. Bei In-Kraft-Treten der Richtlinie gilt für den Grenzwert eine Toleranzmarge von 20 %, die bis zum Jahr 2015 jährlich reduziert wird.

Für das Jahr 2020 ist ein vorläufiger Zielwert von 20 µg/m³ vorgesehen. Im Jahr 2013 wird von der Kommission überprüft, ob der vorläufige Wert verbindlich gemacht wird.

Für die Abschätzung der PM_{2.5}-Konzentrationen wird im vorliegenden Fachbericht der Faktor PM_{2.5}/PM₁₀ = 0,71 verwendet (UBA 2010).

3.4 Irrelevanzkriterium

In Gebieten, in denen die Vorbelastung bereits über den Grenzwerten liegt, wird das Schwellenwertkonzept angewendet. Die Irrelevanzkriterien (Schwellenwerte) definieren nicht relevante Immissionszusatzbelastungen. Laut dem Leitfaden UVP und IG-L (UBA 2007) wird in Österreich in Gebieten, in denen bereits Grenzwertüberschreitungen bei PM₁₀ und NO₂ auftreten, als Irrelevanzkriterium eine Jahreszusatzbelastung von 1 % des Grenzwertes für den Jahresmittelwert empfohlen. Die entsprechenden Schwellenwerte sind: 0.4 µg/m³ PM₁₀ (JMW) und 0.3 µg/m³ NO₂ (JMW).

Eine Zusatzbelastung von 1,5 µg/m³ im Tagesmittel (3 % des Kurzzeitgrenzwerts, Tagesmittel gelten aus meteorologischer und wirkungsbezogener Sicht als Kurzzeitwert) gilt als Irrelevanzschwelle für PM₁₀.

3.5 Abschätzung von Tagesmittelwerten und Jahresmittelwerten

Maximale Tagesmittelwerte und Jahresmittelwerte können gemäß Beychok (1994) bzw. Trout (1978) aus berechneten maximalen Halbstundenmittelwerten wie folgt abgeschätzt werden:

$$TMW_{\max} = 0,17 \text{ HMW}_{\max} \quad \text{nach Beychok (1994)}$$

$$JMW^1 = 0,044 \text{ HMW}_{\max} \quad \text{nach Trout (1978)}$$

¹ Für die Ermittlung des Jahresmittelwertes (JMW) ist neben dem Zusammenhang nach Trout (1978) vor allem die Dauer der Bauphase (Dauer des Auftretens des berechneten HMW_{\max}) zu berücksichtigen und fließt entsprechend in die Berechnung ein.

4 BESTEHENDE IMMISSIONSSITUATION

In Graz betreibt das Amt der Steiermärkischen Landesregierung mehrere Luftgüte-Messstellen: Aus den im Internet veröffentlichten Jahresberichten für 2005 bis 2009 wurden die wichtigsten Eck-Daten der Vorbelastung entnommen. Tabelle 1 zeigt die Werte für NO_x, PM10 und PM2.5 für die Station Graz – Süd. Für die Beurteilung der Zusatzbelastung infolge des Vorhabens werden die Daten von der Station für das Jahr 2009 herangezogen.

	SO ₂ [µg/m ³]		NO ₂ [µg/m ³]			PM ₁₀ [µg/m ³]			PM _{2,5} [µg/m ³]
	HMW _{max}	TMW _{max}	TMW _{max}	HMW _{max}	JMW	TMW _{max}	GÜ	JMW	JMW
Messtation / Grenzwert	200	120	80	200	30	50	30	40	25
Graz-Süd Tiergartenweg									
2005	107	20	129	202	38	159	95	39	28
2006	70	29	121	180	39	187	81	40	28
2007	97	17	81	131	34	300	67	36	25
2008	34	21	79	161	33	219	60	33	24
2009	14	8	91	165	31	122	45	31	23

Tabelle 1: Gemessene Werte der Vorbelastung für den Standort Graz (rot gekennzeichnete Werte sind die Messungen, die den jeweiligen Grenzwert überschreiten; blau gekennzeichnete Werte sind die Messungen, die den jeweiligen Grenzwert, nicht jedoch die Toleranzmarge überschreiten)

5 BAUABLAUF UND EMISSIONSQUELLEN

5.1 Maßgebliche Bauvorgänge

Die Bahnstromübertragungsanlage Graz – Werndorf besteht aus zwei Abschnitten:

- Das 110 kV-Hochspannungskabel führt größtenteils entlang der Bahnstrecke der Graz-Köflacher Bahn und weist eine Länge von 7,513 km auf.
- Die 110 kV-Hochspannungsfreileitung führt vom Kabelaufführungsmast in der KG Straßgang größtenteils parallel zur A 9 Phyrn Autobahn in Richtung Süden zum Unterwerk Werndorf und weist eine Länge von km 13,075 auf.

Als Grundlage für die Definition der für die Berechnung der Luftschadstoffimmissionen maßgeblichen Bauvorgänge wurden die Angaben des Fachbereichs „Baudurchführung“ (siehe Einlage Nr. EB 03-0 herangezogen. Die maßgeblichen Bauvorgänge wurden zudem in Abstimmung mit dem Fachbereich Lärm definiert.

5.1.1 Bauphase Kabeltrassenherstellung (Abschnitt 110 kV-Hochspannungskabel)

Die Kabeltrassenherstellung umfasst: Trog- und Rohrabschnitte, wobei die Arbeitszeit für die Bauphase Trog: 6:00 - 20:00 Uhr werktags ist und die Arbeitszeit für die Bauphase Straßenquerungen (Rohr): 22:00 - 6:00 Uhr (mit Ausnahme Asphalterschneidemaschine, diese auch 6:00 - 20:00 Uhr). Die tägliche Arbeitsstrecke (Untersuchungslänge) ist 75 m. Die Zufahrten in den Baustellenbereich erfolgen über das öffentliche Wegenetz. Die Baustelle ist nur mit geringen Transportbelastungen durch Baustellenverkehr im öffentlichen Straßennetz verbunden – durchschnittlich 5-10 Lkw-Fahrten pro Tag (entspricht 2 Lkw-Fahrten/h) und 5 Pkw pro Tag (entspricht 0,5 Pkw-Fahrten/h).

Bauphase	Baugeräte	Leistung je Baugerät [kW]	Einsatzdauer [%]	
Herstellung Trog	1 Lkw m Ladekran	ca. 150 kW	10%	6:00 - 20:00 Uhr
	2 Kleinbagger	bis ca. 100 kW	80%	
	2 Muldenkipper/Minidumper	bis ca. 100 kW	80%	
	2 Pritschenwagen	ca. 100 kW	10%	
Herstellung Rohr (Straßenquerung)	2 Lkw m Ladekran	ca. 150 kW	10%	22:00 - 6:00 Uhr
	2 Kleinbagger	bis ca. 100 kW	60%	
	2 Muldenkipper/Minidumper	bis ca. 100 kW	60%	
	2 Pritschenwagen	ca. 100 kW	10%	
	1 Asphalterschneidemaschine **)	ca. 10 kW	*)	
	1 Vibrowalze	ca. 20 kW	*)	
	1 Vibroplatte	ca. 10 kW	*)	

1 Straßenkreuzung / Nacht

*) 2 h je Straßenkreuzung

***) Einsatz 6:00 - 20:00 Uhr

Tabelle 2: Geräteinsatz und Dauer der Arbeiten (Trograsse und Rohr)

Die Anzahl der benötigten Baumaschinen und Kraftfahrzeuge sowie die Einsatzdauer der Geräte werden in Tabelle 2 beschrieben². Der Geräteinsatz beschränkt sich aufgrund der

² Die Emissionsfaktoren der Transportfahrzeuge und Baugeräte sind Tabelle 4 und Tabelle 5 zu entnehmen.

geringen Erdbewegungsarbeiten und Zulieferungen auf den Nahbereich des Vorhabens. Da eine abschnittsweise Abwicklung der Baustelle erfolgt, d.h. die Baustelle „wandert“, finden nicht über die gesamte Baudauer von 32 Wochen entlang der gesamten Trasse Bautätigkeiten statt, sondern der Baugeräteeinsatz ist kurzfristig örtlich konzentriert.

5.1.1.1 Trassenherstellung – Trograsse

Für den Bau der Trograsse wird die Erde mit Hilfe eines Minibaggers planiert, was zu einem geringen Aushub von ca. 0,20 m³ pro Meter zu verlegenden Trasse führen kann. Der Aushub wird in der Regel zum Ausgleichen von Unebenheiten entlang der Trasse verwendet. Anschließend wird mit einem Minidumper feiner Kies eingebracht um eine ebene Unterlage für den Kabeltrog zu schaffen. Der Trog wird aufgrund der engen Platzverhältnisse ebenfalls mit einem Minidumper transportiert und vor Ort mit einem Minibagger in Position gebracht. Der Trog wird abschnittsweise gebaut.

5.1.1.2 Trassenherstellung – Straßenquerung (Rohr)

Bei Straßenquerungen wird mit einer Asphalt-schneidemaschine der Asphalt aufgeschnitten und ein ca. 1,7 m tiefer Kabelgraben mit einem Minibagger ausgehoben. Der Aushub wird mit einem LKW mit Ladekran abtransportiert. Nach dem Verlegen der Rohre wird im Straßenbereich der Kabelgraben mit SSM (thermisch stabile Mischung) aufgefüllt. An den Rändern außerhalb der Fahrbahn wird mit Austauschmaterial verfüllt und mit Vibrowalze und Vibroplatte verdichtet. Anschließend wird die Fahrbahn wieder hergestellt. Die Straßenquerungen werden in Nacharbeit errichtet (jeweils 1 Nacht pro Straßenquerung), wobei es zu halbseitigen Straßensperren kommt.

5.1.2 Bauphase Mastfundierung (Abschnitt 110 kV-Hochspannungsfreileitung)

Die Arbeitszeit für die Bauphase umfasst: 6:00 - 20:00 Uhr werktags. Zur Bestimmung der Fundamentgröße wird bei jedem Maststandort ein „Probeschurf“ durchgeführt. Anhand der Bodenbegebenheiten wird die Fundamentgröße bestimmt. Im Anschluss daran wird die Fundamentabmessung mittels eines Pölkranzes fixiert und mit Hilfe eines Spundwandrammgerätes werden innerhalb dieses Pölkranzes Spundwände auf eine Tiefe von 2,8 m geschlagen. Anschließend erfolgt der Baugrubenaushub, welcher mittels Lkw sofort abtransportiert wird. Die Lagerung der Humusschicht erfolgt direkt neben der Baugrube.

Im Anschluss an den Baugrubenaushub wird der Stahlmastfuß mittels Lkw mit Kran in die Baugrube gehoben und ausgerichtet. Die Ausrichtung des Mastfußes erfolgt durch abgesteckte Fluchtmarkierungen. Die Pölung wird während des Betonierens des Fundaments gezogen, da die Fundamente, aus statischen Gründen, gegen den anstehenden Boden betoniert werden müssen. Je nach Fundamentgröße werden zwischen 5 und 10 Betonmischerfahrten mit einem Volumen von je 8 m³ benötigt. Die Größe des Mastfundaments ist ca. 5 x 5 m. Sollten Maststandorte nicht direkt mit einem Betonmischerfahrzeug angefahren werden können, kommen Betonpumpen zum Einsatz. Nach Aushärtung des Fundamentbetons wird

der Betonsockel gefertigt. Hierzu wird eine Verschalung auf dem Fundament hergestellt, welche rund 15 cm größer ist als die Spreizung an der Fundamentaustrittskante. Für den Betonsockel wird 1 Betonmischerfahrt mit einem Volumen von 8 m³ benötigt.

Bauphase	Baugeräte	Leistung je Baugerät [kW]	Einsatzdauer [%]
Herstellung Mastfundierung	1 Lkw mit Ladekran	350 kW	30%
	1 Bagger mit Spundwandrammgerät / Schaufel	120 kW	100%
	10 Betonmischer alternativ Betonpumpe	k.A.	5%

6:00 - 20:00 Uhr

Tabelle 3: Geräteeinsatz und Dauer der Arbeiten (Bauphase Mastfundierung)

Die Anzahl der benötigten Baumaschinen und Kraftfahrzeuge sowie die Einsatzdauer der Geräte werden in Tabelle 3 beschrieben³. Alle Zufahrten zu Masten erfolgen über öffentliche Straßen und Wege, wo keine öffentliche Zufahrtsmöglichkeit besteht, wird über Zufahrtsservitut zugefahren. Die Baustelle verursacht nur geringe Transportbelastungen durch Baustellenverkehr im öffentlichen Straßennetz – durchschnittlich 24 Lkw-Fahrten pro Tag (entspricht 3 Lkw-Fahrten/h).

5.2 Berücksichtigte Emissionsquellen

5.2.1 Motoremissionen von Lkw, Pkw und Baumaschinen

Die Emissionsfaktoren der für den Transport zu den Lagerplätzen und zur Baustelle eingesetzten Kraftfahrzeuge sowie der eingesetzten Baugeräte sind in Tabelle 4 und Tabelle 5 angegeben. Diese Werte beruhen auf Angaben des Handbuchs für Emissionsfaktoren (HBEFA 3.1) und der Offroad Datenbank des Schweizer Bundesamts für Umwelt BAFU.

Fahrzeugtyp	NO _x [g/km]	PM10 [g/km]
LKW ⁴ (innerorts ⁵)	7.29	0.17
PKW (innerorts)	0.82	0.07

Tabelle 4: Emissionsfaktoren der Transportfahrzeuge für 2010 (HBEFA, Vers. 3.1/2010)

Baugerät	Leistungsklasse	NO _x [kg/h]	PM10 [kg/h]
Dumper / Kipper	75 - 130 kW	0.2242	0.0072
Hydraulik-Bagger	75 - 130 kW	0.2242	0.0072
Asphaltschneidemaschine	<18 kW	0.0869	0.0068
Vibrowalze	18-37 kW	0.0183	0.0033
Vibroplatte	<18 kW	0.0061	0.0009

Tabelle 5: Emissionsfaktoren der Baugeräte für 2010 (BAFU Offroad Datenbank, Stand: 25.11.2010)

³ Die Emissionsfaktoren der Transportfahrzeuge und Baugeräte sind Tabelle 4 und Tabelle 5 zu entnehmen.

⁴ Gilt auch für Betonmischer.

⁵ Die Transportwege verlaufen zwar nicht nur innerorts, die Emissionsfaktoren sind jedoch für innerörtliche Wege am höchsten, womit der Worst Case abgedeckt ist.

5.2.2 Diffuse Staubfreisetzungen bei Ladevorgängen

Die Aufnahme und Abgabe von Ausbruchmaterial bedingt eine mehr oder weniger starke Freisetzung von Stäuben, welche nach VDI 3790 Blatt 3 bei diskontinuierlichen Abwurfverfahren folgendermaßen abgeschätzt wird:

$$q_{Ab} = a \cdot 2,7 \cdot \frac{1}{\sqrt{Q_{dk}}} \cdot \rho_s \cdot k_U \cdot k_H \cdot 0,5 \cdot k_G$$

mit

$a = \sqrt{10^3}$ (schwach staubend), $Q_{dk} = 10$ t/Ladevorgang; $\rho_s = 1,2$ t/m³, $k_U = 0,9$, $k_H = 0,4$ (Abwurfhöhe = 2 m), $k_G = 1,5$ (LKW, Schaufellader).

Beim Verladen auf LKW zum Abtransport beim Zwischenlager sowie beim Entladen der LKW werden nach dieser Abschätzung rund 5.81 g Staub je Ladevorgang freigesetzt. Diese diffusen Staubemissionen werden in der Ausbreitungsrechnung berücksichtigt.

Bei den Bagger-Abkippvorgängen (Bauphase Trog) werden nach dieser Abschätzung rund 2.02 g Staub je Ladevorgang freigesetzt. Die Werte für die Bauphasen Rohr und Mastfundierung entsprechen rund 0.63 und 3.60 g Staub je Ladevorgang. Die Staubfreisetzung durch Verladen bzw. Entladen des Dumpers sind mit rund 1.72 g Staub je Ladevorgang abgeschätzt. Diese diffusen Staubemissionen werden in der Ausbreitungsrechnung berücksichtigt.

6 BERECHNUNG DER IMMISSIONSKONZENTRATIONEN

Es werden die während der Bauphase zu erwartenden maximalen Halbstunden- und Tagesmittelwerte der Zusatzbelastung für NO_x und Staub bei der Errichtung der 110 kV Bahnstromübertragungsanlage Graz – Werndorf berechnet. Die Berechnungen wurden mit dem in Kapitel 3.1 beschriebenen Modell LASAT durchgeführt.

Die folgenden Annahmen liegen den Modellberechnungen zugrunde: Die Berechnungen erfolgen für einen repräsentativen Kabelschnitt für die Bereiche Kabeltrog und Kabelrohr sowie für einen repräsentativen Maststandort (Mastfundierung). Es wurden zwei Emissionsquellen (Zufahrt und Baustelle) für die jeweiligen Baugebiete untersucht. Die Emissionsquellen für die Zufahrt sind überwiegend geradlinige Straßenzüge endlicher Länge (angenommen sind 100 m). Die Emissionsquellen für den Baustellenbereich sind als Flächenquelle dargestellt.

In den Ausbreitungsrechnungen werden die Motoremissionen (NO_x, PM10 und PM2.5) von LKW, Pkw und Baumaschinen sowie diffuse Staubemissionen (Abkippvorgänge, Aufwirbelung) berücksichtigt.

Die Berechnung und Darstellung der Immissionen erfolgt gegliedert nach den drei Bereichen Kabeltrog, Kabelrohr und Maststandort, wobei die Immissionen durch Baugeräte sowohl einzeln inkl. Transportfahrzeuge als auch jeweils für die Baustelle dargestellt werden.

6.1 Bauphase Trog

Die ungünstigsten meteorologischen Verhältnisse für die Ausbreitung von bodennah freigesetzten Schadstoffen sind stabile Ausbreitungsbedingungen und geringe Windgeschwindigkeiten. Bei allen anderen Kombinationen von Ausbreitungsklasse und Windgeschwindigkeit ergeben sich geringere Immissionskonzentrationen. Die höchsten Immissionskonzentrationen treten im Nahbereich der Baustelle bzw. der Verkehrswege auf, mit zunehmender Entfernung gehen die Konzentrationen sehr rasch zurück.

Die Berechnungen für das Szenario Kabeltrassenherstellung Trog wurden für drei ausgewählte meteorologische Situationen (stabile, neutrale und labile Verhältnisse) durchgeführt.

Die folgenden Tabellen zeigen die Ergebnisse der Ausbreitungsrechnungen für die ungünstigsten meteorologischen Situationen, wobei die Annahme gilt, dass nicht alle Baugeräte gleichzeitig im Einsatz sind. Die Emissionen der Transportfahrzeuge wurden jeweils mit berücksichtigt.

Entfernung [m]	1 Kleinbagger NO _x HMWmax [µg/m ³]	1 Kleinbagger PM10 HMWmax [µg/m ³]	1 Kleinbagger PM2.5 HMWmax [µg/m ³]
20	97	2.9	2.06
30	91	2.5	1.78
40	83	2.3	1.63
50	67	2	1.42

Entfernung [m]	1 Minidumper NOx	1 Minidumper PM10	1 Minidumper PM2.5
	HMW _{max} [µg/m ³]	HMW _{max} [µg/m ³]	HMW _{max} [µg/m ³]
20	97	1.9	1.35
30	92	1.8	1.28
40	77	1.5	1.07
50	68	1.3	0.92

Tabelle 6: Maximale HMW NO_x, PM10 und PM2.5 (bei stabilen Verhältnisse, d.h. Ausbreitungsklasse 1 und 1 m/s Windgeschwindigkeit) in Abhängigkeit von der Entfernung vom Baustellenbereich infolge der Emissionen der einzelnen Baugeräte und Transportfahrzeuge

Für einen Vergleich mit den Grenzwerten nach IG-L (siehe Kapitel 3.3) werden die maximalen Tagesmittelwerte und die Jahresmittelwerte für PM10 aus den maximalen Halbstundenmittelwerten in Tabelle 6 abgeschätzt. Bei der Interpretation der Ergebnisse ist zu beachten, dass die Bauarbeiten in einer abschnittsweise Abwicklung erfolgen, d.h. während der gesamten Baudauer von 32 Wochen finden nicht über die gesamte Trasse Bautätigkeiten statt, sondern der Baugeräteeinsatz ist kurzfristig örtlich konzentriert.

Der JMW für PM10 wird anhand der im Kapitel 3.5 beschriebenen Vorgangsweise abgeschätzt. Der berechnete JMW für die PM10-Zusatzbelastung beträgt unter Berücksichtigung der Dauer der Bauarbeiten in den jeweiligen Bauabschnitten 0.003 µg/m³. Dieser Wert liegt unter der Irrelevanzschwelle von 0.4 µg/m³ PM10. Der maximal erwartbare TMW der Zusatzbelastung für PM10 in 20 m Entfernung beträgt 0.49 µg/m³ und liegt deutlich unter der Irrelevanzschwelle von 1.5 µg/m³ PM10 für den TMW.

Basierend auf den Vorgehensweisen beschrieben in Kapitel 3.5, wird aus den Halbstundenmittelwerten der JMW für NO₂, unter Berücksichtigung der Dauer der Bauarbeiten, abgeschätzt. Die maximale berechnete NO_x Zusatzbelastung von 97 µg/m³ HMW_{max} in 20 m Entfernung entspricht 0.1 µg/m³ NO₂ Zusatzbelastung beim JMW. Dieser Wert liegt unter der Irrelevanzschwelle von 0.3 µg/m³ NO₂. Die Gesamtbelastung für den HMW_{max} von NO₂ bleibt mit 181.6 µg/m³ unter dem Grenzwert von 200 µg/m³ NO₂.

Der JMW für PM2.5 wird anhand der im Kapitel 3.5 beschriebenen Vorgangsweise abgeschätzt. Der berechnete JMW für die PM2.5-Zusatzbelastung beträgt unter Berücksichtigung der Dauer der Bauarbeiten 0.002 µg/m³. Die Zusatzbelastung für PM2.5 liegt somit unter 1 % des Grenzwertes (0.25 µg/m³) und ist demnach als irrelevant einzustufen.

Tabelle 7 zeigt die Ergebnisse der Ausbreitungsrechnungen für die ungünstigsten meteorologischen Situationen für den gesamten Baustellenbereich Trog. D.h. es gilt die Annahme, dass die Baugeräte Bagger und Dumper sowie die Transportfahrzeuge gleichzeitig im Einsatz sind.

Entfernung [m]	Bau Trog NOx	Bau Trog PM10	Bau Trog PM2.5
	HMW _{max} [µg/m ³]	HMW _{max} [µg/m ³]	HMW _{max} [µg/m ³]
10	203	4.8	3.41
20	203	4.7	3.34
30	164	4	2.84
40	148	3.6	2.56
50	137	2.2	1.56

Tabelle 7: Maximale HMW NOx, PM10 und PM2.5 (bei stabilen Verhältnisse, d.h. Ausbreitungs-kategorie 1 und 1 m/s Windgeschwindigkeit) in Abhängigkeit von der Entfernung vom Baustellenbereich infolge der Emissionen der Baugeräte und Transportfahrzeuge

Der berechnete JMW für die PM10-Zusatzbelastung für die Baustelle Trog beträgt in 10 m Entfernung unter Berücksichtigung der Dauer der Bauarbeiten 0.004 µg/m³. Dieser Wert liegt unter der Irrelevanzschwelle von 0.4 µg/m³ PM10. Der maximal erwartbare TMW der Zusatzbelastung für PM10 in 10 m Entfernung beträgt 0.82 µg/m³ und liegt deutlich unter der Irrelevanzschwelle von 1.5 µg/m³ PM10 für den TMW.

Basierend auf den Vorgehensweisen beschrieben in Kapitel 3.5, wird aus den Halbstundenmittelwerten der JMW für NO₂, unter Berücksichtigung der Dauer der Bauarbeiten, abgeschätzt. Die maximale berechnete NO_x Zusatzbelastung für die Baustelle Trog von 203 µg/m³ HMWmax in 10 m Entfernung entspricht 0.21 µg/m³ NO₂ Zusatzbelastung beim JMW. Dieser Wert liegt unter der Irrelevanzschwelle von 0.3 µg/m³ NO₂. Die Gesamtbelastung für den HMWmax von NO₂ bleibt mit 199.7 µg/m³ unter dem Grenzwert von 200 µg/m³ NO₂.

Der berechnete JMW für die PM2.5-Zusatzbelastung für die Baustelle Trog beträgt unter Berücksichtigung der Dauer der Bauarbeiten 0.003 µg/m³. Die Zusatzbelastung für PM2.5 liegt somit unter 1 % des Grenzwertes (0.25 µg/m³) und ist demnach als irrelevant einzustufen.

6.2 Bauphase Rohr

Die Berechnungen für das Szenario Trassenherstellung – Straßenquerung (Rohr) wurden für stabile, neutrale und labile Verhältnisse durchgeführt, wobei die ungünstigsten meteorologischen Verhältnisse für die Ausbreitung von bodennah freigesetzten Schadstoffen stabile Ausbreitungsbedingungen und geringe Windgeschwindigkeiten sind.

Die folgenden Tabellen zeigen die Ergebnisse der Ausbreitungsrechnungen für stabile Situationen, wobei die Annahme gilt, dass nicht alle Baugeräte gleichzeitig im Einsatz sind. Die Emissionen der Transportfahrzeuge wurden jeweils mit berücksichtigt.

Entfernung [m]	1 Kleinbagger NOx	1 Kleinbagger PM10	1 Kleinbagger PM2.5
	HMW _{max} [µg/m ³]	HMW _{max} [µg/m ³]	HMW _{max} [µg/m ³]
20	74	4.72	3.35
30	66	4.4	3.12
40	60	3.76	2.67
50	52	3.25	2.31

Entfernung [m]	1 Minidumper NOx	1 Minidumper PM10	1 Minidumper PM2.5
	HMW _{max} [µg/m ³]	HMW _{max} [µg/m ³]	HMW _{max} [µg/m ³]
20	74	0.48	0.34
30	70	0.46	0.33
40	61	0.36	0.26
50	52	0.34	0.24

Tabelle 8: Maximale HMW NO_x, PM10 und PM2.5 (bei stabilen Verhältnisse, d.h. Ausbreitungsklasse 1 und 1 m/s Windgeschwindigkeit) in Abhängigkeit von der Entfernung vom Baustellenbereich infolge der Emissionen der einzelnen Baugeräte und Transportfahrzeuge

Die maximalen Tages- und Jahresmittelwerte für PM10 und PM2.5 für die Bauphase Mastfundierung werden anhand der im Kapitel 3.5 beschriebene Vorgangsweise abgeschätzt. Der JMW für die PM10-Zusatzbelastung beträgt unter Berücksichtigung der Dauer der Bauarbeiten 0.004 µg/m³. Dieser Wert liegt deutlich unter der Irrelevanzschwelle von 0.4 µg/m³ PM10. Der abgeschätzte maximale TMW entspricht 0.8 µg/m³ und überschreitet die Irrelevanzschwelle von 1.5 µg/m³ PM10 ebenfalls nicht.

Der JMW für NO₂ (basierend auf dem maximalen HMW von NO_x von 74 µg/m³ in 20 m Entfernung) entspricht einer NO₂ Zusatzbelastung von 0.08 µg/m³. Dieser Wert liegt unter der Irrelevanzschwelle von 0.3 µg/m³ NO₂ für den JMW. Die Gesamtbelastung für den HMWmax von NO₂ bleibt mit 177.6 µg/m³ unter dem Grenzwert von 200 µg/m³ NO₂.

Der berechnete JMW für die PM2.5-Zusatzbelastung beträgt unter Berücksichtigung der Dauer der Bauarbeiten 0.003 µg/m³. Die Zusatzbelastung für PM2.5 liegt somit unter 1 % des Grenzwertes (0.25 µg/m³) und ist demnach als irrelevant einzustufen.

Immissionszusatzbelastung durch Asphalt Schneidemaschine, Vibrowalze und Vibroplatte

Entfernung [m]	NOx	PM10	PM2.5
	HMW _{max} [µg/m ³]	HMW _{max} [µg/m ³]	HMW _{max} [µg/m ³]
20	14	2.32	1.65
30	12	2.04	1.45
40	11	1.7	1.21
50	10	1.5	1.07

Tabelle 9: Maximale HMW NOx, PM10 und PM2.5 (bei stabilen Verhältnisse, d.h. Ausbreitungsklasse 1 und 1 m/s Windgeschwindigkeit) in Abhängigkeit von der Entfernung vom Baustellenbereich infolge der Emissionen einer Asphalt Schneidemaschine (maximale Einsatzdauer: 2 Stunden) und der Transportfahrzeuge

Entfernung [m]	NOx	PM10	PM2.5
	HMW _{max} [µg/m ³]	HMW _{max} [µg/m ³]	HMW _{max} [µg/m ³]
20	70	4.8	3.41
30	62	3.9	2.77
40	54	3.6	2.56
50	50	3.2	2.27

Tabelle 10: Maximale HMW NOx, PM10 und PM2.5 (bei stabilen Verhältnisse, d.h. Ausbreitungsklasse 1 und 1 m/s Windgeschwindigkeit) in Abhängigkeit von der Entfernung vom Baustellenbereich infolge der Emissionen einer Vibrowalze (maximale Einsatzdauer: 2 Stunden) und der Transportfahrzeuge

Entfernung [m]	NOx	PM10	PM2.5
	HMW _{max} [µg/m ³]	HMW _{max} [µg/m ³]	HMW _{max} [µg/m ³]
20	4.93	0.64	0.45
30	4.4	0.56	0.40
40	3.75	0.49	0.35
50	3.49	0.43	0.31

Tabelle 11: Maximale HMW NOx, PM10 und PM2.5 (bei stabilen Verhältnisse, d.h. Ausbreitungsklasse 1 und 1 m/s Windgeschwindigkeit) in Abhängigkeit von der Entfernung vom Baustellenbereich infolge der Emissionen einer Vibroplatte (maximale Einsatzdauer: 2 Stunden) und der Transportfahrzeuge

Tabelle 9 bis Tabelle 11 zeigen die durch die drei Baugeräte Asphalt Schneidemaschine, Vibrowalze und Vibroplatte verursachten Zusatzbelastungen für NO_x, PM10 und PM2.5. Bei der Auswertung ist zu beachten, dass die Geräte nur maximal 2 Stunden je Straßenkreuzung und nicht gleichzeitig im Einsatz sind und die verursachten Immissionen somit getrennt berechnet werden können. Die durch die Baugeräte verursachten Zusatzbelastungen für NO₂, PM10 und PM2.5 sind jeweils als irrelevant einzustufen.

Tabelle 12 zeigt die Ergebnisse der Ausbreitungsrechnungen für die ungünstigsten meteorologischen Situationen für den Baustellenbereich Rohr. D.h. es gilt die Annahme, dass die Baugeräte Bagger und Dumper (nicht jedoch die Baugeräte Asphalt Schneidemaschine, Vibrowalze und Vibroplatte) und die Transportfahrzeuge gleichzeitig im Einsatz sind.

Entfernung [m]	Bau Rohr NOx HMW _{max} [µg/m ³]	Bau Rohr PM10 HMW _{max} [µg/m ³]	Bau Rohr PM2.5 HMW _{max} [µg/m ³]
10	147	5.2	3.69
20	145	5.2	3.69
30	133	4.4	3.12
40	119	3.8	2.70
50	106	3.4	2.41

Tabelle 12: Maximale HMW NO_x, PM10 und PM2.5 (bei stabilen Verhältnisse, d.h. Ausbreitungsklasse 1 und 1 m/s Windgeschwindigkeit) in Abhängigkeit von der Entfernung vom Baustellenbereich infolge der Emissionen der Baugeräte und Transportfahrzeuge

Der berechnete JMW für die PM10-Zusatzbelastung für die Baustelle Rohr beträgt unter Berücksichtigung der Dauer der Bauarbeiten 0.005 µg/m³. Dieser Wert liegt deutlich unter der Irrelevanzschwelle von 0.4 µg/m³ PM10. Der maximal erwartbare TMW der Zusatzbelastung für PM10 in 10 m Entfernung beträgt 0.88 µg/m³ und liegt deutlich unter der Irrelevanzschwelle von 1.5 µg/m³ PM10 für den TMW.

Basierend auf den Vorgehensweisen beschrieben in Kapitel 3.5, wird aus den Halbstundenmittelwerten der JMW für NO₂, unter Berücksichtigung der Dauer der Bauarbeiten, abgeschätzt. Die maximale berechnete NO_x Zusatzbelastung für die Baustelle Rohr von 147 µg/m³ HMWmax in 10 m Entfernung entspricht 0.15 µg/m³ NO₂ Zusatzbelastung beim JMW. Dieser Wert liegt unter der Irrelevanzschwelle von 0.3 µg/m³ NO₂. Die Gesamtbelastung für den HMWmax von NO₂ bleibt mit 190 µg/m³ unter dem Grenzwert von 200 µg/m³ NO₂.

Der berechnete JMW für die PM2.5-Zusatzbelastung für die Baustelle Rohr beträgt, unter Berücksichtigung der Dauer der Bauarbeiten in den jeweiligen Bauabschnitten, 0.003 µg/m³. Die Zusatzbelastung für PM2.5 liegt somit unter 1 % des Grenzwertes (0.25 µg/m³) und ist demnach als irrelevant einzustufen.

6.3 Bauphase Mastfundierung

Die Berechnungen für die Bauphase Mastfundierung wurden ebenfalls für drei meteorologische Szenarios durchgeführt, wobei die ungünstigsten meteorologischen Verhältnisse für die Ausbreitung von bodennah freigesetzten Schadstoffen stabile Ausbreitungsbedingungen und geringe Windgeschwindigkeiten sind.

Die folgenden Tabellen zeigen die Ergebnisse der Ausbreitungsrechnungen für stabile Situationen, wobei die Annahme gilt, dass nicht alle Baugeräte gleichzeitig im Einsatz sind. Die Emissionen der Transportfahrzeuge wurden jeweils mit berücksichtigt. Die nächsten dauerhaft bewohnten Gebiete sind überwiegend mehr als 300 m von den Bauarbeiten entfernt.

Entfernung [m]	1 Bagger NOx	1 Bagger PM10	1 Bagger PM2.5
	HMW _{max} [µg/m ³]	HMW _{max} [µg/m ³]	HMW _{max} [µg/m ³]
100	87	3.66	2.60
150	65	2.67	1.90
200	52	2.17	1.54
250	45	1.65	1.17

Tabelle 13: Maximale HMW NO_x, PM10 und PM2.5 (bei stabilen Verhältnisse, d.h. Ausbreitungsklasse 1 und 1 m/s Windgeschwindigkeit) in Abhängigkeit von der Entfernung vom Baustellenbereich infolge der Emissionen der einzelnen Baugeräte und Transportfahrzeuge

Entfernung [m]	1 Betonmischer ⁶ NOx	1 Betonmischer PM10	1 Betonmischer PM2.5
	HMWmax [µg/m ³]	HMWmax [µg/m ³]	HMWmax [µg/m ³]
100	0.17	1.6	1.14
150	0.16	1.2	0.85
200	0.15	0.9	0.64
250	0.14	0.3	0.21

Tabelle 14: Maximale HMW NO_x, PM10 und PM2.5 (bei stabilen Verhältnisse, d.h. Ausbreitungsklasse 1 und 1 m/s Windgeschwindigkeit) in Abhängigkeit von der Entfernung vom Baustellenbereich infolge der Emissionen der einzelnen Baugeräte und Transportfahrzeuge

Die maximalen Tages- und Jahresmittelwerte für PM10 und PM2.5 für die Bauphase Mastfundierung werden anhand der im Kapitel 3.5 beschriebene Vorgangsweise abgeschätzt. Der JMW für die PM10-Zusatzbelastung beträgt unter Berücksichtigung der Dauer der Bauarbeiten 0.003 µg/m³. Dieser Wert liegt unter der Irrelevanzschwelle von 0.4 µg/m³ PM10. Der abgeschätzte maximale TMW für PM10 in 100 m Entfernung von der Baustelle beträgt 0.62 µg/m³ und liegt unter 3 % des Zielwertes und somit unter der Irrelevanzschwelle.

Der JMW für NO₂ (für die maximale HMW berechnete NO_x Zusatzbelastung von 87 µg/m³) entspricht 0.09 µg/m³ NO₂ Zusatzbelastung im Nahbereich der Baustelle. Dieser Wert liegt unter der Irrelevanzschwelle von NO₂. Die Gesamtbelastung für den HMWmax von NO₂ liegt mit 179,9 µg/m³ unter dem Grenzwert von 200 µg/m³ NO₂.

Der abgeschätzte JMW für die PM2.5-Zusatzbelastung beträgt unter Berücksichtigung der Dauer der Bauarbeiten 0.002 µg/m³. Die Zusatzbelastung für PM2.5 liegt somit unter 1 % des Grenzwertes (0.25 µg/m³) und ist demnach als irrelevant einzustufen.

Tabelle 15 zeigt die Ergebnisse der Ausbreitungsrechnungen für die ungünstigsten meteorologischen Situationen für den Baustellenbereich Maststandort. D.h. es gilt die Annahme, dass die Baugeräte Bagger und Betonmischer und die Transportfahrzeuge gleichzeitig im Einsatz sind.

⁶ Da gem. Baukonzept ca. 5-10 Betonmischerfahrten je Mast erforderlich sind, gilt die Annahme, dass je Maststandort maximal 1 Betonmischerfahrt pro Stunde anfällt.

Entfernung [m]	Bau Mast NOx HMWmax [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Bau Mast PM10 HMWmax [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Bau Mast PM2.5 HMWmax [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
100	88	5.6	3.98
150	67	3.8	2.70
200	53	3.1	2.20
250	45	2.3	1.63

Tabelle 15: Maximale HMW NO_x, PM10 und PM2.5 (bei stabilen Verhältnisse, d.h. Ausbreitungsklasse 1 und 1 m/s Windgeschwindigkeit) in Abhängigkeit von der Entfernung vom Baustellenbereich infolge der Emissionen der Baugeräte und Transportfahrzeuge

Der berechnete JMW für PM10 (Zusatzbelastung) für die Baustelle Mastfundierung beträgt, unter Berücksichtigung der Dauer der Bauarbeiten $0.005 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Dieser Wert liegt deutlich unter der Irrelevanzschwelle von $0.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM10. Der maximal erwartbare TMW der Zusatzbelastung für PM10 in 100 m Entfernung beträgt $0.95 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und liegt unter 3 % des Zielwertes und somit unter der Irrelevanzschwelle.

Basierend auf den Vorgehensweisen beschrieben in Kapitel 3.5, wird aus den Halbstundenmittelwerten der JMW für NO₂, unter Berücksichtigung der Dauer der Bauarbeiten, abgeschätzt. Die maximale berechnete NO_x Zusatzbelastung für die Baustelle Mastfundierung von $88 \mu\text{g}/\text{m}^3$ HMWmax in 20 m Entfernung entspricht $0.09 \mu\text{g}/\text{m}^3$ NO₂ Zusatzbelastung beim JMW. Dieser Wert liegt unter der Irrelevanzschwelle von $0.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ NO₂. Die Gesamtbelastung für den HMWmax von NO₂ bleibt mit $179 \mu\text{g}/\text{m}^3$ unter dem Grenzwert von $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ NO₂.

Der berechnete JMW für die PM2.5-Zusatzbelastung für die Baustelle Mastfundierung beträgt unter Berücksichtigung der Dauer der Bauarbeiten $0.004 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Die Zusatzbelastung für PM2.5 liegt somit unter 1 % des Grenzwertes ($0.25 \mu\text{g}/\text{m}^3$) und ist demnach als irrelevant einzustufen.

7 ZUSAMMENFASSUNG

Die Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) wurde von der RaumUmwelt Planungs-GmbH beauftragt, eine Berechnung und Bewertung der projektspezifischen Luftschadstoffemissionen für die Errichtung des Vorhabens 110 kV Bahnstromübertragungsanlage Graz – Werndorf durchzuführen.

Es wurden die Zusatzbelastung durch Luftschadstoffe für ausgewählte meteorologische Szenarios (labile, neutrale und stabile Verhältnisse) und Auswirkungen des Projektes während der Bauphase auf die Umgebung untersucht und anhand der geltenden Grenzwerte bewertet. In den Ausbreitungsrechnungen wurden die Motoremissionen (NO_x, PM10 und PM2.5) von LKW, PKW und Baumaschinen sowie diffuse Staubemissionen (Abkippvorgänge) berücksichtigt. Das Projekt wurde in einem Sanierungsgebiet nach IG-L bezüglich PM10 sowie einem belasteten Gebiet Luft bzgl. PM10 und teilweise NO₂ begutachtet.

Im Folgenden werden die wichtigsten Ergebnisse für die Baustellenbereiche Trog, Rohr und Maststandort unter der Annahme, dass die jeweiligen Baugeräte und die Transportfahrzeuge gleichzeitig im Einsatz sind, zusammengefasst:

Bauphase Trog

Der JMW für PM10 für die Bauphase Trog wird aus dem HMWmax abgeschätzt (unter Berücksichtigung der Dauer der Bauarbeiten) und beträgt 0.004 µg/m³ als Zusatzbelastung. Dieser Wert liegt unter der Irrelevanzschwelle von 0.4 µg/m³ PM10. Der maximal erwartbare TMW der Zusatzbelastung für PM10 in 10 m Entfernung beträgt 0.82 µg/m³ und liegt deutlich unter der Irrelevanzschwelle von 1.5 µg/m³.

Der berechnete JMW für PM2.5 beträgt unter Berücksichtigung der Dauer der Bauarbeiten 0.003 µg/m³, diese Zusatzbelastung liegt somit unter 1 % des Grenzwertes (0.25 µg/m³) und ist demnach als irrelevant einzustufen.

Die maximale berechnete NO_x Zusatzbelastung von 203 µg/m³ HMWmax in 10 m Entfernung (unter Berücksichtigung der Dauer der Bauarbeiten) entspricht 0.21 µg/m³ NO₂ Zusatzbelastung für den JMW und liegt ebenfalls unter der Irrelevanzschwelle 0.3 µg/m³ NO₂. Die Gesamtbelastung für den HMWmax von NO₂ bleibt mit 199.7 µg/m³ unter dem Grenzwert von 200 µg/m³ NO₂.

Bauphase Rohr

Der JMW für die PM10-Zusatzbelastung für die Bauphase Rohr beträgt 0.005 µg/m³ und liegt unter der Irrelevanzschwelle von 0.4 µg/m³ PM10. Der abgeschätzte maximale TMW in 10 m Entfernung beträgt 0.88 µg/m³ und überschreitet ebenfalls die Irrelevanzschwelle von 1.5 µg/m³ PM10 nicht.

Der berechnete JMW für PM2.5 beträgt 0.003 µg/m³, diese Zusatzbelastung liegt unter 1 % des Grenzwertes (0.25 µg/m³) und ist demnach als irrelevant einzustufen.

Der JMW für NO₂ (basierend auf dem maximalen HMW von NO_x von 147 µg/m³ in 10 m Entfernung) entspricht einer NO₂ Zusatzbelastung von 0.15 µg/m³. Dieser Wert liegt unter der Irrelevanzschwelle. Die Gesamtbelastung für den HMWmax von NO₂ bleibt mit 190 µg/m³ unter dem Grenzwert von 200 µg/m³ NO₂.

Bauphase Mastfundierung

Der JMW für die PM10-Zusatzbelastung beträgt unter Berücksichtigung der Dauer der Bauarbeiten 0.005 µg/m³ und liegt unter der Irrelevanzschwelle von 0.4 µg/m³ PM10. Der abgeschätzte maximale TMW für PM10 in 100 m Entfernung von der Baustelle beträgt 0.95 µg/m³. Dieser Wert liegt unter der Irrelevanzschwelle (1.5 µg/m³ PM10).

Der abgeschätzte JMW für PM2.5 beträgt 0.004 µg/m³, diese Zusatzbelastung liegt unter 1 % des Grenzwertes (0.25 µg/m³) und ist demnach als irrelevant einzustufen.

Der maximale JMW für NO₂ (für die maximale HMW berechnete NO_x-Zusatzbelastung von 88 µg/m³) entspricht 0.09 µg/m³ NO₂ Zusatzbelastung im Nahbereich der Baustelle. Auch dieser Wert liegt unter der Irrelevanzschwelle 0.3 µg/m³ NO₂. Die Gesamtbelastung für den HMWmax von NO₂ in 100 m Entfernung liegt mit 179 µg/m³ unter dem Grenzwert von 200 µg/m³ NO₂.

Ergebnis

Die Ergebnisse der Berechnungen der Maximalkonzentrationen für die ausgewählten meteorologischen Situationen zeigen, dass die durch die Baumaßnahmen verursachten Zusatzbelastungen für die NO₂, PM10 und PM2.5 sowohl hinsichtlich der Jahresmittelwerte als auch hinsichtlich der Kurzzeit-Zusatzbelastungen (TMW für PM10) als irrelevant einzustufen sind.

8 VERZEICHNISSE

8.1 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Gemessene Werte der Vorbelastung für den Standort Graz (rot gekennzeichnete Werte sind die Messungen, die den jeweiligen Grenzwert überschreiten; blau gekennzeichnete Werte sind die Messungen, die den jeweiligen Grenzwert, nicht jedoch die Toleranzmarge überschreiten)	10
Tabelle 2: Geräteeinsatz und Dauer der Arbeiten (Trograsse und Rohr).....	11
Tabelle 3: Geräteeinsatz und Dauer der Arbeiten (Bauphase Mastfundierung).....	13
Tabelle 4: Emissionsfaktoren der Transportfahrzeuge für 2010 (HBEFA, Vers. 3.1/2010)	13
Tabelle 5: Emissionsfaktoren der Baugeräte für 2010 (BAFU Offroad Datenbank, Stand: 25.11.2010)	13
Tabelle 6: Maximale HMW NOx, PM10 und PM2.5 (bei stabilen Verhältnisse, d.h. Ausbreitungsklasse 1 und 1 m/s Windgeschwindigkeit) in Abhängigkeit von der Entfernung vom Baustellenbereich infolge der Emissionen der einzelnen Baugeräte und Transportfahrzeuge	16
Tabelle 7: Maximale HMW NOx, PM10 und PM2.5 (bei stabilen Verhältnisse, d.h. Ausbreitungsklasse 1 und 1 m/s Windgeschwindigkeit) in Abhängigkeit von der Entfernung vom Baustellenbereich infolge der Emissionen der Baugeräte und Transportfahrzeuge	17
Tabelle 8: Maximale HMW NOx, PM10 und PM2.5 (bei stabilen Verhältnisse, d.h. Ausbreitungsklasse 1 und 1 m/s Windgeschwindigkeit) in Abhängigkeit von der Entfernung vom Baustellenbereich infolge der Emissionen der einzelnen Baugeräte und Transportfahrzeuge	18
Tabelle 9: Maximale HMW NOx, PM10 und PM2.5 (bei stabilen Verhältnisse, d.h. Ausbreitungsklasse 1 und 1 m/s Windgeschwindigkeit) in Abhängigkeit von der Entfernung vom Baustellenbereich infolge der Emissionen einer Asphalt Schneidemaschine (maximale Einsatzdauer: 2 Stunden) und der Transportfahrzeuge	19
Tabelle 10: Maximale HMW NOx, PM10 und PM2.5 (bei stabilen Verhältnisse, d.h. Ausbreitungsklasse 1 und 1 m/s Windgeschwindigkeit) in Abhängigkeit von der Entfernung vom Baustellenbereich infolge der Emissionen einer Vibrowalze (maximale Einsatzdauer: 2 Stunden) und der Transportfahrzeuge	19
Tabelle 11: Maximale HMW NOx, PM10 und PM2.5 (bei stabilen Verhältnisse, d.h. Ausbreitungsklasse 1 und 1 m/s Windgeschwindigkeit) in Abhängigkeit von der Entfernung vom Baustellenbereich infolge der Emissionen einer Vibroplatte (maximale Einsatzdauer: 2 Stunden) und der Transportfahrzeuge	19

Tabelle 12: Maximale HMW NO _x , PM10 und PM2.5 (bei stabilen Verhältnisse, d.h. Ausbreitungsklasse 1 und 1 m/s Windgeschwindigkeit) in Abhängigkeit von der Entfernung vom Baustellenbereich infolge der Emissionen der Baugeräte und Transportfahrzeuge	20
Tabelle 13: Maximale HMW NO _x , PM10 und PM2.5 (bei stabilen Verhältnisse, d.h. Ausbreitungsklasse 1 und 1 m/s Windgeschwindigkeit) in Abhängigkeit von der Entfernung vom Baustellenbereich infolge der Emissionen der einzelnen Baugeräte und Transportfahrzeuge	21
Tabelle 14: Maximale HMW NO _x , PM10 und PM2.5 (bei stabilen Verhältnisse, d.h. Ausbreitungsklasse 1 und 1 m/s Windgeschwindigkeit) in Abhängigkeit von der Entfernung vom Baustellenbereich infolge der Emissionen der einzelnen Baugeräte und Transportfahrzeuge	21
Tabelle 15: Maximale HMW NO _x , PM10 und PM2.5 (bei stabilen Verhältnisse, d.h. Ausbreitungsklasse 1 und 1 m/s Windgeschwindigkeit) in Abhängigkeit von der Entfernung vom Baustellenbereich infolge der Emissionen der Baugeräte und Transportfahrzeuge	22

8.2 Quellen- und Literaturverzeichnis

- Amt der Steiermärkischen Landesregierung: Jahresberichte der Luftgüte 2005 bis 2009
- Beychok, M. R. (1994): Fundamentals of Stack Gas Dispersion. ISBN 0-9644588-0-2.
- BAFU (Stand: 25.11.2010): Offroad Datenbank des Schweizer Bundesamts für Umwelt BAFU, <http://www.bafu.admin.ch/>
- Düring I. et al. (2009): Aktualisierung des Romberg-Ansatzes sowie vereinfachtes NO / NO₂ Konversionsmodell mit Berücksichtigung der NO₂-Direktemissionen. Mettools VII Hamburg
- HBEFA (Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs 3.1, 2010): UBA Berlin/UBA Bern/UBA Wien
- Janicke, U. (2010): Ausbreitungsmodell LASAT. Referenzbuch zu Version 3.1
- ÖNORM M 9445 (2003): Immissionen von Luftschadstoffen; Ermittlung der Gesamtbelastung aus der Vorbelastung und der mittels Ausbreitungsmodellen ermittelten Zusatzbelastung. Österreichisches Normungsinstitut. Wien.
- Romberg E., R. Bössinger, A. Lohmeyer, R. Ruhnke, E. Röth (1996): NO-NO₂-Umwandlungsmodell für die Anwendung bei Immissionsprognosen für Kfz-Abgase. Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft, Band 56, Heft 6, S. 215-218.

- TA Luft (2002): Aktuelle Immissionsschutzrechtliche Anforderungen an den Anlagenbetreiber. Dr. Dieter Jost. WEKA Fachverlag für technische Führungskräfte G.m.b.H; Stand Oktober 2002.
- Trout, D. A. (1978): The Ratio of Peak 1-hour Average Concentrations to Peak Concentrations of other Averaging Times for Various Pollutants and Differing Sources. Proceedings of the Ninth International Technical Meeting on Air Pollution Modeling and its Application. A Report of the Air Pollution Pilot Study NATO Committee on the Challenges to Modern Society. Toronto, August 1978.
- UBA (2007): Leitfaden UVP und IG-L. Berichte BE-274, Wien 2007
- UBA (2010): Gesundheitsauswirkungen der PM_{2,5}-Exposition – Steiermark, Wien
- VDI 3782 (2001): Gauß'sches Fahnenmodell für Pläne zur Luftreinhaltung. Blatt 1. Dezember 2001.
- VDI 3945 Blatt 3 (09/2000) „Umweltmeteorologie. Atmosphärische Ausbreitungsmodelle. Partikelmodell“, Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN – Normenausschuss.