

Gastransportleitung AUGUSTA
der
bayernets GmbH

Antragsunterlagen für das Planfeststellungsverfahren
gemäß § 43 Energiewirtschaftsgesetz (EnWG)
im Regierungsbezirk Schwaben

17.1.7 Sondergutachten -
Saumgraben



DR. SPANG

INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR BAUWESEN, GEOLOGIE UND UMWELTTECHNIK MBH

Bayernets GmbH
Herr Bernhard Ambs
Poccistraße 7
80336 München

Projekt-Nr.	Datei	Diktat	Büro	Datum
42.7852	P7852B221202_Saumgraben_rev01	BJe/Luk	Witten	02.12.2022

WK 51 – GASTRANSPORTLEITUNG WERTINGEN - KÖTZ

QUERUNG SAUMGRABEN

(GEWÄSSER 3. ORDNUNG)

(Lkr. Günzburg, Gemeinde Kötz, Gemarkung Großkötz)

- Geotechnisches Sondergutachten -

Rev_01

Bestellung
vom 06.04.2021

Gesellschaft: HRB 8527 Amtsgericht Bochum, USt-IdNr. DE126873490, <https://www.dr-spang.de>
58453 Witten, Rosi-Wolfstein-Straße 6, Tel. (0 23 02) 9 14 02 - 0, Fax 9 14 02 - 20, zentrale@dr-spang.de

Geschäftsführer: Dipl.-Ing. Christian Spang, Dipl.-Wirtsch.-Ing. Christoph Spang

Niederlassungen: 73734 Esslingen/Neckar, Eberhard-Bauer-Str. 32, Tel. (0711) 351 30 49-0, Fax 351 30 49-19, esslingen@dr-spang.de
60528 Frankfurt/Main, Lyoner Straße 12, Tel. (069) 678 65 08-0, Fax 678 65 08-20, frankfurt@dr-spang.de
09599 Freiberg/Sachsen, Halsbrücker Straße 34, Tel. (03731) 798 789-0, Fax 798 789-20, freiberg@dr-spang.de
21079 Hamburg, Harburger Schloßstraße 30, Tel. (040) 524 73 35-0, Fax 524 73 35-20, hamburg@dr-spang.de
06618 Naumburg, Wilhelm-Franke-Straße 11, Tel. (03445) 762-25, Fax 762-20, naumburg@dr-spang.de
90491 Nürnberg, Erlenstegenstraße 72, Tel. (0911) 964 56 65-0, Fax 964 56 65-5, nuernberg@dr-spang.de
85521 Ottobrunn, Alte Landstraße 29, Tel. (089) 277 80 82-60, Fax 277 80 82-90, muenchen@dr-spang.de
14480 Potsdam, Großbeerenstraße 231, Haus III, Tel. (0331) 231 843-0, Fax 231 843-20, berlin@dr-spang.de

Banken: Deutsche Bank AG, Witten, IBAN: DE42 4307 0024 0813 9511 00, BIC: DEUTDEDB430
Stadtsparkasse Witten, IBAN: DE59 4525 0035 0000 0049 11, BIC: WELADED1WTN



INHALT	SEITE
1. ALLGEMEINES	4
1.1 Projekt	4
1.2 Auftrag	4
1.3 Unterlagen	4
1.4 Untersuchungen	5
2. GEOTECHNISCHE VERHÄLTNISSE	6
2.1 Morphologie und Vegetation	6
2.2 Bodenaufbau	6
2.3 Hydrologie und Hydrogeologie	7
2.4 Bodenmechanische Laborversuche	8
2.5 Geotechnische Besonderheiten	11
3. TECHNISCHE EIGENSCHAFTEN UND KENNWERTE	11
3.1 Klassifizierung für bautechnische Zwecke	11
3.2 Bodenkennwerte	12
3.3 Homogenbereiche	13
3.3.1 Allgemeines	13
3.3.2 DIN 18 300 Erdarbeiten	15
3.3.3 DIN 18 301 Bohrarbeiten	16
3.3.4 DIN 18 319 Rohrvortriebsarbeiten	17
3.3.5 DIN 18 303 Verbauarbeiten	18
3.3.6 DIN 18 304 Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten	19
3.3.7 DIN 18 320 Landschaftsbauarbeiten	20
4. FOLGERUNGEN / EMPFEHLUNGEN BAUGRUND	20
4.1 Planungsrandbedingungen	20
4.2 Baufeldvorbereitung	21
4.3 Baugrube und Aushub	21
4.4 Rohrvortrieb	22
4.5 Aushub und Wiederverfüllung	23
4.6 Wasserhaltung	24
4.7 Sonstige Empfehlungen und Variantenbetrachtung	25



5. ANLAGEN

- Anlage 1.1: Übersichtslageplan, M. = 1 : 25.000 (1)
- Anlage 2.1: Lageplan mit Aufschlusspunkten, M. = 1 : 1.000 (1)
- Anlage 3.1: Längsschnitt; M. = 1 : 200 (1)
- Anlage 4: Ergebnisse der Baugrundaufschlüsse
- Anlage 4.1: Zeichenerläuterung Baugrunderkundung (2)
- Anlage 4.2: (entfällt)
- Anlage 4.3: Rammsondierung (1)
- Anlage 4.4: Kernbohrungen (BK) (1)
- Anlage 4.5: Kernfotos (1)
- Anlage 5: Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche (4)



1. ALLGEMEINES

1.1 Projekt

Die bayernets GmbH plant im Rahmen ihres Netzausbaus die Umsetzung des Projekts Wertingen-Kötz (WK 51). Mit dem Projekt Wertingen-Kötz ist der Bau einer Gastransportleitung von der Verdichterstation Wertingen im Landkreis Dillingen an der Donau nach Kötz im Landkreis Günzburg geplant. Die Gastransportleitung mit einem Durchmesser DN 700 wird auf einer Länge von ca. 41 km größtenteils parallel zu bestehenden Leitungen geführt. Bestandteil des Gesamtprojekts ist auch der Bau einer Gasdruckregel- und Messanlage bei Kötz und die Anbindung an die Verdichterstation Wertingen.

Mit diesem Gutachten wird der geplante ca. 21,5 m lange Rohrvortrieb mit DN 700 unter dem Saumgraben (Gewässer 3. Ordnung) behandelt. Der Querungsbereich liegt im Landkreis Günzburg, Gemeinde Kötz, Gemarkung Großkötz.

1.2 Auftrag

Mit der schriftlichen Bestellung vom 06.04.2021 wurden wir auf Basis unseres Angebots A42.15523 vom 02.03.2021 beauftragt, eine Baugrunderkundung für die geplante Gastrasse Wertingen – Kötz durchzuführen. Die Erkundungsergebnisse sollen in einem Streckengutachten sowie in Sondergutachten z.B. für geschlossene Querungen zusammengefasst werden.

1.3 Unterlagen

Seitens des Auftraggebers wurden uns folgende Unterlagen zur Verfügung gestellt:

- [U 1] Trassenübersicht, M = 1 : 5.000**, Geplante Gastransportleitung AUGUSTA von Wertingen nach Kötz, Ingenieurbüro Weishaupt, Rev08, November.2022.
- [U 2] Längenschnitt, M = 1 : 100**, Geplante Gastransportleitung AUGUSTA von Wertingen nach Kötz, Ingenieurbüro Weishaupt, Rev08, November 2022.
- [U 3] Sonderplan Bauwerkskreuzungen, Höhe**; Gewässer III. Ordnung: Saumgraben; Ingenieurbüro Weishaupt, November 2022.



Des Weiteren wurden folgende Unterlagen herangezogen:

[U 4] Arbeitsblatt DWA-A 125, Rohrvortrieb und verwandte Verfahren, DWA-Regelwerk, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Hennef, Dezember 2008.

[U 5] BayernAtlas, Geoportal des Bayerischen Staatsministerium der Finanzen und für Heimat; Ministerium für Umwelt, aufgerufen im Mai 2022.

1.4 Untersuchungen

Zur Erkundung der Boden- und Grundwasserverhältnisse wurden im August 2021 eine **Kernbohrung (BK 51)** bis in eine max. Tiefe von 8 m und **1 Schwere Rammsondierung (DPH 130)** gemäß DIN EN ISO 22 476-2 (Spitzenquerschnitt 15 cm², Bärgegewicht 50 kg, Fallhöhe 50 cm) bis max. 8,0 m Tiefe ausgeführt. Die Bohrung BK 51 wurde im Anschluss zur Grundwassermessstelle (GWM 20) ausgebaut.

Das **Bohrgut** wurde nach den Maßgaben der DIN EN ISO 14 688 geotechnisch aufgenommen, gemäß DIN 18 196 klassifiziert und nach DIN 18 300 sowie DIN 18 319 gruppiert. Die Rammsondierung ist gemäß DIN EN ISO 22 476-2 als Rammdiagramm in Anlage 4.3 enthalten. Die Ergebnisse der Kernbohrungen sind in Anlage 4.4 und 4.5 (Kernfotos) dargestellt. Die Ergebnisse der Baugrunderkundung sind zudem im Längsschnitt (Anlage 3.1) aufgetragen.

Aus dem Bohrgut wurden Bodenproben entnommen. An ausgewählten, repräsentativen Bodenproben wurden **bodenmechanische Laborversuche** zur Bestimmung der kennzeichnenden Parameter ausgeführt. Folgende Laborversuche wurden von der Dr. Spang GmbH ausgeführt:

- 1 x Bestimmung des Wassergehalts nach DIN EN ISO 17892-1,
- 1 x Bestimmung der Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17 892-12,
- 1 x Bestimmung der Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17 892-4,
- 1 x Bestimmung des Kalkgehalts nach DIN 18 129.



2. GEOTECHNISCHE VERHÄLTNISSE

2.1 Morphologie und Vegetation

Die geplante Querung des Gewässers Saumgraben liegt etwa 340 m südlich der Ortschaft Großkötz und etwa 1.650 m nordwestlich der Ortschaft Hochwang. Nördlich der geplanten Querung verläuft in Parallellage die Hochspannungsleitung der Amprion. Westlich der geplanten Querung verläuft neben dem Graben ein Schotterweg. Als bautechnisch relevanter Bewuchs ist Baum- und Strauchbewuchs entlang des Grabens zu nennen. Die Querung ist ansonsten von landwirtschaftlichen Nutzflächen umgeben.

2.2 Bodenaufbau

Gemäß der geologischen Karte, welche Teil des Bayernatlas [U 4] ist, stehen im Projektgebiet oberflächennah Niedermoortorfe an. Westlich der Querung können zudem quartäre Talfüllung, in Form von Lehme oder Sanden, anstehen. Unterlagert werden die oben genannten Schichten durch pleistozäne bis holozäne Bach- oder Flussablagerungen in Form von Sanden und Kiesen, z.T. unter Flusslehm oder Flussmergel. Unterlagert wird diese Schicht von der Oberen Süßwassermolasse der limnischen Unteren Serie (OSM), welche in Form von Wechselfolgen aus Ton, Schluff, Mergel und Feinsand auftreten. Diese Bodenschichten sind teilweise glimmerführend.

Im Zuge der Baugrunderkundung wurde anhand der Kernbohrung BK 51 oberflächennah eine 1,0 m mächtige Niedermoortorf-Schicht (**Schicht 4**) in Form von einem sandigem, stark humosen, schwarzbraunen Schluff erkundet.

Unterhalb des Torfes sind **rollige Fluss- und Bachablagerungen (Schicht 3.2)** abgelagert. Diese sind zusammengesetzt aus schwach steinigen, schwach schluffigen bis schluffigen, stark sandigen, grauen Kiesen. Eine erhöhte Beimengung an Steinen sowie an Blöcken sind aus geologischer Sicht ebenso möglich.

Im Liegenden folgt die **Süßwassermolasse der Schicht 5.2** bis zur erkundeten Endtiefe von 8 m unter Bohransatzhöhe. Es sind im Wechsel hellgraue, tonige, feinsandige bis stark feinsandige Schluffe und stark schluffige (Fein-)Sande abgelagert. Die Tone besitzen gemäß Handansprache eine überwiegend halbfeste Konsistenz. Die Sande sind mitteldicht bis dicht gelagert.



Die **schwere Rammsondierung (DPH 126)** weist innerhalb der Schicht 3.2 mit der Tiefe steigende Schlagzahlen auf, welche bis 2 m unter GOK bei $N_{10} \leq 10$ liegen und ab 2 m bis 4,3 m unter GOK Schlägen von $N_{10} = 10 - 22$ aufweisen. Demnach ist die Lagerungsdichte bis 2 m unter GOK locker bis mitteldicht und ab 2 m ist die Schicht mitteldicht bis dicht gelagert.

Schicht-Nr.	Bezeichnung	Schichtmächtigkeit [m]	Bodenbeschreibung	
			Kornverteilung / Farbe	Konsistenz / Lagerungsdichte
4	Torf (Niedermoortorf)	1,0	Schluff , stark humos, sandig / braun	weich
3.2	rollige Fluss- und Bachablagerungen	3,9	Kies , stark sandig, schwach schluffig bis schluffig, schwach steinig / grau, graubraun	locker bis dicht
5.2	Süßwasser molasse (miUL) limnisch (miUL,F) miozän Feinsediment	3,1 ¹⁾	Schluff , feinsandig bis stark feinsandig, tonig / grau (Fein-)Sand , stark schluffig / grau	steif – halbfest mitteldicht bis sehr dicht

1) Schichtunterkante nicht erkundet

Tabelle 2.2-1: Baugrundaufbau

Die **Bodenkennwerte** bzw. **Rechenwerte** der oben beschriebenen Böden sind im Kapitel 3 zusammengestellt.

2.3 Hydrologie und Hydrogeologie

Die nächstgelegene Vorflut ist der Saumgraben, welche im Zuge der betrachteten Baumaßnahme das zu querende Objekt ist. In etwa 735 m östlicher Richtung verläuft zudem die Günz.

Im Zuge der Erkundungsmaßnahmen wurde sowohl in der Kernbohrung als auch im Loch der Ramme Grundwasser angetroffen. Die BK 51 wurde im Zuge der Bohrarbeiten zu einer Grundwassermessstelle (GWM 20) ausgebaut. Die angetroffenen Wasserstände sind in der nachfolgenden Tabelle 2.3.1 zusammengestellt.



Erkundung	Messzeitraum	Wasserstand [m u GOK]	Wasserstand [m NHN]
DPH 130	09.08.2021	1,15	+459,68
BK 51 / GWM 20	20.10.2021	1,12	+459,71

Tabelle 2.3-1: Gemessene Wasserstände

Der **Bauwasserstand** (höchster bauzeitlich zu erwartender Wasserstand) wird auf Basis der Erkundungen auf **+460,0 m NHN** festgesetzt, der **Bemessungswasserstand** (Endzustand über die gesamte Lebensdauer des Bauwerks) wird auf **Höhe der natürlichen GOK** festgesetzt.

Der östliche Querungsbereich liegt gemäß [U 5] innerhalb des festgesetzten Überschwemmungsgebiets der Günz.

Hinsichtlich der Untergrunddurchlässigkeiten wird auf die in der Tabelle 2.3-2 zusammengestellten Angaben verwiesen.

Schicht Nr.	Bezeichnung	Durchlässigkeit k_f [m/s]	Klassifizierung nach DIN 18 130
4	Torf (Niedermoortorf)	1×10^{-4} bis 1×10^{-9}	stark durchlässig bis sehr schwach durchlässig
3.2	rollige Fluss- und Bachablagerungen	1×10^{-2} bis 5×10^{-5}	stark durchlässig bis durchlässig
5.2	Süßwassermolasse	5×10^{-5} bis 1×10^{-9}	durchlässig bis sehr schwach durchlässig

Tabelle 2.3-2: Durchlässigkeiten

2.4 Bodenmechanische Laborversuche

Zur detaillierteren bodenmechanischen Bewertung der anstehenden Böden sowie zur Klassifizierung und Festlegung der Bodenkennwerte wurden von der Dr. Spang GmbH die nachfolgend genannten bodenmechanischen Laborversuche an repräsentativen Bodenproben durchgeführt:

- 1 x Bestimmung des Wassergehalts nach DIN EN ISO 17892-1,
- 1 x Bestimmung der Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17 892-12,
- 1 x Bestimmung der Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17 892-4,
- 1 x Bestimmung des Kalkgehalts nach DIN 18 129.



Wassergehalt: Es wurden Wassergehalte nach DIN EN ISO 17 892-1 an einer Probe bestimmt. Das Ergebnis kann der Tabelle 2.4-1 und Anlage 5.1 entnommen werden.

Aufschluss	Tiefe [m]	Schicht	Bodenart ¹⁾	Wassergehalt [%]
BK 51	0,9 – 1,0	4	T, u, s, \bar{h}	51,55

1) DIN EN ISO 14 688 / DIN 4023

Tabelle 2.4-1: Ergebnis der Bestimmung des Wassergehaltes nach DIN EN ISO 17 892-1

Plastizitätsuntersuchungen: Die Benennung der Zustandsform des bindigen Bodens anhand der Konsistenzahlen ist in der folgenden Tabelle 2.4-2 wiedergegeben.

Konsistenzahl I_c	Zustandsform
< 0	flüssig
0,0 – 0,50	breiig
0,5 – 0,75	weich
0,75 – 1,00	steif
> 1,0	halbfest

Tabelle 2.4-2: Benennung Zustandsform gemäß Konsistenzahl I_c nach DIN EN ISO 17 892-12

In der nachstehenden Tabelle 2.4-3 ist das Ergebnis der Plastizitätsuntersuchung zusammengefasst. Die Detailergebnisse einschließlich der Darstellungen im Plastizitätsdiagramm nach Casagrande können der Anlage 5.2 entnommen werden.

Aufschluss	Tiefe [m]	Schicht	Bodenart	w_n [%]	w_L [%]	I_P [%]	I_c [-]	Konsistenz	Bodengruppe ¹⁾
BK 51	4,9 – 5,0	5.2	T, s'	27,8	57,9	35,6	0,80	steif	TA

w_n = natürlicher Wassergehalt; w_L = Wassergehalt an der Fließgrenze; I_P = Plastizitätsindex, I_c = Konsistenzahl

1) DIN 18 196 / DIN EN ISO 14 688-2

Tabelle 2.4-3: Ergebnis der Plastizitätsuntersuchung nach DIN EN ISO 17 892-12

Die Konsistenzahl I_c der untersuchten Probe der Schicht 5.2 liegt bei 0,8. Die Probe besitzt demnach eine steife Konsistenz. Bei der untersuchten Probe handelt es sich gemäß DIN EN ISO 17 892-12 um einen ausgeprägt plastischen Ton (TA).

Korngrößenzusammensetzung: Zur Beurteilung der Korngrößenzusammensetzung des Bodens der Schicht 3.2 wurde eine Siebung nach nassem Abtrennen der Feinteile nach DIN EN ISO 17 892-4 durchgeführt. Anhand der Ergebnisse lassen sich grundsätzliche bautechnische Eigenschaften



des Materials abschätzen. Das Ergebnis ist als Körnungslinien in der Anlage 5.3 zu entnehmen und in nachfolgender Tabelle 2.4-4 zusammengefasst.

Aufschluss	Tiefe [m]	Schicht	Schlammkorn ¹⁾ [%]	Feinstkornanteil ²⁾ [%]	Bodenart ³⁾	Boden- gruppe ⁴⁾
BK 51	2,5 – 4,0	3.2	3,9	/	G, s'	GW

1) Korngröße $\leq 0,063$ mm

2) Korngröße $\leq 0,002$ mm

3) DIN EN ISO 14 688 / DIN 4023

4) DIN 18 196

Tabelle 2.4-4: Charakteristische Ergebnisse der Siebung

Kalkgehalt: Für die Bewertung des Kalkgehalts ist folgende Einteilung gemäß DIN EN ISO 14 688-2 zu verwenden:

Kalkgehalt (CaCO ₃) %	Einstufung
< 1	nicht kalkhaltig
1 – 5	leicht kalkhaltig
5 – 25	kalkhaltig
25 – 50	stark kalkhaltig
> 50	sehr stark kalkhaltig oder Kalk

Tabelle 2.4-5: Benennung und Zuordnung aufgrund des Kalkgehaltes entsprechend DIN EN ISO 14 688-2

An einer ausgewählten Probe wurde der Kalkgehalt nach DIN EN 18 129 bestimmt.

Aufschluss	Tiefe [m]	Schicht	Bodenart	Kalkgehalt v_{Ca} [%]
BK 51	2,5 – 4,0	3,2	G, s	7,28

Tabelle 2.4-6: Organische Bestandteile nach DIN 18 128 und Kalkgehalt nach DIN 18 129

Der Kalkgehalt der untersuchten Probe liegt bei 7,28 % und sind entsprechend DIN EN ISO 14 688-2 kalkhaltig. Die Ergebnisse der Kalkgehaltsbestimmungen in Anlage 5.5 im Detail eingesehen werden.



2.5 Geotechnische Besonderheiten

Nach DIN EN 4149:2005-04 gehört das Projektgebiet zu **keiner Erdbebenzone**.

Zur Bewertung der Frosteinwirkung auf Bauwerke und Verkehrswege sind in der Richtlinie zur Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO 12) - in Abhängigkeit von der Geländehöhe - verschiedene Frosteinwirkungszonen dargestellt. Danach liegt das Untersuchungsgebiet in der **Frosteinwirkungszone II**.

Gemäß [U 5] sind im Querungsbereich der Günz keine Schutzgebiete bekannt. Das Untersuchungsgebiet befindet sich allerdings in einem festgesetzten Überschwemmungsgebiet.

3. TECHNISCHE EIGENSCHAFTEN UND KENNWERTE

3.1 Klassifizierung für bautechnische Zwecke

Schicht Nr.	Bodenart	Klassifizierung nach DIN			Frostempfindlichkeit ¹⁾	Verdichtungsfähigkeit ²⁾
		18 196	18 300 ⁵⁾	18 319 ⁶⁾		
4	Torf (Niedermoortorf)	TL, TM, TA, OT, OK, HH, HZ	2	LBM 1 – 2 LBO 1 – 2 P 1 – 2	F 3	V 3 bzw. nicht geeignet wegen Organik
3.2	rollige Fluss- und Bachablag- gerungen	GE, GW, GI, GU	3 - 5 (2) ³⁾ (6/7) ⁴⁾	LNE 1 – 2 LNW 1 – 3 (S 1 – S 3) ⁴⁾	F 1 – F 2	V 1
5.2	Süßwasser molasse (miUL) limnisch (miUL,F) miozän Feinsediment	TL, TM, TA, ST, ST*, SU*	4 (5) (2) ³⁾	LBM 2 – 3 P 1 – P 2 (S 1 – S 3)	F 2 - F 3	V 2 - V 3

1) Nach ZTV E-StB 17, Tab. 3 (F1 = nicht frostempfindlich, F3 = sehr frostempfindlich).

2) (V1 = verdichtungsfähig, V3 = schwer verdichtungsfähig)

3) Die angegebenen leicht plastischen Böden können bei Wassersättigung infolge Störung der Lagerung in Bodenklasse 2 nach DIN 18 300 übergehen.

4) Bei entsprechendem Stein- und Geröllanteil

5) nach DIN 18 300 (2012), keine Homogenbereiche

6) gemäß DIN 18 319:2012-09

Tabelle 3.1-1: Bodenklassifizierung



Nach den Aufschlussresultaten und den geotechnischen Laborversuchen in Anlage 5 lassen sich die angetroffenen Böden gemäß vorstehender Tabelle 3.1-1 klassifizieren.

Es wird an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass aus geologischen Gründen in der Schicht 3.2 und 5.2, vorzugsweise am Übergang dieser beiden Schichteinheiten **Steine, Gerölle** und ggf. auch **Findlinge** vorhanden sein können. Mit der Erkundung wurden derartige Einlagerungen nicht direkt angetroffen, jedoch kann das Auftreten nicht ausgeschlossen werden. Daher wurden die **Stein-Zusatzklassen S 1 (Steine bis 200 mm) bis S 3 (Steine bis 630 mm)** nach der DIN 18 319: 2012 in der Tabelle 3.1-1 aufgenommen.

Die Angabe der Boden- und Felsklassen nach der zurückgezogenen DIN 18 300 (Ausgabe 2012) erfolgt informativ. Seit 2015 ist Boden und Fels in Homogenbereiche einzuteilen. Bei der Festlegung der Homogenbereiche sind einsetzbare Bauverfahren und Baugeräte zu berücksichtigen. Eine vorläufige Einteilung in Homogenbereiche wird in Kap 3.3 - Homogenbereiche vorgenommen.

Schicht-Nr.	Boden	Rammpbarkeit ¹⁾
3.2	rollige Fluss- und Bachablagerungen	leicht bis schwer rammpbar ²⁾
5.2	Süßwassermolasse (miUL)	mittelschwer bis schwer rammpbar ²⁾

1) Bezeichnungen gemäß Grundbau-Taschenbuch, 8. Auflage, Ernst & Sohn Verlag

2) genesebedingt gröbere Einlagerungen möglich, **dann Vorbohren erforderlich**

Tabelle 3.1-2: Rammpbarkeit der anstehenden Schichten

Die **Rammpbarkeiten** der Bodenschichten sind wie in der vorstehenden Tabelle 3.1-2 zusammengestellt einzuschätzen.

Es wird ebenfalls darauf hingewiesen, dass die **bindigen Böden** der Schicht 5.2 bei Wassersättigung und einer Lagerungsstörung (z.B. dynamische Beanspruchung, Überfahrten, Bohrarbeiten etc.) in eine **fließende Bodenart** übergehen (Übergang von Bodenklasse 4 in Bodenklasse 2 „fließende Bodenarten“ nach DIN 18 300; 2012).

3.2 Bodenkennwerte

Auf der Basis der Untersuchungen und von umfangreichen Erfahrungen mit den im Projektgebiet anstehenden Böden lassen sich die in Tabelle 3.2-1 zusammengestellten charakteristischen Bodenkennwerte angeben. Lokale Abweichungen sind möglich. Die Werte der Tabelle 3.2-1 gelten für



Böden mit mindestens mitteldichter Lagerung bzw. steifer Zustandsform, sofern nicht anders angegeben.

Schicht Nr.	Boden- gruppe	Wichte feuchter Boden	Wichte unter Auftrieb	Rei- bungs- winkel	Kohäsion	Anfangs- festigkeit	Steife- modul ¹⁾
		γ_k [kN/m ³]	γ'_k [kN/m ³]	ϕ'_k [°]	c'_k [kN/m ²]	$c_{u,k}$ [kN/m ²]	$E_{s,k}$ [MN/m ²]
4	Torf (Niedermoor- torf)	15 – 17	5 – 7	20 – 25	10	20 – 60	1 - 10
3.2	rollige Fluss- und Bachabla- gerungen	19	11	32,5	/	/	20 - 50
5.2	Süßwasser molasse (miUL)	21	11	27,5	5	60 - 120	30 - 70

1) Ermittlung des Steifemoduls $E_{s,k}$ für den Laststeigerungsbereich 0 bis 300 kN/m²

Tabelle 3.2-1: Charakteristische Bodenkennwerte

3.3 Homogenbereiche

3.3.1 Allgemeines

Boden und Fels ist gemäß den Normen der VOB/C (seit der Ausgabe 2015) in Homogenbereiche einzuteilen, die für die Ausschreibung verwendet werden sollen. Ein Homogenbereich ist dabei ein begrenzter Bereich, bestehend aus einzelnen oder mehreren Boden- oder Felsschichten, der für die in den einzelnen Gewerken einsetzbaren Baugeräte vergleichbare Eigenschaften aufweist. Die Homogenbereiche sind somit ggf. gewerkespezifisch festzulegen und hängen von den einsetzbaren Baugeräten ab. Da die geplanten Bauverfahren zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung noch nicht festgelegt waren, erfolgt eine vorläufige Einteilung auf Basis der empfohlenen Verfahren gemäß Kap. 4, die im Zuge des Planungsprozesses bis zur Ausschreibung zu überprüfen und ggf. zu überarbeiten ist.

Umweltrelevante Inhaltsstoffe wurden bei der Einteilung der Homogenbereiche nur dann berücksichtigt, wenn Sie eine offensichtliche Auswirkung auf das Bauverfahren/Baugerät haben oder den Aufwand beim Arbeiten mit diesen Stoffen beeinflussen. Dies wurde immer dann unterstellt, wenn es sich um gefährlichen Abfall nach der AVV handelt. Sofern eine umwelttechnische Belastung sich



im Wesentlichen nur auf die Entsorgungskosten auswirkt, wurde keine Unterteilung in den Homogenbereichen ausgewiesen. Es wird empfohlen die Entsorgung in solchen Fällen über eigene Positionen in der Ausschreibung zu regeln.

Die Homogenbereiche und die angegebenen Eigenschaften beschreiben den Zustand des Bodens und Fels vor dem Lösen. Bei den aufgeführten Eigenschaften und Kennwerten handelt es sich nicht um charakteristische Kennwerte für Berechnungen, sondern um mögliche Spannbreiten, die zur Abschätzung der Bearbeitbarkeit von Boden und Fels verwendet werden können. **Die Einteilung der Homogenbereiche ist zur Ausschreibung unter Berücksichtigung der geplanten Bauverfahren vom Planer und geotechnischen Gutachter zu überprüfen und ggf. anzupassen.**

Bauzeitliche Überprüfungen sind mit Versuchen nach den in der Tabelle 3.3.1-1 aufgeführten Prüfverfahren durchzuführen.

	Eigenschaft / Kennwert	Prüfung/Prüfvorschrift
Bodenmechanik	Korngrößenverteilung	DIN EN ISO 17 892-4
	Massenanteil Steine, Blöcke, große Blöcke	Aussortieren, Vermessen, Wiegen
	mineralogische Zusammensetzung der Steine und Blöcke	DIN EN ISO 14 689
	natürliche Dichte / Feuchtdichte	DIN EN ISO 17 892-2
	undrainierte Scherfestigkeit c_u	DIN 4094-4
	Kohäsion c'	DIN EN ISO 17 892-10
	Sensitivität c_{fv}/c_{rv}	DIN 4094-4
	Wassergehalt w_n	DIN EN ISO 17 892-1
	Plastizitätszahl I_p	DIN EN ISO 17 892-12
	Konsistenzzahl I_c	DIN EN ISO 17 892-12
	Durchlässigkeit k_f	DIN EN ISO 17 892-11
	bezogene Lagerungsdichte I_D	DIN 18 126 in Verbindung mit Dichtebestimmung nach DIN EN ISO 17 892-2
	organischer Anteil v_{gl}	DIN 18 128
	Kalkgehalt v_{ca}	DIN 18 129
	Sulfatgehalt (säurelöslich)	DIN 4030-2
Bodengruppe	DIN 18 196	
Abrasivität	LCPC-Test nach NF P18-579	

Tabelle 3.3.1-1: Für eine Überprüfung der Eigenschaften und Kennwerte der Homogenbereiche anzuwendende Prüfverfahren



3.3.2 DIN 18 300 Erdarbeiten

Für die Festlegung der Homogenbereiche für Erdarbeiten (DIN 18 300) wird davon ausgegangen, dass der Aushub mit einem Bagger mittlerer Leistungsklasse ausgeführt wird, der Boden zumindest zum Teil auf der Baustelle zwischengelagert wird und vor Ort wieder eingebaut und verdichtet wird. Daher berücksichtigen die Homogenbereiche sowohl das Lösen als auch den Wiedereinbau und die Verdichtung.

In der nachfolgenden Tabelle 3.3.2-1 sind die Zuordnung der in diesem Gutachten angegebenen geologischen Schichten zu Homogenbereichen für Erdarbeiten sowie die zusammengefassten Eigenschaften der Homogenbereiche angegeben.

Eigenschaft / Kennwert	Homogenbereiche		
	Erd-A	Erd-B	Erd-C
Schicht Nr.	5.2	3.2	4
ortsübliche Bezeichnung	Süßwassermolasse	rollige Fluss- und Bachablagerungen	Torf (Niedermoortorf)
Korngrößenverteilung mit Korngrößenband ²⁾			
Massenanteil			
Steine [%]	20	40	< 10
Blöcke [%]	10	20	< 5
große Blöcke [%]	5	10	< 2
natürliche Dichte [g/cm ³]	1,8 - 2,3	1,6 - 2,1	1,2 - 1,9
undrainierte Scherfestigkeit c _u [kN/m ²]	< 150	/	< 80
Wassergehalt w _n [%]	10 - 40	5 - 30	10 - 200
Plastizitätszahl I _p	< 40 / leicht bis ausgeprägt plastisch	/	< 40 / leicht bis ausgeprägt plastisch
Konsistenzzahl I _c / Bezeichnung ¹⁾	0,75 - 1,5 / steif bis halbfest	/	0,1 - 0,75 / flüssig bis steif
bezogene Lagerungsdichte I _D / Bezeichnung ¹⁾	0,35 - 1,0 / mitteldicht bis dicht	0,15 - 0,8 / locker bis dicht	/
organischer Anteil v _{gl} / Bezeichnung ¹⁾	<2 - 20 / nicht organisch bis organisch	< 2 - 6 / nicht organisch bis schwach organisch	2 - > 20 / schwach organisch bis stark organisch



Eigenschaft / Kennwert	Homogenbereiche		
	Erd-A	Erd-B	Erd-C
Bodengruppe	TL, TM, TA, ST, ST*, SU, SU*	GE, GW, GI, GU	TL, TM, TA, OT, OU, HH, HZ

1) Begriffe nach DIN EN ISO 14 688-2

2) Das Körnungsband bezieht sich nur auf den Massenanteil ohne Stein, Blöcke und Große Blöcke

Tabelle 3.3.2-1: Homogenbereiche gemäß DIN 18 300 für Erdarbeiten in Boden

3.3.3 DIN 18 301 Bohrarbeiten

In der nachfolgenden Tabelle 3.3.3-1 sind die Zuordnung der in diesem Gutachten angegebenen geologischen Schichten zu Homogenbereichen für Bohrarbeiten sowie die zusammengefassten Eigenschaften der Homogenbereiche angegeben.

Eigenschaft / Kennwert	Homogenbereiche		
	Bohr-A	Bohr-B	Bohr-C
Schicht Nr.	5.2	3.2	4
ortsübliche Bezeichnung	Süßwassermolasse	rollige Fluss- und Bachablagerungen	Torf (Niedermoor-torf)
Korngrößenverteilung mit Korngrößenband ²⁾			
Massenanteil			
Steine [%]	20	40	< 10
Blöcke [%]	10	20	< 5
große Blöcke [%]	5	10	< 2
natürliche Dichte [g/cm ³]	1,8 - 2,3	1,6 - 2,1	1,2 – 1,9
undrainierte Scherfestigkeit c _u [kN/m ²]	< 150	/	< 80
Wassergehalt w _n [%]	10 - 40	5 - 30	10 - 200
Plastizitätszahl I _p	< 40 / leicht bis ausgeprägt plastisch	/	< 40 / leicht bis ausgeprägt plastisch
Konsistenzzahl I _c / Bezeichnung ¹⁾	0,75 - > 1,0 / steif bis fest	/	0,1 – 0,75 / flüssig bis steif
bezogene Lagerungsdichte I _D / Bezeichnung ¹⁾	0,35 - 1,0 / mitteldicht bis sehr dicht	0,15 - 0,8 / locker bis dicht	/
LCPC-Abrasivitätskoeffizient LAK [g/to] / Bezeichnung ³⁾	100 - 1.250 / schwach abrasiv bis stark abrasiv	100 - 1.250 / schwach abrasiv bis stark abrasiv	0 – 100 / nicht abrasiv bis kaum abrasiv



Eigenschaft / Kennwert	Homogenbereiche		
	Bohr-A	Bohr-B	Bohr-C
Bodengruppe	TL, TM, TA, ST, ST*, SU, SU*	GE, GW, GI, GU	TL, TM, TA, OT, OU, HH, HZ

- 1) Begriffe nach DIN EN ISO 14 688-2
- 2) Das Körnungsband bezieht sich nur auf den Massenanteil ohne Stein, Blöcke und große Blöcke
- 3) Begriffe gemäß Käsling, H. & Thuro, K.: Bestimmung der Gesteinsabrasivität - Versuchstechniken und Anwendung; in: DGGT, 31. Baugrundtagung, 2010

Tabelle 3.3.3-1: Homogenbereiche gemäß DIN 18 301 für Bohrarbeiten in Boden

In den rolligen Fluss- und Bachablagerungen (Schicht 3.2) und der Süßwassermolasse (Schicht 5.2) können erfahrungsgemäß Hindernisse in Form von Verfestigungen, Steinen und Blöcken (Bodenklassen \leq FV 3 bzw. \leq FD 3 nach DIN 18301:2012) mit Kantenlängen bis zu 630 mm auftreten können. In Bezug auf den Homogenbereich Bohr-A und Bohr-B sind daher im Zuge der weiteren Planung und Ausschreibung entsprechende Zulagen vorzusehen. Aufgrund der Festigkeiten dieser größeren Einlagerungen ist mit kleinkalbrigem Vorbohren, Meißeln, Rollenmeißeleinsatz, etc. zu rechnen.

3.3.4 DIN 18 319 Rohrvortriebsarbeiten

Für einen Rohrvortrieb mit einem Horizontal- / Pressbohrverfahren können die Zuordnung der in diesem Gutachten angegebenen geologischen Schichten zu Homogenbereichen für Rohrvortriebsarbeiten, sowie die zusammengefassten Eigenschaften der Homogenbereiche gemäß Tabelle 3.3.4-1 verwendet werden.

Eigenschaft / Kennwert	Homogenbereiche		
	Rohr-A	Rohr-B	Rohr-C
Schicht Nr.	5.2	3.2	4
ortsübliche Bezeichnung	Süßwassermolasse	rollige Fluss- und Bachablagerungen	Torf (Niedermoor-torf)
Korngrößenverteilung mit Korngrößenband ²⁾			
Massenanteil			
Steine [%]	20	40	< 10
Blöcke [%]	10	20	< 5
große Blöcke [%]	5	10	< 2
natürliche Dichte [g/cm ³]	1,8 - 2,3	1,6 - 2,1	1,2 - 1,9



Eigenschaft / Kennwert	Homogenbereiche		
	Rohr-A	Rohr-B	Rohr-C
undrainierte Scherfestigkeit c_u [kN/m ²]	< 150	/	< 80
Wassergehalt w_n [%]	10 - 40	5 - 30	10 - 200
Plastizitätszahl I_p	< 40 / leicht bis ausgeprägt plastisch	/	< 40 / leicht bis ausgeprägt plastisch
Konsistenzzahl I_c / Bezeichnung ¹⁾	0,75 - > 1,0 / steif bis fest	/	0,1 – 0,75 / flüssig bis steif
bezogene Lagerungsdichte I_D / Bezeichnung ¹⁾	0,35 - 1,0 / mitteldicht bis sehr dicht	0,15 - 0,8 / locker bis dicht	/
LCPC-Abrasivitätskoeffizient LAK [g/to] / Bezeichnung ³⁾	100 - 1.250 / schwach abrasiv bis stark abrasiv	100 - 1.250 / schwach abrasiv bis stark abrasiv	0 – 100 / nicht abrasiv bis kaum abrasiv
Bodengruppe	TL, TM, TA, ST, ST*, SU, SU*	GE, GW, GI, GU	TL, TM, TA, OT, OU, HH, HZ

1) Begriffe nach DIN EN ISO 14 688-2

2) Das Körnungsband bezieht sich nur auf den Massenanteil ohne Stein, Blöcke und große Blöcke

3) Begriffe gemäß Käsling, H. & Thuro, K.: Bestimmung der Gesteinsabrasivität - Versuchstechniken und Anwendung; in: DGGT, 31. Baugrundtagung, 2010

Tabelle 3.3.4-1: Homogenbereiche gemäß DIN 18 319 für Rohrvortriebsarbeiten in Boden

Für einen Rohrvortrieb mit einem Pressbohrverfahren können die Zuordnung der in diesem Gutachten angegebenen geologischen Schichten zu Homogenbereichen für Rohrvortriebsarbeiten mit Großbohranlagen verwendet werden.

In der Süßwassermolasse (Schicht 5.2) und den rolligen Fluss- und Bachablagerungen (Schicht 3.2) vorhandene Steine, Blöcke, ggf. Findlinge können die Eigenschaften von den Klassen FD bzw. FZ nach DIN 18301:2012 aufweisen.

3.3.5 DIN 18 303 Verbauarbeiten

Für die vorübergehende oder dauerhafte Sicherung von Geländesprüngen sowie von Baugruben, Gräben und dergleichen mit Verbau ist die DIN 18 303 zu verwenden. Eine Einteilung von Boden und Fels in Homogenbereiche kann gemäß der Tabelle 3.3.2-1 (DIN 18 300 „Erdarbeiten“) erfolgen. Die Ausführung der Arbeiten hat nach DIN 18 303 zu erfolgen.



3.3.6 DIN 18 304 Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten

Für das Einbringen und Ziehen von (Spund-)Bohlen, Pfählen, Trägern und dergleichen durch Rammen, Rütteln oder Pressen gilt die DIN 18 304. Für Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten können die Zuordnung der in diesem Gutachten angegebenen geologischen Schichten zu Homogenbereichen sowie die zusammengefassten Eigenschaften der Homogenbereiche gemäß der Tabelle 3.3.6-1 verwendet werden. Es wird darauf hingewiesen, dass gemäß aktueller DIN 18 304-Reihe für die Ausschreibung der Ramm- und Rüttelarbeiten nicht zwingend das Homogenbereichskonzept angewendet werden muss. Auf die in Kapitel 3.1 beschriebene Rammpbarkeit der Böden wird verwiesen.

Eigenschaft / Kennwert	Homogenbereiche		
	Ramm-A	Ramm-B	Ramm-C
Schicht Nr.	5.2	3.2	4
ortsübliche Bezeichnung	Süßwassermolasse	rollige Fluss- und Bachablagerungen	Torf (Niedermoor-torf)
Korngrößenverteilung mit Korngrößenband ²⁾			
Massenanteil Steine [%] Blöcke [%] große Blöcke [%]	20 10 5	40 20 10	< 10 < 5 < 2
natürliche Dichte [g/cm ³]	1,8 - 2,3	1,6 - 2,1	1,2 – 1,9
undrainierte Scherfestigkeit c _u [kN/m ²]	< 150	/	< 80
Wassergehalt w _n [%]	10 - 40	5 - 30	10 - 200
Plastizitätszahl I _p	< 40 / leicht bis ausgeprägt plastisch	/	< 40 / leicht bis ausgeprägt plastisch
Konsistenzzahl I _c / Bezeichnung ¹⁾	0,75 - > 1,0 / steif bis fest	/	0,1 – 0,75 / flüssig bis steif
bezogene Lagerungsdichte I _D / Bezeichnung ¹⁾	0,35 - 1,0 / mitteldicht bis sehr dicht	0,15 - 0,8 / locker bis dicht	/
Bodengruppe	TL, TM, TA, ST, ST*, SU, SU*	GE, GW, GI, GU	TL, TM, TA, OT, OK, HH, HZ

1) Begriffe nach DIN EN ISO 14 688-2

2) Das Körnungsband bezieht sich nur auf den Massenanteil ohne Stein, Blöcke und große Blöcke

Tabelle 3.3.6-1: Homogenbereiche gemäß DIN 18 304 für Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten in Boden



3.3.7 DIN 18 320 Landschaftsbauarbeiten

Oberboden ist nach DIN 18 320 als eigener Homogenbereich auszuweisen. Der Oberboden ist vor Beginn der Arbeiten abzuschleppen und ist zur Rekultivierung zu verwerten.

Eigenschaft / Kennwert	Homogenbereiche
	Oberboden
Bodengruppe nach DIN 18 196	OU / OH
ortsübliche Bezeichnung	Mutterboden
Bodengruppe nach DIN 18 915	3, 4, 5
Massenanteil	
Steine [%]	< 10
Blöcke [%]	< 5
große Blöcke [%]	< 5

Tabelle 3.3.7-1: Homogenbereiche gemäß DIN 18 320 für Oberboden

4. FOLGERUNGEN / EMPFEHLUNGEN BAUGRUND

4.1 Planungsrandbedingungen

Südlich der Ortschaft Klötz ist die **geschlossene Querung** des Gewässers 3. Ordnung „Saumgraben“ geplant. Der geplante Vortrieb hat gemäß [U 3] eine Länge von ca. 35 m. Die Kreuzung soll mittels Bohr- / Pressverfahren mit einem Stahl-Produktenrohr DN 700 ausgeführt werden. Auf der Grundlage der vorliegenden Planung und der erforderlichen technischen Randbedingungen (Mindestüberdeckung, Fremdleitungen) lassen sich für den Vortrieb aus den o. g. Randbedingungen folgende technischen Daten angeben.

- Gelände Ostseite: ca. 460,5 m NHN;
- Gelände Westseite: ca. 461,5 m NHN;
- Sohle Saumgraben (Tiefpunkt): ca. 459,2 m NHN;
- geforderte Mindestüberdeckung: $h_u \geq 1,5 \times D_a \geq 0,8$ m;
- gewählte Mindestüberdeckung zur Gewässersohle: 1,5 m;
- UK Vortrieb Startgrube (östlich): ca. 3,6 m u. GOK / ca. 456,9 m NHN;
- UK Vortrieb Zielgrube (westlich): ca. 4,7 m u. GOK / ca. 456,9 m NHN;



- Baugrubensohle Startgrube (östlich): ca. 4,6 m u. GOK / ca. 455,9 m NHN;
- Baugrubensohle Zielgrube (westlich): ca. 5,7 m u. GOK / ca. 455,9 m NHN.

Nach DWA-A 125, Tabelle 7 [U 4] sind für Vortriebsverfahren eine Mindestüberdeckung zwischen Oberkante Vortriebsrohr und Geländeoberkante von $h_{\bar{u}} \geq 1,5 \times D_a \geq 0,8$ m einzuhalten.

4.2 Baufeldvorbereitung

Für die Errichtung der Baugruben und zur Durchführung des Vortriebs sind große und schwere Baumaschinen erforderlich. Die Geländeoberflächen sind im Bereich der landwirtschaftlichen Nutzflächen sowohl auf der Ost- als auch auf der Westseite ohne eine Baufeldvorbereitung für die Einrichtung der Baustelle nicht geeignet. Hier stehen oberflächennah bindige Böden, bzw. fließfähige Bodenarten an. Diese sind wasserempfindlich und neigen bei dynamischen Anregungen zum Aufweichen.

Die erforderlichen Flächen sind zu befestigen. Es wird empfohlen, hierfür gebrochenes Natursteinmaterial (Grobschlag, Schotter) zu verwenden. Die Mindestdicke der Befestigung ist mit 0,6 m einzuplanen. Unter der Befestigung wird im Hinblick auf den Rückbau und die Wiederherstellung der Flächen die Verlegung eines Geotextiles (GRK 4) empfohlen.

4.3 Baugrube und Aushub

Gemäß den örtlichen Gegebenheiten sowie Kap. 4.1 werden die Baugruben bis zu ca. 5,1 m tief. Sie werden Abmessungen von ca. 28 m x 4 m (Startgrube) bzw. 10 m x 4 m (Zielgrube) haben. Die Baugruben sind grundsätzlich nach DIN 4124 „Baugruben und Gräben, Böschungen, Arbeitsraumbreiten, Verbau“ auszuführen und können aufgrund des ausreichend vorhandenen Platzes prinzipiell frei geböscht werden. Der Aushub besteht hauptsächlich aus Böden der Schicht 3.2, stellenweise könnten auch die Böden der Schicht 5.2 angetroffen werden, deshalb empfehlen wir nach DIN 4124 einen einheitlichen Böschungswinkel von $\leq 45^\circ$. Dabei gilt es zu erwähnen, dass innerhalb der vorgenannten Schichten grundsätzlich auch mit **Steinen** ($\varnothing > 63 - 200$ mm) gerechnet werden muss.



Bei der Anwendung der genannten Böschungswinkel sind die Angaben und Hinweise der DIN 4124 zu beachten, insbesondere die Einschränkungen nach Abschnitt 4.2.3 der DIN 4124. Die Baugrubenböschungen sind am Kopf gemäß DIN 4124 lastfrei zu halten. Weiterhin wird bei den anstehenden Böden eine Abdeckung der Böschungen mit Folien empfohlen, um Ausspülungen / Erosion infolge von Niederschlägen zu vermeiden.

Die Baugruben werden voraussichtlich einen ausreichend großen Abstand zu den Straßen- und Fahrradwegflächen aufweisen, sodass es möglich ist die Baugruben frei geböscht auszubauen. Als Pressenwiederlager kann eine Spundwand an der Rückwand der Baugrube eingebracht werden, generell ist ein Verbau mittels Spundwand denkbar. Die Rammbarkeiten der Böden gem. Kapitel 3.1 sind zu beachten. Damit eine Rückverankerung vermieden werden kann, wird empfohlen, den Verbau in sich auszusteifen oder eine ausreichende Fußeinspannung zu gewährleisten. Der Verbau ist statisch zu bemessen.

Der Verbau ist mit den o. a. Bodenkennwerten zu bemessen. Es kann aktiver Erddruck angesetzt werden, sofern sich im Lastausbreitungswinkel keine Leitungen / Bauwerke befinden. Ansonsten ist erhöhter aktiver Erddruck anzusetzen ($0,5 \times e_a + 0,5 \times e_0$). Der Wandreibungswinkel darf bei Trägerbohlwänden mit $\frac{2}{3} \varphi$ angenommen werden. Die DIN 4124 und die EAB - Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben sind zu beachten.

4.4 Rohrvortrieb

Der Vortrieb verläuft gemäß der einzuhaltenden zur Gewässersohle und den Erkenntnissen aus den geotechnischen Erkundungen innerhalb der rolligen Fluss- und Bachablagerungen (Schicht 3.2). Stellenweise könnte die Schicht der Süßwassermolasse (Schicht 5.2) angeschnitten werden. Die Ortsbrust wird als kurzzeitig standsicher betrachtet. Innerhalb der rolligen Fluss- und Bachablagerungen muss genesebedingt mit Steinen und Blöcken mit Kantenlänge > 400 mm gerechnet werden. Die Steine können dabei eine hohe Druckfestigkeit > 250 MPa und einer erhöhten Abrasivität aufweisen, daher ist mit einem erschwerten Vortrieb und einem erhöhten Verschleiß der Bohrwerkzeuge bzw. der Isolierung des Produktenrohres zu rechnen.



Der Vortrieb ist nach DIN EN 1997-1 (EC 7) in die geotechnische Kategorie GK 2 (Bauvorhaben mit mittlerem Schwierigkeitsgrad) einzustufen. Der anstehende Baugrund und die geotechnischen Eigenschaften sind gemäß Normenhandbuch EC 7-1, Abs.4.3.1 (1) P und (3) im Rahmen der Geotechnischen Fachbauüberwachung zu kontrollieren und abzunehmen.

Aufgrund des Durchmessers und der geotechnischen Verhältnisse wird empfohlen, den **Rohrvortrieb im Horizontal / -Pressbohrverfahren** gemäß [U 4], Pkt. 6.1.2.2.2, auszuführen. Auf die Kennwerte in Tabelle 3.1-1 wird verwiesen.

Vor Beginn der Arbeiten sind die baulichen Schutzmaßnahmen gemäß Kap. 9.4 der DWA-A 125 [U 4] umzusetzen. Dazu gehört u. A., dass alle vortriebsrelevanten Parameter vom Sachverständigen für Erd- und Grundbau zu prüfen sind. Das Vortriebsrohr ist nach DWA-A 161 statisch zu bemessen. Es ist ein Vortriebsprotokoll (Bohrfortschritt, Bohrgutart und -menge, Besonderheiten etc.) zu führen. Nach [U 4] ist vom Sachverständigen für Erd- und Grundbau ein Abschlussbericht anzufertigen.

Infolge des Rohrvortriebs ergibt sich nach SCHERLE ein abgeschätzter Setzungsbetrag von <1,0 cm an der GOK. Es handelt sich dabei um eine konservative Abschätzung, die als maximale Setzungen zu bewerten sind. Bei regelgerechter Bauausführung werden diese Setzungsbeträge nicht erreicht.

4.5 Aushub und Wiederverfüllung

Der Aushub wird maßgeblich innerhalb von Böden der Schicht 3.2 und somit innerhalb der rolligen Fluss- und Bachablagerungen stattfinden. Stellenweise könnte es möglich sein, dass die Süßwassermolasse (Schicht 5.2) angeschnitten wird.

Es wird grundsätzlich empfohlen die beiden anfallenden Bodenschichten in Anlehnung an die gewählten Homogenbereiche getrennt zu lagern, um so einen schichtgetreuen Wiedereinbau zu ermöglichen.

Bei den bindigen Böden der Schicht 5.2 kann es bei Wassersättigung und mechanischer Beanspruchung zu einer Lagerungsstörung kommen und der Boden kann in die Bodenklasse 2 nach DIN 18 300: 2012 übergehen. Die Baugruben sind lagenweise zu verfüllen. Die Böden sind ohne zusätzliche



Maßnahmen nur mit $D_{Pr} = 95 \%$ einbaubar. Sie können entsprechend nur wieder eingebaut werden, wenn Eigensetzungen bis ca. 10 % hingenommen werden können.

Müssen die Eigensetzungen weiter reduziert werden, sind die Böden mit Verdichtung ($D_{Pr} = 97 \%$) einzubauen. Der Verdichtungsgrad von 97 % D_{Pr} ist bei diesen bindigen Böden in der Regel ohne Zusatzmaßnahmen nicht erreichbar. Es müsste Mischbinder zugegeben werden oder es ist rolliges, grobes Material zuzumischen.

Es ist unbedingt darauf zu achten, dass keine bindigen Böden unter der Leitung eingebaut werden, um Nachsackungen unter der Rohrleitung auszuschließen.

Eine Einsandung der Leitungen mit Fremdmaterial ist mit einer Schichtdicke von mind. 20 cm erforderlich. Diese Schicht ist unterhalb und oberhalb der Leitung bis $D_{Pr} = 98 \%$ zu verdichten. Der Aushub an bindigen Boden kann zur Verfüllung im Leitungsbereich nicht verwendet werden.

4.6 Wasserhaltung

Der Bauwasserstand ist bei +460,0m NHN angegeben. Somit wird für einen geschlossenen Vortrieb eine Grundwasserhaltung in den Baugruben notwendig. Bei dem Grundwasser handelt es sich um ergiebiges Porengrundwasser innerhalb der rolligen Fluss- und Bachablagerungen, welches voraussichtlich hydraulisch mit dem Saumgraben verbunden ist.

Für die Wasserhaltung wird der Einsatz von Schwerkraftbrunnen mit einer Länge von 6,0 m und einem Ausbaudurchmesser DN 200 (Bohrdurchmesser 400 mm) empfohlen. Für die hydraulische Durchlässigkeit der Schicht 3.2 wird ein k_f -Wert von 1×10^{-3} angesetzt. Die Reichweite des Absenktrichters nach SICHARDT beträgt etwa 389 m. Durch den großen Radius des Absenktrichters beeinflusst die Wasserhaltung der Startbaugrube bereits die Zielbaugrube, weshalb hier kalkulatorisch mit einem geringeren Absenkbetrag gerechnet werden kann. Es werden voraussichtlich insgesamt etwa 16 Brunnen benötigt

Es wird mit einem kombinierten Wasserandrang zu den beiden Baugruben von knapp 40 l/s gerechnet. Für weitere Informationen (Einleitstellengenaue Wassermengen, etc.) wird auf den **Erläuterungsbericht für die wasserrechtliche Genehmigung** der temporären Grundwasserentnahme und Einleitung verwiesen.



4.7 Sonstige Empfehlungen und Variantenbetrachtung

Eine Baugrunderkundung ist naturgemäß eine stichprobenartige Bestandsaufnahme, die zwischen den Aufschlüssen Ergebnisse interpoliert. Abweichungen in gewissem Umfang sind somit nicht gänzlich auszuschließen. Bei Abweichungen der angetroffenen Bodenverhältnisse von den in diesem Bericht beschriebenen ist die Dr. Spang GmbH umgehend zu benachrichtigen.

Grundsätzlich wäre für die Querung des Saumgrabens eine offene Bauweise im Dükerverfahren zu bevorzugen, jedoch wird aus derzeit vorliegenden Erkenntnissen aufgrund der innerhalb des Grabens heimischen Fauna ein geschlossener Vortrieb bevorzugt.

Sollten geotechnische Fragen auftreten, die im vorliegenden Gutachten nicht bzw. nicht ausreichend behandelt wurden, oder sollten sich Abweichungen bzw. Abänderungen in den Planungen bzw. Annahmen ergeben, die diesem Gutachten zugrunde gelegt wurden, so ist die Dr. Spang GmbH vom Auftraggeber zu informieren und zu einer ergänzenden Stellungnahme aufzufordern.

Zur Beantwortung weiterer Fragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

i.V.

Benjamin Jensen, M.Sc.
(Teamleiter)

i.A. (gezeichnet)

Henrik Lukassen, M.Sc.
(Projektgeologe)

- Verteiler:**
- Bayernets GmbH, München, 3 x, davon 1 x vorab per Mail an
<Bernhard.Ambs@bayernets.de>,
<WK51@bayernets.de>
 - Dr. Spang GmbH, Witten, 1 x



DR. SPANG

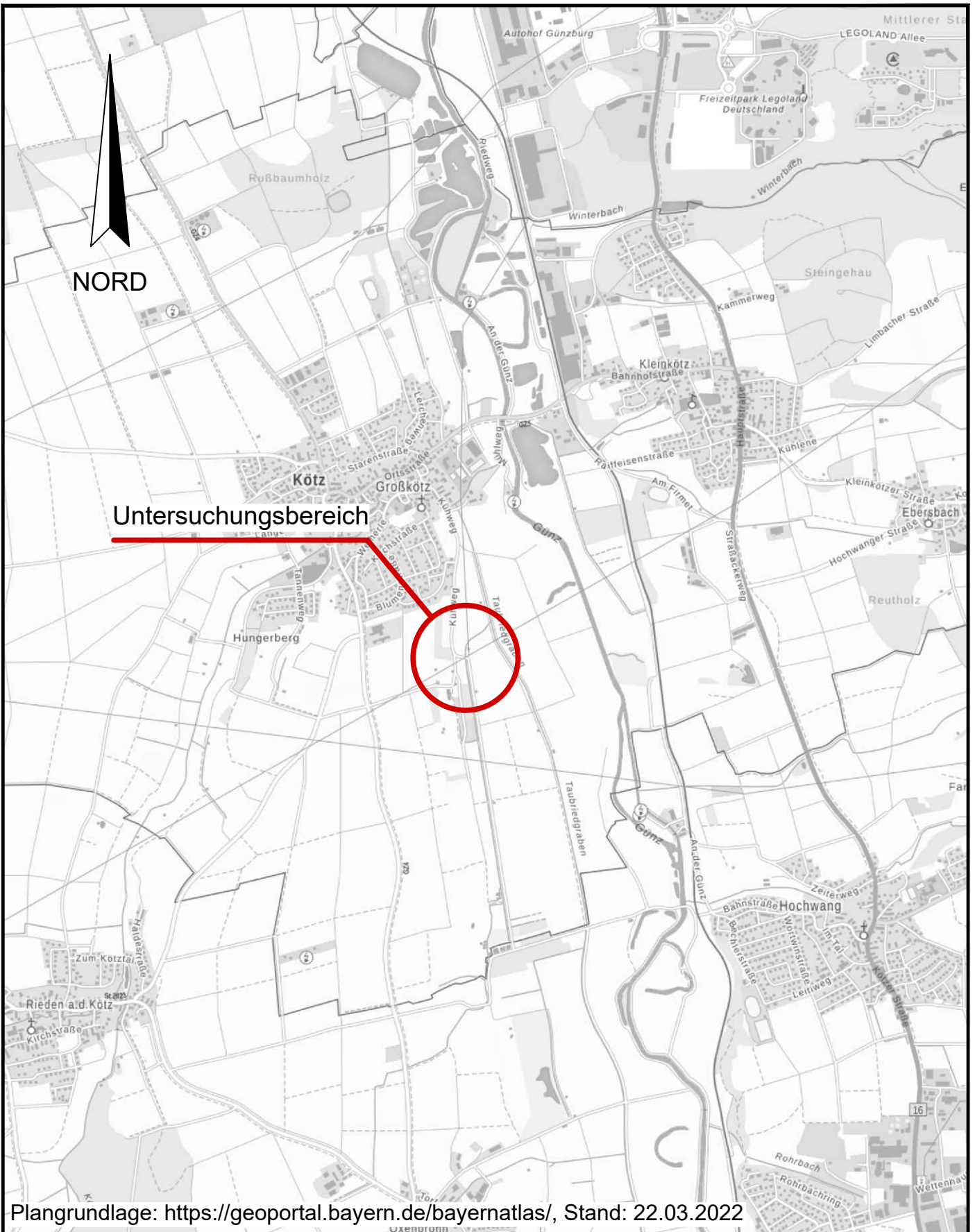
Projekt: 42.7852

28.11.2022

Anlage 1: Übersichtslageplan

INHALT

1.0	Titelblatt	(1)
1.1	Übersichtslageplan, M = 1 : 25.000	(1)



Plangrundlage: <https://geoportal.bayern.de/bayernatlas/>, Stand: 22.03.2022



DR. SPANG

AUFTRAGGEBER:
bayernets

Übersichtslageplan

PROJEKT:
Gastransportleitung
Wertingen - Kötz

Anlage:	1.1
Projekt Nr.:	42.7852
Plan Nr.:	42.7852/ 1.1
Datum:	27.04.2022
Maßstab:	1:25.000
Gezeichnet:	Car
Geprüft:	Luk



DR. SPANG

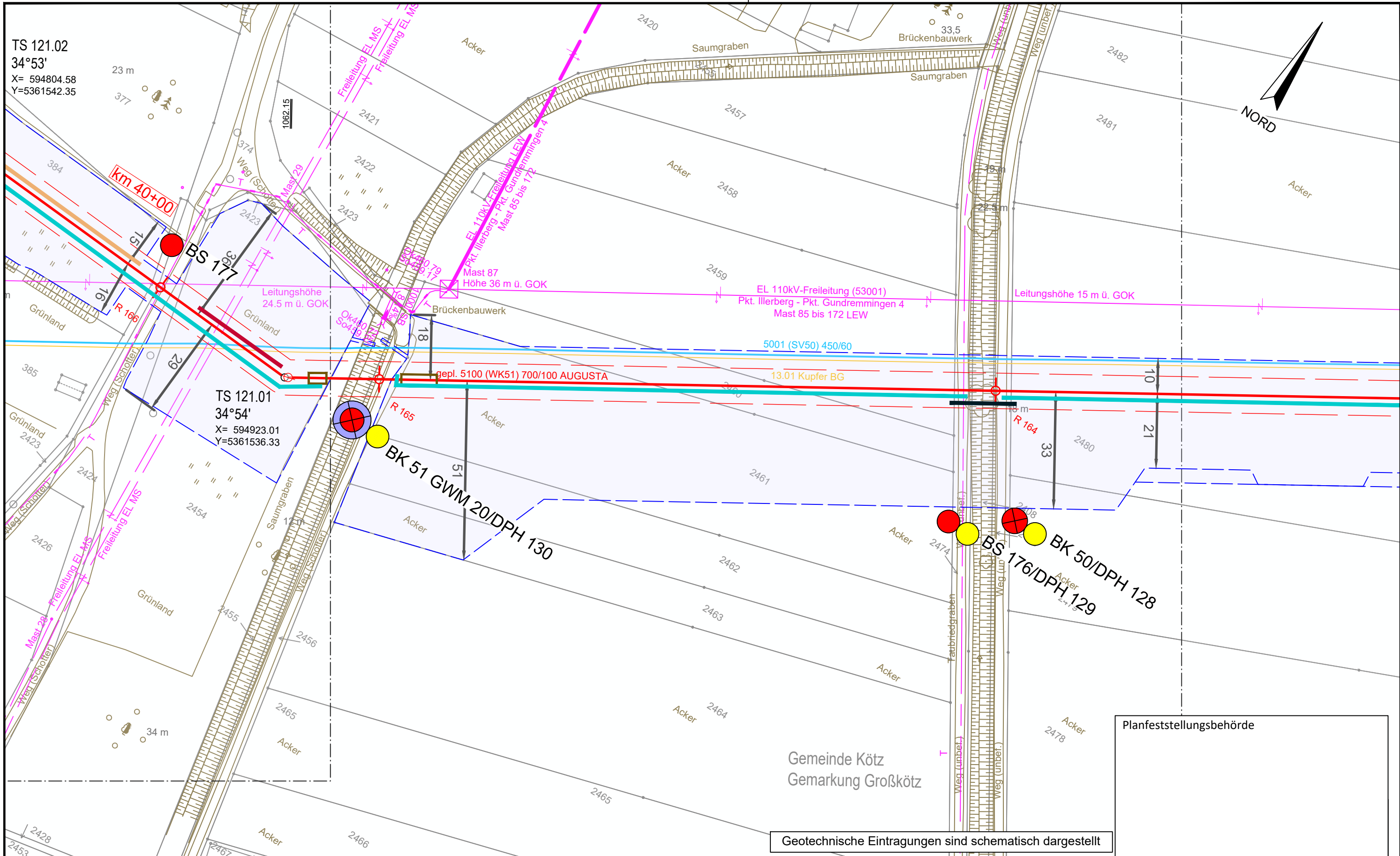
Projekt: 42.7852

28.11.2022

Anlage 2: Lageplan

INHALT

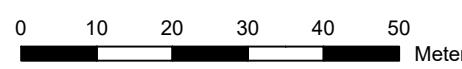
2.0	Titelblatt	(1)
2.1	Lageplan mit Aufschlusspunkten M. = 1 : 1.000	(1)



Geotechnische Eintragungen sind schematisch dargestellt

Legende (themenbezogene Auswahl zum vorliegenden Plan; weitere Verwendungen gemäß Symbol-/ Zeichenverzeichnis):

Gemarkung	— · — · —	Gastransportleitung geplant	— (red)	Schilderpfahl (SPF)	○ (red)
Flurstücks-Grenze	—	KKS-Anlagen geplant	— (red)	Schilderpfahl mit Messkontakt (MK)	○ (red)
Topografie	— (brown)	Schutzstreifen (dingliche Sicherung)	- - - (red)	Arbeitsstreifen	— (blue)
Fremdleitungen	— (purple)	TS-Punkt mit Nr., Winkel u. Koordinate	○ (red)		
Bestand Gas bayernets	— (blue)	Kilometrierung	⊗ km 00+00		



Planfeststellungsbehörde

Gemeinde Kötz
Gemarkung Großkötz

DR. SPANG Ingenieurgesellschaft für Bauwesen, Geologie und Umwelttechnik mbH Rosi-Wolfstein-Straße 6, 58453 Witten Telefon: 02302 / 9 14 02 - 0		Geplante Gastransportleitung AUGUSTA von Wertingen nach Kötz Planunterlagen zum Planfeststellungsverfahren (PF-V)		Ingenieurbüro Weishaupt Planung und Bauüberwachung im Auftrag der bayernets energie transport systeme	
Plangrundlage: WK5100_GP_TP_TG_230426-WPG Plan Nr.: 42.7852/ 2.1 Gezeichnet: Bt		Trassierungsplan Lage Geotechnisches Gutachten		Leitung 5100 (WK51) DN 700 MOP 100 Schutzstreifen 10 m	
Datum: 28.04.2023 Geprüft: BJe		Bundesland: Bayern		Regierungsbezirk: Schwaben Landkreis: Günzburg	
Rev.	Datum	Änderung	Datum	Name	Format
			31.03.2023	Döring; Hahn / WPG	DIN A3
			31.03.2023	Thiele / WPG	Maßstab
		Freigegeben			Revision
					1 : 1.000
					0
					Blatt-Nr.
					WK5100_GP_TP_TG_120

© Geobasisdaten: Bayerische Vermessungsverwaltung



DR. SPANG

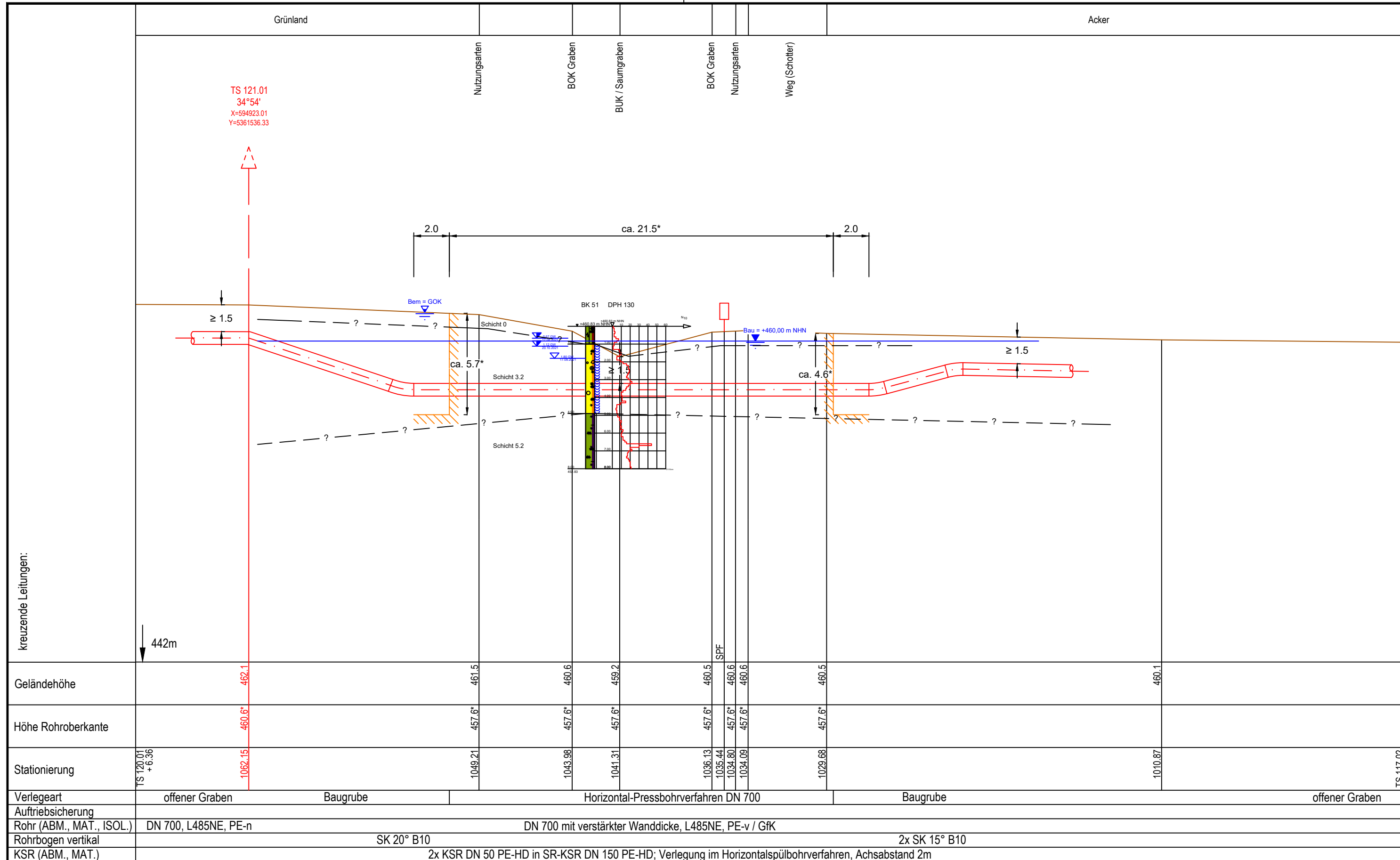
Projekt: 42.7852

28.11.2022

Anlage 3: Geotechnischer Längsschnitt

INHALT

3.0	Titelblatt	(1)
3.1	Geotechnischer Längsschnitt M. = 1 : 200	(1)



Schicht Nr.	Bodenart	Klassifizierung nach DIN			Frostempfindlichkeit ¹⁾	Verdichtungsfähigkeit ²⁾
		18 196	18 300 ⁵⁾	18 319 ⁶⁾		
4	Torf (Niedermoortorf)	TL, TM, TA, OT, OK, HH, HZ	2	LBM 1-2 LBO 1-2 P 1-2	F 3	V 3 bzw. nicht geeignet wegen Organik
3.2	rollige Fluss- und Bachablagerungen	GE, GW, GI, GU	3-5 (2) ³⁾ (6/7) ⁴⁾	LNE 1-2 LNW 1-3 (S 1-S 3) ⁴⁾	F 1 - F 2	V 1
5.2	Süßwasser molasse (miUL) limnisch (miUL,F) miozän Feinsediment	TL, TM, TA, ST, ST*, SU*	4 (5) (2) ³⁾	LBM 2-3 P 1-P 2 (S 1-S 3)	F 2 - F 3	V 2 - V 3

- 1) Nach ZTV E-StB 17, Tab. 3 (F1 = nicht frostempfindlich, F3 = sehr frostempfindlich).
- 2) (V1 = verdichtungsfähig, V3 = schwer verdichtungsfähig)
- 3) Die angegebenen leicht plastischen Böden können bei Wassersättigung infolge Störung der Lagerung in Bodenklasse 2 nach DIN 18 300 übergehen.
- 4) Bei entsprechendem Stein- und Geröllanteil
- 5) nach DIN 18 300 (2012), keine Homogenbereiche
- 6) gemäß DIN 18 319:2012-09

Stationierung	TS 120.01 +6.36	1062.15	462.1	1049.21	461.5	1043.98	460.6	1041.31	459.2	1036.13	460.5	1034.80	460.6	1034.09	460.6	1029.68	460.5	1010.87	460.1	TS 117.02 +96.71
Verlegeart	offener Graben		Baugrube		Horizontal-Pressbohrverfahren DN 700						Baugrube		offener Graben							
Auftriebsicherung																				
Rohr (ABM., MAT., ISOL.)	DN 700, L485NE, PE-n		DN 700 mit verstärkter Wanddicke, L485NE, PE-v / GfK																	
Rohrbogen vertikal	SK 20° B10		2x SK 15° B10																	
KSR (ABM., MAT.)	2x KSR DN 50 PE-HD in SR-KSR DN 150 PE-HD; Verlegung im Horizontalspülbohrverfahren, Achsabstand 2m																			

Legende:

- - - ? - Schichtgrenze
- ▽ Bem Bemessungswasserstand
- ▽ Bau Bauwasserstand

Legende
 (themenbezogene Auswahl zum vorliegenden Plan; weitere Verwendungen gemäß Symbol-/ Zeichenverzeichnis):
 Geländeverlauf (± 0.1m)
 Baugrube n. DIN 4124
 Gastransportleitung geplant
 Fremdleitungen (unterflur) (<= DN 300 Darstellung schematisch)
 (oberflur) (> DN 300 Darstellung maßstäblich)
 * in Abhängigkeit der Ausführungsplanung

Planfeststellungsbehörde

DR. SPANG Ingenieurgesellschaft für Bauwesen, Geologie und Umwelttechnik mbH Rosi-Wolffstein-Straße 6, 58453 Witten Telefon: 02302 / 9 14 02 - 0 Plangrundlage: WK5100_GP_TP_SH_WPG-230510_fuer_Baugrund Plan Nr.: 42.7852/ 3.1 Gezeichnet: Bt Datum: 17.05.2023 Geprüft: BJe	Geplante Gastransportleitung AUGUSTA von Wertingen nach Kötz Planunterlagen zum Planfeststellungsverfahren (PF-V) Sonderplan Bauwerkskreuzungen, Höhe Gewässer III. Ordnung: Saumgraben Leitung 5100 (WK51) DN 700 MOP 100 Schutzstreifen 10 m	Weisshaupt Planungen GmbH Planung und Kostenrechnung im Auftrag der bayernets Energie transport systeme		
Bundesland: Bayern Regierungsbezirk: Schwaben Landkreis: Günzburg	Datum 10.05.2023 10.05.2023 10.05.2023	Name Hahn; Döring / WPG Thiele / WPG Ambs / bayernets	Format 297 x 605 Planname WK5100_GP_TP_SH	Revision 0 Blatt-Nr. 12001

Höhen bezogen auf DHHN12 (NN-Höhen)



Anlage 4: Ergebnisse der Baugrunderkundung

INHALT

4.0	Titelblatt	(1)
4.1	Zeichenerläuterungen Baugrunderkundung	(2)
4.2	entfällt	(0)
4.3	Schwere Rammsondierungen (DPH)	(1)
4.4	Kernbohrungen (BK)	(1)
4.5	Kernfotos	(1)

Probeentnahme:

- G1 gestörte Probe
- U1 Sonderprobe
- K1 Kernprobe

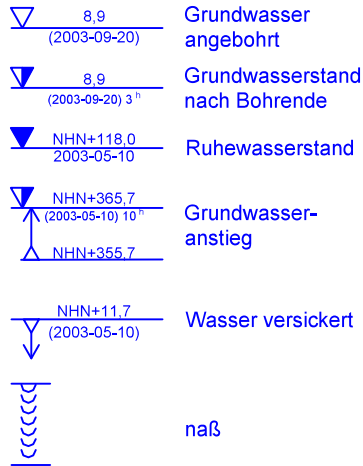
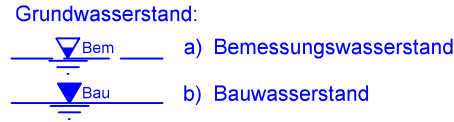
Nebenanteile:

- z.B. s', t': schwach
- z.B. \bar{s} , \bar{t} : stark

Kalkgehalt:

- k° kalkfrei
- k⁺ kalkhaltig
- k⁺⁺ stark kalkhaltig

Grundwasser:



Verwitterungsgrad Fels nach DIN EN ISO 14689-1:

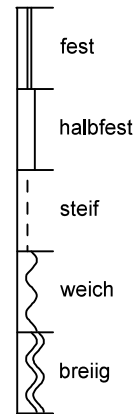
vereinfachte Ansprache Verwitterung Fels bei Bohrsondierungen:

W 0: frisch (unverwittert)	
W 1: schwach verwittert	() schwach verwittert
W 2: mäßig verwittert	
W 3: stark verwittert	(()) mäßig bis stark verwittert
W 4: vollständig verwittert	
W 5: zersetzt	z zersetzt

Festigkeit Fels nach DIN EN ISO 14689-1:

- R 0: außerordentlich gering
- R 1: sehr gering
- R 2: gering
- R 3: mäßig hoch
- R 4: hoch
- R 5: sehr hoch
- R 6: außerordentlich hoch

Konsistenz:

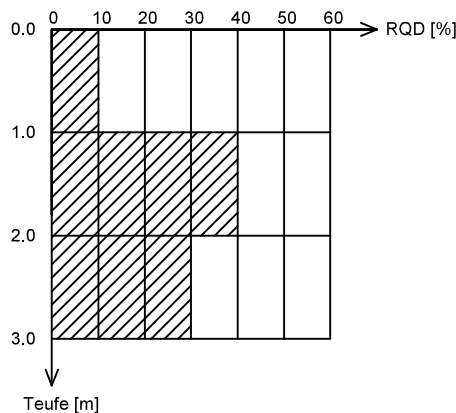


Kornbindung Fels nach DIN EN ISO 14689-1:

- sKb: schlechte Kornbindung
- mKb: mäßige Kornbindung
- gKb: gute Kornbindung
- sgKb: sehr gute Kornbindung

RQD Fels:

$$\frac{\text{Summe Länge Kernstücke} > 10 \text{ cm}}{\text{Länge Kernmarsch}} \times 100\%$$



Trennflächen:

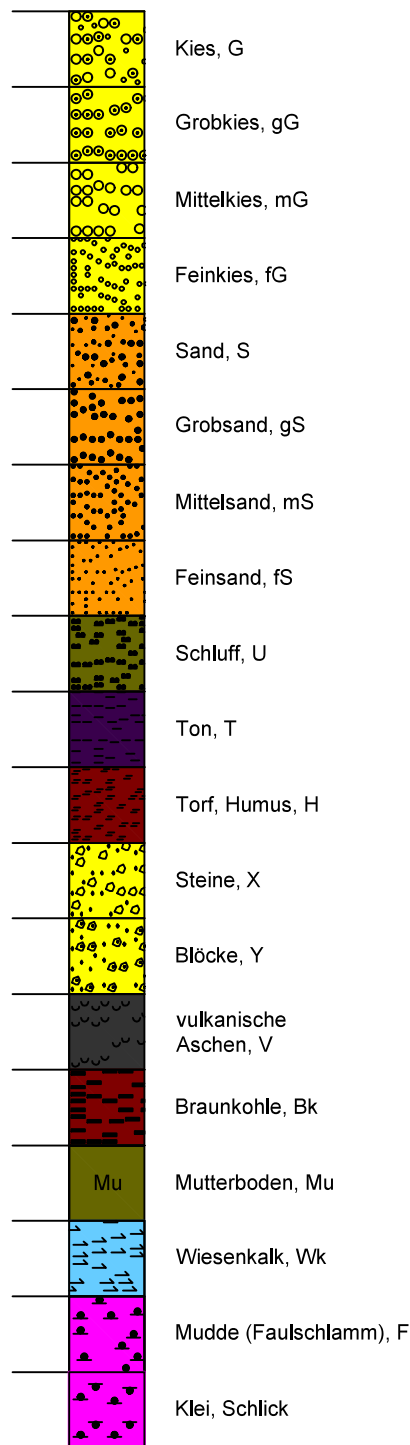
- K: Klüftung
- SS: Schichtung
- SF: Schieferung



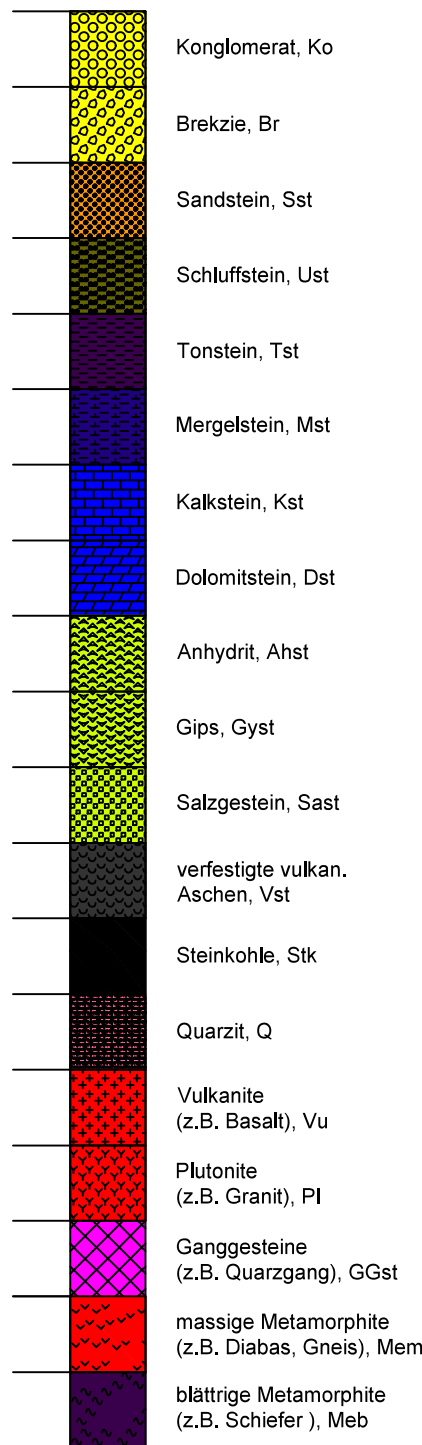
Zeichenerläuterung
Baugrunderkundung

Anlage:	4.1
Projekt Nr.:	42.7852
Plan Nr.:	42.7852 / 4.1
Rev. Stand:	26.04.2018

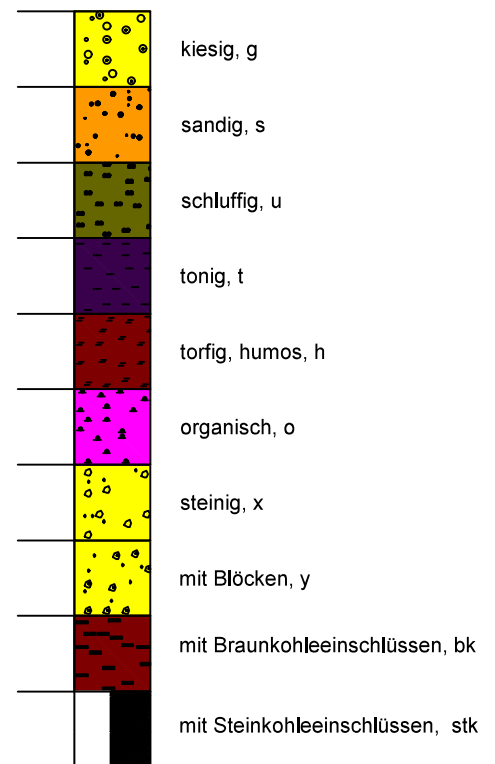
Hauptbodenarten:



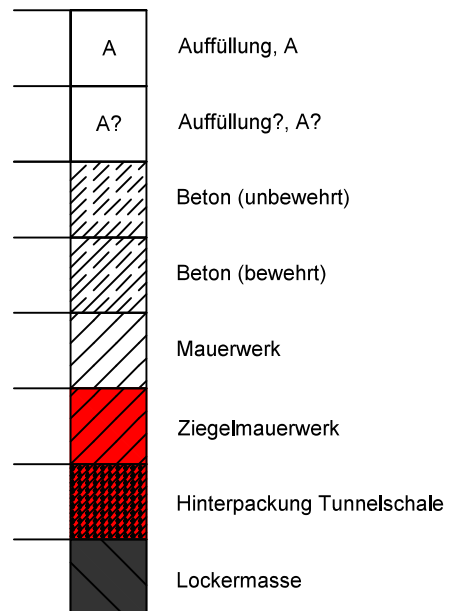
Felsarten:



Nebenbodenarten:



Sonstige Signaturen:



Signatur und Kurzzeichen in Anlehnung an DIN 4023: 2006-02



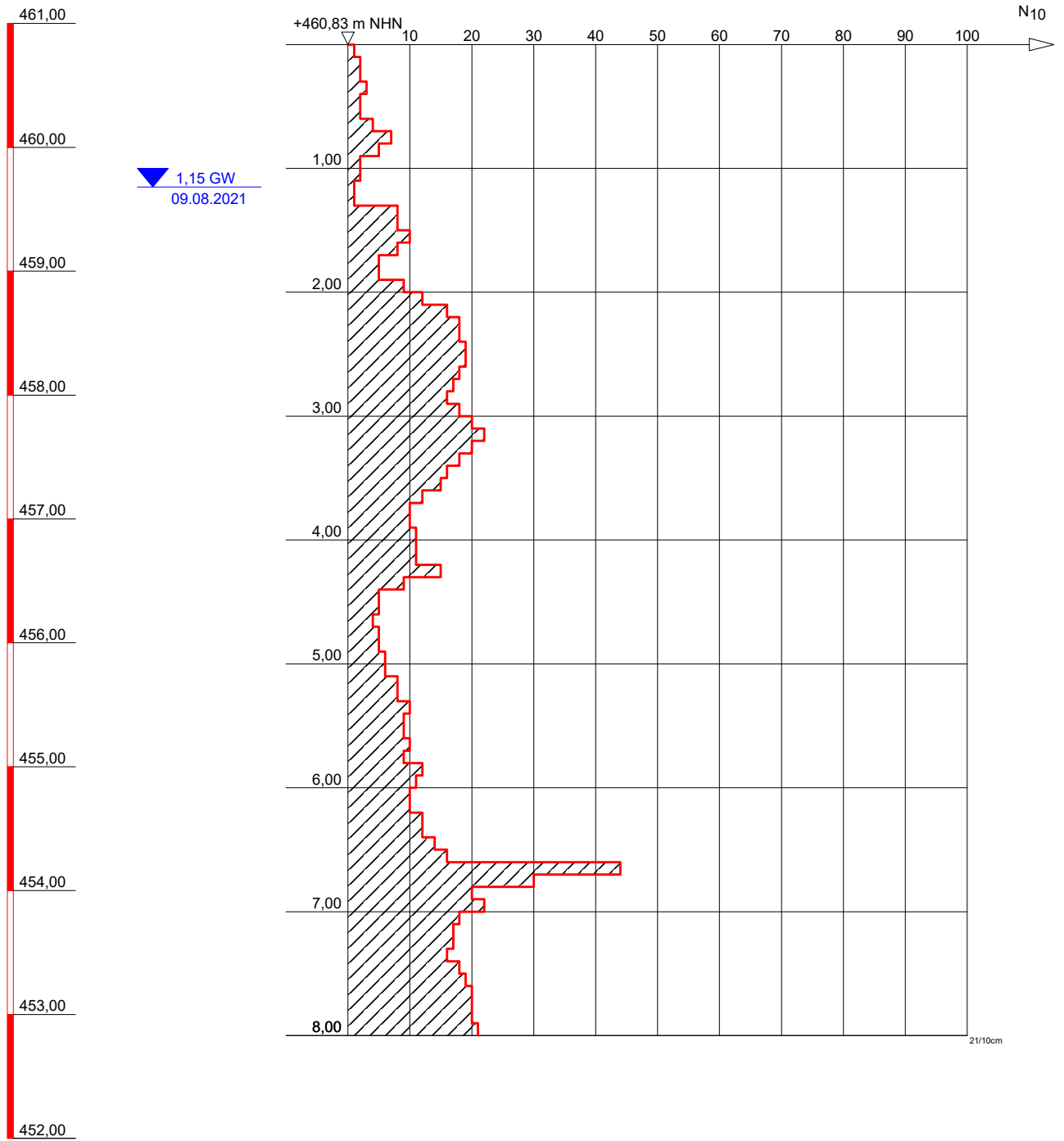
DR. SPANG

Zeichenerläuterung
Baugrunderkundung

Anlage:	4.1
Projekt Nr.:	42.7852
Plan Nr.:	42.7852 / 4.1
Rev. Stand:	26.04.2018

+ m NHN

DPH 130



Solltiefe erreicht



DR. SPANG

Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen
Geologie und Umwelttechnik mbH

Bauvorhaben:
WK 51 Gastransportleitung Wertingen - Kötz

Auftraggeber:
bayernets

SCHWERE RAMMSONDIERUNG

Anlage: 4.3 - DPH 130

Projekt-Nr: 42.7852

Datum: 09.08.2021

Maßstab: 1 : 50

Bearbeiter: Cris/Bött/Ruw

GWM 20

+ m NHN



B3 1,20
1,30

1,12 GW
20.10.2021

B2 0,90
1,00

1,80 GW
17.08.2021

E1 2,50
4,00

B1 4,50
5,00

BK 51

▽+460,83 m NHN

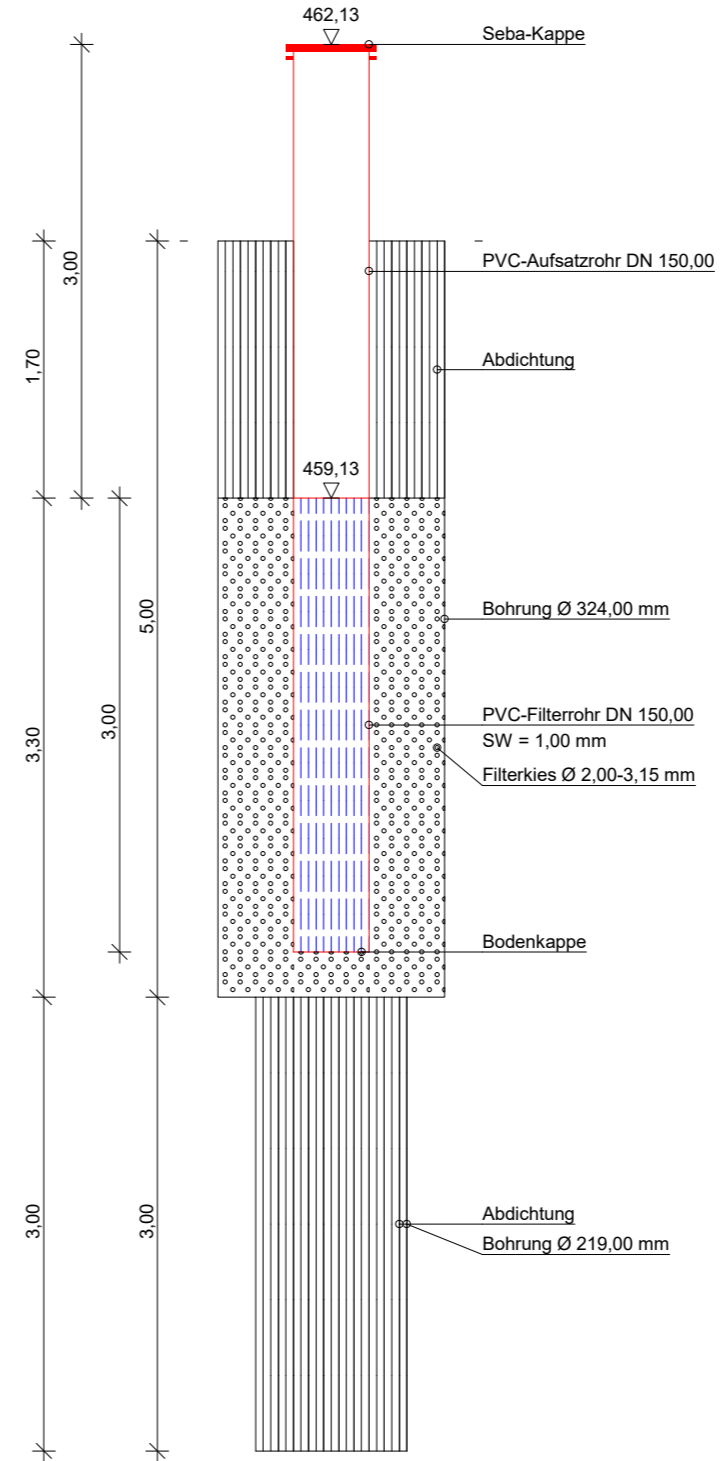
Mu (U, h, s), erdfeucht, verwurzelt, schwarzbraun

G, s, u'-u, x', kalkhaltig, feucht bis nass, (GW),
(G), G= Flussskiese, gerundet - kantengerundet, grau

U, t, fs- fs, stark kalkhaltig, erdfeucht, halbfest, in Wechsellagerung mit fs, u*, hellgrau

8,00
452,83

Solltiefe erreicht



DR. SPANG
Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen
Geologie und Umwelttechnik mbH

Bauvorhaben:
Gastransportleitung Wertingen Kötz

Auftraggeber:
bayernets

Kernbohrung

Anlage: 4.4 - BK 51

Projekt-Nr: 42.7852

Datum: 17.08.2021

Maßstab: 1 : 50

Bearbeiter: Baum/Bas



DR. SPANG

Projekt: 42.7852

Anlage 4.5 / Seite 1

08.12.2021

**WK51 Gastransportleitung Wertingen - Kötz;
BK 51 - Endteufe 8,0 m**





Anlage 5: Laboruntersuchungen

INHALT

5.0	Titelblatt	(1)
5.1	Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1	(1)
5.2	Fließ- und Ausrollgrenzen nach DIN EN ISO 17 892-12	(1)
5.3	Körnungslinie nach DIN EN ISO 17 892-4	(1)
5.4	entfällt	(0)
5.5	Kalkgehalt nach DIN 18 129	(1)

Wassergehalt DIN EN ISO 17892-1

WK 51 - Gastransportleitung

Wertingen - Kötz

Bearbeiter: Dö

Datum: 06.01.22

Entnahmestelle:	BK 51
Tiefe:	0,9 - 1,0
Bodenart:	T, u, s, \bar{h}
Feuchte Probe + Behälter [g]:	261.41
Trockene Probe + Behälter [g]:	174.40
Behälter [g]:	5.60
Porenwasser [g]:	87.01
Trockene Probe [g]:	168.80
Wassergehalt [%]	51.55

Fließ- und Ausrollgrenze DIN EN ISO 17892-12

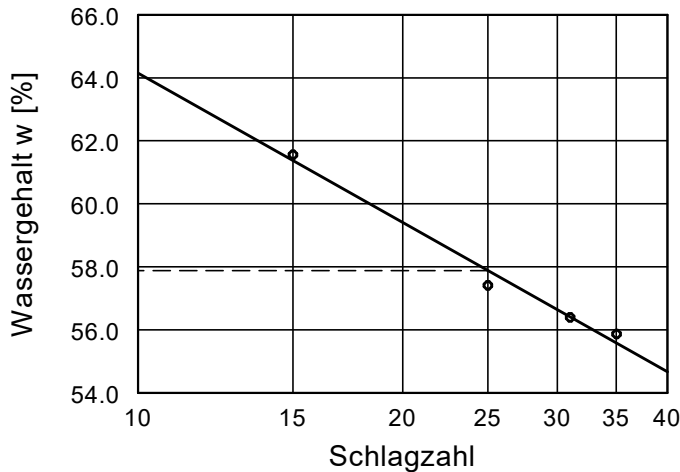
WK 51 - Gastransportleitung

Wertingen - Kötz

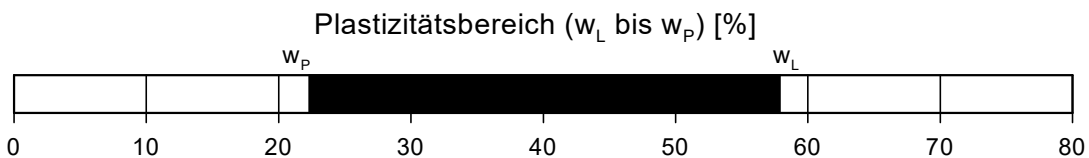
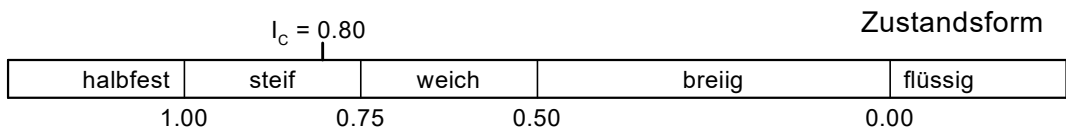
Bearbeiter: Azu

Datum: 13.01.22

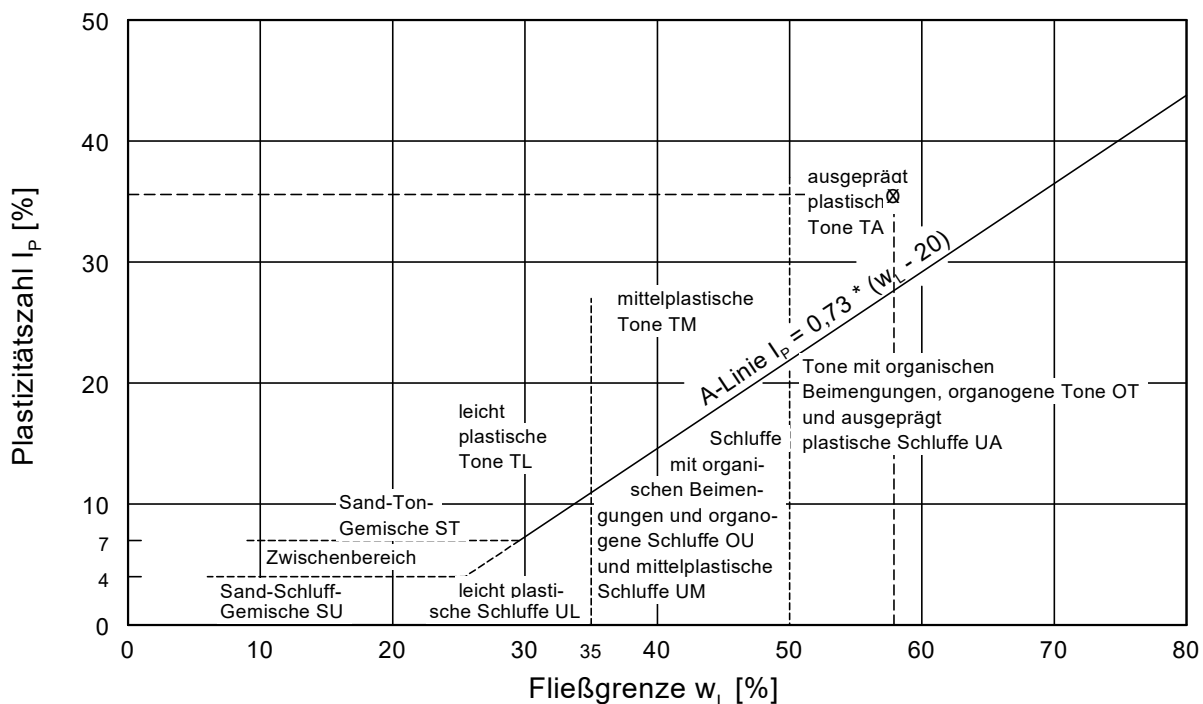
Entnahmestelle: BK 51
 Tiefe: 4,9 - 5,0
 Art der Entnahme: gestört
 Bodenart: T, s'
 Probe entnommen am: 26.08.21



Wassergehalt w =	27.8 %
Fließgrenze w_L =	57.9 %
Ausrollgrenze w_P =	22.3 %
Plastizitätszahl I_P =	35.6 %
Konsistenzzahl I_C =	0.80
Anteil Überkorn \ddot{u} =	5.0 %
Wassergeh. Überk. $w_{\ddot{u}}$ =	0.0 %
Korr. Wassergehalt =	29.3 %



Plastizitätsdiagramm

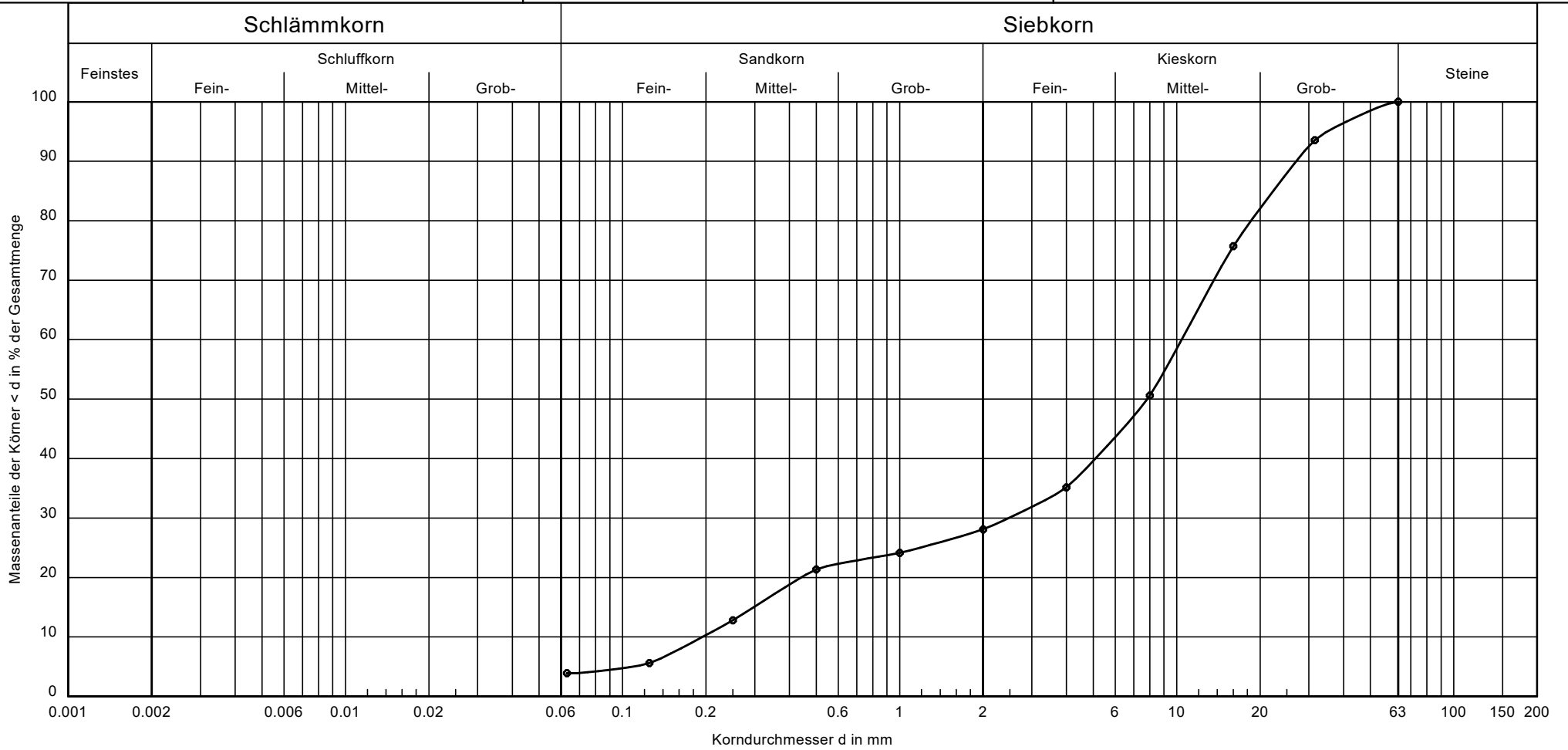


Körnungslinie

WK 51 - Gastransportleitung

Wertingen - Kötz

Datum: 14.01.22
 Probe entnommen am: 26.08.21
 Art der Entnahme: gestört
 Arbeitsweise: Siebung nach nassem Abtrennen der Feianteile



Entnahmestelle:

BK 51

Tiefe:

2,5 - 4,0

Bodenart:

G, s

U/Cc

53.7/3.0

T/U/S/G [%]:

- /3.9/24.2/71.9

Bemerkungen:

Projekt Nr.:
P 42.7852
Anlage:
5.3

Kalkgehalt nach DIN 18 129
WK 51 - Gastransportleitung
Wertingen - Kötz

Bearbeiter: Guh

Datum: 19.01.22

Entnahmestelle: BK 51
Tiefe: 2,5 - 4,0
Art der Entnahme: gestört
Bodenart: G, s
Probe entnommen am: 26.08.21

Versuch Nr.:	1	2
Trockenmasse der Probe [g]	0.90	0.99
Temperatur [°C]	20.00	20.00
Absoluter Luftdruck [kPa]	100.40	100.40
Volumen nach 30 Sekunden [cm ³]	16.40	16.80
Volumen Versuchsende [cm ³]	29.10	32.40
Calcitanteil [%]	7.54	7.02
Dolomitanteil [%]	5.84	6.52
Kalkgehalt [%]	13.37	13.54
Mittelwerte [%]	13.46 / 7.28 / 6.18	