

Gastransportleitung AUGUSTA  
der  
*bayernets* GmbH

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

17.2.2 Sondergutachten -  
DB-Strecke 5351



DR. SPANG

INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR BAUWESEN, GEOLOGIE UND UMWELTTECHNIK MBH

Bayernets GmbH  
Herr Bernhard Ambts  
Poccistraße 7  
80336 München

Projekt-Nr.	Datei	Diktat	Büro	Datum
42.7852	P7852B221205_DB Strecke 5351	Die/Kbw	Witten	05.12.2022

**WK 51 – Gastransportleitung Wertingen - Kötz – Bahnquerung mittels Mikrotunnel DN 1600, Bahnstrecke 5351 Günzburg - Mindelheim (Bahnkilometer 39,00)  
Baugrundgutachten zum Kreuzungsantrag**

Sehr geehrte Damen und Herren,

zu o. g. Projekt haben wir von der Bayernets GmbH den Auftrag erhalten, im Zuge der Erkundung für die Gesamtmaßnahme eine Baugrunduntersuchung zu der o.g. Sonderbaumaßnahme durchzuführen sowie deren Ergebnisse auszuwerten und in einem Gutachten unter Berücksichtigung der geschlossenen Bauweise zusammenzufassen. Weiterhin ist eine Setzungsprognose für die Gleise der DB-Strecke zu erstellen. Die Ergebnisse werden im vorliegenden Gutachten zusammengefasst und unter Berücksichtigung der geschlossenen Bauweise bewertet. Es werden gutachterliche Empfehlungen zur Bauausführung im Hinblick auf eine geschlossene Querung der DB-Anlage mittels Rohrvortrieb abgeleitet. Weiterhin wird eine Setzungsprognose für die Gleise der aktiv befahrenen DB-Strecke 5302 erstellt.

**Projekt:** Die bayernets GmbH plant im Rahmen des Netzausbaus die Umsetzung des Projekts Wertingen-Kötz (WK 51). Mit dem Projekt Wertingen-Kötz ist der Bau einer Gastransportleitung von der

**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](mailto: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](mailto: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](mailto:frankfurt@dr-spang.de)  
09599 Freiberg/Sachsen, Halsbrücker Straße 34, Tel. (03731) 798 789-0, Fax 798 789-20, [freiberg@dr-spang.de](mailto:freiberg@dr-spang.de)  
21079 Hamburg, Harburger Schloßstraße 30, Tel. (040) 524 73 35-0, Fax 524 73 35-20, [hamburg@dr-spang.de](mailto:hamburg@dr-spang.de)  
06618 Naumburg, Wilhelm-Franke-Straße 11, Tel. (03445) 762-25, Fax 762-20, [naumburg@dr-spang.de](mailto:naumburg@dr-spang.de)  
90491 Nürnberg, Erlenstegenstraße 72, Tel. (0911) 964 56 65-0, Fax 964 56 65-5, [nuernberg@dr-spang.de](mailto:nuernberg@dr-spang.de)  
85521 Ottobrunn, Alte Landstraße 29, Tel. (089) 277 80 82-60, Fax 277 80 82-90, [muenchen@dr-spang.de](mailto:muenchen@dr-spang.de)  
14480 Potsdam, Großbeerenstraße 231, Haus III, Tel. (0331) 231 843-0, Fax 231 843-20, [berlin@dr-spang.de](mailto:berlin@dr-spang.de)

**Banken:** Deutsche Bank AG, Witten, IBAN: DE42 4307 0024 0813 9511 00, BIC: DEUTDE33HAN30  
Stadtsparkasse Witten, IBAN: DE59 4525 0035 0000 0049 11, BIC: WELADED1WTN



Verdichterstation Wertingen im Landkreis Dillingen an der Donau nach Kötz im Landkreis Günzburg geplant. Die Gastransportleitung mit einem Durchmesser von 0,7 Metern (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.

Im Zuge dieser Maßnahme muss die eingleisige, nicht elektrifizierte DB - Strecke 5351, Günzburg - Mindelheim, bei Bahn-km 39,00 in der Gemarkung Kleinkötz gequert werden. Es wird eine maximale Reisegeschwindigkeit von 100 km/h [U 5] angenommen. **Die Angabe zur Reisegeschwindigkeit auf der DB Strecke ist maßgebend für die Beurteilung der zulässigen Verformungen im Gleisbereich und muss im Rahmen der Planung geprüft werden.**

Der Vortrieb soll mit Hilfe eines steuerbaren Mikrotunnels mit Stahlbeton-Mantelrohr DN 1600 ( $D_a = 1960$  mm) gemäß DWA-A 125, Pkt. 6.1.3.1.3 [6] erfolgen. Für die Verlegung der Begleitkabel ist keine zusätzliche Bohrung geplant. Der Vortrieb verläuft von Osten nach Westen auf den Flurstücken 465, 396, 391 und 382 der Flur 1 in der Gemarkung Kleinkötz. Der zu kreuzende Bahnkörper liegt auf dem Flurstück 396.

Der Vortrieb ist über eine **Länge** von **ca. 60,5 m** geplant. Die Zielvorgaben bzgl. der Mindestdeckung ( $h_{\ddot{u}}$ ) ergeben sich sowohl aus der Ril 836.4502 sowie aus der DWA-A 125 ( $2,5 \times D_a + 0,7\text{m} = 5,6$  m). Es ist ein Mindestabstand zur Oberkante der Bahnschwelle von  $h_{\ddot{u}} = 5,60$  m einzuhalten. Zudem muss ein Mindestabstand von 1,0 m zur Unterkante vorhandener Fremdleitungen sowie eine Mindestüberdeckung von 2,6 m ( $1,3 \times D_a$ ) zur tiefsten Geländestelle (außenliegend des Bahnkörpers) eingehalten werden.

Bei einer Vortriebslänge von etwa 60,5 m befindet sich die westliche Baugrube mit einem Abstand von ca. 27,1 m und die östliche Baugrube ca. 33,4 m von der Gleisachse entfernt. Die seitens der DB AG als Stützbereich vorgegebenen theoretischen Böschungen des Bestands mit Neigung 1:1,5 (H/L), ausgehend von der Böschungsschulter, wird durch keine der beiden Baugruben angeschnitten. Es wird nicht in den Druckbereich der Gleise (Bestand) eingegriffen.

Das Gelände steigt von Westen nach Osten an. Die Baugrubensohlen liegen bei ca. +458,4 m NHN (östlich) und +455,1 m NHN (westlich). Dementsprechend liegen die Gruben in Tiefen von etwa



> 11,4 m (östlich) und < 6,8 m (westlich). Die DB AG fordert vor Bauausführung eine Baugrunderkundung und -beurteilung im Hinblick auf Auswirkungen auf die DB-Strecke durch das geplante Bauverfahren, einschließlich einer Setzungsprognose.

**Unterlagen:** Folgende Unterlagen wurden zur Bearbeitung herangezogen.

- [U 1] Sonderplan Bauwerkskreuzungen, Lage, Bahnstrecke: Günzburg - Mindelheim, M. = 1 : 200**, Geplante Gastransportleitung AUGUSTA von Wertingen nach Kötz, Ingenieurbüro Weishaupt, November 2022.
  
- [U 2] Sonderplan Bauwerkskreuzungen, Höhe, Bahnstrecke 5351 Günzburg - Mindelheim, M. = 1 : 200**, Geplante Gastransportleitung AUGUSTA von Wertingen nach Kötz, Ingenieurbüro Weishaupt, November 2022.
  
- [U 3] BayernAtlas**, Geoportal des Bayerischen Staatsministerium der Finanzen und für Heimat; Ministerium für Umwelt, aufgerufen im November 2022.
  
- [U 4] Karte der Erdbebenzonen, DIN EN 1998-1/NA**; auf Grundlage der Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen der Bundesrepublik Deutschland: Bundesland Nordrhein-Westfalen M = 1:350.000, Karte zu DIN 4149:2005-04, Geologischer Dienst Nordrhein-Westfalen.
  
- [U 5] GeoViewer – DB Netze, Infrastrukturregister**, Deutsche Bahn AG, <https://geovdbn.deutschebahn.com/isr>, abgerufen im November 2022.
  
- [U 6] Arbeitsblatt DWA-A 125: Rohrvortrieb und verwandte Verfahren**, DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Stand Dezember 2008.
  
- [U 7] DVGW-Merkblatt GW 312: Statische Berechnung von Vortriebsrohren**, DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V., Stand Januar 1990.
  
- [U 8] DVGW-Merkblatt GW 304: Rohrvortrieb und verwandte Verfahren**, DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V., Stand Dezember 2008.



**[U 9] Richtlinie - Ril 836:** Erdbauwerke und sonstige geotechnische Bauwerke planen, bauen und instand halten, DB Netz AG, Ingenieurbau - I.NPF 2, Mainzer Landstraße 181, 60327 Frankfurt am Main, 20.12.1999, aktualisierte Fassung 01.12.2018.

**[U 10] Richtlinie - Ril 877:** Gas und Wasserleitungskreuzungsrichtlinie, DB Netz AG, Immobilienmanagement, gültig ab 01.08.2013

**[U 11] Richtlinie - Ril 883:** Gleis- und Bauvermessung, Geo-Monitoring, DB Netz AG, gültig ab 01.09.2022

**[U 12] DVGW - Technische Regel Arbeitsblatt GW 321,** Steuerbare Spülbohrverfahren für Gas- und Wasserrohrleitungen – Anforderungen, Gütesicherung und Prüfung, Bonn, von 10/2003, Ergänzungen/Korrekturblatt von 01/2009.

**Untersuchungen:** Im Bereich der Querung wurden im Juli 2022 zur Erkundung der Boden- und Grundwasserverhältnisse **2 Kernbohrungen (BK)** bis max. 15 m Tiefe und **2 Schwere Rammsondierungen (DPH)** nach DIN EN ISO 22 476-2 (Spitzenquerschnitt 15 cm<sup>2</sup>, Bärgewicht 50 kg, Fallhöhe 50 cm) bis in eine maximale Tiefe von 15,0 m unter Ansatzpunkt ausgeführt.

Das Bohrgut wurde nach den Maßgaben der DIN EN ISO 14 688 geotechnisch aufgenommen und nach DIN 18 196 gruppiert sowie nach DIN 18 300:2012 klassifiziert. Die Ergebnisse der Kernbohrungen sind in Anlage 4.4 und 4.5 (Kernfotos) dargestellt. Die Schweren Rammsondierungen sind gemäß DIN EN ISO 22 476-2 als Rammdiagramme in Anlage 4.3 enthalten. Alle Aufschlüsse wurden lagemäßig eingemessen. Die Lage der Aufschlusspunkte ist in der Anlage 2 dargestellt. Die Endteufen der Aufschlüsse sind den Darstellungen der Anlagen 3 und 4 dokumentiert.

Im Zuge der Erkundungen wurden zur bodenmechanischen Bewertung der anstehenden Böden sowie zur Klassifizierung und Festlegung der Bodenkennwerte vom bodenmechanischen Labor der Dr. Spang GmbH Bodenproben entnommen und an ausgewählten, repräsentativen Bodenproben **bodenmechanische Laborversuche** zur Bestimmung der kennzeichnenden Parameter ausgeführt. Die Versuchsergebnisse sind im Einzelnen der Anlage 5 zu entnehmen. Folgende Laborversuche wurden von der Dr. Spang GmbH ausgeführt:



- 4 x Bestimmung des Wassergehalts nach DIN EN ISO 17892-1,
- 4 x Bestimmung der Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17 892-12,
- 3 x Bestimmung der Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17 892-4,
- 3 x Bestimmung des Kalkgehalts nach DIN 18 129,
- 3 x Bestimmung der Dichte nach DIN EN ISO 17892-2,
- 1 x Scherversuch nach DIN EN ISO 17892-10.

Zur Untersuchung und Bewertung der gewonnenen Bodenproben in Hinsicht auf die **umwelttechnisch relevanten Aspekte** wurden einzelne Proben zu Mischproben zusammengefasst und zur Analyse in ein Fachlabor gegeben. Die Ergebnisse sind im Einzelnen in der Anlage 6 enthalten.

**Morphologie und Vegetation:** Der geplante Vortrieb erfolgt bei Bahn-km 39,00 (Bahnstrecke 5351) und liegt rund 490 m südwestlich der Ortschaft Kleinkötz und etwa 860 m südwestlich der Ortschaft Großkötz. Die Querung befindet sich somit innerhalb der Gemeinde Kötz im schwäbischen Landkreis Günzburg. Die Geländehöhen nehmen von Westen nach Osten zu – entsprechend nimmt die Höhe des Vortriebs in Richtung Westen von etwa +461 m NHN auf +458 m NHN ab. Die Gleise der Bahnstrecke (SOK) liegen mit einer Höhe von etwa +465,2 m NHN entlang der Vortriebsachse höher als das westlich gelegene Gelände im Bereich der Baugrube (+461,6 m NHN) und entsprechend tiefer als der östliche Bereich (+469,5 m NHN). Die Dammböschungen und Gräben sind östlich der Bahnstrecke dicht mit Buschwerk bewachsen. Westlich der Gleise verläuft parallel ein befestigter Wirtschaftsweg, welcher ebenfalls geschlossen gequert werden soll. Nördlich der geplanten Querung verläuft in Parallellage die Hochspannungsleitung der Amprion. Im Projektgebiet befinden sich im Nahbereich ein Gewässer 1.Ordnung. Rund 260 m westlich der Querung fließt die Günz in Nord-Süd-Richtung. Die Querung ist ansonsten von landwirtschaftlichen Nutzflächen umgeben.

Im Zuge der Rohrvortriebsmaßnahme werden diverse Versorgungsleitungen gequert. Parallel zur Bahntrasse sind auf der Westseite Kabel verlegt. Die Angabe der Fremdleitungen erfolgt rein informativ (vgl. Anl. 2 und 3). Die genaue Lage ist in Abstimmung mit den jeweiligen Leitungsbetreibern im Vorfeld abzustimmen.

Gemäß [U 3] liegt das Untersuchungsgebiet außerhalb von Trinkwasserschutzgebieten und sonstigen festgesetzten (z.B.: Landschafts- und Natur-) Schutzgebieten.



**Geologie / Schichtenfolge:** Gemäß der geologischen Karte, welche Teil des Bayernatlas [U 3] ist, stehen östlich und westlich der Gleise unterschiedliche geologische Einheiten an. Westlich der Gleise sind pleistozäne bis holozäne Abschwemmmassen in Form von tonigen, sandigen Schluffen sowie schluffigen, tonigen Sanden an der Oberfläche anzutreffen. Im Nahbereich ist auch bereichsweise mit zersetztem holozänem Niedermoortorf zu rechnen. Östlich sind oberflächennah pleistozäne Schmelzwasserschotter abgelagert, welche aus wechselnd sandigen, steinigen Kiesen zusammengesetzt sind. Unterlagert werden diese Schichten von der Oberen Süßwassermolasse der fluviatilen Unteren Serie (OSM) sowie der limnischen Unteren Serie (OSM). Die fluviatile Serie liegt in Form von Glimmer-führenden Sanden vor und die limnische Unteren Serie (OSM) in Form von Wechselfolgen aus z.T. humosem Ton, Schluff und Mergel.

Im Rahmen der **Baugrunderkundung** vom 13.17.2022 bzw. 14.07.2022 befindet sich beidseits der geplanten Querung im Bereich der Start- / Zielgrube an der Oberfläche bis in eine maximale Tiefe von 0,4 m unter GOK **Oberboden (Schicht 0)** in Form von humosen, schwach sandigen bis sandigen, tlw. schwach kiesigen, tlw. schwach tonigen Schluffen. Unterhalb der Schicht 0 folgen **östlich** der Gleise (BK 45) 1,0 m mächtige **bindige Fluss- und Bachablagerungen (Schicht 2.4)**, welche aus braungrauen sandigen, schwach tonigen, schwach kiesigen Schluffen zusammengesetzt sind. Die Schicht hat gemäß Handansprache eine steife Konsistenz. Im Liegenden folgt bis 3,1 m unter GOK **Schmelzwasserschotter (Schicht 3.3)**, welcher hauptsächlich als Kies vorliegt mit schwach schluffigen, schwach sandigen Beimengungen. Bei den Ablagerungen handelt es sich um Flusskies. Die rolligen Böden der Schicht 3.3 weisen gemäß der durchschnittlichen Schlagzahlen ( $N_{10} = 2$  bis 9) der schweren Rammsonde (DPH 123) eine lockere bis mittlere Lagerungsdichte auf. **Westlich** der Gleise (BK 46) lagern unter dem Oberboden bis 6,9 m unter GOK **Hang- und Schwemmlerme (Schicht 2.1)**. Diese setzen sich bodenmechanisch aus schluffigen bis stark schluffigen, stark sandigen, schwach kiesigen bis stark kiesigen Tonen zusammen und besitzen eine weiche bis steife Konsistenz.

Unterhalb der Schmelzwasserschotter (Schicht 3.3) bzw. der Hang- und Schwemmlerme (Schicht 2.1) folgt im Liegenden in der BK 46 bis zur Endteufe (15 m unter GOK) und in der BK 45 bis 9,3 m unter GOK die **Obere Süßwassermolasse der fluviatilen Unteren Serie (Schicht 5.1)** in Form von Feinsanden mit untergeordnet relevantem Feinkornanteil (schluffig, tlw. tonig). Die Eindringwiderstände bei der Rammsondierung DPH 123 (östlich der Gleise) sind in dieser Schicht relativ konstant – die Schlagzahlen von  $N_{10} = 5$  bis 16 weisen auf eine hauptsächlich vorherrschende mitteldichte bis dichte Lagerung hin. In der DPH 124 schwanken die Schlagzahlen zwischen  $N_{10} = 11$  bis 68 bis die Ramme bei 12,3 m unter GOK mit dem Erreichen von Schlagzahlen  $N_{10} > 100$



vorzeitig zum Aufstehen kommt. Die Schlagzahlen weisen auf eine hauptsächlich dichte Lagerung und bereichsweise sehr dichten Lagerung hin – dieses wird auch durch den SP-Test bestätigt, welcher in einer Tiefe von 8,0 m bis 8,45 m Schlagzahlen  $N_{30} = 80$  zeigt und von 12,0 m bis 12,45 m Schlagzahlen  $N_{30} = 86$ . In der BK 45 folgt unter der Obere Süßwassermolasse der fluviatilen Unteren Serie (Schicht 5.1) noch die der **limnischen Unteren Serien (Schicht 5.2)** bis zur verfügbaren Endteufe bei 15 m unter GOK. Es wurden stark feinsandige, schwach schluffige Tone mit halbfester bis fester Konsistenz erkundet.

Es gilt anzumerken, dass erfahrungsgemäß innerhalb der Schmelzwasserschotter (Schicht 3.3) und der Süßwassermolasse (Schicht 5.1, Schicht 5.2) grundsätzlich aus geologischer Sicht mit **Steinen** ( $\varnothing > 63 - 200$  mm) und ggf. auch mit **Blöcken** ( $\varnothing > 200 - 600$  mm) zu rechnen ist. Die Schweren Rammsondierungen mit den bereichsweise plötzlich stark ansteigenden und abfallenden Schlagzahlen deuten auf ein mögliches Vorhandensein von Steinen / Böcken hin.

**Grundwasser:** Die nächstgelegene Vorflut ist die Günz, welche rd. 260 m westlich der Querung in Nord-Süd-Richtung fließt.

Im Zuge der Erkundungsmaßnahmen wurde in beiden Kernbohrungen Grundwasser angetroffen. Die angetroffenen Wasserstände sind in der nachfolgenden Tabelle 1 zusammengestellt.

Erkundung	Messzeitraum	Wasserstand [m u GOK]	Wasserstand [m NHN]
BK 45	14.07.2021	5,21	+465,41
BK 46	13.07.2021	2,77	+460,78

**Tabelle 1:** Gemessene Wasserstände

Auf Basis der uns zur Verfügung stehenden Informationen sowie aus Erfahrungswerten wird der **Bauwasserstand** (höchster bauzeitlich zu erwartender Wasserstand) **östlich** der Gleise auf **+466,5 m NHN** und **westlich** auf **+461,5 m NHN** festgesetzt. Der **Bemessungswasserstand** (Endzustand über die gesamte Lebensdauer des Bauwerks) wird auf **Höhe der natürlichen GOK** festgesetzt.

Der Querungsbereich liegt außerhalb (östlich) des gemäß [U 3] festgesetzten Überschwemmungsgebiets der Günz.



Hinsichtlich der Durchlässigkeiten für die angetroffenen Bodenschichten können die Bandbreiten gemäß der nachstehenden Tabelle 2 angesetzt werden.

Schicht Nr.	Bezeichnung	Durchlässigkeitsbeiwert $k_f$ [m/s]	Durchlässigkeitsbereich <sup>1)</sup>
0	Oberboden	$1 \times 10^{-5}$ bis $1 \times 10^{-7}$	durchlässig bis schwach durchlässig
2.1	Hang- und Schwemmlehm	$1 \times 10^{-6}$ bis $1 \times 10^{-8}$	durchlässig bis sehr schwach durchlässig
2.4	bindige Fluss- und Bachablagerungen	$5 \times 10^{-6}$ bis $3 \times 10^{-7}$	durchlässig bis schwach durchlässig
3.3	Schmelzwasserschotter	$> 1 \times 10^{-3}$	stark durchlässig bis sehr stark durchlässig
5.1	Süßwassermolasse (miUF) fluvial	$1 \times 10^{-4}$ bis $5 \times 10^{-7}$	durchlässig bis schwach durchlässig
5.2	Süßwassermolasse (miUL) limnisch	$8 \times 10^{-7}$ bis $1 \times 10^{-8}$	schwach durchlässig bis sehr schwach durchlässig

1) Bezeichnung gemäß DIN 18 130

**Tabelle 2:** Durchlässigkeiten

**Klassifizierung der Böden für bautechnische Zwecke:** Nach den Aufschlussergebnissen lassen sich die angetroffenen Böden entsprechend Tabelle 3 klassifizieren. Es werden die Klassifizierungen der VOB 2012 herangezogen. Des Weiteren erfolgt eine Festlegung von Homogenbereichen nach der VOB 2020.

Schicht Nr.	Bodenart	Klassifizierung nach			Frostempfindlichkeit <sup>1)</sup>	Verdichtungsfähigkeit <sup>2)</sup>
		DIN 18196	DIN 18300 <sup>5)</sup>	DIN 18319 <sup>6)</sup>		
0	Oberboden	OU, OH	3 - 5	/	/	/
2.1	Hang- und Schwemmlehm	TL, TM	4 (2) <sup>3)</sup>	LBM 1 - 2	F 3	V 3
2.4	bindige Fluss- und Bachablagerungen	UL, UM	4 (2) <sup>3)</sup>	LBM 1 - 2	F 3	V 3
3.3	Schmelzwasserschotter	GE, GW, GI, GU	3 - 5 (6/7) <sup>4)</sup>	LNE 1 - 2 LNW 1 - 2 (S 1 - S 3) <sup>4)</sup>	F 1 - F 2	V 1 - V 2
5.1	Süßwassermolasse (miUF) fluvial	ST, ST*, SU, SU*, UL	3 - 5 (2) <sup>3)</sup> (6/7) <sup>4)</sup>	LN 2 - 3 LBM 2 - 3 P 1 (S 1 - S 3) <sup>4)</sup>	F 2 - F 3	V 2 - V 3



Schicht Nr.	Bodenart	Klassifizierung nach			Frostempfindlichkeit <sup>1)</sup>	Verdichtungsfähigkeit <sup>2)</sup>
		DIN 18196	DIN 18300 <sup>5)</sup>	DIN 18319 <sup>6)</sup>		
5.2	Süßwasser molasse (miUL) limnisch	TL, TM, TA	4 (2) <sup>3)</sup> (6/7) <sup>4)</sup>	LBM 2 - 3 P 1 - P 2 (S 1 - S 3) <sup>4)</sup>	F 2 - F 3	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:** Bodenklassifizierung

Die **Rammpbarkeit** der Bodenschichten für Spundwände, Stahlträger und Rammpfähle wurde in der Tabelle 4 eingeschätzt. Innerhalb der Schmelzwasserschotter (Schicht 3.3) und Süßwassermolasse (Schicht 5.1/ 5.2) muss wegen Steinen mit schwerer oder auch fehlender Rammfähigkeit gerechnet werden. Bei schwer rammbaren Böden und Böden, die Rammhindernisse enthalten, ist die Rammpbarkeit ggf. nicht ohne Zusatzmaßnahmen möglich. Es ist davon auszugehen, dass in Abhängigkeit der erforderlichen Einbindetiefe Zusatzmaßnahmen, wie z.B. Lockerungsbohrungen erforderlich werden können. Dies ist im Zuge der weiteren Planung und bei der Ausschreibung zu beachten.

Schicht-Nr.	Boden	Rammpbarkeit <sup>1)</sup>
2.1	Hang- und Schwemmlehm	leicht bis mittelschwer
2.4	bindige Fluss- und Bachablagerungen	leicht
3.3	Schmelzwasserschotter	leicht bis mittelschwer, bei Steinen / Blöcken nicht rammpbar <sup>2)</sup>
5.1	Süßwassermolasse (miUF) fluviatil	mittelschwer bis schwer, bei Steinen / Blöcken nicht rammpbar <sup>2)</sup>
5.2	Süßwassermolasse (miUL) limnisch	mittelschwer bis schwer, bei Steinen / Blöcken nicht rammpbar <sup>2)</sup>

- 1) Bezeichnungen gemäß Grundbau-Taschenbuch, 8. Auflage, Ernst & Sohn Verlag
- 2) genesebedingt sind Steine / Gerölle vorhanden, dann nicht rammpbar

**Tabelle 4:** Rammpbarkeit der anstehenden Schichten

**Bodenkennwerte:** Gemäß DIN EN 1997-1 (Eurocode 7) ist der charakteristische Wert einer geotechnischen Kenngröße als „eine vorsichtige Schätzung desjenigen Wertes festzulegen, der im



Grenzzustand wirkt.“ Unter Berücksichtigung dieser Definition lassen sich auf Basis der Untersuchungen und von umfangreichen Erfahrungen mit den im Projektgebiet anstehenden Böden die in Tabelle 5 zusammengestellten charakteristischen Bodenkennwerte angeben. Lokale Abweichungen sind möglich.

Schicht Nr.	Bezeichnung	Wichte feuchter Boden $\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Wichte unter Auftrieb $\gamma_k'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Reibungswinkel $\varphi_k'$ [°]	Kohäsion $c_k'$ [kN/m <sup>2</sup> ]	undrainierte Kohäsion $c_{u,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Steifemodul $E_{s,k}^{1)}$ [MN/m <sup>2</sup> ]
2.1	Hang- und Schwemmlehm	20	10	27,5	3	30 - 60	6 - 8
2.4	bindige Fluss- und Bachablagerungen	20	10	27,5	5	60 - 90	8 - 10
3.3	Schmelzwasserschotter	19	11	32,5	---	---	30 - 60
5.1	Süßwassermolasse (miUF) fluviatil	21	11	27,5	5	60 - 90	20 - 30
5.2	Süßwassermolasse (miUL) limnisch	20	10	27,5	10	120 - 250	15 - 20

1) Ermittlung des Steifemoduls  $E_{s,k}$  für den Laststeigerungsbereich 0 bis 300 kN/m<sup>2</sup>

**Tabelle 5:** Charakteristische Bodenkennwerte

**Homogenbereiche:** 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 Felschichten, 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, 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 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.**

Für bauzeitliche Überprüfungen sind Versuche nach den in der Tabelle 6 aufgeführten Prüfvorschriften durchzuführen.

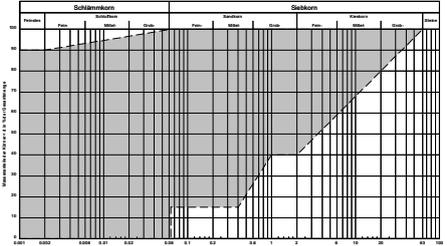
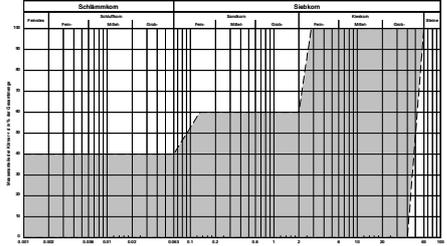
Eigenschaft / Kennwert		Prüfung/Prüfvorschrift
Bodenmechanik	Korngrößenverteilung	DIN EN ISO 17 892-4
	Massenanteil Steine, Blöcke, große Blöcke	Aussortieren, Vermessen, Wiegen
	Mineralogische Zusammensetzung der Steine und Blöcke	DIN EN ISO 14 689-1
	natürliche Dichte	DIN EN ISO 17 892-2
	undrainierte Scherfestigkeit $c_u$	DIN 4094-4
	Kohäsion $c'$	DIN 18 137
	Wassergehalt $w_n$	DIN EN ISO 17 892-1
	Plastizität $I_p$	DIN 18 122-1
	Konsistenz $I_c$	DIN 18 122-1
	Durchlässigkeit $k_f$	DIN 18 130
	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	



Eigenschaft / Kennwert		Prüfung/Prüfvorschrift
	Kalkgehalt $v_{ca}$	DIN 18 129
	Sulfatgehalt	BS 1377-3
	Bodengruppe	DIN 18 196
	Abrasivität	LCPC-Test nach NF P18-579

**Tabelle 6:** Für eine Überprüfung der Eigenschaften und Kennwerte der Homogenbereiche anzuwendende Prüfverfahren

**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 (ca. 10 – 30 to) 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 7 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	Erd-B
Schicht Nr.	2.1, 2.4, 5.1, 5.2	3.3
ortsübliche Bezeichnung	Hang- und Schwemmlehm, bindige Bach- und Flussablagerungen, Süßwassermolasse (fluviatil, limnisch)	Schmelzwasserschotter
Korngrößenverteilung mit Korngrößenband <sup>2)</sup>		
Massenanteil		
Steine [%]	< 25	< 40
Blöcke [%]	< 10	< 25
große Blöcke [%]	< 5	< 10
natürliche Dichte [g/cm <sup>3</sup> ]	1,6 - 2,3	1,6 - 2,1
undrainierte Scherfestigkeit $c_u$ [kN/m <sup>2</sup> ]	30 - 250	- <sup>3)</sup>
Wassergehalt $w_n$ [%]	10 - 40	5 - 30



Eigenschaft / Kennwert	Homogenbereiche	
	Erd - A	Erd-B
Plastizitätszahl $I_P$ / Bezeichnung <sup>1)</sup>	< 40 / leicht bis ausgeprägt plastisch	- 3)
Konsistenzzahl $I_C$ / Bezeichnung <sup>1)</sup>	0,5 - > 1,0 / weich bis fest	- 3)
bezogene Lagerungsdichte $I_D$ / Bezeichnung <sup>1)</sup>	0,35 - 1,0 / mitteldicht bis sehr dicht	0,1 - 0,35 / locker bis mitteldicht
organischer Anteil $v_{gl}$ / Bezeichnung <sup>1)</sup>	0 - 6 % / nicht bis schwach organisch	0 - 6 % / nicht bis schwach organisch
Bodengruppe	UL, UM, TL, TM, TA, ST, ST*, SU, SU*	GE, GW, GI, GU

1) Begriffe nach DIN EN ISO 14 688-2

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

3) keine Angaben möglich, da überwiegend rollige Böden im Baufeld anstehen

**Tabelle 7:** Homogenbereiche gemäß DIN 18 300 für Erdarbeiten in Böden

**DIN 18 301 Bohrarbeiten:** Für Bohrarbeiten (z.B. für eine Rückverankerung des empfohlenen Spundwandverbaus) können für die Bohrarbeiten die Zuordnung der in diesem Gutachten angegebenen geologischen Schichten zu Homogenbereichen für Bohrarbeiten, sowie die zusammengefassten Eigenschaften der Homogenbereiche gemäß Tabelle 8 verwendet werden. Es wird davon ausgegangen, dass die erforderlichen Bohrungen durch Großbohrgeräte ausgeführt werden.

Eigenschaft / Kennwert	Homogenbereiche	
	Bohr-A	Bohr-B
Schicht Nr.	2.1, 2.4, 5.1, 5.2	3.3
ortsübliche Bezeichnung	Hang- und Schwemmlehm, bindige Bach- und Flussablagerungen, Süßwassermolasse (fluviatil, limnisch)	Schmelzwasserschotter
Korngrößenverteilung mit Korngrößenband <sup>2)</sup>		
Massenanteil		
Steine [%]	< 25	< 40
Blöcke [%]	< 10	< 25
große Blöcke [%]	< 5	< 10
Kohäsion $c'$ [kN/m <sup>2</sup> ]	0 - 10	- 4)



Eigenschaft / Kennwert	Homogenbereiche	
	Bohr-A	Bohr-B
undrainierte Scherfestigkeit $c_u$ [kN/m <sup>2</sup> ]	30 - 250	- <sup>4)</sup>
Wassergehalt $w_n$ [%]	10 - 40	5 - 30
Plastizitätszahl $I_p$ / Bezeichnung <sup>1)</sup>	< 40 / leicht bis ausgeprägt plastisch	- <sup>4)</sup>
Konsistenzzahl $I_c$ / Bezeichnung <sup>1)</sup>	0,5 - > 1,0 / weich bis fest	- <sup>4)</sup>
bezogene Lagerungsdichte $I_D$ / Bezeichnung <sup>1)</sup>	0,35 - 1,0 / mitteldicht bis sehr dicht	0,1 - 0,35 / locker bis mitteldicht
LCPC-Abrasivitätskoeffizient LAK [g/to] / Bezeichnung <sup>3)</sup>	100 - 1.250 / schwach abrasiv bis stark abrasiv	100 - 1.250 / schwach abrasiv bis stark abrasiv
Bodengruppe	UL, UM, TL, TM, TA, ST, ST*, SU, SU*	GE, GW, GI, GU

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

4) keine Angaben möglich, da überwiegend rollige Böden im Baufeld anstehen

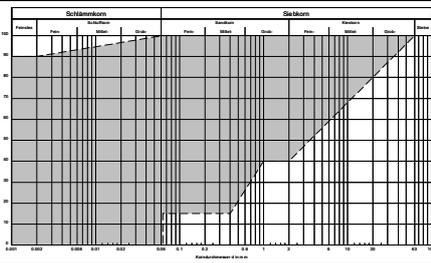
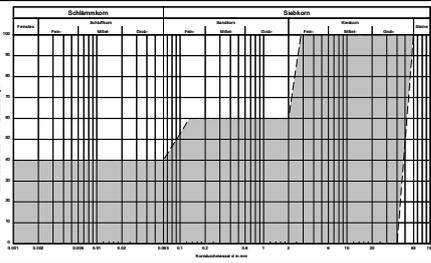
**Tabelle 8:** Homogenbereiche gemäß DIN 18 301 für Bohrarbeiten in Böden

Es wird darauf hingewiesen, dass in der Süßwassermolasse (Schicht 5.1, 5.2) und dem Schmelzwasserschotter (Schicht 3.3) Rammhindernisse in Form von Steinen und Blöcken (Bodenklasse 6/7) mit Kantenlängen bis zu 200 mm auftreten können. Auf der sicheren Seite liegend sind im Zuge der weiteren Planung und Ausschreibung Zulagen für die Bohrerschwernisse bzw. Zusatzmaßnahmen wie Bohren mit Meißeleinsatz vorzusehen.

**DIN 18 303 Verbauarbeiten:** Für Verbauarbeiten nach DIN 18 303 sind die Homogenbereiche analog zu denen für Erdarbeiten zu verwenden.

**DIN 18 304 Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten:** Für Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten können die Zuordnung der in diesem Gutachten angegebenen geologischen Schichten zu Homogenbereichen, sowie die zusammengefassten Eigenschaften der Homogenbereiche gemäß Tabelle 9 verwendet werden. Die Einteilung in Homogenbereiche gilt dabei für ein Rammgerät mit starrer Führung und schwerem Rammbar oder Vibrator. Für ein Anbaugerät an den Hydraulikarm eines Baggers sind z. T. nur um mehrere Meter geringere Rammtiefen möglich. Die Homogenbereiche sind für einen solchen Einsatz neu einzuteilen.



Eigenschaft / Kennwert	Homogenbereiche	
	Ramm-A	Ramm-B
Schicht Nr.	2.1, 2.4, 5.1, 5.2	3.3
ortsübliche Bezeichnung	Hang- und Schwemmlehm, bindige Bach- und Flussablagerungen, Süßwassermolasse (fluviatil, limnisch)	Schmelzwasserschotter
Korngrößenverteilung mit Korngrößenband <sup>2)</sup>		
Massenanteil Steine [%] Blöcke [%] große Blöcke [%]	< 25 < 10 < 5	< 40 < 25 < 10
Wassergehalt $w_n$ [%]	10 - 40	5 - 30
Plastizität $I_p$ / Bezeichnung <sup>1)</sup>	< 40 / leicht bis ausgeprägt plastisch	- 3)
Konsistenzzahl $I_c$ / Bezeichnung <sup>1)</sup>	0,5 - > 1,0 / weich bis fest	- 3)
bezogene Lagerungsdichte $I_D$ / Bezeichnung <sup>1)</sup>	0,35 - 1,0 / mitteldicht bis sehr dicht	0,1 - 0,35 / locker bis mitteldicht
Bodengruppe	UL, UM, TL, TM, TA, ST, ST*, SU, SU*	GE, GW, GI, GU

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) keine Angaben möglich, da überwiegend rollige Böden im Baufeld anstehen

**Tabelle 9:** Homogenbereiche gemäß DIN 18 304 für Ramm-/Rüttel-/ Pressarbeiten in Böden

**Folgerungen:** Der Vortrieb ist mit Hilfe eines steuerbaren **Mikrotunnels** mit Stahlbeton-Mantelrohr DN 1600 ( $D_a = 1960$  mm) gemäß DWA-A 125, Pkt. 6.1.3.1.3 geplant.

Für die DB Strecke 5351 ist bei km 39,00 gemäß [U 5] eine Reisegeschwindigkeit von maximal  $v_e = 100$  km/h festgelegt.



Am vorliegenden Kreuzungspunkt mit der Bahnstrecke 5302 werden die Gleise auf einer Strecke von etwa 60,5 m unterfahren. Die angrenzenden Flächen werden vor allem landwirtschaftlich genutzt.

Innerhalb der Schicht 3.3, 5.1 und 5.2 können gröbere Einlagerungen nicht ausgeschlossen werden, die den Vortrieb ggf. erschweren könnten. Es wird empfohlen einen **Mixschild** zu verwenden.

Gemäß dem Ergebnis der Baugrundaufschlüsse ist Grundwasser auf Höhe des Vortriebs zu erwarten, aufgrund der gewählten Vortriebsart ist eine **Grundwasserhaltung für den Vortrieb nicht erforderlich und für die Baugruben notwendig**.

Auf der Grundlage der erforderlichen technischen Randbedingungen (Mindestüberdeckung, Fremdleitungen) lassen sich für den Vortrieb aus den o. g. Randbedingungen folgende technischen Daten angeben:

- Gelände Westseite: ca. +461,6 m ü. NHN;
- Gelände Ostseite: ca. +470,0 m ü. NHN;
- Außendurchmesser Mikrotunnel  $D_a$ : 1.960 mm;
- Oberkante Schiene: ca. +465,2 m ü. NHN;
- Mindestüberdeckung Mikrotunnel nach [U6] und [U9]:  $2,5 \times D_a + 0,7 \text{ m} = 5,6 \text{ m}$ ;
- gewählte Mindestüberdeckung Mikrotunnel zur OK - Schiene: 5,60 m;
- OK Vortrieb Baugrube Osten: ca. 8,5 m u. GOK / ca. + 461,0 m ü. NHN;
- OK Vortrieb Baugrube Westen: ca. 3,5 m u. GOK / ca. + 458,1 m ü. NHN;
- Baugrubensohle Baugrube Osten: ca. 11,4 m u. GOK / ca. + 458,4 m ü. NHN;
- Baugrubensohle Baugrube Westen: ca. 6,8 m u. GOK / ca. + 455,1 m ü. NHN.

Nach DWA-A 125, Abschnitt 9.5, und nach der Ril 836.4502 sowie Ril 877.2102 sind für Vortriebsverfahren die in obiger Auflistung enthaltenen Mindestüberdeckungen einzuhalten. Die geforderte Mindestüberdeckung ist bei der Planung zu berücksichtigen.

Zwischen Querungen und Fundamenten von **Oberleitungsmasten** soll ein Mindestabstand von 5,0 m eingehalten werden (Ril 836.4501- Abschnitt 2(5)). Im Nahbereich zum Vortrieb ist nördlich ein Mast vorhanden – der Mindestabstand wird hierbei aber nicht unterschritten und es sind dementsprechend im Rahmen der Vortriebsarbeiten keine Schutzmaßnahmen notwendig.



Der geplante Mikrotunnel (DN 1600) wird auf der gesamten Strecke parallel zu Bestandsleitungen ausgeführt. Gemäß Ril 836.4502 - Abschnitt 2 (1) bzw. Ril 877.2201 - Abschnitt 2 (Tab. 1) müssen grabenlos eingebaute Querungen, die parallel zueinander liegen einen lichten Mindestabstand von mindestens 2,0 m einhalten. Es wird ein Abstand von 2,0 m zur nächsten relevanten Fremdleitung eingehalten.

**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 an. Diese Böden sind wasserempfindlich und neigen bei dynamischen Anregungen zum Aufweichen.

Die erforderlichen Flächen sind zu befestigen. Es wird empfohlen, hierfür Mineralstoffgemische bzw. Schotter der Körnung 0/45 mm o.dgl. zu verwenden. Die Mindestdicke der Befestigung ist mit 0,3 m einzuplanen. Unter der Befestigung wird im Hinblick auf den Rückbau und die Wiederherstellung der Flächen die Verlegung eines Geotextiles (GRK 4) empfohlen. Ggf. ist auch die Verwendung von Baggermatzen zielführend.

**Randbedingungen Mikrotunnel:** Für den Vortrieb ist ein **Mikrotunnel mit Bentonit-Spülförderung und ggf. Druckluftpolster (Mixschild)** geplant. Bei diesem Verfahren wird das Material durch einen, auf die Bodenverhältnisse abgestimmten Bohrkopf abgetragen und mittels hydraulischer Förderung über einen geschlossenen Kreislauf abtransportiert. Durch Pressen oder hydraulische Vortriebszylinder wird die Maschine vorwärts gedrückt. Die Ortsbruststützung geschieht mittels einer Flüssigkeitssuspension, der Tunnelausbau geschieht in diesem Falle durch einen Rohrvortrieb. Durch die gewählte Vortriebsart ist auch unterhalb des Grundwasserspiegels der Vortrieb möglich. Gemäß dem Ergebnis der Baugrundaufschlüsse ist mit Grundwasser auf Höhe des Vortriebs zu rechnen.

Die **Unterkante des Mikrotunnels** liegt etwa bei 5,6 m bis 10,5 m unter GOK (ca. +456 bis +459 m NHN), sodass der Vortrieb im westlichen Teil im Übergangsbereich der weichen bis steifen bindigen Böden der Schicht 2.1 (Bodengruppen: TL, TM) und gemischtkörnigen bis bindigen Böden der Schicht 5.1 liegt (Bodengruppen: ST, ST\*, SU, SU\*, UL). In Richtung Osten verläuft der Vortrieb weiter innerhalb der Schicht 5.1 und schneidet dann im Bereich der östlichen Baugrube die Schicht



5.2 (Bodengruppen: TL, TM, TA) an. Aufgrund der z. T. hohen Lagerungsdichte ist mit einem **erhöhten Werkzeugverschleiß** zu rechnen. Des Weiteren können innerhalb der Schicht 5.1 und 5.2 größere Einlagerungen (Steine, Blöcke) nicht ausgeschlossen werden, die den Vortrieb ggf. erschweren könnten. Es wird empfohlen, einen **Mixschild** zu verwenden, der auch in der Lage ist, Steine / Gerölllagen und Festgesteine zu lösen. Die Böden sind generell gut bis mäßig lösbar.

Die OK des Mikrotunnels liegt östlich ca. 8,5 m u. GOK (ca. +461,0 m ü. NHN) und westlich ca. 3,5 m u. GOK (ca. + 458,1 m ü. NHN). Die östliche Baugrubensohle befindet sich ca. 11,4 m u. GOK (ca. +458,4 m ü. NHN) und demnach ca. 8,1 m unterhalb des festgesetzten Bauwasserstandes (+466,5 m NHN). Die westliche Baugrubensohle liegt bei ca. 6,8 m u. GOK (ca. +455,1 m ü. NHN) und entsprechend etwa 6,4 m unterhalb des festgesetzten Bauwasserstandes (+461,5 m NHN). Es ist für die Vortriebsstrecke aufgrund der gewählten Vortriebsart keine Grundwasserabsenkung mittels geschlossener Wasserhaltung notwendig. Im Bereich der Baugruben ist eine Wasserhaltung bzw. ein wasserdruckhaltender Baugrubenverbau erforderlich. Aufgrund des hoch anstehenden Wassers ist zudem eine Abdichtung des Verbaus zum Vortrieb notwendig, um ein unkontrolliertes Austreten von Wasser und Boden in die Baugrube zu verhindern – es ist eine Anfahrtdichtung sowie die Erstellung von Dichtblöcken in der Start- und Zielbaugrube vorzusehen.

Der Vortrieb ist nach DIN EN 1997-1 (EC 7) in die **geotechnische Kategorie GK 3** (Bauvorhaben mit hohem 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. Es wird empfohlen, den Vortrieb geotechnisch zu überwachen.

Vor Beginn der Arbeiten sind die baulichen Schutzmaßnahmen gemäß Kap. 9.4 der DWA-A 125 [U 6] umzusetzen. Dazu gehört u. A., dass alle vortriebsrelevanten Parameter vom Sachverständigen für Erd- und Grundbau zu prüfen sind. Es ist ein Vortriebsprotokoll (Bohrfortschritt, Bohrgutart und -menge, Besonderheiten etc.) zu führen (Ril 836.4505 Punkt 5). Nach DWA-A 125 Kap. 8.4.3 ist vom Sachverständigen für Erd- und Grundbau ein Abschlussbericht anzufertigen (siehe auch Kap. 9.6 in DWA-A 125 [U 6]). Der Mikrotunnel ist nach DVGW Merkblatt GW 312 statisch zu bemessen. Der Mikrotunnel liegt nach DVGW Merkblatt GW 312, Tabelle 1, hauptsächlich in der Bodengruppe 2 (gemischtkörnige Böden). Die Wichten und inneren Reibungswinkel sind entsprechend des Baugrundgutachtens anzupassen.



Gemäß der Plangrundlage werden die Gleise mit 88° gequert. Querungen sollen Bahnanlagen rechtwinklig in gerader Linienführung kreuzen. Die Anordnung unter Weichen, Schienenauszügen oder Schienenstößen ist verboten. Mit der Entwurfsplanung ist die Einhaltung des Verbotes zu prüfen.

**Vortrieb Mikrotunnel:** Bereichsweise wird durch die groben Bestandteile aus Gesteinen mit schleißscharfen Mineralien (i.W. Quarz) innerhalb der Süßwassermolasse (Schicht 5.1/ 5.2) eine hohe Abrasivität erwartet.

Der Mantelrohrausbau erfolgt voraussichtlich mit Stahlbetonfertigteilen mit einem Außendurchmesser von 1960 mm und einem Innendurchmesser von 1600 mm. Die Rohrleitung hat ein Durchmesser von 700 mm. Weiterhin sollen HDPE - Kabelschutzrohre mit kleineren Durchmessern eingezogen werden.

Für den Vortrieb dient eine Bentonitsuspension als Ringraumschmierung / -stützung. Nach Fertigstellung der Betonröhre wird das Produktenrohr DN 700 mit Abstandshaltern zusammen mit den Begleitkabeln eingezogen und die Zwischenräume zwischen dem Produktenrohr und dem Mantelrohr mit Dämmen verfüllt.

Gemäß den Erkundungen liegt der Vortrieb im westlichen Teil im Übergangsbereich von den bindigen Böden der Schicht 2.1 (Hang- und Schwemmlern) und gemischtkörnigen bis bindigen Böden der Schicht 5.1 (Süßwassermolasse). In Richtung Osten verläuft der Vortrieb weiter innerhalb der gemischtkörnigen Böden Schicht 5.1 (Süßwassermolasse) und schneidet dann im Bereich der östlichen Baugrube die bindigen Böden der Schicht 5.2 (Süßwassermolasse) an. Der bindige Boden ist im Vortriebsbereich hauptsächlich steif und die rolligen Böden sind überwiegend locker bis mitteldicht gelagert. Es muss mit Steinen, Geröllen und Festgesteinsblöcken in Form von Flusskiesen und Quarzitstücken gerechnet werden. Zum Teil sind Steine bis > 200 mm nicht auszuschließen. Aus geologischer Sicht sind Steine oder Blöcke in den **Schmelzwasserschottern (hier nicht im Vortriebsbereich) sowie in der Süßwassermolasse** – auch aufgrund der stellenweisen sprunghaft steigenden Schlagzahlen der Rammsonde – nicht ausgeschlossen werden. Auch wenn dies unwahrscheinlich ist, können vereinzelte Härtlinge mit einaxialen Druckfestigkeiten bis über 200 MN/m<sup>2</sup> auftreten. Die Bohrwerkzeuge sind auf das Antreffen von Geröllen abzustimmen. Zudem ist zu beachten, dass die Lösbarkeit der Böden mit dem bindigen Anteil (< 0,063 mm) abnimmt.



Bei den Arbeiten in den **bindigen Böden** der Schichten 2.1, 2.4, 5.1 und 5.2 ist zu beachten, dass diese Böden unter der gegebenen mechanischen Störung (Aushub) ggf. **aufweichen** und die Eigenschaften von Böden der Bodenklasse 2 nach DIN 18 300:2012 annehmen können. Dies ist bei den Erdarbeiten unbedingt zu berücksichtigen. Auf die besondere Problematik der Entsorgung / Verwertung von Böden der Bodenklasse 2 wird hingewiesen. Die bindigen Böden sind aufgrund des anstehenden Wassers als nicht standsicher zu beurteilen.

Infolge des **Vortriebs** ergibt sich unter Einhaltung der gewählten Mindestüberdeckung ( $h_u$ ) von 5,6 m bei einer **Setzungsabschätzung nach SCHERLE** (Anlage 7.1) ein abgeschätzter Setzungsbetrag von 24,2 mm an der Schienenoberkante. Die Länge der Setzungsmulde wird mit ca. 15,12 m angegeben. Es handelt sich dabei um eine konservative Abschätzung, die als maximale Setzung zu bewerten ist. Bei regelgerechter Bauausführung werden diese Setzungsbeträge nicht erreicht. Wesentlich für die Minimierung der Setzungen ist die Wahl des optimalen Stützdruckes für die Flüssigkeitsstützung. Im Vortriebsbereich vor der Bahnquerung kann der Druck optimal eingestellt und die Setzungen minimiert werden.

**Bewertung der Setzungen:** Nach Ril 836.3001, Punkt 4, Bild 1 sind innerhalb eines Instandhaltungszyklus (6 - 10 Jahre) bei Schottergleisen bei einer Bewertungslänge von ca. 15 m folgende Setzungsunterschiede zugelassen:

Entwurfsgeschwindigkeit $v_e$	80 km/h	100 km/h	120 km/h	140 km/h
Setzungsunterschiede zulässig in 6 - 10 Jahren auf 15 m Länge	22 mm	15 mm	10 mm	8 mm

**Tabelle 10:** Zulässige Setzungen in Gleislängsrichtung bei Schottergleisen

Für die DB Strecke 5351 ist bei km 39,00 gemäß [U 5] eine Reisegeschwindigkeit von maximal  $v_e = 100$  km/h festgelegt. Die Verformungen treten bei den rolligen bis gemischtkörnigen Böden unter Grundwassereinfluss relativ zeitnah ein.

Nach den Berechnungen werden die **zulässigen Setzungsdifferenzen** auf 15 m Länge von maximal 15 mm bei einer maximalen Reisegeschwindigkeit von 100 km/h durch den geplanten **Mikrotunnel überschritten**.

Die ermittelten Setzungen von rund 24 mm sind als konservative Schätzung zu werten. **Unter ungünstigen Verhältnissen muss damit gerechnet werden, dass das Gleis während des Vortriebs**



**bes ggf. auch mehrfach nachgestopft werden muss. Es wird eine baubegleitende vermessungstechnische Überwachung notwendig.** Über zusätzliche Maßnahmen zur Risikominimierung durch mögliche Setzungen ist nachzudenken. Im Anfahrbereich zur Bahnstrecke ist mit Setzungsmessungen eine optimale Einstellung der Vortriebsmaschine schon vor Erreichen der eigentlichen Querung vorzunehmen. Möglich sind auch die Einrichtung von Langsamfahrstrecken oder der Einbau von Hilfsbrücken im zentralen Senkungsbereich.

Sowohl deren Umfang wie auch die erforderlichen Maßnahmen sind mit dem Anlagenverantwortlichen der DB AG abzustimmen.

Die Anordnung und Dimensionierung der **messtechnischen Überwachung der Gleise** liegt grundsätzlich im Verantwortungsbereich der DB. Die Festlegungen der RIL 883.8001 A01 zur messtechnischen Überwachung der Gleise ist zu beachten.

Gemäß RIL 883.8100A01 [U 11] sind Messungen zur Überwachung der Gleise und Weichen im Bereich von mindestens 25 m in jede Richtung vorzusehen. Die Messpunkte der Gleise liegen auf der Schienenoberkante für die Höhe, und an der Fahrkante der Schienen für die Lage. Die Messpunkte sind im Abstand von fünf Schwellen für die linke und die rechte Schiene zu bestimmen. Der Abstand der Messpunkte in Längsrichtung des Gleises beträgt damit 3,0 m bei einem Schwellenabstand von 60 cm (3,25 m bei einem Schwellenabstand von 65 cm). Es sind Abweichungen der Messpunktlage in Längsrichtung von  $\pm 5$  cm zulässig.

Zu messen sind die Setzungen mit einer Messgenauigkeit  $\pm 3,0$  mm bei einer Geschwindigkeit  $\leq 160$  km/h [U 11]. Die Außentemperatur ist jeweils mit zu erfassen. Folgende Messintervalle werden vorgeschlagen:

- Nullmessung vor Beginn des Vortriebes bzw. vor Aushub der Baugruben;
- Mikrotunnelvortrieb - permanente Überwachung mit Ketteninklinometer entlang beider Gleise
- Mikrotunnelvortrieb - laufende Kontrollmessungen, terrestrischen Messungen 1 x täglich bei Unterquerung der Gleise;
- letzte Kontrollmessung nach Abschluss des Mikrotunnelvortriebs;
- Abschlussmessung 4 Wochen nach Abschluss des Vortriebes.

Parallel dazu ist im Rahmen der Beweissicherung die Gleislage beider unterquerten Strecken vor und nach der Baumaßnahme zu überprüfen.



Vor Beginn der Arbeiten ist ein **Havarieplan** auszuarbeiten und mit dem Anlagenverantwortlichen der DB Netz AG abzustimmen. Der Havarieplan muss Handlungsempfehlungen und die Meldekette für den Fall der Überschreitung der Maßnahmenwerte enthalten.

Die Ergebnisse der Setzungsmessungen sollten zeitnah auf der Baustelle vorliegen und baubegleitend im Rahmen der Bauüberwachung bewertet werden.

**Baugruben:** Gemäß Anlage 3 wird die Baugrube östlich der Querung mindestens ca. 11,4 m tief und westlich der Querung bis etwa 6,8 m tief. Bei der Herstellung der Start- und Zielgruben werden **Hang- und Schwemmlerme (Schicht 2.1), bindige Bach- und Flussablagerungen (Schicht 2.4), Kiese der Fluss- und Bachablagerungen (Schicht 3.2) sowie gemischtkörnige bis bindige Böden der Süßwassermolasse (Schicht 5.1 & Schicht 5.2)** ausgehoben. Überwiegend ist mit keinen Schwierigkeiten beim Aushub der Baugruben zu rechnen (Bodenklassen 3 bis 5 nach DIN 18 300:2012). Es sind aber lokal insbesondere innerhalb der Schichten 3.3, 5.1 und 5.2 mit groben Einlagerungen (Steine, Gerölllagen) zu rechnen. **Beide Baugruben liegen außerhalb des Lastausbreitungsbereiches (Stützbereich) der beiden DB-Strecken.**

Es wird davon ausgegangen, dass die Start- bzw. Zielgrube wegen vorherrschendem Wasser und notwendigen Tiefen **nicht frei geböscht** hergestellt werden. Die Baugruben sind vollständig zu verbauen.

Aufgrund der anstehenden durchlässigen und druckwasserführenden Sande eignet sich aus unserer Sicht vorzugsweise ein wasserdichter **Spundwandverbau** mit Herstellung einer **Unterwasserbetonsohle (UWB-Sohle)**, sodass eine Abdichtung gegen Grundwasser gewährleistet ist. Auf die ggf. erschwerten Rammbarkeiten innerhalb der Schichten 3.3, 5.1 und 5.2 wird hingewiesen. Örtlich sind in den mitteldicht bis dicht gelagerten Böden hohe Rammwiderstände zu erwarten, weswegen **Auflockerungsbohrungen** erforderlich werden können. Innerhalb der Baugrube ist dann eine offene Wasserhaltung zum Erfassen von Tagwasser zu installieren.

Bei einem Spundwandverbau ist eine ausreichende Einbindetiefe zu gewährleisten. Hierzu ist eine entsprechende, statische Bemessung erforderlich. Der Verbau ist nach EC 7 nachzuweisen. Weiterhin sind für die Bemessung die Hinweise in der EAB zu beachten.



Sollten Verkehrslasten (z. B. aus Bahnlinie) unmittelbar angrenzend zur Baugrube wirken, ist bei der Bemessung der **erhöhte aktive Erddruck** ( $0,5 \times e_a + 0,5 \times e_0$ ) zu berücksichtigen. Die Pressenwand ist auf den passiven Erddruck bzw. auf die Pressenkraft auszulegen. Ggf. ist das Widerlager durch Überschüttung zu verstärken.

Ggf. vorgesehene Böschungen sind ebenfalls auf ihre Standsicherheit hin zu untersuchen. Nach DIN 4124 sind maximale Böschungsneigungen von  $45^\circ$  zulässig. Auch hierbei sind kleinere lokale Ausbrüche nicht auszuschließen.

Die Bodenkennwerte für die o.g. Standsicherheitsberechnungen können der Tabelle 5 entnommen werden. Für die Bemessung ist der Wandreibungswinkel auf höchstens  $|\delta_{a/p}| = 2/3 \varphi_k'$  zu begrenzen. Für die Press- und Bohrarbeiten in den Baugruben ist eine Sauberkeitsschicht aus Magerbeton zu empfehlen.

**Bauzeitliche Wasserhaltung:** Der Bauwasserstand ist **östlich** der Gleise auf **+466,5 m NHN** und **westlich** auf **+461,5 m NHN** festgesetzt. Somit wird für den Vortrieb eine Grundwasserhaltung in den Baugruben notwendig. Bei dem Grundwasser handelt es sich um ergiebiges Porengrundwasser innerhalb der sandigen und kiesigen Ablagerungen. Bei einem empfohlenen **wasserdichten Spundwandverbau mit UWB-Sohle** – insbesondere bei der **westlichen Baugrube** – kann auf eine geschlossene Wasserhaltung verzichtet werden. Innerhalb der Baugrube ist dann eine offene Wasserhaltung zum Erfassen von Tagwasser zu installieren.

Alternativ ist bei Einbindung der Spundwand in die anstehenden **bindigen Varianten** der Schicht 5.2 – bei der **östlichen Baugrube** – eine **innenliegende Grundwasserhaltung mittels Vakuumfilterlanzen** möglich. Hierzu ist für die Vakuumanlage ausreichender Platz in den Baugruben einzukalkulieren. Die bindigen Böden dienen dann zur Abdichtung der Baugrubensohle. Die Vakuumfilterlanzen sorgen für eine Druck-Entlastung der wasserführenden Schichten. Ggf. muss die Vakuumanlage aufgrund der Baugrubentiefe und um eine ausreichende Entwässerung sicherzustellen gestaffelt eingebaut werden. Dabei ist der Boden – nach einer ersten Entwässerung bis 5 m Tiefe – bis 4,5 m auszuheben und anschließend eine zweite und dritte Reihe mit tiefer liegenden Filterlanzen einzubauen. Diese Alternative zur UWB-Sohle ist zwar kostengünstiger, ist aber aufgrund der anstehenden Böden und der Wassermengen mit einem erhöhten Risiko verbunden.

Für anfallendes Tag- /Niederschlagswasser ist eine **offene Wasserhaltung** innerhalb der Baugruben notwendig. Hierfür ist die Ausbildung eines Flächen- und Auflastfilters vorzusehen, in die ggf.



auch Drainagestränge eingelegt werden können. Das anfallende Wasser kann in Pumpensümpfen gefasst und abgeleitet werden.

**Wiederverfüllung:** Die Verfüllung der Baugruben erfolgt lagenweise in maximal 0,3 m mächtigen Schüttilagen. Die Böden sind dem lokalen Schichtaufbau entsprechend lagenweise zu verdichten. Der größte Teil der Aushubmaterialien ist voraussichtlich ohne zusätzliche Maßnahmen zum Wiedereinbau in der Hauptverfüllung mit  $D_{Pr} = 97\%$  geeignet. Bindige Böden (Schicht 2.1, 2.4, 5.1 & 5.2) sind zu entsorgen und durch geeignetes Material zu ersetzen.

In der Leitungszone kann der Aushub der Schicht 5.1 grundsätzlich verwendet werden. Alternativ ist mit steinfreiem Füllsand (Fremdmaterial) einzusanden.

Das zuvor genannte Vorgehen berücksichtigt Eigensetzungen von bis ca. max. 10 cm. Können Setzungen in dieser Größenordnung nicht toleriert werden, muss der Verdichtungsgrad auf ein Maß von mindestens  $D_{Pr} = 100\%$  erhöht werden (Eigensetzungen bis max. 3 cm).

Sofern lediglich landwirtschaftlich genutzte Flächen betroffen sind, können ggf. auftretende Verformungen zu gegebener Zeit aufgefüllt werden, sodass auf eine aufwändige Bodenverbesserung und auf einen unverhältnismäßig hohen Verdichtungsaufwand verzichtet werden kann.

Bei einem Wiedereinbau bindiger Böden ist darauf zu achten, dass diese teilweise bei Wassersättigung durch Niederschläge von der Bodenklasse 4 in die Bodenklasse 2 übergehen können und dann ihre Wiedereinbaufähigkeit vollständig verlieren. **Aufgeweichte, bindige Böden sind nicht für den Wiedereinbau geeignet.**

**Empfehlungen:** Es werden folgende Empfehlungen ausgesprochen:

- Die Start- und Zielbaugrube des Vortriebs sind gänzlich zu verbauen. Es wird empfohlen, die **Baugruben wasserdicht zu verbauen**. Hierzu kann vorzugsweise ein **wasserdichter Spundwandverbau mit UWB-Sohle** verwendet werden. Mit hohen Rammwiderständen beim Einbringen der Spundwände ist wegen möglicher Gerölllagen / Steinen zu rechnen. **Es können Lockerungsbohrungen notwendig werden.**



- Die Schienen werden mit ca. **88°** gequert. Querungen sollen Bahnanlagen möglichst rechtwinklig (zwischen 80° bis 100°) in gerader Linienführung kreuzen. Die Anordnung unter Weichen, Schienenauszügen oder Schienenstößen ist verboten. Mit der Entwurfsplanung ist die Einhaltung des Verbotes zu prüfen.
- Die maximale Anzahl aufeinanderfolgenden Querungen bei dem maximal erwarteten Durchmesser DN 1600 ist eine geschlossene Querung. Im Weiteren gilt ebenfalls gemäß Ril 877.2201 - Abschnitt 2 (Tab. 1), dass grabenlos eingebaute Querungen, die parallel zueinander liegen, einen lichten Mindestabstand von mindestens 2,0 m einhalten müssen. Nach derzeitiger Planung wird der Abstand von 2,0 m eingehalten.
- Bei einer Reisegeschwindigkeit von maximal 100 km/h auf 15 m Länge ist ein Setzungsunterschied von 15,0 mm zu tolerieren. **Der prognostizierte Setzungsbetrag von ca. 24 mm liegt oberhalb des Maßnahmewertes.** Vorsorglich sollten ein mehrfaches Nachstopfen bereits während der Vortriebsarbeiten eingeplant werden.
- **In Abstimmung mit dem Anlagenverantwortlichen der DB Netz AG sind vor Beginn der Arbeiten gemäß Ril 883.8100 A01 Maßnahmenwerte für zulässige Setzungen festzulegen.**
- Vor Beginn der Arbeiten ist ein **Havarieplan** auszuarbeiten und mit dem Anlagenverantwortlichen der DB Netz AG abzustimmen. Der Havarieplan muss Handlungsempfehlungen und die Meldekette für den Fall der Überschreitung der Maßnahmenwerte enthalten.
- Das **geförderte Bohrgut** ist fachgerecht zu entsorgen. Ein ungeordnetes Verbringen im Baufeld ist unzulässig.
- Für den Vortrieb ist eine **geotechnische Begleitung** erforderlich.
- Das Baufeld, speziell für die Erstellung der Start- bzw. Zielgrube, befindet sich im direkten Nahbereich von **Versorgungsleitungen**. Da sich Erschütterungen in diesem Bereich einstellen werden, können infolge dessen Schäden an den vorgenannten Fremdleitungen auftreten, so dass empfohlen wird, eine **qualifizierte Beweissicherung** vornehmen zu lassen.
- Sollten wider Erwarten organoleptische Auffälligkeiten beim Aushub der Baugruben festgestellt werden, sind die Materialien zu separieren und gemäß der nach LAGA zu prüfenden Kriterien zu untersuchen sowie hinsichtlich der Verwertungs- und Entsorgungsmöglichkeiten zu bewerten.



Die im Rahmen der Baugrunderkundung untersuchten Proben sind als Z0-Material einzustufen (vgl. Anlage 6).

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 Gutachten 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 jederzeit gerne zur Verfügung.

ppa. 

Dipl.-Ing. Lutz Diener  
(vom EBA anerkannter Gutachter  
für Geotechnik im Eisenbahnbau)

i. A. 

Alexandra Kordabnew, M.Sc.  
(Projektgeologin)

- Anlagen:**
- Anlage 1: Übersichtslageplan, M. = 1 : 25.000 (2)
  - Anlage 2: Lageplan (1)
  - Anlage 2.1: Trassierungsplan Lage, M. = 1 : 1.000 (1)
  - Anlage 3: Geotechnischer Schnitt (1)
  - Anlage 3.1: Geotechnischer Längsschnitt, M. = 1 : 200 (1)
  - Anlage 4: Ergebnisse der Baugrundaufschlüsse (1)
  - Anlage 4.1: Zeichenerläuterung Baugrunderkundung (2)
  - Anlage 4.2: entfällt
  - Anlage 4.3: Schwere Rammsondierungen (DPH), M. = 1 : 50 (2)
  - Anlage 4.4: Kernbohrung (BK), M = 1 : 50 (2)
  - Anlage 4.5: Kernfotos (4)
  - Anlage 5: Laborversuche (1)



- Anlage 5.1: Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1 (1)
- Anlage 5.2: Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17 892-12 (4)
- Anlage 5.3: Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17 892-4 (3)
- Anlage 5.4: entfällt
- Anlage 5.5: Kalkgehalt nach DIN 18 129 (3)
- Anlage 5.6: Dichtebestimmung nach DIN EN ISO 17892-2 (3)
- Anlage 5.7: entfällt
- Anlage 5.8: Scherversuch nach DIN EN ISO 17892-10 (1)
- Anlage 6: Chemische Analytik
- Anlage 6.1: Auswertung nach LAGA TR Boden (2)
- Anlage 6.2: Prüfberichte (6)
- Anlage 7: Setzungsprognose (1)
- Anlage 7.1: Setzungsabschätzung nach Scherle (1)

- 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

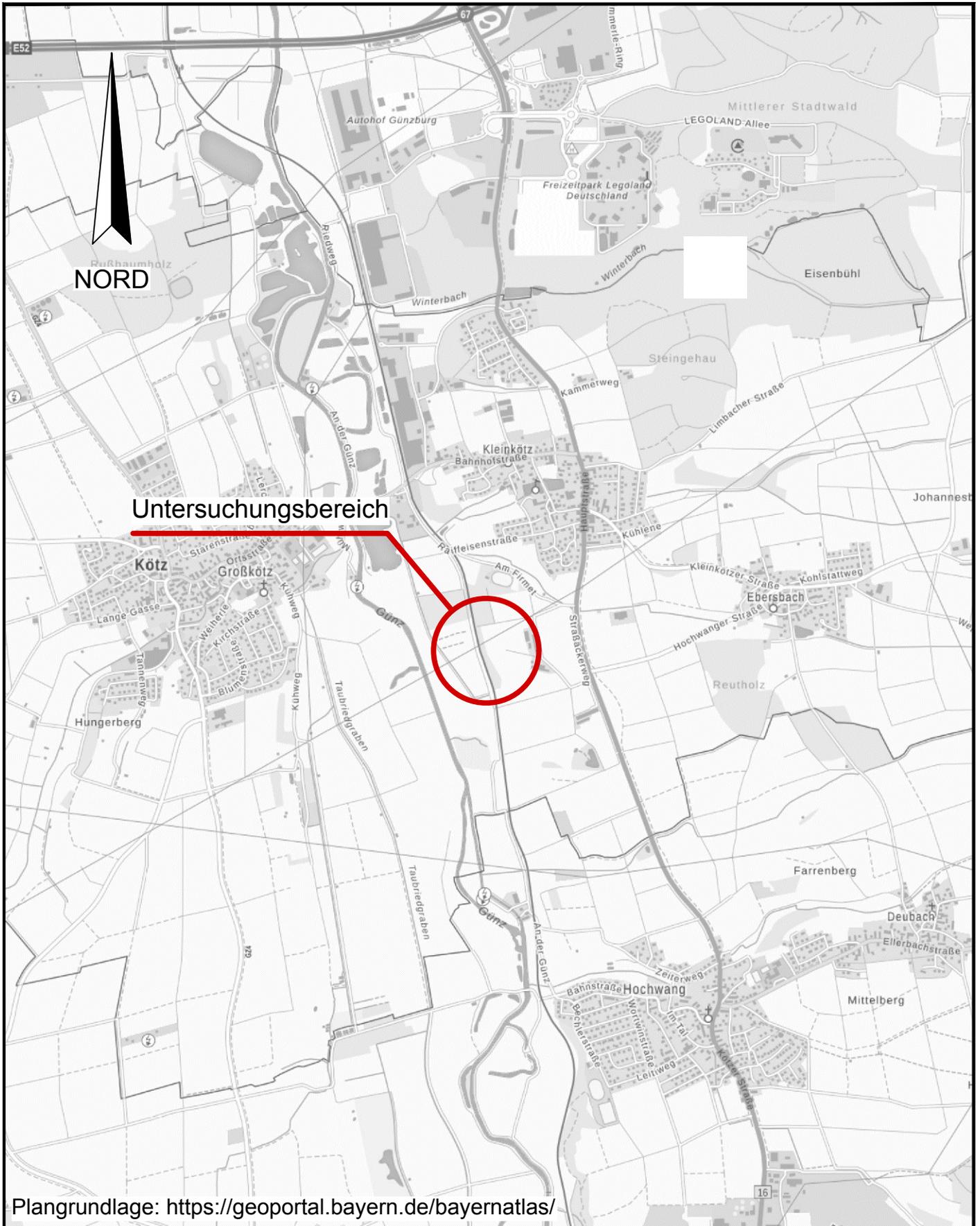
02.12.2022

---

# Anlage 1: Übersichtslageplan

## INHALT

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



Plangrundlage: <https://geoportal.bayern.de/bayernatlas/>



**DR. SPANG**

**AUFTRAGGEBER:**  
bayernets

## Übersichtslageplan

ID 114

**PROJEKT:**  
bayernets Leitung  
Wertingen - Kötz

Anlage:	1.1
Projekt Nr.:	42.7852
Plan Nr.:	42.7852/ 1.1
Datum:	28.02.2022
Maßstab:	1:25.000
Gezeichnet:	Bt
Geprüft:	Häg



DR. SPANG

Projekt: 42.7852

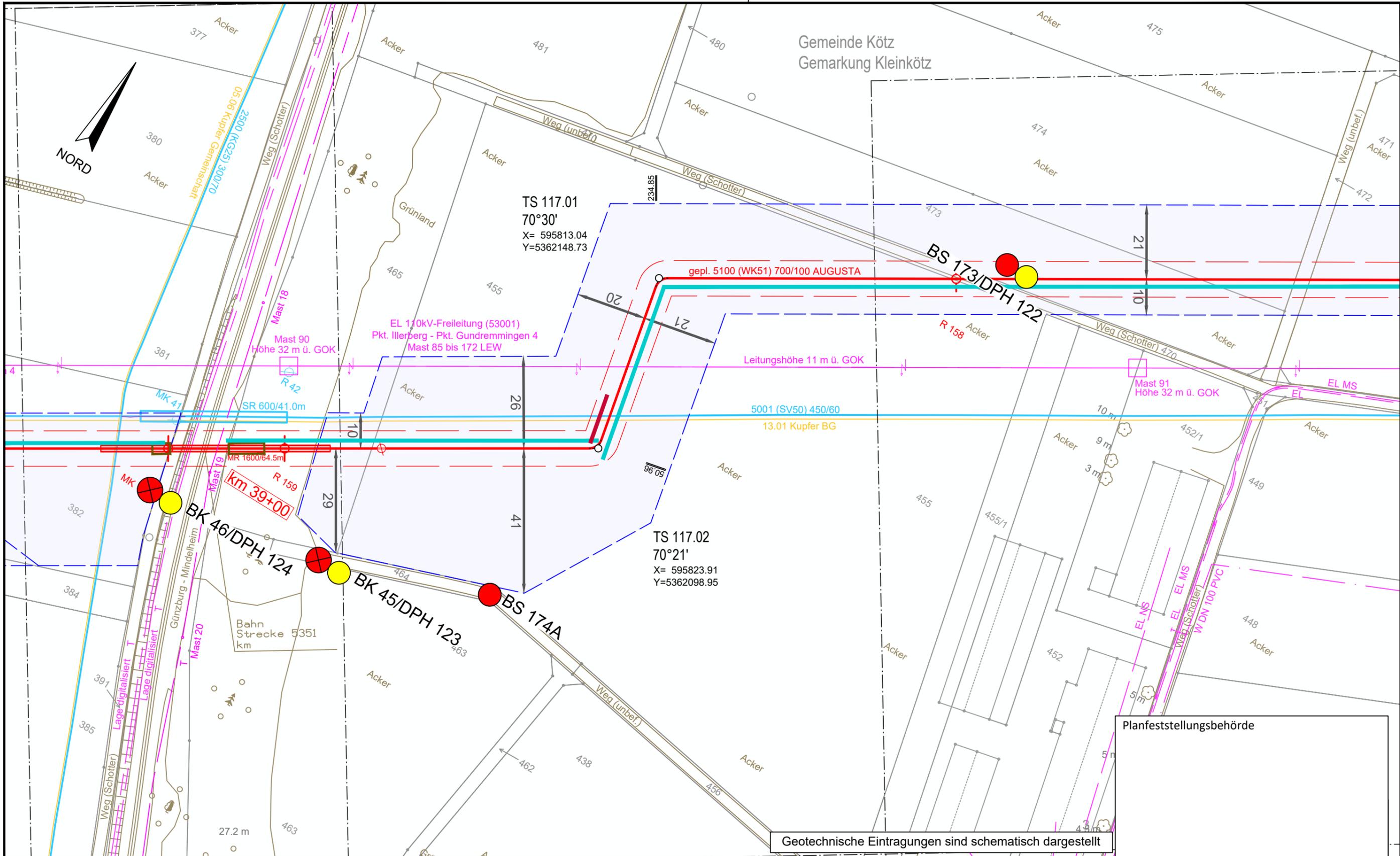
02.12.2022

---

## **Anlage 2: Lageplan**

### INHALT

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



Geotechnische Eintragungen sind schematisch dargestellt

Planfeststellungsbehörde

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

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

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)		Ingeniebüro Weishaupt Planung und Bauüberwachung im Auftrag der <b>bayernets</b> 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		Datum: 31.03.2023		Name: Döring; Hahn / WPG	
Rev. Datum Änderung		Datum: 31.03.2023		Name: Thiele / WPG	
Erstellt		Datum: 31.03.2023		Name: Thiele / WPG	
Geprüft		Datum: 31.03.2023		Name: Thiele / WPG	
Freigegeben		Datum: 31.03.2023		Name: Thiele / WPG	
Blatt-Nr.: 117		Planname: WK5100_GP_TP_TG_117		Blatt-Nr.: 117	

© Geobasisdaten: Bayerische Vermessungsverwaltung



DR. SPANG

Projekt: 42.7852

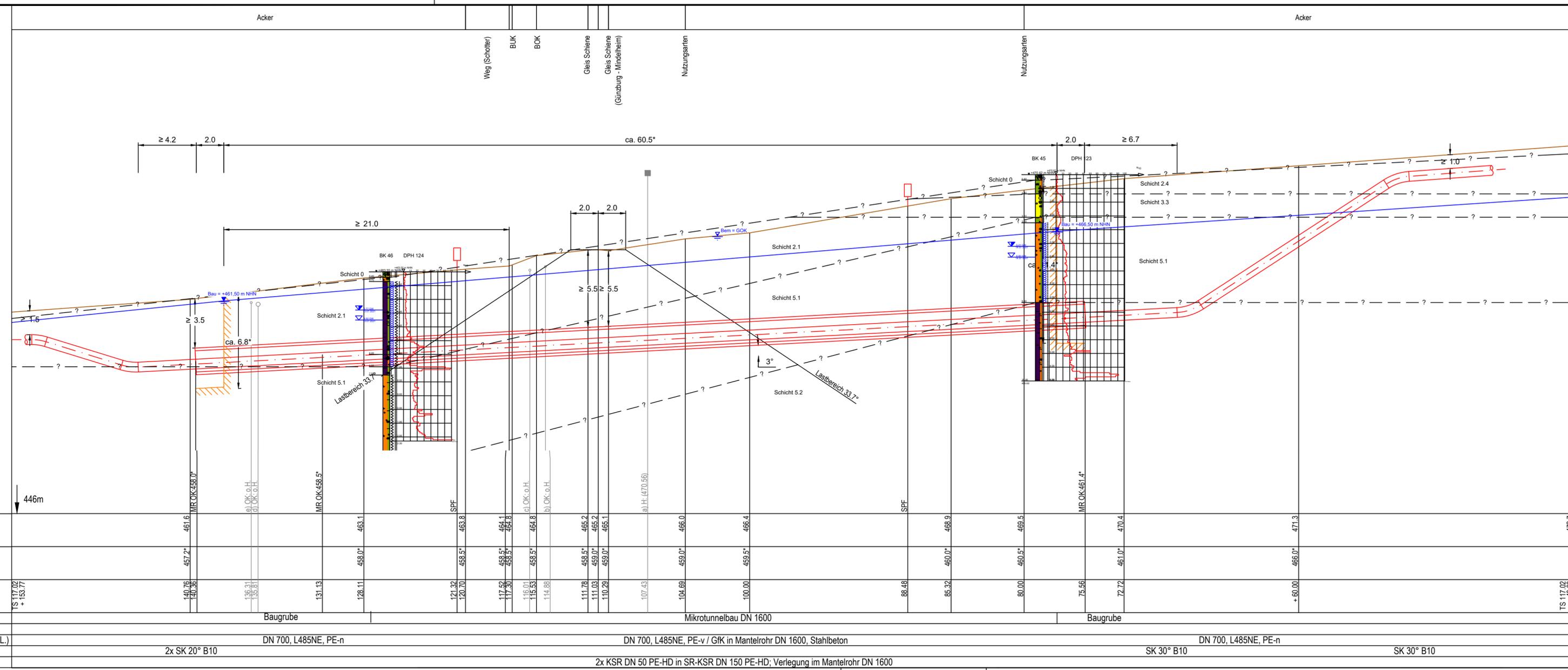
02.12.2022

---

## **Anlage 3: Geotechnischer Schnitt**

### INHALT

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



Schicht Nr.	Bodenart	Klassifizierung nach			Frostempfindlichkeit <sup>1)</sup>	Verdichtungsfähigkeit <sup>2)</sup>
		DIN 18196	DIN 18300 <sup>5)</sup>	DIN 18319 <sup>6)</sup>		
0	Oberboden	OU, OH	3 - 5	/	/	/
2.1	Hang- und Schwemmlern	TL, TM	4 (2) <sup>3)</sup>	LBM 1 - 2	F 3	V 3
2.4	bindige Fluss- und Bachablagerungen	UL, UM	4 (2) <sup>3)</sup>	LBM 1 - 2	F 3	V 3
3.3	Schmelzwasserschotter	GE, GW, GI, GU	3 - 5 (6/7) <sup>4)</sup>	LNE 1 - 2 LNW 1 - 2 (S 1 - S 3) <sup>4)</sup>	F 1 - F 2	V 1 - V 2
5.1	Süßwassermolasse (miUF) fluviatil	ST, ST*, SU, SU*, UL	3 - 5 (2) <sup>3)</sup> (6/7) <sup>4)</sup>	LN 2 - 3 LBM 2 - 3 P 1 (S 1 - S 3) <sup>4)</sup>	F 2 - F 3	V 2 - V 3
5.2	Süßwassermolasse (miUL) limmisch	TL, TM, TA	4 (2) <sup>3)</sup> (6/7) <sup>4)</sup>	LBM 2 - 3 P 1 - P 2 (S 1 - S 3) <sup>4)</sup>	F 2 - F 3	V 3

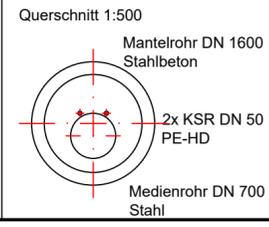
- 1) Nach ZTV E-StB 17, Tab. 3 (F1 = nicht frostempfindlich, F3 = sehr frostempfindlich).
- 2) (V1 = verdichtungsfähig, V3 = schwer verdichtungsfähig)
- 3) Die angegebenen leicht plastischen Böden können bei Wassersättigung infolge Störung der Lagerung in Bodenklasse 2 nach DIN 18 300 übergehen.
- 4)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

**Legende:**

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

**Kreuzende Leitungen:**  
 a) Freileitung, Telekommunikation; genaue Lage unbekannt  
 b) Telekommunikation; Vodafone  
 c) Telekommunikation; Telekom  
 d) Gas; DN300; Stahl; 2500 (KG25); PN70; bayernets  
 e) Begleitkabel; Kupfer; 2500 (KG25); bayernets

Geländehöhe	446m	461.6	457.2	461.6	463.1	463.8	464.1	464.3	464.8	465.2	466.0	466.4	468.9	469.5	470.4	472.7				
Höhe Rohroberkante		457.2	458.0	458.5	458.5	458.5	458.5	458.5	458.5	459.0	459.0	459.5	460.0	460.5	461.0	466.0				
Stationierung	TS 117.02 + 163.77	140.76 140.96	136.31 135.81	131.13	128.11	121.32 120.70	117.60 117.30	116.01 115.53	114.88	111.78 111.03	110.29	107.43	104.69	100.00	88.48	85.32	80.00	75.56	72.72	+ 60.00 TS 117.02 + 163.77
Verlegeart	Baugrube	Mikrotunnelbau DN 1600										Baugrube								
Auftriebsicherung																				
Rohr (ABM., MAT., ISOL.)	DN 700, L485NE, PE-n	DN 700, L485NE, PE-v / GfK in Mantelrohr DN 1600, Stahlbeton										DN 700, L485NE, PE-n								
Rohrbogen vertikal	2x SK 20° B10											SK 30° B10								
KSR (ABM., MAT.)		2x KSR DN 50 PE-HD in SR-KSR DN 150 PE-HD; Verlegung im Mantelrohr DN 1600										SK 30° B10								



- Legende**  
 (themengebogene Auswahl zum vorliegenden Plan; weitere Verwendungen gemäß Symbol-/ Zeichenverzeichnis):
- Baugrube n. DIN 4124
  - Gastransportleitung geplant
  - Bahnstrecke Günzburg - Mindelheim
  - Fremdleitungen (unterflur) (oberflur)
  - (≤ DN 300 Darstellung schematisch)
  - (> DN 300 Darstellung maßstäblich)
- \* in Abhängigkeit der Ausführungsplanung

Planfeststellungsbehörde

DR. SPANG Ingenieurgesellschaft für Bauwesen, Geologie und Umwelttechnik mbH  
 Rosa-Wolfsstein-Straße 6, 58453 Witten  
 Telefon: 02302 / 9 14 02 - 0

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

**Sonderplan Bauwerkskreuzungen, Höhe**  
 Bahnstrecke 5351 Günzburg - Mindelheim

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

Im Auftrag der bayernets

Datum:	17.05.2023	Geprüft:	BJe	Bundesland:	Bayern	Regierungsbezirk:	Schwaben	Landkreis:	Günzburg
Rev.	Datum	Änderung	Datum	Name	Format	Maßstab	Revision		
	10.05.2023	Erstellt	10.05.2023	Hahn; Döring / WPG	297 x 815	1 : 200	0		
	10.05.2023	Geprüft	10.05.2023	Thiele / WPG	Planname		Blatt-Nr.		
	10.05.2023	Freigegeben	10.05.2023	Ambs / bayernets	WK5100_GP_TP_SH		11801		

Höhen bezogen auf DHHN12 (NN-Höhen)



DR. SPANG

Projekt: 42.7852

02.12.2022

---

# **Anlage 4: Ergebnisse der Baugrunderkundung**

## INHALT

4.0	Titelblatt	(1)
4.1	Zeichenerläuterungen Baugrunderkundung	(2)
4.2	entfällt	(/)
4.3	Schwere Rammsondierungen (DPH)	(2)
4.4	Kernbohrungen (BK)	(2)
4.5	Kernfotos	(4)

Probeentnahme:

- G1  gestörte Probe
- U1  Sonderprobe
- K1  Kernprobe

Nebenanteile:

- z.B. s', t': schwach
- z.B. s̄, t̄: stark

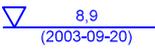
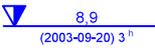
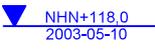
Kalkgehalt:

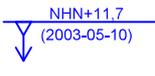
- k° kalkfrei
- k<sup>+</sup> kalkhaltig
- k<sup>++</sup> stark kalkhaltig

Grundwasser:

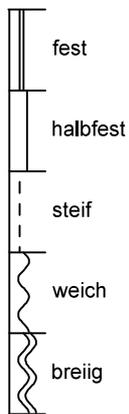
Grundwasserstand:

-  a) Bemessungswasserstand
-  b) Bauwasserstand

-  8,9 (2003-09-20) Grundwasser angebohrt
-  8,9 (2003-09-20) 3<sup>h</sup> Grundwasserstand nach Bohrende
-  NHN+118,0 (2003-05-10) Ruhewasserstand
-  NHN+365,7 (2003-05-10) 10<sup>h</sup> Grundwasseranstieg  
NHN+355,7

-  NHN+11,7 (2003-05-10) Wasser versickert
-  naß

Konsistenz:



Trennflächen:

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

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	(( )) mäßig bis stark verwittert
W 3: stark verwittert	
W 4: vollständig verwittert	z zersetzt
W 5: zersetzt	

Festigkeit Fels nach DIN EN ISO 14689-1:

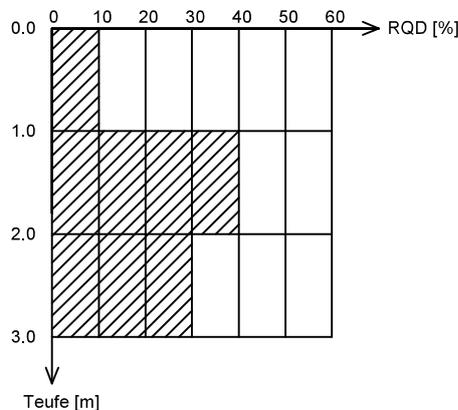
- R 0: außerordentlich gering
- R 1: sehr gering
- R 2: gering
- R 3: mäßig hoch
- R 4: hoch
- R 5: sehr hoch
- R 6: außerordentlich hoch

Kornbindung Fels nach DIN EN ISO 14689-1:

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

RQD Fels:

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

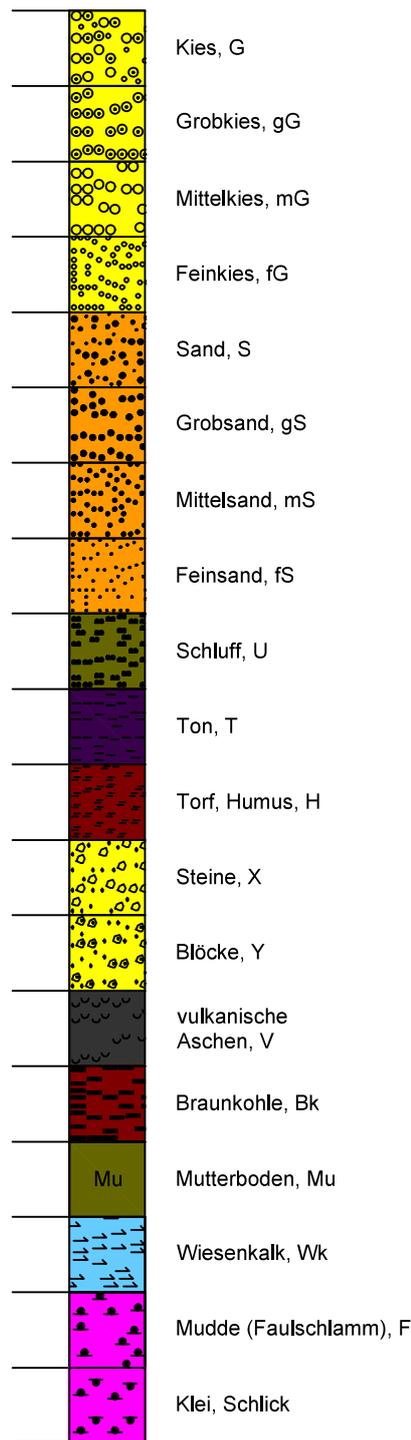


DR. SPANG

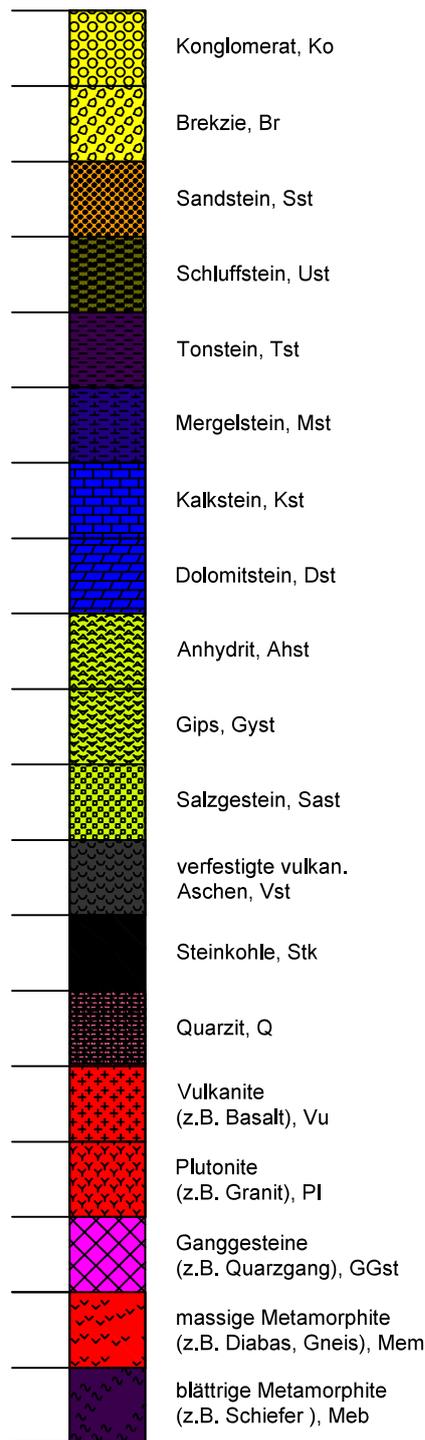
**Zeichenerläuterung**  
Baugrunderkundung

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

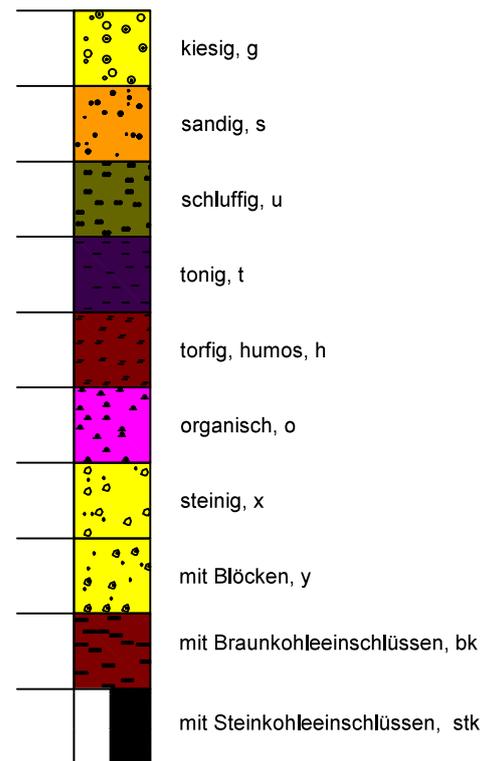
Hauptbodenarten:



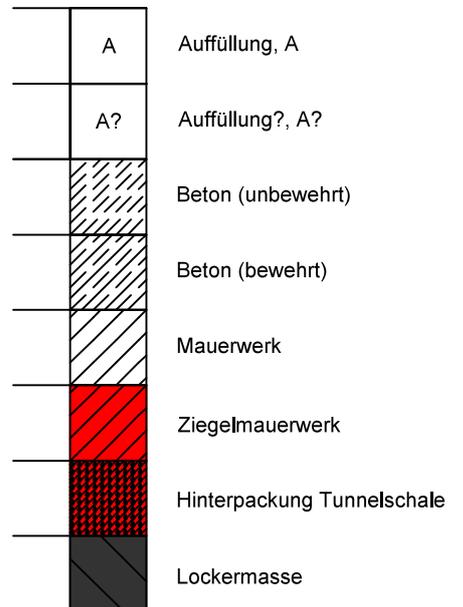
Felsarten:



Nebenbodenarten:



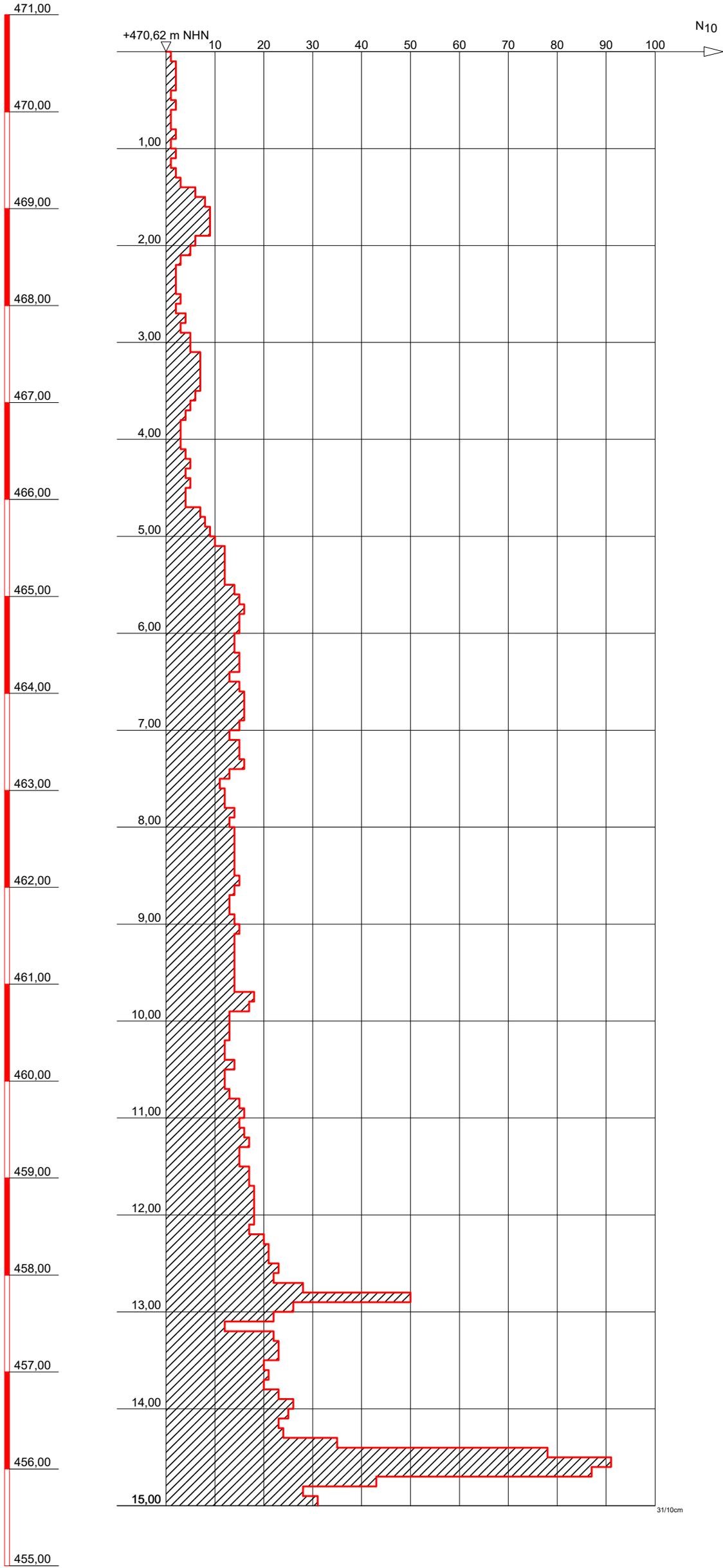
Sonstige Signaturen:



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

+ m NHN

# DPH 123



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 123

**Projekt-Nr:** 42.7852

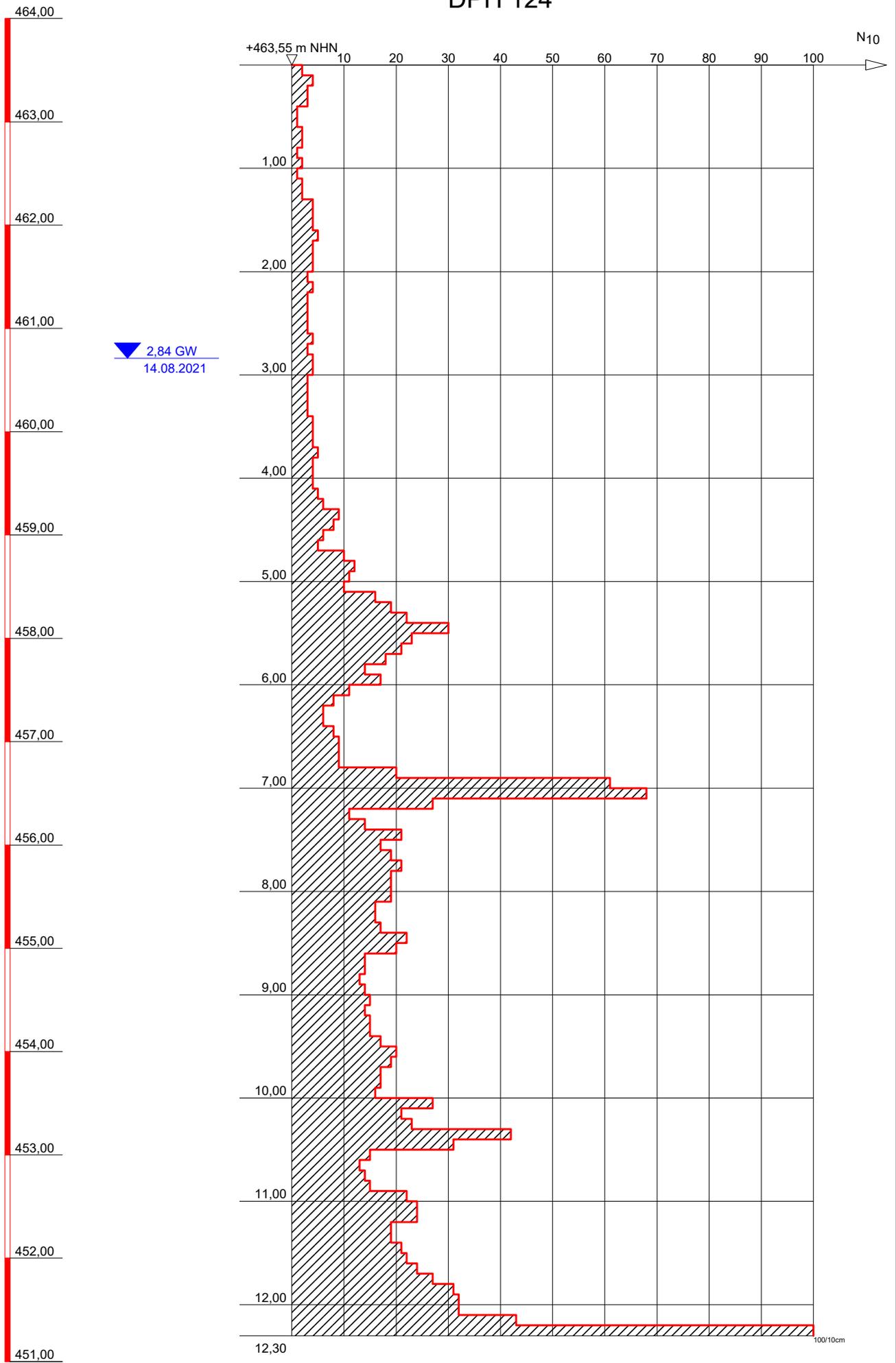
**Datum:** 18.08.2021

**Maßstab:** 1 : 50

**Bearbeiter:** Cris/Bött/Ruw

+ m NHN

# DPH 124



Sonde steht auf



**DR. SPANG**

Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen  
Geologie und Umwelttechnik mbH

**Bauvorhaben:**  
WK 51 Gastransportleitung Wertingen - Kötz

**Auftraggeber:**  
bayernets

**SCHWERE RAMMSONDIERUNG**

**Anlage:** 4.3 - DPH 124

**Projekt-Nr:** 42.7852

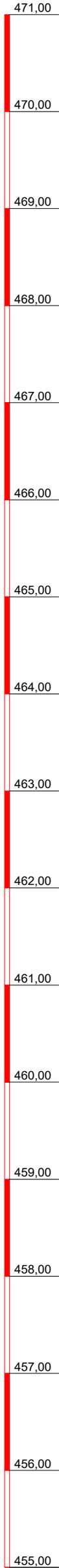
**Datum:** 14.08.2021

**Maßstab:** 1 : 50

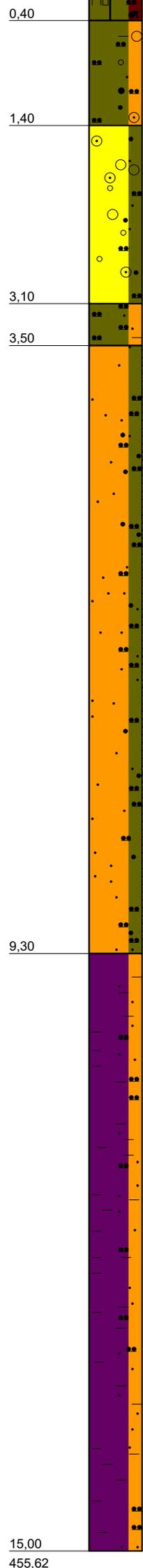
**Bearbeiter:** Cris/Bött/Ruw

+ m NHN

# BK 45



▽+470,62 m NHN



Mu (U, h, s', g'), erdfeucht, steif, verwurzelt, braun

U, s, t', g', erdfeucht bis feucht, steif, g= Flussskiese, kantengerundet, braun-grau

E1 1,50 / 2,00  
B1 2,20 / 2,40

G, u', fs'- ms', kalkhaltig, erdfeucht, (GU), G= Flussskiese, kantengerundet, ocker

U, fs, t', erdfeucht bis feucht, steif, braun

UP1 5,00 / 5,30

5,21 GW / 14.07.2021

MP1 2,00 / 5,00

6,00 GW / 14.07.2021

E2 5,20 / 6,00

fs, u, ms', kalkhaltig, feucht bis nass, steif, (SU), ocker

UP2 7,80 / 8,00

UP3 10,00 / 10,30

T, fs, u', stark kalkhaltig, erdfeucht, halbfest bis fest, (TA), grau

B2 14,10 / 14,20

15,00  
455,62

Solltiefe erreicht



**DR. SPANG**

Ingenieuresellschaft f. Bauwesen  
Geologie und Umwelttechnik mbH

Bauvorhaben:  
WK 51 Gastransportleitung Wertingen-Kötz

Auftraggeber:  
bayernets

**KERNBOHRUNG**

Anlage: 4.4 - BK 45

Projekt-Nr: 42.7852

Datum: 14.07.2021

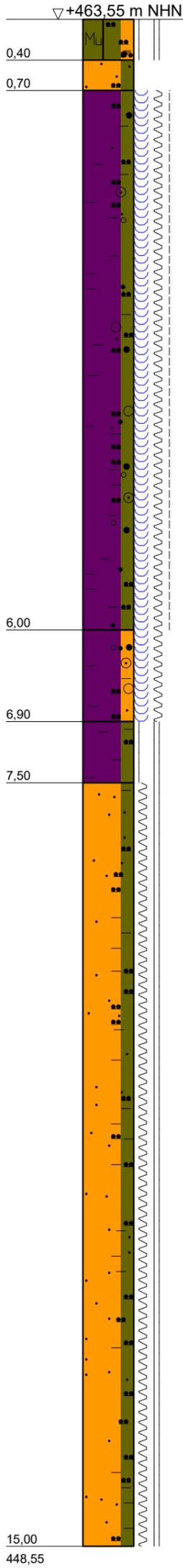
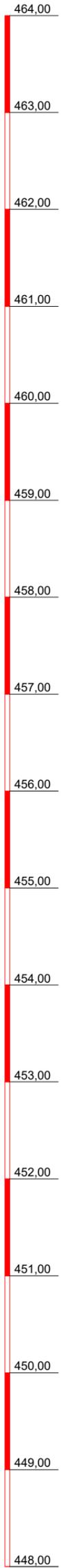
Maßstab: 1 : 50

Bearbeiter: Hæg/Ruw

+ m NHN

### BK 46

### SPT 46



Mu (U, s, h, t'), kalkhaltig, feucht, halbfest bis fest, verwurzelt, braun  
fS, u, feucht, dunkelbraun

T, u, s, g', stark kalkhaltig, feucht bis nass, weich bis steif, nach unten mehr U/T, ocker

T, s, g, u, kalkhaltig, nass, weich, (TL), g= Flussskies, kantig-gut gerundet, ocker-grau

T, u', stark kalkhaltig, erdfeucht, halbfest bis fest, (TM), grau

fS, u, t, stark kalkhaltig, erdfeucht bis feucht, weich bis fest, nach unten immer mehr U/T, grau

2,77 GW  
13.07.2021

3,50 GW  
13.07.2021

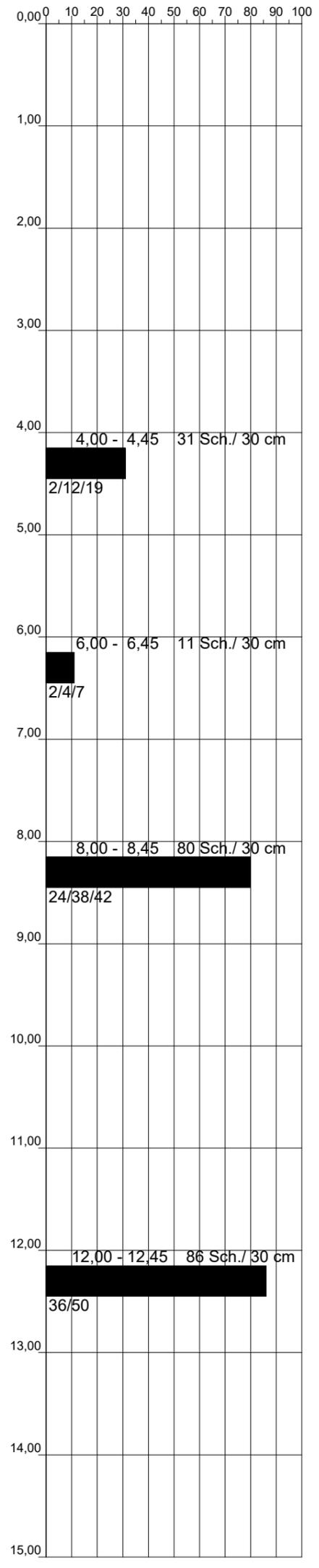
MP1 2,00  
4,50

E1 4,60  
5,30

B1 6,90  
7,00

E2 6,10  
6,80

B2 13,70  
13,90



Solltiefe erreicht

**DR. SPANG**  
Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen  
Geologie und Umwelttechnik mbH

**Bauvorhaben:**  
WK 51 Gastransportleitung Wertingen-Kötz

**Auftraggeber:**  
bayernets

**KERNBOHRUNG**

**Anlage:** 4.4 - BK 46

**Projekt-Nr:** 42.7852

**Datum:** 13.07.2021

**Maßstab:** 1 : 50

**Bearbeiter:** Häg/Ruw



DR. SPANG

Projekt: 42.7852

Anlage 4.5 / Seite 1

08.12.2021

**WK51 Gastransportleitung Wertingen - Kötz;  
BK 45 - Endteufe 15,0 m**





DR. SPANG

Projekt: 42.7852

Anlage 4.5 / Seite 2

08.12.2021





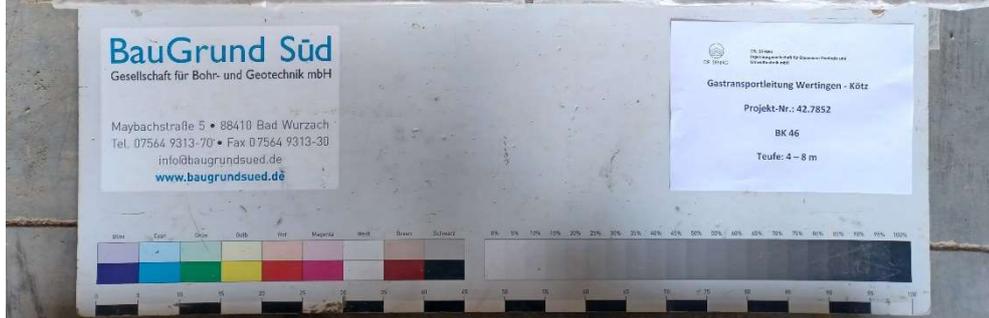
DR. SPANG

Projekt: 42.7852

Anlage 4.5 / Seite 1

08.12.2021

**WK51 Gastransportleitung Wertingen - Kötz;  
BK 46 - Endteufe 15,0 m**





DR. SPANG

Projekt: 42.7852

Anlage 4.5 / Seite 2

08.12.2021

8

9

10

11



9

10

11

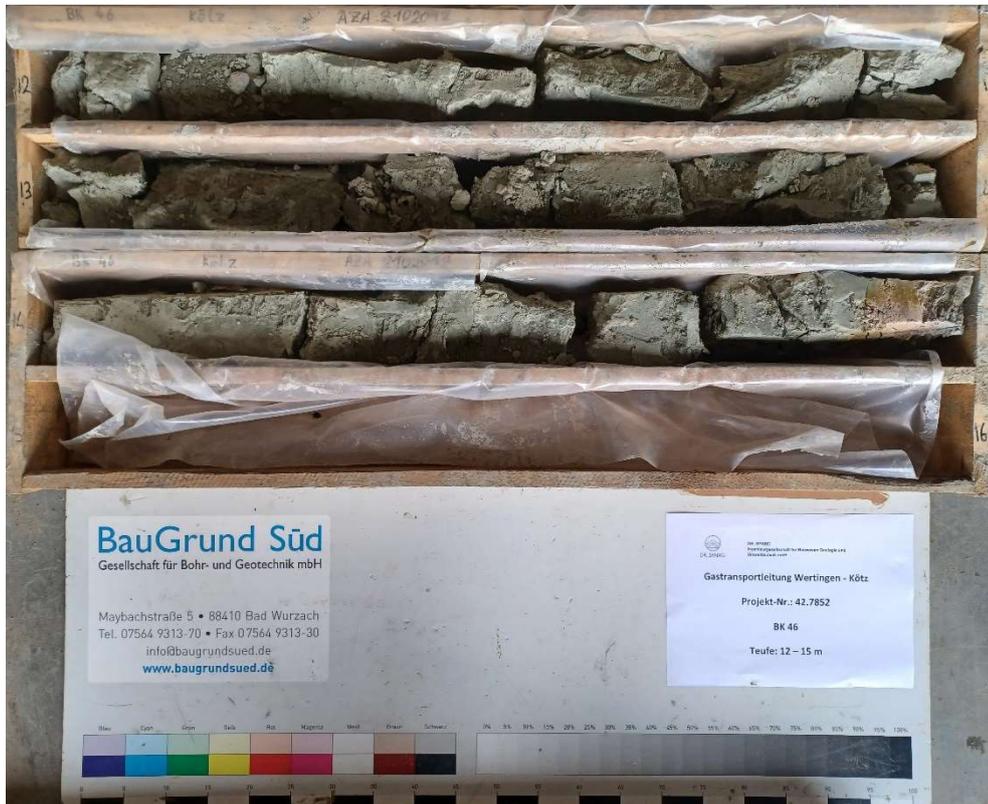
12

12

13

14

15



13

14

15

16



## 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	(4)
5.3	Körnungslinie nach DIN EN ISO 17 892-4	(3)
5.4	entfällt	(/)
5.5	Kalkgehalt nach DIN 18 129	(3)
5.6	Dichtebestimmung nach DIN EN ISO 17 892-2	(3)
5.7	entfällt	(/)
5.8	Scherversuch nach DIN EN ISO 17 892-10	(1)

## Wassergehalt DIN EN ISO 17892-1

### WK 51 - Gastransportleitung

#### Wertingen - Kötz

Bearbeiter: Mach

Datum: 11.10.21

Entnahmestelle:	BK 34	BK 37	BK 37	BK 39	1BK 39
Tiefe:	3,0 - 3,3	3,0 - 3,3	7,3 - 7,6	3,0 - 3,3	7,0 - 7,3
Bodenart:	S, $\bar{g}$ , u'	S, $\bar{g}$ , u	T, u'	S, g, u'	T, $\bar{u}$ , $\bar{s}$ , g
Feuchte Probe + Behälter [g]:	7170.00	5400.00	347.61	6020.00	6471.00
Trockene Probe + Behälter [g]:	6724.00	4999.00	297.56	5387.00	5698.00
Behälter [g]:	1072.00	1074.00	5.70	1075.00	1081.00
Porenwasser [g]:	446.00	401.00	50.05	633.00	773.00
Trockene Probe [g]:	5652.00	3925.00	291.86	4312.00	4617.00
Wassergehalt [%]	7.89	10.22	17.15	14.68	16.74

Entnahmestelle:	BK 42	BK 44	BK 44	BK 45	BK 45
Tiefe:	7,0 - 7,3	3,0 - 3,3	6,5 - 6,8	5,0 - 5,3	7,7 - 8,0
Bodenart:	S, g, u	T, $\bar{u}$ , $\bar{s}$ , h'	T, u, fs	fS, u, ms'	S, U
Feuchte Probe + Behälter [g]:	5942.00	1364.57	1078.83	229.33	1367.27
Trockene Probe + Behälter [g]:	5318.00	1124.33	894.20	187.88	1124.81
Behälter [g]:	1100.00	109.48	110.99	5.80	111.39
Porenwasser [g]:	624.00	240.24	184.63	41.45	242.46
Trockene Probe [g]:	4218.00	1014.85	783.21	182.08	1013.42
Wassergehalt [%]	14.79	23.67	23.57	22.76	23.92

Entnahmestelle:	BK 45	BK 46	BK 47	BK 47	BK 49
Tiefe:	10,0 - 10,3	4,6 - 5,3	2,7 - 3,0	6,0 - 6,3	5,7 - 6,0
Bodenart:	T, u, fs	T, $\bar{u}$ , $\bar{s}$ , g'	S, $\bar{g}$ , u	T, u', s'	T, u', fs, h'
Feuchte Probe + Behälter [g]:	1175.19	1286.19	6577.00	912.33	1068.71
Trockene Probe + Behälter [g]:	996.24	1129.03	6219.00	766.77	903.68
Behälter [g]:	111.41	203.69	1090.00	108.78	111.96
Porenwasser [g]:	178.95	157.16	358.00	145.56	165.03
Trockene Probe [g]:	884.83	925.34	5129.00	657.99	791.72
Wassergehalt [%]	20.22	16.98	6.98	22.12	20.84

Entnahmestelle:	BK 49	BK 49	BK 50	BK 50	
Tiefe:	8,0 - 8,3	12,0 - 12,3	5,0 - 5,3	7,5 - 7,8	
Bodenart:	T, u	S, u	S, g	T, u'	
Feuchte Probe + Behälter [g]:	1337.05	1439.27	6995.00	1162.96	
Trockene Probe + Behälter [g]:	1143.86	1144.87	6500.00	983.49	
Behälter [g]:	110.86	111.83	1071.00	109.85	
Porenwasser [g]:	193.19	294.40	495.00	179.47	
Trockene Probe [g]:	1033.00	1033.04	5429.00	873.64	
Wassergehalt [%]	18.70	28.50	9.12	20.54	

Fließ- und Ausrollgrenze DIN EN ISO 17892-12

WK 51 - Gastransportleitung

Wertingen - Kötz

Bearbeiter: Azu

Datum: 30.09.21

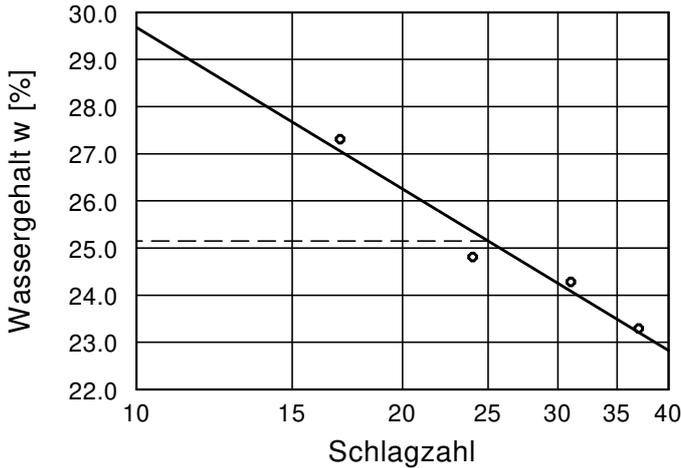
Entnahmestelle: BK 45

Tiefe: 2,2 - 2,4

Art der Entnahme: gestört

Bodenart: T,  $\bar{u}$ , s

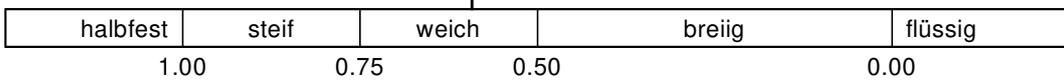
Probe entnommen am: 23.07.21



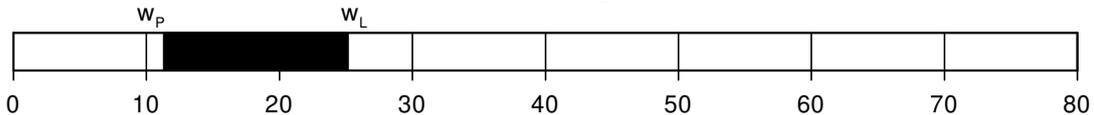
Wassergehalt  $w = 16.1 \%$   
 Fließgrenze  $w_L = 25.1 \%$   
 Ausrollgrenze  $w_P = 11.3 \%$   
 Plastizitätszahl  $I_P = 13.8 \%$   
 Konsistenzzahl  $I_C = 0.59$   
 Anteil Überkorn  $\bar{u} = 5.0 \%$   
 Wassergeh. Überk.  $w_{\bar{u}} = 0.0 \%$   
 Korrr. Wassergehalt =  $16.9 \%$

Zustandsform

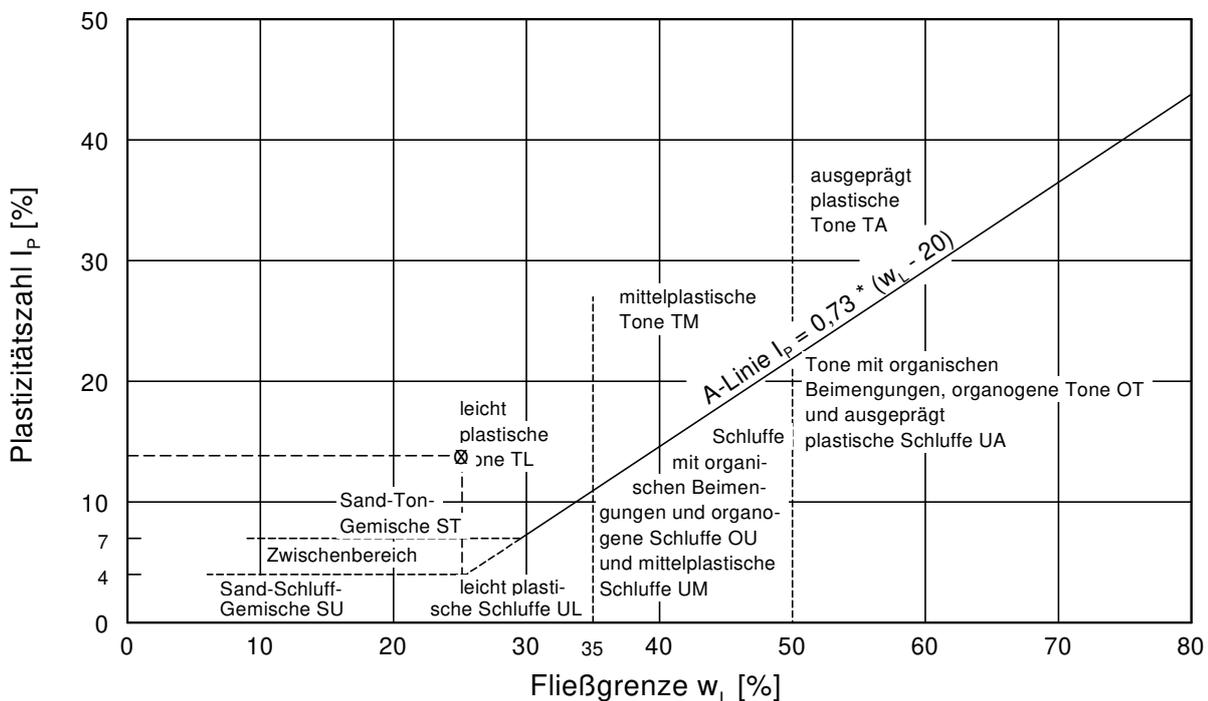
$I_C = 0.59$



Plastizitätsbereich ( $w_L$  bis  $w_P$ ) [%]



Plastizitätsdiagramm



Fließ- und Ausrollgrenze DIN EN ISO 17892-12

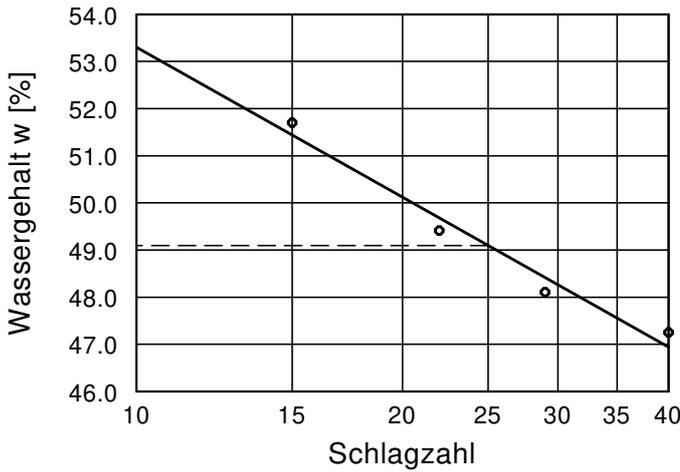
WK 51 - Gastransportleitung

Wertingen - Kötz

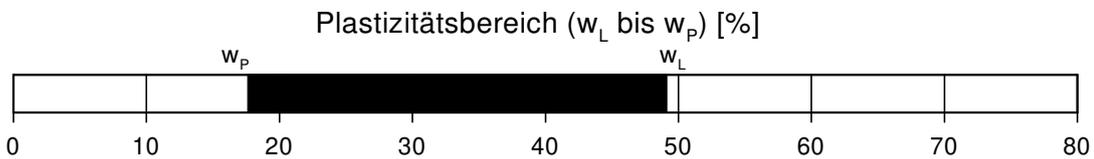
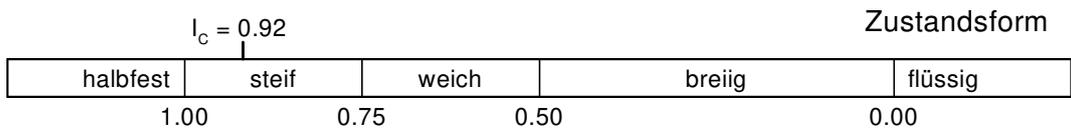
Bearbeiter: Kou

Datum: 11.10.21

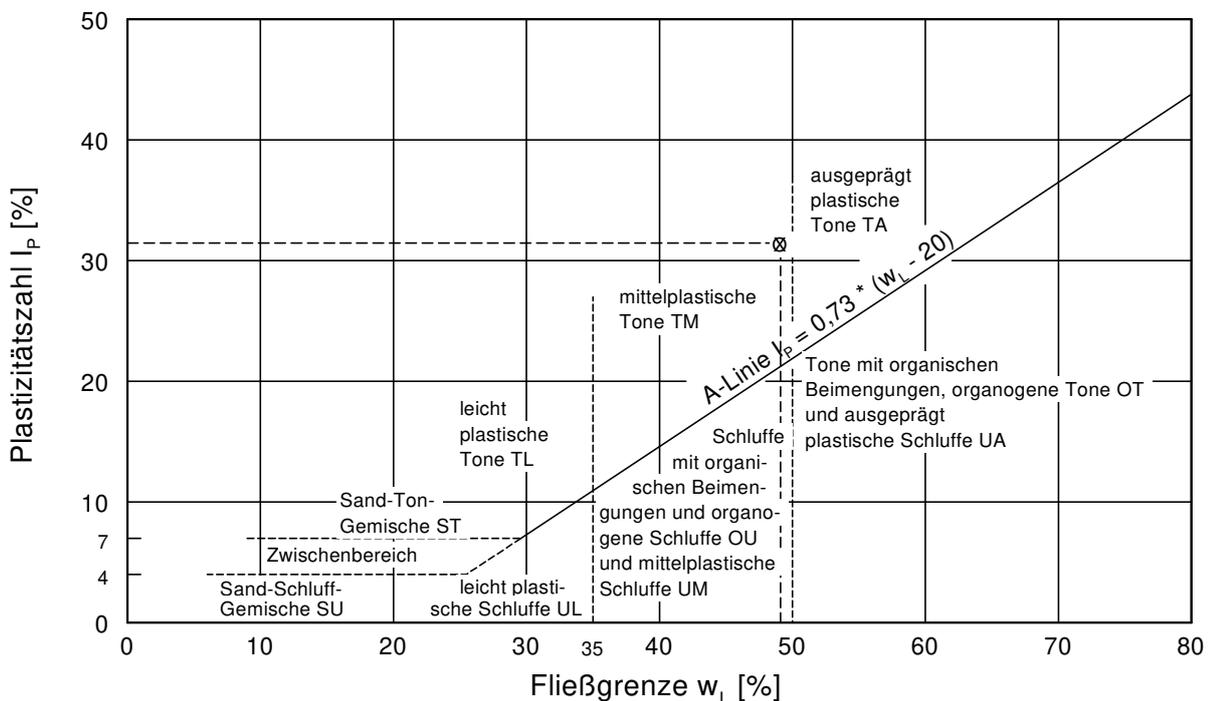
Entnahmestelle: BK 45  
 Tiefe: 10,0 - 10,3  
 Art der Entnahme: ungestört  
 Bodenart: T, u', f̄s  
 Probe entnommen am: 23.07.21



Wassergehalt  $w = 20.2 \%$   
 Fließgrenze  $w_L = 49.1 \%$   
 Ausrollgrenze  $w_p = 17.6 \%$   
 Plastizitätszahl  $I_p = 31.5 \%$   
 Konsistenzzahl  $I_c = 0.92$



Plastizitätsdiagramm



Fließ- und Ausrollgrenze DIN EN ISO 17892-12

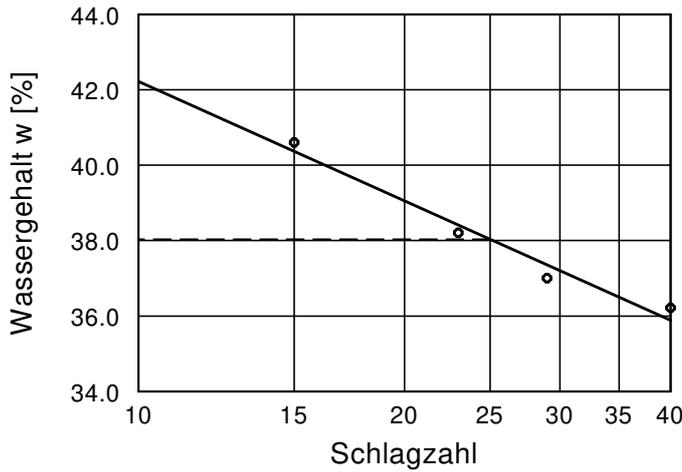
WK 51 - Gastransportleitung

Wertingen - Kötz

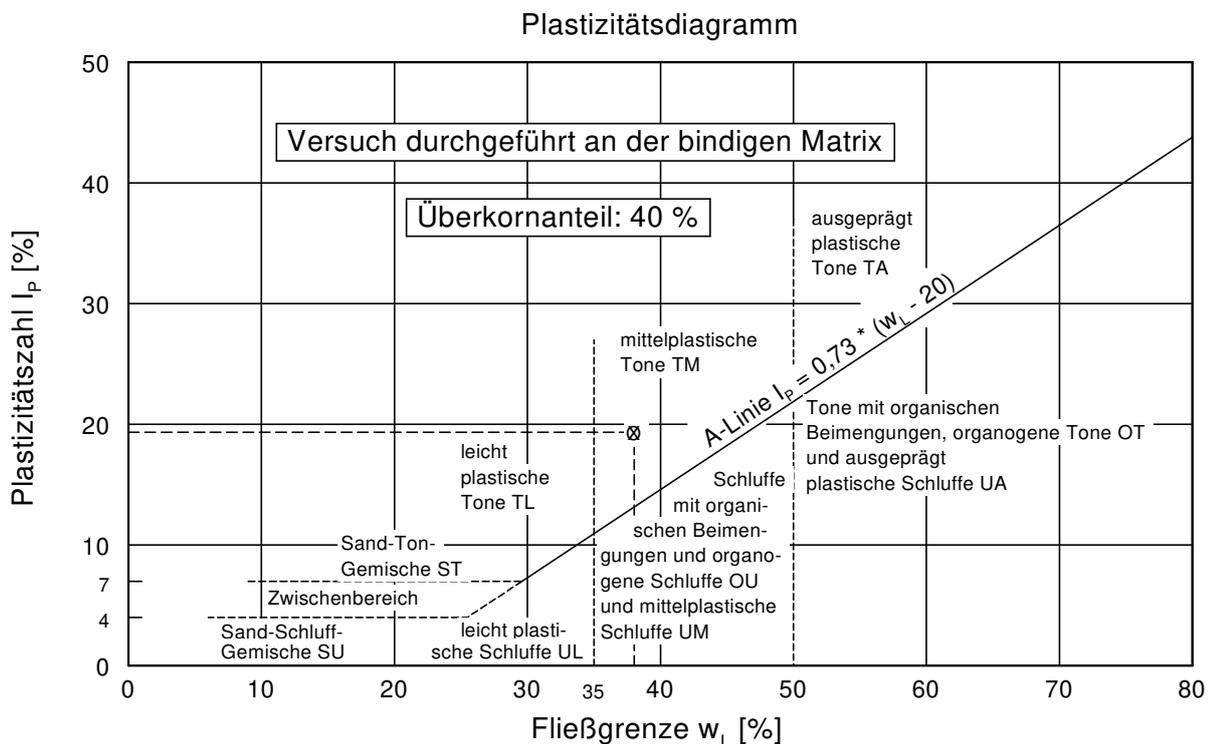
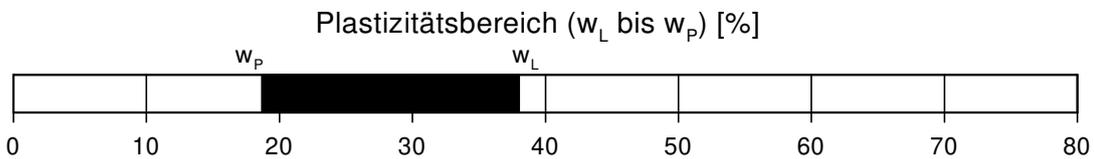
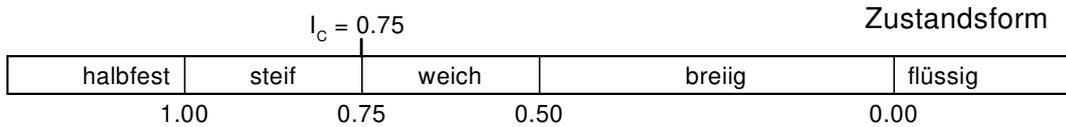
Bearbeiter: Süm

Datum: 01.10.21

Entnahmestelle: BK 46  
 Tiefe: 6,1 - 6,8  
 Art der Entnahme: gestört  
 Bodenart: T, u,  $\bar{s}$ ,  $\bar{g}$   
 Probe entnommen am: 28.07.21



Wassergehalt  $w = 23.5 \%$   
 Fließgrenze  $w_L = 38.0 \%$   
 Ausrollgrenze  $w_P = 18.7 \%$   
 Plastizitätszahl  $I_P = 19.3 \%$   
 Konsistenzzahl  $I_C = 0.75$



Fließ- und Ausrollgrenze DIN EN ISO 17892-12

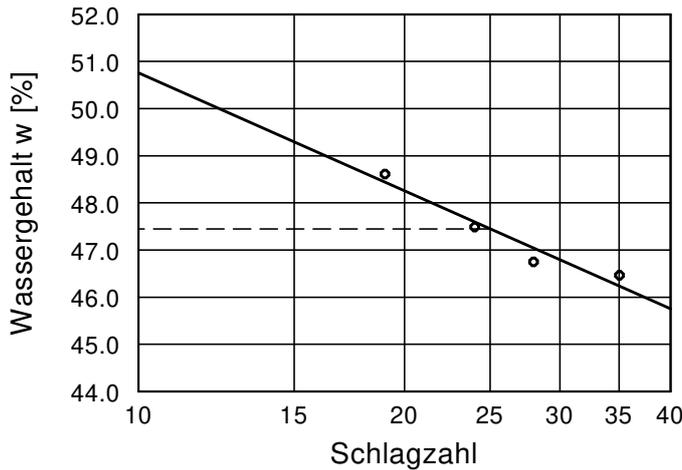
WK 51 - Gastransportleitung

Wertingen - Kötz

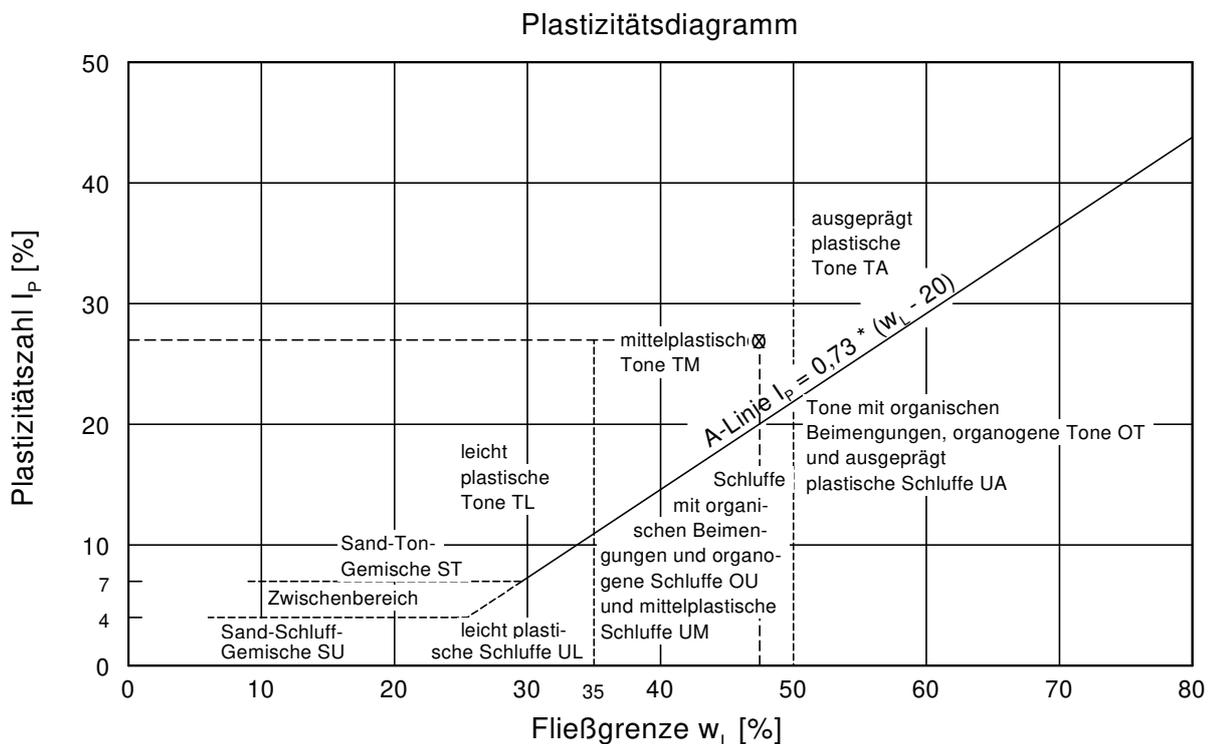
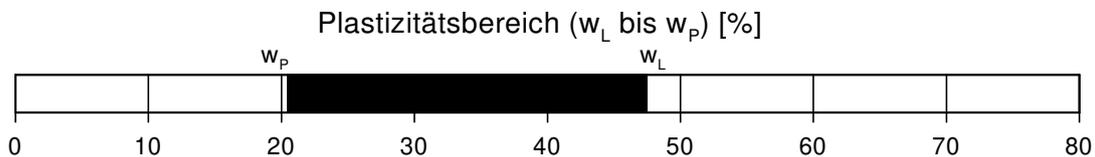
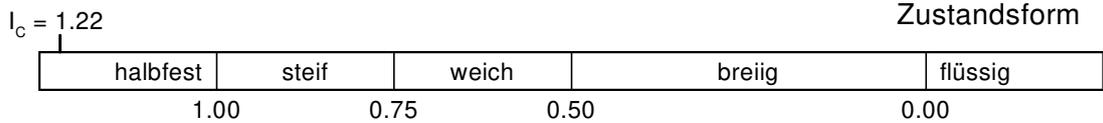
Bearbeiter: Süm

Datum: 04.10.21

Entnahmestelle: BK 46  
 Tiefe: 6,9 - 7,0  
 Art der Entnahme: gestört  
 Bodenart: T, u'  
 Probe entnommen am: 28.07.21



Wassergehalt  $w = 14.5 \%$   
 Fließgrenze  $w_L = 47.4 \%$   
 Ausrollgrenze  $w_P = 20.5 \%$   
 Plastizitätszahl  $I_P = 26.9 \%$   
 Konsistenzzahl  $I_C = 1.22$

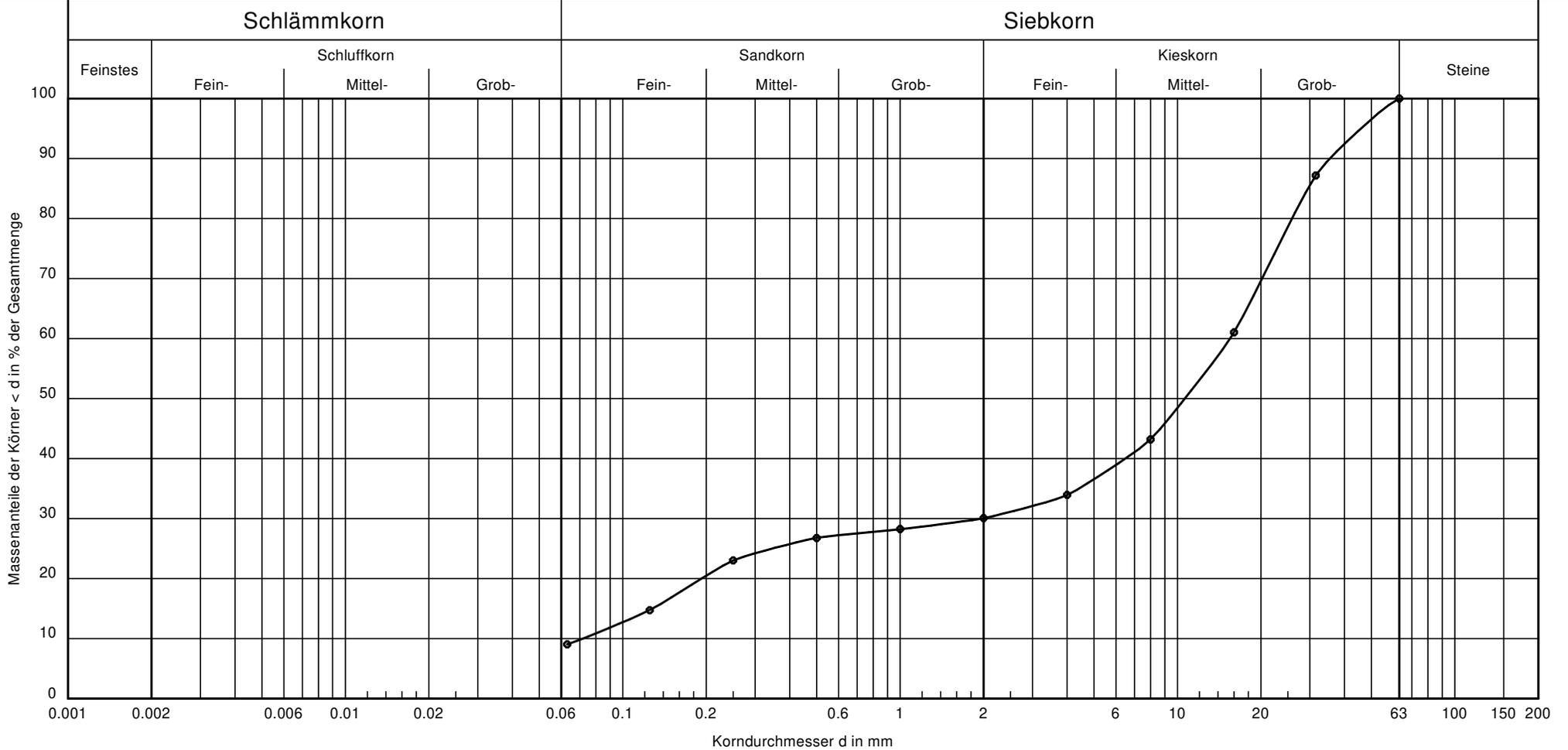


# Körnungslinie

## WK 51 - Gastransportleitung

### Wertingen - Kötz

Datum: 13.10.21  
 Probe entnommen am: 23.07.21  
 Art der Entnahme: gestört  
 Arbeitsweise: Siebung nach nassem Abtrennen der Feinanteile



Entnahmestelle:

BK 45

Tiefe:

1,5 - 2,0

Bodenart:

G, u', fs', ms'

U/Cc

215.4/3.5

T/U/S/G [%]:

- /9.0/21.0/69.9

Bemerkungen:

Projektnr.:  
 P 42.7852  
 Anlage:  
 5.3

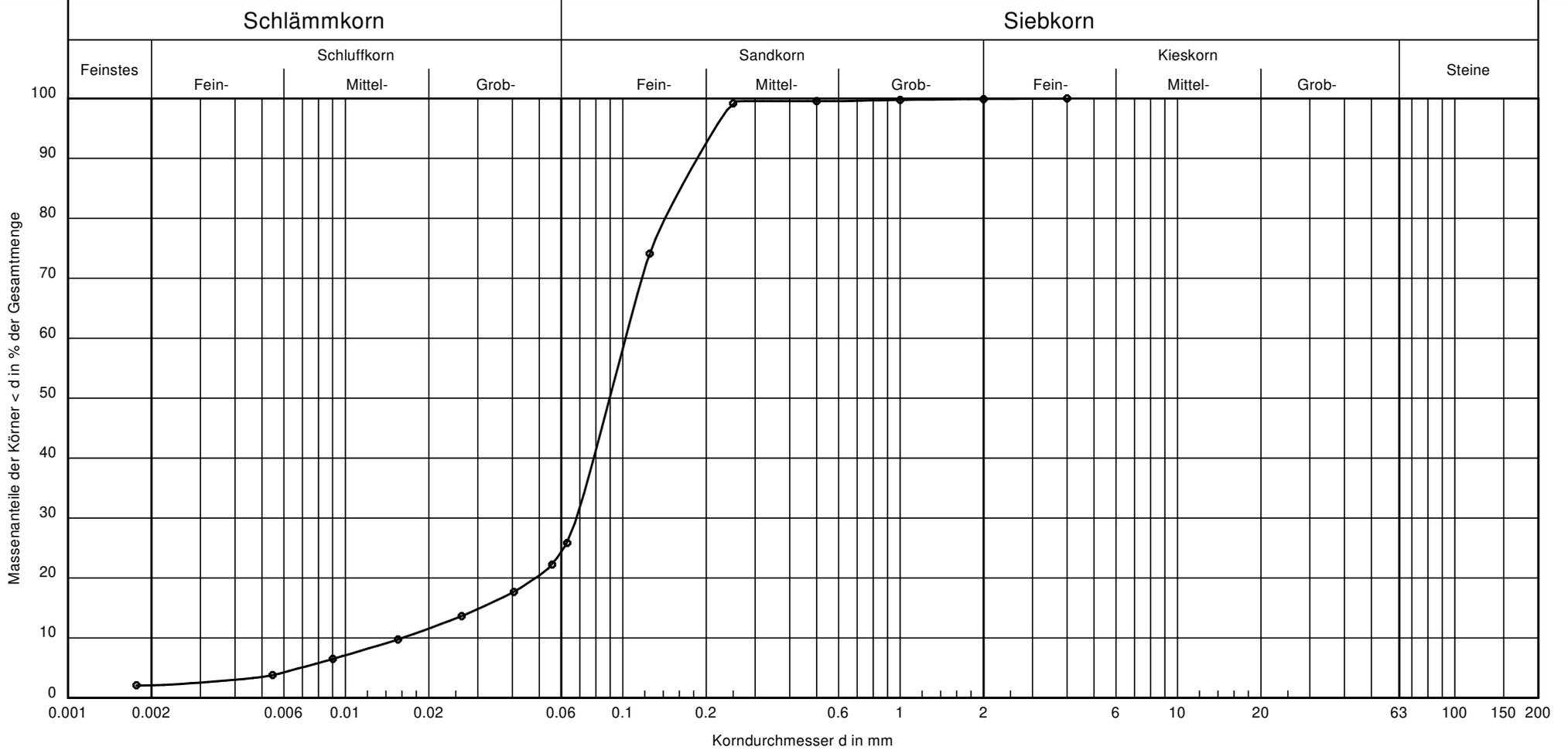
Dr. Spang  
 Ingenieurgesellschaft für Bauwesen, Geologie u. Umwelttechnik mbH

# Körnungslinie

## WK 51 - Gastransportleitung

### Wertingen - Kötz

Datum: 05.11.21  
 Probe entnommen am: 23.07.21  
 Art der Entnahme: ungestört  
 Arbeitsweise: komb. Sieb- Schlämmanalyse



Entnahmestelle:

BK 45

Tiefe:

5,0 - 5,3

Bodenart:

fS, u, ms'

U/Cc

6.4/2.8

T/U/S/G [%]:

2.1/23.9/73.9/0.1

Bemerkungen:

Projektnr.:  
 P 42.7852  
 Anlage:  
 5.3

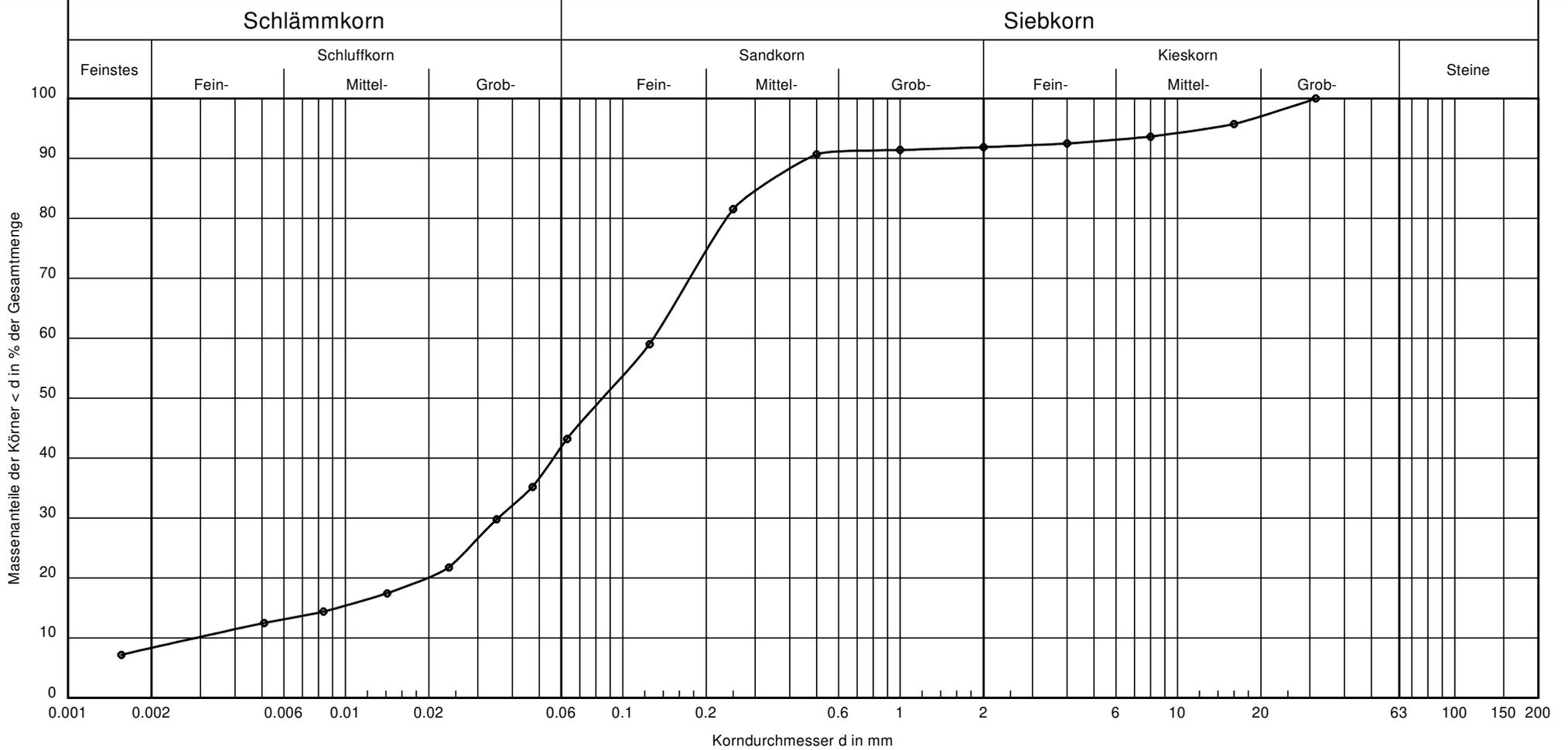
Dr. Spang  
 Ingenieurgesellschaft für Bauwesen, Geologie u. Umwelttechnik mbH

# Körnungslinie

## WK 51 - Gastransportleitung

### Wertingen - Kötz

Datum: 05.10.21  
 Probe entnommen am: 28.07.21  
 Art der Entnahme: gestört  
 Arbeitsweise: komb. Sieb- Schlämmanalyse



Entnahmestelle:

BK 46

Tiefe:

4,6 - 5,3

Bodenart:

T,  $\bar{u}$ ,  $\bar{s}$ , g'

U/Cc

44.7/3.4

T/U/S/G [%]:

8.3/34.8/48.7/8.1

Bemerkungen:

Projektnr.:  
 P 42.7852  
 Anlage:  
 5.3

## Kalkgehalt nach DIN 18 129

### WK 51 - Gastransportleitung

### Wertingen - Kötz

Bearbeiter: Guh

Datum: 05.10.21

Entnahmestelle: BK 46  
Tiefe: 4,6 - 5,3  
Art der Entnahme: gestört  
Bodenart: T,  $\bar{u}$ ,  $\bar{s}$ , g'  
Probe entnommen am: 28.07.21

Versuch Nr.:	1	2
Trockenmasse der Probe [g]	0.51	0.49
Temperatur [°C]	22.50	22.40
Absoluter Luftdruck [kPa]	99.10	99.10
Volumen nach 30 Sekunden [cm <sup>3</sup> ]	17.40	18.00
Volumen Versuchsende [cm <sup>3</sup> ]	36.10	36.00
Calcitanteil [%]	13.81	14.88
Dolomitanteil [%]	14.84	14.88
Kalkgehalt [%]	28.66	29.75
Mittelwerte [%]	29.21 / 14.34 / 14.86	

**Kalkgehalt** nach DIN 18 129

**WK 51 - Gastransportleitung**

**Wertingen - Kötz**

Bearbeiter: Guh

Datum: 05.10.21

Entnahmestelle: BK 46  
Tiefe: 6,1 - 6,8  
Art der Entnahme: gestört  
Bodenart: T, u,  $\bar{s}$ ,  $\bar{g}$   
Probe entnommen am: 28.07.21

Versuch Nr.:	1	2
Trockenmasse der Probe [g]	0.94	0.90
Temperatur [°C]	22.20	22.20
Absoluter Luftdruck [kPa]	99.10	99.10
Volumen nach 30 Sekunden [cm <sup>3</sup> ]	29.00	28.00
Volumen Versuchsende [cm <sup>3</sup> ]	53.60	51.50
Calcitanteil [%]	12.50	12.61
Dolomitanteil [%]	10.61	10.58
Kalkgehalt [%]	23.11	23.19
Mittelwerte [%]	23.15 / 12.56 / 10.59	

**Kalkgehalt** nach DIN 18 129

**WK 51 - Gastransportleitung**

**Wertingen - Kötz**

Bearbeiter: Guh

Datum: 05.10.21

Entnahmestelle: BK 46  
Tiefe: 6,9 - 7,0  
Art der Entnahme: gestört  
Bodenart: T, u'  
Probe entnommen am: 28.07.21

Versuch Nr.:	1	2
Trockenmasse der Probe [g]	0.59	0.65
Temperatur [°C]	22.80	23.00
Absoluter Luftdruck [kPa]	98.90	98.90
Volumen nach 30 Sekunden [cm <sup>3</sup> ]	36.80	40.20
Volumen Versuchsende [cm <sup>3</sup> ]	47.00	51.40
Calcitanteil [%]	25.17	24.95
Dolomitanteil [%]	6.98	6.95
Kalkgehalt [%]	32.15	31.90
Mittelwerte [%]	32.02 / 25.06 / 6.96	

**Dichtebestimmung** nach DIN EN ISO 17892-2

**WK 51 - Gastransportleitung**

**Wertingen - Kötz**

Bearbeiter: Dö

Datum: 04.11.21

Entnahmestelle: BK 45  
 Tiefe: 5,0 - 5,3  
 Art der Entnahme: ungestört  
 Bodenart: fS, u, ms'  
 Probe entnommen am: 23.07.21

Probenbezeichnung:	UP 1
Feuchtdichte	
Feuchte Probe + Zylinder [g]:	245.94
Zylinder [g]:	114.55
Feuchte Probe [g]:	131.39
Volumen Zylinder [cm <sup>3</sup> ]:	65.03
Feuchtdichte [g/cm <sup>3</sup> ]:	2.020
Wassergehalt durch Trocknen	
Feuchte Probe + Behälter [g]:	229.33
Trockene Probe + Behälter [g]:	187.88
Behälter [g]:	5.80
Porenwasser [g]:	41.45
Trockene Probe [g]:	182.08
Wassergehalt [%]	22.76
Bestimmung der Trockendichte $d$	
Trockendichte $d$ [g/cm <sup>3</sup> ]	1.646

**Dichtebestimmung** nach DIN EN ISO 17892-2

**WK 51 - Gastransportleitung**

**Wertingen - Kötz**

Bearbeiter: Mach

Datum: 11.10.21

Entnahmestelle: BK 45  
 Tiefe: 7,7 - 8,0  
 Art der Entnahme: ungestört  
 Bodenart: S, U  
 Probe entnommen am: 23.07.21

Probenbezeichnung:	UP 2
Feuchtdichte	
Feuchte Probe + Zylinder [g]:	8870.00
Zylinder [g]:	3750.00
Feuchte Probe [g]:	5120.00
Volumen Zylinder [cm <sup>3</sup> ]:	2851.00
Feuchtdichte [g/cm <sup>3</sup> ]:	1.796
Wassergehalt durch Trocknen	
Feuchte Probe + Behälter [g]:	1367.27
Trockene Probe + Behälter [g]:	1124.81
Behälter [g]:	111.39
Porenwasser [g]:	242.46
Trockene Probe [g]:	1013.42
Wassergehalt [%]	23.92
Bestimmung der Trockendichte $d$	
Trockendichte $d$ [g/cm <sup>3</sup> ]	1.449

**Dichtebestimmung** nach DIN EN ISO 17892-2

**WK 51 - Gastransportleitung**

**Wertingen - Kötz**

Bearbeiter: Mach

Datum: 11.10.21

Entnahmestelle: BK 45  
 Tiefe: 10,0 - 10,3  
 Art der Entnahme: ungestört  
 Bodenart: T, u', fs  
 Probe entnommen am: 23.07.21

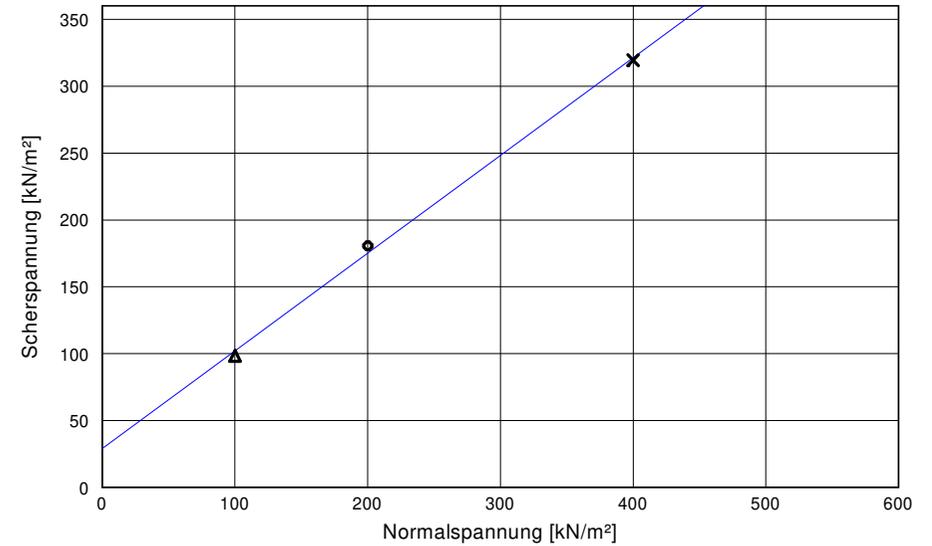
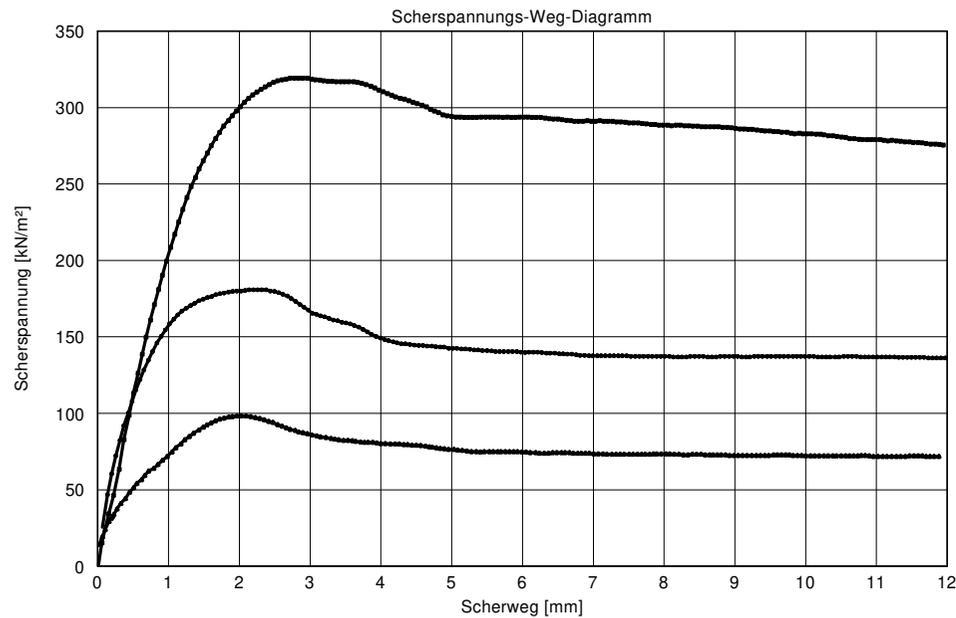
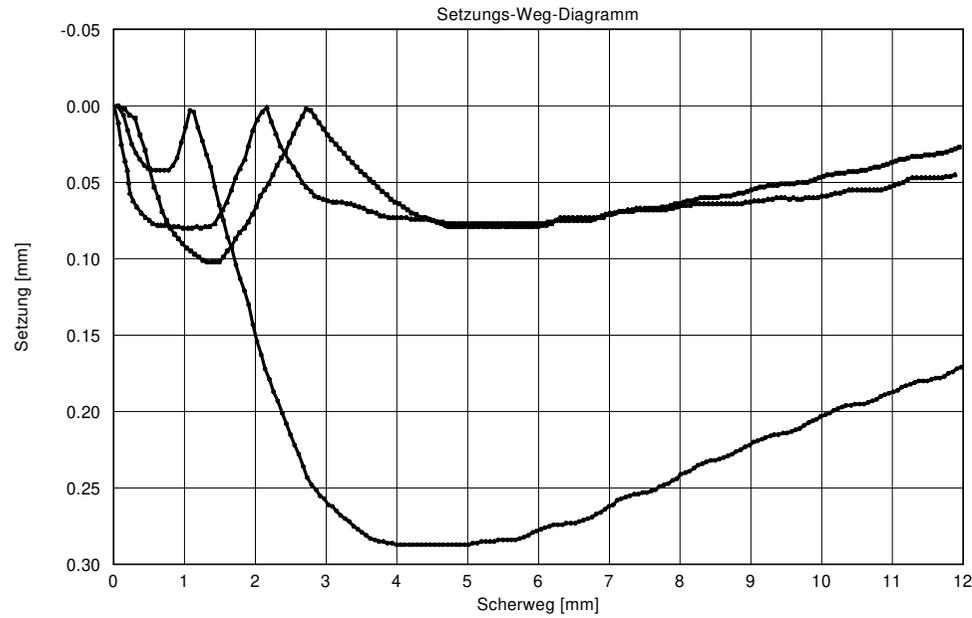
Probenbezeichnung:	UP 3
Feuchtdichte	
Feuchte Probe + Zylinder [g]:	9687.00
Zylinder [g]:	4108.00
Feuchte Probe [g]:	5579.00
Volumen Zylinder [cm <sup>3</sup> ]:	2851.00
Feuchtdichte [g/cm <sup>3</sup> ]:	1.957
Wassergehalt durch Trocknen	
Feuchte Probe + Behälter [g]:	1175.19
Trockene Probe + Behälter [g]:	996.24
Behälter [g]:	111.41
Porenwasser [g]:	178.95
Trockene Probe [g]:	884.83
Wassergehalt [%]	20.22
Bestimmung der Trockendichte $d$	
Trockendichte $d$ [g/cm <sup>3</sup> ]	1.628

Scherversuch nach DIN EN ISO 17892-10  
WK 51 Gastransportleitung  
Wertingen - Kötz

Bearbeiter: Dö

Datum: 05.11.21

Entnahmestelle: BK 45  
Tiefe: 5,0 - 5,3  
Bodenart: fS, u, ms'  
Art der Entnahme: ungestört  
Probe entnommen am: 23.07.21



Versuch-Nr.	1 ▲	2 ●	3 ✕
Normalspannung [kN/m²]	100.0	200.0	400.0
Scherspannung [kN/m²]	98.3	180.7	319.4
Abschergeschwindigkeit [mm/min]	0,1	0,1	0,1
Konsolidierungsspannung [kN/m²]	100	200	400
w (vorher) [%]	20,8	22,8	22,8
w (nachher) [%]	19,4	20,0	21,4

Reibungswinkel = 36.2 Grad  
Kohäsion = 29.0 kN/m²  
Korrelation = 0.999



DR. SPANG

Projekt: 42.7852

02.12.2022

---

# **Anlage 6: Umwelttechnische Untersuchungen**

## INHALT

6.0	Titelblatt	(1)
6.1	Auswertung nach LAGA TR Boden	(2)
6.2	Prüfberichte der Agrolab GmbH	(6)



**DR. SPANG**  
**Ingenieurgesellschaft für Bauwesen,**  
**Geologie und Umwelttechnik mbH**

Anlage:	6.1
Datum:	28.09.2021
Bearbeiter:	BJe
Projekt-Nr.:	42.7852

**Gegenüberstellung Analysenergebnisse zu den  
 Zuordnungswerten LAGA TR Boden**

Projekt:  
**WK 51**

Labornummer	389092	<b>Zuordnungswerte gem. LAGA TR Boden</b> (Länderarbeitsgemeinschaft Abfall) Stand: 5. November 2004			
Datum	28.9.2021				
Bezeichnung	<b>BK 45</b>				
Material					
Einzelproben	MP 1				
Tiefe [m]	2,0 - 5,0	<b>Boden Verwendung in</b>			
Art (SUIIT*)	*	bodenähnli. Anwendungen		technischen Bauwerken	

Parameter	Z 0				Z 1.1	Z 1.2	Z 2	> Z 2				
	S	U	T	* (Z 0*)								
<b>Feststoff</b>	<b>Tab. II.1.2-2</b>				<b>Tab. II.1.2-4</b>							
Arsen [mg/kg]	8,0				10	15	20	15 <sup>2)</sup>	45	150	> 150	
Blei [mg/kg]	7				40	70	100	140	210	700	> 700	
Cadmium [mg/kg]	0,1				0,4	1	1,5	1 <sup>3)</sup>	3	10	> 10	
Chrom (ges.) [mg/kg]	23				30	60	100	120	180	600	> 600	
Kupfer [mg/kg]	8				20	40	60	80	120	400	> 400	
Nickel [mg/kg]	18				15	50	70	80	150	500	> 500	
Thallium [mg/kg]	< 0,1				0,4	0,7	1	0,7 <sup>4)</sup>	2,1	7	> 7	
Quecksilber [mg/kg]	0,04				0,1	0,5	1	1	1,5	5	> 5	
Zink [mg/kg]	40				60	150	200	300	450	1.500	> 1.500	
Cyanid (ges.) [mg/kg]									3	10	> 10	
TOC <sup>5)</sup> [M.-%]	< 0,1				0,5	0,5	0,5	0,5	1,5	5	> 5	
bei C:N Verhältnis > 25					1	1	1	1				
EOX [mg/kg]	< 1				1	1	1	1 <sup>6)</sup>	3 <sup>8)</sup>	10	> 10	
KW (C <sub>10</sub> bis C <sub>22</sub> ) [mg/kg]	< 50				100	100	100	200	300	1.000	> 1.000	
KW <sup>7)</sup> (C <sub>10</sub> bis C <sub>40</sub> ) [mg/kg]	< 50				100	100	100	400	600	2.000	> 2.000	
Σ BTEX	n.n.				1	1	1	1	1	1	> 1	
Σ LHKW [mg/kg]	n.n.				1	1	1	1	1	1	> 1	
Σ PAK (16) n. EPA [mg/kg]	n.n.				3	3	3	3	3 (9) <sup>9)</sup>	30	> 30	
Benzo-[a]-pyren [mg/kg]	< 0,05				0,3	0,3	0,3	0,6	0,9	3	> 3	
Σ PCB (6) [mg/kg]	n.n.				0,05	0,05	0,05	0,1	0,15	0,5	> 0,5	
<b>Eluat</b>	<b>Tab. II.1.2-3</b>				<b>Tab. II.1.2-5</b>							
pH-Wert [-]	9,1							6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6 - 12	5,5 - 12	<5,5 >12
el. Leitfähigkeit [µS/cm]	54							250	250	1.500	2.000	> 2.000
Chlorid [mg/l]	< 1,0							30	30	50	100 <sup>10)</sup>	> 100
Sulfat [mg/l]	< 1,0							20	20	50	200	> 200
Cyanid (ges.) [µg/l]	< 5							5	5	10	20	> 20
Arsen [µg/l]	< 1							14	14	20	60 <sup>11)</sup>	> 60
Blei [µg/l]	< 7							40	40	80	200	> 200
Cadmium [µg/l]	< 0,5							1,5	1,5	3	6	> 6
Chrom (ges.) [µg/l]	< 5							12,5	12,5	25	60	> 60
Kupfer [µg/l]	< 14							20	20	60	100	> 100
Nickel [µg/l]	< 14,0							15	15	20	70	> 70
Quecksilber [µg/l]	< 0,2							< 0,5	< 0,5	1	2	> 2
Zink [µg/l]	< 50							150	150	200	600	> 600
Phenolindex [µg/l]	< 10							20	20	40	100	> 100

<b>AUSWERTUNG</b> für bodenähnliche Anwendung	Z 0*			
<b>AUSWERTUNG</b> für technische Bauwerke	Z 0*			

Anmerkung: **> Z0 / Z0\*** für bodenähnliche Anwendung nicht geeignet

n.n. = nicht nachweisbar  
 n.a. = nicht analysiert



DR. SPANG

**DR. SPANG**  
**Ingenieurgesellschaft für Bauwesen,**  
**Geologie und Umwelttechnik mbH**

Anlage:	6.1
Datum:	28.09.2021
Bearbeiter:	BJe
Projekt-Nr.:	42.7852

**Gegenüberstellung Analysenergebnisse zu den Zuordnungswerten LAGA TR Boden**

Projekt:  
**WK 51**

Labornummer	389093				<b>Zuordnungswerte gem. LAGA TR Boden</b> (Länderarbeitsgemeinschaft Abfall) Stand: 5. November 2004
Datum	28.9.2021				
Bezeichnung	<b>BK 46</b>				
Material					
Einzelproben	MP 1				
Tiefe [m]	2,0 - 4,5				<b>Boden Verwendung in</b>
Art (S U T)*	T				bodenähnli. Anwendungen      technischen Bauwerken

Parameter	Z 0				Z 0*	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	> Z 2			
	S	U	T	*	Z 1							
<b>Feststoff</b>	<b>Tab. II.1.2-2</b>				<b>Tab. II.1.2-4</b>							
Arsen [mg/kg]	3,0				10	15	20	15 <sup>2)</sup>	45	150	> 150	
Blei [mg/kg]	6				40	70	100	140	210	700	> 700	
Cadmium [mg/kg]	0,1				0,4	1	1,5	1 <sup>3)</sup>	3	10	> 10	
Chrom (ges.) [mg/kg]	18				30	60	100	120	180	600	> 600	
Kupfer [mg/kg]	10				20	40	60	80	120	400	> 400	
Nickel [mg/kg]	16				15	50	70	80	150	500	> 500	
Thallium [mg/kg]	< 0,1				0,4	0,7	1	0,7 <sup>4)</sup>	2,1	7	> 7	
Quecksilber [mg/kg]	0,04				0,1	0,5	1	1	1,5	5	> 5	
Zink [mg/kg]	27				60	150	200	300	450	1.500	> 1.500	
Cyanid (ges.) [mg/kg]									3	10	> 10	
TOC <sup>5)</sup> [M.-%]	< 0,1				0,5	0,5	0,5	0,5	1,5	5	> 5	
bei C:N Verhältnis > 25					1	1	1	1				
EOX [mg/kg]	< 1				1	1	1	1 <sup>6)</sup>	3 <sup>8)</sup>	10	> 10	
KW (C <sub>10</sub> bis C <sub>22</sub> ) [mg/kg]	< 50				100	100	100	200	300	1.000	> 1.000	
KW <sup>7)</sup> (C <sub>10</sub> bis C <sub>40</sub> ) [mg/kg]	< 50				100	100	100	400	600	2.000	> 2.000	
Σ BTEX	n.n.				1	1	1	1	1	1	> 1	
Σ LHKW [mg/kg]	n.n.				1	1	1	1	1	1	> 1	
Σ PAK (16) n. EPA [mg/kg]	0,06				3	3	3	3	3 (9) <sup>9)</sup>	30	> 30	
Benzo-[a]-pyren [mg/kg]	< 0,05				0,3	0,3	0,3	0,6	0,9	3	> 3	
Σ PCB (6) [mg/kg]	n.n.				0,05	0,05	0,05	0,1	0,15	0,5	> 0,5	
<b>Eluat</b>	<b>Tab. II.1.2-3</b>				<b>Tab. II.1.2-5</b>							
pH-Wert [-]	9,4							6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6 - 12	5,5 - 12	<5,5 >12
el. Leitfähigkeit [µS/cm]	37							250	250	1.500	2.000	> 2.000
Chlorid [mg/l]	< 1,0							30	30	50	100 <sup>10)</sup>	> 100
Sulfat [mg/l]	< 1,0							20	20	50	200	> 200
Cyanid (ges.) [µg/l]	< 5							5	5	10	20	> 20
Arsen [µg/l]	< 1							14	14	20	60 <sup>11)</sup>	> 60
Blei [µg/l]	< 7							40	40	80	200	> 200
Cadmium [µg/l]	< 0,5							1,5	1,5	3	6	> 6
Chrom (ges.) [µg/l]	< 5							12,5	12,5	25	60	> 60
Kupfer [µg/l]	< 14							20	20	60	100	> 100
Nickel [µg/l]	< 14,0							15	15	20	70	> 70
Quecksilber [µg/l]	< 0,2							< 0,5	< 0,5	1	2	> 2
Zink [µg/l]	< 50							150	150	200	600	> 600
Phenolindex [µg/l]	< 10							20	20	40	100	> 100

<b>AUSWERTUNG</b> für bodenähnliche Anwendung	Z 0				Anmerkung: <b>&gt; Z0 / Z0*</b> für bodenähnliche Anwendung nicht geeignet
<b>AUSWERTUNG</b> für technische Bauwerke	Z 0				

n.n. = nicht nachweisbar  
 n.a. = nicht analysiert

Dr.-Hell-Str. 6, 24107 Kiel, Germany  
www.agrolab.de

**AGROLAB Agrar&Umwelt** Dr.-Hell-Str. 6, 24107 Kiel

Dr. Spang Ingenieurgesellschaft für Bauwesen, Geologie  
und Umwelttechnik mbH  
Rosi-Wolfstein-Straße 6  
58453 Witten

Datum 28.09.2021  
Kundennr. 27022947

## PRÜFBERICHT 2136322 - 389092

Auftrag 2136322 Projekt: P7852 WK 51  
 Analysennr. 389092 Mineralisch/Anorganisches Material  
 Probeneingang 22.09.2021  
 Probenahme 22.09.2021  
 Probenehmer Auftraggeber  
 Kunden-Probenbezeichnung BK 45 MP 1

Einheit Ergebnis Best.-Gr. Methode

### Feststoff

Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Methode
Analyse in der Gesamtfraktion			DIN 19747 : 2009-07
Trockensubstanz %	82,9	0,1	DIN EN 14346 : 2007-03, Verfahren A
Kohlenstoff(C) organisch (TOC) %	<0,10	0,1	DIN EN 15936 : 2012-11
Cyanide ges. mg/kg	<0,30	0,3	DIN EN ISO 17380 : 2013-10
EOX mg/kg	<1,0	1	DIN 38414-17 : 2017-01
Königswasseraufschluß			DIN EN 13657 : 2003-01
Arsen (As) mg/kg	8	1	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Blei (Pb) mg/kg	7	5	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Cadmium (Cd) mg/kg	0,10	0,06	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Chrom (Cr) mg/kg	23	1	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Kupfer (Cu) mg/kg	8	2	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Nickel (Ni) mg/kg	18	2	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Quecksilber (Hg) mg/kg	0,042 <sup>mb)</sup>	0,04	DIN EN ISO 12846 : 2012-08
Thallium (Tl) mg/kg	<0,1	0,1	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Zink (Zn) mg/kg	40	2	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Kohlenwasserstoffe C10-C22 (GC) mg/kg	<50	50	DIN EN 14039 : 2005-01 + LAGA KW/04 : 2019-09 (Schüttelextr.)
Kohlenwasserstoffe C10-C40 (GC) mg/kg	<50	50	DIN EN 14039 : 2005-01 + LAGA KW/04 : 2019-09 (Schüttelextr.)
Naphthalin mg/kg	<0,050	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05 (Verfahren A)
Acenaphthylen mg/kg	<0,10	0,1	DIN ISO 18287 : 2006-05 (Verfahren A)
Acenaphthen mg/kg	<0,050	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05 (Verfahren A)
Fluoren mg/kg	<0,050	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05 (Verfahren A)
Phenanthren mg/kg	<0,050	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05 (Verfahren A)
Anthracen mg/kg	<0,050	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05 (Verfahren A)
Fluoranthren mg/kg	<0,050	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05 (Verfahren A)
Pyren mg/kg	<0,050	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05 (Verfahren A)
Benzo(a)anthracen mg/kg	<0,050	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05 (Verfahren A)
Chrysen mg/kg	<0,050	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05 (Verfahren A)
Benzo(b)fluoranthren mg/kg	<0,050	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05 (Verfahren A)

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol " \* ) " gekennzeichnet.

## PRÜFBERICHT 2136322 - 389092

Kunden-Probenbezeichnung **BK 45 MP 1**

	Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Methode
<i>Benzo(k)fluoranthen</i>	mg/kg	<0,050	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05 (Verfahren A)
<i>Benzo(a)pyren</i>	mg/kg	<0,050	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05 (Verfahren A)
<i>Dibenz(ah)anthracen</i>	mg/kg	<0,050	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05 (Verfahren A)
<i>Benzo(ghi)perylene</i>	mg/kg	<0,050	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05 (Verfahren A)
<i>Indeno(1,2,3-cd)pyren</i>	mg/kg	<0,050	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05 (Verfahren A)
<b>PAK-Summe (nach EPA)</b>	mg/kg	n.b.		DIN ISO 18287 : 2006-05 (Verfahren A)
<i>Dichlormethan</i>	mg/kg	<0,10	0,1	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
<i>cis-Dichlorethen</i>	mg/kg	<0,10	0,1	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
<i>trans-Dichlorethen</i>	mg/kg	<0,10	0,1	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
<i>Trichlormethan</i>	mg/kg	<0,10	0,1	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
<i>1,1,1-Trichlorethan</i>	mg/kg	<0,10	0,1	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
<i>Trichlorethen</i>	mg/kg	<0,10	0,1	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
<i>Tetrachlormethan</i>	mg/kg	<0,10	0,1	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
<i>Tetrachlorethen</i>	mg/kg	<0,10	0,1	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
<b>LHKW - Summe</b>	mg/kg	n.b.		Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
<i>Benzol</i>	mg/kg	<0,050	0,05	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
<i>Toluol</i>	mg/kg	<0,050	0,05	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
<i>Ethylbenzol</i>	mg/kg	<0,050	0,05	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
<i>m,p-Xylol</i>	mg/kg	<0,050	0,05	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
<i>o-Xylol</i>	mg/kg	<0,050	0,05	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
<i>Cumol</i>	mg/kg	<0,10	0,1	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
<i>Styrol</i>	mg/kg	<0,10	0,1	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
<b>BTX - Summe</b>	mg/kg	n.b.		Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
<i>PCB (28)</i>	mg/kg	<0,010	0,01	DIN EN 15308 : 2016-12 (Schütteleextr.)
<i>PCB (52)</i>	mg/kg	<0,010	0,01	DIN EN 15308 : 2016-12 (Schütteleextr.)
<i>PCB (101)</i>	mg/kg	<0,010	0,01	DIN EN 15308 : 2016-12 (Schütteleextr.)
<i>PCB (138)</i>	mg/kg	<0,010	0,01	DIN EN 15308 : 2016-12 (Schütteleextr.)
<i>PCB (118)</i>	mg/kg	<0,010	0,01	DIN EN 15308 : 2016-12 (Schütteleextr.)
<i>PCB (153)</i>	mg/kg	<0,010	0,01	DIN EN 15308 : 2016-12 (Schütteleextr.)
<i>PCB (180)</i>	mg/kg	<0,010	0,01	DIN EN 15308 : 2016-12 (Schütteleextr.)
<b>PCB-Summe (6 Kongenere)</b>	mg/kg	n.b.		Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
<b>PCB-Summe</b>	mg/kg	n.b.		Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter

## Eluat

Eluaterstellung				DIN EN 12457-4 : 2003-01
Temperatur Eluat	°C	22,1	0	DIN 38404-4 : 1976-12
pH-Wert		9,1	2	DIN EN ISO 10523 : 2012-04
elektrische Leitfähigkeit	µS/cm	54,0	10	DIN EN 27888 : 1993-11
Chlorid (Cl)	mg/l	<1,00	1	DIN ISO 15923-1 : 2014-07
Sulfat (SO4)	mg/l	<1,00	1	DIN ISO 15923-1 : 2014-07
Cyanide ges.	mg/l	<0,005	0,005	DIN EN ISO 17380 : 2013-10
Phenolindex	mg/l	<0,010	0,01	DIN EN ISO 14402 : 1999-12
Arsen (As)	mg/l	<0,001	0,001	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Blei (Pb)	mg/l	<0,007	0,007	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "\*" gekennzeichnet.

## PRÜFBERICHT 2136322 - 389092

Kunden-Probenbezeichnung **BK 45 MP 1**

	Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Methode
Cadmium (Cd)	mg/l	<0,0005	0,0005	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Chrom (Cr)	mg/l	<0,005	0,005	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Kupfer (Cu)	mg/l	<0,014	0,014	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Nickel (Ni)	mg/l	<0,014	0,014	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Quecksilber (Hg)	mg/l	<0,0002	0,0002	DIN EN ISO 12846 : 2012-08
Zink (Zn)	mg/l	<0,05	0,05	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01

mb) Die Nachweis-, bzw. Bestimmungsgrenze musste erhöht werden, da der Methodenblindwert erhöht war.

Erläuterung: Das Zeichen "<" oder n.b. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Stoff ist bei nebenstehender Bestimmungsgrenze nicht quantifizierbar.

Die parameterspezifischen analytischen Messunsicherheiten sowie Informationen zum Berechnungsverfahren sind auf Anfrage verfügbar, sofern die berichteten Ergebnisse oberhalb der parameterspezifischen Bestimmungsgrenze liegen.

Die Einwaage zur Untersuchung auf leichtflüchtige organische Substanzen erfolgte im Labor aus der angelieferten Originalprobe. Dieses Vorgehen könnte einen Einfluss auf die Messergebnisse haben.

Die Analysenwerte der Feststoffparameter beziehen sich auf die Trockensubstanz, bei den mit ° gekennzeichneten Parametern auf die Originalsubstanz.

Hinweis zum Probenahmedatum: Das Probenahmedatum ist eine Kundeninformation.

Beginn der Prüfungen: 22.09.2021

Ende der Prüfungen: 28.09.2021

Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die geprüften Gegenstände. In Fällen, wo das Prüflabor nicht für die Probenahme verantwortlich war, gelten die berichteten Ergebnisse für die Proben wie erhalten. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig. Die Ergebnisse in diesem Prüfbericht werden gemäß der mit Ihnen schriftlich gemäß Auftragsbestätigung getroffenen Vereinbarung in vereinfachter Weise i.S. der DIN EN ISO/IEC 17025:2018, Abs. 7.8.1.3 berichtet.



**AGROLAB Agrar&Umwelt Frau Larissa Gorski, Tel. 0431/22138-526**  
**Kundenbetreuung**

Dr.-Hell-Str. 6, 24107 Kiel, Germany  
www.agrolab.de

**AGROLAB Agrar&Umwelt** Dr.-Hell-Str. 6, 24107 Kiel

Dr. Spang Ingenieurgesellschaft für Bauwesen, Geologie  
und Umwelttechnik mbH  
Rosi-Wolfstein-Straße 6  
58453 Witten

Datum 28.09.2021  
Kundennr. 27022947

## PRÜFBERICHT 2136322 - 389093

Auftrag 2136322 Projekt: P7852 WK 51  
 Analysennr. 389093 Mineralisch/Anorganisches Material  
 Probeneingang 22.09.2021  
 Probenahme 22.09.2021  
 Probenehmer Auftraggeber  
 Kunden-Probenbezeichnung BK 46 MP 1

Einheit Ergebnis Best.-Gr. Methode

### Feststoff

Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Methode
Analyse in der Gesamtfraktion			DIN 19747 : 2009-07
Trockensubstanz %	89,3	0,1	DIN EN 14346 : 2007-03, Verfahren A
Kohlenstoff(C) organisch (TOC) %	<0,10	0,1	DIN EN 15936 : 2012-11
Cyanide ges. mg/kg	<0,30	0,3	DIN EN ISO 17380 : 2013-10
EOX mg/kg	<1,0	1	DIN 38414-17 : 2017-01
Königswasseraufschluß			DIN EN 13657 : 2003-01
Arsen (As) mg/kg	3	1	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Blei (Pb) mg/kg	6	5	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Cadmium (Cd) mg/kg	0,10	0,06	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Chrom (Cr) mg/kg	18	1	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Kupfer (Cu) mg/kg	10	2	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Nickel (Ni) mg/kg	16	2	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Quecksilber (Hg) mg/kg	0,04 <sup>mb)</sup>	0,03	DIN EN ISO 12846 : 2012-08
Thallium (Tl) mg/kg	<0,1	0,1	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Zink (Zn) mg/kg	27	2	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Kohlenwasserstoffe C10-C22 (GC) mg/kg	<50	50	DIN EN 14039 : 2005-01 + LAGA KW/04 : 2019-09 (Schüttelextr.)
Kohlenwasserstoffe C10-C40 (GC) mg/kg	<50	50	DIN EN 14039 : 2005-01 + LAGA KW/04 : 2019-09 (Schüttelextr.)
Naphthalin mg/kg	<0,050	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05 (Verfahren A)
Acenaphthylen mg/kg	<0,10	0,1	DIN ISO 18287 : 2006-05 (Verfahren A)
Acenaphthen mg/kg	<0,050	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05 (Verfahren A)
Fluoren mg/kg	<0,050	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05 (Verfahren A)
Phenanthren mg/kg	<0,050	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05 (Verfahren A)
Anthracen mg/kg	<0,050	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05 (Verfahren A)
Fluoranthren mg/kg	0,063	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05 (Verfahren A)
Pyren mg/kg	<0,050	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05 (Verfahren A)
Benzo(a)anthracen mg/kg	<0,050	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05 (Verfahren A)
Chrysen mg/kg	<0,050	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05 (Verfahren A)
Benzo(b)fluoranthren mg/kg	<0,050	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05 (Verfahren A)

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "\*" gekennzeichnet.

## PRÜFBERICHT 2136322 - 389093

Kunden-Probenbezeichnung **BK 46 MP 1**

	Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Methode
<i>Benzo(k)fluoranthren</i>	mg/kg	<0,050	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05 (Verfahren A)
<i>Benzo(a)pyren</i>	mg/kg	<0,050	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05 (Verfahren A)
<i>Dibenz(ah)anthracen</i>	mg/kg	<0,050	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05 (Verfahren A)
<i>Benzo(ghi)perylene</i>	mg/kg	<0,050	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05 (Verfahren A)
<i>Indeno(1,2,3-cd)pyren</i>	mg/kg	<0,050	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05 (Verfahren A)
<b>PAK-Summe (nach EPA)</b>	mg/kg	<b>0,063</b> <sup>x)</sup>		DIN ISO 18287 : 2006-05 (Verfahren A)
<i>Dichlormethan</i>	mg/kg	<0,10	0,1	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
<i>cis-Dichlorethen</i>	mg/kg	<0,10	0,1	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
<i>trans-Dichlorethen</i>	mg/kg	<0,10	0,1	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
<i>Trichlormethan</i>	mg/kg	<0,10	0,1	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
<i>1,1,1-Trichlorethan</i>	mg/kg	<0,10	0,1	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
<i>Trichlorethen</i>	mg/kg	<0,10	0,1	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
<i>Tetrachlormethan</i>	mg/kg	<0,10	0,1	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
<i>Tetrachlorethen</i>	mg/kg	<0,10	0,1	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
<b>LHKW - Summe</b>	mg/kg	<b>n.b.</b>		Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
<i>Benzol</i>	mg/kg	<0,050	0,05	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
<i>Toluol</i>	mg/kg	<0,050	0,05	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
<i>Ethylbenzol</i>	mg/kg	<0,050	0,05	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
<i>m,p-Xylol</i>	mg/kg	<0,050	0,05	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
<i>o-Xylol</i>	mg/kg	<0,050	0,05	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
<i>Cumol</i>	mg/kg	<0,10	0,1	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
<i>Styrol</i>	mg/kg	<0,10	0,1	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
<b>BTX - Summe</b>	mg/kg	<b>n.b.</b>		Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
<i>PCB (28)</i>	mg/kg	<0,010	0,01	DIN EN 15308 : 2016-12 (Schütteleextr.)
<i>PCB (52)</i>	mg/kg	<0,010	0,01	DIN EN 15308 : 2016-12 (Schütteleextr.)
<i>PCB (101)</i>	mg/kg	<0,010	0,01	DIN EN 15308 : 2016-12 (Schütteleextr.)
<i>PCB (138)</i>	mg/kg	<0,010	0,01	DIN EN 15308 : 2016-12 (Schütteleextr.)
<i>PCB (118)</i>	mg/kg	<0,010	0,01	DIN EN 15308 : 2016-12 (Schütteleextr.)
<i>PCB (153)</i>	mg/kg	<0,010	0,01	DIN EN 15308 : 2016-12 (Schütteleextr.)
<i>PCB (180)</i>	mg/kg	<0,010	0,01	DIN EN 15308 : 2016-12 (Schütteleextr.)
<b>PCB-Summe (6 Kongenere)</b>	mg/kg	<b>n.b.</b>		Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
<b>PCB-Summe</b>	mg/kg	<b>n.b.</b>		Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter

## Eluat

Eluaterstellung				DIN EN 12457-4 : 2003-01
Temperatur Eluat	°C	22,9	0	DIN 38404-4 : 1976-12
pH-Wert		9,4	2	DIN EN ISO 10523 : 2012-04
elektrische Leitfähigkeit	µS/cm	36,6	10	DIN EN 27888 : 1993-11
Chlorid (Cl)	mg/l	<1,00	1	DIN ISO 15923-1 : 2014-07
Sulfat (SO4)	mg/l	<1,00	1	DIN ISO 15923-1 : 2014-07
Cyanide ges.	mg/l	<0,005	0,005	DIN EN ISO 17380 : 2013-10
Phenolindex	mg/l	<0,010	0,01	DIN EN ISO 14402 : 1999-12
Arsen (As)	mg/l	<0,001	0,001	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Blei (Pb)	mg/l	<0,007	0,007	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01

Dr.-Hell-Str. 6, 24107 Kiel, Germany  
www.agrolab.de

Datum 28.09.2021  
Kundennr. 27022947

## PRÜFBERICHT 2136322 - 389093

Kunden-Probenbezeichnung **BK 46 MP 1**

	Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Methode
Cadmium (Cd)	mg/l	<0,0005	0,0005	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Chrom (Cr)	mg/l	<0,005	0,005	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Kupfer (Cu)	mg/l	<0,014	0,014	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Nickel (Ni)	mg/l	<0,014	0,014	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Quecksilber (Hg)	mg/l	<0,0002	0,0002	DIN EN ISO 12846 : 2012-08
Zink (Zn)	mg/l	<0,05	0,05	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01

x) Einzelwerte, die die Nachweis- oder Bestimmungsgrenze unterschreiten, wurden nicht berücksichtigt.

mb) Die Nachweis-, bzw. Bestimmungsgrenze musste erhöht werden, da der Methodenblindwert erhöht war.

Erläuterung: Das Zeichen "<" oder n.b. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Stoff ist bei nebenstehender Bestimmungsgrenze nicht quantifizierbar.

Die parameterspezifischen analytischen Messunsicherheiten sowie Informationen zum Berechnungsverfahren sind auf Anfrage verfügbar, sofern die berichteten Ergebnisse oberhalb der parameterspezifischen Bestimmungsgrenze liegen.

Die Einwaage zur Untersuchung auf leichtflüchtige organische Substanzen erfolgte im Labor aus der angelieferten Originalprobe. Dieses Vorgehen könnte einen Einfluss auf die Messergebnisse haben.

Die Analysenwerte der Feststoffparameter beziehen sich auf die Trockensubstanz, bei den mit ° gekennzeichneten Parametern auf die Originalsubstanz.

Hinweis zum Probenahmedatum: Das Probenahmedatum ist eine Kundeninformation.

Beginn der Prüfungen: 22.09.2021

Ende der Prüfungen: 28.09.2021

Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die geprüften Gegenstände. In Fällen, wo das Prüflabor nicht für die Probenahme verantwortlich war, gelten die berichteten Ergebnisse für die Proben wie erhalten. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig. Die Ergebnisse in diesem Prüfbericht werden gemäß der mit Ihnen schriftlich gemäß Auftragsbestätigung getroffenen Vereinbarung in vereinfachter Weise i.S. der DIN EN ISO/IEC 17025:2018, Abs. 7.8.1.3 berichtet.

*L. Gorski*

**AGROLAB Agrar&Umwelt Frau Larissa Gorski, Tel. 0431/22138-526**  
**Kundenbetreuung**



DR. SPANG

Projekt: 42.7852

02.12.2022

---

# Anlage 7: Setzungsprognose

## INHALT

7.0	Titelblatt	(1)
7.1	Setzungsabschätzung nach Scherle	(1)



DR. SPANG

**DR. SPANG**

**Ingenieurgesellschaft für Bauwesen**

**Geologie und Umwelttechnik mbH**

Anlage: 7.1

Datum: 01.12.2022

Bearbeiter: Kbw

Projekt-Nr.: 42.7852

**Setzungsabschätzung nach SCHERLE  
(Überschnitt, Auflockerung, Bodenverlust)**

Projekt:

Gastransportleitung  
Wertingen - Kötz,  
Querung DB Strecke 5351

**Setzungsabschätzung nach SCHERLE**

**Eingangsparameter:**

Rohraußendurchmesser  $D_a$

1,960 [m]

Überdeckungshöhe  $h_u$

5,600 [m]

Bodenkennziffer  $B_K$

3,0 [l]

**Ermittlung der Bodenkennziffer  $B_K$**

Bodenart	Lagerungsdichte	$B_K$	
nichtbindige Böden	sehr dicht	1,5	
	dicht	2,0	
	locker	3,0	
	sehr locker	4,0	
bindige Böden	sehr dicht	2,0	<b>Bemerkung:</b> < fest
	dicht	3,0	< halbfest
	locker	4,0	< steif
	sehr locker	6,0	< weich

**Betrag der Setzung aus Überschnitt, Auflockerung und  
Bodenverlust**

Betrag der Setzung

24,2 [mm]

**Länge der Setzungsmulde**

Länge in der Setzungen auftreten

15,12 [m]