

AUSFERTIGUNG
EINLAGEZAHL
UV 03-01.05

HOCHLEISTUNGSSTRECKE
GRAZ – KLAGENFURT

**BAHNSTROMVERSORGUNG
KORALMBAHN**

UW Werndorf – UW Grafenstein

Umweltverträglichkeitserklärung

04			
03			
02			
01			
Version	Datum	Name	Beschreibung der Änderung

OBJEKTNR.:

STRECKENNR.:

ABSCHNITT			UW WERNDORF – UW GRAFENSTEIN
Bearbeitet	Bürger	05/2016	<p>Inhalt</p> <p>Klima- und Energiekonzept</p> <p>Technischer Bericht</p>
Gezeichnet	---	05/2016	
Geprüft	Mattanovich	05/2016	
GZ (Planer)	GZ (Planer)		
Plangröße	-		
Maßstab	-		

Planung



RaumUmwelt Planungs-GmbH
Neubaugasse 28, 1070 Wien

ÖBB
INFRASTRUKTUR AG
 Geschäftsbereich
 Projekte Neu- und Ausbau

Projektleitung

Dr. Schneider Klaus e.h.
 DI Smetanig Helmut e.h.

BERICHTERSTELLUNG

	ÖBB Infrastruktur AG Geschäftsbereich Bahnsysteme Praterstern 3 1020 Wien	Projektkoordination Technische Planung
	RaumUmwelt Planungs-GmbH Neubaugasse 28, 1070 Wien Tel.: 01 / 23 63 063 Fax: 01 / 23 63 063 - 900 E-Mail: office@raumumwelt.at	Projektkoordination Raum- und Umweltplanung Klima- und Energiekonzept

INHALTSVERZEICHNIS

1	KURZFASSUNG	5
2	PROJEKTBE SCHREIBUNG	6
3	AUFGABENSTELLUNG	8
4	GRUNDLAGEN	9
4.1	Untersuchungsrahmen	9
4.1.1	Inhaltliche Abgrenzung	9
4.2	Rechts- und Datengrundlagen	9
4.2.1	Verwendete Richtlinien, Vorschriften und Normen	9
4.2.2	Datengrundlagen	9
4.3	Herangehensweise	10
4.3.1	Abschätzung Energiebedarf	10
4.3.2	Klimarelevante Treibhausgase	10
4.3.3	Emissionsfaktoren	11
5	ENERGIEBEDARF	13
5.1	Bauphase	13
5.1.1	Überblick	13
5.1.2	110 kV und 20 kV Kabel	14
5.1.3	Unterwerke und Frequenzumformer	16
5.1.4	Zusammenfassung des Energiebedarfs in der Bauphase	19
5.2	Betriebsphase	19
6	KLIMARELEVANTE TREIBHAUSGASE	20
6.1	Emission klimarelevanter Treibhausgase	20
6.1.1	Bauphase	20
6.1.1.1	Überblick	20
6.1.1.2	110 kV und 20 kV Kabel	20
6.1.1.3	Unterwerke und Frequenzumformer	22
6.1.1.4	Zusammenfassung der CO ₂ -Emissionen in der Bauphase	23
6.1.2	Betriebsphase	23
6.2	Maßnahmen zur Reduktion klimarelevanter Treibhausgase	23
	VERZEICHNISSE	24
6.3	Abbildungsverzeichnis	24
6.4	Tabellenverzeichnis	24

6.5	Quellen- und Literaturverzeichnis	24
6.6	Abkürzungsverzeichnis	25

1 KURZFASSUNG

Gegenstand des vorliegenden Klima- und Energiekonzeptes ist das Vorhaben Bahnstromversorgung Koralmbahn, für das eine Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) durchzuführen ist und im Zuge dieser, nach § 6 UVP-G, eine Umweltverträglichkeitserklärung zu erstellen ist.

Gemäß § 6 Abs. 1 lit e UVP-G hat die Umweltverträglichkeitserklärung ein Klima- und Energiekonzept zu enthalten. Darin ist der Energiebedarf des Vorhabens, die vom Vorhaben ausgehenden klimarelevanten Treibhausgase sowie Maßnahmen zu deren Reduktion im Sinne des Klimaschutzes darzustellen.

Als Grundlage dienen die Daten des technischen Projekts (insbesondere zur Baudurchführung). Auf dieser Basis wurden Energieverbrauch und CO₂-Emissionen für Bau- und Betriebsphase des Vorhabens ermittelt.

Die Angaben der Betriebsphase beziehen sich dabei sowohl auf die Übertragungseffizienz der Leitung, d.h. die Leitungsverluste bei der Energieübertragung, als auch auf die Anlagen der Unterwerke / Frequenzumformer. Der **Energieaufwand** in der Betriebsphase entspricht ca. **166 GWh pro Jahr** bzw. **597.600 GJ**. Umgerechnet werden dadurch jährlich **CO₂-Emissionen** in Höhe von ca. **12.085 Tonnen** verursacht.

In der Bauphase ist Energieeinsatz für die Errichtung der 110kV und 20kV Kabel sowie für die Errichtung der Unterwerke und Frequenzumformer erforderlich. Dieser setzt sich zusammen aus dem Einsatz von Baumaschinen sowie Straßen-LKW und PKW. Der Energiebedarf in der Bauphase beträgt **355 Tonnen an fossilen Brennstoffen**, dies entspricht einem **Energieaufwand** von ca. **15.116 GJ**. Dabei werden durch den Baumaschineneinsatz sowie Transportfahrten **CO₂-Emissionen** in Höhe von ca. **1.085 Tonnen** verursacht.

Die im vorliegenden Klima- und Energiekonzept vorgesehenen Maßnahmen zur Erhöhung der Energieeffizienz und zur Reduktion klimarelevanter Treibhausgase, insbesondere CO₂, im Bereich der Durchführung der Bauarbeiten entsprechen dem Stand der Technik.

2 PROJEKTDESCHEIBUNG

Mit der Realisierung des Projektes **Koralmbahn** auf einer Neubaustrecke von insgesamt rund 132 km (inkl. Koralmtunnel mit ca. 33 km) zwischen Graz und Klagenfurt wird eine zweigleisige Hochleistungsstrecke mit gemischtem Verkehr hergestellt. Die Koralmbahn benötigt für den **Eisenbahnbetrieb elektrische Energie**, die über mehrere Einspeisungspunkte zur Verfügung gestellt werden soll.

Für die Koralmbahn zwischen Graz und Klagenfurt liegen Trassenverordnungen und rechtsgültige Genehmigungsbescheide vor. Da die Bahnstromversorgung bisher nicht Verfahrensgegenstand im engeren Sinne war, ist diese nun einer **Umweltverträglichkeitsprüfung und einem teilkonzentriertes Genehmigungsverfahren beim bmvit** zu unterziehen.

Die Bahnstromversorgung der Koralmbahn soll über ein 20 kV-System gewährleistet werden. Hierfür sind folgende Maßnahmen erforderlich:

- Errichtung des Frequenzumformers (FU) Weststeiermark
- Errichtung des Frequenzumformers (FU) Lavanttal
- Verlegung eines 20 kV-Kabels vom EVU-Anschlusspunkt im Tunnellüftungsgebäude Leibenfeld bis zum FU Weststeiermark sowie vom Anschlusspunkt EVU-Schaltstation Lavanttal bis zum FU Lavanttal

Zusätzlich zur Umsetzung der für die Bahnstromversorgung im engeren Sinne notwendigen Maßnahmen ist eine (einschleifige) 110 kV-Kabelverbindung inkl. Unterwerken (UW) zwischen dem Unterwerk Werndorf (Bestand) und dem Unterwerk Grafenstein (in Planung) geplant. Das 110 kV-System dient der Gewährleistung der Ausfallssicherheit (Redundanz) sowie der Versorgungssicherheit im Bahnstromnetz der Koralmbahn im Großraum Graz und Kärnten. Das 110 kV Kabel soll entlang der Trasse der Koralmbahn verlegt werden.

Für die Verlegung des 110 kV Kabel bzw. des 20 kV Kabels können zum Teil bereits genehmigte und errichtete Kabelwege (Tröge, Rohre) beansprucht werden.

Im Detail umfasst das Vorhaben damit folgende Vorhabensbestandteile, die in Abbildung 1 in ihrem räumlichen Kontext dargestellt werden:

- Errichtung / Umbau von Unterwerken (UW) und Frequenzumformern (FU):
 - Umbau UW Werndorf
 - Errichtung UW / FU Weststeiermark inkl. Einfahrt
 - Errichtung UW / FU Lavanttal inkl. Einfahrt

- Errichtung UW Grafenstein inkl. Einfahrt und Abspannung von einer bestehenden 110 kV Hochspannungsleitung zum UW Grafenstein und Austausch des Erdseils bzw. der Leiterseile
- Errichtung von Kabelwegen:
- Errichtung eines 110 kV Kabelwegs (tlw. als Trog, tlw. als Rohr ausgeführt) zwischen dem UW Werndorf und dem bestehenden Kabeltrog an der Regionalbahnstrecke km 0,116 d.h. zwischen 110 kV Leitungs-km 0,000 bis 0,690.
 - Errichtung eines 20 kV Kabelwegs (als Rohrzug ausgeführt) zwischen dem bestehenden Anschlusspunkt EVU-Schaltstation Lavanttal und dem UW / FU Lavanttal
- Verlegung von 110 kV bzw. 20 kV Kabeln:
- Verlegung eines 110 kV Kabels zwischen dem UW Werndorf und dem UW Grafenstein
 - Verlegung eines 20 kV Kabels zwischen dem UW / FU Weststeiermark bis zum bestehenden EVU-Anschlusspunkt im Tunnellüftungsgebäude Leibenfeld

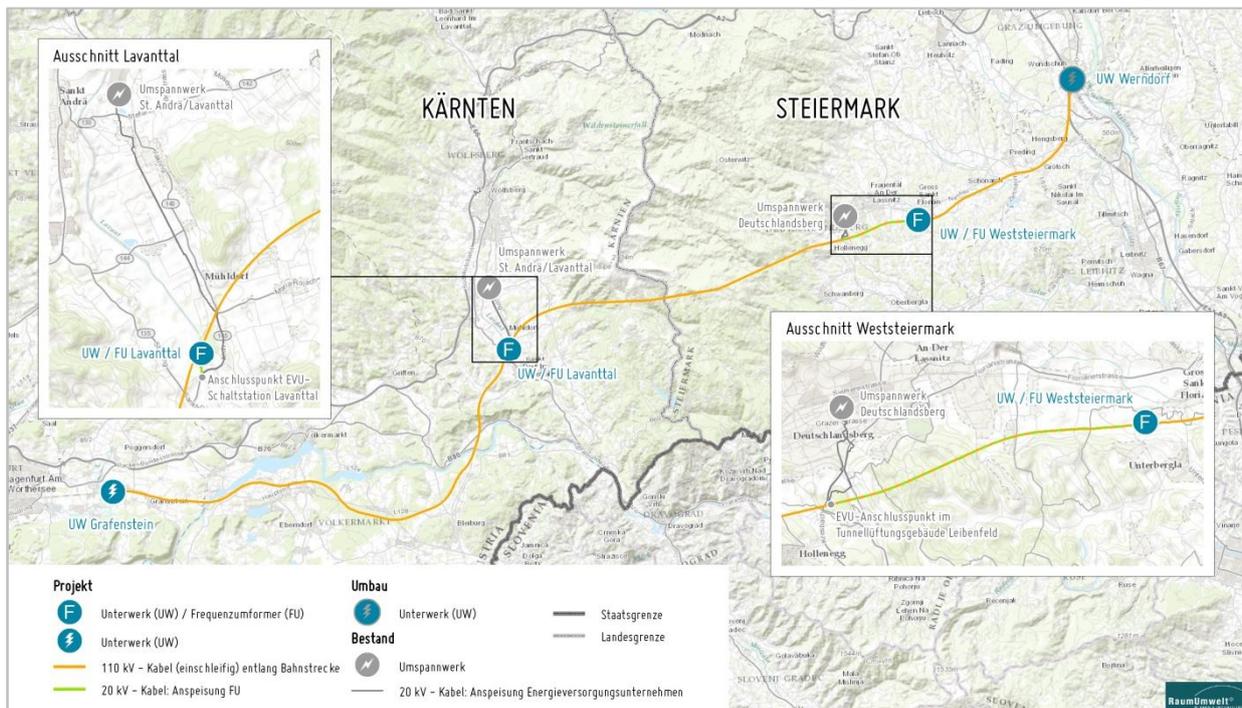


Abbildung 1: Vorhabensbestandteile Bahnstromversorgung Koralmbahn

Detaillierte Angaben zum Vorhaben können dem Einreichoperat zur Eisenbahnrechtlichen Baugenehmigung entnommen werden (u. a. EB 01-01, Bauentwurf Zusammenfassung).

3 AUFGABENSTELLUNG

Das Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz 2000 (UVP-G 2000) sieht in § 6 Abs. 1 lit e die Vorlage eines Klima- und Energiekonzeptes vor, das den Energiebedarf aufschlüsselt und die vom Vorhaben ausgehenden klimarelevanten Treibhausgase darstellt. Gemäß Rundschreiben zur UVP-G-Novelle 2009 (BMLFUW 2009) ist der Energiebedarf relevanter energieverbrauchender Anlagen, Geräte und Maschinen anzugeben. Weiters sind Maßnahmen zur Reduktion der klimarelevanten Treibhausgase darzustellen.

Gegenstand des vorliegenden Berichts ist es, den Energiebedarf und die Emission klimarelevanter Gase des Vorhabens Bahnstromversorgung Koralmbahn darzulegen.

4 GRUNDLAGEN

4.1 Untersuchungsrahmen

4.1.1 Inhaltliche Abgrenzung

Die Darstellung und Berechnung des Energiebedarfes des Vorhabens Bahnstromversorgung Koralmbahn erfolgt getrennt nach den beiden Vorhabensbestandteilen:

- 110 kV und 20 kV Kabelplanung und
- Unterwerke und Frequenzumformer;

Die Ergebnisse der Vorhabensbestandteile werden dann in eine Zusammenschau über den gesamten Energiebedarf dargestellt.

4.2 Rechts- und Datengrundlagen

4.2.1 Verwendete Richtlinien, Vorschriften und Normen

Folgende Richtlinien, Vorschriften und Normen wurden bei der Erstellung dieses Dokuments angewendet:

- Bundesgesetz über die Prüfung der Umweltverträglichkeit (Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz 2000 - UVP-G 2000) idF BGBl. I Nr. 4/2016
- Bundesgesetz über ein System für den Handel mit Treibhausgasemissionszertifikaten (Emissionszertifikatgesetz – EZG) idF BGBl. I Nr. 128/2015

4.2.2 Datengrundlagen

Die wesentlichen verwendeten Datengrundlagen sind:

- Baudurchführung 110 kV und 20 kV Kabel: Einlage Nr. EB 03-01.01
- Baudurchführung Unterwerke und Frequenzumformer: Einlage Nr. EB 03-01.02
- Vorhabensbeschreibung gem. § 6 Abs. 1 UVP-G 2000: Einlage Nr. UV 03-01.01
- Technische Berichte:
 - Mappe EB 02-01: 110 kV und 20 kV Kabelplanung
 - Mappe EB 02-02: Unterwerke und Frequenzumformer
 - Mappe EB 02-03: 110kV Freileitungsadaptierung
- BAFU (Stand: 22.03.2016): Offroad Datenbank,
<http://www.bafu.admin.ch/luft/00596/06906/offroad-daten>

- HBEFA (Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs 3.2, 2015): UBA Berlin/UBA Bern/UBA Wien.

4.3 Herangehensweise

4.3.1 Abschätzung Energiebedarf

Bei der Abschätzung des Energiebedarfs wurde unterschieden in:

- Bedarf fossiler Brennstoffe und
- Bedarf elektrischer Energie.

Die **Abschätzung des Energiebedarfs in der Bauphase** beruht auf den Angaben zur Baudurchführung (siehe Einlage Nr. EB 03-01.01 und EB 03-01.02), die die Transportfahrten und den Baugeräteinsatz in den einzelnen Bauphasen festlegt.

Da den Berechnungen verschiedene Annahmen, wie die Einsatzdauer der Geräte, die Dauer der Bauphasen, die Anzahl der Transportfahrten zu Grunde liegen, sind die Berechnungsergebnisse mit entsprechenden Unsicherheiten behaftet. Der tatsächliche Energiebedarf in der Umsetzungsphase unterliegt starken Schwankungen, abhängig von der tatsächlichen Einsatzdauer der Baugeräte und der tatsächlich gefahrenen Strecken der LKW.

Zur **Abschätzung des Energiebedarfes in der Betriebsphase**: Das gegenständliche Vorhaben dient der Übertragung von elektrischer Energie. Die transportieren Energieströme werden bei der Betrachtung des Energiebedarfs nicht berücksichtigt, da diese der Anlage nicht zufließen oder abgeführt werden, sondern nur übertragen (transportiert) werden. Der Betrieb des Vorhabens erfordert keinen Energiebedarf. In der Betriebsphase sind lediglich 1 bis 2 PKW Fahrten pro Quartal zur Wartung der Kabel vorgesehen sowie vereinzelte Servicefahrten zu den Standorten der Unterwerke und Frequenzumformer. Im Falle eines Störfalles erhöht sich die Anzahl der PKW-Fahrten geringfügig.

4.3.2 Klimarelevante Treibhausgase

Treibhausgase im Sinne des § 3 Z.3 Emissionszertifikatgesetz sind die Gase

- Kohlenstoffdioxid (CO₂),
- Methan (CH₄),
- Distickstoffoxid (N₂O),
- teilhalogenierte Fluorkohlenwasserstoffe (H-FKW),
- Perfluorierte Kohlenwasserstoffe (P-FKW),
- Schwefelhexafluorid (SF₆)

- und sonstige natürliche oder anthropogene gasförmige Bestandteile der Atmosphäre, die infrarote Strahlung aufnehmen und wieder abgeben;

Gemäß Klimaschutzbericht (Umweltbundesamt 2009) sind die wichtigsten Emissionsquellen bei fluorierten Gasen Kühltechnik und Klimaanlage sowie die Industrie. Lachgas (N₂O) entsteht in Abgaskatalysatoren und beim biologischen Abbau stickstoffhaltiger Verbindungen und Methan bei mikrobiologischen Gärungsprozessen.

Das vorliegende Klima- und Energiekonzept beschränkt sich daher auf die Darstellung der erwartbaren CO₂-Emissionen. Gemäß Rundschreiben zur UVP-G-Novelle 2009 (BMFLFUW 2009) sind CO₂-Emissionen dabei zahlenmäßig anzugeben. In diesem Sinn wird auch der erwartbare Baustellenverkehr in der Berechnung berücksichtigt. Die CO₂-Emissionen werden – soweit vorliegend – direkt über die Emissionsfaktoren ermittelt (siehe Kap. 4.3.3) oder aus elektrischer Energie umgerechnet (Bahnstromeinsatz 2015: 1kWh Strom entspricht 0,0728 kg CO₂; jährliche Berechnung durch das Umweltbundesamt).

4.3.3 Emissionsfaktoren

Die **Emissionen der Baumaschinen** wurden der Non-road Datenbank des Schweizer Bundesamtes für Umwelt BAFU (www.bafu.admin.ch/luft/00596/06906/offroad-daten, Stand: 22.01.2016) für das Jahr 2020 entnommen. Die Wahl der Maschinen erfolgte in Abstimmung mit dem Fachbereich Luft und Klima (vgl. Einlage UV 05-03.01).

Für die Maschinenkategorie Bagger wurden die Emissionen von Raupenbaggern verwendet, da diese höhere Emissionen als Radbagger aufweisen. Der Kleinbagger wurde ebenfalls als Raupenbagger eingestuft. Die Schubraupe wurde der Kategorie Planierraupe (18 – 37 kW) zugeordnet. Für den Trommelwagen und die Kabelzugwinde gibt es keine Emissionsangaben in der Non-road Datenbank, es wurden die Emissionsdaten der Schubraupe (18 – 37 kW) verwendet. Bei den Baumaschinen wurde auf speziell für die vorgesehenen Arbeiten angegebene Leistungsklassen zurückgegriffen (siehe Tabelle 1).

EMISSIONSFAKTOREN BAUMASCHINEN 110KV UND 20KV KABEL VERBRAUCH FOSSILER BRENNSTOFFE UND CO₂-EMISSIONEN			
Baumaschine	Leistungsklasse gem. BAFU	Verbrauch [kg/h]	CO₂ [kg/h]
Muldenkipper	75-130 kW	7,9322	24,9870
Kleinbagger	75-130 kW	10,4722	32,9881
Schubraupe	18-37 kW	3,4228	10,7821
Stromaggregat	<18 kW	1,7088	5,3828
Trommelwagen	18-37 kW	3,4228	10,7821
Kabelzugwinde	18-37 kW	3,4228	10,7821

Tabelle 1: Emissionsfaktoren für Baumaschinen für 2020, 110kV und 20kV Kabel (BAFU Non-road- Datenbank, Stand: 22.03.2016)

EMISSIONSFAKTOREN BAUMASCHINEN UW/FU			
VERBRAUCH FOSSILER BRENNSTOFFE UND CO₂-EMISSIONEN			
Baumaschine	Leistungsklasse gem. BAFU	Verbrauch [kg/h]	CO₂ [kg/h]
Bagger	56-75 kW	5,2035	16,3914
Dumper	18-37 kW	2,5997	8,1894
Rüttelwalze 10kV	<18 kW	0,9682	3,0501
Rüttelwalze 100kV	75-130 kW	5,6733	17,8713
Betonpumpe	<18 kW	2,8676	9,0330
Autokran	130-300 kW	15,1593	47,7531
UNIMOG	130-300 kW	22,0502	69,46
Fertiger	75-130 kW	5,6733	17,871
Selbstfahrsteiger	50 kW	3,5898	11,3082

Tabelle 2: Emissionsfaktoren für Baumaschinen für 2020, UW7FU (BAFU Non-road- Datenbank, Stand: 22.03.2016)

Die Emissionsfaktoren für das **baubedingte Verkehrsaufkommen** wurden dem Handbuch für Emissionsfaktoren (Version 3.2) entnommen (siehe Tabelle 3).

EMISSIONSFAKTOREN FAHRZEUGE			
VERBRAUCH FOSSILER BRENNSTOFFE UND CO₂-EMISSIONEN			
Fahrzeugkategorie	Straßenkategorie	Verbrauch [g/Fz.km]	CO₂ [g/Fz.km]
SNF (Schwere Nutzfahrzeuge)	außerorts	221,006897	636,24951
	innerorts	256,5829163	738,66821
PKW	außerorts	37,83603287	108,80710
	innerorts	49,29764557	141,77205

Tabelle 3: Emissionsfaktoren für Lkw und PKW für 2020 (HBEFA, Vers. 3.2)

5 ENERGIEBEDARF

Der Energiebedarf für das Vorhaben Bahnstromversorgung Koralmbahn wird getrennt nach Bau- und Betriebsphase ermittelt. Es ist die Effizienz der Anlagengerichtung (Art der Bauweise, Baumaschineneinsatz) und des Anlagenbetriebes (inkl. Effizienz der Stromübertragung) nachzuweisen.

5.1 Bauphase

5.1.1 Überblick

Zur Abschätzung des Energiebedarfs für die Bauphase sind insbesondere folgende Angaben maßgeblich:

Energiebedarf fossiler Brennstoffe durch Baumaschinen und Transportmittel

Bei der Errichtung des ggst. Vorhabens kommen auch elektrisch betriebene Baugeräte (z.B. elektrische Pumpen) zum Einsatz, die von dieselbetriebenen Stromaggregaten gespeist werden; der Energiebedarf für die Stromaggregate ist erfasst.

Im Zuge der Einreichplanung wurde je Vorhabensbestandteil ein Konzept zur Baudurchführung entwickelt (Einlage Nr. EB 03-01.01 und EB 03-01.02). Diese legen die Bauphasen sowie den Geräte- und Transportmitteleinsatz für die Errichtung des Vorhabens Bahnstromversorgung Koralmbahn fest.

Die Baudurchführung gliedert sich in die zwei unterschiedlichen Vorhabensbestandteile, die **110 kV und 20 kV Kabel** und die Errichtung der **Unterwerke und Frequenzumformer**. Die gesamte Bauzeit ist für beide Vorhabensbestandteile in Phasen nach den unterschiedlichen Stufen der Projektausführung (110kV und 20kV Kabel: Kabeltrassenherstellung, Muffenmontage etc.; UW/FU: Erdarbeiten, Betonarbeiten, E-Ausrüstung etc.) gegliedert, die sich teilweise zeitlich überlagern. Die Gesamtdauer der Bauphasen, von der Baustelleneinrichtung bis zur Fertigstellung, erstreckt sich für die Kabelherstellung je nach Abschnitt voraussichtlich über 44 bis 52 Wochen und für die Errichtung der Unterwerke und Frequenzumformer voraussichtlich über 2 Jahre (ca. 104 Wochen). Die Arbeitszeit beschränkt sich gem. der Berichte „Baudurchführung“ (Einlage Nr. EB 03-01.01 und EB 03-01.02) auf Werktage (Montag bis Freitag) von 6:00 bis 19:00 Uhr (13 Stunden).

Es ist festzuhalten, dass die ermittelten Angaben für den Verbrauch fossiler Brennstoffe nur Schätzwerte auf Basis des derzeitigen Projektstands darstellen, da der endgültige Einsatz von Baumaschinen und Fahrzeugen erst im Zuge der Baudurchführung präzisiert wird.

5.1.2 110 kV und 20 kV Kabel

Die Bauarbeiten zum 110 kV und 20 kV Kabel sind in neun Bauphasen unterteilt, die sich teilweise zeitlich überlagern und eine Baudauer von 44 bzw. 52 Wochen je nach Abschnitt in Anspruch nehmen. Insgesamt ist eine Bauzeit von 162 Wochen für die Errichtung der Kabel vorgesehen.

Details zum genauen Bauablauf in den einzelnen Bauabschnitten sind der Einlage EB 03-01.01 Baudurchführung 110 kV und 20 kV Kabel zu entnehmen. Die Dauer der jeweiligen Bauphasen (aggregiert je Abschnitt), die im Zuge der Bauarbeiten zum Einsatz kommenden, mit fossilen Brennstoffen betriebenen Baumaschinen sowie die Transportfahrzeuge sind in der nachfolgenden Tabelle dargestellt:

BAUDURCHFÜHRUNG 110KV UND 20 KV KABEL BAUGERÄTEEINSATZ NACH BAUPHASEN			
Bauphase	Dauer	Baugeräteinsatz	Transportfahrzeuge
Baustelle einrichten	10 Wochen	-	LKW
Vermessungsarbeiten	2 Wochen	-	PKW
Kabeltrassenherstellung Trog	3 Wochen	Kleinbagger, Muldenkipper	LKW
Kabeltrassenherstellung Rohr	6 Wochen	Kleinbagger, Muldenkipper	LKW, Pritschenwagen
Kabelverlegearbeiten	129 Wochen	Kabelzugwinde, Schubraupen, Trommelwagen,	LKW, Pritschenwagen
Muffenmontage	135 Wochen	Stromaggregate	Kastenwagen
Montage Endverschlüsse	12 Tage	Stromaggregate	Kastenwagen
Rekultivierungsarbeiten	4 Wochen	Kleinbagger, Muldenkipper	LKW, Pritschenwagen
Baustelle räumen	13 Wochen	-	LKW

Tabelle 4: Bauphasen im Zuge der Baudurchführung 110 kV und 20 kV Kabel (siehe Einlage EB 03-01.01 Baudurchführung)

Die für die Errichtung der 110 kV und 20 kV Kabel eingesetzten Baumaschinen inkl. Emissionsangaben sind in der nachfolgenden Tabelle 4 ersichtlich:

EMISSIONSFAKTOREN BAUGERÄTE 110KV UND 20KV KABEL VERBRAUCH FOSSILER BRENNSTOFFE UND CO₂-EMISSIONEN			
Baugerät	Leistungsklasse	Verbrauch [kg/h]	CO₂ [kg/h]
Muldenkipper	75-130 kW	7,9322	24,9870
Kleinbagger	75-130 kW	10,4722	32,9881
Schubraupe	18-37 kW	3,4228	10,7821
Stromaggregat	<18 kW	1,7088	5,3828
Trommelwagen	18-37 kW	3,4228	10,7821
Kabelzugwinde	18-37 kW	3,4228	10,7821

Tabelle 5: Baumaschinen zur Errichtung der 110kV und 20kV Kabel nach BAFU

Im Zuge der Errichtung sind maximal 10 LKW Fahrten/Tag notwendig um eine reibungslose Bauabwicklung zu gewährleisten. Dies gilt sowohl für die Herstellung der Kabelwege als auch für die Kabelverlegearbeiten.

Die Transportwege wurden jeweils von der Baustelle bis zum hochrangigen Straßennetz (und damit den Autobahn- bzw. Schnellstraßen) angenommen. Die Transportwege im hochrangigen Straßennetz wurden nicht mehr in die Berechnungen miteinbezogen, zumal das Fahrzeugaufkommen auf dieser Betrachtungsebene als nicht relevant zu bezeichnen ist.

Die Abschätzung des Verbrauchs an fossilen Brennstoffen durch Baumaschinen für die Kabelherstellung ist in Tabelle 5 dargestellt. Die Berechnungen haben ergeben, dass insgesamt für den Baumaschineneinsatz zur Errichtung der 110 kV und 20 kV Kabel ca. **134 Tonnen Treibstoff** benötigt werden, dies entspricht einem Energieaufwand von ca. **5.732 GJ** (siehe Tabelle 6).

Weiters kommen zur Anlieferung und zum Abtransport Straßen-LKW zum Einsatz, für deren Betrieb im Kabelabschnitt ca. **28 Tonnen Treibstoff** benötigt werden, dies entspricht einem Energieaufwand von **1.205 GJ** (siehe Tabelle 7).

BAUGERÄTE 110 KV UND 20 KV KABEL EINSATZ FOSSILER BRENNSTOFFE											
Bauphase	Baugeräte	Anzahl [Stk]	Einsatzzeit / Baugerät [Wochen]	Einsatz-dauer [%]	Einsatz-dauer [h/d]	Einsatzzeit / Baugerät [h]	Einsatzdauer gesamt [h]	Emissionsfaktor [kg/h]	Energieeinsatz [t]	Energieeinsatz [t]	Energieaufwand [GJ]
Kabeltrassenherstellung Trog	Kleinbagger	2	3	50%	7	98	195	10,4722	2,0	3,0	126,5
	Muldenkipper	2	3	30%	4	59	117	7,9322	0,9		
Kabeltrassenherstellung Rohr	Kleinbagger	2	6	50%	7	195	390	10,4722	4,1	5,9	253,1
	Muldenkipper	2	6	30%	4	117	234	7,9322	1,9		
Kabelverlegearbeiten	Kabelzugwinde	1	129	70%	9	5.870	5.870	3,4228	20,1	97,5	4.155,4
	Schubraupen	3	129	40%	5	3.354	10.062	3,4228	34,4		
	Trommelwagen	1	129	70%	9	5.870	5.870	3,4228	20,1		
	Stromaggregate	2	129	80%	10	6.708	13.416	1,7088	22,9		
Muffenmontage	Stromaggregate	2	135	80%	10	7.020	14.040	1,7088	24,0	24,0	1.022,0
Montage Endverschlüsse	Stromaggregate	2	12	80%	10	624	1.248	1,7088	2,1	2,1	90,8
Rekultivierungsarbeiten	Kleinbagger	1	4	50%	7	130	130	10,4722	1,4	2,0	84,4
	Muldenkipper	1	4	30%	4	78	78	7,9322	0,6		
Baugeräte gesamt										134,6	5.732,3

Datengrundlagen: ÖBB Infrastruktur AG, Berechnung: RaumUmwelt Planungs-GmbH

Tabelle 6: Verbrauch fossiler Brennstoffe (in t) durch Baumaschinen, 110 kV und 20 kV Kabel

Annahmen:
 5 Arbeitstage pro Woche
 Arbeitszeit pro Tag: 13 Stunden

STRASSEN-LKW 110KV UND 20 KV KABEL EINSATZ FOSSILER BRENNSTOFFE					
Baufahrzeuge*)	Einsatzzeit [Wochen]	Anzahl der Fahrten pro Tag [Fahrten/d]	Transportstrecke gesamt [km]	Energieeinsatz [t]	Energieaufwand [GJ]
Straßen-LKW	162	10	121.500	28,29	1205,3
				28,29	1205,3
<i>Datengrundlagen: ÖBB Infrastruktur AG, Berechnung: RaumUmwelt Planungs-GmbH</i>					

Tabelle 7: Verbrauch fossiler Brennstoffe (in t) durch Straßen-Lkw, 110kV und 20 kV Kabel

Annahmen/Anmerkungen:

5 Arbeitstage pro Woche
 durchschnittl. Fahrtlänge [km/Fahrt] 15
 davon Fahrtlänge außerorts [km/Fahrt] 10
 davon Fahrtlänge innerorts [km/Fahrt] 5

Heizwert Diesel: 42,6 MJ/kg

*) Die Fahrten der sonstigen in der Bauphase zum Einsatz kommenden Fahrzeuge (Pkw, Pritschenwagen und Kastenwagen) werden aufgrund des deutlich geringeren Verbrauchs und der geringen Fahrtstrecken vernachlässigt bzw. sind in den Lkw-Fahrten mitberücksichtigt.

Zusammenfassend ist bei der Herstellung der 110 kV und 20 kV Kabel der größte Energiebedarf im Zuge der Kabelverlegearbeiten zu verzeichnen. Insgesamt kommt es zu einem Verbrauch fossiler Brennstoffe von rd. **162 Tonnen**, dies entspricht einem Energieaufwand von rd. **6.938 GJ**.

5.1.3 Unterwerke und Frequenzumformer

Die Errichtung der Unterwerke und Frequenzumformer ist in sieben Bauphasen unterteilt, die sich teilweise zeitlich überlagern und insgesamt eine Baudauer von voraussichtlich 104 Wochen in Anspruch nehmen. Details zum genauen Bauablauf an den jeweiligen UW/FU-Standorten sind der Einlage EB 03-01.02 Baudurchführung Unterwerke und Frequenzumformer zu entnehmen. Die Dauer der jeweiligen Bauphasen, die im Zuge der Bauarbeiten zum Einsatz kommenden, mit fossilen Brennstoffen betriebenen Baumaschinen sowie die Transportfahrzeuge sind in der nachfolgenden Tabelle 8 dargestellt:

BAUDURCHFÜHRUNG UNTERWERKE UND FREQUENZUMFORMER BAUGERÄTEEINSATZ NACH BAUPHASEN			
Bauphase	Dauer	Baugeräteinsatz	Transportfahrzeuge
Baustelleneinrichtung	2 Wochen	-	LKW
Erdarbeiten	52 Wochen	Bagger, Dumper, Rüttelwalze	LKW
Betonarbeiten	52 Wochen	Betonpumpe, Autokran	Mischwagen, LKW
Stahlbau	3 Wochen	Autokran	LKW
E-Ausrüstung	104 Wochen	UNIMOG, Selbstfahrsteiger	LKW
Umspannertransport	2 Tage	-	LKW
Asphaltarbeiten	2 Wochen	Fertiger	LKW

Tabelle 8: Bauphasen im Zuge der Baudurchführung Unterwerke und Frequenzumformer (siehe Einlage EB 03-01.02 Baudurchführung)

Die für die Errichtung der Unterwerke und Frequenzumformer eingesetzten Baumaschinen inkl. Emissionsangaben sind in der nachfolgenden Tabelle 9 ersichtlich:

EMISSIONSFAKTOREN BAUGERÄTE UNTERWERKE UND FREQUENZUMFORMER VERBRAUCH FOSSILER BRENNSTOFFE UND CO₂-EMISSIONEN			
Baugerät	Leistungsklasse	Verbrauch [kg/h]	CO₂ [kg/h]
Bagger	56-75 kW	5,2035	16,3914
Dumper	18-37 kW	2,5997	8,1894
Rüttelwalze	<18 kW	0,9682	3,0501
Rüttelwalze	75-130 kW	5,6733	17,8713
Betonpumpe	<18 kW	2,8676	9,0330
Autokran	130-300 kW	15,1593	47,7531
UNIMOG	130-300 kW	22,0502	69,46
Fertiger	75-130 kW	5,6733	17,871
Selbstfahrsteiger	50 kW	3,5898	11,3082

Tabelle 9: Baumaschinen zur Errichtung der Unterwerke und Frequenzumformer nach BAFU

Im Zuge der Errichtung sind durchschnittlich 15 LKW-Fahrten und 10 PKW-Fahrten pro Tag für die Errichtung der jeweiligen Standorte (UW/FU Weststeiermark, des UW/FU Lavanttal und des UW Grafenstein) notwendig. Die 2 LKW-Fahrten pro Tag während des zweimonatigen Umbaus des UW Werndorf können als vernachlässigbar betrachtet werden. Die Transportwege wurden jeweils von der Baustelle bis zum hochrangigen Straßennetz (und damit den Autobahn- bzw. Schnellstraßen) angenommen. Die Transportwege im hochrangigen Straßennetz wurden nicht mehr in die Berechnungen miteinbezogen, zumal das Fahrzeugaufkommen (maximal 15 LKW-Fahrten pro Tag für die Errichtung der Unterwerke und Frequenzumformer) auf dieser Betrachtungsebene als nicht relevant zu bezeichnen ist.

Die Abschätzung des Verbrauchs an fossilen Brennstoffen durch Baumaschinen für die Unterwerke und Frequenzumformer ist in Tabelle 10 dargestellt. Die Berechnungen haben ergeben, dass insgesamt für den Baumaschineneinsatz zur Herstellung der Unterwerke und Frequenzumformer ca. **101 Tonnen Treibstoff** benötigt werden, dies entspricht einem Energieaufwand von ca. **4.281 GJ**.

Weiters kommen zur Anlieferung und zum Abtransport Straßen-LKW zum Einsatz, für deren Betrieb im ca. **91 Tonnen Treibstoff** benötigt werden, dies entspricht einem Energieaufwand von **3.897 GJ** (siehe Tabelle 11).

BAUGERÄTE UNTERWERKE UND FREQUENZUMFORMER EINSATZ FOSSILER BRENNSTOFFE											
Bauphase	Baugeräte	Anzahl [Stk]	Einsatzzeit / Baugerät [Wochen]	Einsatzdauer [%]	Einsatzdauer [h/d]	Einsatzzeit gesamt/ Baugerät [h]	Einsatzdauer gesamt [h]	Emissionsfaktor [kg/h]	Energieeinsatz [t]	Energieeinsatz [t]	Energieaufwand [GJ]
Erdarbeiten	Kleinbagger	3	52	50%	7	1.690	5.070	5,2035	26,4	34,2	1.458,0
	Dumper	2	52	30%	4	1.014	2.028	2,5997	5,3		
	Rüttelwalze 10 kW	1	52	20%	3	676	676	0,9682	0,7		
	Rüttelwalze 110kW	1	52	10%	1	338	338	5,6733	1,9		
Betonarbeiten	Betonpumpe	1	52	30%	4	1.014	1.014	2,8676	2,9	13,2	560,4
	Autokran	1	52	20%	3	676	676	15,1593	10,2		
Stahlbau	Autokran	1	3	30%	4	59	59	15,1593	0,9	0,9	37,8
E-Ausrüstung	Unimog	1	104	30%	4	2.028	2.028	22,0502	44,7	52,0	2.215,1
	Selbstfahrsteiger	1	104	30%	4	2.028	2.028	3,5898	7,3		
Asphaltarbeiten	Fertiger	1	2	30%	4	39	39	5,6733	0,2	0,2	9,4
Baugeräte gesamt										100,5	4.280,8
Datengrundlagen: ÖBB Infrastruktur AG, Berechnung: RaumUmwelt Planungs-GmbH											

Tabelle 10: Verbrauch fossiler Brennstoffe (in t) durch Baumaschinen, Unterwerke und Frequenzumformer

Annahmen:
5 Arbeitstage pro Woche
Arbeitszeit pro Tag: 13 Stunden

STRASSEN-LKW UNTERWERKE UND FREQUENZUMFORMER EINSATZ FOSSILER BRENNSTOFFE					
Baufahrzeuge	Einsatzzeit [Wochen]	Anzahl der Fahrten pro Tag [Fahrten/d]	Transportstrecke gesamt [km]	Energieeinsatz [t]	Energieaufwand [GJ]
Straßen-LKW	104	45	351.000	81,74	3.481,9
PKW	104	30	234.000	9,75	415,2
				90,48	3.897,2
Datengrundlagen: ÖBB Infrastruktur AG, Berechnung: RaumUmwelt Planungs-GmbH					

Tabelle 11: Verbrauch fossiler Brennstoffe (in t) durch Straßen-Lkw, Unterwerke und Frequenzumformer

Annahmen/Anmerkungen:
5 Arbeitstage pro Woche
durchschnittl. Fahrtlänge [km/Fahrt] 15
davon Fahrtlänge außerorts [km/Fahrt] 10
davon Fahrtlänge innerorts [km/Fahrt] 5
Heizwert Diesel: 42,6 MJ/kg

Zusammenfassend ist bei der Herstellung der Unterwerke und Frequenzumformer der größte Energiebedarf bei der E-Ausrüstung zu verzeichnen. Insgesamt kommt es zu einem Verbrauch fossiler Brennstoffe von rd. **192 Tonnen**, dies entspricht einem Energieaufwand von rd. **8.178 GJ**.

5.1.4 Zusammenfassung des Energiebedarfs in der Bauphase

Insgesamt werden zur Herstellung der Bahnstromversorgung Koralmbahn in der Bauphase durch den Baumaschineneinsatz sowie Transportfahrten ca. **355 Tonnen** fossiler Brennstoffe verbraucht, dies entspricht einem Energieaufwand von ca. **15.116 GJ**.

5.2 Betriebsphase

In der Betriebsphase ist der Energiebedarf der geplanten Anlagen darzulegen. Das Vorhaben setzt sich aus zwei parallel laufenden Systemen zusammen, dem **20 kV-System** (20 kV Kabel inkl. Frequenzumformer) sowie der **110 kV-Kabelverbindung inkl. Unterwerke**. Die 20 kV und 110 kV Kabel dienen der Übertragung von elektrischer Energie. Die transportierten Energieströme werden bei der Betrachtung des Energiebedarfs nicht berücksichtigt, da diese der Anlage nicht zufließen oder abgeführt werden, sondern nur übertragen (transportiert) werden.

Die Übertragung elektrischer Energie auf Hochspannungsleitungen stellt eine verlustarme Übertragung dar, da die Leistung, das Produkt aus Strom und Spannung, auf einem höheren Spannungslevel mit geringerem Strom übertragen werden kann. Damit werden weniger thermische Verluste produziert als bei Übertragung derselben Leistung mit 15 kV über die Oberleitungsanlage der Bahn. Die Leitungsverluste werden aufgrund der Erfahrungen aus dem Bahnstromnetz der ÖBB mit <0,5 % der übertragenen Energie angegeben.

In der Betriebsphase haben lediglich die **Unterwerke und Frequenzumformer** einen Eigenenergiebedarf. Der Energiebedarf stellt sich folgendermaßen dar:

ENERGIEBEDARF UNTERWERKE UND FREQUENZUMFORMER			
Standort	Energiebedarf Gesamt pro Jahr [GWh/a]	Energiebedarf Gesamt pro Jahr [GJ/a]	CO₂-Emissionen [t/a]
UW Werndorf	25,0	90.000	
UW/FU Weststeiermark	34,0	122.400	
UW/ FU Lavanttal	55,0	198.000	
UW Grafenstein	52,0	187.200	
	166,0	597.600	12.085
<i>Datengrundlagen: ÖBB Infrastruktur AG, Berechnung: RaumUmwelt Planungs-GmbH</i>			

Tabelle 12: Energiebedarf in der Betriebsphase

Die allfällig notwendigen Wartungsarbeiten während der Betriebsphase und damit verbundenen Fahrten sind vernachlässigbar gering (1-2 PKW-Fahrten pro Quartal zur Wartung der Kabel; vereinzelt Servicefahrten für den Betrieb der Unterwerke und Frequenzumformer).

6 KLIMARELEVANTE TREIBHAUSGASE

6.1 Emission klimarelevanter Treibhausgase

6.1.1 Bauphase

6.1.1.1 Überblick

In der Bauphase werden die direkten CO₂-Emissionen durch den Baustellenverkehr (Transportmittel) und Baumaschinen berücksichtigt. Bei der Errichtung des ggst. Vorhabens kommen auch elektrisch betriebene Baugeräte (z.B. elektrische Pumpen) zum Einsatz, die von dieselbetriebenen Stromaggregaten gespeist werden; der Energiebedarf für die Stromaggregate ist erfasst.

Im Zuge der Einreichplanung wurde je Vorhabensbestandteil ein Konzept zur Baudurchführung entwickelt (Einlage Nr. EB 03-01.01 und EB 03-02.01). Diese legen die Bauphasen sowie den Geräte- und Transportmitteleinsatz für die Errichtung des Vorhabens Bahnstromversorgung Koralmbahn fest.

Die Baudurchführung gliedert sich in die Errichtung/Verlegung der 110 kV und 20 kV Kabel(-wege) sowie die Errichtung der Unterwerke und Frequenzumformer. Die gesamte Bauzeit ist für beide Vorhabensbestandteile in Phasen nach den unterschiedlichen Stufen der Projektausführung (110kV und 20kV Kabel: Kabeltrassenherstellung, Muffenmontage etc; UW / FU: Erdarbeiten, Betonarbeiten, E-Ausrüstung etc) gegliedert, die sich teilweise zeitlich überlagern. Die Gesamtdauer der Bauphasen, von der Baustelleneinrichtung bis zur Fertigstellung, erstreckt sich für die Kabel voraussichtlich je nach Abschnitt über 44 bis 52 Wochen und für die Errichtung der Unterwerke und Frequenzumformer voraussichtlich über 2 Jahre (ca. 104 Wochen). Die Arbeitszeit ist gem. der Berichte „Baudurchführung“ (Einlage Nr. EB 03-01.01 und EB 03-01.02) ausschließlich werktags (Montag bis Freitag) von 6:00 bis 19:00 Uhr (13 Stunden).

Es ist festzuhalten, dass die ermittelten Angaben über CO₂-Emissionen nur Schätzwerte auf Basis des derzeitigen Projektstands darstellen, da der endgültige Einsatz von Baumaschinen und Fahrzeugen erst im Zuge der Baudurchführung präzisiert wird.

6.1.1.2 110 kV und 20 kV Kabel

Aus dem Einsatz von Baumaschinen, die mit fossilen Brennstoffen betrieben werden, resultieren für die Errichtung des 110 kV und 20 kV Kabels ca. **424 Tonnen CO₂** (siehe Tabelle 13). Infolge der Transportfahrten mit Lkw und Fahrmischern werden weitere **10 Tonnen CO₂** emittiert (siehe Tabelle 14).

BAUGERÄTE 110 KV UND 20 KV KABEL CO ₂ -EMISSIONEN										
Bauphase	Baugeräte	Anzahl [Stk]	Einsatzzeit / Baugerät [Wochen]	Einsatzdauer [%]	Einsatzdauer [h/d]	Einsatzzeit / Baugerät [h]	Einsatzdauer gesamt [h]	Emissionsfaktor [kg/h]	CO ₂ -Emissionen [t]	Energieaufwand [GJ]
Kabeltrassenherstellung Trog	Kleinbagger	2	3	50%	7	98	195	10,4722	6,4	9,4
	Muldenkipper	2	3	30%	4	59	117	7,9322	2,9	
Kabeltrassenherstellung Rohr	Kleinbagger	2	6	50%	7	195	390	10,4722	12,9	18,7
	Muldenkipper	2	6	30%	4	117	234	7,9322	5,8	
Kabelverlegearbeiten	Kabelzugwinde	1	129	70%	9	5.870	5.870	3,4228	63,3	307,3
	Schubraupen	3	129	40%	5	3.354	10.062	3,4228	108,5	
	Trommelwagen	1	129	70%	9	5.870	5.870	3,4228	63,3	
	Stromaggregate	2	129	80%	10	6.708	13.416	1,7088	72,2	
Muffenmontage	Stromaggregate	2	135	80%	10	7.020	14.040	1,7088	75,6	75,6
Montage Endverschlüsse	Stromaggregate	2	12	80%	10	624	1.248	1,7088	6,7	6,7
Rekultivierungsarbeiten	Kleinbagger	1	4	50%	7	130	130	10,4722	4,3	6,2
	Muldenkipper	1	4	30%	4	78	78	7,9322	1,9	
Baugeräte gesamt										423,9

Tabelle 13: CO₂-Emissionen (in t) durch Baumaschinen, 110 kV und 20kV Kabel

Annahmen:
5 Arbeitstage pro Woche
Arbeitszeit pro Tag: 13 Stunden

STRASSEN-LKW 110KV UND 20KV KABEL CO ₂ -EMISSIONEN				
Baufahrzeuge*)	Einsatzzeit [Wochen]	Anzahl der Fahrten pro Tag [Fahrten/d]	Transportstrecke gesamt [km]	CO ₂ -Emissionen [t]
Straßen-Lkw	162	10	121.500	81,45
				81,45
Datengrundlagen: ÖBB Infrastruktur AG, Berechnung: RaumUmwelt Planungs-GmbH				

Tabelle 14: CO₂-Emissionen (in t) durch Straßen-Lkw, 110 kV und 20 kV Kabel

Annahmen/Anmerkungen:
durchschnittl. Fahrtlänge [km/Fahrt] 15
davon Fahrtlänge außerorts [km/Fahrt] 10
davon Fahrtlänge innerorts [km/Fahrt] 5

Heizwert Diesel: 42,6 MJ/kg

*) Die Fahrten der sonstigen in der Bauphase zum Einsatz kommenden Fahrzeuge (Pkw, Pritschenwagen und Kastenwagen) werden aufgrund des deutlich geringeren Verbrauchs und der geringen Fahrtstrecken vernachlässigt.

Insgesamt kommt es durch den Baumaschineneinsatz sowie Transportfahrten zur Herstellung der 110kV und 20 kV Kabel zu CO₂-Emissionen in Höhe von ca. **505 Tonnen**.

6.1.1.3 Unterwerke und Frequenzumformer

Aus dem Einsatz von Baumaschinen, die mit fossilen Brennstoffen betrieben werden, resultieren für die Herstellung der Unterwerke und Frequenzumformer ca. **317 Tonnen CO₂** (siehe Tabelle 15). Infolge der Transportfahrten mit LKW werden weitere **263,34 Tonnen CO₂** emittiert (siehe Tabelle 16).

BAUGERÄTE UNTERWERKE UND FREQUENZUMFORMER										
CO₂-EMISSIONEN										
Bauphase	Baugeräte	Anzahl [Stk]	Einsatzzeit / Baugerät [Wochen]	Einsatzdauer [%]	Einsatzdauer [h/d]	Einsatzzeit gesamt/ Baugerät [h]	Einsatzdauer gesamt [h]	Emissionsfaktor [kg/h]	CO ₂ -Emissionen [t]	CO ₂ -Emissionen [t]
Erdarbeiten	Kleinbagger	3	52	50%	7	1.690	5.070	16,3914	83,1	107,8
	Dumper	2	52	30%	4	1.014	2.028	8,1894	16,6	
	Rüttelwalze 10 kW	1	52	20%	3	676	676	3,0501	2,1	
	Rüttelwalze 110kW	1	52	10%	1	338	338	17,8713	6,0	
Betonarbeiten	Betonpumpe	1	52	30%	4	1.014	1.014	9,0330	9,2	41,4
	Autokran	1	52	20%	3	676	676	47,7531	32,3	
Stahlbau	Autokran	1	3	30%	4	59	59	47,7531	2,8	2,8
E-Ausrüstung	Unimog	1	104	30%	4	2.028	2.028	69,4600	140,9	163,8
	Selbstfahrsteiger	1	104	30%	4	2.028	2.028	11,3082	22,9	
Asphaltarbeiten	Fertiger	1	2	30%	4	39	39	17,8712	0,7	0,7
Baugeräte gesamt										316,5
<i>Datengrundlagen: ÖBB Infrastruktur AG, Berechnung: RaumUmwelt Planungs-GmbH</i>										

Tabelle 15: CO₂-Emissionen (in t) durch Baumaschinen, Unterwerke und Frequenzumformer

Annahmen:
 5 Arbeitstage pro Woche
 Arbeitszeit pro Tag: 13 Stunden

STRASSEN-LKW UNTERWERKE UND FREQUENZUMFORMER				
CO₂-EMISSIONEN				
Baufahrzeuge	Einsatzzeit [Wochen]	Anzahl der Fahrten pro Tag [Fahrten/d]	Transportstrecke gesamt [km]	CO ₂ -Emissionen [t]
Straßen-Lkw	104	45	351.000	235,31
PKW	104	30	234.000	28,03
				263,34
<i>Datengrundlagen: ÖBB Infrastruktur AG, Berechnung: RaumUmwelt Planungs-GmbH</i>				

Tabelle 16: CO₂-Emissionen (in t) durch Straßen-Lkw, Unterwerke und Frequenzumformer

Annahmen/Anmerkungen:
 5 Arbeitstage pro Woche
 durchschnittl. Fahrtlänge [km/Fahrt] 15
 davon Fahrtlänge außerorts [km/Fahrt] 10
 davon Fahrtlänge innerorts [km/Fahrt] 5

Insgesamt kommt es durch den Baumaschineneinsatz sowie Transportfahrten zur Herstellung des Unterwerke und Frequenzumformer zu CO₂-Emissionen in Höhe von ca. **580 Tonnen**.

6.1.1.4 Zusammenfassung der CO₂-Emissionen in der Bauphase

Insgesamt werden zur Herstellung der Bahnstromversorgung Koralmbahn in der Bauphase durch den Baumaschineneinsatz sowie Transportfahrten CO₂-Emissionen in Höhe von ca. **1085 Tonnen** verursacht.

6.1.2 Betriebsphase

Der in Kapitel 5.2 berechnete Energiebedarf der Anlagen in der Betriebsphase von **166 GWh/a bzw. 597.600 GJ/a** entspricht CO₂-Emissionen von rund **12.085 Tonnen pro Jahr**.

6.2 Maßnahmen zur Reduktion klimarelevanter Treibhausgase

Das Klima- und Energiekonzept geht von der Strategie aus, den Energieeinsatz insgesamt zu minimieren. Dementsprechend sind folgende Maßnahmen für die Durchführung der Bauarbeiten in der Bauphase vorgesehen:

- Vermeidung von Leerfahrten;
- Optimierung der Bauabläufe zur Steigerung der Effizienz;
- Einsatz energieeffizienter und emissionsarmer Baumaschinen und Fahrzeuge;
- Reduktion der Laufzeiten durch Abschalten nicht benötigter Maschinen und Fahrzeuge.

Die im vorliegenden Klima- und Energiekonzept vorgesehenen Maßnahmen dienen der Erhöhung der Energieeffizienz und der Reduktion klimarelevanter Treibhausgase, insbesondere CO₂, im Bereich der Durchführung der Bauarbeiten und entsprechen dem Stand der Technik.

VERZEICHNISSE

6.3 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Vorhabensbestandteile Bahnstromversorgung Koralmbahn	7
---	---

6.4 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Emissionsfaktoren für Baumaschinen für 2020, 110kV und 20kV Kabel (BAFU Non-road- Datenbank, Stand: 22.03.2016).....	11
Tabelle 2: Emissionsfaktoren für Baumaschinen für 2020, UW7FU (BAFU Non-road- Datenbank, Stand: 22.03.2016)	12
Tabelle 3: Emissionsfaktoren für Lkw und PKW für 2020 (HBEFA, Vers. 3.2)	12
Tabelle 4: Bauphasen im Zuge der Baudurchführung 110 kV und 20 kV Kabel (siehe Einlage EB 03-01.01 Baudurchführung).....	14
Tabelle 5: Baumaschinen zur Errichtung der 110kV und 20kV Kabel nach BAFU	14
Tabelle 6: Verbrauch fossiler Brennstoffe (in t) durch Baumaschinen, 110 kV und 20 kV Kabel.....	15
Tabelle 7: Verbrauch fossiler Brennstoffe (in t) durch Straßen-Lkw, 110kV und 20 kV Kabel.....	16
Tabelle 8: Bauphasen im Zuge der Baudurchführung Unterwerke und Frequenzumformer (siehe Einlage EB 03-01.02 Baudurchführung).....	16
Tabelle 9: Baumaschinen zur Errichtung der Unterwerke und Frequenzumformer nach BAFU.....	17
Tabelle 10: Verbrauch fossiler Brennstoffe (in t) durch Baumaschinen, Unterwerke und Frequenzumformer	18
Tabelle 11: Verbrauch fossiler Brennstoffe (in t) durch Straßen-Lkw, Unterwerke und Frequenzumformer	18
Tabelle 12: Energiebedarf in der Betriebsphase	19
Tabelle 13: CO ₂ -Emissionen (in t) durch Baumaschinen, 110 kV und 20kV Kabel	21
Tabelle 14: CO ₂ -Emissionen (in t) durch Straßen-Lkw, 110 kV und 20 kV Kabel.....	21
Tabelle 15: CO ₂ -Emissionen (in t) durch Baumaschinen, Unterwerke und Frequenzumformer.....	22
Tabelle 16: CO ₂ -Emissionen (in t) durch Straßen-Lkw, Unterwerke und Frequenzumformer	22

6.5 Quellen- und Literaturverzeichnis

BAFU (Stand: 22.03.2016): Non-road Datenbank, <http://www.bafu.admin.ch/luft/00596/06906/offroad-daten>

BMLFUW (2009): UVP-G-Novelle 2009 Kurzinformation für UVP-Behörden

HBEFA (2015): Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs 3.2; UBA Berlin/UBA Bern/UBA Wien

6.6 Abkürzungsverzeichnis

BGBI.	Bundesgesetzblatt
EVU	Energieversorgungsunternehmen
FU	Frequenzumformer
GJ	Gigajoule
GWh	Gigawattstunde
idF	in der Fassung
idgF	in der geltenden Fassung
UVP	Umweltverträglichkeitsprüfung
UVP-G 2000	Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz 2000
UW	Unterwerk