Gastransportleitung AUGUSTA der *bayernets* GmbH

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

17.5.1 Sondergutachten -
ST 2024

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	P7852B221201_ST2024_rev01	BJe/Luk	Witten	01.12.2022

WK 51 – GASTRANSPORTLEITUNG WERTINGEN - KÖTZ

GESCHLOSSENE QUERUNG DER ST 2024 (Lkr. Günzburg, Gemeinde Burgau, Rettenbach, Gemarkung Burgau, Rettenbach)

- 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	9
2.4	Bodenmechanische Laborversuche	10
2.5	Geotechnische Besonderheiten	13
3.	**TECHNISCHE EIGENSCHAFTEN UND KENNWERTE**	**14**
3.1	Klassifizierung für bautechnische Zwecke	14
3.2	Bodenkennwerte	15
3.3	Homogenbereiche	16
3.3.1	Allgemeines	16
3.3.2	DIN 18 300 Erdarbeiten	17
3.3.3	DIN 18 301 Bohrarbeiten	19
3.3.4	DIN 18 319 Rohrvortriebsarbeiten	20
3.3.5	DIN 18 303 Verbauarbeiten	21
3.3.6	DIN 18 304 Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten	21
3.3.7	DIN 18 320 Landschaftsbauarbeiten	22
4.	**FOLGERUNGEN / EMPFEHLUNGEN BAUGRUND**	**23**
4.1	Planungsrandbedingungen	23
4.2	Baufeldvorbereitung	24
4.3	Baugrube und Aushub	24
4.4	Rohrvortrieb	25
4.5	Aushub und Wiederverfüllung	26
4.6	Wasserhaltung	27
4.7	Sonstige Empfehlungen	28

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: Kleinrammbohrungen, M. = 1 : 50 (2)
Anlage 4.3: Rammsondierungen, M. = 1 : 50 (3)
Anlage 4.4: Kernbohrung, M = 1 : 50 (1)
Anlage 4.5: Kernfotos (2)
Anlage 5: Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche (13)

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. 35,5 m lange Rohrvortrieb mit DN 700 unter der Straße ST2024 behandelt. Der Vortrieb liegt im Landkreis Günzburg, Gemeinde Burgau und Rettenbach, Gemarkung Burgau und Rettenbach.

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;** Straße ST 2024; 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 März 2022.

1.4 Untersuchungen

Zur Erkundung der Boden- und Grundwasserverhältnisse wurden im Juli und August 2021 insgesamt **2 Kleinrammbohrung als Rammkernsondierungen (BS 134 und BS 135)** bis maximal 8,0 m Tiefe und **3 Schwere Rammsondierungen (DPH 95, DPH 96 und DPH 97)** gemäß DIN EN ISO 22 476-2 (Spitzenquerschnitt 15 cm^2, Bärgewicht 50 kg, Fallhöhe 50 cm) bis maximal 10,0 m Tiefe ausgeführt. Des Weiteren wurde **1 Kernbohrung (BK 35)** mit einer Erkundungstiefe von 10,0 m ausgeführt.

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 Ergebnisse der Kleinrammbohrungen sind gemäß DIN 4023 in der Anlage 4.2 dargestellt. Die Rammsondierungen sind gemäß DIN EN ISO 22 476-2 als Rammdiagramme in Anlage 4.3 enthalten. Die Ergebnisse der Kernbohrung 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:

- 3x Bestimmung des Kalkgehalts nach DIN 18 129,
- 5x Bestimmung des Wassergehalts nach DIN EN ISO 17892-1,
- 3x Bestimmung der Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17 892-12,
- 5x Bestimmung der Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17 892-4.

2. GEOTECHNISCHE VERHÄLTNISSE

2.1 Morphologie und Vegetation

Die geplante geschlossene Querung ST 2024 liegt etwa 1.400 m nordwestlich der Ortschaft Burgau und etwa 700 m südöstlich der Ortschaft Remshart. Die beiden Ortschaften werden durch die GZ 31 und ST 2024, welche im Zuge der betrachteten Querung gequert werden soll, verbunden. Auf beiden Seiten der Querung befinden sich landwirtschaftliche Nutzflächen, wobei auf der westlichen Seite der ST 2024 ein geschotterter Wirtschaftsweg parallel zur Straße verläuft. Zudem verläuft die ST 2024 in einem Einschnitt. Bautechnisch relevante Vegetation ist im Querungsbereich in Form von Baum und Strauchbewuchs entlang der ST 2024 vorhanden. Unmittelbar nördlich der geplanten Querung schließt der Kreisverkehr an, der die ST 2024 und die GZ 31 verbindet.

2.2 Bodenaufbau

Gemäß der geologischen Karte, welche Teil des Bayernatlas [U 4] ist, stehen im Projektgebiet pleistozänen bis holozänen Abschwemmmassen an, welche in Form von sandigen, tonigen Schluffen, sowie tonigen, schluffigen Sanden auftreten. Im Liegenden lagern Flussschotter (Nieder- oder Spätglazialterrasse), welche ebenfalls dem pleistozänen Alter zugeschrieben werden können. Geprägt wird die Schicht durch Kiese mit wechselnden sandigen und steinigen Anteilen, die zum Teil auch schwach schluffige Bestandteile beinhalten können. Unterhalb des Schotters folgt die tertiäre Obere Süßwassermolasse der Fluviatile Unteren Serie (OSM), welche in Form von Wechselfolgen aus Ton, Schluff, Mergel und Feinsand auftreten. Die Bodenschichten sind teilweise glimmerführend. Westlich des Projektgebiets treten zudem Niedermoortorfe auf.

Im Zuge der Baugrunderkundung wurde eine Kernbohrung (BK 35) und zwei Kleinrammbohrung (BS 134 und BS 135) sowie drei Rammsondierungen (DPH 95, DPH 96 und DPH 97) im Querungsbereich ausgeführt. Da das Erkundungsprogramm auf die Ursprungslage der Trasse konzipiert wurde, liegen die durchgeführten Bohrpunkte nicht im genauen Bereich des jetzt geltenden Trassenverlaufs (Revisionsstand 05). Aus diesem Grund wird die Kleinrammbohrung BS 134 (Querung GZ 31) in diesem Gutachten mitberücksichtigt.

In allen Bohrungen wurden an der Oberfläche bis maximal 0,6 m unter Gelände **Oberboden (Schicht 0)** in Form von teilweisen schwach kiesigen, schwach tonigen, schwach sandigen bis sandigen Schluffen mit weicher bis steifer Konsistenz erkundet. Der Oberboden besitzt eine braune bis ockerfarbene Färbung. Zusätzlich wurden in allen Erkundungsbohrungen schwach humose bis humose Beimengungen erkundet. Gemäß [U 5] ist vor allem westlich der ST 2024 mit Niedermoortorfen zu rechnen. Besonders die humosen Bestandteile aus der Kleinrammbohrung BS 135, welche westlich der Querung liegt, deuten auf Torfrückstände in der o.g. Schicht hin. Aufgrund der geringmächtigen und oberflächlichen Ausbildung in Höhe des „Mutterbodens“ wird diese Schicht nicht gesondert betrachtet.

Ausschließlich in der Kernbohrung BK 35 folgt unterhalb des Oberbodens **Auffüllungen (Schicht 1)** mit einer Mächtigkeit von 0,6 m. Die Auffüllungen setzen sich aus einem schwach tonigen, schwach sandigen, stark schluffigen Kies mit einer sehr lockeren bis lockeren Lagerungsdichte zusammen. Die Kiesbestandteile bestehen zum größten Teil aus Flusskiesen, aber auch Ziegelreste können ausgemacht werden. Die Auffüllung wurde voraussichtlich im Zuge von Straßenbauarbeiten der ST 2024 in dem Bereich aufgeschüttet.

Unterhalb des Oberbodens bzw. Auffüllungen folgen auf der östliche Querungsseite bis zu 3,9 m mächtige pleistozäne **Abschwemmmassen und rollige Hangablagerungen (Schicht 3.4)**. In der Kleinrammbohrung BS 134 steht eine Wechselfolge aus rolligen und bindigen Böden an. Von 0,5 bis 0,8 m und von 2,9 bis 4,4 m u. GOK steht ein braun bis grauer, schwach toniger, schwach kiesiger, schluffiger Sand an. Dazwischen befindet sich ein brauner, schwach kiesiger, schluffiger, stark sandiger Ton, welcher gemäß Handansprache als steif klassifiziert wurde. Innerhalb der Kernbohrung BK 35 wurde stattdessen nur ein rolliger Boden mit einer Mächtigkeit von 2,7 m erkundet. Geprägt wird diese Lage durch einen ockerfarbigen, schwach schluffigen Sand. Gemäß den Schlagzahlen des Rammvorgangs ($n \leq 8$) wird die Schicht als locker bis mitteldicht klassifiziert. In der Bohrung BS 135 wurde ein 0,5 m mächtige bindige Schicht in Form eines schwach tonigen, feinsandigen Schluffs mit einer grauen Färbung erkundet, welche ebenfalls der Schicht 3.4 zugeordnet wird. Gemäß Handansprache handelt es sich hierbei um eine steife Konsistenz.

Im Liegenden der Schicht 3.4 befinden sich in den Kleinrammbohrungen BS 134 und BS 135 **pleistozäne Ablagerungen in Form von Flussschotter (Schicht 3.3)**. Die rolligen Ablagerungen, die bei beiden Bohrungen ab einer Tiefe von +443,8 m NHN auftreten, bestehen aus schwach schluffigen, sandigen Kiesen. Sie besitzen eine graue bis graubraune Färbung. Die Kiesbestandteile treten

in Form von Flusskiesen auf. Gemäß den Schlagzahlen der Rammen (N_{10} = 1 – 28) handelt es sich hierbei um eine sehr lockere bis maximal dichte Lagerung.

Unterhalb der Schicht 3.3 (BS 135) bzw. Schicht 3.4 (BK 35) folgen schwach kiesige bis kiesige, schwach sandige bis sandige, schluffige Tone. Sie weisen eine graue bis graugrüne Färbung auf. Diese Schicht wird der **Oberen Süßwassermolasse (Tertiär) der unten fluviatilen Serie (Schicht 5.1)** zugeordnet. Gemäß Handansprache wird die Schicht als breiig bis steif klassifiziert.

Die durchgeführten SPT Tests im Bereich der BK 35 zeigen in einer Tiefe von 6,00 m bis 6,45 m Schlagzahlen N_{30} = 66 und in einer Tiefe von 8,00 m bis 8,45 m Schlagzahlen N_{30} = 60 dies deutet, entgegen der Handansprache auf eine mindestens halbfeste bis feste Konsistenz der Süßwassermolasse hin.

Aufgrund des veränderten Trassenverlaufs (Rev. 05), sowie das die geplante Zielgrube der beiden Querungen (GZ 31 und ST 2024) voraussichtlich dieselbe ist und der Tatsache geschuldet, dass die Topografie nach Süden (dasselbe gilt für die Schicht 5.1) hin steigt, werden nur die Erkundungspunkte BS 134 und BS 135 für die Querung ST 2024 in Betracht gezogen.

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

Schicht-Nr.	Bezeichnung	Schichtmächtigkeit [m]	Bodenbeschreibung	
			Kornverteilung / Farbe	Konsistenz / Lagerungsdichte
0	Oberboden	0,2 – 0,6	**Schluff**, schwach sandig bis sandig, schwach humos bis humos, schwach tonig, tlw. schwach kiesig / braun, ocker	weich bis steif
1	Auffüllungen	0,6 [1)]	**Kies**, stark schluffig, schwach sandig, schwach tonig	sehr locker bis locker
3.3	pleistozäne Flussschotter (Nieder- oder Spätglazialterrasse)	2,4 - 3,6 [1)2)]	**Kies**, sandig, schwach schluffig / graubraun, grau	sehr locker bis dicht

Schicht-Nr.	Bezeichnung	Schicht-mächtigkeit [m]	Bodenbeschreibung	
			Kornverteilung / Farbe	Konsistenz / Lagerungs-dichte
3.4	pleistozäne Abschwemm-masse und rol-lige Hangabla-gerungen	0,5 – 3,9	**Schluff**, sandig, schwach tonig / grau **Ton**, stark sandig, schwach kiesig / braun **Sand**, schwach schluffig bis schluffig, tlw. schwach tonig, schwach kiesig / ocker, braun, grau	steif locker bis mitteldicht
5.1	Süßwassermo-lasse (miUF) fluviatil	1,7 – 6,5 [2)]	**Ton**, schluffig, schwach sandig bis sandig, tlw. schwach kiesig bis kiesig / grau, grüngrau	(breiig) bis halbfest mit zunehmender Tiefe „fest“

1) Nicht in allen Erkundungen angetroffen
2) Schichtunterkante nicht erkundet

Tabelle 2.2-1: Baugrundaufbau

2.3 Hydrologie und Hydrogeologie

Die nächstgelegene Vorflut ist die Kammel, welche etwa in 600 m westlich der Querung verläuft. Ein weiterer Vorfluter, die Mindel fließt ca. 1.300 m östlich von der Baumaßnahme. Zudem befinden sich in nördlicher bzw. nordöstlicher Richtung mehrere Seen, wie z.B. der Silbersee oder Blechsee.

Während der Erkundungen wurden in den beiden Bohrungen, welche in der Nähe des Querungsbereich liegen, keine Grundwasserstände nach den Bohrarbeiten gelotet. Jedoch wurde in der naheliegenden Kleinrammbohrung BS 134 ein Wasserstand während der Bohrung bei 4,43 m u. GOK (+443,7 m NHN) gelotet.

Der **Bauwasserstand** (höchster bauzeitlich zu erwartenden Wasserstand) wird auf Basis der Erkundungen auf **+ 444,0 m NHN** festgesetzt, der **Bemessungswasserstand** (Endzustand über die gesamte Lebensdauer des Bauwerks) wird auf **Höhe der natürlichen GOK** festgesetzt.

Hinsichtlich der Untergrunddurchlässigkeiten wird auf die in der Tabelle 2.3-1 zusammengestellten Angaben verwiesen.

Schicht Nr.	Bezeichnung	Durchlässigkeit k_f [m/s]	Klassifizierung nach DIN 18 130
1	Auffüllungen	1 x 10^{-3} bis 1 x 10^{-7}	stark bis schwach durchlässig
3.3	pleistozäne Flussschotter (Nieder- oder Spätglazialterrasse)	1 x 10^{-3} bis 5 x 10^{-4}	stark durchlässig bis durchlässig
3.4	pleistozäne Abschwemmmasse und rollige Hangablagerungen	5 x 10^{-4} bis 1 x 10^{-7}	durchlässig bis schwach durchlässig
5.1	Süßwassermolasse (miUF) fluviatil	1 x 10^{-7} bis 1 x 10^{-9}	schwach bis sehr schwach durchlässig

1) bei Stein- und Gerölllagen auch durchlässiger möglich
2) in Abhängigkeit vom Trennflächengefüge

Tabelle 2.3-1: 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:

- 3x Bestimmung des Kalkgehalts nach DIN 18 129,
- 5x Bestimmung des Wassergehalts nach DIN EN ISO 17892-1,
- 3x Bestimmung der Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17 892-12,
- 5x Bestimmung der Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17 892-4.

Wassergehalt: Es wurden Wassergehalte nach DIN EN ISO 17 892-1 an 5 Proben bestimmt. Die Ergebnisse können der Tabelle 2.4-1 und Anlage 5.1 entnommen werden.

Aufschluss	Tiefe [m]	Schicht	Bodenart 1)	Wassergehalt [%]
BK 35	3,2 – 3,5	3.4	S, u‘, t‘	11,01
BS 134	0,8 – 2,9	3.4	T, u, s̄, g‘	17,17
BS 134	2,9 – 4,4	3.4	S, u, t‘	15,78
BS 135	1,1 – 3,5	3.3	G, u‘, fs‘	14,24

Aufschluss	Tiefe [m]	Schicht	Bodenart [1)]	Wassergehalt [%]
BS 135	3,5 – 4,5	5.1	T, u, s, g	31,65

1) DIN EN ISO 14 688 / DIN 4023

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

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	sehr kalkhaltig
> 50	sehr stark kalkhaltig oder Kalk

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

An zwei Proben der BS 135 sowie an einer Probe der BK 35 wurden der Kalkgehalt nach DIN EN ISO 14 688-2 bestimmt:

Aufschluss	Tiefe [m]	Schicht	Bodenart	Kalkgehalt v_{Ca} [%]
BK 35	4,6 – 4,8	5.1	T, s‘, fs‘	14,58
BS 135	1,1 – 3,5	3.3	G, u‘, fs‘, ms‘, gs‘	5,40
BS 135	3,5 – 4,2	5.1	T, u, s, g	7,90

Tabelle 2.4-3: Kalkgehalt nach DIN 18 129

Der Kalkgehalt der untersuchten Proben der Schicht 5.1 (Süßwassermolasse (miUF) fluviatil) liegen zwischen 7,9 und 14,58 %. Somit gilt diese Schicht als kalkhaltig. Die untersuchte Probe aus der Schicht 3.3 (Schmelzwasserschotter) besitzt einen Kalkgehalt von 5,4 % und wird dementsprechend ebenfalls als kalkhaltig bezeichnet.

Plastizitätsuntersuchungen: Die Benennung der Zustandsform des bindigen Bodens anhand der Konsistenzzahlen ist in der folgenden Tabelle 2.4-4 wiedergegeben.

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

Tabelle 2.4-4: Benennung der Zustandsform anhand der Konsistenzzahl I_C nach DIN EN ISO 17 892-12

In der nachstehenden Tabelle 2.4-5 sind die Ergebnisse der Plastizitätsuntersuchungen 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 35	4,6 – 4,8	5.1	T, s', fg'	37,7	73,3	54,6	0,62	weich	TA
BS 134	0,8 – 2,9	3.4	T, u, s̄, g'	17,2	15,8	23,1	0,74	weich	TM
BS 135	3,5 – 4,2	5.1	T, u, s, g	31,7	38,1	17,6	0,36	breiig[2]	(TM)[2]

w_n = natürlicher Wassergehalt; w_L = Wassergehalt an der Fließgrenze; I_P = Plastizitätsindex, I_c = Konsistenzzahl
1) DIN 18 196 / DIN EN ISO 14 688-2
2) nach Abzug von 22% Überkorn

Tabelle 2.4-5: Ergebnisse der Plastizitätsuntersuchung nach DIN EN ISO 17 892-12

Die Konsistenzzahl I_C der untersuchten Probe der Schicht 3.4 (Abschwemmmasse und rollige Hangablagerungen) liegt bei 0,74. Die Probe besitzt demnach eine weiche Konsistenz. Die Konsistenzzahl I_C der untersuchten Proben der Schicht 5.1 (Süßwassermolasse (miUF) fluviatil) liegen bei der BK 35 bei 0,62 und bei der BS 135 bei 0,36. Somit besitzt die Schicht bei der BK 35 eine weiche und bei der der BS 135 eine breiige Konsistenz, dies ist jedoch dem Umstand geschuldet, dass in dieser Schicht eine sehr große Überkornfraktion enthalten ist die zu einem angepassten Wassergehalt führt. Bei den untersuchten Proben der BS 134 und BS 135 handelt es sich gemäß DIN EN ISO 17 892-12 um mittelplastischen Ton (TM). Die untersuchte Probe der BK 35 wird als ausgeprägt plastischer Ton (TA) klassifiziert.

Korngrößenzusammensetzung: Zur Beurteilung der Korngrößenzusammensetzung der Böden wurden 5 Sieb-Schlämmanalysen nach DIN EN ISO 17 892-4 durchgeführt. Anhand der Ergebnisse lassen sich grundsätzliche bautechnische Eigenschaften des Materials abschätzen. Die Ergebnisse

sind als Körnungslinie der Anlage 5.3 zu entnehmen und in nachfolgender Tabelle 2.4-6 zusammengefasst.

Aufschluss	Tiefe [m]	Schicht	Schlämmkorn [1] [%]	Feinstkornanteil [2] [%]	Bodenart [3]	Bodengruppe [4]
BK 35	2,3 – 2,8	3.4	13,5	1,2	S, u’	SU
BS 134	0,8 – 2,9	3.4	46,6	15,9	T, u, s̄, g‘	TM
BS 134	2,9 – 4,4	3.3	32,6	9,4	S, u, t‘	SU* / ST*
BS 135	1,1 – 3,5	3.3	9,9	/	G, u’, fs’, ms’, gs’	GU
BS 135	3,5 - 4,2	5.1	53,8	10,6	T, u, s, g	ST* (TM – Feinkornanteil)

1) Korngröße ≤ 0,063 mm
2) Korngröße ≤ 0,002 mm
3) DIN EN ISO 14 688 / DIN 4023
4) DIN 18 196

Tabelle 2.4-6: Charakteristische Ergebnisse der Sieb- und Schlämmanalysen

2.5 Geotechnische Besonderheiten

Nach DIN EN 4149:2005-04 liegt das Projektgebiet in der **Erdbebenzone 0** und der **Untergrundklasse T**.

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

Gemäß [U 5] sind für den Querungsbereich der GZ 31 keine relevanten Schutzgebiete oder Flächen mit Restriktionen bekannt.

3. TECHNISCHE EIGENSCHAFTEN UND KENNWERTE

3.1 Klassifizierung für bautechnische Zwecke

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

Schicht Nr.	Bodenart	Klassifizierung nach DIN 18 196	Klassifizierung nach DIN 18 300 [5]	Klassifizierung nach DIN 18 301 [6]	Frostempfindlichkeit [1]	Verdichtungsfähigkeit [2]
0	Oberboden	OU, OH,	1	/	/	/
1	Auffüllungen	GU, GU*, GT	3 – 5 (4) [3] (6/7) [4]	LN 1 (S 1 – S 3)[4]	F 2 – F 3	V 1 – V 2
3.3	pleistozäne Flussschotter (Nieder- oder Spätglazialterrasse)	GW, GI, GU, GT,	3 (5) (6/7) [4]	LNW 1 – 3 (S 1 – S 3)[4]	F 1 – F 2	V 1 – V 2
3.4	pleistozäne Abschwemmmasse und rollige Hangablagerungen	SI, SW, ST, ST*, SU, SU* TL, TM	3, 4 (5) (6/7) [5]	LBM 1 – 2 LNW 1 – 3 LN 1 – 3 P 1 (S 1 – S 3)[4]	F 1 – F 3	V 1 – V 3
5.1	Süßwassermolasse (miUF) fluviatil	TL, TM, TA, UL, ST*	3 - 5 (4) [3] (6/7) [4]	LBM 1 – 2 P 1 (S 1 – S 3)[4]	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 18 301:2012-09

Tabelle 3.1-1: Bodenklassifizierung

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.

Die **Rammbarkeit** der Bodenschichten ist wie in der nachfolgenden Tabelle 3.1-2 zusammengestellt einzuschätzen.

Schicht-Nr.	Boden	Rammbarkeit[1)]
1	Auffüllungen	mittelschwer
3.3	pleistozäne Flussschotter (Nieder- oder Spätglazialterrasse)	mittelschwer bis schwer rammbar[2)]
3.4	pleistozäne Abschwemmmasse und rollige Hangablagerungen	mittelschwer bis schwer rammbar[2)]
5.1	Süßwassermolasse (miUF) fluviatil	mittelschwer bis schwer rammbar[2)]

1) Bezeichnungen gemäß Grundbau-Taschenbuch, 8. Auflage, Ernst & Sohn Verlag
2) genesebedingt gröbere Einlagerungen möglich

Tabelle 3.1-2: Rammbarkeit der anstehenden Schichten

Bindige Böden der Schichten 1.2 und 2 können bei Wassersättigung und Lagerungsstörung (z.B. dynamische Beanspruchung, Überfahrten, etc.) in eine fließende Bodenart übergehen.

3.2 Bodenkennwerte

Schicht Nr.	Boden-gruppe	Wichte feuchter Boden γ_k [kN/m³]	Wichte unter Auftrieb γ'_k [kN/m³]	Rei-bungs-winkel φ'_k [°]	Kohäsion c'_k [kN/m²]	Anfangs-festigkeit $c_{u,k}$ [kN/m²]	Steife-modul [1)] $E_{s,k}$ [MN/m²]
1	Auffüllungen	19	10	30	2	5	20
3.3	pleistozäne Flussschotter (Nieder- oder Spätglazialter-rasse)	18,5	10	32,5	/	/	20 - 60
3.4	pleistozäne Ab-schwemm-masse und rol-lige Hangabla-gerungen	18,5	10	27,5	5 – 10	20 15 – 60	5 – 15
5.1	Süßwassermo-lasse (miUF) fluviatil	21	11	27,5	5	10 – 80	10 - 60

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

Tabelle 3.2-1: Charakteristische 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.

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. 5, 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.

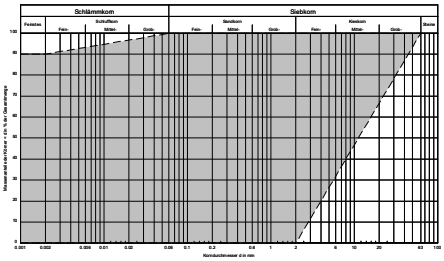
Bauzeitliche Überprüfungen sind mit Versuche nach den in der Tabelle 3.3.1-1 aufgeführten Prüfvorschriften durchzuführen.

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

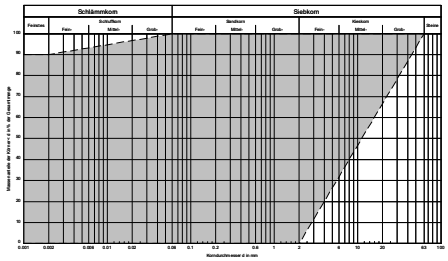
Für die Festlegung der Homogenbereiche für Erdarbeiten (DIN 18 300) wird davon ausgegangen, dass der Aushub mit einem Bagger mittlerer Leistungsklasse ausgeführt wird, der Boden zumindest zum Teil auf der Baustelle zwischengelagert wird und vor Ort wieder eingebaut und verdichtet wird. Daher berücksichtigen die Homogenbereiche sowohl das Lösen als auch den Wiedereinbau und die Verdichtung. In der nachfolgenden Tabelle 3.3.2-1 ist 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
Schicht Nr.	1, 3.4, 3.3, 5.1
ortsübliche Bezeichnung	Auffüllungen, pleistozäne Abschwemmmassen, pleistozäne Flussschotter (Nieder- oder Spätglazialterrasse), Süßwassermolasse (miUL), fluviatil
Korngrößenverteilung mit Korngrößenband[2)]	
Massenanteil Steine [%] Blöcke [%] große Blöcke [%]	 < 40 < 15 < 5
natürliche Dichte [g/cm³]	1,6 – 2,3
undrainierte Scherfestigkeit c_u [kN/m²]	< 100
Wassergehalt w_n [%]	< 20
Plastizitätszahl I_P	bis > 50 / leicht- bis ausgeprägt plastisch
Konsistenzzahl I_C / Bezeichnung[1)]	0,25 - 1,5 / breiig bis halbfest
bezogene Lagerungsdichte I_D / Bezeichnung[1]	0,15 – 1,0 / locker bis sehr dicht
organischer Anteil v_{gl} [%]/ Bezeichnung[1)]	< 2 / nicht organisch
Bodengruppe	A [ ] GW, GI, GU, GU* GT, GT*, SI, SW, ST, ST*, SU, SU*, TL, TM, TA, UL

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

Eigenschaft / Kennwert	Homogenbereiche Bohr-A
Schicht Nr.	1, 3.4, 3.3, 5.1
ortsübliche Bezeichnung	Auffüllungen, pleistozäne Abschwemmmassen, pleistozäne Flusss-chotter (Nieder- oder Spätglazialterrasse), Süßwassermolasse (miUL), fluviatil
Korngrößenverteilung mit Korngrößenband[2)]	
Massenanteil Steine [%] Blöcke [%] große Blöcke [%]	 < 40 < 15 < 5
Kohäsion c‘ [kN/m²]	1,6 – 2,3
undrainierte Scherfestig-keit c_u [kN/m²]	< 100
Wassergehalt w_n [%]	< 20
Plastizitätszahl I_P / Be-zeichnung[1)]	bis > 50 / leicht- bis ausgeprägt plastisch
Konsistenzzahl I_C / Be-zeichnung[1)]	0,25 - 1,5 / breiig bis halbfest
bezogene Lagerungs-dichte I_D / Bezeichnung[1)]	0,15 – 1,0 / locker bis sehr dicht
LCPC-Abrasivitäts-Koeffizient LAK [g/to] / Bezeichnung[3)]	100 – 1.250 / schwach abrasiv bis stark abrasiv
Bodengruppe	A [ ] GW, GI, GU, GU* GT, GT*, SI, SW, ST, ST*, SU, SU*, TL, TM, TA, UL

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

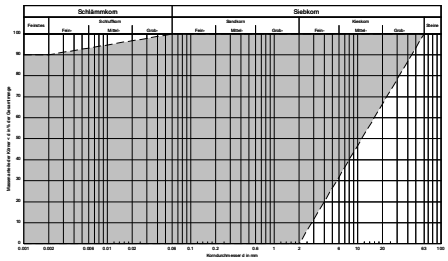
Tabelle 3.3.3-1: Homogenbereiche gemäß DIN 18 301 für Bohrarbeiten in Boden

In der Süßwassermolasse und den rolligen pleistozänen Böden können erfahrungsgemäß Hindernisse in Form von Verfestigungen, Steinen und Blöcken (Bodenklassen ≤ FV 3 bzw. ≤ FD 3 nach

DIN 18301:2012) mit Kantenlängen bis zu 200 mm auftreten können. In Bezug auf den Homogenbereich Bohr-A sind daher im Zuge der weiteren Planung und Ausschreibung entsprechende Zulagen vorzusehen. Aufgrund der Festigkeiten dieser gröberen Einlagerungen ist mit kleinkalibrigem 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 Rohrvortriebarbeiten, sowie die zusammengefassten Eigenschaften der Homogenbereiche gemäß Tabelle 3.3.4-1 verwendet werden.

Eigenschaft / Kennwert	**Homogenbereiche**
	Rohr-A
Schicht Nr.	3.4, 3.3, 5.1
ortsübliche Bezeichnung	pleistozäne Abschwemmmassen, pleistozäne Flussschotter (Nieder- oder Spätglazialterrasse), Süßwassermolasse (miUL), fluviatil
Korngrößenverteilung mit Korngrößenband[2)]	
Massenanteil Steine [%] Blöcke [%] große Blöcke [%]	 < 40 < 15 < 5
natürliche Dichte [g/cm³]	1,6 – 2,3
undrainierte Scherfestigkeit c_u [kN/m²]	< 100
Wassergehalt w_n [%]	< 20
Plastizitätszahl I_P / Bezeichnung[1)]	bis > 50 / leicht- bis ausgeprägt plastisch
Konsistenzzahl I_C / Bezeichnung[1)]	0,25 - 1,5 / breiig bis halbfest
bezogene Lagerungsdichte I_D / Bezeichnung[1)]	0,15 – 1,0 / locker bis sehr dicht

Eigenschaft / Kennwert	Homogenbereiche
	Rohr-A
Abrasivitätsindex LCPC / Bezeichnung[3)]	100 – 1.250 / schwach abrasiv bis stark abrasiv
Bodengruppe	GW, GI, GU, GU* GT, GT*, SI, SW, ST, ST*, SU, SU*, TL, TM, TA, UL

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 vorhandene Steine, Blöcke, können die Eigenschaften von den Klassen FD bzw. FZ nach DIN 18301:2012 aufweisen.

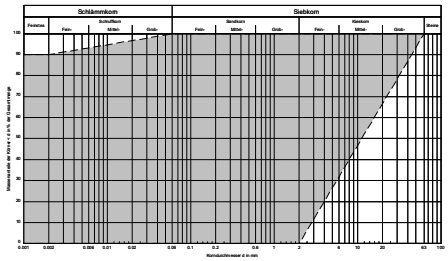
3.3.5 DIN 18 303 Verbauarbeiten

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 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 Rammbarkeit der Böden wird verwiesen.

Eigenschaft / Kennwert	**Homogenbereiche**
	Ramm-A
Schicht Nr.	1, 3.4, 3.3, 5.1
ortsübliche Bezeichnung	Auffüllungen, pleistozäne Abschwemmmassen, pleistozäne Flussschotter (Nieder- oder Spätglazialterrasse), Süßwassermolasse (miUL), fluviatil
Korngrößenverteilung mit Korngrößenband[2)]	
Massenanteil Steine [%] Blöcke [%] große Blöcke [%]	 < 40 < 15 < 5
Wassergehalt w_n [%]	1,6 – 2,3
Plastizitätszahl I_P / Bezeichnung[1)]	< 100
Konsistenzzahl I_C / Bezeichnung[1)]	0,25 - 1,5 / breiig bis halbfest
bezogene Lagerungsdichte I_D / Bezeichnung[1)]	0,15 – 1,0 / locker bis sehr dicht
Bodengruppe	A [ ] GW, GI, GU, GU* GT, GT*, SI, SW, ST, ST*, SU, SU*, TL, TM, TA, UL

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, sofern vorhanden, ist nach DIN 18 320 als eigener Homogenbereich auszuweisen. Der Oberboden ist vor Beginn der Arbeiten abzuschieben 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 [%] Blöcke [%] große Blöcke [%]	 < 10 < 5 < 5

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

4. FOLGERUNGEN / EMPFEHLUNGEN BAUGRUND

4.1 Planungsrandbedingungen

Zwischen den Ortschaften Burgau und Remshart, ist die **geschlossene Querung** der ST 2024 geplant. Der geplante Vortrieb hat gemäß [U 3] eine Länge von ca. 35,5 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 Westseite: ca. 444,7 m NHN;
- Gelände Ostseite: ca. 446,8 m NHN;
- Oberkante Fahrbahn (OKF): ca. 447,0 m NHN;
- geforderte Mindestüberdeckung nach [U 4] $h_{ü} \geq 1{,}5 \times D_a = 1{,}05\ m \geq 0{,}8\ m$
- gewählte Mindestüberdeckung zur OKF: ca. ~4 m
- UK Vortrieb Zielgrube: ca. 4,5 m u. GOK / ca. 442,0 m NHN;
- UK Vortrieb Startgrube: ca. 2,8 m u. GOK / ca. 442,0 m NHN;
- Baugrubensohle Zielgrube (nordöstlich): ca. 5,5 m u. GOK / ca. 441,0 m NHN;
- Baugrubensohle Startgrube (südwestlich): ca. 3,8 m u. GOK / ca. 441,0 m NHN.

Nach DWA-A 125, Tabelle 7 [U 4] sind für Vortriebsverfahren eine Mindestüberdeckung zwischen Oberkante Vortriebsrohr und Geländeoberkante von $h_ü \geq 1{,}5 \times D_a \geq 0{,}8$ m einzuhalten. Diese geforderte Mindestüberdeckung wird aufgrund der zu querenden Fremdleitungen (SV 50) eingehalten. Der Vortrieb wird als schräger Vortrieb angesetzt um auf derselben Höhe der Zielbaugrube der GZ 31 anzukommen. Der tatsächliche Verlauf der Pressung ist durch die Planung vorzunehmen.

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 Nutzfläche sowohl auf der Nordost- als auch auf der Südwestseite ohne eine Baufeldvorbereitung für die Einrichtung der Baustelle nicht geeignet. Hier stehen oberflächennah unter anderem bindige Böden, z.T. mit humosen Bestandteilen bzw. fließfähige Bodenarten an. Diese Böden 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 5,5 m tief. Sie werden Abmessungen von ca. 28 m x 4 m (Startgrube) bzw. 10 m x 4 m (Zielgrube) haben. Die Baugrube ist grundsätzlich nach DIN 4124 „Baugruben und Gräben, Böschungen, Arbeitsraumbreiten, Verbau“ auszuführen. Die Baugrube kann aufgrund des ausreichend vorhandenen Platzes prinzipiell frei geböscht werden, Der Aushub besteht überwiegend aus Böden der Schichten 3.3 und 3.4, deshalb empfehlen wir nach DIN 4124 einen einheitlichen Böschungswinkel von ≤ 45°.

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 Baugru-

benböschungen 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 Schotterwegflächen 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 2/3 φ angenommen werden. Die DIN 4124 und die EAB - Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben sind zu beachten.

4.4 Rohrvortrieb

Der Vortrieb verläuft gemäß der einzuhaltenden Überdeckung im Straßenbereich und den Erkenntnissen aus den geotechnischen Erkundungen innerhalb der quartären Überlagerungsböden (Schicht 3.3 und Schicht 3.4). Bei den bindigen Böden der Schicht 3.4 ist zu beachten, dass diese Böden unter der gegebenen mechanischen Störung (Aushub) **aufweichen** und die Eigenschaften von Böden der Bodenklasse 2 nach DIN 18 300 annehmen können. Die Ortsbrust wird als kurzzeitig standsicher betrachtet.

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. Es ist vom Sachverständigen für Erd- und Grundbau ein Abschlussbericht anzufertigen (siehe Kap. 9.6 in DWA-A 125).

Infolge des Rohrvortriebs ergibt sich nach SCHERLE ein abgeschätzter Setzungsbetrag von etwa 7 mm 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. Baupraktisch ist nicht mit Setzungen im Bereich der der Straße zu rechnen.

Im Rahmen der Beweissicherung wird eine **messtechnische Überwachung der Straßenlage während des Rohrvortriebs** empfohlen. Diese sollte vor Beginn der Baumaßnahmen begonnen werden, um eine unbeeinflusste Nullmessung zu erhalten.

4.5 Aushub und Wiederverfüllung

Der Aushub wird abgesehen von dem Oberboden maßgeblich innerhalb der Böden der Schicht 3.3 und 3.4 und somit innerhalb der hauptsächlichen rolligen, aber auch bindigen quartären Ablagerungen liegen. Im Sohlbereich der westlichen Baugrube können auch bereits die bindigen Böden der Süßwassermolasse angeschnitten werden.

Bei den bindigen Böden der Schicht 3.4 und 5.1 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 bindigen quartären Ablagerungen innerhalb der Schicht 3.4 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 werden. Der Aushub an bindigen Boden kann zur Verfüllung im Leitungsbereich nicht verwendet werden.

4.6 Wasserhaltung

Der Bauwasserstand ist mit + 444,0 m NHN angegeben. Somit wird für einen geschlossenen Vortrieb mittels Press-/Bohrverfahren eine Grundwasserhaltung notwendig. Bei dem Grundwasser handelt es sich um ergiebiges Porengrundwasser innerhalb der rolligen pleistozänen Flussschotter (Schicht 3.3).

Für die Wasserhaltung wird der Einsatz von Schwerkraftbrunnen mit einer Länge von bis zu 8 m und einem Ausbaudurchmesser DN 200 (Bohrdurchmesser 400 mm) empfohlen. Für die hydraulische Durchlässigkeit der Schicht 3.3 wird ein k_f-Wert von 1 x 10^{-3} angesetzt. Die Reichweite des Absenktrichters nach SICHARDT beträgt etwa 351 m (westliche Baugrube). 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 12 Brunnen im Bereich der Start- und 4 Brunnen im Bereich der Zielbaugrube notwendig.

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

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.

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)

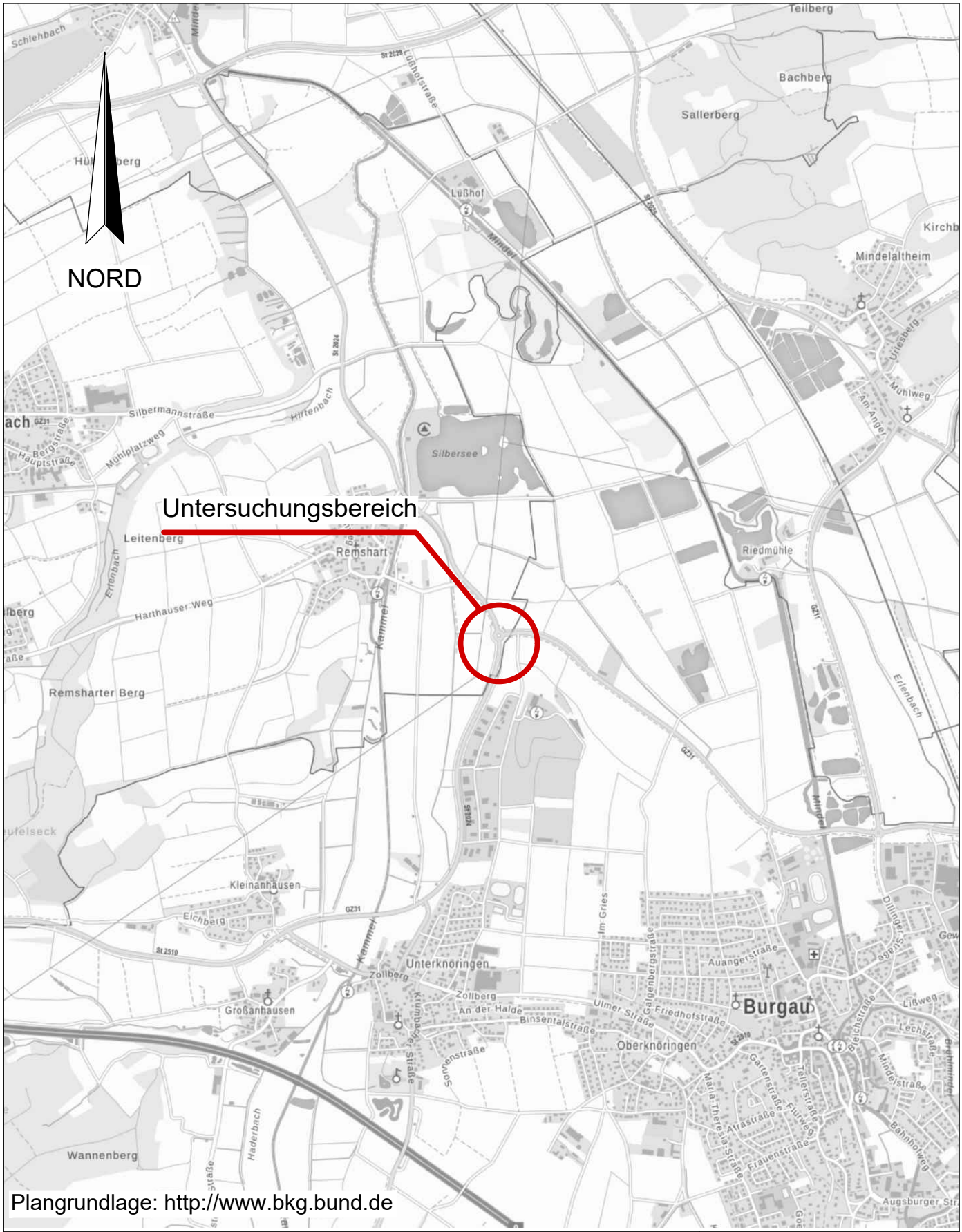
Verteiler:
- Bayernets GmbH, München, 3 x, davon 1 x vorab per Mail an <Bernhard.Ambs@bayernets.de>, <WK51@bayernets.de>
- Dr. Spang GmbH, Witten, 1 x

Anlage 1: Übersichtslageplan

INHALT

1.0 Titelblatt (1)

1.1 Übersichtslageplan 1 : 25.000 (1)



Übersichtslageplan

DR. SPANG

Anlage:	1.1
Projekt Nr.:	42.7852
Plan Nr.:	42.7852/ 1.1
Datum:	10.03.2022
Maßstab:	1:25.000
Gezeichnet:	Dri
Geprüft:	Luk

AUFTRAGGEBER:
bayernets

PROJEKT:
bayernets Leitung
Wertingen - Kötz

E:\Daten\P7800-7899\P7852\6_Geotechnik\Gutachten\Einzelbauwerk\Geotechnik\ID 68\P7852_Anl.1_ÜLP.dwg
Ansichtsfenster : Anl. 1.1

Anlage 2: Lageplan

INHALT

2.0 Titelblatt (1)

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

E:\Daten\P7800-7899\P7852\6_Geotechnik\Gutachten\Strecke\Geotechnik\Planfeststellung\P7852_Anl.2_LP.dwg

Ansichtsfenster : 90

Gemeinde Rettenbach
Gemarkung Remshart

Gemeinde Burgau
Gemarkung Burgau

NORD

km 30+00

TS 090.01
70°27'
X= 602539.47
Y=5367219.82

TS 090.02
53°05'
X= 602512.92
Y=5367142.13

TS 090.03
24°02'
X= 602451.56
Y=5367112.15

a) ST2024 Abschnitt
b) GZ31

ST2024
Abschnitt 230
Station 1,0 + 0,329 ↑

GZ31
Abschnitt 120
Station 0,0 + 0,041 ↓

EL 110kV-Freileitung (53001)
Pkt. Illerberg - Pkt. Gundremmingen 4
Mast 85 bis 172 LEW

Mast 157
Höhe 28 m ü. GOK

Leitungshöhe 15 m ü. GOK

Leitungshöhe 9,5 m ü. GOK

Höhe 14 m ü. GOK

5001 (SV50) 450/60

13.01 Kupfer BG

gepl. 5100 (WK51) 700/100 AUGUSTA

Leitungshöhe 11,5 m ü. GOK

Lage angenommen

BS 135/DPH 97

BK 35/DPH 96

BS 134/DPH 95

BK 34/DPH 94

MK 120

MK 121

R 65

R 122

SR 600/21,0m

Weg (Schotter)

St 2024 (Asphalt) nach Offingen

Leitplanke

Acker

Grünland

RW

EL MS

2x EL MS

Planfeststellungsbehörde

Geotechnische Eintragungen sind schematisch dargestellt

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

- Gemarkung
- Flurstücks-Grenze
- Topografie
- Fremdleitungen
- Bestand Gas bayernets
- Gastransportleitung geplant
- KKS-Anlagen geplant
- Schutzstreifen (dingliche Sicherung)
- TS-Punkt mit Nr., Winkel u. Koordinate
- Kilometrierung km 00+00
- Schilderpfahl (SPf)
- Schilderpfahl mit Messkontakt (MK)
- Arbeitsstreifen

0 10 20 30 40 50 Meter

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 (IbW) Planung und Bauüberwachung
im Auftrag der bayernets energie transport systeme

Plangrundlage: WK5100_GP_TP_TG_230426-WPG

Trassierungsplan Lage
Geotechnisches Gutachten

Leitung 5100 (WK51)
DN 700 MOP 100
Schutzstreifen 10 m

Plan Nr.:	42.7852/ 2.1	Gezeichnet:	Bt
Datum:	28.04.2023	Geprüft:	BJe

Bundesland: Bayern | Regierungsbezirk: Schwaben | Landkreis: Günzburg

Rev.	Datum	Änderung		Datum	Name	Format	Maßstab	Revision
			Erstellt	31.03.2023	Döring; Hahn / WPG	DIN A3	1 : 1.000	0
			Geprüft	31.03.2023	Thiele / WPG	Planname		Blatt-Nr.
			Freigegeben			WK5100_GP_TP_TG		90

© Geobasisdaten: Bayerische Vermessungsverwaltung

Anschluss-Blatt-Nr.: 91

Anschluss-Blatt-Nr.: 89

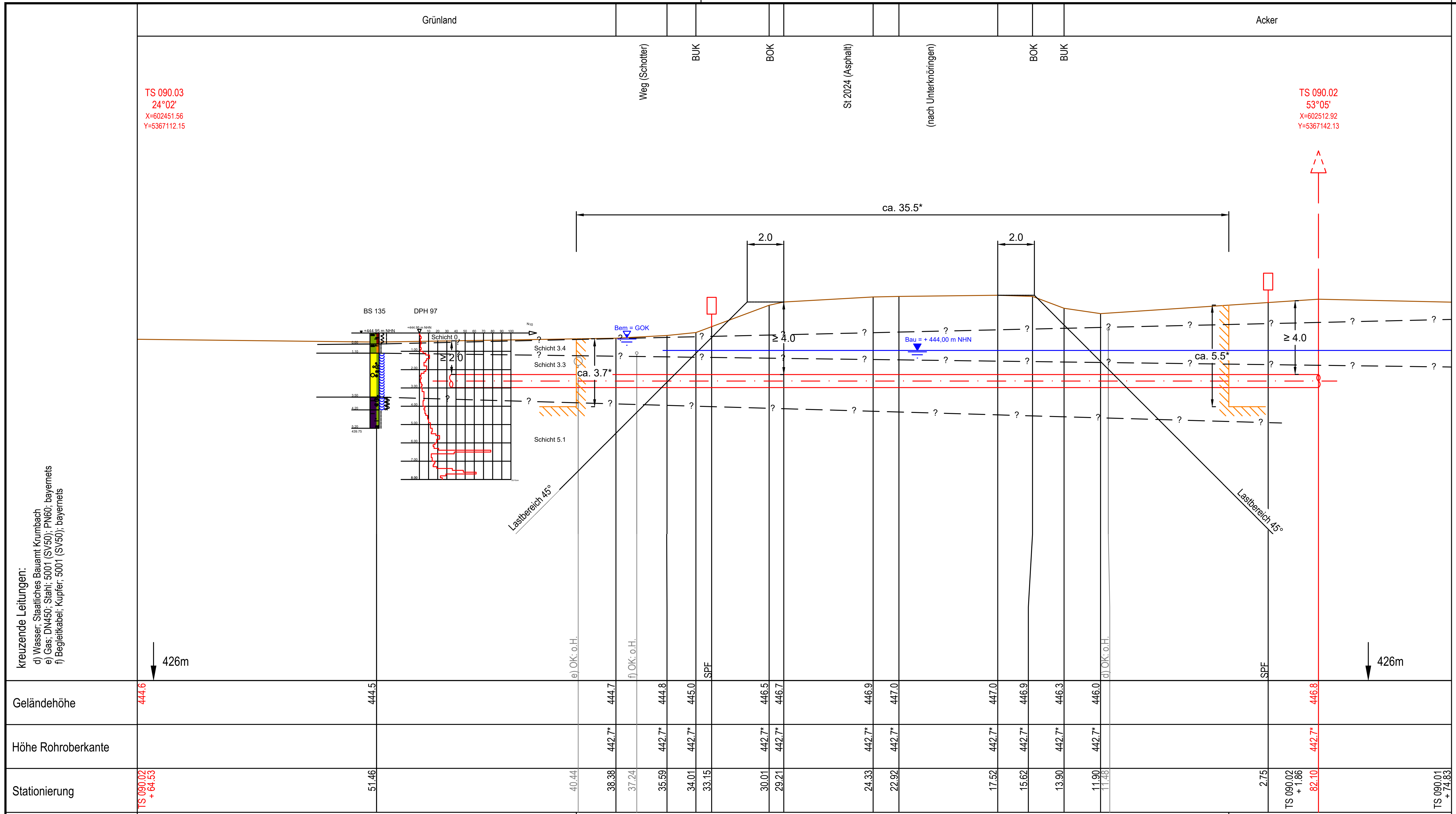
Anlage 3: Geotechnischer Längsschnitt

INHALT

3.0 Titelblatt (1)

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

E:\Daten\P7800-7899\P7852\6_Geotechnik\Gutachten\Einzelbauwerk\Geotechnik\Sondergutachten Schnitte Planfeststellung\P7852_Anl.3_LS_BW_Planfeststellung.dwg
Ansichtsfenster : 09002



Verlegeart	Baugrube	Horizontal-Pressbohrverfahren DN 700	Baugrube
Auftriebsicherung			
Rohr (ABM., MAT., ISOL.)	DN 700, L485NE, PE-n	DN 700 mit verstärkter Wanddicke, L485NE, PE-v / GfK	DN 700, L485NE, PE-n
Rohrbogen vertikal			
KSR (ABM., MAT.)	2x KSR DN 50 PE-HD in SR-KSR DN 150 PE-HD; Verlegung im Horizontalspülbohrverfahren, Achsabstand 2m		

Schicht Nr.	Bodenart	Klassifizierung nach DIN 18 196	18 300 5)	18 301 6)	Frostempfindlichkeit 1)	Verdichtungsfähigkeit 2)
0	Oberboden	OU, OH,	1	/	/	/
1	Auffüllungen	GU, GU*, GT	3 – 5 (4) 3) (6/7) 4)	LN 1 (S 1 – S 3) 4)	F 2 – F 3	V 1 – V 2
3.3	pleistozäne Flussschotter (Nieder- oder Spätglazialterrasse)	GW, GI, GU, GT,	3 (5) (6/7) 4)	LNW 1 – 3 (S 1 – S 3) 4)	F 1 – F 2	V 1 – V 2
3.4	pleistozäne Abschwemmmasse und rollige Hangablagerungen	SI, SW, ST, ST*, SU, SU* TL, TM	3, 4 (5) (6/7) 5)	LBM 1 – 2 LNW 1 – 3 LN 1 – 3 P 1 (S 1 – S 3) 4)	F 1 – F 3	V 1 – V 3
5.1	Süßwassermolasse (miUF) fluviatil	TL, TM, TA, UL, ST*	3 - 5 (4) 3) (6/7) 4)	LBM 1 – 2 P 1 (S 1 – S 3) 4)	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 18 301:2012-09

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-Wolfstein-Straße 6, 58453 Witten
Telefon: 02302 / 9 14 02 - 0

Geplante Gastransportleitung AUGUSTA von Wertingen nach Kötz
Planunterlagen zum Planfeststellungsverfahren (PF-V)

Weishaupt Planungen GmbH – im Auftrag der bayernets

Plangrundlage: WK5100_GP_TP_SH_WPG-230510_fuer_Baugrund

Sonderplan Bauwerkskreuzungen, Höhe Straße St 2024

Leitung 5100 (WK51) DN 700 MOP 100 Schutzstreifen 10 m

Plan Nr.: 42.7852/ 3.1	Gezeichnet: Bt	Datum: 17.05.2023	Geprüft: BJe

Bundesland: Bayern | Regierungsbezirk: Schwaben | Landkreis: Günzburg

Rev.	Datum	Änderung		Datum	Name	Format	Maßstab	Revision
			Erstellt	10.05.2023	Hahn; Döring / WPG	297 x 605	1 : 200	0
			Geprüft	10.05.2023	Thiele / WPG	Planname		Blatt-Nr.
			Freigegeben	10.05.2023	Ambs / bayernets	WK5100_GP_TP_SH		09002

Höhen bezogen auf DHHN12 (NN-Höhen)

P7852_Anl.3_LS_BW_Planfeststellung.dwg

Anlage 4: Ergebnisse der Baugrunderkundung

INHALT

4.0	Titelblatt	(1)
4.1	Zeichenerläuterungen Baugrunderkundung	(2)
4.2	Kleinrammbohrung (BS)	(2)
4.3	Schwere Rammsondierungen (DPH)	(3)
4.4	Kernbohrungen (BK)	(1)
4.5	Kernfotos	(2)

Probeentnahme:

G1	☐	gestörte Probe
U1	■	Sonderprobe
K1	☒	Kernprobe

Nebenanteile:

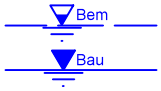
z.B. s', t': schwach
z.B. s, t: stark

Kalkgehalt:

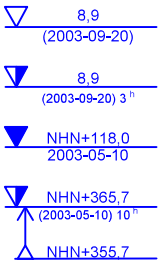
k°	kalkfrei
k^{+}	kalkhaltig
k^{++}	stark kalkhaltig

Grundwasser:

Grundwasserstand:

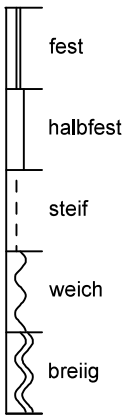


a) Bemessungswasserstand
b) Bauwasserstand



Grundwasser angebohrt
Grundwasserstand nach Bohrende
Ruhewasserstand
Grundwasser-anstieg
Wasser versickert
naß

Konsistenz:



Trennflächen:

K: Klüftung
SS: Schichtung
SF: Schieferung

Verwitterungsgrad Fels nach DIN EN ISO 14689-1:

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

vereinfachte Ansprache Verwitterung Fels bei Bohrsondierungen:

Festigkeit Fels nach DIN EN ISO 14689-1:

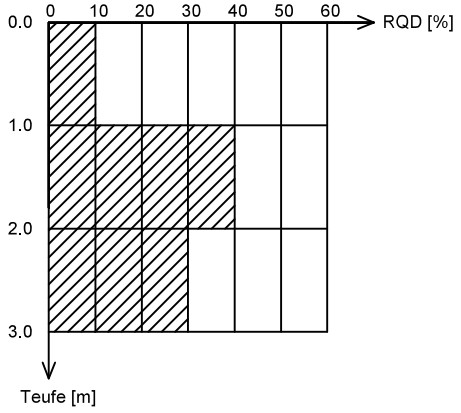
R 0: außerordentlich gering
R 1: sehr gering
R 2: gering
R 3: mäßig hoch
R 4: hoch
R 5: sehr hoch
R 6: außerordentlich hoch

Kornbindung Fels nach DIN EN ISO 14689-1:

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

RQD Fels:

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



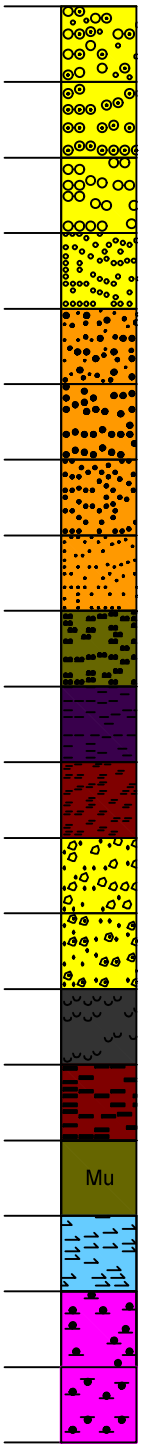
DR. SPANG

Zeichenerläuterung

Baugrunderkundung

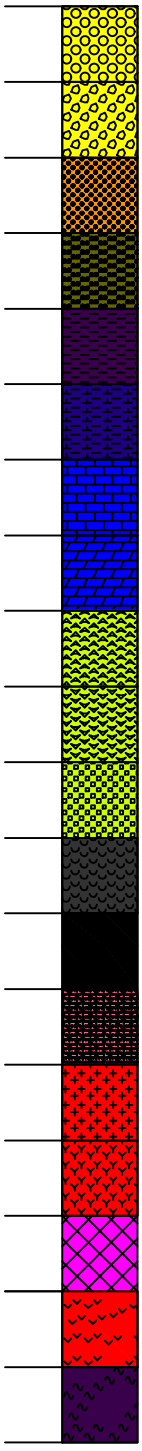
Anlage:	4.1
Projekt Nr.:	42.7852
Plan Nr.:	42.7852 / 4.1
Rev. Stand:	26.04.2018

Hauptbodenarten:



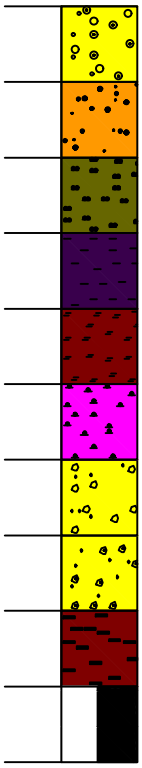
- Kies, G
- Grobkies, gG
- Mittelkies, mG
- Feinkies, fG
- Sand, S
- Grobsand, gS
- Mittelsand, mS
- Feinsand, fS
- Schluff, U
- Ton, T
- Torf, Humus, H
- Steine, X
- Blöcke, Y
- vulkanische Aschen, V
- Braunkohle, Bk
- Mutterboden, Mu
- Wiesenkalk, Wk
- Mudde (Faulschlamm), F
- Klei, Schlick

Felsarten:



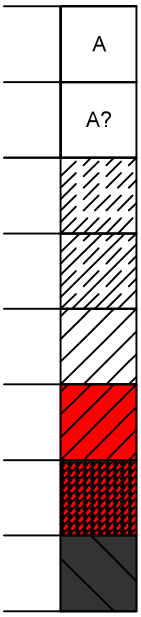
- Konglomerat, Ko
- Brekzie, Br
- Sandstein, Sst
- Schluffstein, Ust
- Tonstein, Tst
- Mergelstein, Mst
- Kalkstein, Kst
- Dolomitstein, Dst
- Anhydrit, Ahst
- Gips, Gyst
- Salzgestein, Sast
- verfestigte vulkan. Aschen, Vst
- Steinkohle, Stk
- Quarzit, Q
- Vulkanite (z.B. Basalt), Vu
- Plutonite (z.B. Granit), Pl
- Ganggesteine (z.B. Quarzgang), GGst
- massige Metamorphite (z.B. Diabas, Gneis), Mem
- blättrige Metamorphite (z.B. Schiefer), Meb

Nebenbodenarten:



- kiesig, g
- sandig, s
- schluffig, u
- tonig, t
- torfig, humos, h
- organisch, o
- steinig, x
- mit Blöcken, y
- mit Braunkohleeinschlüssen, bk
- mit Steinkohleeinschlüssen, stk

Sonstige Signaturen:



- Auffüllung, A
- Auffüllung?, A?
- Beton (unbewehrt)
- Beton (bewehrt)
- Mauerwerk
- Ziegelmauerwerk
- Hinterpackung Tunnelschale
- Lockermasse

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

DR. SPANG

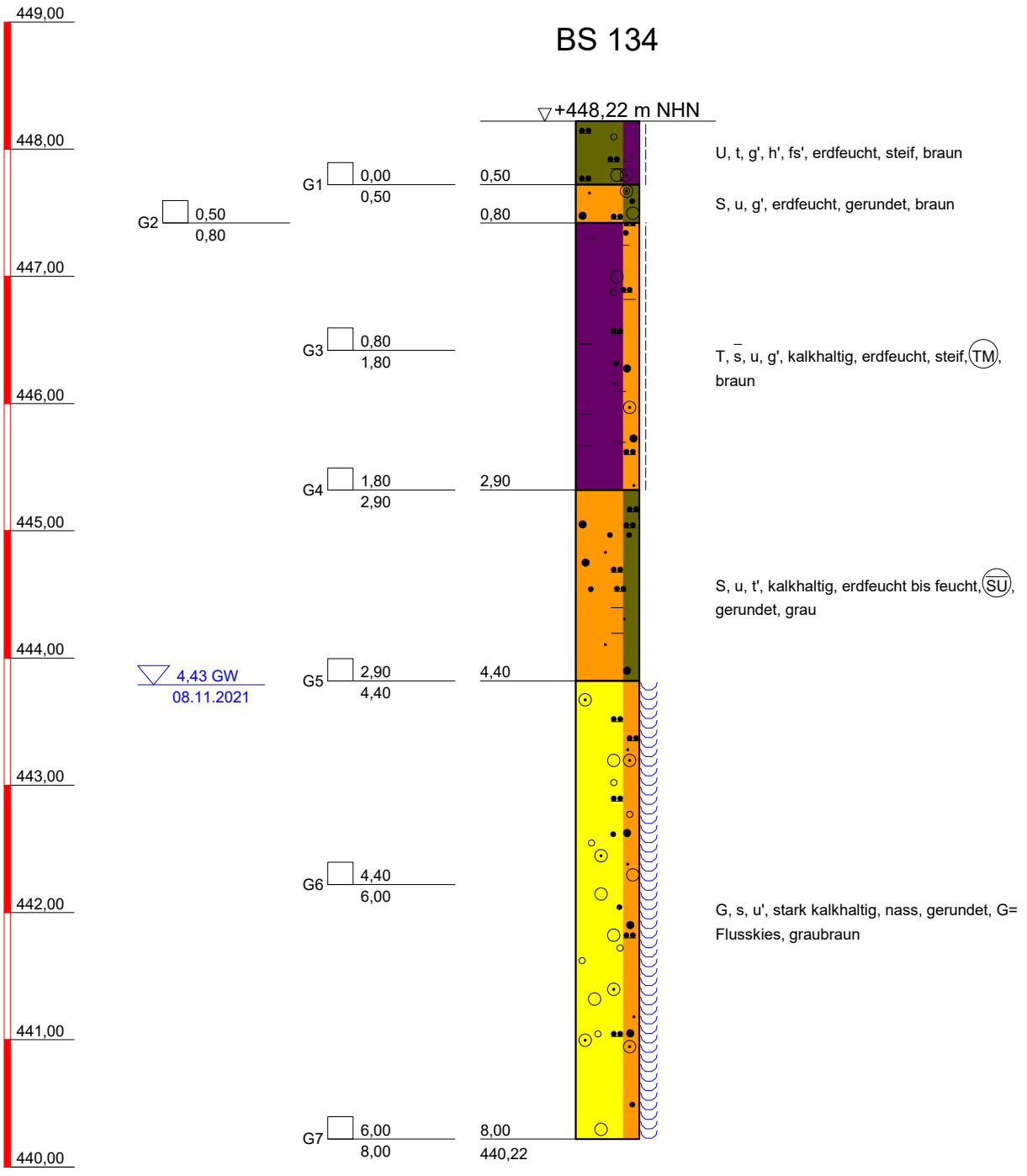
Zeichenerläuterung

Baugrunderkundung

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

+ m NHN

BS 134



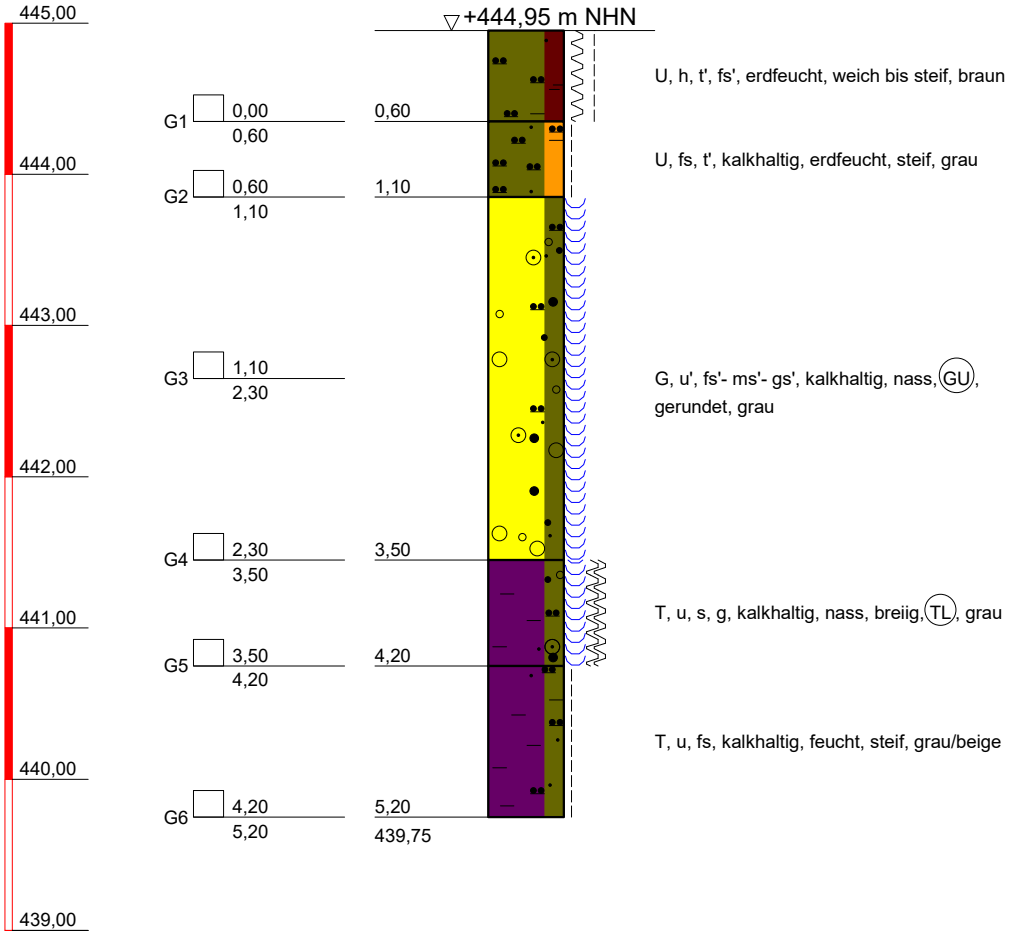
Solltiefe erreicht

DR. SPANG Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen Geologie und Umwelttechnik mbH	Bauvorhaben: WK 51 Gastransportleitung Wertingen - Kötz Auftraggeber: bayernets	Anlage: 4.2 - BS 134 Projekt-Nr: 42.7852 Datum: 08.11.2021 Maßstab: 1 : 50
	KLEINRAMMBOHRUNG	Bearbeiter: Koz/Sert

Copyright © 1994-2007 IDAT GmbH - G:\PROJEKTE\P7800-7899\P7852_GASTRANSPORTLEITUNG_WERTINGEN_KÖTZ\GEOTECHNIK\ERKUNDUNG\BS\BS\P7852_ANL.4.2_BS 134.BOP

+ m NHN

BS 135



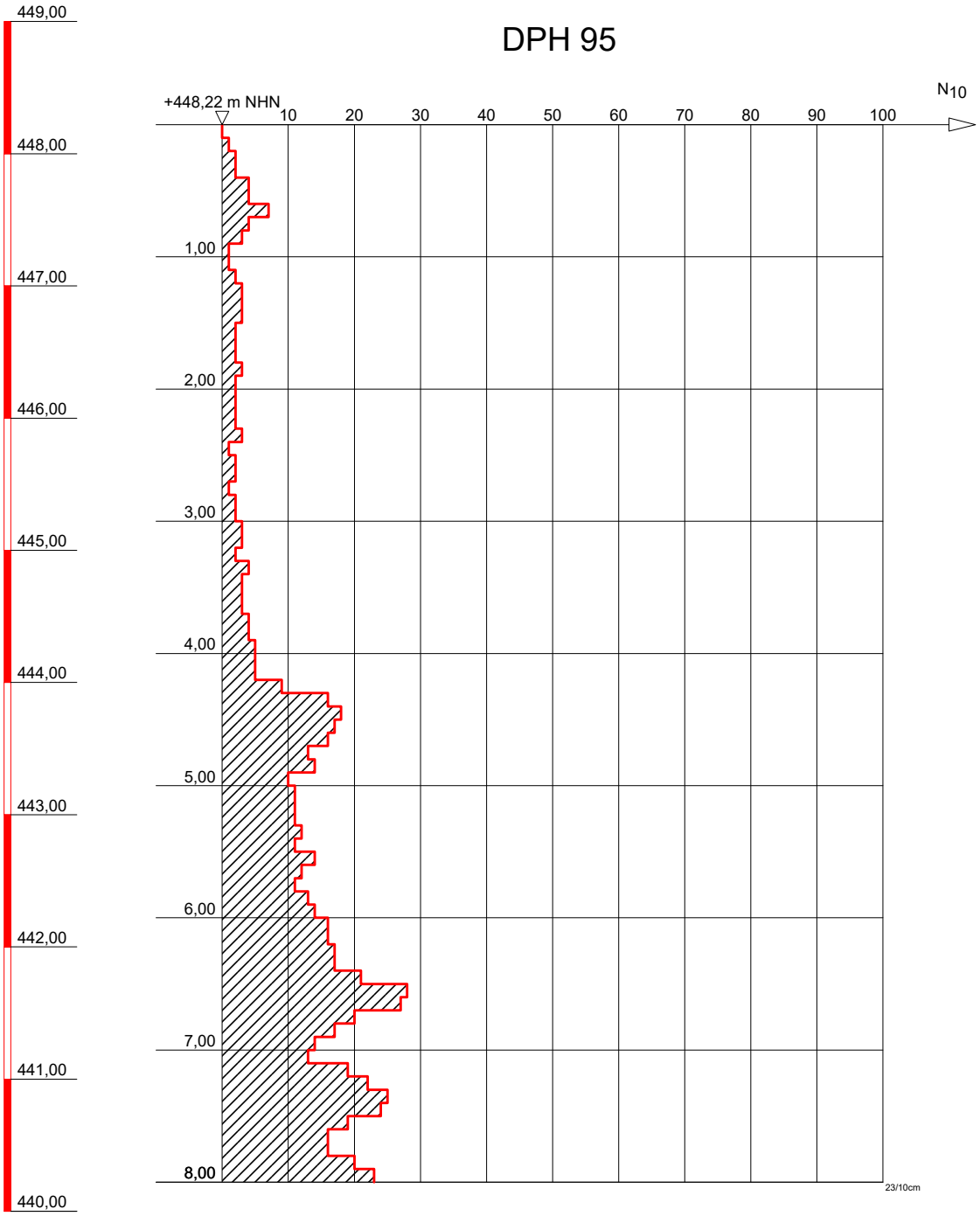
Kein weiterer Bohrfortschritt

DR. SPANG Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen Geologie und Umwelttechnik mbH	Bauvorhaben: WK 51 Gastransportleitung Wertingen - Kötz Auftraggeber: bayernets	Anlage: 4.2 - BS 135 Projekt-Nr: 42.7852 Datum: 05.11.2021 Maßstab: 1 : 50
	KLEINRAMMBOHRUNG	Bearbeiter: Koz/TSch

Copyright © 1994-2007 IDAT GmbH - G:\PROJEKTE\P7800-7899\P7852_GASTRANSPORTLEITUNG_WERTINGEN_KÖTZ\GEOTECHNIK\ERKUNDUNG\BS\BSP7852_ANL.4.2_BS 135.BOP

+ m NHN

DPH 95



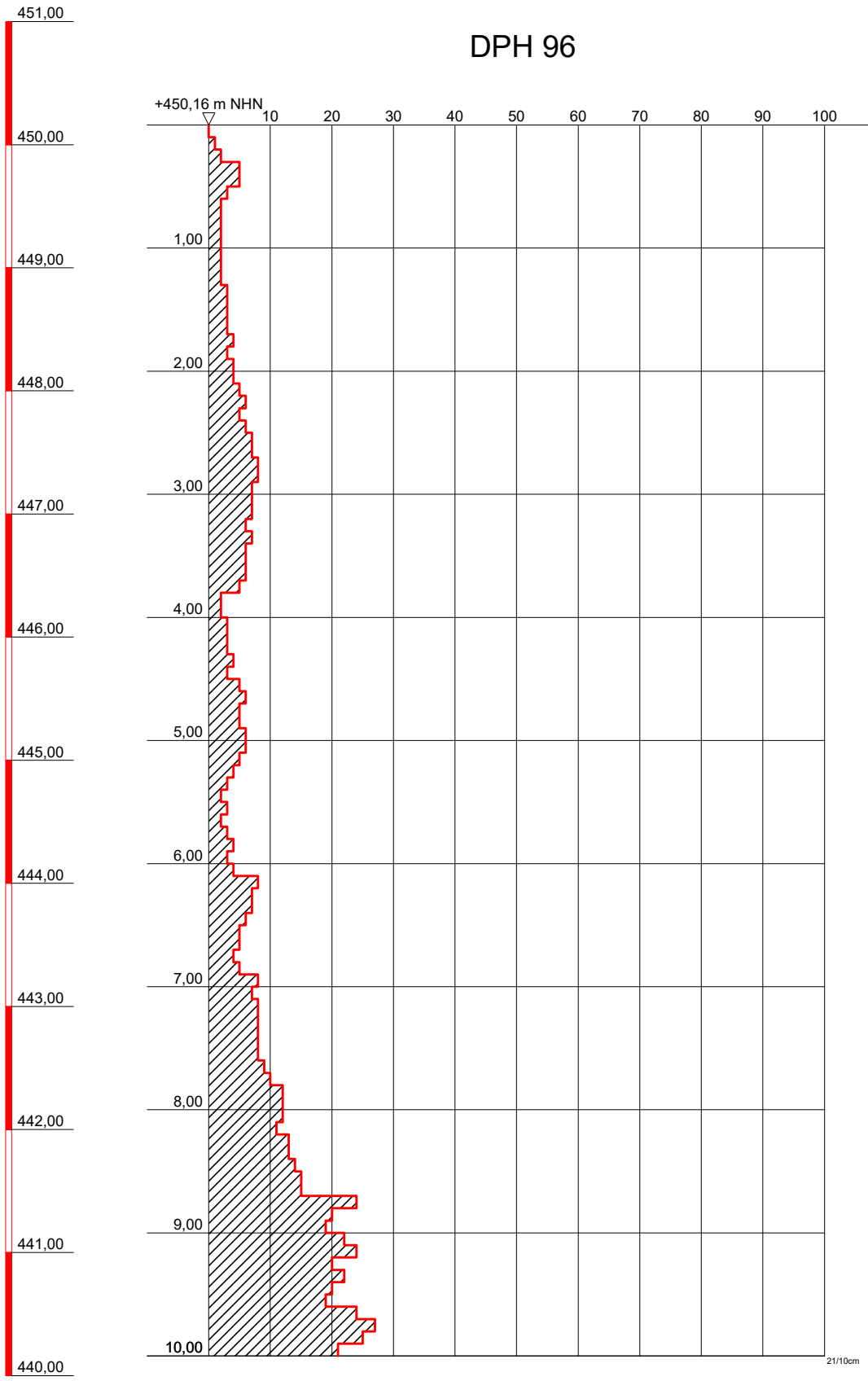
Solltiefe erreicht

DR. SPANG Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen Geologie und Umwelttechnik mbH	Bauvorhaben: WK 51 Gastransportleitung Wertingen - Kötz Auftraggeber: bayernets	Anlage: 4.3 - DPH 95 Projekt-Nr: 42.7852 Datum: 08.11.2021 Maßstab: 1 : 50
	SCHWERE RAMMSONDIERUNG	Bearbeiter: Koz/TSch

Copyright © 1994-2007 IDAT GmbH - G:\Projekte\P7800-7899\P7852_Gastransportleitung_Wertingen_Kötz\Geotechnik\Erkundung\DPx\P7852_Anl. 4.3_DPH 95.BOP

+ m NHN

DPH 96



Solltiefe erreicht

DR. SPANG
Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen
Geologie und Umwelttechnik mbH

Bauvorhaben:
WK 51 Gastransportleitung Wertingen - Kötz

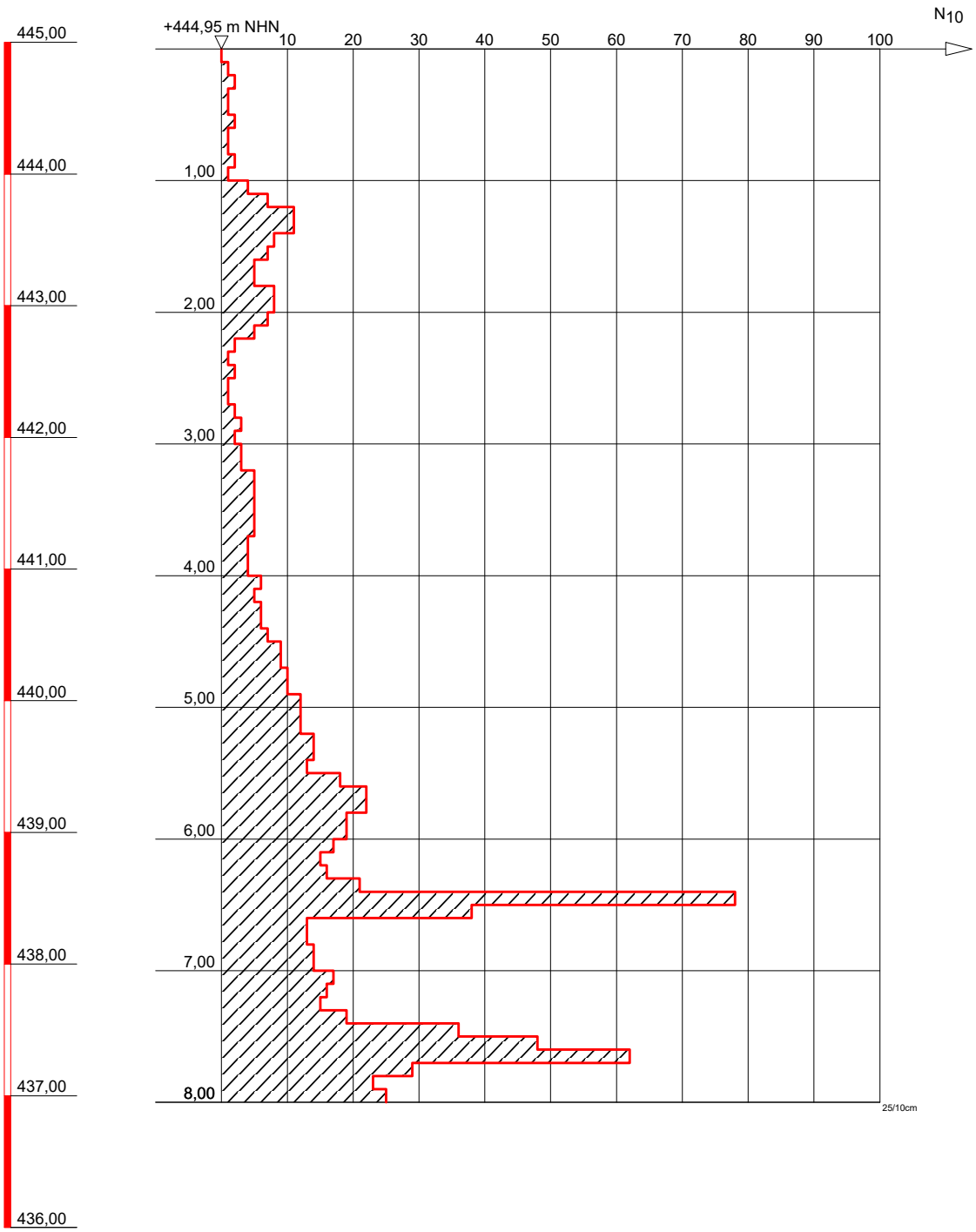
Auftraggeber:
bayernets

SCHWERE RAMMSONDIERUNG

Anlage: 4.3 - DPH 96
Projekt-Nr: 42.7852
Datum: 28.10.2021
Maßstab: 1 : 50
Bearbeiter: Koz/TSch

Copyright © 1994-2007 IDAT GmbH - G:\Projekte\P7800-7899\P7852_Gastransportleitung_Wertingen_Kötz\Geotechnik\Erkundung\DPx\P7852_ANL. 4.3 _DPH 96.BOP

DPH 97



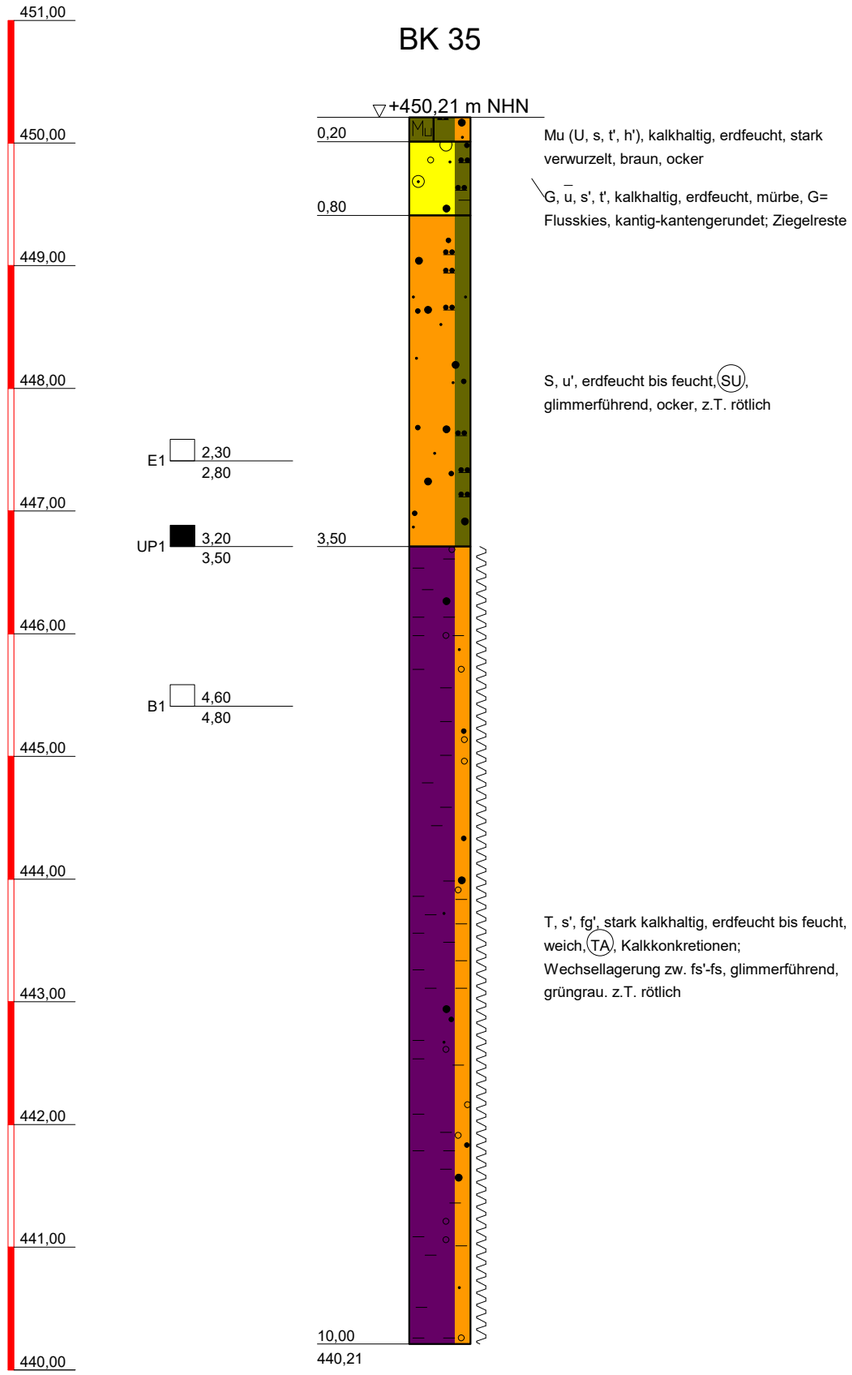
Solltiefe erreicht

DR. SPANG Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen Geologie und Umwelttechnik mbH	Bauvorhaben: WK 51 Gastransportleitung Wertingen - Kötz Auftraggeber: bayernets	Anlage: 4.3 - DPH 97 Projekt-Nr: 42.7852 Datum: 05.11.2021 Maßstab: 1 : 50
	SCHWERE RAMMSONDIERUNG	Bearbeiter: Koz/TSch

Copyright © 1994-2007 IDAT GmbH - G:\PROJEKTE\P7800-7899\P7852_GASTRANSPORTLEITUNG_WERTINGEN_KÖTZ\GEOTECHNIK\ERKUNDUNG\DPX\DPH\P7852_ANL. 4.3_DPH 97.BOP

+ m NHN

BK 35



Mu (U, s, t', h'), kalkhaltig, erdfeucht, stark verwurzelt, braun, ocker

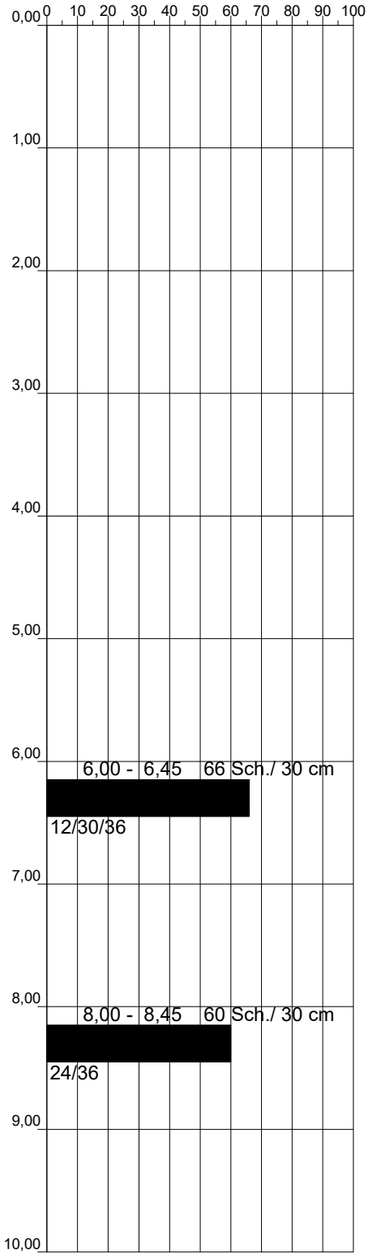
G, u, s', t', kalkhaltig, erdfeucht, mürbe, G= Flusskies, kantig-kantengerundet; Ziegelreste

S, u', erdfeucht bis feucht, (SU), glimmerführend, ocker, z.T. rötlich

T, s', fg', stark kalkhaltig, erdfeucht bis feucht, weich, (TA), Kalkkonkretionen; Wechsellagerung zw. fs'-fs, glimmerführend, grüngrau. z.T. rötlich

Solltiefe erreicht

SPT 35



DR. SPANG Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen Geologie und Umwelttechnik mbH	**Bauvorhaben:** Gastransportleitung Wertingen Kötz **Auftraggeber:** bayernets	Anlage: 4.4 - BK 35 Projekt-Nr: 42.7852 Datum: 29.09.2021 Maßstab: 1 : 50
	Kernbohrung	Bearbeiter: Häg/Car

Copyright © 1994-2007 IDAT GmbH - \\svr-file-01.drspanggmbh.local\daten\Projekte\P7800-7899\P7852_Gastransportleitung_Wertingen_Kötz\Geotechnik\Erkundung\BK\BK\P7852_Anl.4.4_BK 35.bop

WK51 Gastransportleitung Wertingen - Kötz;
BK 35 - Endteufe 10,0 m

0 1

1 2

2 3

3 4

4 5

5 6

6 7

7 8

8 **9**

Grauskala #13
Gastransportleitung Wertingen - Kötz
Projekt-Nr.: 42.7852
BK 35
Teufe: 8 – 10 m

9 **10**

Anlage 5: Laboruntersuchungen

INHALT

5.0	Titelblatt	(1)
5.1	Wassergehalt nach DIN EN ISO 17 892-1	(2)
5.2	Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17 892-12	(3)
5.3	Kornzusammensetzung nach DIN EN ISO 17 892-4	(5)
5.4	entfällt	(0)
5.5	Kalkgehaltsbestimmung nach DIN 18 129	(3)

DR. SPANG
Ingenieurgesellschaft für Bauwesen,
Geologie und Umwelttechnik mbH

Anlage: 5.1

Projektnr.: P 42.7852

Wassergehalt DIN EN ISO 17892-1

WK 51 - Gastransportleitung

Wertingen - Kötz

Bearbeiter: Dö Datum: 06.01.22

Entnahmestelle:	BK 35
Tiefe:	3,2 - 3,5
Bodenart:	S, u', t'
Feuchte Probe + Behälter [g]:	229.66
Trockene Probe + Behälter [g]:	207.43
Behälter [g]:	5.57
Porenwasser [g]:	22.23
Trockene Probe [g]:	201.86
Wassergehalt [%]	11.01

DR. SPANG
Ingenieurgesellschaft für Bauwesen,
Geologie und Umwelttechnik mbH

Anlage: 5.1

Projektnr.: P 42.7852

Wassergehalt DIN EN ISO 17892-1

WK 51 - Gastransportleitung

Wertingen - Kötz

Bearbeiter: Kou Datum: 14.01.22

Entnahmestelle:	BS 38	BS 38	BS 49	BS 49
Tiefe:	1,5 - 2,3	2,9 - 6,2	1,2 - 2,5	3,8 - 5,3
Bodenart:	T, u	S, G, u'	T, u, fs'	S, $\overline{g}$, u'
Feuchte Probe + Behälter [g]:	105.60	911.31	197.23	747.50
Trockene Probe + Behälter [g]:	87.89	839.95	167.28	686.56
Behälter [g]:	5.57	111.15	5.62	115.49
Porenwasser [g]:	17.71	71.36	29.95	60.94
Trockene Probe [g]:	82.32	728.80	161.66	571.07
Wassergehalt [%]	21.51	9.79	18.53	10.67

Entnahmestelle:	BS 107	BS 134	BS 134	BS 135
Tiefe:	1,2 - 2,6	0,8 - 2,9	2,9 - 4,4	1,1 - 3,5
Bodenart:	T, u', s'	T, u, $\overline{s}$, g'	S, u, t'	G, u', fs', ms', gs'
Feuchte Probe + Behälter [g]:	11.01	222.73	254.49	1217.57
Trockene Probe + Behälter [g]:	90.88	190.91	220.57	1080.03
Behälter [g]:	5.65	5.55	5.65	114.20
Porenwasser [g]:	-79.87	31.82	33.92	137.54
Trockene Probe [g]:	85.23	185.36	214.92	965.83
Wassergehalt [%]	-93.71	17.17	15.78	14.24

Entnahmestelle:	BS 135	BS 144	BS 145	BS 145
Tiefe:	3,5 - 4,2	1,8 - 3,0	0,5 - 1,8	2,7 - 8,0
Bodenart:	T, u, s, g	T, u, s'	T, u'	S, G, u'
Feuchte Probe + Behälter [g]:	110.41	143.00	145.34	843.90
Trockene Probe + Behälter [g]:	85.21	120.35	120.34	750.99
Behälter [g]:	5.58	5.62	5.58	113.50
Porenwasser [g]:	25.20	22.65	25.00	92.91
Trockene Probe [g]:	79.63	114.73	114.76	637.49
Wassergehalt [%]	31.65	19.74	21.78	14.57

Dr. Spang
Ingenieurgesellschaft für Bauwesen,
Geologie und Umwelttechnik mbH

Anlage: 5.2
Projektnr.: P 42.7852

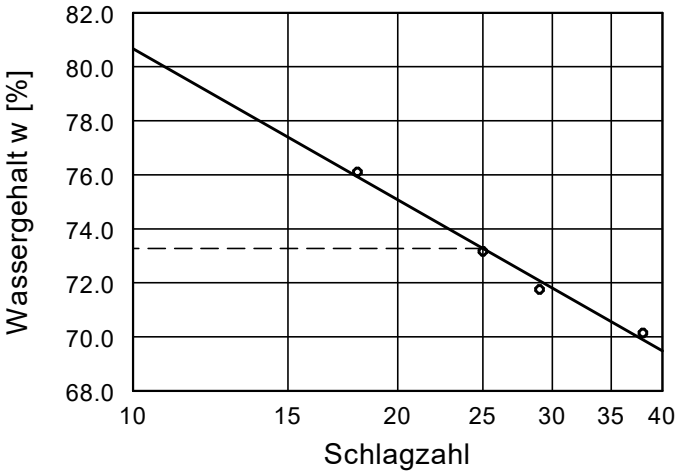
Fließ- und Ausrollgrenze DIN EN ISO 17892-12

WK 51 - Gastransportleitung

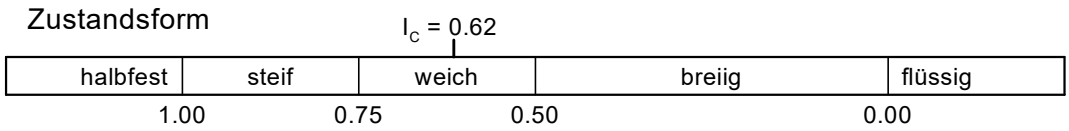
Wertingen - Kötz

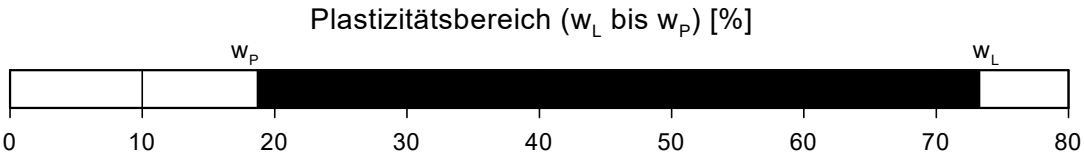
Bearbeiter: Azu Datum: 14.01.22

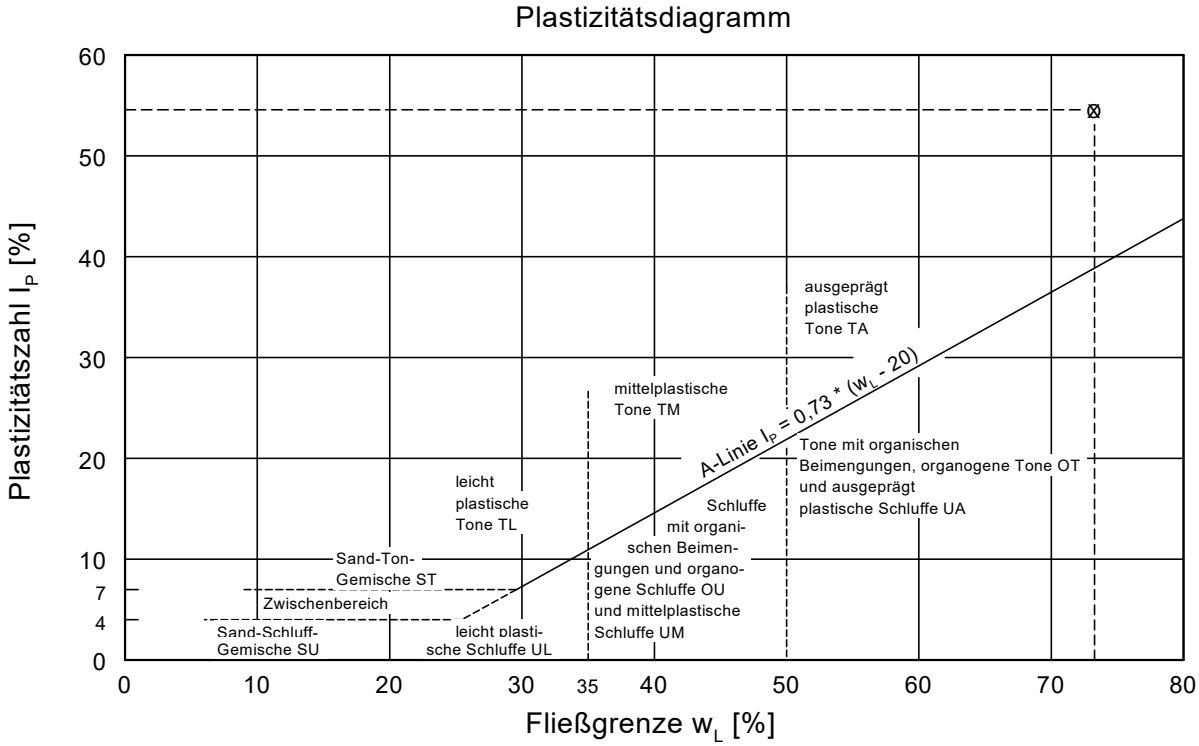
Entnahmestelle: BK 35
Tiefe: 4,6 - 4,8
Art der Entnahme: gestört
Bodenart: T, s', fg'
Probe entnommen am: 05.10.21



Wassergehalt w =	37.7 %
Fließgrenze w_L =	73.3 %
Ausrollgrenze w_P =	18.7 %
Plastizitätszahl I_P =	54.6 %
Konsistenzzahl I_C =	0.62
Anteil Überkorn ü =	5.0 %
Wassergeh. Überk. $w_Ü$ =	0.0 %
Korr. Wassergehalt =	39.7 %







Dr. Spang
Ingenieurgesellschaft für Bauwesen,
Geologie und Umwelttechnik mbH

Anlage: 5.2

Projektnr.: P 42.7852

Fließ- und Ausrollgrenze DIN EN ISO 17892-12

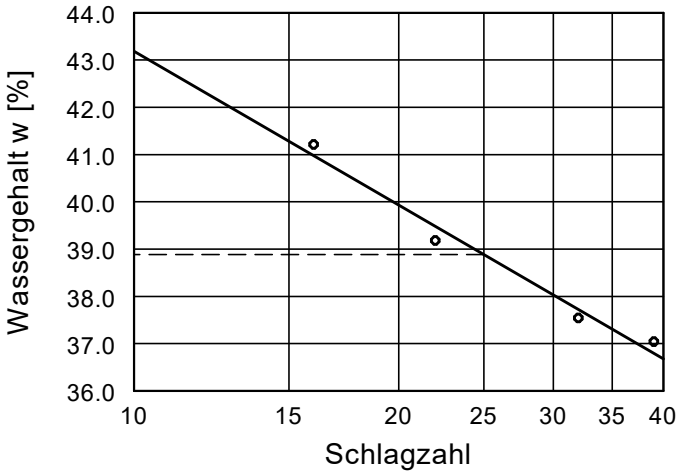
WK 51 - Gastransportleitung

Wertingen - Kötz

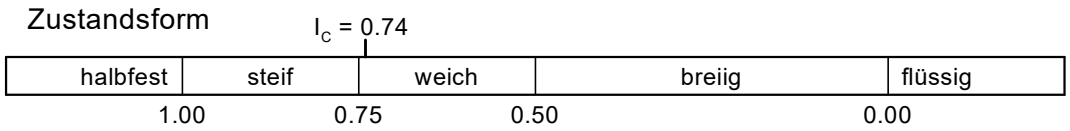
Bearbeiter: Kou

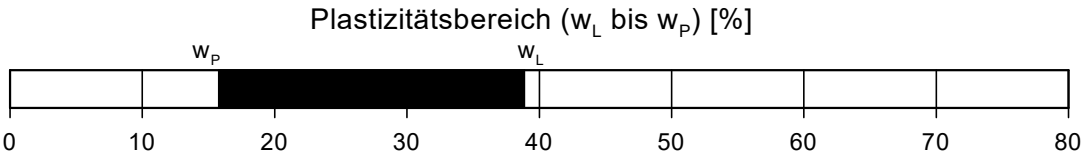
Datum: 21.12.21

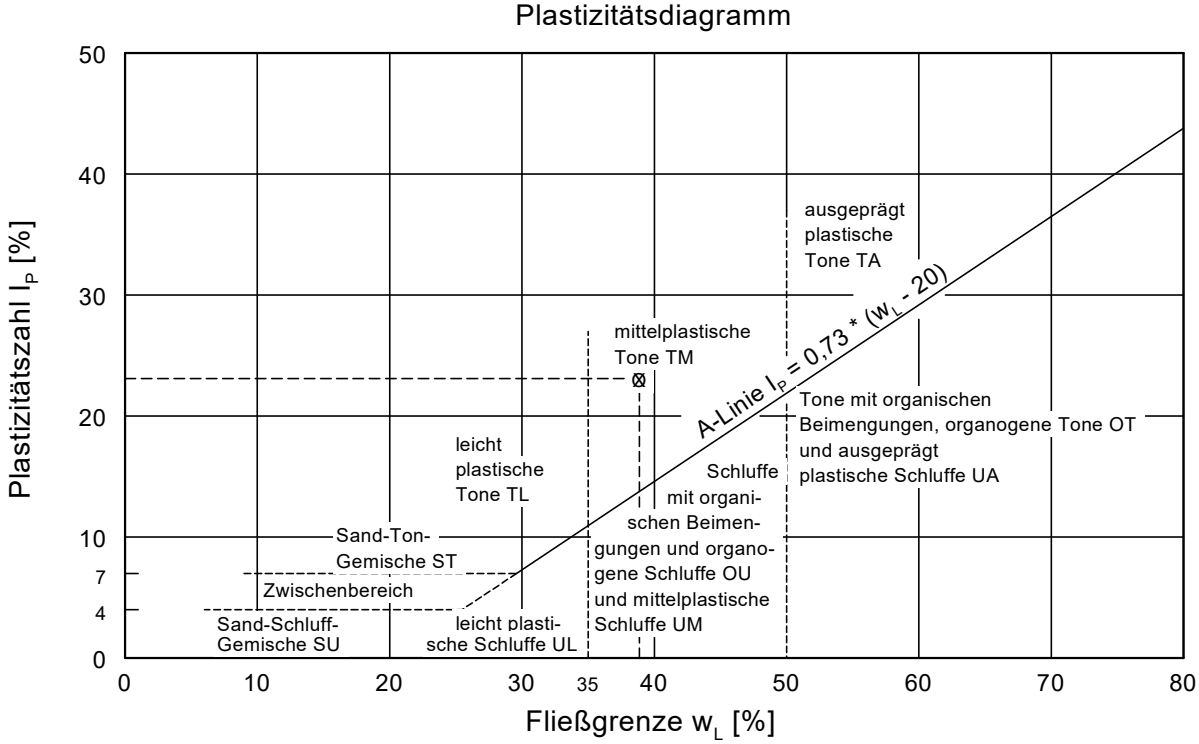
Entnahmestelle: BS 134
Tiefe: 0,8 - 2,9
Art der Entnahme: gestört
Bodenart: T, u, $\bar{s}$, g'
Probe entnommen am: 08.11.21



Wassergehalt w =	17.2 %
Fließgrenze w_L =	38.9 %
Ausrollgrenze w_P =	15.8 %
Plastizitätszahl I_P =	23.1 %
Konsistenzzahl I_C =	0.74
Anteil Überkorn ü =	21.0 %
Wassergeh. Überk. $w_Ü$ =	0.0 %
Korr. Wassergehalt =	21.8 %







Dr. Spang
Ingenieurgesellschaft für Bauwesen,
Geologie und Umwelttechnik mbH

Anlage: 5.2

Projektnr.: P 42.7852

Fließ- und Ausrollgrenze DIN EN ISO 17892-12

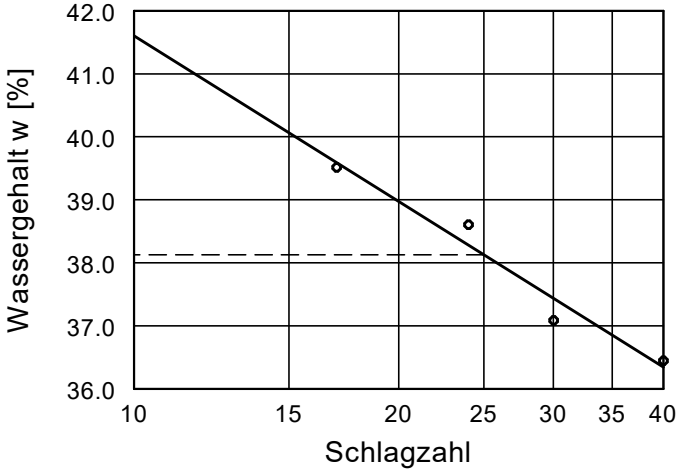
WK 51 - Gastransportleitung

Wertingen - Kötz

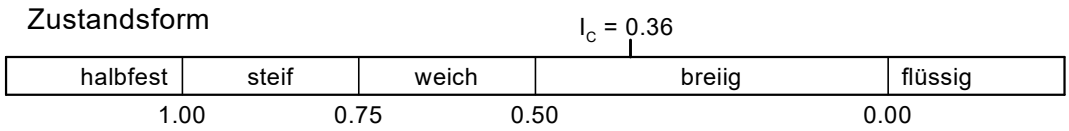
Bearbeiter: Kou

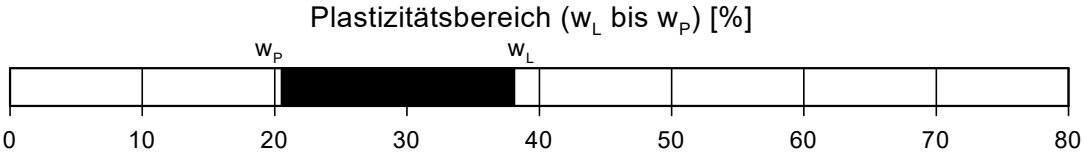
Datum: 21.12.21

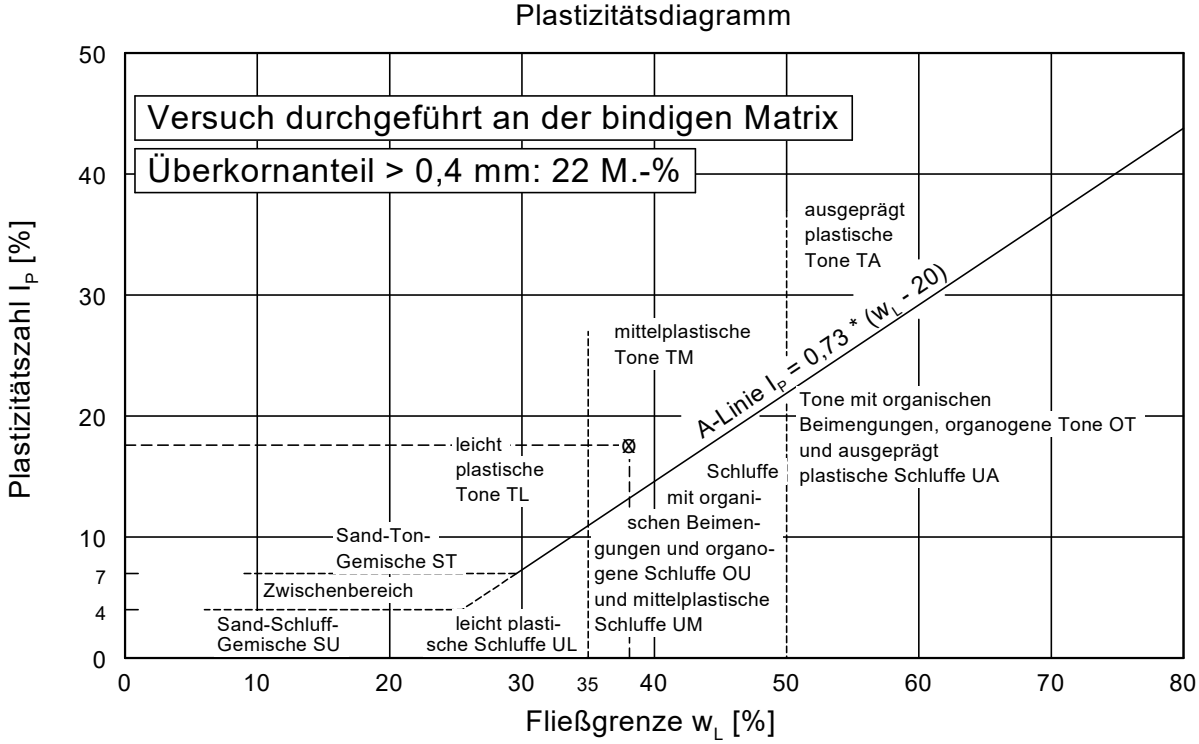
Entnahmestelle: BS 135
Tiefe: 3,5 - 4,2
Art der Entnahme: gestört
Bodenart: T, u, s, g
Probe entnommen am: 05.11.21



Wassergehalt w =	31.7 %
Fließgrenze w_L =	38.1 %
Ausrollgrenze w_P =	20.5 %
Plastizitätszahl I_P =	17.6 %
Konsistenzzahl I_C =	0.36







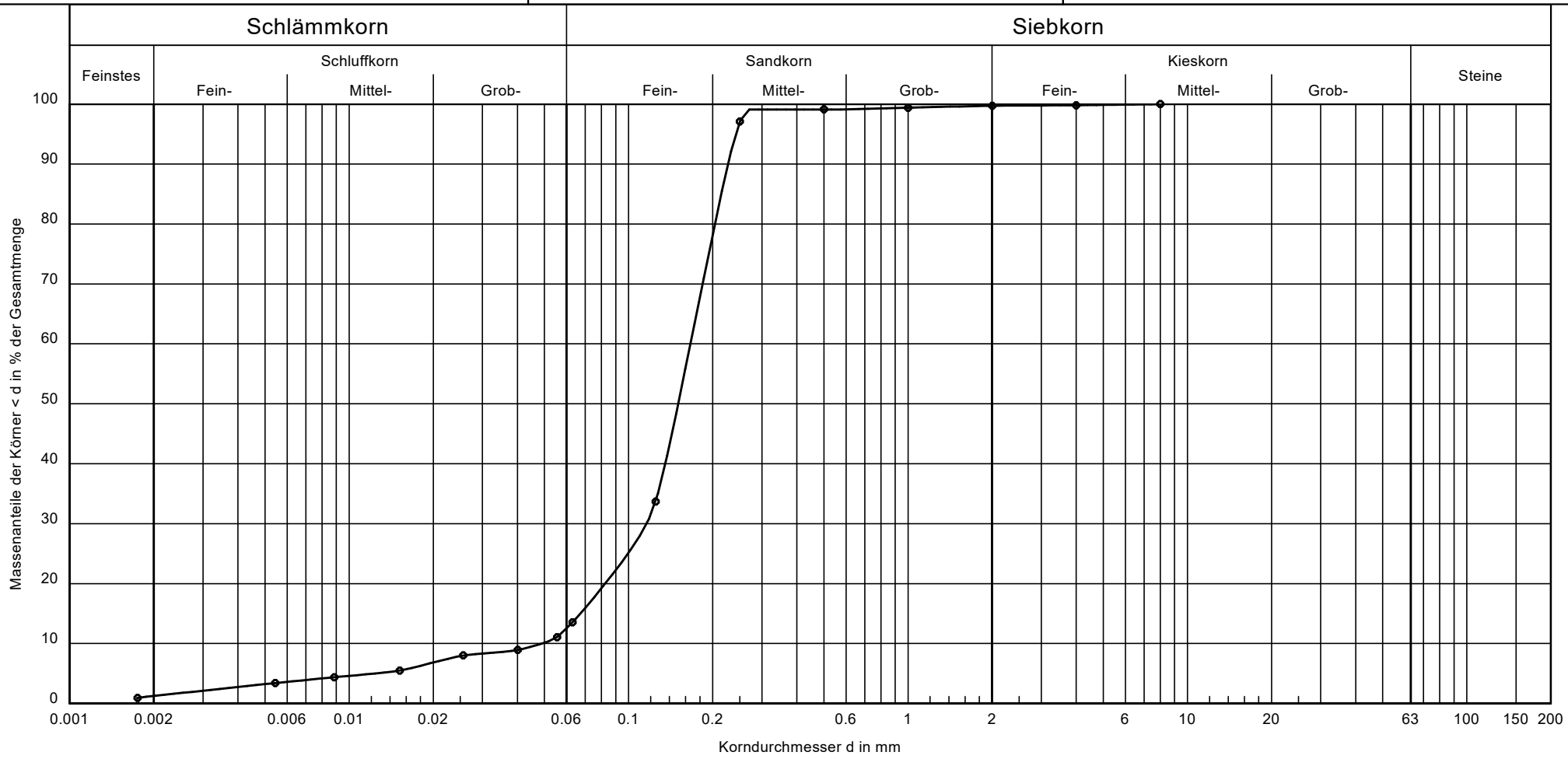
Dr. Spang
Ingenieurgesellschaft für Bauwesen, Geologie u. Umwelttechnik mbH

Körnungslinie

WK 51 - Gastransportleitung

Wertingen - Kötz

Datum: 13.01.22
Probe entnommen am: 05.10.21
Art der Entnahme: gestört
Arbeitsweise: komb. Sieb- Schlämmanalyse



Entnahmestelle:	BK 35
Tiefe:	2,3 - 2,8
Bodenart:	S, u'
U/Cc	3.4/1.6
T/U/S/G [%]:	1.2/12.3/86.2/0.3

Bemerkungen:

Projektnr.: P 42.7852
Anlage: 5.3

SD_DIN EN ISO 17892-4_Sedimentation_REV03_Seite 1 von 1

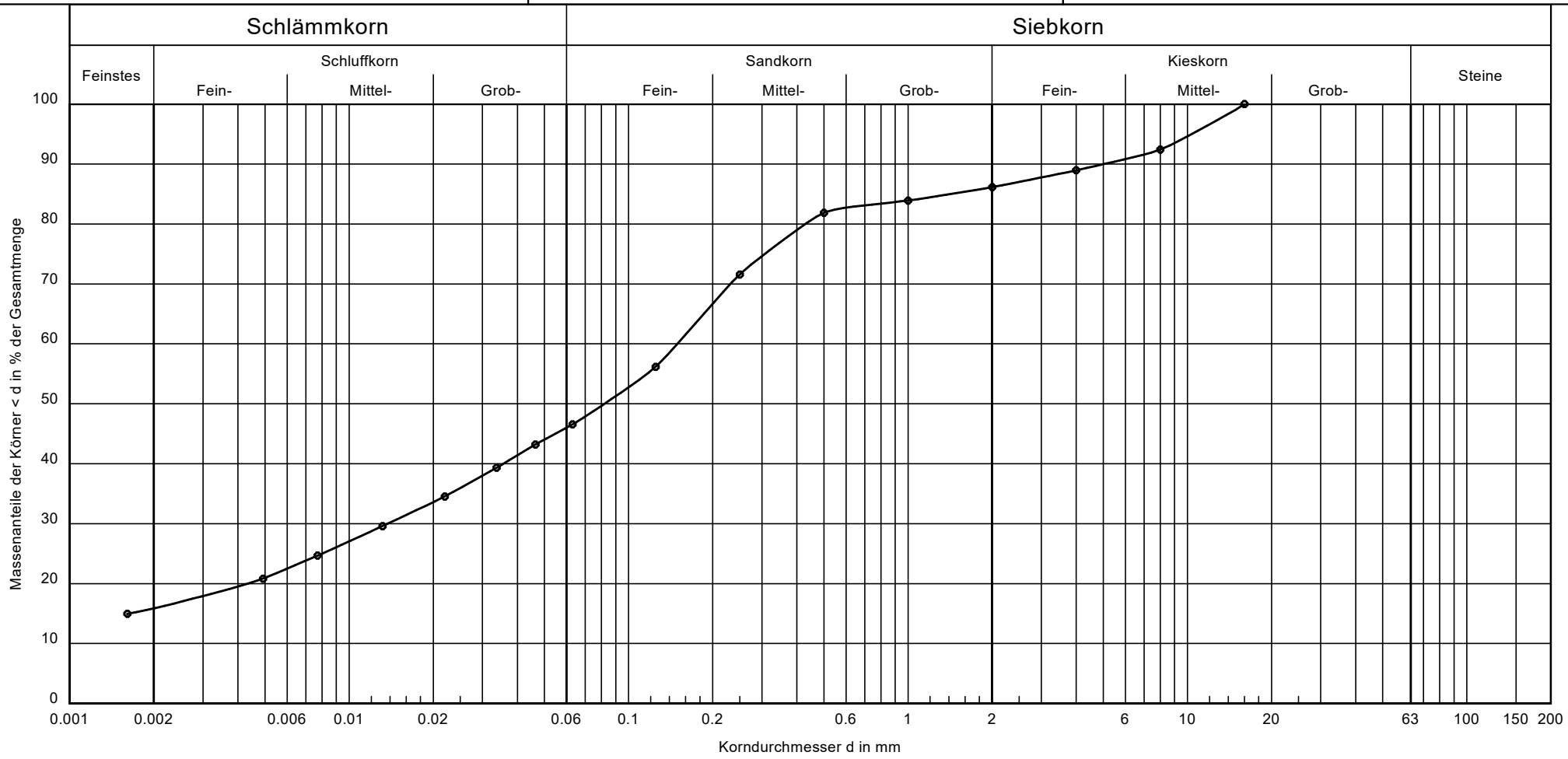
Dr. Spang
Ingenieurgesellschaft für Bauwesen, Geologie u. Umwelttechnik mbH

Körnungslinie

WK 51 - Gastransportleitung

Wertingen - Kötz

Datum: 21.12.21
Probe entnommen am: 08.11.21
Art der Entnahme: gestört
Arbeitsweise: komb. Sieb- Schlämmanalyse



Entnahmestelle:	BS 134
Tiefe:	0,8 - 2,9
Bodenart:	T, u, $\bar{s}$, g'
U/Cc	-/-
T/U/S/G [%]:	15.9/30.7/39.6/13.9

Bemerkungen:

Projektnr.: P 42.7852
Anlage: 5.3

SD_DIN EN ISO 17892-4_Sedimentation_REV03_Seite 1 von 1

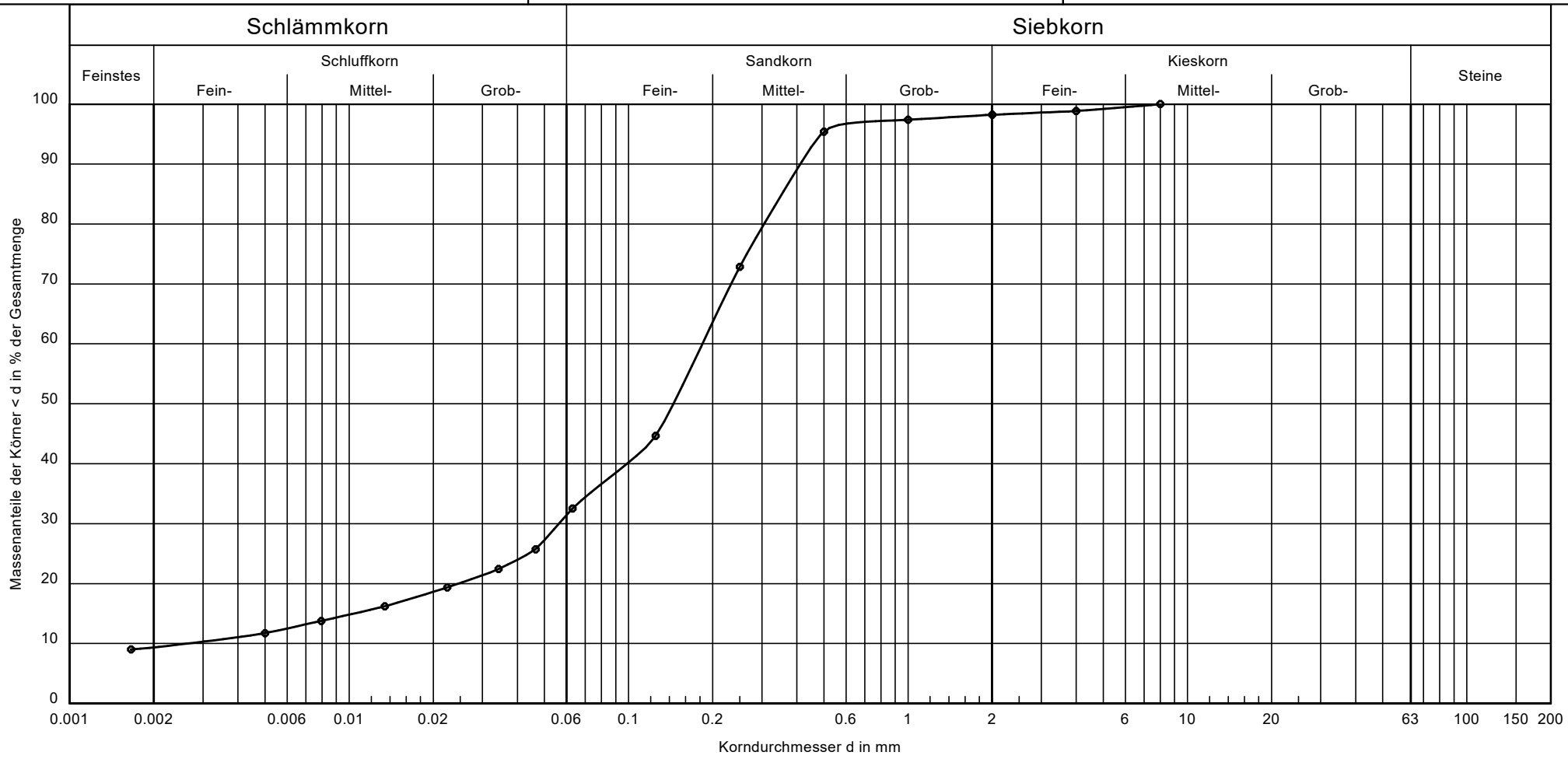
Dr. Spang
Ingenieurgesellschaft für Bauwesen, Geologie u. Umwelttechnik mbH

Körnungslinie

WK 51 - Gastransportleitung

Wertingen - Kötz

Datum: 20.12.21
Probe entnommen am: 08.11.21
Art der Entnahme: gestört
Arbeitsweise: komb. Sieb- Schlämmanalyse



Entnahmestelle:	BS 134
Tiefe:	2,9 - 4,4
Bodenart:	S, u, t'
U/Cc	69.6/6.5
T/U/S/G [%]:	9.4/23.2/65.7/1.8

Bemerkungen:

Projektnr.: P 42.7852
Anlage: 5.3

SD_DIN EN ISO 17892-4_Sedimentation_REV03_Seite 1 von 1

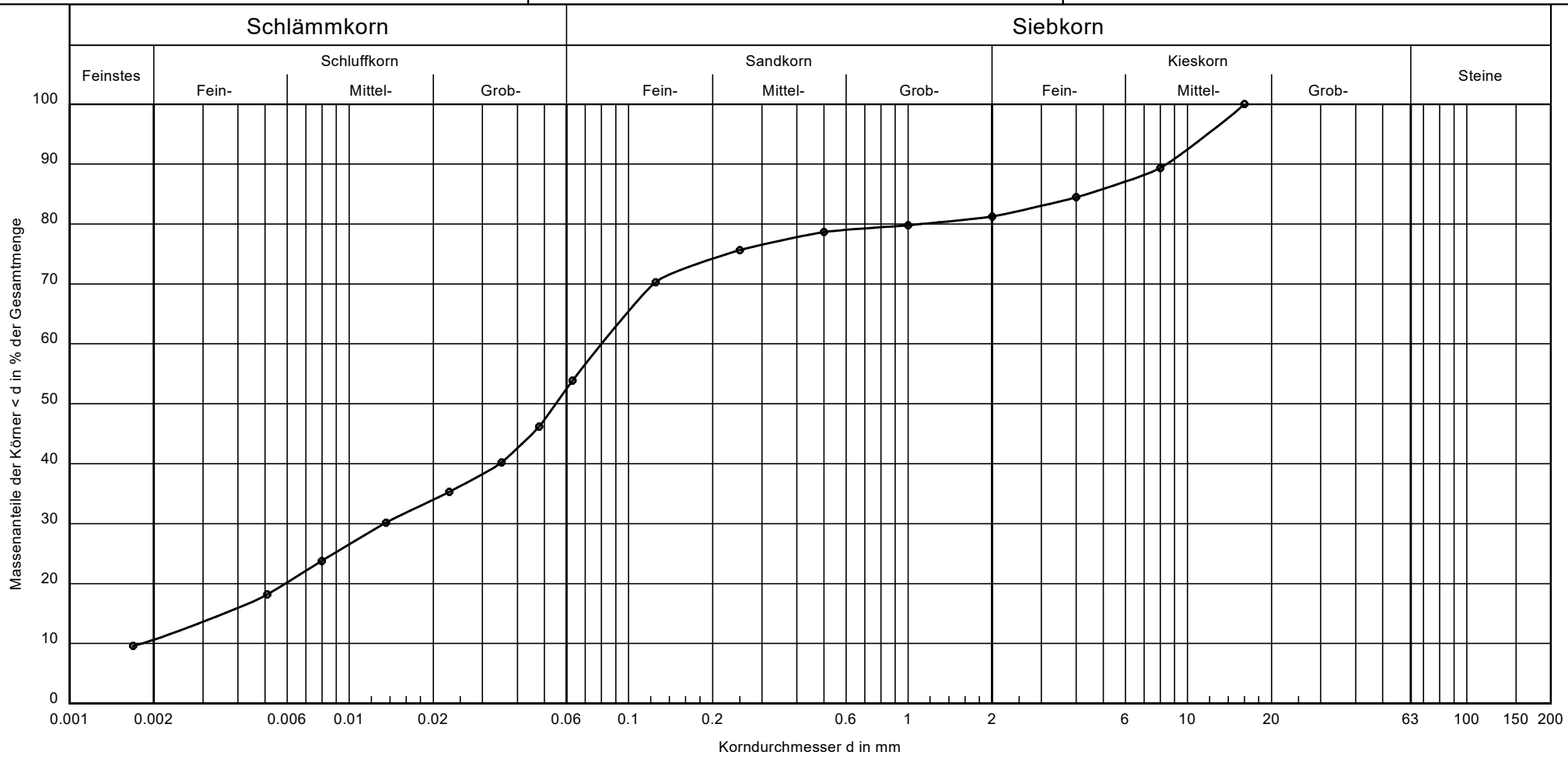
Dr. Spang
Ingenieurgesellschaft für Bauwesen, Geologie u. Umwelttechnik mbH

Körnungslinie

WK 51 - Gastransportleitung

Wertingen - Kötz

Datum: 20.12.21
Probe entnommen am: 05.11.21
Art der Entnahme: gestört
Arbeitsweise: komb. Sieb- Schlämmanalyse



Entnahmestelle:	BS 135
Tiefe:	3,5 - 4,2
Bodenart:	T, u, s, g
U/Cc	44.1/1.2
T/U/S/G [%]:	10.6/43.2/27.4/18.8

Bemerkungen:

Projektnr.: P 42.7852
Anlage: 5.3

SD_DIN EN ISO 17892-4_Sedimentation_REV03_Seite 1 von 1

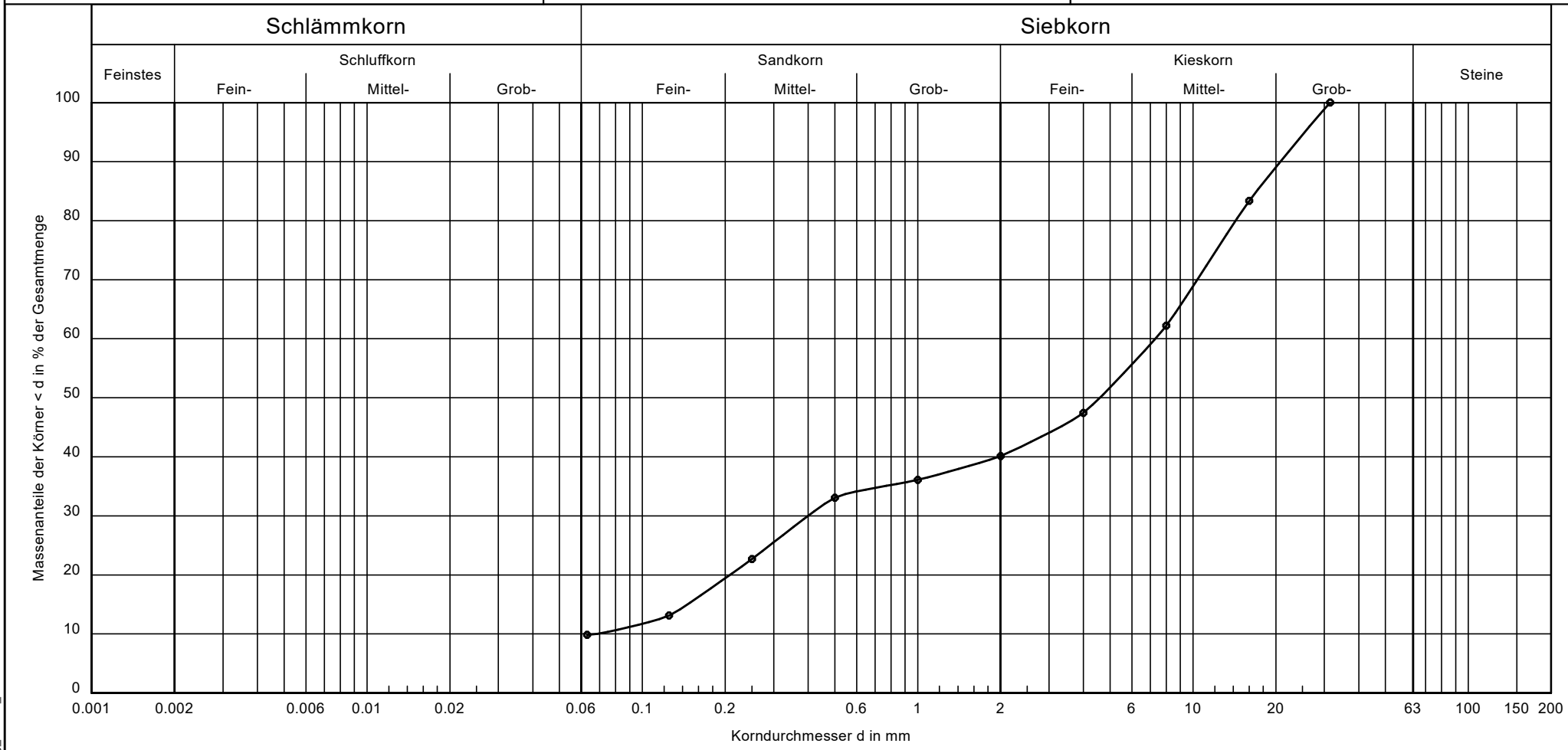
Dr. Spang
Ingenieurgesellschaft für Bauwesen, Geologie u. Umwelttechnik mbH

Körnungslinie

WK 51 - Gastransportleitung

Wertingen - Kötz

Datum: 22.12.21
Probe entnommen am: 05.11.21
Art der Entnahme: gestört
Arbeitsweise: Siebung nach nassem Abtrennen der Feinanteile



Entnahmestelle:	BS 135
Tiefe:	1,1 - 3,5
Bodenart:	G, u', fs', ms', gs'
k [m/s] (Beyer):	-
U/Cc	108.0/0.3
T/U/S/G [%]:	- /9.9/30.3/59.9

Bemerkungen:

Projektnr.: P 42.7852
Anlage: 5.3

SD_DIN EN ISO 17892-4_Siebung_REV01_Seite 1 von 1

DR. SPANG
Ingenieurgesellschaft für Bauwesen,
Geologie und Umwelttechnik mbH

Anlage: 5.5

Projektnr.: P 42.7852

Kalkgehalt nach DIN 18 129

WK 51 - Gastransportleitung

Wertingen - Kötz

Bearbeiter: Guh

Datum: 20.01.22

Entnahmestelle: BK 35
Tiefe: 4,6 - 4,8
Art der Entnahme: gestört
Bodenart: T, s', fs'
Probe entnommen am: 05.10.21

Versuch Nr.:	1	2
Trockenmasse der Probe [g]	1.12	1.03
Temperatur [°C]	19.80	19.10
Absoluter Luftdruck [kPa]	100.90	100.90
Volumen nach 30 Sekunden [cm³]	39.50	35.80
Volumen Versuchsende [cm³]	53.30	48.20
Calcitanteil [%]	14.67	14.49
Dolomitanteil [%]	5.13	5.02
Kalkgehalt [%]	19.80	19.51
Mittelwerte [%]	19.66 / 14.58 / 5.07	

DR. SPANG
Ingenieurgesellschaft für Bauwesen,
Geologie und Umwelttechnik mbH

Anlage: 5.5

Projektnr.: P 42.7852

Kalkgehalt nach DIN 18 129

WK 51 - Gastransportleitung

Wertingen - Kötz

Bearbeiter: Guh

Datum: 03.01.22

Entnahmestelle: BS 135
Tiefe: 1,1 - 3,5
Art der Entnahme: gestört
Bodenart: G, u', fs', ms', gs'
Probe entnommen am: 05.11.21

Versuch Nr.:		
Trockenmasse der Probe [g]	0.93	1.03
Temperatur [°C]	19.40	19.50
Absoluter Luftdruck [kPa]	99.40	99.40
Volumen nach 30 Sekunden [cm³]	13.10	12.60
Volumen Versuchsende [cm³]	20.20	20.70
Calcitanteil [%]	5.78	5.02
Dolomitanteil [%]	3.13	3.23
Kalkgehalt [%]	8.91	8.24
Mittelwerte [%]	8.58 / 5.40 / 3.18	

DR. SPANG
Ingenieurgesellschaft für Bauwesen,
Geologie und Umwelttechnik mbH

Anlage: 5.5
Projektnr.: P 42.7852

Kalkgehalt nach DIN 18 129

WK 51 - Gastransportleitung

Wertingen - Kötz

Bearbeiter: Guh Datum: 03.01.22

Entnahmestelle: BS 135
Tiefe: 3,5 - 4,2
Art der Entnahme: gestört
Bodenart: T, u, s, g
Probe entnommen am: 05.11.21

Versuch Nr.:		
Trockenmasse der Probe [g]	1.00	1.02
Temperatur [°C]	19.60	19.50
Absoluter Luftdruck [kPa]	99.40	99.40
Volumen nach 30 Sekunden [cm³]	19.50	19.40
Volumen Versuchsende [cm³]	37.40	38.10
Calcitanteil [%]	8.00	7.80
Dolomitanteil [%]	7.34	7.52
Kalkgehalt [%]	15.34	15.32
Mittelwerte [%]	15.33 / 7.90 / 7.43	