



## Geotechnischer Bericht

# Anschluss Tann

Objekt: 110-kV-Kabelleitung Anschluss Tann 1 und 2, LH-08-O58/1 und O58/2

Version: 1.3

Auftraggeber: SPIE SAG GmbH Ergolding  
Landshuter Straße 65  
84030 Ergolding

im Auftrag der: Bayernwerk Netz GmbH  
Luitpoldplatz 5  
95444 Bayreuth

Berichtsdatum: 22.09.2017

Projektnummer: L16/II-355.213

Bearbeiter: Dipl.-Geogr. Kerstin Scholz

Berichtsumfang: Text: 27 Seiten  
Anlagen: 7

  
Dipl.-Geogr. Marco Vierkant  
geschäftsführender Gesellschafter



  
Dipl.-Geogr. Kerstin Scholz  
Bearbeiter

Hauptsitz  
Am Oberen Anger 9  
04435 Schkeuditz

Niederlassung Süd  
Röhrenbach 16  
88633 Heiligenberg

Niederlassung Gera  
Arndtstraße 5  
07545 Gera

Projektbüro Koblenz  
Jakob-Hasslacher-Str. 4  
56070 Koblenz

**I - Änderungshistorie**

Version	Aktualisierungsdatum	Bearbeiter	Freigegeben durch / am	Kurzbeschreibung / Anlass der Änderung
1.0	24.04.2017	Scholz / Ortlepp	Azendorf / 24.04.2017	Erstellung geotechnischer Bericht
1.1	18.07.2017	Scholz	Azendorf / 18.07.2017	Anpassungen geotechnischer Bericht
1.2	04.09.2017	Scholz	Vierkant / 04.09.2017	Anpassungen geotechnischer Bericht an aktuelle Kabelführung
1.3	22.09.2017	Trebeck	Azendorf / 22.09.2017	Überarbeitung und redaktionelle Änderungen



## II - Inhaltsverzeichnis

<b>1. Veranlassung</b>	<b>4</b>
<b>2. Methodik</b>	<b>5</b>
<b>3. Landschaft</b>	<b>6</b>
3.1 Geologie und Relief	6
3.2 Hydrologie	7
3.3 Klima	8
<b>4. Baugrundcharakteristik / Baugrundmodell</b>	<b>8</b>
<b>5. Baugrundbeurteilung und Gründungshinweise für die offene Bauweise</b>	<b>10</b>
5.1 Baugrubensohle	10
5.1.1 Lagestabilität / Aushubplanum	10
5.1.2 Auftriebssicherung der Leitung	11
5.1.3 Bettungsmaterialien	11
5.1.4 Querriegel	11
5.2 Bau-/Fundamentgruben	12
5.3 Rammbarkeit	12
5.4 Wasserhaltung	13
5.5 Bodenaushub / Wiedereinbau	14
5.5.1 Wiedereinbau aus bodenmechanischer Sicht	14
5.5.2 Wiedereinbau aus abfalltechnischer Sicht	16
<b>6. Baugrundbeurteilung und Gründungshinweise für die geschlossene Bauweise</b>	<b>19</b>
6.1 Bohrbarkeit	20
6.2 Grundwassereinfluss	20
6.3 Bodenverformung infolge der Durchörterungen	20
6.4 Tiefenlage des Erdkabels	22
<b>7. Baugrundbeurteilung und Hinweise zur Bauausführung für die Verlegung mittels Rohrpfug</b>	<b>22</b>
7.1 Bodenmechanische Prozesse beim Einpflügen	22
7.2 Lagestabilität der Rohre	23
7.3 Verschließen der Oberfläche	23
<b>8. Baugrundbeurteilung und Hinweise zur Bauausführung für den Mastneubau (Mast 31 neu)</b>	<b>24</b>



---

8.1	Gründungssohle	24
8.2	Weitere Hinweise zur Bauausführung	24
<b>9.</b>	<b>Hinweise für den Rückbau des Bestandsmastes (Mast 31)</b>	<b>25</b>
<b>10.</b>	<b>Weitere Hinweise zur Bauausführung</b>	<b>25</b>
<b>11.</b>	<b>Schlussbemerkung</b>	<b>26</b>
<b>12.</b>	<b>Quellenverzeichnis</b>	<b>27</b>

### Anlagen

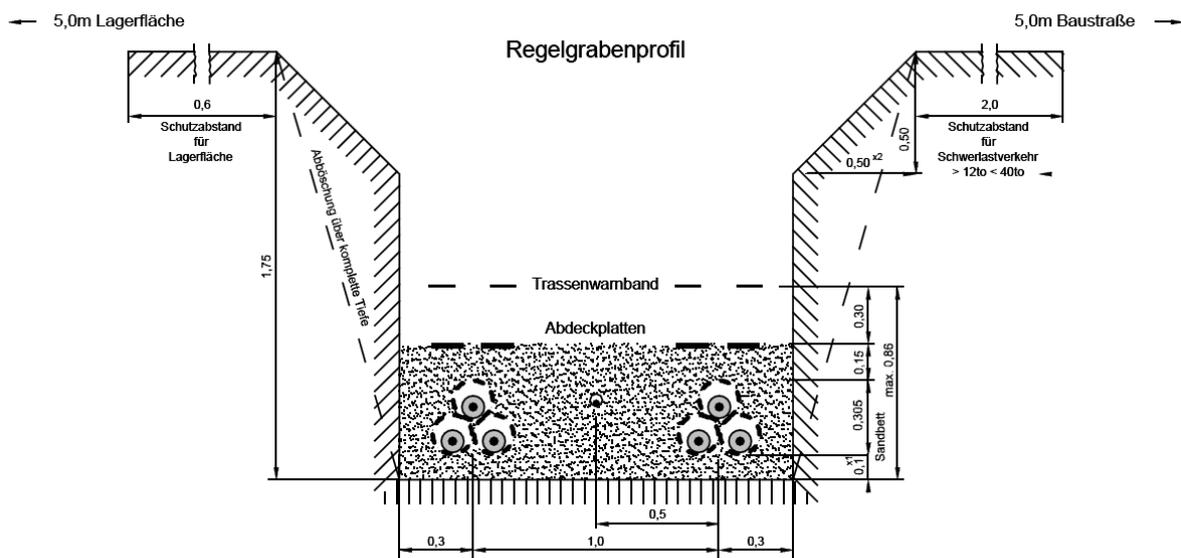
- 1 Übersichtsplan mit Schummerungskarte und Bohransatzpunkten
- 2 Sondierdokumentation
- 3 Profilpläne mit Homogenbereichen
- 4 Hangneigungskarte
- 5 Laboranalytik
- 6 Grundwasserisohypsenplan
- 7 Mastdokumentation



## 1. Veranlassung

Die SPIE SAG GmbH Ergolding plant im Auftrag der Bayernwerk Netz GmbH den Bau der 110-kV-Kabelleitung Anschluss Tann (Leistungsnummer LH-08-O58/1 und LH-08-O58/2). Die Kabelleitung beginnt am Mast 31neu der 110-kV-Leitung Simbach – Pfarrkirchen (Leistungsnummer LH-08-O58) im Bereich der Gemeinde Reut / Gemarkung Randling und endet am neun Umspannwerk Tann in der Gemeinde Markt Tann / Gemarkung Zimmern im Landkreis Rottal - Inn / Bayern. Die Trasse ist ca. 5,9 km lang. Der bestehende Mast 31 der 110-kV-Leitung Simbach – Pfarrkirchen wird komplett zurück gebaut und ca. 15 m in südsüdwestlicher Richtung als Winkelabspannmast mit Kabelübertragungstraverse zum Anschluss des Kabels an die Freileitung neu errichtet.

Die Verlegung der Erdkabel soll nach derzeitiger Planung in offener Bauweise sowie mittels Pflugverfahren in einer Tiefe von ~ 1,65 m unter Geländeoberkante GOK erfolgen. An 11 Straßen- und Gewässerquerungen ist eine grabenlose Verlegung mittels Horizontalspülbohrverfahren (HDD) bis maximal 8 m unter GOK vorgesehen. Die Leitungstrasse besteht aus zwei parallelen Strängen mit jeweils drei Kabeln in insgesamt sechs PE-/PP- Schutzrohren mit einer Nennweite von DN160. Hinzu kommt ein LWL- Schutzrohr der Nennweite DN50. Das Regelgrabenprofil ist nachfolgend dargestellt:



**Abb. 1:** Darstellung des geplanten Regelgrabenprofils (Quelle: SPIE SAG GmbH)

Neben den beiden Kabelübergangsanlagen am Mast (Kabelübertragungstraverse) und im Umspannwerk sind im Kabelverlauf acht weitere Muffenstandorte (6 Verbindungsmuffen, 2 Crossbonding- Muffen) vorgesehen.

Die Buchholz + Partner GmbH wurde mit der Baugrunderkundung und -beurteilung beauftragt. Die Festlegung des Untersuchungsprogramms inkl. der Erkundungstiefen erfolgte in Abstimmung mit dem Auftraggeber.

## 2. Methodik

Zur Begutachtung des Baugrundes nach DIN 4020 und EC7 / DIN 1054:2010 sowie zur Ermittlung der hydrologischen und geologischen gründungsrelevanten Informationen und Parameter wurden folgende Methoden eingesetzt:

- **Vorerkundung** Auswertung von geologischen, hydrologischen und topographischen Quellen, Auswertung von Planungsunterlagen, Ämteranfragen zu hydrologischen und naturschutzrechtlichen Belangen, Internetrecherche.
- **Baugrunderkundung** mittels Rammkernsondierung (RKS) und Rammsondierung mit der schweren Rammsonde (DPH) zur Bestimmung der Lagerungsdichte anstehender Erdstoffe. Die angetroffenen Schichten wurden gemäß DIN EN ISO 14688 / 4023 (Schichtprotokoll und Bohrprofil) dokumentiert.
- **Bodenmechanische Laboruntersuchung** zur Ermittlung der Korngrößenverteilung (DIN 18123) und des natürlichen Wassergehaltes (DIN 18121, T1) sowie der Trockenrohdichten der anstehenden Erdstoffe im Verlegetiefenbereich.
- **Chemische Laboruntersuchung** zur Ermittlung der Betonaggressivität (DIN 4030) der anstehenden Erdstoffe im Verlegetiefenbereich bzw. der Bodenwässer sowie für die Zuordnung anthropogen veränderter / umgelagerter Erdstoffe / Bodenaushub in Einbauklassen nach LAGA, TR Boden (Stand 2004, Mindestuntersuchung).
- **Baugrundcharakteristik** nach DIN 18196, 18300, 18130, 18301 u.a. relevanten Standards.
- **Baugrundmodell** nach DIN 1055.

Entlang der geplanten Kabeltrasse erfolgte die Erkundung mittels unverrohrter Rammkernbohrungen bis 5,0 m unter GOK in einem Abstand von ca. 150 m. An den geplanten Durchörterungen (grabenlose Verlegetechnik) wurde eine Endteufe von maximal 7,0 m unter GOK an den jeweiligen Start- bzw. Zielgruben in Abstimmung mit dem Auftraggeber festgelegt. Zur Ermittlung der Lagerungsdichte der anstehenden Erdstoffe wurden Rammsondierungen mit der schweren Rammsonde (DPH) vor allem an den geplanten Start- / Zielgruben der vorgesehenen Durchörterungsbereiche durchgeführt.



Insgesamt wurde folgendes Erkundungsprogramm (Stand 05.12.2016) durchgeführt:

**Tab. 1:** Methodik

Direkte Baugrundaufschlüsse					
Rammkernsondierung		Rotationskernbohrung		Sonstige	
Anzahl	Tiefe (m)	Anzahl	Tiefe (m)	Anzahl	Tiefe (m)
44	3,3 <sup>1)</sup> – 7,0	-	-	-	-
Indirekte Baugrundaufschlüsse					
schwere Rammsondierung		SPT		Drucksondierung	
Anzahl	Tiefe (m)	Anzahl	Tiefe (m)	Anzahl	Tiefe (m)
21	3,6 <sup>1)</sup> -8,0	-	-	-	-
Probenahme					
Bodenproben			Wasserproben		
Mischproben	Schichtproben	Kerne			
-	110	-	-		
Analytik Boden					
Siebanalyse	Sieb-/Schlämmanalyse	Trockendichte	LAGA	Stahlkorr.	Betonaggr.
-	18	10	6	-	15
Analytik Grundwasser					
Betonaggress.	Stahlkorrosiv.	LAWA	Sonstige		
-	-	-	-		

<sup>1)</sup> Abbruch wegen zu hoher Lagerungsdichten und fehlendem Bohrfortschritt

### 3. Landschaft

#### 3.1 Geologie und Relief

Das Untersuchungsgebiet befindet sich im niederbayerischen Tertiärhügelland als Teil des süddeutschen Molassebeckens. Dieser Sedimenttrog stellte im Tertiär eine Vortiefe der Alpen dar, in welcher der Abtragungsschutt des wachsenden Gebirges als Molassesedimente abgelagert wurde. Die Sedimentation von fein- bis grobklastischen Materialien erfolgte unter wechselnden Umweltbedingungen im Bereich von Flüssen und in teils von Meer erfüllten, teils von Brack- und Süßwasserseen durchsetzten Vorlandbecken. Die oberen 100 bis 250 m werden vor allem durch die limnisch-fluviatilen Ablagerungen der oberen Süßwassermolasse gebildet. Typisch ist ein kleinräumiger Wechsel von Tonen, Schluffen, Mergeln, Sanden und Kiesen in unterschiedlichen Verfestigungsgraden, die sich horizontal verzahnen und fließend ineinander übergehen können (Homogenbereiche 2 bis 5). Mit dem beginnenden Quartär führte eine Klimaverschlechterung zu wiederholten Gletschervorstößen und ausgedehnten Vorlandvereisungen. Dabei lag das Untersuchungsgebiet im nicht vergletscherten Periglazialgebiet. Nach der Phase der flächenhaften Sedimentation im Tertiär dominierten im Pleistozän landschaftsprägende Abtragungs- und



Umlagerungsprozesse. Aufgrund der Wechsellagerung von grobklastischen wasserleitenden und feinklastischen wasserstauenden Schichten in Kombination mit Schichtwasserquellen in verschiedenen Höhenlagen bildete sich ein weit verzweigtes Talsystem heraus. Die heutige Landschaft mit einer Vielzahl von Höhenrücken und Hügeln, welche von Tälern ca. 30 – 50 m tief zerschnitten sind, bildete sich heraus. Neben der verstärkten Seiten- und Tiefenerosion der Fließgewässer kam es infolge der Auftau- und Gefrierprozesse zu flächenhaften Umlagerungsprozessen (Denudation) und Bodenfließen (Solifluktion). Aufgrund der unterschiedlichen Sonneneinstrahlung bzw. Auftautiefen erfolgte an den westexponierten Hängen eine stärkere Denudation als an den ostexponierten Hängen, sodass asymmetrische Täler herausgebildet wurden (z.B. Tal des Duschelbaches, Tanner Baches oder Mühlreither Grabens). Zusätzlich erfolgte die Ablagerung von schluffigen Materialien (Löss), welche in den Schotterfluren der Schmelzwasserrinnen (z.B. Inn) von starken Winden verweht und im Hügelland wieder abgelagert wurden. Die Lössen vermengten sich mit den durch Frostsprengung, Kryoturbation und Solifluktion umgelagerten Molassesedimenten. Diese Sedimente werden als periglaziale Deckschichten (Homogenbereich 1) bezeichnet und bilden im Untersuchungsgebiet fast flächendeckend den Baugrund zwischen GOK und max. 5 m u. GOK. Gekennzeichnet sind die periglazialen Deckschichten in der Regel durch sandig, tonige Schluffe mit unterschiedlichen Kiesanteil (entsprechend des Ausgangsgesteins) und weichplastischer bis steifplastischer Konsistenz.

Die Trasse quert mehrere Höhenrücken und Täler, sodass an zahlreichen Abschnitten die starke Hangneigung längs und quer zur Trasse für die Bautätigkeit berücksichtigt werden sollte (Vgl. Anlage 1 und 4). Die einzelnen Abschnitte mit Angabe der zu erwartenden Hangneigungen können Anlage 3 entnommen werden.

Beschreibungen zu Bodentypen bzw. -vergesellschaftungen, deren Gefährdungspotenziale und darauf basierende Empfehlungen zu bodenschonenden Maßnahmen während der Baumaßnahme können dem Bodenschutzkonzept (Projekt-Nr.: L16-II-355.213-1) entnommen werden.

### 3.2 Hydrologie

Die Hügellandschaft ist vor allem durch Sickerwasser- und Hangwassereinflüsse im oberflächennahen Untergrund geprägt. Ein zusammenhängender Grundwasserleiter ist erst in den tieferliegenden tertiären Sedimenten ausgebildet, dessen Grundwasseroberfläche anhand den Angaben des LfU Bayerns ca. 435 m ü. NN erwartet werden kann (vgl. Anlage 6 Grundwasserisohypsenplan). Die absolut tiefste Verlegetiefe des Kabels liegt bei ca. 441 m ü. NN und befindet sich am Ende der Trasse im Bereich der Unterörterung der Kronwittener Straße nach Muffe 8 (Kilometrierung 5+235 bis 5+300). Dementsprechend werden die Grundwassergleichen des tertiären Grundwasserleiters nicht durch das Erdkabel unterschritten.

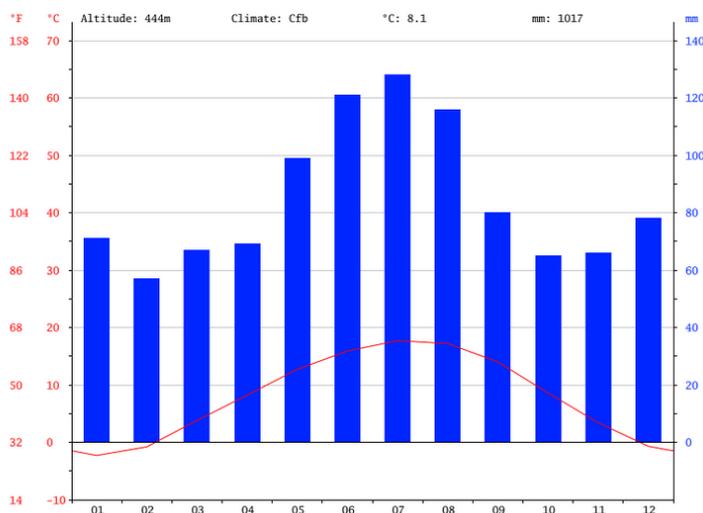
Die bei der Erkundung angetroffenen Wässer sind daher als Schichtwässer bzw. als schwebender Grundwasserleiter anzusprechen. Es handelt sich dabei um Sickerwasser, welches oberhalb von sehr feinkörnigen Schichten aufgestaut und als Interflow dem nächsten Vorfluter zugeführt wird. Die Schicht- und Hangwassereinflüsse sind vor allem im Unterboden wirksam (Wechselfeuchtstandorte mit starken niederschlagsabhängigen Wasserstandsschwankungen). Wassershizonte oberhalb von 3,5 m unter GOK sind selten und können nur in den Sohlbereichen der Tälchen auftreten.



### 3.3 Klima

Im Untersuchungsgebiet herrscht ein Übergangsklima, welches durch ganzjährige, aber im Sommer erhöhte Niederschläge sowie durch gemäßigte Temperaturen mit im Jahresverlauf stärkeren Schwankungen und einem Sommermaximum charakterisiert werden kann. Stellvertretend für die Region ist das Klimadiagramm von Tann in Abbildung 2 dargestellt. In Abhängigkeit der zu erwartenden Niederschlagsmengen und Sonneneinstrahlung bieten sich als günstige Monate für die Baumaßnahme September bis November an.

**KLIMADIAGRAMM FÜR TANN**



**Abb. 2:** Klimadiagramm Tann (Quelle: <https://de.climate-data.org/>)

### 4. Baugrundcharakteristik / Baugrundmodell

Anhand der Vorerkundung und der Ergebnisse der Baugrunduntersuchung treten im gesamten Untersuchungsgebiet in der Kabelverlegetiefe fünf Homogenbereiche (Bereiche ähnlicher Baugrund-/ Untergrundeigenschaften) auf, welche im Profilschnitt (Anlage 3) gekennzeichnet und in Tabelle 3 charakterisiert sind.

Im Bereich der Muffenstandorte und an einzelnen weiteren Standorten wurden die Bodenproben auf Betonaggressivität analysiert (Ergebnisprotokolle Anlage 7).

**Tab. 2:** Übersicht der ermittelten Betonaggressivitäten

Ermittelte Betonaggressivität der Grundwässer			Ermittelte Betonaggressivität der Grundwässer		
Sondierpunkt	Entnahmetiefe [m u. GOK]	Expositionsklasse	Sondierpunkt	Entnahmetiefe [m u. GOK]	Expositionsklasse
AP 7	4,8-6,5 / HB 4	nicht angreifend	AP 27	0,3-3,7 / HB 1	XA 1
AP 11	4,0-7,0 / HB 3	nicht angreifend	AP 28	0,5-1,4 / HB 1	XA 1
AP 12	0,3-1,4 / HB 1	XA 1	AP 30	1,5-4,5 / HB 4	nicht angreifend
AP 12	1,4-2,9 / HB 1	XA 1	AP 31	1,4-4,1 / HB 4	nicht angreifend
AP 15	0,3-2,3 / HB 1	nicht angreifend	AP 32	1,4-4,1 / HB 4	XA 1
AP 16	0,3-3,6 / HB 1	XA 1	AP 35	1,4-3,9 / HB 2	nicht angreifend
AP 22	0,4-4,5 / HB 2	nicht angreifend	AP 39	2,7-7,0 / HB 4	nicht angreifend
AP 24	1,4-3,1 / HB 2	nicht angreifend			



Tab. 3: Übersicht der Homogenbereiche / Baugrundcharakteristik- und Baugrundmodell

Merkmals	Maßeinheit	Schicht 1a	Schicht 1b	Schicht 1c	Schicht 2a	Schicht 2b	Schicht 2d	Schicht 3a	Schicht 3b	Schicht 3c	Schicht 4a	Schicht 4b	Schicht 4c	Schicht 5	
Schichtbezeichnung		periglazialer Decklehm			Molassekies			Molassefeinsand			Molasseschluff / -mergel			Molasseton	
Schichtoberkante / -unterkante	m u. GOK	0 / 1,0 – 4,5			0,3 – 3,8 / 2,9 – ≥ 5,5			0,3 – 5,9 / 2,1 – ≥ 7,0			1,0 - 3,9 / 4,0 – ≥ 7,0			3,0 – 3,9 / 4,0 – 4,8	
Körnung n. DIN 18196		U, s*-s, t*-t'			G, s*-s, u-u', z.T. t'			fS, u*-u', z.T. ms-ms', t'-t			U, fs*-fs', t*-t', z.T. ms			T, u*-u, z.T. fs-fs'	
Bodenart nach DIN 18196		UL, UM, UA			GU, GU*			SU*, SU			UL, UM, UA			TL	
Bodenart nach KA5		Uls, Lu, Slu, Ls2			G5			SU3, SI3, SI4			Ut2, Ut3			Tu2	
Bohrbarkeitsklasse DIN 18301		BK 4			BK 3 – 5 <sup>2)</sup>			BK 3			BK 4			BK 4	
Durchlässigkeit K <sub>f</sub> <sup>3)</sup>	m/s	10 <sup>-7</sup> - 10 <sup>-9</sup>			10 <sup>-3</sup> - 10 <sup>-6</sup>			10 <sup>-6</sup> - 10 <sup>-8</sup>			10 <sup>-8</sup> - 10 <sup>-9</sup>			10 <sup>-9</sup> - 10 <sup>-11</sup>	
natürlicher Wassergehalt	%	10 - 40			2 - 15			5 - 30			10 - 40			20 - 45	
Verdichtbarkeitsklasse		V3			V1 - V2			V1 - V2			V3			V3	
Frostempfindlichkeitsklasse		F3			F2 - F3			F2 - F3			F3			F3	
Lagerungsdichte / Konsistenz DPH <sup>4)</sup>	N <sub>10</sub>	weichplastisch	steifplastisch	halbfest	locker	mitteldicht	sehr dicht	locker	mitteldicht	dicht	weichplastisch	steifplastisch	halbfest	steifplastisch	
					1,9	6,6	27,0	2,8	8,8	15,8					
Bodenklasse DIN 18301		BB2	BB2	BB3	BN1 - BN2, BS 1 <sup>5)</sup>			BN1 - BN2			BB2	BB2	BB3	BB2	
Bodenklasse DIN 18319		LBM1, P1-2	LBM2, P1-2		LNW1, S1 <sup>5)</sup>	LNW2, S1 <sup>5)</sup>	LNW3, S1 <sup>5)</sup>	LN1	LN2	LN3	LBM1, P1-2	LBM2, P1-2		LBM2, P1	
Bodenkennziffer B <sub>k</sub>		4	3	2	3	2,5	1,5	3	2,5	2	4	3	2	3	
Wichte <sup>6)</sup>	kN/m <sup>2</sup>	19	20	21	20	21	22	18	19	20	19	20	21	20	
Wichte unter Auftrieb	kN/m <sup>2</sup>	9	10	11	11	12	13	10	11	13	9	10	11	11	
Reibungswinkel <sup>7)</sup>	°	25,0	27,5	30,0	30,0	32,5	37,5	30,0	32,5	35,0	25,0	27,5	30,0	27,5	
Kohäsion, undrainiert c <sub>u</sub> <sup>8)</sup>	kN/m <sup>2</sup>	25	75	150	0	0	0	0	0	0	25	75	150	100	
Kohäsion, drainiert c' <sup>8)</sup>	kN/m <sup>2</sup>	2 - 3	8 - 10	10 - 15	0	0	0	0	0	0	2 - 3	8 - 10	10 - 15	10 - 15	
Steifemodul E <sub>s</sub>	MN/m <sup>2</sup>	0 - 5	10 - 15	15 - 25	10 - 15	30 - 50	100 - 150	8 - 12	20 - 30	40 - 60	0 - 5	10 - 15	15 - 25	15 - 20	
thermische Leitfähigkeit n. KERSTEN	bei Feldkapazität am permanenten Welkepunkt	J/s m K	0,9-1,1	1,1-1,7	1,9-2,1	< 0,9	< 0,9	< 0,9	1,3-1,5	1,5-2,1	2,5-2,7	0,9-1,1	1,3-1,7	2,1-2,3	1,3-1,5
			0,6-0,9	0,6-1,3	1,1-1,7	< 0,6	< 0,6	< 0,6	0,9-1,1	1,1-1,5	1,7-2,1	0,6-0,9	0,6-0,9	1,1-1,3	0,9-1,3

<sup>2)</sup> Einzelne Gerölle innerhalb der Molassekiese können möglicherweise Blockgröße erreichen. Nach DIN 18300 sind diese je nach Seitenlänge in die Bodenklassen 5 bis 7 einzuordnen. Es wird diesbezüglich auf die Angaben in der DIN 18300 verwiesen. Gerölle in Blockgröße können Bohrhindernisse im Zuge der Bauausführung darstellen.

<sup>3)</sup> Erfahrungswerte

<sup>4)</sup> Mittelwerte

<sup>5)</sup> auf Grundlage der durchgeführten Baugrunderkundung kann das Vorhandensein von Erdstoffen der Klassen ≥ BS 1 bzw. ≥ S1 nicht ausgeschlossen werden

<sup>6)</sup> im erdfeuchten Zustand

<sup>7)</sup> Rechenwert für den inneren Reibungswinkel des nichtbindigen- und des konsolidierten bindigen Erdstoffes

<sup>8)</sup> Rechenwert für die Kohäsion des konsolidierten bindigen Erdstoffes



## 5. Baugrundbeurteilung und Gründungshinweise für die offene Bauweise

Das Untersuchungsgebiet ist gemäß DIN EN 1998/NA:2011-01 keiner Erdbebenzone zuzuordnen. Unter Berücksichtigung der Frostzone III ist eine Mindesteinbindetiefe 1,2 m unter GOK zu gewährleisten.

Die im Untersuchungsgebiet angetroffenen Baugrundsichten sind auf Grundlage der durchgeführten Baugrunderkundungen als Gründungshorizont für ein Erdkabel geeignet. Aufgrund der unterschiedlichen Körnungen bzw. bodenmechanischen Eigenschaften, müssen entsprechend den Homogenbereichen und der Bauweise verschiedene Aspekte beachtet werden, welche in den folgenden Abschnitten näher erläutert werden.

### 5.1 Baugrubensohle

Rohrleitungen sind technische Konstruktionen, die in Verbindung mit der umgebenden Bettung und Verfüllung eine Funktionseinheit darstellen. Das Rohr trägt die Lasten nicht allein, sondern bildet mit dem umgebenden Boden ein statisches System mit komplexen Wechselwirkungen zwischen Boden und Rohrleitung.

Grundsätzlich sind die an die verwendeten Erdkabelschutzrohre gestellten Anforderungen und die Angaben in den entsprechenden Regelwerken zu berücksichtigen. Des Weiteren sind in Bezug auf die mechanische Widerstandsfähigkeit der Rohre die Hinweise des Rohrherstellers zu beachten.

Die Grabensohle befindet sich vorrangig im Bereich des Homogenbereichs 1 (periglaziale Deckschichten). Lediglich an einigen Höhenrücken bzw. bei Unterörterungen von Tiefenlinien treten tertiäre Sedimente (Homogenbereiche 2 bis 5) als das Rohr umgebende Medium auf. Eine auf den Erkundungsbohrungen beruhende Interpolation der zu erwartenden Schichten kann Anlage 3 entnommen werden.

#### 5.1.1 Lagestabilität / Aushubplanum

Befindet sich die Grabensohle im Bereich von Lehmböden (Homogenbereiche 1, 4 und 5), so ist deren Tragfähigkeit maßgeblich vom Wassergehalt abhängig. In der Regel weisen die Lehmböden im Untersuchungsgebiet eine steifplastische, teilweise auch halbfeste Konsistenz auf. Lehmböden reagieren jedoch empfindlich auf Feuchtigkeitsänderungen. Infolge starker Vernässungen (Niederschlagswasser oder Schichtwasser in den Tiefenlinien), insbesondere, wenn durch das Befahren des Planums mit schwerem Gerät eine zusätzliche dynamische Beanspruchung einhergeht, können die bindigen Sedimente eine weichplastische Konsistenz annehmen und sind nicht mehr ausreichend tragfähig. Dementsprechend sollten die Arbeiten bei einer trockenen Witterung durchgeführt werden um ein Aufweichen des Aushubplanums und den damit verbundenen Konsistenzwechsel zu vermeiden. Im Bereich der Tiefenlinien ist die weichplastische Konsistenz durch aufstauendes Schichtwasser induziert. Eine Austrocknung in Verbindung mit einem Konsistenzwechsel ist eher unwahrscheinlich. Wir empfehlen im Bereich mit weichplastischen Lehmböden das Aushubplanum mit Sandmatten zu stabilisieren.

Sollte das Erdplanum während ungünstiger Witterungsperioden längere Zeit offen liegen, so ist es aufgrund der z. T. hohen Wasserempfindlichkeit der anstehenden Erdstoffe (Lehmböden, Sande mit



hohem Ton-/ Schluffanteil) gemäß ZTV E-StB 09 mit einem ausreichenden Quergefälle anzulegen, damit das anfallende Niederschlagswasser besser abfließen kann. Die Aushub- und Gründungssohlen sind vor sekundärem Aufweichen infolge von Niederschlagsereignissen zu schützen (z.B. Abdeckung mit Folien, Einbringen einer Sauberkeitsschicht). In diesem Zusammenhang wird empfohlen, die Baumaßnahme während einer trockenen, niederschlagsarmen Witterungsperiode und eines Niedrigwasserstandes der jeweiligen Vorflut durchzuführen.

Die Molassekiese des Homogenbereiches 2 sind locker bis sehr dicht gelagert und nach einer ordnungsgemäßen Nachverdichtung sehr gut tragfähig.

Befindet sich das Aushubplanum im Bereich der locker bis dicht gelagerten Molassefeinsande (Homogenbereich 3), können diese ebenfalls nach einer ordnungsgemäßen Nachverdichtung als gut tragfähig bewertet werden.

### 5.1.2 Auftriebssicherung der Leitung

Das Erdkabel wird in grundwasserfreien Bereichen verlegt, sodass nach derzeitigem Kenntnisstand im Großteil der Trasse keine Auftriebssicherung der Leitung notwendig ist. Lediglich in den Tiefenlinien, wo Schichtwasser erwartet werden kann, ist eine Auftriebssicherung zu empfehlen.

### 5.1.3 Bettungsmaterialien

Aufgrund der meist aus Lehmböden bestehenden Grabensohle bzw. den Wechseln der Homogenbereiche im Bereich der Grabensohle empfehlen wir zur Sohlhomogenisierung und Verbesserung der Lagestabilität die Leerrohre in einem Bettungsmaterial zu verlegen. Das Bettungsmaterial sollte aus einem gut verdichtbaren, raumbeständigen, bindigkeitsarmen und umweltverträglichen Mineralgemisch (z.B. sieblinienoptimierte Bettungsmaterialien) bestehen. Sieblinienoptimierte Bettungsmaterialien sind herkömmlichen Erdstoffen vorzuziehen, weil anhand der Anpassung der eingebauten Korngrößen zusätzlich die Wärmeleitfähigkeit, Wasserdurchlässigkeit und Verdichtungsfähigkeit optimiert werden kann. Gegebenenfalls werden Querriegel und ähnliche zusätzliche Maßnahmen überflüssig.

### 5.1.4 Querriegel

Unter Berücksichtigung der vorherrschenden hydrogeologischen Verhältnisse kann es bei Schicht- und Hangwasserhochständen durch das Rohraufleger zu einer Drainagewirkung im Leitungsgraben kommen. Daher empfehlen wir, Querriegel aus Ton oder Beton einzubauen. Die Lage und Ausführung der Querriegel ist in Abhängigkeit der jeweils angetroffenen Boden- und Wassersituation mit dem zuständigen Gutachter vor Ort festzulegen.

Alternativ können Bettungsmaterialien gewählt werden, die durch ihre sieblinienoptimierten Eigenschaften keine Drainagewirkung besitzen (Vgl. Kapitel 5.1.3).



## 5.2 Bau-/Fundamentgruben

Baugruben mit einer Tiefe bis zu 1,25m können nach DIN 4124 oberhalb des Grundwasserspiegels senkrecht geschachtet werden. Für die am Standort oberflächennah (1,25 bis max. 2,0 m u. GOK) anstehenden Erdstoffe gelten in Anlehnung an die DIN 4124:2012-01, Punkt 4.2 folgende Baugrubenböschungswinkel als zulässig:

Sande / Kiese, erdfeucht:	$\beta \leq 45^\circ$
Sande / Kiese, nass:	$\beta \leq 30^\circ$
Lehmböden, weichplastisch:	$\beta \leq 45^\circ$
Lehmböden, mind. steifplastisch:	$\beta \leq 60^\circ$

Für die Ausführung von frei geböschten Baugrubenwänden ist unbedingt die DIN 4124 zu beachten.

Nicht verbaute Baugruben sind nur dann zulässig, wenn sie nicht im Lastausbreitungsbereich von Bauwerken oder befahrenen Verkehrswegen erstellt werden. Werden die Baugruben im Lastausbreitungsbereich von angrenzenden Bauwerken (DIN 4123, Bild 1 - Bodenaushubgrenzen) oder Verkehrswegen (45° ab Straßenoberkante) errichtet, sind Sicherungs- und Unterfangungsmaßnahmen erforderlich.

## 5.3 Rammpbarkeit

Eine spezifische Klassifikation für Boden- und Felsklassen hinsichtlich ihrer Rammpbarkeit gibt es gemäß ATV DIN 18304 (Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten) nicht. Erfahrungsgemäß lassen sich nichtbindige Böden leichter rammen als bindige Böden. Konkrete Aussagen können lediglich zu möglichen Rammhindernissen (u.a. Gerölle, große Konkretionen) getroffen werden. Eine Einstufung von Boden und Fels erfolgt daher empirisch und stark vereinfacht nach ingenieurgeologisch-bodenmechanischen Gesichtspunkten in Anlehnung an DIN 18196.

Die erkundeten Lehmböden (Homogenbereich 1, 4 und 5) sind in Bezug auf das Einbringen der Spundwandbohlen aufgrund der Saugwirkung und der höheren Mantelreibungskräfte oberflächennah als gut mit zunehmender Tiefe als mäßig rammpbar einzustufen. Die rolligen Lockergesteine (Homogenbereich 2 und 3) sind oberflächennah in lockerer Lagerung als gut rammpbar und mit zunehmender Tiefe bzw. Lagerungsdichte als schwer bis sehr schwer rammpbar zu klassifizieren. Im Niveau der anstehenden Molassekiese ist erfahrungsgemäß und auf Grundlage der durchgeführten Rammsondierungen mit der schweren Rammsonde (DPH) sowie der Rammkernsondierung (RKS) mit Rammhindernissen in Form von Gerölleinlagerungen mit einem Durchmesser von  $\geq 0,2\text{m}$  zu rechnen.



## 5.4 Wasserhaltung

Bei den nachfolgenden Angaben handelt es sich um orientierende Aussagen, daher sind bezüglich der Wasserhaltung unbedingt die Auftragnehmerpflichten zu beachten. Die Auftragnehmerpflichten in Bezug auf Wasserhaltungsmaßnahmen sind in der ATV DIN 18305 geregelt. Die ATV DIN 18305 „Wasserhaltungsarbeiten“ gilt für das Auf-, Um- und Abbauen sowie Vorhalten und Betreiben von Anlagen für offene und geschlossene Wasserhaltungen. Insbesondere ist zu beachten:

- Der Auftragnehmer hat Umfang, Leistung, Wirkungsgrad und Sicherheit der Wasserhaltungsanlage dem vorgesehenen Zweck entsprechend nach den Angaben oder Unterlagen des Auftraggebers zu den hydrologischen und geologischen Verhältnissen zu bemessen.
- Der Auftragnehmer hat die technischen Unterlagen zu liefern, die zum Einhalten der Auflagen aus den Genehmigungen für den Betrieb der Anlage und das Abführen des geförderten Wassers erforderlich sind.
- Der Auftragnehmer hat auf Verlangen den Nachweis zu führen, dass die vorgesehene Anlage geeignet und ausreichend ist.

Gemäß den Ergebnissen der Baugrunderkundung ist bei den angenommenen Aushubtiefen von maximal 1,75 – 2,0 m unter GOK während der Bauphase voraussichtlich keine Grundwasserabsenkung notwendig. Die anstehenden Lehmböden nehmen die anfallenden Wassermengen langsam aber stetig auf, wobei infolgedessen die Konsistenzigenschaften verändert werden. Mit der Wasserabgabe verhält es sich äquivalent, wohingegen die Wasserwegsamkeit innerhalb der bindigen Decklehme abhängig vom Sandanteil ist. Daher ist zu beachten, dass es bei trockenen Bodenabschnitten im Lehmereich im Laufe unterschiedlicher Zeiträume zur Entwässerung kommen kann. Es ist mit dem Austritt von Stau- und Hangwässern zu rechnen. Ein einheitliches Niveau des vorkommenden Stauwasseraustrittes ist dabei nicht bzw. nur schwer auszumachen. Lediglich in den Tiefenlinien der Tälchen ist Schichtwasser zu erwarten. Es wird empfohlen das in die Baugrube zufließende Wasser mittels offener Wasserhaltung zu entfernen. Im übrigen Verlauf der Trasse ist lediglich eine Tagwasserhaltung für eventuell auftretendes Schicht-, Sicker-, Oberflächen- oder aufstauendes Niederschlagswasser vorzuhalten. Insbesondere nach Niederschlägen sind die Start- und Zielgruben der HDD-Bohrungen unverzüglich vom aufstauenden Niederschlagswasser zu befreien.

Im Hinblick auf eine Reduzierung des Wasserhaltungsaufwandes wird empfohlen, die Baumaßnahme während einer trockenen, niederschlagsarmen Witterungsperiode sowie während eines Niedrigwasserstandes der jeweiligen Vorflut durchzuführen.



**Tab. 4:** Wasserhaltungsmaßnahmen

Stationierung	Wasserstand	Bauweise	Empfohlene Maßnahmen / Bemerkungen
	m ü. NN		
ca. 0+930 – 0+970	ca. 464	HDD-Bohrung	Tagwasserhaltung für ggf. aufstauendes Niederschlagswasser im Bereich der Start- und Zielgrube
ca. 1+440 – 1+470	ca. 466	Offene Bauweise	Drainage notwendig (v.a. aus Bodenschutzgründen und Verhindern Aufweichen der Baugrubensohle)
ca. 2+020 – 2+060	kein Wasser angetroffen	HDD-Bohrung	Tagwasserhaltung für ggf. aufstauendes Niederschlagswasser
ca. 2+580 – 2+650	kein Wasser angetroffen	HDD-Bohrung	Tagwasserhaltung für ggf. aufstauendes Niederschlagswasser
ca. 2+920 – 3+000 Mühlreither Graben	kein Wasser angetroffen	HDD-Bohrung	Tagwasserhaltung für ggf. aufstauendes Niederschlagswasser
ca. 4+160 – 4+220	Bohrungen zu weit entfernt	Offene Bauweise	Drainage notwendig (v.a. aus Bodenschutzgründen und Verhindern Aufweichen der Baugrubensohle)
ca. 5+217 – 5+237 Tanner Bach	kein Wasser angetroffen	Ziel- und Startgrube für HDD-Bohrung	Tagwasserhaltung für ggf. aufstauendes Niederschlagswasser

## 5.5 Bodenaushub / Wiedereinbau

### 5.5.1 Wiedereinbau aus bodenmechanischer Sicht

Gemäß den durchgeführten Baugrunderkundungen fällt im Zuge der geplanten Baumaßnahme nach Abtrag des Mutterbodens ein überschaubares Spektrum unterschiedlicher Bodenarten an, von periglazialen Decklehmen (Homogenbereich 1) bis zu tertiären Molassekiesen (Homogenbereich 2), Molassefeinsanden (Homogenbereich 3), Molasseschluffen bzw. -mergeln (Homogenbereich 4) und Molassetonen (Homogenbereich 5) reichend.

Die bindigen Böden (Homogenbereiche 1, 4 und 5) können im Rahmen der Rekultivierung des Kabelgrabens zur Wiederherstellung naturnaher Schichtungsverhältnisse oberhalb des Bettungsmaterials eingesetzt werden. Da diese Erdstoffe eine schlechtere thermische Leitfähigkeit aufweisen, sollten sie jedoch nicht als Bettungsmaterial verwendet werden.



Weiterhin stehen im Aushubbereich Molassefeinsande und Molassekiese an, welche gemäß den durchgeführten Baugrunderkundungen einen Ton-Schluff-Anteil von < 15 % aufweisen. Diese rolligen Materialien können nach derzeitigem Kenntnisstand aus bodenmechanischer Sicht zur Rückverfüllung der Baugruben verwendet werden, sofern sich das Korngrößenspektrum im Zuge der Bauausführung bestätigt. Falls diese Materialien aus einer wasserführenden Schicht entnommen werden, empfiehlt sich vor einem Wiedereinbau eine Zwischenlagerung, um eine gravitative Entwässerung zu bewirken. Außerdem eignen sich die ausgehobenen Molassefeinsande nach derzeitigem Kenntnisstand auf Grund ihrer thermischen Leitfähigkeitseigenschaften als Gründungs- und Bettungsmaterial für die Erdkabel.

Ein Oberbodenabtrag (Mutterboden) darf nur im Bereich des Schutzstreifens erfolgen. Der Bewuchs ist vorher zu entfernen. Das Bodenmaterial darf nicht weichplastisch und maximal erdfeucht sein.

Das Bodenmaterial ist mit einem Kettenbagger schichtweise abzutragen und dann zwischenzulagern, wobei darauf zu achten ist, dass keine Vermischungen von bindigen und rolligen Böden stattfinden und auch keine Vermengung mit den anstehenden Oberbodenschichten und dass für den Wiedereinbau ungeeignete Materialien (siehe LAGA) getrennt zu lagern sind.

Umfangreichere Angaben zum Bodenaushub, Lagerung und Wiedereinbau sind dem Bodenschutzkonzept (Projekt-Nr.: L16-II-355.213-1) zu entnehmen.

#### Generell gilt für den Wiedereinbau

Bei den wiederherzustellenden Flächen handelt es sich an allen Standorten um nicht überbaute landwirtschaftlich genutzte Flächen, Wiesen bzw. Hangbereiche. Hierfür gibt es keine einschlägigen Bestimmungen, welche das einzubauende Material genauer definieren. Daher können für die Rückverfüllung der Baugrube lediglich Empfehlungen entsprechend dem Verschlechterungsverbot gegeben werden. Für den Wiedereinbau wird empfohlen, einen Erdstoff zu verwenden, welcher dem umgebenden bzw. dem im Zuge der Bauarbeiten entnommenen Erdstoff entspricht. Die Rückverfüllung sollte bis ca. 0,3 m u. GOK erfolgen. Im Anschluss kann der ausgebagerte und seitlich gelagerte Mutterboden unverdichtet aufgetragen werden. Dieser sollte mit dem rückverfüllten Material ordnungsgemäß verzahnt werden um ein abgleiten des Oberbodens bei Regenereignissen zu verhindern.

Generell sollten die Schutzrohre im Kabelgraben mit einer ca. 50 cm mächtigen Schicht aus sandigem Bettungsmaterial rückverfüllt werden, um dadurch auch das obere Rohr (Dreieck/gebündelt) einzubetten.

Im Bereich des Leitungsgrabens ist ebenso die geforderte Wärmeleitfähigkeit des Verfüllmaterials zu beachten, so dass ein thermisch stabiles Material (z.B. sieblinienoptimiertes Bettungsmaterial) für eine hohe Wärmeableitung verwendet wird. Entsprechende Aussagen hierzu sind vom zuständigen Fachplaner zu treffen.

Des Weiteren ist zu berücksichtigen, dass nicht verdichtbare Bestandteile (z.B. Holz-, Asche-, Pflanzenreste) vor einem Wiedereinbau zu entfernen sind.

Die für einen Wiedereinbau einzusetzenden Erdstoffe müssen umwelt- und abfalltechnisch unbedenklich sein. Des Weiteren sind darüber hinaus, die Einbaukriterien der Bundesbodenschutz- und Altlastenverordnung zu beachten.



### 5.5.2 Wiedereinbau aus abfalltechnischer Sicht

Aus ausgewählten Baugrundbohrungen der 110kV-Kabelleitung Anschluss Tann sind Bodenproben laboranalytisch gemäß LAGA TR Boden, 2004 untersucht worden, um festzustellen, ob sich die während der Aushubarbeiten anfallenden Erdstoffe einer Wiederverwertung zuführen lassen. Folgend genannte sechs Proben wurden ausgewählt, da sie potentiell anfallende (anstehende) Aushubmaterialien repräsentieren:

- AP 10/1, 0,3 – 2,9 m: periglazialer Decklehm,
- AP 14/1, 0,3 – 2,7 m: periglazialer Decklehm,
- AP 17/4, 5,9 – 7,0 m: toniger Molasseschluff,
- AP 23/3, 2,9 – 3,9 m: tonig-schluffiger Molassefeinsand,
- AP 31/1, 0,4 – 1,4 m: periglazialer Decklehm,
- AP 34/3, 3,9 – 4,4 m: sandiger Molasseschluff.

Im akkreditierten Labor EUROFINS Umwelt Ost GmbH erfolgten die Deklarationsuntersuchungen gem. LAGA TR Boden, 2004: „Mindestuntersuchungsprogramm bei unspezifischem Verdacht“ an den ausgewählten Bodenproben. Gemäß der Bodenansprache sind die Proben der Bodenart „Lehm“ zuzuordnen und entsprechend den Z 0 - Grenzwerten für Lehm abfalltechnisch zu bewerten.

In Tabelle 5 sind die in den Proben ermittelten Konzentrationen den entsprechenden Zuordnungswerten nach LAGA-Richtlinie gegenübergestellt:

**Tab. 5a:** Ergebnisse der Laboruntersuchung nach LAGA TR Boden (2004) für Feststoff

Parameter	Einheit	Grenzwerte				Probenbezeichnung					
		Z 0 Sand	Z 0 Lehm	Z 1	Z 2	AP10/1	AP14/1	AP17/4	AP23/3	AP31/1	AP34/3
<b>Feststoff</b>						0,3-2,9 m	0,3-2,7 m	5,9-7,0 m	2,9-3,9 m	0,4-1,4 m	3,9-4,4 m
TOC	Masse %	0,5	0,5	1,5	5	0,1	0,3	0,1	<0,1	0,1	<0,1
EOX	mg/kg	1	1	3	10	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
MKW (C10-C40)	mg/kg	200	200	600	2000	<40	<40	<40	<40	<40	<40
Benzo(a)- pyren	mg/kg	0,3	0,3	0,9	3	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
PAK	mg/kg	3	3	3	30	n.b.	n.b.	n. b.	n. b.	n.b.	n. b.
Arsen	mg/kg	10	15	45	150	8,6	8,8	6	45,7	10,2	7,5
Blei	mg/kg	40	70	210	700	17	17	19	15	19	8
Cadmium	mg/kg	0,4	1	3	10	<0,2	<0,2	0,2	0,4	<0,2	<0,2
Chrom	mg/kg	30	60	180	600	43	41	52	30	38	24
Kupfer	mg/kg	20	40	120	400	29	20	36	28	42	15
Nickel	mg/kg	15	50	150	500	46	35	49	45	49	26
Quecksilber	mg/kg	0,1	0,5	1,5	5		<0,07	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07



**Tab. 5b:** Ergebnisse der Laboruntersuchung nach LAGA TR Boden (2004) für Eluat

Parameter	Einheit	Grenzwerte				Probenbezeichnung					
		Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	AP10/1	AP14/1	AP17/4	AP23/3	AP31/1	AP34/3
Eluat						0,3-2,9 m	0,3-2,7 m	5,9-7,0 m	2,9-3,9 m	0,4-1,4 m	3,9-4,4 m
pH-Wert	-	6,5-9,5	6,5-9,5	6,0-12,0	5,5-12,0	6,3	5,6	6,6	6,5	7,7	7,5
elektrische Leitfähigkeit	µS/cm	250	250	1500	2000	23	13	16	10	28	7
Chlorid	mg/l	30	30	50	100	2,8	< 1	1,4	<1	3	<1
Sulfat	mg/l	20	20	50	200	2,1	2,3	<1	<1	3,2	<1
Arsen	µg/l	14	14	20	60	<1	<1	<1	2	<1	<1
Blei	µg/l	40	40	80	200	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Cadmium	µg/l	1,5	1,5	3	6	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	< 0,3	<0,3
Chrom	µg/l	12,5	12,5	25	60	1	1	<1	1	<1	<1
Kupfer	µg/l	20	20	60	100	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Nickel	µg/l	15	15	20	70	1	<1	<1	<1	<1	<1
Quecksilber	µg/l	< 0,5	< 0,5	1	2	< 0,2	<0,2	<0,2	<0,2	< 0,2	<0,2
Zink	µg/l	150	150	200	600	< 10	<10	<10	<10	<10	<10

Aus der folgenden Tabelle 6 geht die Zuordnung der Proben zu den Einbauklassen nach LAGA-Richtlinie hervor.

**Tab.6:** Zuordnung zu Einbauklassen

Probenbezeichnung	Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	> Z 2	Verursachende(r) Parameter	AVV-Nr. (Abfallschlüssel)
AP 10/1 (0,3 – 2,9 m)	X					-	17 05 04
AP 14/1 (0,3 – 2,7 m)	X					-	17 05 04
AP 17/4 (5,9 – 7,0 m)	X					-	17 05 04
AP 23/3 (2,9 – 3,9 m)				X		Arsen (Feststoff)	17 05 04
AP 31/1 (0,4 – 1,4 m)		X				Kupfer (Feststoff)	17 05 04
AP 34/3 (3,9 – 4,4 m)	X					-	17 05 04

Die laboranalytischen Untersuchungsergebnisse der sechs genannten Proben zeigen bis auf zwei Ausnahmen keine Überschreitung der Grenzwerte nach Tabelle II 1.2-2 der LAGA TR Boden (2004). Die Materialien, repräsentiert in den Proben AP 10/1 (Decklehm), AP 14/1 (Decklehm), AP 17/4 (toniger



Molasseschluff) und AP 34/3 (sandiger Molasseschluff), können der Einbauklasse **Z 0** zugeordnet und **uneingeschränkt im offenen Einbau** wiederverwendet werden (Vgl. Tabelle 6).

Eine Zuordnung zur Einbauklasse **Z 1 (eingeschränkter offener Einbau in bodenähnlichen Anwendungen)** wurde für die Erdstoffe der Probe AP 31/1 (Decklehm) vorgenommen, wobei hier als verursachender Parameter Kupfer im Feststoff auftritt (Vgl. Tabelle 5).

Aufgrund des leicht erhöhten Gehaltes an Arsen im Feststoff (45,7 mg/kg TM) ist das untersuchte Material der Probe AP 23/3 (Molassefeinsand) nach Tabelle II 1.2-2 der LAGA TR Boden (2004) knapp der Einbauklasse **Z 2** zuzuordnen (Vgl. Tabelle 5). Demzufolge kann ein Wiedereinbau des entsprechenden Bodenaushubmaterials aus abfalltechnischen Gesichtspunkten **nur eingeschränkt mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen** erfolgen. Vermutlich handelt es sich dabei aber um geogen erhöhte Arsengehalte, welche bei den Sedimenten der oberen Süßwassermolasse in Südbayern häufig dokumentiert wurden. Aufgrund dessen kann eine weitere Bewertung der Arsengehalte entsprechend der „Handlungshilfe für den Umgang mit geogen arsenhaltigen Böden“ des Bayerischen Landesamtes für Umwelt (2014) durchgeführt werden. Der darin enthaltene Prüfwert für den Wirkungspfad Boden – Nutzpflanze beträgt im Bereich Böden mit zeitweise reduzierenden Bedingungen auf Ackerflächen 0 bis 30 cm unter GOK **50 mg/kg** und für darunterliegende Teufenbereiche **75 mg/kg**. Diese Prüfwerte werden durch die laboranalytische Untersuchung nicht überschritten und der Wiedereinbau kann nach derzeitigem Kenntnisstand ohne Einschränkung durchgeführt werden, sobald dieser standortgleich erfolgt. Aufgrund der Betroffenheit des Homogenbereichs 3 (Molassefeinsande) empfehlen wir jedoch die weiteren Abschnitte mit Molassefeinsanden während der Baumaßnahme am Haufwerk zu beproben und laboranalytisch auf Arsen zu testen. Das wäre für folgende Abschnitte relevant, sobald eine offene Bauweise geplant ist:

- ca. 0+222 – 0+800
- ca. 4+320 – 4+500
- ca. 5+310 – 5+400

Die Betrachtung der Untersuchungsergebnisse erfolgte nicht unter Berücksichtigung der 70%-Vorsorgewerte für landwirtschaftliche Flächen, weil es sich um Bodenproben aus Tiefen größer 0,3 m u. GOK und somit nicht um die durchwurzelte Zone handelt. Für die Tiefenbereiche zwischen 0,3 m und 0,6 m u. GOK gilt der 1,5fache Wert der 70%-Vorsorgewerte. Für diese Grenzwerte konnten keine Überschreitungen nachgewiesen werden.

Bei Unsicherheiten sollte eine Stellungnahme bei der zuständigen Fachbehörde eingeholt werden.

Generell gilt, dass bei einem Wiedereinbau der genannten Erdstoffe die entsprechenden Einbaukriterien der LAGA-Richtlinie zu berücksichtigen sind.



## 6. Baugrundbeurteilung und Gründungshinweise für die geschlossene Bauweise

Die im Untersuchungsgebiet angetroffenen Baugrundsichten können alle mittels HDD-Bohrungen durchörtert werden. Dabei müssen entsprechend der Sedimenteigenschaften unterschiedliche Randbedingungen beachtet werden.

**Tab. 7:** Homogenbereiche der Querungen

Stationierung	zu querende Homogenbereiche	Schichtwasser	Bemerkungen
0+196 – 0+225	1a → 4a / 4b / 4c → 3a	nein	kein standfestes Bohrloch
0+928 – 0+976	1b → 4a → 1b	ja	-
1+546 – 1+617	1b → 4b → 3b → 4b → 1b	nein	kein standfestes Bohrloch
2+009 – 2+041	1b → 2d → 1b	nein	Gerölleinlagen möglich, hohe Abrasivität, sehr hohe Lagerungsdichte der Kiese, kein standfestes Bohrloch, hohe Wasserdurchlässigkeit
2+301 – 2+350	1b → 4b → 3b → 1b	nein	kein standfestes Bohrloch
2+562 – 2+653	1b → 2d → 1b	nein	Gerölleinlagen möglich, hohe Abrasivität, sehr hohe Lagerungsdichte der Kiese, kein standfestes Bohrloch, hohe Wasserdurchlässigkeit
2+885 – 3+017	1b → 4b → 2a / 2b → 1b	nein	Gerölleinlagen möglich, hohe Abrasivität, kein standfestes Bohrloch, hohe Wasserdurchlässigkeit
4+478 – 4+514	3b → 4b	nein	kein standfestes Bohrloch
4+630 – 4+663	1b → 4b → 1b	nein	-
5+237 – 5+337	2a / 2b / 2d → 3a / 3b → 1b	evtl.	Gerölleinlagen möglich, hohe Abrasivität, sehr hohe Lagerungsdichte der Kiese, kein standfestes Bohrloch, hohe Wasserdurchlässigkeit
5+652 – 5+713	1a / 1b → 4b / 4c → 2a	nein	Gerölleinlagen möglich, hohe Abrasivität, kein standfestes Bohrloch, hohe Wasserdurchlässigkeit



## 6.1 Bohrbarkeit

Alle im Untersuchungsgebiet angetroffenen Erdstoffe können mittels HDD-Bohrung durchörtert werden. Im Besonderen sollte die Bohrtechnik auf die Übergänge Lehm Böden / Kiese / Lehm Böden angepasst werden. Es ist innerhalb einer Horizontalbohrung mit einem Wechsel von Schichten mit teilweise sehr hoher Lagerungsdichte und Weichschichten zu rechnen. Außerdem ist darauf zu achten, dass die Molassekiese sehr quarzreich sein können und dementsprechend stark abrasiv auf die Bohrwerkzeuge wirken. Einzelne Gerölle innerhalb der Molassekiese können möglicherweise Blockgröße erreichen. Nach DIN 18300 sind diese je nach Seitenlänge in die Bodenklasse 5 bis 7 einzuordnen. Gerölle in Blockgröße können Bohrhindernisse im Zuge der Bauausführung darstellen.

Des Weiteren ist zu berücksichtigen, dass die Molassefeinsande und Molassekiese keine standfesten Bohrlöcher bilden. Dementsprechend ist das Bohrverfahren, Suspension etc. zu wählen.

Die Molassekiese können eine sehr hohe Wasserdurchlässigkeit aufweisen (Vgl. Tab. 3). Dementsprechend können Bohrspülungsverluste auftreten.

## 6.2 Grundwassereinfluss

Da im Untersuchungsgebiet der tertiäre Grundwasserleiter nicht berührt wird, ist nur im Bereich der Tälchen mit Schichtwasser zu rechnen. Die eventuell betroffenen Querungen sind in Tabelle 7 gekennzeichnet.

## 6.3 Bodenverformung infolge der Durchörterungen

Der Einflussbereich von Oberflächenverformungen endet erfahrungsgemäß in einer seitlichen Ausdehnung in einer Entfernung vom 5- bis 6-fachen des installierten Rohraußendurchmessers. Dabei wird das Ausmaß von Bodenverformungen an der Oberfläche durch einen grabenlosen Rohrvortrieb hauptsächlich durch verfahrenstechnische, geometrische und geotechnische Randbedingungen beeinflusst.

Bodenverformungen, welche infolge der verfahrenstechnischen Randbedingungen auftreten, können im Rahmen dieser Betrachtung nicht berechnet werden, da diese u.a. von der Art der Stützung der Ortsbrust, der Kontrolle der Bodenentnahme und Vortriebsunterbrechungen abhängig sind.

In den nachfolgenden Ausführungen werden lediglich die geometrischen (Rohrdurchmesser, Überdeckungshöhe) und die geotechnischen Randbedingungen (Bodenart, Konsistenz, Lagerungsdichte, hydrogeologische Verhältnisse) berücksichtigt.

Berechnung der Bodenverformung nach SCHERLE:

$$S_{max} = \frac{d_a}{1 + \frac{h}{2 * d_a}} * B_k$$



- mit:  $S_{max}$ : maximale Senkung an der Geländeoberkante [cm]  
 $d_a$ : Rohraußendurchmesser [m] = 0,350 m (Äquivalentdurchmesser von 3 im Dreieck gebündelten Produktrohren mit der jeweiligen Größe DN160)  
 $h$ : Überdeckungshöhe [m] = siehe Tabelle 8  
 $B_k$ : Bodenkennziffer [keine Einheit] =
- |                        |     |
|------------------------|-----|
| Lehm, weichplastisch   | 4   |
| Lehm, steifplastisch   | 3   |
| Lehm, halbfest         | 2   |
| Kies/Sand, locker      | 3   |
| Kies/Sand, mitteldicht | 2,5 |
| Kies/Sand, dicht       | 2   |
| Kies, sehr dicht       | 1,5 |

Entsprechend dieser Berechnung ergeben sich für die oben genannten Rahmenbedingungen im Bereich der zu unterörternden Gräben und Straßen maximale Setzungen von  $\sim 0,09 - 0,30$  cm an der Oberfläche. Eine genaue Zuweisung der Setzungen zu den Querungen kann Tabelle 8 entnommen werden.

**Tab. 8:** Bodenverformung nach SCHERLE

Stationierung	Überdeckungshöhe in m	maximale Schichtsetzung in cm
0+196 – 0+225	1,75 – 4,30	0,3 – 0,15
0+928 – 0+976	1,75 – 3,04	0,3 – 0,2
1+546 – 1+617	1,75 – 4,50	0,3 – 0,14
2+009 – 2+041	1,75 – 3,63	0,3 – 0,17
2+301 – 2+350	1,75 – 3,31	0,3 – 0,18
2+562 – 2+653	1,75 – 3,98	0,3 – 0,16
2+885 – 3+017	1,75 – 7,11	0,3 – 0,09
4+478 – 4+514	1,75 – 3,85	0,3 – 0,16
4+630 – 4+663	1,75 – 3,74	0,3 – 0,17
5+152 – 5+208	1,75 – 2,93	0,3 – 0,2
5+220 – 5+337	1,75 – 5,56	0,3 – 0,12
5+652 – 5+713	1,75 – 4,37	0,3 – 0,14



#### 6.4 Tiefenlage des Erdkabels

Die in den Tiefenlinien liegenden Zuflüsse zum Nopplinger Bach sind durch steilwandige Böschungen charakterisiert, welche auf eine aktive Tiefenerosion hinweisen. Vor allem nach Starkniederschlägen mit erhöhten Abflussgeschwindigkeiten kann eine weitere Vertiefung der Gräben erfolgen. Wir empfehlen die Durchörterungstiefe der Gräben hinsichtlich der Zielverlegetiefe des Erdkabels zu überprüfen und gegebenenfalls anzupassen. Es handelt sich dabei um folgende Abschnitte:

- ca. 0+928 – 0+976
- ca. 1+440 – 1+465
- ca. 2+009 – 2+041
- ca. 2+301 – 2+350
- ca. 2+550 – 2+670

#### 7. Baugrundbeurteilung und Hinweise zur Bauausführung für die Verlegung der Rohre mittels Kabelpflug

Das Pflugverfahren gehört zu den grabenlosen Einbauverfahren für erdverlegte Trassen. In einem ersten Arbeitsschritt wird mit einem Pflugschwert der Boden statisch (mit konstanter Kraft) oder dynamisch (mit Vibration) verdrängt bzw. ein Schlitz im Boden hergestellt, in dem während des zweiten Arbeitsschrittes das Leerrohr mit gegebenenfalls Bettungsmaterial eingebracht werden kann. Entsprechend des Bauverfahrens ist die Verdrängbarkeit und Standfestigkeit des Bodens der maßgebende Faktor für die Einsatzmöglichkeiten eines Rohrpfluges.

Die zum Einsatz kommenden Geräte sind unter Berücksichtigung des stark reliefierten Geländes mit Quer- und Längsneigungen bis zu 15 ° entsprechend zu wählen.

##### 7.1 Bodenmechanische Prozesse beim Einpflügen

###### VERDRÄNGBARKEIT

Die locker gelagerte Molassekiese und –feinsande (Homogenbereich 2a und 3a) sowie die weich- bis steifplastischen Lehme der Homogenbereiche 1, 4 und 5 sind aufgrund ihrer Verdrängbarkeit gut für das Pflugverfahren geeignet. Liegen die nichtbindigen Sedimente in mitteldichter Lagerung vor bzw. verfügen die bindigen Sedimente über eine halbfeste Konsistenz, sind diese immer noch als geeignet einzustufen. Die sehr dicht gelagerten Molassekiese sind wenig geeignet für das Pflugverfahren. Zwischen Station ~ 1+900 und ~ 2+009 besteht die Gefahr, dass sich im Bereich der Pflugsohle sehr dicht gelagerte Molassekiese befinden, in denen mittels Pflug kein Schlitz für die Kabelleitung hergestellt werden kann. Außerdem können eventuell in den Molassekiesen Gerölle auftreten, die nicht verdrängbare Hindernisse darstellen und den Bauablauf behindern können. Ebenfalls wird die Verdrängbarkeit der Lehmböden reduziert, wenn diese wassergesättigt sind.



## HOHLRAUMBILDUNG

Es ist bei den Pflugarbeiten zu beachten, dass in den Molassekiesen und –feinsande keine standfesten Hohlräume hergestellt werden können. Die Arbeitsweise ist dementsprechend anzupassen. Die Lehmböden der Homogenbereiche 1, 4 und 5 bilden standfeste Hohlräume, sodass sich ein tragendes Gewölbe ausbilden kann, welches sich positiv auf die Lasteinwirkung auf die Rohre auswirkt.

## NACHRUTSCHEN DER BODENSCHICHTEN

Aufgrund des Pflugverfahrens können auch nach der Verlegung der Leerrohre Hohlräume im Untergrund verbleiben, die sich nachteilig auf die Lagestabilität der Rohre und den Standort an sich auswirken können. Daher ist es wichtig, Hohlräume zu vermeiden bzw. diese wieder zu verfüllen. Beim Vortrieb in den nicht standfesten Molassefeinsanden (Homogenbereich 3) sind Hohlräume eher unwahrscheinlich. Im Gegensatz dazu, können im Bereich der Molassekiese und periglaziale Decklehme sowie Molasseschluffe, -mergel und –tone Hohlräume in Folge des Pflugverfahrens auftreten. In diesen Bereichen könnte sich Sickerwasser sammeln und bevorzugt abfließen, inklusiver aller möglichen negativen Begleiterscheinungen (Erosion, Suffusion, Verschlammung, etc.). Deswegen empfehlen wir die Leerrohre mit einem Bettungsmaterial einzupflügen. Die Menge des einzubringenden Bettungsmaterials sollte jedoch so bemessen werden, dass die Aufwölbung an der Geländeoberfläche nicht zu groß ist.

### 7.2 Lagestabilität der Rohre

Um eine ausreichende Lagestabilität der Rohre zu gewährleisten empfehlen wir die Leerrohre inklusive Bettungsmaterialien einzupflügen. Sonst besteht bei den Molassekiesen die Gefahr, dass beim Vorhandensein größere Steine eine nicht erwünschte Punktauflagerung der Rohre auftritt. Um das zu verhindern ist eine mindestens 10 cm mächtige Sandbettung unterhalb der Leerrohre erforderlich. Bei Lehmböden kann sich infolge von Schichtwasser die Konsistenz im Bereich der Rohrunterseite verändern und damit die Tragfähigkeit herabgesetzt werden. Auch für diese Homogenbereiche empfiehlt sich das Einbringen von Bettungsmaterialien um eine homogene Umgebung für die Rohre zu schaffen.

### 7.3 Verschließen der Oberfläche

Aufgrund der Verdrängung von Bodenmaterial verbleibt nach den Pflugarbeiten eine konvexe Aufwölbung des Bodens an der Oberfläche. Diese wird in der Regel durch Walzen wieder eingeebnet. Generell eignen sich die angetroffenen Erdstoffe für das Einebnen mittels Walzen oder Andrücken mit der Baggerschaufel. Weitere Angaben diesbezüglich sind dem Bodenschutzkonzept zu entnehmen.



## 8. Baugrundbeurteilung und Hinweise zur Bauausführung für den Mastneubau (Mast 31 neu)

Die Baugrundcharakteristik für den Teufenbereich einer Flachgründung sowie das standortkonkrete Baugrundmodell mit den für die Fundamentstatik benötigten Baugrundparametern sind in Anlage 7 (Mastdokumentation) zusammengestellt.

Bei der Berechnung der zu erwartenden Setzungen und der Bettungsmoduln ist gemäß EC7 / DIN 1054: 2010 die 1,4fache Sicherheit gegen Grundbruch sowie die 1,1fache Sicherheit gegen Gleiten gewährleistet (Grenzzustand GEO-2 / STR und Bemessungssituation BS-P). Die Berechnungen erfolgten für den kennzeichnenden Punkt einer Rechtecklast unter Zugrundelegung des erbohrten Bodenprofils.

Für die Berechnung der Bemessungswerte wurden die Bodenkennwerte der Anl. 7 angesetzt. Sind in der Tabelle „von-bis-Werte“ angegeben, so wurde gemäß DIN 1054 der Minimalwert für die Berechnung angesetzt.

Das Untersuchungsgebiet ist gemäß DIN EN 1998/NA:2011-01 keiner Erdbebenzone zugehörig, ist nach DIN 1055-4:2005-03 der Windlastzone 1 ( $q_{ref}=0,316 \text{ kN/m}^2$ ) sowie der Schneelastzone 3 zuzuordnen. Unter Berücksichtigung der Frostzone III ist eine Mindesteinbindetiefe 1,2 m unter GOK zu gewährleisten.

### 8.1 Gründungssohle

Die Gründungssohle befindet sich im Bereich der periglazialen Decklehme (Homogenbereich 1). Lehmböden können als Lastabtragungshorizont dienen, sobald diese eine mindestens steifplastische Konsistenz aufweisen. Um größere Setzungen und Setzungsdifferenzen zu vermeiden, empfehlen wir im Bereich von mindestens steifplastischen Lehmböden den Aufbau eines mind. 0,3 m mächtigen Gründungspolsters. Hierfür ist das Aushubplanum bis mind. 0,3 m unter geplante Sauberkeitsschicht auszukoffern und statisch mit entsprechendem Gerät (z.B. Schaffußwalze) ordnungsgemäß nachzuverdichten. Auf die nachverdichtete Aushubsohle ist ein Geovlies zu verlegen, um ein sekundäres und ungleichmäßiges Eindringen des Gründungspolsters in die steifplastischen Lehmböden zu vermeiden. Danach kann lagenweise (max. 0,2 m Lagen) verdichtende Aufbau des Gründungspolster auf nachweislich  $D_{pr} = 98\%$  aus einem gut verdichtbarem, raumbeständigen, bindigkeitsarmen und umweltverträglichen Mineralgemisch erfolgen. Um eine Mobilisierung des Bodenporenwassers und ein daraus resultierendes Verbreiten der Bodenschichten zu vermeiden, ist das Polstermaterial nur statisch zu verdichten.

### 8.2 Weitere Hinweise zur Bauausführung

Allgemeine Erläuterungen bzgl. Baugrubenverbau / Baugrubenböschung, Wasserhaltung und Rammpbarkeit können Kapitel 5.2, 5.3 und 5.4 entnommen werden. Die darin beschriebenen Hinweise für den Homogenbereich 1 (periglaziale Decklehme) gelten ebenfalls für den Mastneubau.

Gemäß den Ergebnissen der Baugrunderkundung ist bei einer Aushubtiefe von maximal ca. 3,6 m unter GOK während der Bauphase voraussichtlich keine Grundwasserhaltung notwendig. Eine Tagwasserhaltung mittels Pumpensümpfen und Schmutzwasserpumpen, Drainagen etc. zur Abführung ggf. anfallender Oberflächen- und/oder Schichtwässer ist in jedem Fall vorzuhalten. Das ggf. zufließende



Oberflächen- und Schichtwasser ist vor Eintritt in das Baufeld über einen Graben oder ein Dränagesystem schadlos zu fassen und kontrolliert abzuleiten.

### 9. Hinweise für den Rückbau des Bestandsmastes (Mast 31)

Ist der Neubau von Mast 31 neu beendet, wird laut Auftraggeber der Bestandsmast komplett zurückgebaut. Dies soll erfolgen indem der Gittermast umgelegt, demontiert und entsorgt wird. Im Anschluss soll das Fundament ebenfalls komplett ausgebaut werden. Folgende Hinweise sind zu beachten:

- Es besteht die Gefahr, dass beim Umlegen des Gittermastes Farbe vom Mastgestänge abblättert, die auf den landwirtschaftlich genutzten Flächen nicht verbleiben darf.
- Mit der Wiederverfüllung der Baugrube müssen die natürlichen Verhältnisse wieder hergestellt werden. Entsprechend der umgebenden Erdstoffe ist für die Verfüllung ein ähnliches Material der Bodengruppe UL auszuwählen. Abschließend sollte für die landwirtschaftliche Nutzung ein humoser Oberboden aufgebracht werden. Grundsätzlich gilt das Verschlechterungsverbot. Es sollte geprüft werden, ob die im Zuge des Mastneubaus anfallenden Aushubmaterialien geeignet für einen Wiedereinbau im Bereich des zurückgebauten Mastes sind.
- Bei Mastneubauten bis 1972 wurden für Gittermasten Schutzanstriche verwendet, die Schwermetall- und PAK-Beimengungen enthalten haben. Eine Schadstoffbelastung der umgebenden Böden und des Grundwassers durch Niederschläge ist möglich. Sollen die bebauten Flächen der landwirtschaftlichen Nutzung rückübetragen werden, sind zum Nachweis der Schadstofffreiheit des Grundwassers und des Oberbodens Untersuchungen nach LABO zu empfehlen.
- Während des Eingriffs in Boden und Grundwasser ist auf organoleptische Auffälligkeiten zu achten (z.B. Geruch, Verfärbungen). Im Zweifelsfalle ist ein unabhängiger Gutachter mit der Überwachung des Erdaushubs zu beauftragen.

### 10. Weitere Hinweise zur Bauausführung

Neben den bodenmechanischen Eigenschaften der anstehenden Homogenbereiche ist vor allem das Relief für die Wahl der Bauverfahren zu berücksichtigen. Besonders beachtlich ist die Querneigung zum Trassenverlauf zwischen Kilometer 0+390 und 0+640, 3+880 und 4+080 sowie zwischen 4+650 und 5+100. Generell eignet sich das Pflugverfahren durch die flexiblen Baumaschinen besonders gut im Einsatz in stark geneigten Gelände. Insbesondere bei Bereichen mit starker Querneigung zur Trassenachse ist das Pflugverfahren der offenen Bauweise vorzuziehen.

Empfehlungen zur Anlage von Baustraße, zu Aushub, Lagerung und Wiedereinbau von Bodenmaterial sowie zum generellen bodenschonenden Umgang während der Baumaßnahme sind dem Bodenschutzkonzept zu entnehmen.

Im Zusammenhang mit der Baugrubensicherung, den Verdichtungsarbeiten und den Durchörterungen / Dükerungen wird empfohlen, vor Beginn der Baumaßnahme eine Beweissicherung hinsichtlich der zu querenden Verkehrswege und Gewässer durchzuführen.



Generell empfehlen wir das im Zuge des unterirdischen Rohrvortriebs geförderte Material unter bodenmechanischen Gesichtspunkten kontinuierlich zu überwachen und zu dokumentieren.

Bei der Baugrubenrückverfüllung ist zu beachten, dass in Bereichen mit gespannten Wasserverhältnissen und Hangwasserzuflüssen die Baugruben abzudichten sind, um die natürlichen hydrogeologischen Verhältnisse wieder herzustellen.

Bei Abgrabungen im Standraum von Bäumen sind die nachfolgenden Verordnungen bzw. Richtlinien zu beachten: Baumschutzsatzung, DIN 18920 „Schutz von Bäumen, Pflanzenbeständen und Vegetationsflächen bei Baumaßnahmen“, RAS-LG 4 „Richtlinien für Anlage von Straßen, Teil Landschaftsgestaltung, Abschnitt 4: Schutz von Bäumen und Sträuchern im Bereich von Baustellen.“ Um eine umweltverträgliche und fachgerechte Durchführung der Baumaßnahme bzgl. der bereits genannten Verordnungen / Richtlinien gewährleisten zu können, empfehlen wir eine ökologische Baubegleitung / Bauüberwachung von einem unabhängigen Ingenieurbüro (z.B. Buchholz und Partner GmbH) durchführen zu lassen.

## 11. Schlussbemerkung

Insbesondere unter Berücksichtigung der geologischen Gesamtsituation ist darauf hinzuweisen, dass es sich bei den realisierten Erkundungen um punktuelle Aufschlüsse handelt, welche ein repräsentatives Bild der Untergrundsituation ergeben. Abweichungen hinsichtlich der Schichtbeschreibung und der angegebenen Schichtgrenzen können nicht ausgeschlossen werden. Nach DIN 4020 Abschnitt 4.2 gilt: „Aufschlüsse in Boden und Fels sind als Stichproben zu bewerten. Sie lassen für zwischenliegende Bereiche nur Wahrscheinlichkeitsaussagen zu.“

Sollten beim Erdaushub abweichende Bodenverhältnisse festgestellt werden oder Unsicherheiten bezüglich der angetroffenen Baugrundböden auftreten, ist der zuständige Gutachter vor dem Fortgang der Arbeiten zu informieren.

Das baugrundtechnische Gutachten basiert auf den zum Zeitpunkt der Bearbeitung bereitgestellten Unterlagen (Stand August 2017). Ergeben sich in der weiteren Planungsphase Änderungen, so sind vom zuständigen Gutachter zusätzliche Empfehlungen einzuholen bzw. sind die Angaben zu überprüfen.

Im Hinblick auf eine schadensfreie Gründung ist die Erdbaumaßnahme von einem unabhängigen Fachbüro (z.B. Buchholz + Partner GmbH) überwachen zu lassen (Abnahme der Aushub-/Fundamentsohlen, evtl. Verdichtungsüberprüfung). Weiterhin wird die Erstellung eines Qualitätssicherungsplans für den Einbau des Bettungsmaterials inkl. Qualitätskontrollen (z.B. Verdichtungsüberprüfung, Sicherstellung des homogenen Materials durch Laborversuche) empfohlen.

Die entnommenen Bodenproben verbleiben bis 6 Wochen nach erfolgter Berichtsübergabe im Lager und werden nach Ablauf dieser Frist verworfen.

Das Gutachten ist nur in seiner Gesamtheit (27 Seiten, 7 Anlagen) und in Verbindung mit dem Bodenschutzkonzept (Projekt-Nr.: L16-II-355.213-1) gültig.



## 12. Quellenverzeichnis

1. Bayernwerk Netz GmbH: Profilpläne 1:1.000; Ergolding 01/2017
2. Bayernwerk Netz GmbH: Bohrungsprofile 1:1.000; Ergolding 03/2017
3. SPIE SAG GmbH: Kabelleitung Tann; dwg-Datei; 29/08/2017
4. BGR: Geologische Übersichtskarte 1:200.000, Blatt CC 7934 München; Hannover 1991
5. Bayerisches Landesamt für Umwelt: Hydrogeologische Karte 1:50.000, Blatt L 7742 Altötting; Augsburg 2008
6. Bayerisches Landesamt für Umwelt: Bayern-Atlas, Grundwasserisohypsen und Grundwassermessstellen; <http://www.umweltatlas.bayern.de> (Zugriff: 04/2017)
7. Bayerisches Landesamt für Umwelt: vorläufige Geologische Karte 1:25.000, Blatt 7641 Neumarkt- St.Veit; Augsburg 2015
8. Bayerisches Landesamt für Umwelt: GeoFachdatenAtlas (BIS-BY), Übersichtsbodenkarte 1:25.000; Augsburg 2000
9. magicmaps GmbH: Tourexplorer 1.25.000 (Version 7.0); Pliezhausen 2014
10. Bayerische Vermessungsverwaltung: Digitales Geländemodell mit Rasterweite 1 m; 2017
11. Bayerisches Landesamt für Umwelt: Handlungshilfe für den Umgang mit geogen arsenhaltigen Böden; Augsburg 08/2014
12. Bayerisches Geologisches Landesamt: Die Böden Bayerns, Datenhandbuch für die Böden des Tertiärhügellandes der Iller-Lech-Platte und des Donautales; München 1992
13. DIN- Taschenbuch 75: Erdarbeiten, Verbauarbeiten, Ramm- und Einpressarbeiten; Berlin- Wien- Zürich 2003
14. Witt, K.J. (Hrsg.): Grundbau- Taschenbuch, Teil 1: Geotechnische Grundlagen, Teil 3: Gründungen und geotechnische Bauwerke; Berlin 2008
15. Bundesamt für Naturschutz: Landschaftsteckbriefe Bayern; Bonn 2010
16. Wohlrab / Ernstberger /Meuser / Sokollek: Landschaftswasserhaushalt; Paul Parey – Verlag, Hamburg-Berlin 1992.
17. BGR- Ad-hoc-AG Boden: Ermittlung der thermischen Leitfähigkeit. Verknüpfungsregel 1.32; Hannover 2007
18. Scherle, M.: Rohrvortrieb unter Bahnbetriebsgelände; Fachseminar Rohrvortrieb; 2003
19. DGGT e.V.: Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugruben“ EAB; Berlin 2013
20. DVGW: Technische Regel, Arbeitsblatt GW 324, Fräs- und Pflugverfahren für Gas- und Wasserrohrleitungen; Anforderungen, Gütesicherung und Prüfung; Bonn 08/2007
21. Bayerisches Landesamt für Umwelt: Hintergrundwerte von anorganischen und organischen Schadstoffen in Böden Bayerns; Augsburg 03/2011

