

Vorhaben:

Lärmsanierung an Schienenwegen des Bundes

Strecke 4000, Abschnitt Ettlingen: km 80.4+51 bis km 83.7+42



Unterlage 11 – Baugrund

Unterlage	Bezeichnung
-----------	-------------

11.1	Baugrundgutachten
------	-------------------



DR. SPANG

INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR BAUWESEN, GEOLOGIE UND UMWELTTECHNIK MBH

DB Netz AG
Regionalbereich Südwest
I.NG-W-L-K
Herrn Schirm
Schwarzwaldstraße 82
76137 Karlsruhe

Projekt-Nr.	Datei	Diktat	Büro	Datum
42.7985	P7985b211210_LSW1-4	Kor/Ma	Esslingen	21.12.2021

Lärmsanierung an Schienenwegen des Bundes Strecke 4000, Streckenabschnitt Ettlingen, LSW 1, 2, 3 und 4

- Baugrundgutachten und Gründungsberatung -

Bestellung: 0016 / VEY / 10468346

Rahmenvertrag Nr.: 1000 / EBO / 92252322

Auftrag vom 28.05.2021

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

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

Niederlassungen: 73734 Esslingen/Neckar, Eberhard-Bauer-Str. 32, Tel. (0711) 351 30 49-0, Fax 351 30 49-19, esslingen@dr-spang.de
60528 Frankfurt/Main, Lyoner Straße 12, Tel. (069) 678 65 08-0, Fax 678 65 08-20, frankfurt@dr-spang.de
09599 Freiberg/Sachsen, Halsbrücker Straße 34, Tel. (03731) 798 789-0, Fax 798 789-20, freiberg@dr-spang.de
21079 Hamburg, Harburger Schloßstraße 30, Tel. (040) 524 73 35-0, Fax 524 73 35-20, hamburg@dr-spang.de
06618 Naumburg, Wilhelm-Franke-Straße 11, Tel. (03445) 762-25, Fax 762-20, naumburg@dr-spang.de
90491 Nürnberg, Erlenstegenstraße 72, Tel. (0911) 964 56 65-0, Fax 964 56 65-5, nuernberg@dr-spang.de
85521 Ottobrunn, Alte Landstraße 27, Tel. (089) 277 80 82-60, Fax 277 80 82-90, muenchen@dr-spang.de
14480 Potsdam, Großbeerenstraße 231, Haus III, Tel. (0331) 231 843-0, Fax 231 843-20, berlin@dr-spang.de

Banken: Deutsche Bank AG, Esslingen, IBAN: DE46 6117 0024 0010 4299 00, BIC: DEUTDE33



INHALT	SEITE
1. ALLGEMEINES	4
1.1 Projekt	4
1.2 Auftrag	5
1.3 Unterlagen	5
1.4 Untersuchungen	7
2. GEOTECHNISCHE VERHÄLTNISSE	8
2.1 Morphologie, Vegetation und Bebauung	8
2.2 Baugrund	9
2.3 Hydrogeologie / Grundwasser	14
2.4 Bodenmechanische Laborversuche	16
2.5 Chemische Analytik	19
2.5.1 Probenzusammenstellung und Analysenumfang	19
2.5.2 Bewertungsgrundlage Bodenaushub	20
2.5.3 Bewertung der chemischen Untersuchungen der Bodenmischproben	20
2.5.4 Entsorgung / Abfallschlüssel	22
2.6 Sonstige Randbedingungen und Eigenschaften	23
3. TECHNISCHE EIGENSCHAFTEN UND KENNWERTE	24
3.1 Klassifizierung für bautechnische Zwecke	24
3.2 Bodenkennwerte	25
3.3 Homogenbereiche	26
3.3.1 Allgemeines	26
3.3.2 DIN 18 300 Erdarbeiten	28
3.3.3 DIN 18 301 Bohrarbeiten	29
3.3.4 DIN 18 304 Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten	30
3.3.5 DIN 18 320 Landschaftsbauarbeiten	32
4. FOLGERUNGEN	33
4.1 Gründung / Tragfähigkeit	33
4.2 Baugrube	35
4.3 Nachbarbebauung	35



INHALT	SEITE
5. BEMESSUNG VON LÄRMSCHUTZWÄNDEN	36
6. EMPFEHLUNGEN	38
6.1 Tiefgründung Strecke LSW – Nachweisverfahren nach M EBGs-Lsw	38
6.2 Tiefgründung Sonderbauwerk – Nachweisverfahren nach EA-Pfähle	39
6.2.1 Rammrohrgründung	40
6.2.2 Mikropfahlgründung	45
6.2.3 Bohrpfahlgründung	46
6.2.4 Horizontale Bettung von Pfahlgründungen	47
6.3 Baugruben	48
6.4 Wasserhaltung	48
6.5 Empfehlungen zur Bauausführung	48
6.6 Sonstige Empfehlungen	50
6. ANLAGEN	
Anlage 1: Übersichtslageplan, 1 : 100.000 (1)	
Anlage 2: Lageplan mit Aufschlusspunkten, 1 : 2.000 (3)	
Anlage 3: Geotechnischer Schnitt 1 : 1000 / 1 : 50 (werden nachgeliefert)	
Anlage 4: Ergebnisse der Baugrundaufschlüsse (1)	
Anlage 4.1: Zeichenerläuterung Baugrunderkundung (2)	
Anlage 4.2: Kleinrammbohrungen (BS) (32)	
Anlage 4.3: Mittelschwere Rammsondierung (DPM) (32)	
Anlage 5: Bodenmechanische Laborversuche (12)	
Anlage 6: Kernfotos (entfällt)	
Anlage 7: Chemische Analytik (1)	
Anlage 7.1: Probenahmeprotokolle (5)	
Anlage 7.2: Prüfbericht (16)	
Anlage 7.3: Auswertung (2)	



1. ALLGEMEINES

1.1 Projekt

Die DB Netz AG Regionalbereich Südwest plant den Bau von vier Lärmschutzwänden entlang der Strecke 4000 (Ettlingen – Muggensturm) im Bereich der Stadt Ettlingen, wobei die Lärmschutzwand 3 in drei Abschnitte (3a, 3b, 3c) unterteilt ist. Die Lärmschutzwände sind teils links (LSW 1, 2, 4) und teils rechts (LSW 3a, 3b, 3c) der Bahn geplant. Die Eckdaten der Lärmschutzwände sind in der nachfolgenden Tabelle 1.1-1 zusammengefasst.

Strecke	Objekt	Von km – bis km	Lage	Länge [m]	Höhe [m]
4000	LSW 1	80,075 – 80,497	ldB	422	3
	LSW 2	81,314 – 81,880	ldB	566	3
	LSW 3a	82,065 – 82,200	rdB	135	2
	LSW 3b	82,200 – 82,650	rdB	450	3
	LSW 3c	82,650 – 83,501	rdB	851	3
	LSW 4	82,597 – 82,915	ldB	318	3

Tabelle 1.1-1: Lage und örtliche Verhältnisse der geplanten Lärmschutzwände an der DB-Strecke 4000

Für die geplanten Lärmschutzwände werden Baugrunduntersuchungen erforderlich. Die Ergebnisse der Baugrunduntersuchung sind im vorliegenden Baugrundgutachten zusammengefasst und bewertet.



1.2 Auftrag

Auf Basis unseres Angebots A 42.16076 vom 19.05.2021 wurde die Dr. Spang GmbH mit Schreiben vom 28.05.2021 mit der Bestellung 0016 / VEY / 10468346 von der DB Netz AG beauftragt, für das o.g. Bauvorhaben eine Baugrunderkundung durchzuführen sowie eine Gründungsberatung zu erarbeiten.

1.3 Unterlagen

Es wurden die nachfolgend aufgeführten Unterlagen verwendet:

- [U 1] **Geologische Karte von Baden-Württemberg, 1:50.000;** LGRB-Kartenserver <http://maps.lgrb-bw.de/>, Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg, Abfragen vom 30.06.2021 und 25.11.2021.

- [U 2] **Geologie von Baden-Württemberg;** 5. Auflage, O.F. Geyer / M.P. Gwinner, Schweizerbart, Stuttgart 2011.

- [U 3] **Ingenieurgeologische Gefahrenkarte, 1:50.000; Landesamt für Geologie, Bergbau und Rohstoffe Baden-Württemberg,** <http://maps.lgrb-bw.de/>, Stand 08.12.2021.

- [U 4] **Daten- und Kartendienst der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg;** <https://www.lubw.baden-wuerttemberg.de>, Abfrage vom 25.11.2021.

- [U 5] **LGRB Bohrkernarchiv, Blatt 7016,** Archivnummern 1909, 1910, 1911 und 1912, <https://www.lubw.baden-wuerttemberg.de>, Abfrage vom 02.12.2021

- [U 6] **Ril 836 – DB Netz, Deutsche Bahn Gruppe: Erdbauwerke planen, bauen und instandhalten,** 6. Aktualisierung, gültig ab 01.12.2018.

- [U 7] **Ril 804.5501: Lärmschutzanlagen an Eisenbahnstrecken,** DB Netz AG, Frankfurt am Main, 01.10.2017.



- [U 8] **EC 7**; Handbuch Eurocode 7, Geotechnische Bemessung, Stand 2011.
- [U 9] **Merkblatt über Entwurfs- und Berechnungsgrundlagen für Gründungen und Stahlpfosten von Lärmschutzwänden und Überflughilfen an Straßen M EBGs-Lsw**; Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV), Köln, Ausgabe 2018.
- [U 10] **Empfehlungen des Arbeitskreises „Pfähle“, EA-Pfähle**, 2. Auflage, Ernst & Sohn GmbH & Co. KG, 2012.
- [U 11] **Arbeitskreis 1.4 „Baugrunddynamik“: Empfehlungen des Arbeitskreises Baugrunddynamik**, Deutsche Gesellschaft für Geotechnik (DGGT), Berlin 2002.
- [U 12] **Vogt, N. (1988): Vorschlag für die Bemessung der Gründung von Lärmschutzwänden**, Geotechnik 11, 1988, Heft 4.
- [U 13] **Dr.-Ing. M. Raithel, 2006**: Lärmschutzwände auf horizontal belasteten Pfählen bei zyklisch / dynamischen Einwirkungen – Versuchsergebnisse und Berechnungsansätze; Symposium Geotechnik – Verkehrswegebau und Tiefgründungen. Heft 18, Schriftenreihe Geotechnik, Universität Kassel.
- [U 14] **DIN-Fachbericht 101**: Einwirkungen auf Brücken; Stand 2009-03.
- [U 15] **Verwaltungsvorschrift für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterials**; Umweltministerium Baden-Württemberg, Stuttgart, 2007 (VwV Bodenverwertung).
- [U 16] **BMU-Hinweise zur AVV**: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) Hinweise zur Anwendung der Abfallverzeichnis-Verordnung vom 10. Dezember 2001.
- [U 17] **Technische Hinweise zur Einstufung von Abfällen nach ihrer Gefährlichkeit**, Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, 14. Oktober 2019.



1.4 Untersuchungen

Zwischen dem 04.10. und dem 18.11.2021 wurden durch Mitarbeiter der Dr. Spang GmbH insgesamt 32 Kleinrammbohrungen (BS) nach DIN EN ISO 22 475-1 (Schappen-Ø 40 – 60 mm) und parallel dazu 32 Mittelschwere Rammsondierungen (DPM nach DIN EN ISO 22 476-2) bis in eine maximale Tiefe von 8,0 m unter Geländeoberfläche (GOF) ausgeführt. Der erste Meter wurde jeweils zur Feststellung von evtl. Leitungen vorgeschachtet.

Das Bohrgut wurde nach den Maßgaben der DIN EN ISO 14 688 geotechnisch aufgenommen und nach DIN 18 196 gruppiert. Die Ergebnisse der Bohrgutaufnahmen sind gemäß DIN 4023 in Anlage 4.2 dargestellt. Die Mittelschweren Rammsondierungen sind gemäß DIN EN ISO 22 476-2 als Rammdiagramme in Anlage 4.3 enthalten.

Alle Aufschlüsse wurden lage- und höhenmäßig eingemessen. Die Lage der Aufschlusspunkte ist in der Anlage 2 dargestellt.

Aus den Kleinrammbohrungen wurden insgesamt 246 gestörte Proben entnommen. An ausgewählten Bodenproben wurden bodenmechanische Laborversuche durchgeführt. Die Ergebnisse liegen dem Bericht in der Anlage 5 bei und werden in Kapitel 2.4 diskutiert. Zusätzlich wurden 5 Mischproben aus dem Aushubbereich gebildet und nach VwV Baden-Württemberg [U 15] chemisch analysiert.

Die nachfolgende Tabelle 1.4-1 liefert eine Übersicht über die durchgeführten Laboruntersuchungen. Die Ergebnisse der Laboruntersuchungen sind in der Anlage 5 dargestellt.



Untersuchungen		Anzahl	Norm / Regelwerk / Untersuchungsmethode
Bodenmechanik	Wassergehalt ¹⁾	24	DIN 18 121
	Konsistenzgrenzen ¹⁾		DIN 18 122
	Siebung ¹⁾		DIN 18 123
Bodenchemie	Deklarationsanalysen MP 1 – MP 5 ²⁾	5	VwV BW [U 15]

1) Durchführung durch die Dr. Spang GmbH

2) Durchführung durch die Eurofins

Tabelle 1.4-1: Zusammenstellung der Laboruntersuchungen

2. GEOTECHNISCHE VERHÄLTNISSE

2.1 Morphologie, Vegetation und Bebauung

Die Lärmschutzwand 1 soll ca. 300 m südlich des Bahnhofs Ettlingen West bei km 80,075 beginnen und links der Strecke 4000 bis km 80,497 verlaufen. Sie beginnt damit unmittelbar südlich des Abzweigs der S-Bahnstrecke Richtung Ettlingen Stadt und verläuft von hier 422 m nach Süden entlang von Schrebergärten und einem Recyclinghof. Bei ca. km 80,270 wird die Goethestraße mittels einer Eisenbahnüberführung überquert. Die absolute Höhe der 4-gleisigen Bahnstrecke beträgt hier 118 bis 120 m NHN. Die Bahnstrecke und damit die geplante Lärmschutzwand verlaufen überwiegend in Geländegleichlage und im Bereich der EÜ in Dammlage.

Die Lärmschutzwand 2 beginnt unmittelbar nördlich die Rastatter Straße bei km 81,314 und unterquert diese anschließend links der Bahnstrecke in südwestlicher Richtung. Sie verläuft anschließend parallel zum Weiligbächle neben Wiesen- und Ackerland bis zur Unterquerung der L607 bei km 81,720 und endet nach 566 m Länge bei km 81,880 westlich der Sportanlagen des FV Ettlingenweier 1909. Die Höhe der Bahnstrecke liegt zwischen 119 und 116 m NHN. Die Lärmschutzwand 2 verläuft meist in Dammlage bis 1,5 m Höhe. Zwischen der Rastatter Straße und der L 607 ist der Bahndamm dicht mit Bäumen und Sträuchern bewachsen.



Die Lärmschutzwände 3a, b und c beginnen bei km 82,065 r.d.B., überqueren bei ca. km 82,145 den Heckenweg und den Beierbach mittels Eisenbahnüberführung und verlaufen anschließend zwischen der Bahnstrecke und einem Wirtschaftsweg in südwestlicher Richtung bis zum Bahnhof Bruchhausen (b. Ettlingen). Südwestlich des Bahnhofs verlaufen die Lärmschutzwände wieder zwischen Bahnstrecke und Wirtschaftsweg (Alemannenweg) bis km 83,501, dabei wird ca. 300 m südwestlich der Bahnsteige der Reutgraben überquert. Zwischen km 82,250 und 82,900 trennen die geplanten Lärmschutzwände (hier LSW 3b) die Bahnstrecke von der Wohnbebauung der Ortschaft Bruchhausen, nördlich und südlich davon von Wiesen, Ackerland und Wald. Die Höhe der Bahnstrecke liegt zwischen 114 und 119 m NHN. Die Lärmschutzwand 3 verläuft meist in Dammlage mit bis 2 m Höhe. Südlich des Bruchhauser Bahnhofs verläuft der Malscher Landgraben westlich der LSW 3a-c in 100 bis 150 m Abstand etwa parallel zur Bahnstrecke. Auf der Ostseite der Bahnstrecke liegt auf Höhe km 82,915 und Bauende der Badeseer Buchtzigsee im Abstand von ca. 10-15 m zur Bahnstrecke.

Die Lärmschutzwand 4 verläuft auf 318 m Länge links der Bahn parallel zur Lärmschutzwand 3c und beginnt bei km 82,597 ca. 20 m südwestlich des Bruchhauser Bahnhofs, überquert den Reutgraben und verläuft anschließend bis km 82,915 zwischen der Bahnstrecke im Westen und einem Wäldchen (mit anschließender Wohnbebauung) auf der Ostseite. Die LSW 4 endet auf Höhe eines kleinen Wohngebiets/Schrebergärten nördlich des Buchtzigsees. Die Höhe der Bahnstrecke liegt zwischen 114 und 115 m NHN. Die Lärmschutzwand 4 verläuft meist in Dammlage bis 3 m Höhe.

Geotechnisch relevante Vegetation (Feuchteanzeiger, Verformungsanzeiger etc.) wurde im Untersuchungsgebiet nicht beobachtet.

2.2 Baugrund

Nach der Geologischen Karte [U 4] und [U 1] und den Archivunterlagen des LGRB [U 5] stehen im Bereich der geplanten Lärmschutzwände 1 bis 4 Niedermoorablagerungen, Holozäne Altwasserablagerungen, Hochflutlehme / Hochflutsande, Auelehme und Flusskiese des Rheintals an. Es handelt sich um die Ablagerungen der sogenannten Kinzig-Murg-Rinne, die von Offenburg bis Bruchsal entlang des Ostrand des Oberrheingrabens vorkommen.



Überlagert werden die quartären Ablagerungen bereichsweise von anthropogenen Auffüllungen (z.B. Gleisschotter und aufgefüllter Boden im Bereich der Bahndämme). In [U 5] im Bereich der LSW 1 sind über den Flusskiesen mehrere Meter mächtige Schichten aus Steinen und Blöcken verzeichnet.

Im Zuge der Erkundung wurden unter den anthropogenen Auffüllungen bindige Lockergesteine (Holozäne Altwasserablagerungen, Auelehme sowie Hochflutlehme / Hochflutsande) über Flusskiesen und -sanden angetroffen. Im Bereich der LSW 1 wurden oberhalb der Flusskiese rote bis rotbraune kantige Gesteinsbruchstücke angetroffen, die jeweils zum Abbruch der Kleinrammbohrungen führten. Im Bereich der LSW 3b, c und 4 wurden unterhalb der Auffüllungen die Niedermoorablagerungen erkundet.

Schicht Nr.	Bezeichnung	Schichtmächtigkeit [m]	Bodenbeschreibung	
			Bodenart / Farbe	Konsistenz / Lagerungsdichte
1a	Auffüllung gemischtkörnig ¹⁾	0,1 - 1,3	Sand, schluffig bis stark schluffig, kiesig bis stark kiesig, teils schwach humos / dunkelbraunbraun, dunkelgrauschwarz; G: Gleisschotter, Flusskies	weich bis steif bzw. locker
1b	Auffüllung grobkörnig ¹⁾	0,6 – 1,9	Kies, sandig, teils schluffig, teils schwach organisch, teils schwach humos / schwarz, braungelb, braun; G: Gleisschotter, Flusskies	locker
2	Bindige Lockergesteine (Holozäne Altwasserablagerungen, Hochflutlehme, Auelehme) ¹⁾⁴⁾	0,3 – 3,7	Ton, schluffig bis stark schluffig, sandig bis stark sandig, teils schwach kiesig, teils schwach humos / gelbgrau, schwarz, schwarzgrau, hellbraun, dunkelbraun	weich bis steif, vereinzelt halbfest bis fest
3	Niedermoorablagerungen ¹⁾²⁾	LSW 3b, 3c, 4: 0,7- 2,9	Ton, Schluff, stark organisch, teils Torf, dunkelbraun	breiig / weich bis steif



Schicht Nr.	Bezeichnung	Schichtmächtigkeit [m]	Bodenbeschreibung	
			Bodenart / Farbe	Konsistenz / Lagerungsdichte
4	Gesteinsbruchstücke ¹⁾³⁾	>0,3 bis >4 m	Schotter, Steine, Blöcke, sandig bis stark sandig, teils schluffig, Blöcke bis ca. 40 cm, in BS zerbohrt, rot-rotbraun	dicht bis sehr dicht gelagert, in Kernbohrungen [U 5] Meißeleinsatz erforderlich; in BS Bohrabbruch aufgrund fehlendem Bohrfortschritt
5	Flusskies, Flusssand ¹⁾	>0,1 – > 8	Kies, schwach sandig-sandig, teils tonig, teils schluffig; Sand, teils schluffig, schwach kiesig bis stark kiesig / braungrau, grau, hellbraun, graugelb, ocker, teils nass	locker bis dicht, vereinzelt sehr dicht

1) nicht in allen Bohrungen erkundet

2) nur in den Bohrungen für LSW 3 und 4 erbohrt

3) nur in den Bohrungen für LSW 1 erbohrt

4) teilweise als Auffüllung im Bahndamm

Tabelle 2.2-1: Schematischer Baugrundaufbau

Der erkundete Schichtaufbau entspricht stratigraphisch weitgehend den Angaben der geologischen Karten [U 1], [U 2], [U 4] und der Archivunterlagen des LGRB [U 5].

Zur Beurteilung der Lagerungsdichte des Bodens sowie der Zustandsform wurden Sondierungen mit der mittelschweren Rammsonde nach DIN EN ISO 22 476-2 ausgeführt. Mit der Rammsonde wird u.a. die in Tabelle 2.2-1 angegebene Lagerungsdichte / Konsistenz abgeschätzt.

Bei der Erkundung wurden die nachfolgend aufgelisteten Schichten angetroffen.

Schicht 1a – Auffüllung gemischtkörnig: Die Auffüllungen der Schicht 1a wurden in allen Kleinrammbohrungen bis auf BS 6, BS 14, BS 16, BS 17, BS 28 und BS 33 mit Mächtigkeiten von 0,1 bis 1,3 m angetroffen. Bei den gemischtkörnigen Auffüllungen handelt es sich um schluffige bis stark schluffige, teils schwach humose Sande und Kiese / Gleisschotter mit dunkelbrauner, dunkelgrauer bis schwarzer Farbe. Bei den Auffüllungen handelt es sich hauptsächlich um die Bahndammschüttung.



Bei den Rammsondierungen mit der mittelschweren Rammsonde wurden, soweit außerhalb der Vorschachtungen ausgeführt, in den Auffüllungen überwiegend Schlagzahlen $N_{10} = 2 - 10$ festgestellt, die auf eine weiche bis steife Konsistenz bzw. lockere Lagerung hindeuten. Lokal wurden Schlagzahlen $N_{10} = > 20$ festgestellt, die auf das Vorhandensein von Steinen oder Blöcken in den Auffüllungen zurückzuführen sind.

Schicht 1b – Auffüllung grobkörnig: Die Auffüllungen der Schicht 1b wurden in den Kleinrammbohrungen BS 6, BS 8, BS 12, BS 13, BS 14, BS 20, BS 21, BS 27, BS 29, BS 30, BS 31, BS 32 und BS 33 mit Mächtigkeiten von 0,6 bis 1,9 m angetroffen. Bei den grobkörnigen Auffüllungen handelt es sich um teils schluffige, teils schwach organische, teils schwach humose sandige Kiese / Schotter mit braungelber, brauner bis schwarzer Farbe. Bei den grobkörnigen Auffüllungen handelt es sich hauptsächlich um die Bahndammschüttung sowie teilweise den Oberbau.

Bei der Rammsondierung mit der mittelschweren Rammsonde wurden in den Auffüllungen, soweit außerhalb der Vorschachtungen ausgeführt, überwiegend Schlagzahlen $N_{10} = 2 - 10$ festgestellt, die auf eine lockere Lagerung hindeuten. Lokal wurden Schlagzahlen $N_{10} = > 30$ festgestellt, die auf Steine und Blöcke in den Auffüllungen zurückzuführen sein dürften.

Schicht 2 – Bindige Lockergesteine: Bei den bindigen Lockergesteinen handelt es sich um Hochflutlehme, Auelehme und holozäne Altwasserablagerungen aus schluffigen bis stark schluffigen, sandigen bis stark sandigen, teils schwach kiesigen, teils schwach humosen Tonen mit gelbgrauer, schwarzer, schwarzgrauer, hellbrauner oder dunkelbrauner Farbe. Die bindigen Lockergesteine wurden in allen Kleinrammbohrungen bis auf BS 4, BS 8, BS 14, BS 15, BS 20, BS 21, BS 27, BS 28 und BS 29 mit Mächtigkeiten von 0,3 – 3,7 m angetroffen.

Bei den Rammsondierungen mit der mittelschweren Rammsonde wurden in den bindigen Lockergesteinen Schlagzahlen $N_{10} = 4 - 10$ festgestellt, die auf eine weiche bis steife Konsistenz hindeuten. Lokal gab es Bereiche in denen die Schlagzahlen bei über $N_{10} = 30$ lagen. In diesen Bereichen lassen die Schlagzahlen auf eine feste Konsistenz schließen. Mit Rammhindernissen in Form von Steinen und Blöcken innerhalb des bindigen Lockergesteine ist zu rechnen.

Schicht 3 – Niedermoorablagerungen: Bei den Niedermoorablagerungen handelt es sich um dunkelbraune bis schwarze stark organische Tone und Schluffe sowie Torfe. Die Niedermoorablagerungen gehen teilweise in die bindigen Lockergesteine der Schicht 2 über, so dass nicht immer eine



eindeutige Abgrenzung zwischen den Schichten möglich ist. Die Niedermoorablagerungen beschränken sich auf die Kleinrammbohrungen BS 20 bis BS 23 und BS 31 bis BS 33. Die Mächtigkeiten betragen 0,7 m bis 2,9 m.

Bei den Rammsondierungen mit der mittelschweren Rammsonde wurden in den Niedermoorablagerungen Schlagzahlen $N_{10} = 0 - 10$ festgestellt, die auf eine überwiegend breiige bis weiche, vereinzelt bis steife Konsistenz hindeuten.

Schicht 4, Gesteinsbruchstücke: In den Kleinrammbohrungen BS 1 bis BS 5 (LSW 1) konnte die geplante Bohrtiefe nicht erreicht werden. Ab Tiefen zwischen 1,3 m und 2,6 m unter GOK wurden hier rote Gesteinsbruchstücke angetroffen, die sehr schwer bohrbar waren und dazu führten, dass die Bohrungen aufgrund des fehlenden Bohrfortschritts in Tiefen zwischen 1,7 und 3 m unter GOK abgebrochen werden mussten. Die LSW1 liegt im Bereich des Schwemmfächers den die Alb bei Eintritt in den Oberrheingraben abgelagert hat. In dem Schwemmfächer liegen harte Steine und Blöcke vor.

Bei der Rammsondierung mit der mittelschweren Rammsonde stiegen die Schlagzahlen rasch von $N_{10} = 25$ auf >100 , dies deutet auf eine dichte bis sehr dichte Lagerung bzw. auf Rammhindernisse hin. Mit Rammhindernissen in Form von Steinen und Blöcken ist zu daher zu rechnen. Aus den Archivbohrungen des LGRB [U 5] in diesem Bereich geht hervor, dass es sich um sandige Steine und Blöcke mit Kantenlängen bis zu 40 cm handelt.

Schicht 5, Flussschotter und -sande: Im Liegenden der Schichten 2, 3 und 4 stehen Flussschotter und -sande an, die der Ortenau-Formation des Oberrheingraben zuzuordnen sind. Es handelt sich um schwach sandige bis sandige, teils tonige, teils schluffige Schotter sowie teils schluffige, schwach kiesige bis stark kiesige Sande mit braungrauer, grauer, hellbrauner, grau- oder ockerbrauner Farbe. Die Flussschotter und -sande sind häufig nass und bilden den Grundwasserleiter. Die Flussschotter / -sande wurden in allen Kleinrammbohrungen ab BS 6 mit Mächtigkeiten von $> 0,1 - > 8$ m angetroffen. Auch im Bereich der LSW 1 (BS 1-5) stehen die Flussschotter / -Sande unter den Gesteinsbruchstücken an. Dies geht aus den Archivunterlagen [U 5] hervor.



Bei den Rammsondierungen mit der mittelschweren Rammsonde wurden in den Flusskiesen /-sandden Schlagzahlen $N_{10} = 10 - 100$ festgestellt, die auf eine überwiegend mitteldichte bis dichte, stellenweise sehr dichte Lagerung hindeuten. Mit Rammhindernissen in Form von Steinen und Geröllen innerhalb der Flusskiese / -sande ist zu rechnen.

2.3 Hydrogeologie / Grundwasser

Vorfluter im Bereich der geplanten Lärmschutzwände 4 ist der Malscher Landgraben, der über die Alb in den Rhein entwässert und das Wasser aus den Gräben, die die Bahnstrecke kreuzen aufnimmt. Der Malscher Landgraben verläuft westlich der Bahnstrecke und fließt von Süd nach Nord / Nordost zur Alb. Generell ist von einer nördlich bis nordwestlich gerichteten Grundwasserfließrichtung auszugehen.

Während der Erkundungsarbeiten wurde ab der Kleinrammbohrung BS 12 (Beginn LSW 3a) in den Flusskiesen/-sandden Grundwasser angetroffen, teilweise wurde auch in den überlagernden bindigen Lockergesteinen sowie den Niedermoorablagerungen nasses und aufgeweichtes Bohrgut angetroffen.

Die angetroffenen Wasserstände sind in Tabelle 2.3-1 zusammengefasst.

Bohrung	Datum	Höhe Ansatzpunkt Bohrung [m unter SOK]	Wasser angebohrt	
			[m u. Ansatzpunkt]	[m unter SOK]
BS 12	12.10.2021	-0,40	-3,5	-3,9
BS 13	12.10.2021	-0,40	-3,7	-4,1
BS 15	13.10.2021	-0,80	-5,7	-6,5
BS 16	15.10.2021	-0,80	-4,2	-5,0
BS 17	15.10.2021	+0,25	-5,60	-5,35
BS 19	18.10.2021	-0,80	-3,5	-4,3
BS 20	17.11.2021	-0,64	-2,3	-2,94
BS 21	17.11.2021	-0,84	-2,8	-3,64
BS 22	16.11.2021	-0,81	-3,3	-4,21
BS 23	18.11.2021	-0,95	-3,1	-4,05
BS 24	18.11.2021	-0,79	-3,2	-4,0
BS 25	18.11.2021	-0,91	-3,3	-4,21



Bohrung	Datum	Höhe Ansatzpunkt Bohrung [m unter SOK]	Wasser angebohrt	
			[m u. Ansatzpunkt]	[m unter SOK]
BS 26	19.11.2021	-0,76	-3,9	-4,66
BS 27	14.10.2021	-0,75	-3,5	-4,25
BS 28	14.10.2021	-0,60	-4,0	-4,6
BS 29	15.10.2021	-0,60	-3,6	-4,2
BS 30	14.10.2021	-0,60	-4,5	-5,1
BS 31	16.11.2021	-1,22	-1,7	-2,92
BS 32	16.11.2021	-1,15	-3,0	-4,15
BS 33	16.11.2021	-1,04	-2,7	-3,74

Tabelle 2.3-1: Angetroffene Wasserstände während der Baugrunderkundung

Der Flussschotter/-sand ist als ergiebiger und stark durchlässiger Porengrundwasserleiter und die bindigen Lockergesteine als Grundwasserstauer einzustufen.

Die geplanten Lärmschutzwände kommen vollständig in der Zone IIIB des Wasserschutzgebiets WW Mörscher Wald der Stadt Karlsruhe zu liegen.

In [U 4] sind Grundwasserganglinien nahebei gelegener Grundwassermessstellen veröffentlicht. Auf dieser Basis wird der **Bauwasserstand** (der während der Bauzeit zu erwartende höchste Wasserstand) auf 115,8 m NHN und der **Bemessungswasserstand** (der während der voraussichtlichen Nutzungs- bzw. Lebensdauer zu erwartende höchste Wasserstand) auf 116 m NHN angegeben.

Aufgrund der schwachen Durchlässigkeit der bindigen Lockergesteine (Schicht 2) unterhalb der oberflächennah anstehenden meist durchlässigen Auffüllungen (Schicht 1a+b) ist in Abhängigkeit von Dauer und Intensität von Niederschlägen saisonal auch oberhalb des Grundwasserspiegels bis in Höhe der GOF mit Schicht- und Sickerwasserzutritten zu rechnen. Diese weisen in der Regel eine geringe Ergiebigkeit auf und bluten bei Anschnitt relativ schnell aus.

Für Fragen der Abdichtung und der Materialbeanspruchung mit Wasser (Beanspruchung wasserempfindlicher Böden, Angriffsgrad, etc.) ist der maßgebliche Wasserstand bzw. die Wasserwechselzone auch aufgrund der zu erwartenden Stau- und Schichtwässer bis auf Höhe GOF anzusetzen.



Soweit durch rückstaufreie Drainagemaßnahmen der Aufstau bzw. die Einwirkung von Wasser an den jeweiligen Bauwerken/Bauteilen wirkungsvoll verhindert wird, kann der Bemessungswasserstand auf die jeweilige Rohroberkante der Drainage abgesenkt werden.

Die Bandbreiten der Durchlässigkeitsbeiwerte für die anstehenden Schichten sind in der Tabelle 2.3-2 angegeben.

Schicht Nr.	Bezeichnung	Durchlässigkeitsbeiwert k_f [m/s]	Durchlässigkeitsbereich ¹⁾
1a	Auffüllung, gemischt-körnig	1×10^{-6} bis 5×10^{-5} bis	schwach durchlässig bis durchlässig
1b	Auffüllung, grobkörnig	1×10^{-3} bis 3×10^{-2}	stark durchlässig bis sehr stark durchlässig
2	Bindige Lockergesteine	$< 5 \times 10^{-9}$ bis 1×10^{-7}	sehr schwach durchlässig bis schwach durchlässig
3	Niedermoorablagerungen	k.A.	k.A.
4	Gesteinsbruchstücke	1×10^{-3} bis 3×10^{-2}	stark durchlässig bis sehr stark durchlässig
5	Flusskies, Flusssand	5×10^{-4} bis $> 1 \times 10^{-2}$	stark durchlässig bis sehr stark durchlässig

1) Bezeichnung gemäß DIN 18 130

Tabelle 2.3-2: Durchlässigkeitsbeiwerte der Schichten

2.4 Bodenmechanische Laborversuche

Zur detaillierten bodenmechanischen Bewertung des anstehenden Bodens sowie zur Klassifizierung und Festlegung der Bodenkennwerte wurden von der Dr. Spang GmbH an ausgewählten Bodenproben die folgenden bodenmechanischen Laborversuche durchgeführt:

- 14 x Bestimmung des Wassergehalts nach DIN EN ISO 17 892-1 (Anlage 5.1)
- 5 x Bestimmung der Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17 892-12 (Anlage 5.2)
- 5 x Siebanalysen nach DIN EN ISO 17 892-4 (Anlage 5.3)

In Tabelle 2.4-1 sind die Ergebnisse der Bestimmung der Wassergehalte und Zustandsgrenzen zusammengefasst.



Aufschluss	Tiefe [m]	Schicht	LSW	Bodenart	w _n [%]	w _P [%]	w _L [%]	I _P [%]	I _c [-]	Konsistenz	Bodengruppe ¹⁾
BS 1	1,3 - 2,3	2	1	T,u*,s*	17,5 ²⁾	14,9	24,6	10,6	0,67	weich	TL/ST*
BS 2	1,3 - 1,7	2	1	T,u*,s'	16,1	--	--	--	--	--	--
BS 5	1,3 - 2,3	2	1	T, u*, fs	15,1	--	--	--	--	--	--
BS 6	2,3 - 3,3	2 (-3)	2	T,u*,o	71,7	--	--	--	--	--	--
BS 9	0,8 - 1,6	1a	2	A (U,s)	15,5	16,7	22,6	5,9	1,2	halb- fest	ST*/SU*
BS 10	1,5 - 2,6	2 (-3)	2	T,u,s',o	51,5	--	--	--	--	--	--
BS 11	1,6 - 2,1	2	2	T,u*,s*, g'	15,1	--	--	--	--	--	--
BS 13	1,8 - 2,8	2	3a	T,fs'	31,8 ²⁾	24,1	89,2	65,1	0,88	steif	TA
BS 16	0,2 - 1,5	2	3b	U,fs,g'	7,1	--	--	--	--	--	--
BS 17	1,2 - 2,8	2	3b	T, u*, s	14,25	--	--	--	--	--	--
BS 19	1,8 - 3,0	2 (-3)	3b	T,u*,s', h'	73,4	--	--	--	--	--	--
BS 20	2,7 - 3,7	3	3b	T,u*fs', h*	192,9	--	--	--	--	--	--
BS 21	3,3 - 4,3	3	3c	T,u*fs', h	208,8	--	--	--	--	--	--
BS 22	3,3 - 4,3	2	3c	T,u*,fs*	24,4	--	--	--	--	--	--
BS 24	1,4 - 1,9	2	3c	T,u',fs'	19,4	14,0	48,9	34,9	0,83	steif	TM
BS 26	1,6 - 2,3	2	3c	T,u,fs*, g'	17,0	--	--	--	--	--	--
BS 31	0,9 - 1,5	2	4	T,u*,fs*, ,fg'	15,4	--	--	--	--	--	--
BS 32	1,9 - 3,0	3	4	T,u*fs', h	164,6	--	--	--	--	--	--
BS 32	3,7 - 4,3	2	4	T,u,fs', h'	22,3	16,9	37,1	20,2	0,71	weich	TM

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

1) DIN 18 196

2) Korrigierter Wassergehalt wegen Überkorn

Tabelle 2.4-1: Ergebnisse der Wassergehalts- und Zustandsgrenzenuntersuchung nach DIN EN ISO 17 892-1 und DIN EN ISO 17 892-12



Die Proben aus Schicht 2 sind den Bodengruppen der leichtplastischen, mittelplastischen und ausgeprägt plastischen Tone TL, TM und TA nach DIN 18919 zugeordnet. Es wurde eine weiche bis steife Zustandsform bestimmt.

Die Torfe der Schicht 3 weisen sehr hohe Wassergehalte auf. Der Anteil an Wasser ist teilweise größer als der Trockenrückstand.

Von den Schichten 4 und 5 wurden je LSW eine Mischprobe erstellt, an der die Kornverteilung bestimmt wurde. Die Befunde können der folgenden Tabelle 2.4-2 entnommen werden.

Aufschluss	Tiefe [m]	Schicht	LSW	Schlammkorn ¹⁾ [%]	Sandanteil ²⁾ [%]	Kiesanteil [%]	Bodenart ³⁾	Boden- gruppe ⁴⁾
Gesteinsbruchstücke (Schicht 4)								
MP LSW 1 (BS 1-5)	1,3 - 3,0	4	1	7,9	30,0	62,1	G,u',fs',ms',gs'	GU, GT
Flusskiese und -sande (Schicht 5)								
MP LSW 2 (BS 6-11)	4,5 - 7,0	5	2	5,3	43,6	51,2	S, G, u'	GU, GT
MP LSW 3a,b (BS 12-20)	1,7 - 5,6	5	3a,b	4,9	37,6	57,6	G,ms,gs',gs'	GW
MP LSW 3c (BS 21-29)	5,0 - 8,0	5	3c	4,1	43,3	52,6	S, G'	GW
MP LSW 4 (BS 30-33)	5,0 - 8,0	5	4	3,9	39,7	56,4	G,ms,gs'	GW

1) Korngröße $\leq 0,063$ mm

2) Korngröße $>0,063$ mm und ≤ 2 mm

3) DIN EN ISO 14 688 / DIN 4023

4) DIN 18 196

Tabelle 2.4-2: Ergebnisse der Korngrößenverteilungsuntersuchung nach DIN EN ISO 17 892-4

Die Schichten 4 und 5 sind entsprechend der Untersuchung der Kornverteilung den Bodengruppen der weitgestuften Kiese GW oder der tonigen bzw. schluffigen Kiese GU / GT nach DIN 18196 zuzuordnen.



2.5 Chemische Analytik

2.5.1 Probenzusammenstellung und Analysenumfang

Für eine Einschätzung der im Untersuchungsgebiet zu erwartenden **Zuordnungsklassen** der anstehenden Böden wurden bei 5 Mischproben Deklarationsanalysen nach **VwV BW** ausgeführt und bewertet.

Die nachfolgende Tabelle 2.5-1 gibt eine Übersicht über die Auswertung der **Deklarationsanalysen**. Werden bauzeitlich organoleptische Auffälligkeiten (Geruch, Färbung etc.) am Aushub festgestellt, so sind die auffälligen Böden zu separieren, zu analysieren und entsprechend zu entsorgen. Eine geotechnische und umwelttechnische Fachbauüberwachung ist zu empfehlen.

Probe	Tiefe [m unter GOK]	Schicht	LSW	Analysenum- fang
LSW1 - MP 1	0 – 2,0	1a,b +2	1	VwV Bodenver- wertung [U 15]
LSW 2 - MP 2	0 – 2,0	1a,b +2	2	VwV Bodenver- wertung [U 15]
LSW 3a,b - MP 3	0 – 2,0	1a,b +2	3a,b	VwV Bodenver- wertung [U 15]
LSW 3c - MP 4	0 – 2,1	1a,b +2 +5	3c	VwV Bodenver- wertung [U 15]
LSW 4 – MP 5	0 – 2,1	1a,b +2	4	VwV Bodenver- wertung [U 15]

Tabelle 2.5-1: Zusammenstellung der Mischproben für die chemische Analytik

Die dazugehörigen Probenahmeprotokoll liegt dem Bericht als Anlage 7.1 bei.



2.5.2 Bewertungsgrundlage Bodenaushub

Zur Bewertung der Verwertbarkeit Bodenaushub- und Abbruchmaterialien werden die Zuordnungswerte der VwV Bodenverwertung [U 15] herangezogen. Die VwV Bodenverwertung ist für die Bewertung der Wiederverwertungs- / Beseitigungsmöglichkeiten von Böden gedacht. Die in der VwV Bodenverwertung aufgelisteten Zuordnungswerte sind wie in der nachstehenden Tabelle 2.5-2 aufgelistet definiert.

Einbauklasse	Maßnahmen (Auszug)
Z 0	uneingeschränkter Einbau u.a. im Bereich von Wohngebieten und Wasserschutzgebieten möglich
Z 0*	Verwertung in bodenähnlichen Anwendungen und zur Verfüllung von Abgrabungen. Abdeckung des eingebrachten Materials mit min. 2 m Boden entsprechend § 12 BBodSchV. Die Sohle der Verfüllung hat einen Mindestabstand zum höchsten Grundwasserstand von 1 m. Die Verfüllungen liegen außerhalb folgender Gebiete: Trinkwasserschutzgebiet Zone III A; Heilquellenschutzgebiete Zone III oder III/1; Wasservorranggebiete; Karstgebiete und Gebiete mit besonders wasserwegsamem Untergrund
Z 1.1	Verwertung in technischen Bauwerken mit wasserdurchlässiger Bauweise. Mindestabstand zum höchsten Grundwasserstand von 1 m
Z 1.2	wie Z 1.1, jedoch mit günstigen hydrologischen Verhältnissen. Mindestens 2 m mächtige Deckschicht (Barriere) unter den Verfüllungen. Ein Nachweis der eingehaltenen Vorgaben ist vorzulegen.
Z 2	Verwertung in technischen Bauwerken bei definierten technischen Sicherungsmaßnahmen u.a. in Lärmschutzwälle, Dammbauwerke, unter mineralischer Abdichtung, Straßenbaumaterial
> Z 2	Deponierung gemäß DepV erforderlich

Tabelle 2.5-2: VwV BW - Einbauklassen sowie sich daraus ergebende Konsequenzen für die Verwertung / Beseitigung

2.5.3 Bewertung der chemischen Untersuchungen der Bodenmischproben

Die Gegenüberstellung der Analysenergebnisse der Bodenmischproben mit den Zuordnungswerten der VwV Bodenverwertung BW ist in Anlage 7.3 zu finden. Die Laborergebnisse (Analyseergebnisse, Prüfmethode und Nachweisgrenzen) sind dem Prüfbericht in Anlage 7.2 zu entnehmen.



In der folgenden Tabelle 2.5-23 wird das Ergebnis der chemischen Analyse nach der Verwaltungsvorschrift für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial (VwV Bodenverwertung) [U 15] aus dem Prüfbericht AR-21-KS-012553-01 der Eurofins Umwelt Ost GmbH zusammengefasst und beurteilt. Textlich beschrieben werden dabei immer nur die für die Einstufung nach Einbauklassen maßgebenden Werte.

Probe	Schicht / LSW	Einstufungsgrundlage	Einstufung nach VwV	Schadstoffe		Einstufung Gefährlichkeit nach AVV	AVV-Nr.
				Parameter	Gehalt		
LSW1 - MP 1	1a,b +2 / 1	VwV	Z 2	Hg	1,61 mg/kg	nicht gefährlich	17 05 04
LSW 2 - MP 2	1a,b +2/ 2	VwV	Z 2	PAK, Benzoapyren	10 mg/kg 0,9 mg/kg	nicht gefährlich	17 05 04
LSW 3a,b - MP 3	1a,b +2/ 3a	VwV	>Z 2	Hg	5,43 mg/kg	nicht gefährlich	17 05 04
LSW 3c - MP 4	1a,b +2 +5/ 3b+c	VwV	Z 2	Hg	3,19 mg/kg	nicht gefährlich	17 05 04
LSW 4 - MP 5	1a,b +2 +3/ 4	VwV	Z 2	Hg PAK	4,26 mg/kg 9 mg/kg	nicht gefährlich	17 05 04

¹⁾ pH-Wert und elektrische Leitfähigkeit sind keine ausschlaggebenden Parameter, der Grund für die erhöhten Werte ist anzugeben.

²⁾ Angabe mit Berücksichtigung von pH-Wert und elektrischer Leitfähigkeit

Tabelle 2.5-3: Analysenergebnisse und Einstufung nach VwV Bodenverwertung

Auf Basis der vorliegenden Untersuchungsergebnisse ergaben sich für die Mischproben MP 1 bis MP 5 folgende Befunde hinsichtlich der Entsorgung:

- **Proben MP 1, MP 2, MP 4 und MP 5:** Sind in die Kategorie **Z 2** gemäß VwV Bodenverwertung **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** einzustufen. Die Einstufung der Mischprobe in die Einbaukategorie Z 2 erfolgt aufgrund der Parameter Quecksilber und PAK im Feststoff.
- **Probe MP 3:** Der Quecksilber-Gehalt im Feststoff überschreitet den Grenzwert für Z 2, so dass eine Untersuchung und Einstufung nach DepV erforderlich wird. Ein Abgleich der Analysenergebnisse von MP 3 mit den Zuordnungswerten der DepV ergibt eine vorläufige Einstufung in die **Deponieklasse DK0**. Die Einstufung nach DepV ist vorläufig, da nicht alle Parameter nach DepV untersucht wurden.



2.5.4 Entsorgung / Abfallschlüssel

Gemäß § 3 des Kreislaufwirtschaftsgesetzes (KrWG) wird unter dem Begriff Abfallentsorgung sowohl die Verwertung- als auch die Beseitigung verstanden. Nach § 2 KrWG steht eine Wiederverwertung vor der Beseitigung (i.d.R. Deponie).

In der nachfolgenden Tabelle werden für die anstehende Entsorgung Abfallschlüssel nach EWC/AVV vorgeschlagen. Die vorläufige Einstufung der Materialien erfolgte auf Grundlage der organoleptischen Ansprache und der durchgeführten chemischen Untersuchungen.

Material	AVV-Schlüssel	Abfallbezeichnung EWC (2011) / AVV
Bodenaushub Z 1.1 bis Z2 und DK0	17 05 04	Boden und Steine mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 05 03 fallen

Tabelle 2.5-4: Abfallschlüsselnummern der anfallenden Materialien für Baden-Württemberg

Die Auswahl der Abfallschlüsselnummern erfolgt auf Basis der in Baden-Württemberg relevanten technischen Hinweise der LAGA [U 17]. Bei einer Entsorgung in anderen Bundesländern kann eine abweichende Einstufung erfolgen. Z.B. wird in Rheinland-Pfalz Boden > Z2 als gefährlicher Abfall (AVV-Nr. 17 05 03*) eingestuft.

Grundsätzlich sind Abfälle zu vermeiden und es ist eine Wiederverwertung vor Ort anzustreben. Entstandene Abfälle sind möglichst der Verwertung zuzuführen. Ist dies unmöglich muss der Abfall entsprechend KrWG §15 beseitigt werden. Für die ordnungsgemäße Entsorgung sind die nötigen Genehmigungen (Entsorgungsnachweise, vereinfachte Entsorgungsnachweise) bei den zuständigen Behörden durch den Auftraggeber / -nehmer einzuholen.

In der Regel werden die abfalltechnischen Analysen nur 0,5 bis 1 Jahr nach Probenahme seitens der Entsorger akzeptiert.

Da es sich um eine orientierende, stichprobenartige Probenahme handelt, bei der eventuell schadstoffbeaufschlagte Bereiche nicht erfasst sein können, wird empfohlen, bei dem Aushub Haufwerke zur Probenahme nach LAGA PN 98 anzulegen und abfalltechnische Untersuchungen in das LV der



Erdarbeiten aufzunehmen. Weiterhin sollten auch die Einbauklassen Z0 bis Z2 und DK 0 bis DK 2 in das LV der Erdarbeiten aufgenommen werden, auch wenn nicht alle diese Einstufungen bei der Erkundung festgestellt wurden.

Sollten bei den Aushubarbeiten Auffälligkeiten festgestellt werden, die in unserem Bericht nicht aufgeführt sind, wird empfohlen, den auffälligen Bodenaushub zu separieren und getrennt auf ein Haufwerk zu schütten. Die Dr. Spang GmbH ist zu informieren, um das weitere Vorgehen abstimmen zu können.

Eine Untersuchung der Bodenproben hinsichtlich der Beton- und Stahlaggressivität war nicht Gegenstand des Auftrages.

2.6 Sonstige Randbedingungen und Eigenschaften

Nach DIN 4149:2005-04 liegt das Projektgebiet in der Erdbebenzone 1 und der Untergrundklasse R (Gebiete mit felsartigem Gesteinsuntergrund). Das Projektgebiet ist in die Baugrundklasse C (grobkörnige (rollige) bzw. gemischtkörnige Lockergesteine mit mitteldichter Lagerung) einzugruppieren.

Der Projektstandort ist nach Ril 836.4101A04 [U 6] der Frosteinwirkungszone I zuzuordnen.

Das Untersuchungsgebiet befindet sich innerhalb der WSZ IIIB des Wasserschutzgebietes Mörscher Wald der Stadt Karlsruhe WSG-Nr.-Amt: 115005. Das WSZ I liegt im Abstrombereich der Bahnstrecke 4000.

Die LSW 2 liegt im Offenlandbiotop „Feldhecken an Bahnlinie nordwestlich Ettlingerweier“ mit der Biotop-Nr. 170 162 152 746; die LSW 3c und 4 liegen im Offenlandbiotop „Feldhecken S Badeseebuchzig“ mit der Biotop-Nr. 170 162 150 098.

Die LSW 2, 3c, und 4 sind Teil des Landschaftsschutzgebietes Nr. 2.15.067 „Kinzig-Murg-Rinne zwischen Ettlingen und Malsch“.

Außerdem liegt die LSW 2 am westlichen Rand des Naturparks Nr. 7 „Schwarzwald Mitte/Nord“.



3. TECHNISCHE EIGENSCHAFTEN UND KENNWERTE

3.1 Klassifizierung für bautechnische Zwecke

Nach den Erkundungsergebnissen sowie den Kenntnissen u.a. aus den Archivunterlagen [U 5] lassen sich die im Projektgebiet zu erwartenden Böden wie folgt geotechnisch klassifizieren.

Schicht-Nr.	Bodenart	Klassifizierung nach DIN			Frostempfindlichkeit ²⁾	Verdichtbarkeit ³⁾
		18 196	18 300 ¹⁾	18 301 ¹⁾		
1a	A [S,u-u*,g-g*,(h')]	SU, SU* / GU, GU*	3-4	BN1-BN2 BS1-BS4	F2 – F3	V1 – V2
1b	A [G, s, (u),(h'), (o')]	GW, GE	3	BN1-BN2 BS1-BS4	F1	V1
2	T, u-u*, s-*s*, (g'), (h')	TL, TM, TA	4-5 (2) ⁴⁾	BB2-BB3 BS1-BS2	F2 - F3	V3
3	T,U,fs',h	OH, OU, (HZ)	2 ⁷⁾ -3 (2) ⁴⁾	BB1-BB2 BO1-BO2	F2 - F3	-
4	G,u',fs',ms',gs',x, y	GU, GW	5)-7 ⁶⁾	BN1-BN2 BS4	F1 – F2	-
5	G, s'-s,(t), (u) S, g-g*, (u)	GW, GU, GT	3, (6)	BN1-BN2 BS1-BS4	F1 – F2	V1

1) gemäß DIN 18 300:2012-09

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

3) V1 = verdichtbar, V2 = eingeschränkt verdichtbar, V3 = schwer verdichtbar

4) Der angegebene Boden kann bei Wassersättigung infolge Störung der Lagerung in eine fließende Bodenart übergehen

5) Bodenklasse 6 und 7 bei entsprechendem Anteil an Steinen und Blöcken

6) Bezeichnung nach DIN 4023

7) Bodenklasse 2 bei breiiger Konsistenz, sonst Bodenklasse 3

Tabelle 3.1-1: Bodenklassifizierung

Die Angabe der Boden- und Felsklassen der Tabelle 3.1-1 nach der zurückgezogenen DIN 18 3xx (Ausgabe 2012) erfolgt informativ. Seit 2015 ist Boden und Fels in Homogenbereiche einzuteilen. Bei der Festlegung der Homogenbereiche sind einsetzbare Bauverfahren und Baugeräte zu berücksichtigen. Eine vorläufige Einteilung in Homogenbereiche wird in Kap. 3.3 Homogenbereiche vorgenommen.

Die **Rammpfahlbarkeit** der Bodenschichten für Spundwände, Stahlträger und Rammpfähle ist wie in der nachfolgenden Tabelle 3.1-2 zusammengestellt einzuschätzen. In den Auffüllungen muss wegen



Steinen mit schwerer Rammfähigkeit oder auch fehlender Rammfähigkeit gerechnet werden. Bei schwer rambaren Böden und Böden, die Rammhindernisse enthalten, ist die Rammbarkeit ggf. nicht ohne Zusatzmaßnahmen möglich. Es ist davon auszugehen, dass in Abhängigkeit der erforderlichen Einbindetiefe Zusatzmaßnahmen wie z.B. Lockerungsbohrungen oder Austauschbohrungen erforderlich werden. Dies ist im Zuge der weiteren Planung und bei der Ausschreibung zu beachten.

Schicht-Nr.	Boden	Rammbarkeit ¹⁾
1.a	Auffüllung gemischtkörnig	Leicht – mittelschwer, mit Rammhindernissen ist zu rechnen
1.b	Auffüllung grobkörnig	leicht – mittelschwer, mit Rammhindernissen ist zu rechnen
2	Bindige Lockergesteine	mittelschwer ²⁾ mit Rammhindernissen ist zu rechnen
3	Niedermoor	leicht – mittelschwer
4	Gesteinsbruchstücke	sehr schwer - nicht rambbar, Auflockerungsbohren oder Austauschbohrung erforderlich, ggf. Meißeleinsatz erforderlich
5	Flussskies/Flusssand	schwer bis sehr schwer rambbar Auflockerungsbohrung erforderlich

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

2) Genesebedingt sind Steine / Gerölle vorhanden

Tabelle 3.1-2: Rammbarkeit der anstehenden Schichten

Bindige Böden (z.B. die bindigen Lockergesteine, Schicht 2) können bei Wassersättigung und Lagerungsstörung (z.B. dynamische Beanspruchung, Überfahrten, etc.) in eine fließende Bodenart übergehen.

3.2 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 3.2-1 zusammengestellten charakteristischen Bodenkennwerte angeben. Lokale Abweichungen sind möglich.



Schicht Nr.	Bezeichnung	Wichte feuchter Boden	Wichte unter Auftrieb	Reibungswinkel	Kohäsion	Undrainierte Kohäsion	Steifemodul
		γ_k [kN/m ³]	γ_k' [kN/m ³]	φ_k' [°]	c_k' [kN/m ²]	$c_{u,k}$ [kN/m ²]	$E_{s,k}^{1)}$ [MN/m ²]
1a	Auffüllung gemischtkörnig	20	10	27,5	5	5 - 10	20
1b	Auffüllung grobkörnig	19	11	37,5	--	--	80
2	Bindige Lockergesteine	19	9	22,5	5	20 - 60	5
3	Niedermoorablagerungen	13	3	15	2	5 – 40	1,5
4	Gesteinsbruchstücke	22	14	40	--	--	120
5	Flusssand, Flusssand	20	11	32,5	--	--	80

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

Tabelle 3.2-1: Charakteristische Bodenkennwerte

3.3 Homogenbereiche

3.3.1 Allgemeines

Boden und Fels ist gemäß den Normen der VOB/C (seit der Ausgabe 2015) in Homogenbereiche einzuteilen, die für die Ausschreibung verwendet werden sollen. Ein Homogenbereich ist dabei ein begrenzter Bereich, bestehend aus einzelnen oder mehreren Boden- oder Felsschichten, der für die in den einzelnen Gewerken einsetzbaren Baugeräte vergleichbare Eigenschaften aufweist. Die Homogenbereiche sind somit ggf. gewerkespezifisch festzulegen und hängen von den einsetzbaren Baugeräten ab. Da die geplanten Bauverfahren zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung noch nicht festgelegt waren, erfolgt eine vorläufige Einteilung auf Basis der empfohlenen Verfahren gemäß Kap. 5, die im Zuge des Planungsprozesses bis zur Ausschreibung zu überprüfen und ggf. zu überarbeiten ist.



Umweltrelevante Inhaltsstoffe wurden bei der Einteilung der Homogenbereiche nur dann berücksichtigt, wenn Sie eine offensichtliche Auswirkung auf das Bauverfahren/Baugerät haben oder den Aufwand beim Arbeiten mit diesen Stoffen beeinflussen. Dies wurde immer dann unterstellt, wenn es sich um gefährlichen Abfall nach der AVV handelt. Sofern eine umwelttechnische Belastung sich im Wesentlichen nur auf die Entsorgungskosten auswirkt, wurde keine Unterteilung in den Homogenbereichen ausgewiesen. Es wird empfohlen die Entsorgung in solchen Fällen über eigene Positionen in der Ausschreibung zu regeln.

Die Homogenbereiche und die angegebenen Eigenschaften beschreiben den Zustand des Bodens und Fels vor dem Lösen. Bei den aufgeführten Eigenschaften und Kennwerten handelt es sich nicht um charakteristische Kennwerte für Berechnungen, sondern um mögliche Spannbreiten, die zur Abschätzung der Bearbeitbarkeit von Boden und Fels verwendet werden können.

Die Einteilung der Homogenbereiche ist zur Ausschreibung unter Berücksichtigung der geplanten Bauverfahren vom Planer und geotechnischen Gutachter zu überprüfen und ggf. anzupassen.

Bauzeitliche Überprüfungen sind mit Versuchen nach den in der Tabelle 3.3-1 aufgeführten Prüfverfahren durchzuführen.

Eigenschaft / Kennwert		Prüfung/Prüfvorschrift
Bodenmechanik	Korngrößenverteilung	DIN EN ISO 17 892-4
	Massenanteil Steine, Blöcke, große Blöcke	Aussortieren, Vermessen, Wiegen
	natürliche Dichte / Feuchtdichte	DIN EN ISO 17 892-2
	undrainierte Scherfestigkeit c_u	DIN 4094-4
	Kohäsion c'	DIN EN ISO 17 892-10
	Wassergehalt w_n	DIN EN ISO 17 892-1
	Plastizitätszahl I_P	DIN EN ISO 17 892-12
	Konsistenzzahl I_C	DIN EN ISO 17 892-12
	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
	Bodengruppe	DIN 18 196
	Abrasivität	LCPC-Test nach NF P18-579 DGGT-Empfehlung Nr. 23: „Bestimmung der Abrasivität von Gesteinen mit dem CERCHAR-Versuch“ des AK 3.3 „Versuchstechnik Fels“

Tabelle 3.3-1: Für eine Überprüfung der Eigenschaften und Kennwerte der Homogenbereiche anzuwendende Prüfverfahren

3.3.2 DIN 18 300 Erdarbeiten

Bei der Herstellung der Schallschutzwände sind **Erdarbeiten gemäß DIN 18 300** in geringem Maß zur Herstellung der Baugruben / technologischen Gruben an den Pfahlköpfen erforderlich.

Die sog. Kopflöcher werden händisch bis in eine max. Tiefe von 1,25 m hergestellt. Erschwernisse aus dem Nachfall von Schotter und dem Vorhandensein von Steinen und Blöcken innerhalb der Auffüllungen (Schicht 1a und 1b) sind einzurechnen.

Die Erdarbeiten werden ausschließlich in den Auffüllungen (Schicht 1a+1b) und ggf. je nach Dammhöhe in den bindigen Lockergesteinen (Schicht 2) bzw. in den Flusskiesen/ Flusssanden (Schicht 5) erfolgen, sodass nur für diese Schichten Homogenbereiche für Erdarbeiten ausgewiesen werden.

In der nachfolgenden Tabelle 3.3-2 ist die Zuordnung der in diesem Gutachten angegebenen geologischen Schichten zu Homogenbereichen für Erdarbeiten, sowie die zusammengefassten Eigenschaften der Homogenbereiche angegeben.

Eigenschaft / Kennwert	Homogenbereiche
	Erd-A
Schicht Nr.	1a, 1b, 2, 5
ortsübliche Bezeichnung	Auffüllungen, bindige Lockergesteine, Flusskiese/-sande



Eigenschaft / Kennwert	Homogenbereiche	
	Erd-A	
Korngrößenverteilung mit Korngrößenband ²⁾		
Massenanteil Steine [%]	< 40	
Blöcke [%]	< 20	
große Blöcke [%]	< 10	
natürliche Dichte [g/cm ³]	1,9 – 2,0	
undrainierte Scherfestigkeit c_u [kN/m ²]	< 50	
Wassergehalt w_n [%]	0 - 40	
Plastizitätszahl I_P	-	
Konsistenzzahl I_C / Bezeichnung ¹⁾	0,5 – 1,25 / weich – halbfest	
bezogene Lagerungsdichte I_D / Bezeichnung ¹⁾	0 – 1 / locker – dicht	
organischer Anteil v_{gl} / Bezeichnung ¹⁾	2 – > 20 / schwach organisch – stark organisch	
Bodengruppe	TL, TM, TA, SW, SU, SU*, GW, GU, GU*, GT,	

1) Begriffe nach DIN EN ISO 14 688-2

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

Tabelle 3.3-2: Homogenbereiche gemäß DIN 18 300 für Erdarbeiten in Boden

3.3.3 DIN 18 301 Bohrarbeiten

Für das Vorbohren für die Rammrohrgründung der Lärmschutzwände 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 3.3-3 verwendet werden. Es wird davon ausgegangen, dass die erforderlichen Bohrungen durch Lafettenbohrgeräte oder Anbaugeräte eines Zwei-Wege-Baggers ausgeführt werden.



Eigenschaft / Kennwert	Homogenbereiche	
	Bohr-A	
Schicht Nr.	1a, 1b, 2, 3, 4, 5	
ortsübliche Bezeichnung	Auffüllung, bindige Lockergesteine, Niedermoorablagerungen, Gesteinsbruchstücke, Flusskiese/-sande	
Korngrößenverteilung mit Korngrößenband ²⁾		
Massenanteil		
Steine [%]		< 80
Blöcke [%]		< 50
große Blöcke [%]		< 30
Kohäsion c' [kN/m ²]		0 - 20
undrainierte Scherfestigkeit c_u [kN/m ²]		< 300
Wassergehalt w_n [%]		2 - 30
Plastizitätszahl I_p		nicht plastisch bis ausgeprägt plastisch
Konsistenzzahl I_c / Bezeichnung ¹⁾		0,5 – 1,25 / weich – halbfest
bezogene Lagerungsdichte I_D / Bezeichnung ¹⁾		0 – 1 / locker – sehr dicht
LCPC-Abrasivitäts-Koeffizient LAK [g/to] / Bezeichnung ³⁾		0 – 1250, Abrasivität in Schicht 4 – Gesteinsbruchstücke – abrasiv bis stark abrasiv voraussichtlich Meißeln erforderlich
Bodengruppe	TL, TM, TA, SW, SU, SU*, GW, GE, GU, GU*, GT, OH, HN	

1) Begriffe nach DIN EN ISO 14 688-2

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

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

Tabelle 3.3-3: Homogenbereiche gemäß DIN 18 301 für Bohrarbeiten in Boden

3.3.4 DIN 18 304 Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten

Die Regelgründungsart für die Herstellung der Lärmschutzwandpfosten sind Rammrohrpfähle, die gemäß DIN 18 304 Ramm-/Rüttelarbeiten auszuführen sind. Die Rammpfähle werden in der Regel



mit Zwei-Wege-Bagger und Baggeranbauvibratoren sowie Spannvorrichtungen (mit Doppelzangen) überwiegend vom Gleis aus eingerammt. Aufgrund dieser bautechnischen Rahmenbedingungen ist der Einsatz von leistungsstarken Vibratoren begrenzt. Erfahrungsgemäß kommen Geräte mit einer begrenzten Fliehkraft (< 500 kN) zum Einsatz. Werden andere, leistungsstärkere Geräte eingesetzt, ist die Einteilung der Homogenbereiche im Zuge der Ausführung zu überprüfen und ggf. zu überarbeiten.

Für Rammarbeiten zur Herstellung der Gründungspfähle können die zusammengefassten Eigenschaften der Homogenbereiche gemäß Tabellen 3.4-4 verwendet werden. Auf die Rammpbarkeiten der Schichten in Kapitel 2.5 des Gutachtens wird hingewiesen. Im Gegensatz zu dieser Einschätzung werden mit den kleineren gleisgebundenen Geräten und Anbauvorrichtungen nur leichte bis mittelschwere Rammarbeiten ausgeführt werden können. Der Homogenbereich Ramm- A wurde für den rammbaren Baugrund zwischen 0,0 m und einer Grenztiefe von $DPM N_{10M} \leq 20$ festgelegt und umfasst die Baugrundsichten 1 – Auffüllungen, 2 – bindige Lockergesteine, 3 – Niedermoor und 5 – Flusskiese/-sande.

Im Bereich des Homogenbereichs Ramm A ist in allen betreffenden Schichten genesebedingt mit Rammhindernissen in Form von Steinen und Blöcken zu rechnen.

Der Homogenbereich Ramm-B ist für den schwer rammbaren bis nicht rammbaren Baugrund anzusetzen, hier werden Auflockerungsbohrungen oder Austauschbohrungen mit Meißelarbeiten erforderlich. Zur engeren Eingrenzung der lokalen Abweichungen der Rammpbarkeiten über das Baufeld können die Rammprogramme der Anlage 4.2 herangezogen werden.

Eigenschaft / Kennwert	Homogenbereiche	
	Ramm-A	Ramm-B
Schicht Nr.	1a, 1b, 2, 3, 5	4
ortsübliche Bezeichnung	Auffüllung, bindige Lockergesteine, Niedermoorablagerungen, Flusskiese/-sande	Gesteinsbruchstücke – sehr schwer bis nicht rammbar
Korngrößenverteilung mit Korngrößenband ²⁾		



Eigenschaft / Kennwert	Homogenbereiche	
	Ramm-A	Ramm-B
Massenanteil		
Steine [%]	< 40	< 80
Blöcke [%]	< 20	< 50
große Blöcke [%]	< 10	< 30
Wassergehalt w_n [%]	10 - 300	0 - 20
Plastizitätszahl I_P	nicht plastisch bis ausgeprägt plastisch	-
Konsistenzzahl I_C / Bezeichnung ¹⁾	0,5 – 1,25 / weich – halbfest	-
bezogene Lagerungsdichte I_D / Bezeichnung ¹⁾	0 – 1,0 / locker – sehr dicht	0,65 - 1 / dicht – sehr dicht
Bodengruppe	TL, TM, TA, SW, SU, SU*, GW, GE, GU, GU*, GT, OH, HN	GU, GW

1) Begriffe nach DIN EN ISO 14 688-2

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

Tabelle 3.3-4: Homogenbereiche gemäß DIN 18 304 für Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten in Boden

3.3.5 DIN 18 320 Landschaftsbauarbeiten

Oberboden, sofern im Bereich der Bahnstrecke 4000 vorhanden, ist nach DIN 18 320 als eigener Homogenbereich auszuweisen. Der Oberboden ist vor Beginn der Arbeiten abzuschleppen und ist zur Rekultivierung zu verwenden.

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

Tabelle 3.3-5: Homogenbereiche gemäß DIN 18 320 für Oberboden



4. FOLGERUNGEN

4.1 Gründung / Tragfähigkeit

Das Untersuchungsgebiet befindet sich nach [U 6] in Frosteinwirkungszone I. Die Gründungssohle muss frostsicher, mindestens unterhalb 0,8 m unter Geländeoberfläche liegen. Im Regelfall sind nach Ril 804, Modul 5501, Abschnitt 3, als Gründungskörper Pfähle (Bohr- oder Rammpfähle) vorzusehen. Alternativ kann auch eine Mikropfahlgründung ausgeführt werden. Für die Schallschutzwände werden somit **Tiefgründungen** ausgeführt.

Die Regelgründungsart sind Rammrohrpfähle. Die Rammpfähle werden in der Regel mit Zwei-Wege-Bagger und Baggeranbauvibratoren sowie Spannvorrichtungen (mit Doppelzangen) überwiegend vom Gleis aus eingerammt. Aufgrund dieser bautechnischen Rahmenbedingungen ist der Einsatz von leistungsstarken Vibratoren begrenzt. Erfahrungsgemäß kommen Geräte mit einer begrenzten Fliehkraft (< 500 kN) zum Einsatz. Die in Tabelle 2.5-1 angegebenen Rammbarkeiten der Baugrundsichten nach dem Grundbautaschenbuch sind hier zu relativieren, da sie auf Erfahrungen mit mittleren bis großen Geräten beruhen. Aufgrund der begrenzten Fliehkräfte werden mit den kleineren gleisgebundenen Geräten und Anbauvorrichtungen nur leichte bis mittelschwere Rammarbeiten im Sinne der Einschätzung nach dem Grundbautaschenbuch ohne Einschränkung ausgeführt werden können. Entsprechend wurde das bei der Festlegung der Homogenbereiche für Rammarbeiten (DIN 18 304) in Kapitel 3.4.3 berücksichtigt.

Die anstehenden **Auffüllungen (Schicht 1a & 1b)** sind überwiegend locker bis teilweise mitteldicht gelagert bzw. weisen eine weiche bis steife Konsistenz auf. Sie sind für den Abtrag von Vertikalkräften geeignet, sofern mindestens mitteldichte Lagerungen bzw. steife Konsistenzen durchgehend vorliegen. Der Nachweis zum Abtrag der Horizontalkräfte über die Erddruckberechnungen (vgl. Kap. 6) gelingt in diesen gering tragfähigen Böden meistens. Die Auffüllungen sind grundsätzlich leicht bis mittelschwer rammbar. Mit Rammhindernissen in Form von Steinen und Blöcken muss gerechnet werden. Es wird auf das Kapitel 7.5 verwiesen.

Die Konsistenz der **bindigen Lockergesteine (Schicht 2)** wurde als überwiegend weich bis steif, vereinzelt halbfest bis fest bestimmt. Die Böden sind für den Abtrag von Vertikalkräften nur dann geeignet, wenn durchgehend mindestens steife Konsistenz vorliegt. Der Nachweis zum Abtrag der Horizontalkräfte über die Erddruckberechnungen (vgl. Kap. 6) sollte in diesen Böden gelingen. Diese



Lockergesteinsböden sind prinzipiell mittelschwer rammpbar. Mit Rammphindernissen in Form von Steinen und Blöcken muss gerechnet werden.

Der **Niedermoorablagerungen (Schicht 3)** ist für den Abtrag von Vertikalkräften nicht geeignet. Der Nachweis zum Abtrag der Horizontalkräfte über die Erddruckberechnungen (vgl. Kap. 6) wird in diesen nicht tragfähigen Schichten voraussichtlich nicht gelingen. Die Niedermoorablagerungen sind leicht bis mittelschwer rammpbar. Langfaserige Torfe können auf Rammen und Vibrieren elastisch reagieren und Rammphindernisse darstellen.

Die Schicht aus **Gesteinsbruchstücken** im Bereich der Lärmschutzwand 1 (**Schicht 4**) ist dicht bis sehr dicht gelagert und für den Abtrag von Vertikalkräften geeignet. Der Nachweis zum Abtrag der Horizontalkräfte über die Erddruckberechnungen (vgl. Kap. 6) gelingt in dieser tragfähigen Schicht. Die Gesteinsbruchstücke sind voraussichtlich nicht rammpbar und müssen vorgebohrt / gemeißelt werden.

Die Flusskiese und -sande (**Schicht 5**) sind locker bis dicht gelagert, teilweise sehr dicht. Sie sind für den Abtrag von Vertikalkräften geeignet, sofern durchgehend mindestens mitteldichte Lagerungen vorliegt. Der Nachweis zum Abtrag der Horizontalkräfte über die Erddruckberechnungen (vgl. Kap. 6) gelingt in diesen Böden. Die Flusskiese und -sande sind grundsätzlich schwer bis sehr schwer rammpbar. Mit Rammphindernissen in Form von Steinen und Blöcken muss gerechnet werden. Es wird auf das Kapitel 7.5 verwiesen.

Im gesamten Bereich der geplanten Lärmschutzwände 1 bis 4 (v.a. LSW 1-Schicht 4) ist nach den Ergebnissen der Rammpsondierungen für gleisgebundene Technik (mittlere Rammenergie) lokal mit **eingeschränkter bzw. fehlender Rammpbarkeit** zu rechnen. Rammphindernisse bzw. erschwerte Rammpbarkeit wurden festgestellt. Es sind Zusatzmaßnahmen, z.B. Auflockerungsbohrungen oder Austauschbohrungen bzw. Meißelarbeiten zur Hindernisbeseitigung einzuplanen.

Generell wurden unterhalb der Auffüllungen (Schicht 1a, 1b), bindige Lockergesteine (Schicht 2), Niedermoor torfe (Schicht 3), Gesteinsbruchstücke (Schicht 4 im Bereich LSW 1) und Flusskiese / Flusssande (Schicht 5) angetroffen. Die Schichten 1, 2 und 3 sind als zumindest bereichsweise gering bis nicht tragfähig einzustufen, die Schichten 4 und 5 sind als meist gut tragfähig einzuschätzen.



Im Bereich der LSW 1 (BS 1 bis BS 5) konnten aufgrund von größeren Gesteinsbruchstücken im Untergrund keine Erkundungsbohrungen bis zur Endteufe ausgeführt werden. In diesem Bereich kann auf die Unterlagen [U 5] zurückgegriffen werden. Diese zeigen, dass unter der bis zu 4,2 m mächtigen Schicht 4 Flussschotter und -sande (Schicht 5) anstehen. Ggf. kann die Ausführung von Suchschürfen und falls möglich eine anschließende Erkundung des Untergrundes in dem betreffenden Bereich zusätzliche Erkenntnisse erbringen. Sollte die LSW 1 zur Ausführung kommen, wird die Ausführung von 3 Kernbohrungen zur Erkundung des Untergrundes unterhalb der Bohrhindernisse der Kleinrammbohrungen empfohlen.

4.2 Baugrube

Baugruben und ein damit verbundener **Erdaushub** sind für die Herstellung der Tiefgründungen nicht bzw. nicht in maßgebendem Umfang erforderlich. Desgleichen sind keine geschlossenen **Wasserhaltungsmaßnahmen** notwendig.

4.3 Nachbarbebauung

Die Standsicherheit des angrenzenden Baubestandes, insbesondere der bestehenden Eisenbahnüberführungen und der Gleisanlagen sowie Masten, ist generell zu gewährleisten. Zur Vermeidung von Bauwerksschäden sind bei Tiefgründungen erschütterungsarme Gründungsverfahren zu bevorzugen. Rammgründungen können wegen der Nähe zur Nachbarbebauung hier zu deutlichen Erschütterungen und vor allem in der Schicht 1 zu Verdichtungseffekten mit Verformungen bis zur Geländeoberfläche, unter Umständen bis in den Gleisbereich, führen. In jedem Fall ist ein frequenzsteuerbares hochfrequentes Rammverfahren zu verwenden und entsprechend auf die günstige Schwingfrequenz abzustimmen. Eine Beweissicherung ggf. verbunden mit einer messtechnischen Überwachung der angrenzenden betroffenen Bauwerke sollte bei einem Abstand < 20 m von der Rammquelle vorgesehen werden (vgl. Kap. 6.5). Jene Schutzobjekte, welche einen Abstand < 5,0 m zum Einbaustandort aufweisen (Maste) sind zusätzlich mittels Verformungsmessungen während der Rammarbeiten zu überwachen (Höhenmesspunkte und/oder Rissmonitoring).

Bohrpfahlgründungen erfüllen demgegenüber die Anforderungen an ein erschütterungsarmes Bauverfahren. Leitungen und Kabel im Baubereich sind umzulegen bzw. zu sichern.



5. BEMESSUNG VON LÄRMSCHUTZWÄNDEN

Gemäß Ril 804.5501 [U 7] sind für die Bemessung von Lärmschutzwänden an Bahnanlagen die statischen und dynamischen Reaktionen der Einzelbauteile und des Gesamtsystems zu berücksichtigen. Die statische Gesamtstandsicherheit und die Einbindetiefe der Tiefgründungselemente werden nach [U 9] abgeschätzt / berechnet.

Die dynamische Beanspruchung erfolgt durch die Berücksichtigung des Dynamikbeiwertes φ_{Dyn} . Die Ermittlung des Dynamikbeiwertes und des Verhältniswertes κ_t sind über eine dynamische Analyse des Gesamtsystems (Wandelement, Pfosten, Pfahlgründung) unter Berücksichtigung der horizontalen Bettung des Gründungspfahls durchzuführen. Auf die Unterlage [U 7] wird verwiesen.

Je nach System der Lärmschutzwände wird zwischen Wänden mit hoher Eigenfrequenz (Leichtbauelemente) und niedriger Eigenfrequenz (Betonelemente) unterschieden. In Abhängigkeit der Systemwahl ist als maßgebender dynamischer Bettungsmodul $k_{s,k,\text{dyn}}$ bei geschichtetem Baugrund

- für Systeme mit hoher Eigenfrequenz jeweils der niedrigste Bettungsmodul und
- für Systeme mit niedriger Eigenfrequenz jeweils der höchste Bettungsmodul

für die über die gesamte Pfahllänge auftretenden Bodenschichten anzusetzen. Zur Ermittlung des dynamischen Bettungsmoduls wurde entsprechend EC 7, Kap. 7.7.3 [U 8] und [U 11] der Ansatz $E_{s,k,\text{dyn}} / E_{s,k,\text{stat}}$ gemäß [U 9] gewählt.

Sofern kein Abgleich der durch die dynamischen Bettungsmoduln erzeugten Bettungen mit dem Erdwiderstand erfolgt, ist für den Ansatz des dynamischen Bettungsmoduls von Pfahlgründungen in Geländegleichlage davon auszugehen, dass ab der Oberkante Erdreich der dynamische Steifemodul mit Null beginnend über eine Tiefe von 3,0 m linear auf seinen Maximalwert kontinuierlich zunimmt und unterhalb einer Tiefe von 3,0 m, den Maximalwert beibehaltend, mit der Tiefe weiter konstant verläuft [U 7]. Für Pfahlgründungen in Dammlage ist die Berechnung der Erdwiderstände gemäß Vogt [U 12] Anhang A auszuführen.

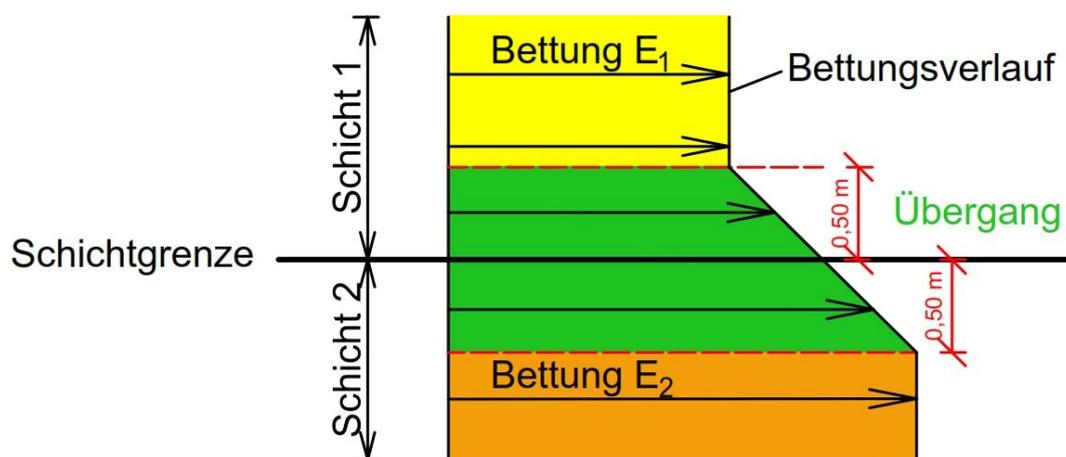


Schicht Nr.	Bodengruppe nach DIN 18 196	Steifemodul ¹⁾ $E_{s,k,stat}$ [MN/m ²]	Steifemodul ¹⁾ $E_{s,k,dyn}$ [MN/m ²]		Bettungsmodul ¹⁾ $k_{s,k,dyn}$ [MN/m ²]	
			von ²⁾	bis ³⁾	von ²⁾	bis ³⁾
1a	A [SU, SU*, GU, GU*]	20	120	180	170	250
1b	A [GW, GE]	60	200	300	250	400
2	TL, TM, TA	5	50	100	70	130
3	OH, OU, (HZ)	1,5	-	-	-	-
4 ⁴⁾	GU, GW	120	300	450	350	600
5	GW, GU, GT	80	220	350	270	450

- 1) Belastungsbereich 100 kN/m² bis 250 kN/m²
- 2) für Systeme mit hoher Eigenfrequenz = niedrigster Bettungsmodul
- 3) für Systeme mit niedriger Eigenfrequenz = höchster Bettungsmodul
- 4) Schicht 4 tritt nur im Bereich LSW 1 auf

Tabelle 5-1: Dynamische Bettungsmoduln

Der Ansatz des Bettungsverlaufs ab GOF setzt voraus, dass keine Einbauten (z.B. Kabelschächte etc.) im Einflussbereich der Bettungswirkung vorhanden sind. Bettungssprünge im Lockergestein sind durch Übergänge, wie in der folgenden Skizze (Abbildung 5-1) dargestellt, auszugleichen.

**Abbildung 5-1:** Systemskizze Bettungsverlauf der Übergänge im Lockergestein



6. EMPFEHLUNGEN

6.1 Tiefgründung Strecke LSW – Nachweisverfahren nach M EBGs-Lsw

Die Ermittlung der erforderlichen Einbindetiefe und der Schnittgrößen der Gründungspfähle im Bereich der Strecke kann in Anlehnung an das Berechnungsverfahren nach Vogt [U 12], welches in [U 9] enthalten ist, unter Berücksichtigung der in Ril 804.5501 [U 7] angegebenen statischen und dynamischen Beanspruchungen erfolgen. Demnach wird über das Gleichgewicht der am Pfahlkopf angreifenden Kräfte und Momente, mit den aus Verformungen resultierenden Erddruckänderungen am Pfahlmantel, die Pfahllänge ermittelt.

Dabei ist zu beachten, dass das Berechnungsmodell nach Vogt [U 12] nur einen homogenen Baugrund berücksichtigt. Bei geschichtetem Baugrund sind gewichtete mittlere Bodenkennwerte gemäß Abbildung 6.1-1 anzusetzen.

Die anzusetzenden Wichten γ und γ' ergeben sich dabei aus einer anteilmäßigen Mittelung der Flächen A_i der über der Gleitfläche anstehenden Bodenschichten. Der maßgebende Reibungswinkel φ_i' und Kohäsion c_i' ergibt sich aus einer anteilmäßigen Mittelung der innerhalb der Länge der Gleitfläche wirksamen Scherparameter der unterschiedlichen Baugrundsichtung.

Bei der Mittelung der Bodenkennwerte ist die Variation des Gleitflächenwinkels ϑ und der über die Länge des Abschnittes variierende Böschungswinkel β zu berücksichtigen.

Vereinfachend können, auf der sicheren Seite liegend, die über die Pfahllänge charakteristischen Bodenkennwerte mit den niedrigsten Scherfestigkeiten (φ' und c') angesetzt werden.

Bei Ermittlung der Pfahleinbindetiefe und Schnittgrößen nach Vogt [U 12] ist die angesetzte Kohäsion auf $c_k'/2$ zu reduzieren und ein Wandreibungswinkel von $\delta_k' = -\varphi_k'/2$ anzusetzen, um Unsicherheiten des Rechenmodells bei bindigen Böden abzudecken.

Charakteristische Pfahlspitzenwiderstände sind für die Schichten 1 (Auffüllungen), 2 (bindige Lockergesteine) und 3 (Niedermoorablagerungen) nicht angegeben, da aufgrund der geringen Mächtigkeiten der Schichten und ihrem zum Teil nur lokalen Vorhandensein ausgeschlossen werden kann, dass Pfähle in diesen Schichten abgesetzt werden.

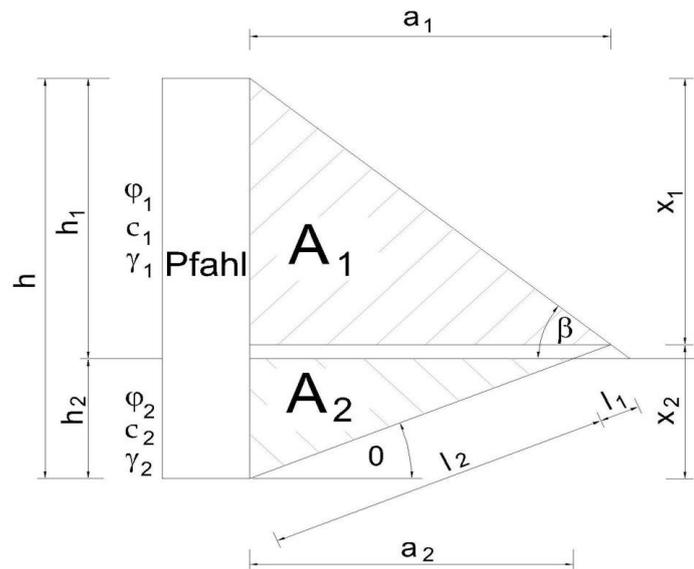


Abbildung 6.1-1: Systemskizze zur Wichtung der Bodenkenwerte bei Anwendung des Verfahrens nach Vogt [U 12]

Werden Lärmschutzwände in Dammlage errichtet, sollten vor dem Bau der LSW die Böschungsstandsicherheit (Böschungsbruch) des bestehenden Dammkörpers im IST-Zustand (ohne die LSW) und im PLAN-Zustand (mit LSW) beurteilt werden.

Die Sicherheitsbeiwerte sind entsprechend Ril 804.5501, Abschnitt 5 („Bemessung von Lärmschutzwänden“) in Abhängigkeit der Zuggeschwindigkeiten festzulegen [U 7]. Die Einwirkungen von Druck-Sog aus dem Zugverkehr sind gemäß Ril 804.5501, Kapitel 5.4 als Quasi-statische Ersatzlasten (Standardverfahren) zu berücksichtigen.

Aufgrund der häufigen Beanspruchungswechsel infolge Druck-Sog-Einwirkungen aus Zugverkehr sind alle Bauteile der Lärmschutzwände zusätzlich auf Materialermüdung nachzuweisen.

6.2 Tiefgründung Sonderbauwerk – Nachweisverfahren nach EA-Pfähle

Der Nachweis der **vertikalen Lastabtragung** ist bei den Lärmschutzwandgründungspfählen im Bereich der normalen Strecken aufgrund der geringen vertikalen Lasten untergeordnet. Muss dieser



Nachweis dennoch geführt werden bzw. handelt es sich um die **Gründung / Überspannung von Bauwerken (z.B. mit Torsionsbalken)**, so müssen zur Bemessung dieser Pfähle charakteristische Pfahlwiderstände (Pfahlmantelreibungswerte und Pfahlspitzenwiderstände), z.B. aus der EA-Pfähle [U 10], abgeleitet werden.

In den Auffüllungen (Schicht 1) sind für die Herleitung charakteristischer Pfahlwiderstände aus der EA-Pfähle keine hinreichenden Werte für undrainierte Scherfestigkeit und Spitzenwiderstände nachweisbar. Deshalb können für diese Böden generell keine Pfahlwiderstandswerte für Tiefgründungen gemäß EA-Pfähle abgeleitet werden. Wenn diese Schichten zum Lastabtrag mit herangezogen werden sollen (Optimierung der Pfahllängen), sind prinzipiell Probelastungen (insbesondere horizontale Belastungsversuche) auszuführen.

Grundsätzlich ist zu beachten, dass die nachgenannt angegebenen charakteristischen Werte für Mantelreibung und Spitzenwiderstand ggf. bei Durchführung von Probelastungen erhöht werden können.

6.2.1 Rammrohrgründung

Für die Ableitung von Rammpfahlwiderständen ohne Probelastungen wird in der EA-Pfähle eine Pfahleinbindung von mindestens 2,5 m in eine tragfähige Schicht gefordert. Als tragfähiger Boden gilt ein mindestens steifer bindiger Boden bzw. ein mindestens mitteldicht gelagerter nicht bindiger Boden. Für den Bereich unterhalb der Pfähle wird für den Ansatz eines Pfahlsitzdruckes ein Boden gefordert, der einen Spitzenwiderstand der Drucksonde von $q_c \geq 7,5 \text{ MN/m}^2$ bzw. eine Scherfestigkeit des undrained Bodens $c_{u,k} \geq 100 \text{ kN/m}^2$ aufweist. Unabhängig davon wird in der EA-Pfähle empfohlen, die Pfähle so tief einzubringen, dass unterhalb der Pfahlfüße $q_c \geq 10 \text{ MN/m}^2$ gewährleistet ist. Die Auffüllungen (Schicht 1a+1b), die bindigen Lockergesteine (Schicht 2) und die Niedermoorablagerungen (Schicht 3) genügen diesen Anforderungen nicht oder nur stellenweise. In den Flusskiesen/-sanden (Schicht 5) bzw. den Gesteinsbruchstücken (Schicht 4, nur LSW 1) sind diese Werte gegeben.

Im Bereich der Schichten 1 (Auffüllungen), 2 (bindige Lockergesteine) und 4 (Gesteinsbruchstücke) ist aufgrund der Genese mit Rammhindernissen in Form von Steinen und Blöcken zu rechnen. Eine



Rammung in Schicht 4 ist mit einem gleisgebundenen Rammgerät ohne Vorbohren / Meißeln voraussichtlich nicht möglich.

In Abhängigkeit der Dammhöhe und der Mächtigkeit der überwiegend locker gelagerten Auffüllungen (Schicht 1a, 1b) bzw. dem Vorhandensein des anstehenden Bodens (Schicht 2 – bindige Lockergesteine, Schicht 3 – Niedermoorablagerungen, Schicht 4 – Gesteinsbruchstücke und Schicht 5 – Flussschotter/-sand) können verschiedene Pfahlkennwerte angesetzt werden. Stehen locker gelagerte Auffüllungen an, so gelten die charakteristischen Pfahlkennwerte nach EA-Pfähle (siehe Kapitel 6.2.1.1). Sind im Bereich der Gründung steife bindige Böden bzw. mindestens mitteldicht gelagerte, rollige Böden vorhanden, so kann gemäß dem Jahresbericht 2014 des Arbeitskreises „Pfähle“ der DGGT die Pfropfenbildung bei der Rammung von offenen Stahlrohren berücksichtigt werden (siehe Kapitel 6.2.1.2).

6.2.1.1 Berechnung nach EA-Pfähle

Die charakteristischen Pfahlkennwerte nach EA-Pfähle sind in der nachfolgenden Tabelle 6.2-1 zusammengestellt. Die Werte gelten für Fertigrammpfähle aus Stahlbeton oder Spannbeton. Der Ansatz des Pfahlspitzenwiderstandes setzt eine Mächtigkeit der tragfähigen Schicht unter der Pfahlfußfläche von nicht weniger als fünf Pfahlersatzfußdurchmesser, mindestens aber 1,5 m, voraus. Wenn die genannten geometrischen Werte unterschritten werden, ist ein Nachweis gegen Durchstanzen zu führen. Zudem ist dann nachzuweisen, dass die darunterliegende Schicht das Setzungsverhalten des Pfahls nicht maßgeblich negativ beeinträchtigt.

Für die Lärmschutzwände wird eine Grenzsetzung $S_{sg} > 0,1 \times$ Pfahldurchmesser als verträglich angesehen, insoweit kann der angegebene Spitzenwiderstand für eine Gründung unterhalb der Auffüllung voll ausgenutzt werden. Die Annahme der Verträglichkeit der Verformungen $0,1 \times$ Pfahldurchmesser ist von planerischer Seite zu überprüfen.



Bodenschicht		charakteristische Pfahlmantelreibung bei $s_{sg} = 0,1 D_{eq}$ $q_{s,k}$ [MN/m ²]	charakteristischer Pfahlspitzenwiderstand $q_{b,k}$ [MN/m ²] für die bezogene Pfahlkopfsetzung s/D_{eq} [/]	
Nr.	Bezeichnung		$s/D_{eq} = 0,035$ $s/D_{eq} = 0,100$	
1a/1b	Auffüllungen	0,010 ¹⁾	-	-
2	Bindige Lockergesteine	0,02	-	-
3	Niedermoorablagerungen	0,002	-	-
4 ²⁾	Gesteinsbruchstücke	0,10	4,000	7,600
5	Flusskiese/-sande	0,05	2,800	5,300

- 1) Unter der Voraussetzung, dass pro Pfahl Vertikallasten bis max. 100 kN/m² abgetragen werden und Pfahlsetzungen in vertikaler Richtung bis zu 2,5 cm vertretbar sind, kann in den erdfeuchten Auffüllungen (Schicht 1) eine charakteristische Pfahlmantelreibung von 0,01 MN/m² angenommen werden.
- 2) Schicht 4 nur im Bereich LSW 1.

Tabelle 6.2-1: Charakteristische Pfahlkennwerte für **Fertigrammpfähle** aus Stahlbeton und Spannbeton

Für Fertigrammpfähle aus **Stahlträger- und Stahlrohrprofilen** sind die Werte der Tabelle 6.2-1 mit **Anpassungsfaktoren** für den Pfahlspitzenwiderstand (η_b) und die Pfahlmantelreibung (η_s) durch Multiplikation abzumindern (vgl. EA-Pfähle, Tabelle 5.5). Die **Mantelreibung** ist für Stahlträgerprofile und doppelte Stahlträgerprofile sowie für geschlossene Stahlrohre ($D_b \leq 0,80$ m) mit $\eta_s = 0,6$ zu multiplizieren. Für offene Stahlrohre und Hohlkastenprofile ($0,3$ m $\leq D_b \leq 1,6$ m) ist der Multiplikator über $\eta_s = 1,1 \times e^{-0,63 \cdot D_b}$ zu ermitteln. Der **Spitzenwiderstand** ist für doppelte Stahlträgerprofile (z. B. HEB) mit $\eta_b = 0,25$ abzumindern. Für geschlossene Stahlrohre ($D_b \leq 0,80$ m) ist der Multiplikator mit $\eta_b = 0,80$ anzusetzen. Bei offenen Stahlrohren und Hohlkastenprofilen ($0,3$ m $\leq D_b \leq 1,6$ m) ist der Multiplikator über $\eta_b = 0,95 \times e^{-1,2 \cdot D_b}$ zu ermitteln.

Die **Standicherheit** des angrenzenden **Baubestandes** (Oberleitungsmasten u.a.) ist generell zu gewährleisten. Zum Einbringen der Rammelemente sind in diesen Bereichen erschütterungsarme Gründungsverfahren zu bevorzugen und ein frequenzsteuerbares hochfrequentes Rammverfahren zu verwenden (vgl. Kapitel 4.3).



6.2.1.2 Berechnung nach Jahresbericht 2014 Arbeitskreis „Pfähle“

Gemäß dem Jahresbericht 2014 des Arbeitskreises „Pfähle“ der DGGT wird bei Rammung von **offenen Stahlrohren** die Pfropfenbildung in Abhängigkeit des Pfahldurchmessers berücksichtigt. Bei einem Pfahldurchmesser $D \leq 0,5$ m wird eine vollständige Pfropfenbildung angesetzt, bei der die äußere Pfahlmantelreibung ($q_{s,k}$), ein Spitzendruck auf die Profilaufstandsfläche ($q_{b,k}$) und ein Spitzendruck auf die Unterseite des Pfropfens ($q_{\text{Pfropfen},k}$) wirken. Dies wird als Modell 1 bezeichnet. In Modell 2 für Pfahldurchmesser $D \geq 1,5$ m und ohne Pfropfenbildung wird statt des Spitzendrucks auf den Pfropfen eine innere Pfahlmantelreibung ($q_{is,k}$) angesetzt. Dabei werden die obersten 20 % der Pfahleinbindetiefe aufgrund von Sackungseffekten während der Pfahleinbringung nicht berücksichtigt.

Bodenschicht	charakteristische äußere Pfahlmantelreibung bei $s_{sg} = 0,1 D_{eq}$ $q_{s,k}$ [kN/m ²]	charakteristischer Pfahlspitzendruck auf Pfropfen $q_{\text{Pfropfen},k}$ [kN/m ²]		charakteristischer Pfahlspitzendruck auf die Profilaufstandsfläche $q_{b,k}$ [kN/m ²]	
		für die bezogene Pfahlkopfsetzung s/D_{eq} [°]		für die bezogene Pfahlkopfsetzung s/D_{eq} [°]	
		$s/D_{eq} = 0,035$	$s/D_{eq} = 0,1$	$s/D_{eq} = 0,035$	$s/D_{eq} = 0,1$
1a/1b Auffüllungen	2,5	-	-	-	-
2 Bindige Lockergesteine	5	-	-	-	-
3 Niedermoorablagerungen	-	-	-	-	-
4 Gesteinsbruchstücke ¹⁾	50	2.500	4.500	8.000	15.000
5 Flusskiese/-sande	30	1.500	2.800	5.200	10.000

1) Schicht 4 nur im Bereich LSW 1.

Tabelle 6.2-2: Charakteristische Pfahlkennwerte für offene Stahlrohre mit $D \leq 0,5$ m (**Modell 1**)



Bodenschicht	charakteristische innere Pfahlmantelreibung bei $s_{sg} = 0,1 D_{eq}$ $q_{is,k}$ [kN/m ²]	charakteristische äußere Pfahlmantelreibung bei $s_{sg} = 0,1 D_{eq}$ $q_{s,k}$ [kN/m ²]	charakteristischer Pfahlspitzendruck auf die Profilaufstandsfläche $q_{b,k}$ [kN/m ²]	
			für die bezogene Pfahlkopfsetzung s/D_{eq} [°]	
			$s/D_{eq} = 0,035$	$s/D_{eq} = 0,1$
1a/1b Auffüllungen	2,5	-	-	-
2 Bindige Lockergesteine	5	-	-	-
3 Niedermoor	-	-	-	-
4 Gesteinsbruchstücke ¹⁾	20	38	8.000	15.000
5 Flusskiese/-sande	13	25	5.200	10.000

1) Schicht 4 nur im Bereich LSW 1.

Tabelle 6.2-3: Charakteristische Pfahlkennwerte für offene Stahlrohre mit $D \geq 1,5$ m (**Modell 2**)

Für offene Stahlrammrohre mit Pfahldurchmessern zwischen $0,5 \text{ m} < D < 1,5 \text{ m}$ sind die charakteristischen axialen Druckpfahlwiderstandskräfte über eine Interpolation zwischen den sich aus dem Modell 1 und dem Modell 2 ergebenden Werten zu berechnen. Eine geradlinige Interpolation zwischen den berechneten Werten nach Modell 1 und Modell 2 ist gemäß dem Jahresbericht 2014 der DGGT nicht möglich, da der Interpolationsfaktor χ nichtlinear ist. Es können maßgebliche Abweichungen aus der linearen Interpolation bzgl. der ermittelten Pfahlwiderstandskraft insbesondere bei kleinen Pfahldurchmessern resultieren. Für die Ermittlung der charakteristischen axialen Druckpfahlwiderstandskräfte mit Pfahldurchmessern zwischen $0,5 \text{ m} < D < 1,5 \text{ m}$ ist daher der Interpolationsansatz gemäß Jahresbericht 2014 der DGGT (Bautechnik 91, Heft 12) anzuwenden.



Die charakteristische horizontale Pfahlbettung $k_{s,k}$ kann nach EC 7, Abschnitt 7.7.3, über den charakteristischen Steifemodul $E_{s,k}$ und den Pfahlschaftdurchmesser D_s zu $k_{s,k} = E_{s,k} / D_s$ ermittelt werden. Für $D_s > 1,0$ m ist $D_s = 1,0$ m anzusetzen. Für $E_{s,k}$ können die in Tabelle 4.2-1 angegebenen Werte $E_{s,k}$ angesetzt werden. Bei der Ermittlung des Bettungsmoduls ist für jede Tiefenlage zu prüfen, ob der ermittelte örtliche Pressungswert an keiner Stelle die Erdwiderstandsspannung $e_{ph,k}$ überschreitet. Bzgl. des Nachweises der horizontalen Pfahlbettung sind auch die Empfehlungen des Arbeitskreises „Pfähle“ (EA-Pfähle) zu beachten.

6.2.2 Mikropfahlgründung

Wenn im Ausnahmefall keine Probelastungen ausgeführt werden, kann zur Bemessung von verpressten Mikropfählen der charakteristische Pfahlmantelreibungswert gemäß Tabelle 6.2.4 angesetzt werden. Ein Pfahlspitzenwiderstand darf für diese Pfahlart systembedingt nicht angesetzt werden.

Nr.	Bodenschicht	Charakteristische Pfahlmantelreibung $q_{s1,k}$ [kN/m ²]
	Schicht	
1a/1b	Auffüllungen	- 1)
2	Bindige Lockergesteine	- 1)
3	Niedermoor	-
4 ²⁾	Gesteinsbruchstücke	250
5	Flusskiese/-sande	160

1) muss mit Probelastungen bestimmt werden.

2) Schicht 4 nur im Bereich LSW 1.

Tabelle 6.2-4: Charakteristische Mantelreibungen von verpressten Mikropfählen in Anlehnung an EA-Pfähle

Die Aufnahme von Horizontalkräften kann im Falle der Ausführung von Mikropfählen nur über Schrägpfähle erfolgen.



6.2.3 Bohrpfahlgründung

Gemäß EC 7 und EA-Pfähle besteht die Möglichkeit, neben der Bestimmung der Pfahlwiderstände aus Probelastungen, die axialen Pfahlwiderstände auch auf der Grundlage der Erfahrungswerte abzuleiten. In der EA-Pfähle sind Erfahrungswerte für Pfahlspitzendruck und Mantelreibung, u.a. auch für Bohrpfähle, zusammengestellt.

Gemäß EA-Pfähle sind Bohrpfähle mindestens 2,5 m in eine gut tragfähige Schicht einzubinden und die Mächtigkeit der tragfähigen Schicht unterhalb der Pfahlfußfläche darf für die Anwendung der Werte nach EA-Pfähle nicht weniger als drei Pfahlfußdurchmesser, mindestens aber 1,5 m betragen. In diesem Bereich ist $q_c \geq 7,5 \text{ MN/m}^2$ bzw. $c_{u,k} \geq 100 \text{ kN/m}^2$ nachzuweisen. Darüber hinaus wird in der EA-Pfähle empfohlen, die Pfahlfüße in Bereichen mit $q_c \geq 10 \text{ MN/m}^2$ abzusetzen. Die Auffüllungen (Schichten 1a und 1b), die bindigen Lockergesteine (Schicht 2) und die Niedermoorablagerungen (Schicht 3) genügen diesen Anforderungen nicht bzw. nicht durchgängig. In den Gesteinsbruchstücken (Schicht 4) und in den Flusskiesen und -sanden (Schicht 5) sind diese Werte gegeben.

Zur Bemessung von Bohrpfählen können die in der Tabelle 6.2.5 aufgeführten charakteristischen Pfahlkennwerte, abgeleitet aus der EA-Pfähle, angewendet werden.

Nr.	Schicht Bezeichnung	Charakteristische Pfahlmantelrei- bung $q_{s,k}$ [MN/m ²]	Charakteristischer Pfahlspitzen- widerstand $q_{b,k}$ [MN/m ²] für die bezogene Pfahlkopfset- zung s/D_s bzw. s/D_b [/]		
			0,02	0,03	0,10 (s_g)
1a/1b	Auffüllungen	-	-	-	-
2	bindige Lockergesteine	0,030	-	-	-
3	Niedermoor	-	-	-	-
4 ¹⁾	Gesteinsbruchstücke	0,13	1,750	2,250	4,000
5	Flusskiese/-sande	0,08	0,800	1,000	2,300

1) Schicht 4 nur im Bereich LSW 1.

Tabelle 6.2-4: Charakteristische Pfahlkennwerte für Bohrpfähle



Ein Ansatz der Erfahrungswerte für die Pfahlspitzenwiderstände nach EA-Pfähle kann bei Unterschreitung vorstehender Forderungen nur dann erfolgen, wenn ein Nachweis gegen Durchstanzen geführt werden kann bzw. der unter der Pfahlaufstandsfläche liegende Boden das Setzungsverhalten des Pfahls nicht maßgeblich beeinträchtigt.

Unterhalb des Grundwasserspiegels sind die Pfähle mit Wasserauflast zu bohren, um einen unkontrollierten Bodeneintrag über die Pfahlsole zu vermeiden. Insbesondere die Regelungen des EC 7 sowie der EA-Pfähle sind zu beachten.

Wir weisen darauf hin, dass eine Verrohrung der Bohrpfähle verfahrensbedingt vom Gleis aus nicht möglich ist. Aufgrund der während der Erkundungsarbeiten festgestellten instabilen Bohrlöcher können wir daher die Herstellung von unverrohrten Bohrpfählen nicht empfehlen.

6.2.4 Horizontale Bettung von Pfahlgründungen

Die charakteristische horizontale Pfahlbettung $k_{s,k}$ kann nach EC 7, Abschnitt 7.7.3, über den charakteristischen Steifemodul $E_{s,k}$ und den Pfahlschaftdurchmesser D_s zu $k_{s,k} = E_{s,k} / D_s$ ermittelt werden. Für $D_s > 1,0$ m ist $D_s = 1,0$ m anzusetzen. Für $E_{s,k}$ können die in Tabelle 4.2-1 angegebenen Werte angesetzt werden.

Bei der Ermittlung des Bettungsmoduls ist für jede Tiefenlage zu prüfen, ob der ermittelte örtliche Pressungswert an keiner Stelle die Erdwiderstandsspannung $e_{ph,k}$ überschreitet. Außerdem ist nachzuweisen, dass der seitliche Bodenwiderstand nicht größer angesetzt worden ist, als es der Bemessungswert des Erdwiderstandes für den entsprechenden Teil der Einbindetiefe zulässt. Analog können im Bereich von ebenem Gelände die dynamischen Bettungsmoduln unter Ansatz der in Tabelle 6-1 dieses Gutachtens angegebenen dynamischen Steifemoduln ermittelt werden. Für Dammlagen sind die Erdwiderstände nach Vogt [U 12], Anhang A zu ermitteln (siehe auch Kapitel 5).

Bzgl. des Nachweises der horizontalen Pfahlbettung sind auch die Empfehlungen des Arbeitskreises „Pfähle“ (EA-Pfähle) zu beachten. Bettungssprünge im Lockergestein sind durch Übergänge auszugleichen. Auf die Ausführungen und die Skizze in Kapitel 6 wird verwiesen.



6.3 Baugruben

Bei der Ausführung der Tiefgründung sind keine Baugruben erforderlich. Technologische Gruben / Kopflöcher an den Pfahlköpfen dürfen bis in eine Tiefe von 1,25 m senkrecht geschachtet werden. Ein Eingriff in den Stützbereich der Gleise ist bei der Herstellung der Kopflöcher zu vermeiden. Ist dies dennoch erforderlich, ist ein verformungsarmer Gleislängsverbau erforderlich.

Im Bereich angrenzender Bauwerke (vgl. Kapitel 5.3) ist darauf zu achten, dass mit den vorgenannten technologischen Gruben keine bestehenden Fundamente abgegraben werden. Im Nahbereich von Bauwerken sind ggf. Sicherungen (Verbaumaßnahmen) erforderlich. Die DIN 4123 und die DIN 4124 sind neben den Regelungen der Ril 836 zu beachten.

6.4 Wasserhaltung

Bei Ausführung einer Tiefgründung sind keine Maßnahmen zur geschlossenen Wasserhaltung notwendig. Eine offene Wasserhaltung zur Ableitung von Tag-, Schicht- und Oberflächenwasser sollte ausreichend sein.

Bei der Herstellung von Bohrpfählen unter dem Bauwasserstand ist zur Vermeidung von Sohlaufbrüchen mit Wasserauflast zu bohren. Beim Betonieren verdrängtes Wasser ist ordnungsgemäß zu fassen und abzuleiten. Dafür ist das Einholen einer Wasserrechtlichen Genehmigung notwendig.

6.5 Empfehlungen zur Bauausführung

Im Bereich der geplanten Lärmschutzwände 1 - 4 sind Rammpfahl- und Bohrpfahlgründungen gleichfalls wie Mikropfahlgründungen aus geotechnischer Sicht einsetzbar.

In den Auffüllungen (Schicht 1a & 1b), den bindigen Lockergesteinen (Schicht 2) und den Flusskiesen / -sand (Schicht 5) muss mit Rammhindernissen (Steinen, Blöcken, etc.) gerechnet werden, die voraussichtlich Auflockerungsbohrungen notwendig machen. In den Gesteinsbruchstücken (Schicht 4) ist Rammen voraussichtlich nicht möglich, so dass vorgebohrt werden muss, ggf. mit Meißeleinsatz.



Aus zahlreichen Erfahrungen der DB Netz AG und bei der Bauüberwachung können nachfolgende Empfehlungen zur erfolgreichen Ausführung der Rammgründungen abgeleitet werden. Diese Empfehlungen gelten für die gleisgebundene Herstellung der Rammpfahlgründungen mit Vibrationsrammen mit Fliehkräften bis ca. ≤ 500 kN.

- Rammrohre mit max. 5 m Länge sind bei Schlagzahlen der Mittelschweren Rammsonde, DPM von $N_{10M} \leq 20$ in der Regel mit vertretbaren Rammzeiten ohne Einschränkungen einzubringen;
- Bei Rammrohren > 5 m Länge ist aufgrund häufig auftretender Pfropfenbildung im Rammrohr mit Rammzeiten > 10 min zu rechnen. Bei diesen Rammzeiten sind Auswirkungen auf die Gleislage des angrenzenden Bestandsgleises wahrscheinlich. Durch eine Begrenzung der Rammzeiten können die Auswirkungen auf das Gleis minimiert werden. Dazu sind Auflockerungsbohrungen – ausgeführt im Rohr – erforderlich.
- Bei Schlagzahlen der Mittelschweren Rammsonde (DPM) $N_{10M} \geq 20$ bis ≤ 60) ist ein Rammen mit der gleisgebundenen Technik ohne Vorbohren (s.u.) nicht mehr möglich.

Beim Vorbohren müssen die Bohrdurchmesser ca. 10 % kleiner sein als das Rammrohr, damit ein Kraftschluss zwischen Rammrohr und Baugrund wie geplant gewährleistet wird. Die Vorbohrung erfolgt vorlaufend zu den Rammarbeiten. Es wird unterschieden in Vorbohren ohne Materialentnahme und Vorbohrung mit Materialentnahme:

- **Vorbohren ohne Materialentnahme – Auflockerungsbohrung**, das Rammrohr kann anschließend in den aufgelockerten Boden einvibriert werden. Gelingt dies nicht, kann eine Entlastungsbohrung wie folgt ausgeführt werden.
- **Vorbohren mit Materialentnahme – Entlastungsbohrung**, Ausbohren des Gründungspunktes mit ca. 10 % geringerem Bohrdurchmesser. Bei der Materialentnahme ist darauf zu achten, dass das Bohrloch nicht aufgeweitet wird, damit der erforderliche Kraftschluss zwischen Rammrohr und Baugrund gewährleistet werden kann. Dieses Verfahren kann nur bei kurzzeitig standsicheren Bohrlöchern über Grundwasser angewendet werden. Im Grundwasser muss generell mit Verrohrung gebohrt werden.



- Bei Schlagzahlen der Mittelschweren Rammsonde (DPM) $N_{10M} \geq 60$ ist ein Rammen mit gleisgebundener Technik nicht mehr möglich, hier sind generell Austauschbohrungen notwendig. Diese Bohrungen werden mit einem ca. 10 % größeren Bohrdurchmesser als das Rammrohr ausgeführt. Der Bohr- / Gründungspunkt wird vollständig ausgebohrt und mit gut tragfähigem, selbstverdichtendem Material (z.B. Splitt 4/8 bzw. 8/16) wieder locker verfüllt. Vollgelaufene Bohrungen sind vor dem Bodenaustausch vollständig auszupumpen. Der notwendige Kraftschluss zwischen Rammrohr und Baugrund wird durch das Einvibrieren und die Verdichtung des Austauschbodens gewährleistet. Der Austauschboden ist während der Rammarbeiten nachzufüllen.
- Stehen entlang der Einbindung der Rammpfähle wasserempfindliche Böden an, ist ein Wasserzutritt von der Oberfläche über den Austauschboden zu unterbinden. Eine Möglichkeit dazu ist die Herstellung eines „Betonkranz“ um den Rammpfahl. Der „Betonkranz“ kann im Kopfloch angeordnet werden und einen Teil der Verfüllung mit Aushub ersetzen.
- Grundsätzlich wird im Rahmen der Bauausführung zu Beginn der Rammarbeiten empfohlen, an ausgewählten, für das Baufeld typischen geologischen Profilen und unterschiedlichen Einbindelängen eine Proberammung auszuführen, um die eingesetzte Technologie zu testen und ggf. anzupassen bzw. um weitere erforderliche Zusatzmaßnahmen vorab festzulegen. Diese Proberammungen sollten in der Ausschreibung berücksichtigt werden.

6.6 Sonstige Empfehlungen

Tiefgründungen sind analog zu den Regelungen des EC 7, Teil 1, Abs. 4.3 durch den geotechnischen Sachverständigen geotechnisch zu begleiten.

Eine Beweissicherung an eng angrenzenden Bauwerken (< ca. 20 m von der Rammachse) auf Auswirkungen durch Rammarbeiten wird empfohlen. Die Bestandsbauwerke (v.a. Mastfundamente und Brückenbauwerke) sollten ggf. durch Erschütterungsmessungen und Rissbeobachtungen an bestehenden Schäden überwacht werden, um Schäden vorzubeugen und unberechtigten Forderungen Dritter entgegenzuwirken. Bei benachbarten Bauwerken im Abstand von < 5 m sind zusätzlich zu den Erschütterungsmessungen Verformungsmessungen an zu schützenden Objekten vorzusehen.



Durch Rammarbeiten können bei ungünstigen Bodenverhältnissen (lockere Lagerung von rolligen Böden, Auftreten von Schichtenwasser...) Verformungen infolge der dynamischen Anregung durch den Rammvorgang nicht ausgeschlossen werden. Aus diesen Gründen sind folgende Maßnahmen zu empfehlen:

- Gleislagemessungen zur Überwachung der Betriebsgleise im unmittelbaren Baubereich;
- technologische Anpassungen der Rammarbeiten (frequenzsteuerbares Rammgerät);
- abschließende Festlegung notwendiger Kontroll- und Überwachungsmaßnahmen;
- zur ggf. erforderlichen Nachjustierung der Gleisanlage und der Oberleitungen ist entsprechende Technik vorzuhalten.

Grundsätzlich sollte eine Proberammung ausgeführt werden, um die Auswirkungen auf das Betriebsgleis im Vorfeld abschätzen und den vorbeschriebenen Maßnahmenkatalog entsprechend bedarfsgerecht einplanen zu können. Mit der Proberammung sind maximal zulässige Rammzeiten für jeden Pfahl festlegbar, bei welchen der Schutz der Nachbarbebauung noch gegeben ist. Die Gründungsverhältnisse der Fahrleitungs- und Signalmasten sind im Vorfeld zu recherchieren, um erforderliche Überwachungs- und Schutzmaßnahmen festzulegen. Es wird empfohlen, an problematischen Masten ebenfalls Proberammungen auszuführen.

Eine Baugrunderkundung ist naturgemäß eine stichprobenartige Bestandsaufnahme, die zwischen den Aufschlüssen Ergebnisse interpoliert. Abweichungen in gewissem Umfang sind somit nicht gänzlich auszuschließen. 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.



DR. SPANG

Projekt: 42.7985

Seite 52

21.12.2021

Zur Beantwortung weiterer Fragen stehen wir Ihnen gerne jederzeit zur Verfügung.

i.V.

Dipl.-Geol. Peter Kordeuter
(Teamleiter)

i.A. (gezeichnet)

Dipl.-Geol. Kristina Martinek
(Projektgeologin)

- Verteiler:**
- DB Netz AG, Herr Schirm, 76 137 Karlsruhe, 3 x, davon 1 x vorab per Mail an <hartmut-dieter.schirm-extern@deutschebahn.com>
 - TTK GmbH, Herr Ochs, Frau Bräunling, 76131 Karlsruhe, 1 x per E-Mail an <joachim.ochs@ttk.de>, <annika.braeunling@ttk.de>
 - Dr. Spang GmbH, Esslingen, 1 x

Vorhaben:

Lärmsanierung an Schienenwegen des Bundes
Strecke 4000, Abschnitt Ettlingen: km 80.4+51 bis km 83.7+42

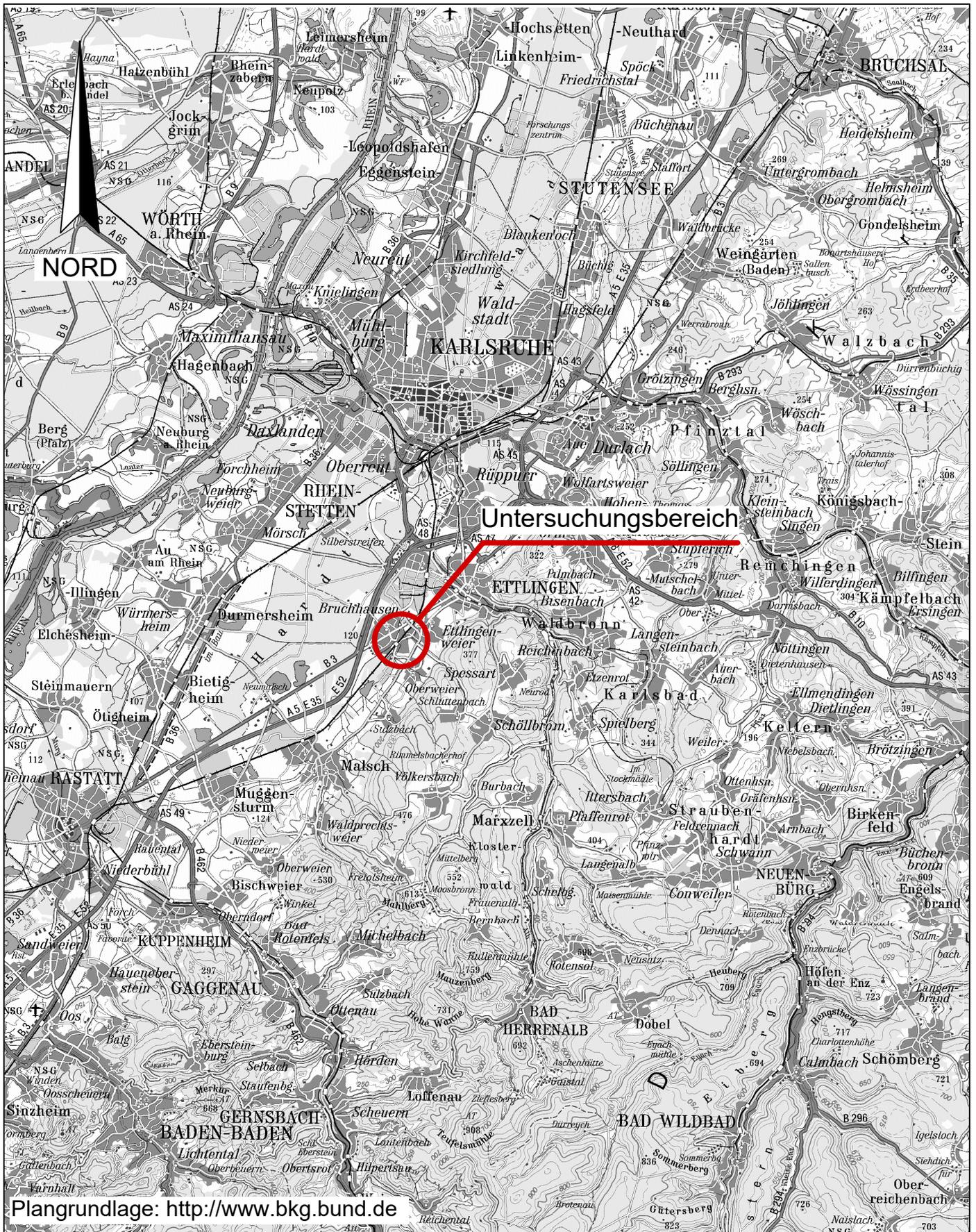


Unterlage 11.1

Baugrundgutachten und Gründungsberatung

0	Ausgangsverfahren: Antragsfassung	14.02.2023
Index	Änderungen bzw. Ergänzungen	Planungsstand
Vorhabenträger: DB Netz AG Regionalbereich West Lärmsanierung Südwest, I.NI-W-L-K Schwarzwaldstraße 82 76137 Karlsruhe Karlsruhe, 14.02.2023		
Datum	Unterschrift	Datum
Vertreter des Vorhabenträgers:		Verfasser: Dr.Spang Ingenieurgesellschaft für Bauwesen, Geologie und Umwelttechnik mbH Niederlassung Esslingen Eberhard-Bauer-Straße 32 7373 Esslingen
		Esslingen, 20.02.2023
Datum	Unterschrift	Datum
		i. V. P. Kordeuter Unterschrift

Genehmigungsvermerk Eisenbahn-Bundesamt



DR. SPANG

AUFTRAGGEBER:
DB Netz AG

Übersichtslageplan

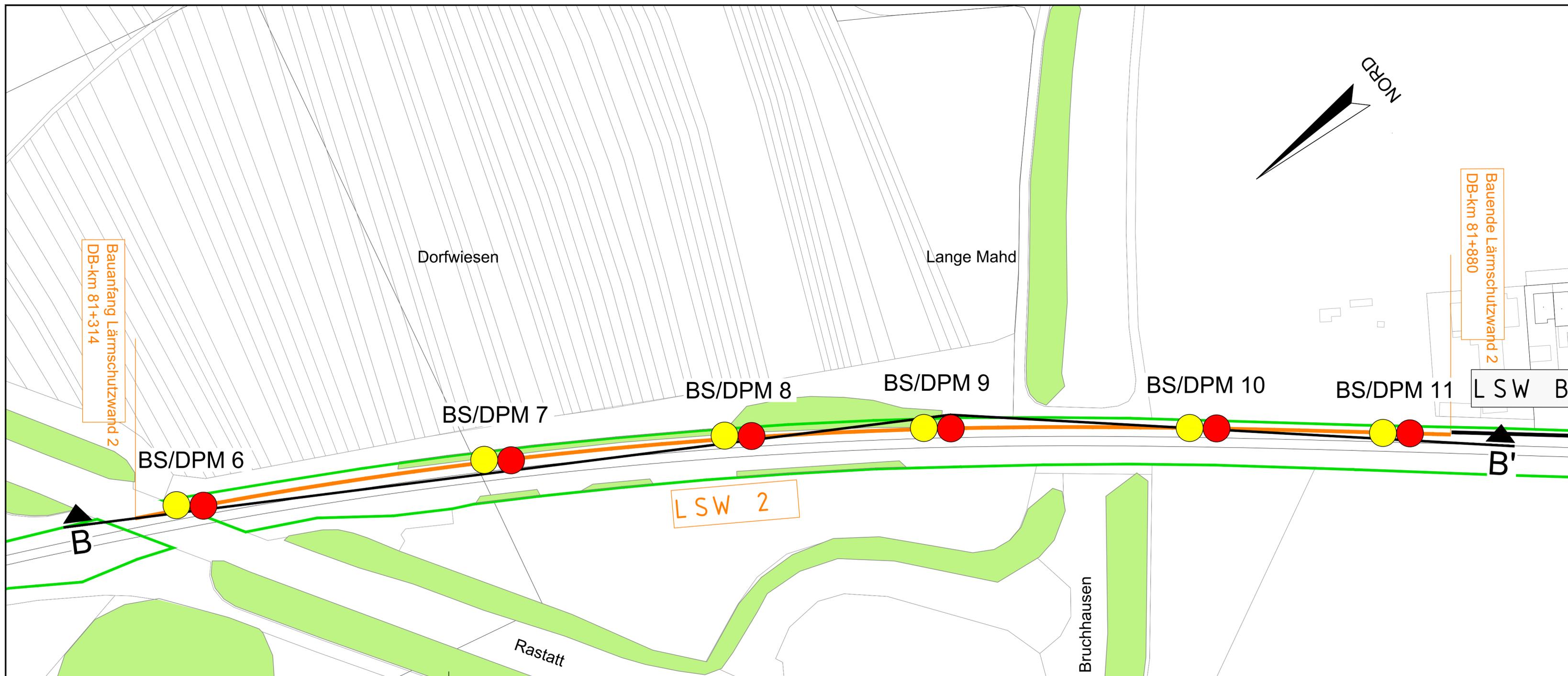
PROJEKT:
DB LSW
Ettlingen Strecke 4000
Baugrunderkundung

Anlage:	1.1
Projekt Nr.:	42.7985
Plan Nr.:	42.7985/ 1.1
Datum:	10.12.2021
Maßstab:	1:100.000
Gezeichnet:	Kai
Geprüft:	Kor

Legende

- BS Kleinrammbohrung
- DPM mittelschwere Rammsondierung

V:\P427985_DB_LSW Ettligen Str. 40006_GeotechnikAusschreibung\7985_Anl.2.1_LP.dwg
Ansichtsfenster: Anl.2.2



Plangrundlage: DB BD Karlsruhe (Stand 02/1979)

Nummer	Änderung bzw. Ergänzung	Name	Datum

DR. SPANG Ingenieurgesellschaft für
 Bauwesen, Geologie und Umwelttechnik mbH
 Eberhard-Bauer-Str. 32, 73734 Esslingen/Neckar
 Telefon +49 / (0) 711 / 351 3049-0 • Fax +49 / (0) 711 / 351 30 49 - 19
 Email: esslingen@dr-spang.de • Web: <http://www.dr-spang.de>

DB Netz AG

DB LSW Ettligen Strecke 4000

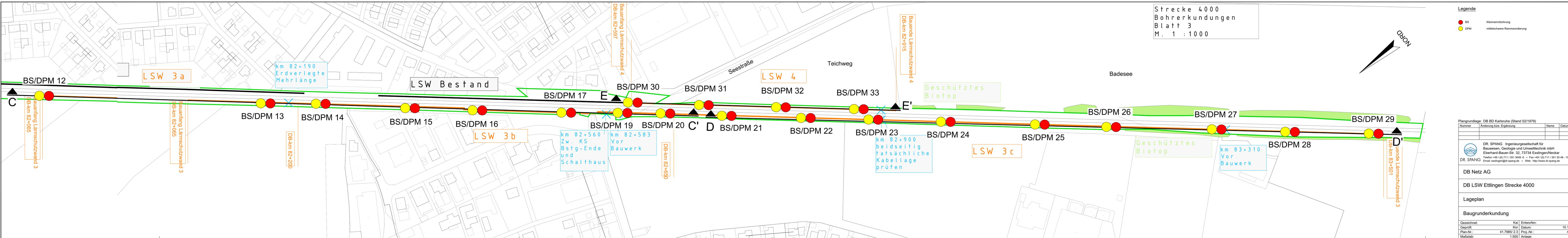
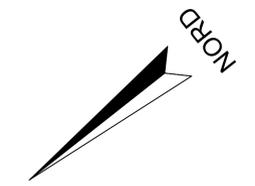
Lageplan

Baugrunderkundung

Gezeichnet:	Kai	Entworfen:	Mk
Geprüft:	Kor	Datum:	10.12.2021
Plan-Nr.:	41.7985/ 2.2	Proj.-Nr.:	41.7985
Maßstab:	1:500	Anlage:	2.2

Strecke 4000
Bohrerkundungen
Blatt 3
M. 1 : 1000

- Legende
- BS Kleinrammbohrung
 - DPM mittelschwere Rammsondierung



Plangrundlage: DB BD Karlsruhe (Stand 02/1979)

Nummer	Änderung bzw. Ergänzung	Name	Datum

DR. SPANG Ingenieurgesellschaft für Bauwesen, Geologie und Umwelttechnik mbH
Eberhard-Bauer-Str. 32, 73734 Esslingen/Neckar
Telefon +49 / (0) 711 / 351 3049-0 • Fax +49 / (0) 711 / 351 30 49 - 19
Email: esslingen@dr-spang.de • Web: http://www.dr-spang.de

DB Netz AG

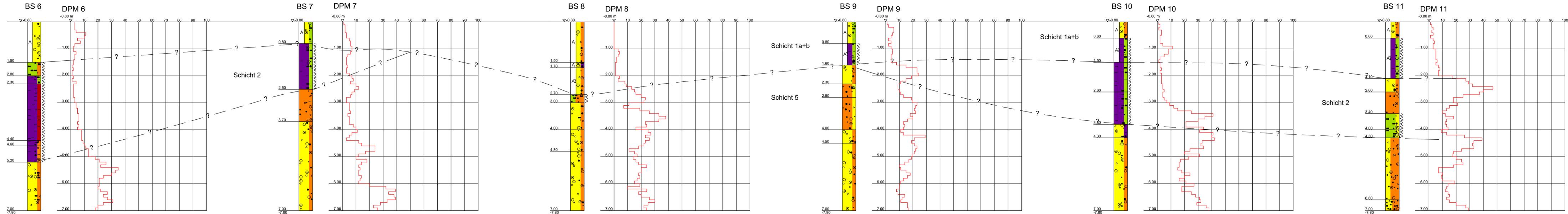
DB LSW Ettlingen Strecke 4000

Lageplan

Baugrunderkundung

Gezeichnet:	Kai	Entworfen:	Mk
Geprüft:	Kor	Datum:	10.12.2021
Plan-Nr.:	41.7985/2.3	Proj.-Nr.:	41.7985
Maßstab:	1:500	Anlage:	2.3

V:\P\27985 DB LSW Ettlingen Str. 4000\6_Geotechnik\Ausschreibung\7985_Anl.2_1_LP.dwg
Anlagenblätter: Anl.2.3



Schicht-Nr.	Bodenart	Klassifizierung nach DIN			Frostempfindlichkeit ¹⁾	Verdichtbarkeit ²⁾
		18 196	18 300 ³⁾	18 301 ⁴⁾		
1a	A [S,u-u*,g-g*,(h)]	SU, SU* / GU, GU*	3-4	BN1-BN2 BS1-BS4	F2 - F3	V1 - V2
1b	A [G, s, (u),(h), (o)]	GW, GE	3	BN1-BN2 BS1-BS4	F1	V1
2	T, u-u*, s-s*, (g'), (h)	TL, TM, TA	4-5 (2) ⁵⁾	BB2-BB3 BS1-BS2	F2 - F3	V3
3	T, U, fs, h	OH, OU, (HZ)	2 ⁷⁾ -3 (2) ⁶⁾	BB1-BB2 BO1-BO2	F2 - F3	-
4	G, u', fs', ms', gs', x, y	GU, GW	5) ⁷⁾	BN1-BN2 BS4	F1 - F2	-
5	G, s'-s', (t), (u) S, g-g*, (u)	GW, GU, GT	3, (6)	BN1-BN2 BS1-BS4	F1 - F2	V1

- 1) gemäß DIN 18 300:2012-09
- 2) Nach ZTV S-SB 17, Tab. 3 (F1 nicht frostempfindlich, F3 sehr frostempfindlich)
- 3) V1 = verdichtbar, V2 = eingeschränkt verdichtbar, V3 = schwer verdichtbar
- 4) Der angegebene Boden kann bei Wassersättigung infolge Störung der Lagerung in eine fließende Bodenart übergehen
- 5) Bodenklasse 6 und 7 bei entsprechendem Anteil an Steinen und Blöcken
- 6) Bezeichnung nach DIN 4023
- 7) Bodenklasse 2 bei breiiger Konsistenz, sonst Bodenklasse 3

Legende:

--- ? --- Schichtgrenze

Bemessungswasserstand = 116 m NHN

Bauwasserstand = 115,8 m NHN

Nummer	Änderung bzw. Ergänzung	Name	Datum

DR. SPANG Ingenieurgesellschaft für
 Bauwesen, Geologie und Umwelttechnik mbH
 Eberhard-Bauer-Str. 32, 73734 Esslingen/Neckar
 Telefon +49 / (0) 711 / 351 3049-0 • Fax +49 / (0) 711 / 351 30 49 - 19
 Email: esslingen@dr-spang.de • Web: <http://www.dr-spang.de>

DB Netz AG

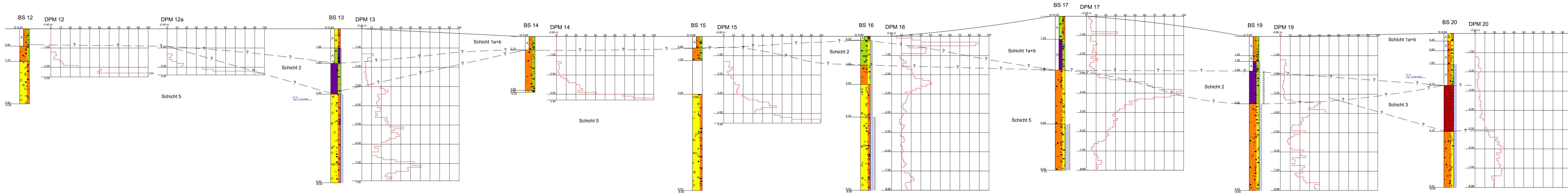
DB LSW Etlingen Strecke 4000

Geotechnischer Schnitt B-B'

Baugrunderkundung

Gezeichnet:	Kai	Entworfen:	Mk
Geprüft:	Kor	Datum:	14.12.2021
Plan-Nr.:	41.7985/ 3.2	Proj.-Nr.:	41.7985
Maßstab:	1:50	Anlage:	3.2

V:\P\27985 DB LSW Ettlingen - Str. 400016_Geotechnik\Ausschreibung\7985_Ann.3.1_L15.dwg
 Anstandslos: Ann.3.3



Schicht-Nr.	Bodenart	Klassifizierung nach DIN			Frostempfindlichkeit ²⁾	Verdichtbarkeit ³⁾
		18 196	18 300 ¹⁾	18 301 ¹⁾		
1a	A [S,u-u*,g-g*(h*)]	SU, SU* / GU, GU*	3-4	BN1-BN2 BS1-BS4	F2 - F3	V1 - V2
1b	A [G, s, (u),(h*), (o)]	GW, GE	3	BN1-BN2 BS1-BS4	F1	V1
2	T, u-u*, s-s*, (g), (h*)	TL, TM, TA	4-5 (2) ⁶⁾	BB2-BB3 BS1-BS2	F2 - F3	V3
3	T, U, fs, h	OH, OU, (HZ)	2 ⁷⁾ -3 (2) ⁶⁾	BB1-BB2 BO1-BO2	F2 - F3	-
4	G, u', fs', ms', gs', x, y	GU, GW	5)-7 ⁶⁾	BN1-BN2 BS1-BS4	F1 - F2	-
5	S, g-g*, (u)	GW, GU, GT	3, (6)	BN1-BN2 BS1-BS4	F1 - F2	V1

- 1) gemäß DIN 18 300:2012-09
- 2) nach ZTV E-S18 17, Tab. 3 (F1 nicht frostempfindlich, F3 sehr frostempfindlich)
- 3) V1 = verdichtbar, V2 = eingeschränkt verdichtbar, V3 = schwer verdichtbar
- 4) Die angegebene Boden kann bei Wassersättigung infolge Störung der Lagerung in eine fließende Bodenart übergehen
- 5) Bodenklasse 6 und 7 bei entsprechendem Anteil an Steinen und Blöcken
- 6) Bezeichnung nach DIN 4023
- 7) Bodenklasse 2 bei breiiger Konsistenz, sonst Bodenklasse 3

Legende:

- - - - - Schichtgrenze
- ▽ Bem Bemessungswasserstand = 116 m NNN
- ▽ Bau Bauwasserstand = 115,8 m NNN

Nummer	Änderung bzw. Ergänzung	Name	Datum

DR. SPANG Ingenieurgesellschaft für
 Bauwesen, Geologie und Umwelttechnik mbH
 Eberhard-Bauer-Str. 32, 73734 Esslingen/Neckar
 Telefon +49 / (0) 711 / 351 3049-0 • Fax +49 / (0) 711 / 351 30 49 - 19
 Email: esslingen@dr-spang.de • Web: http://www.dr-spang.de

DB Netz AG

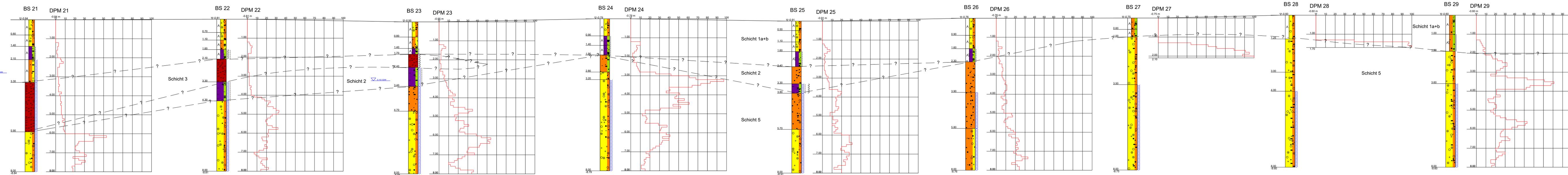
DB LSW Ettlingen Strecke 4000

Geotechnischer Schnitt C-C'

Baugrunderkundung

Gezeichnet:	Kai	Entworfen:	Mk
Geprüft:	Kor	Datum:	14.12.2021
Plan-Nr.:	41.7985/3.3	Proj.-Nr.:	41.7985
Maßstab:	1:100	Anlage:	3.3

V:\P\27985 DB LSW Ettlingen - Str. 40006_Geotechnik\Ausschreibung\7985_Anl.3.1_L15.dwg
Anlagenblätter: Anl.3.4



Schicht-Nr.	Bodenart	Klassifizierung nach DIN			Frostempfindlichkeit ²⁾	Verdichtbarkeit ³⁾
		18 196	18 300 ¹⁾	18 301 ¹⁾		
1a	A [S, u-h*, g-g*, (h)]	SU, SU* / GU, GU*	3-4	BN1-BN2 BS1-BS4	F2 - F3	V1 - V2
1b	A [G, s, (u), (h), (σ)]	GW, GE	3	BN1-BN2 BS1-BS4	F1	V1
2	T, u-u*, s-s*, (g), (h)	TL, TM, TA	4-5 (2) ⁴⁾	BB2-BB3 BS1-BS2	F2 - F3	V3
3	T, U, fs, h	OH, OU, (HZ)	2 ⁵⁾ -3 (2) ⁴⁾	BB1-BB2 BO1-BO2	F2 - F3	-
4	G, u', fs', ms', gs', x, y	GU, GW	5-7 ⁶⁾	BN1-BN2 BS1-BS4	F1 - F2	-
5	G, s'-s, (U), (u)	GW, GU, GT	3, (6)	BN1-BN2 BS1-BS4	F1 - F2	V1

- 1) gemäß DIN 18 300:2012-09
- 2) nach ZTV E-SB 17, Tab. 3 (F1 nicht frostempfindlich, F3 sehr frostempfindlich)
- 3) V1 = verdichtbar, V2 = eingeschränkt verdichtbar, V3 = schwer verdichtbar
- 4) Der angegebene Boden kann bei Wassersättigung infolge Störung der Lagerung in eine fließende Bodenart übergehen
- 5) Bodenklasse 6 und 7 bei entsprechendem Anteil an Steinen und Blöcken
- 6) Besichtigung nach DIN 4023
- 7) Bodenklasse 2 bei breiiger Konsistenz, sonst Bodenklasse 3

Legende:

- - - - - Schichtgrenze
- ▽ Bem Bemessungswasserstand = 116 m NHN
- ▽ Bau Bauwasserstand = 115,8 m NHN

Nummer	Änderung bzw. Ergänzung	Name	Datum

DR. SPANG Ingenieurgesellschaft für
 Bauwesen, Geologie und Umwelttechnik mbH
 Eberhard-Bauer-Str. 32, 73734 Esslingen/Neckar
 Telefon +49 / (0) 711 / 351 3049-0 • Fax +49 / (0) 711 / 351 30 49 - 19
 Email: esslingen@dr-spang.de • Web: http://www.dr-spang.de

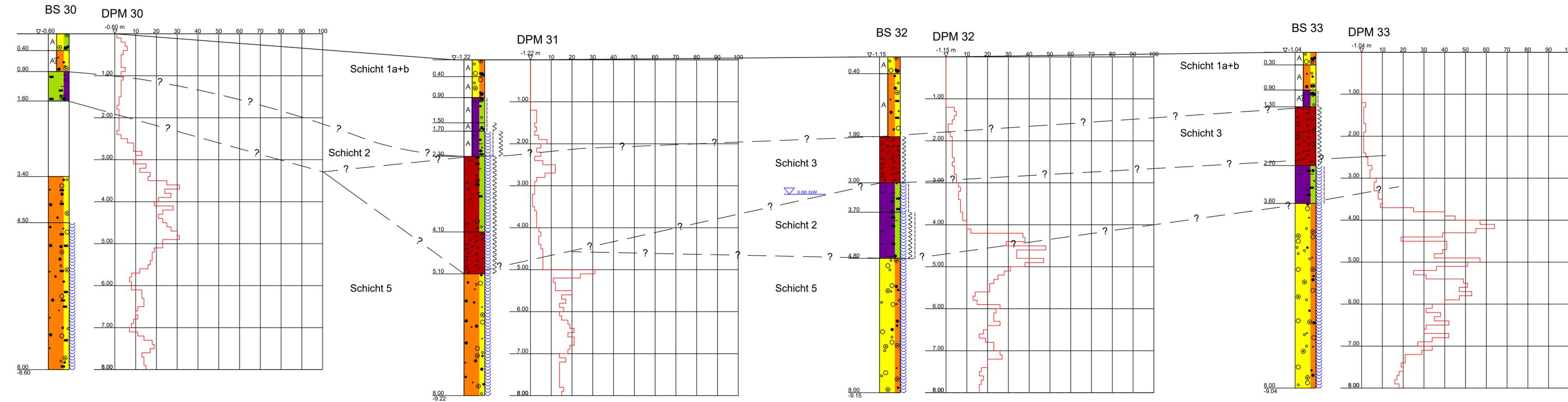
DB Netz AG

DB LSW Ettlingen Strecke 4000

Geotechnischer Schnitt D-D'

Baugrunderkundung

Gezeichnet:	Kai	Entworfen:	Mk
Geprüft:	Kor	Datum:	14.12.2021
Plan-Nr.:	41.7985/3.4	Proj.-Nr.:	41.7985
Maßstab:	1:100	Anlage:	3.4



Schicht-Nr.	Bodenart	Klassifizierung nach DIN			Frostempfindlichkeit ²⁾	Verdichtbarkeit ³⁾
		18 196	18 300 ¹⁾	18 301 ¹⁾		
1a	A [S, u-u*, g-g*, (h')]	SU, SU* / GU, GU*	3-4	BN1-BN2 BS1-BS4	F2 - F3	V1 - V2
1b	A [G, s, (u), (h'), (σ')]	GW, GE	3	BN1-BN2 BS1-BS4	F1	V1
2	T, u-u*, s-s*, (g'), (h')	TL, TM, TA	4-5 (2) ⁴⁾	BB2-BB3 BS1-BS2	F2 - F3	V3
3	T, U, fs', h	OH, OU, (HZ)	2 ⁷⁾ -3 (2) ⁴⁾	BB1-BB2 BO1-BO2	F2 - F3	-
4	G, u', fs', ms', gs', x, y	GU, GW	5)-7 ⁶⁾	BN1-BN2 BS4	F1 - F2	-
5	G, s'-s, (t), (u), S, g-g*, (u)	GW, GU, GT	3, (6)	BN1-BN2 BS1-BS4	F1 - F2	V1

- 1) gemäß DIN 18 300:2012-09
- 2) Nach ZTV E-StB 17, Tab. 3 (F1 nicht frostempfindlich, F3 sehr frostempfindlich).
- 3) V1 = verdichtbar, V2 = eingeschränkt verdichtbar, V3 = schwer verdichtbar
- 4) Der angegebene Boden kann bei Wassersättigung infolge Störung der Lagerung in eine fließende Bodenart übergehen
- 5) Bodenklasse 6 und 7 bei entsprechendem Anteil an Steinen und Blöcken
- 6) Bezeichnung nach DIN 4023
- 7) Bodenklasse 2 bei breiiger Konsistenz, sonst Bodenklasse 3

Legende:

- - - - - ? - - - - - Schichtgrenze
- ▽ Bem Bemessungswasserstand = 116 m NHN
- ▽ Bau Bauwasserstand = 115,8 m NHN

Nummer	Änderung bzw. Ergänzung	Name	Datum

DR. SPANG Ingenieurgesellschaft für
 Bauwesen, Geologie und Umwelttechnik mbH
 Eberhard-Bauer-Str. 32, 73734 Esslingen/Neckar
 Telefon +49 / (0) 711 / 351 3049-0 • Fax +49 / (0) 711 / 351 30 49-19
 Email: esslingen@dr-spang.de • Web: http://www.dr-spang.de

DB Netz AG

DB LSW Etlingen Strecke 4000

Geotechnischer Schnitt E-E'

Baugrunderkundung

Gezeichnet:	Kai	Entworfen:	Mk
Geprüft:	Kor	Datum:	14.12.2021
Plan-Nr.:	41.7985/3.5	Proj.-Nr.:	41.7985
Maßstab:	1:100	Anlage:	3.5

Probeentnahme:

- G1 gestörte Probe
- U1 Sonderprobe
- K1 Kernprobe

Nebenanteile:

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

Kalkgehalt:

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

Grundwasser:

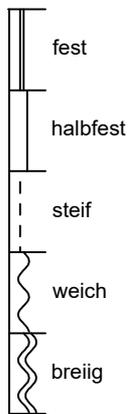
Grundwasserstand:

-  a) Bemessungswasserstand
-  b) Bauwasserstand

-  8,9 Grundwasser angebohrt (2003-09-20)
-  8,9 Grundwasserstand nach Bohrende (2003-09-20) 3^h
-  NHN+118,0 Ruhewasserstand (2003-05-10)
-  NHN+365,7 Grundwasseranstieg (2003-05-10) 10^m
-  NHN+355,7
-  NHN+11,7 Wasser versickert (2003-05-10)



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

Festigkeit Fels nach DIN EN ISO 14689-1:

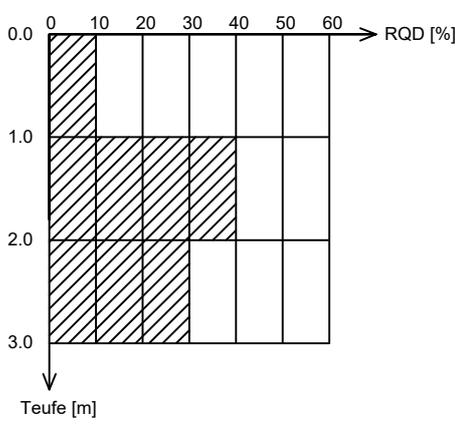
- R 0: außerordentlich gering
- R 1: sehr gering
- R 2: gering
- R 3: mäßig hoch
- R 4: hoch
- R 5: sehr hoch
- R 6: außerordentlich hoch

Kornbindung Fels nach DIN EN ISO 14689-1:

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

RQD Fels:

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

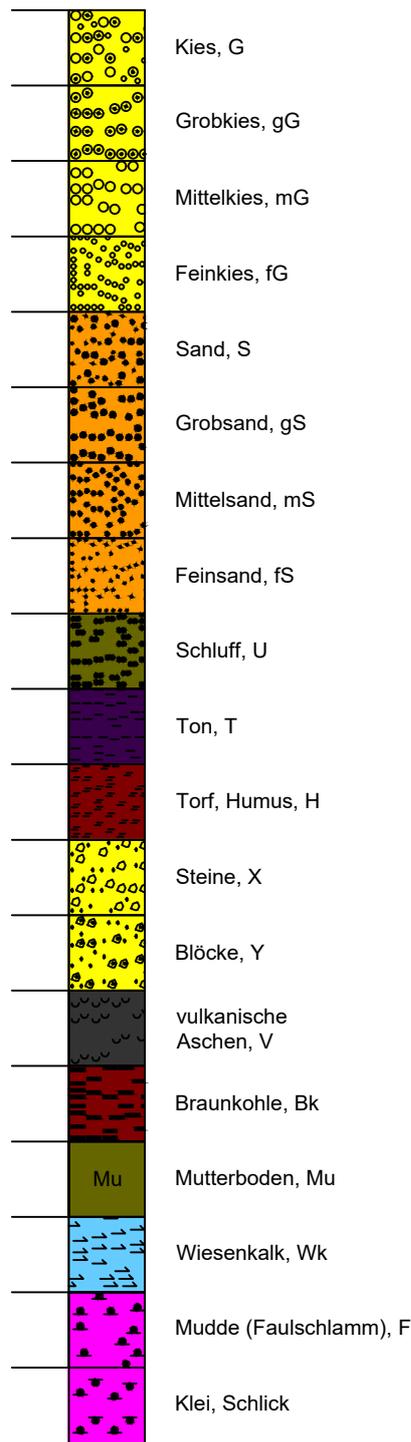


Zeichenerläuterung
Baugrunderkundung

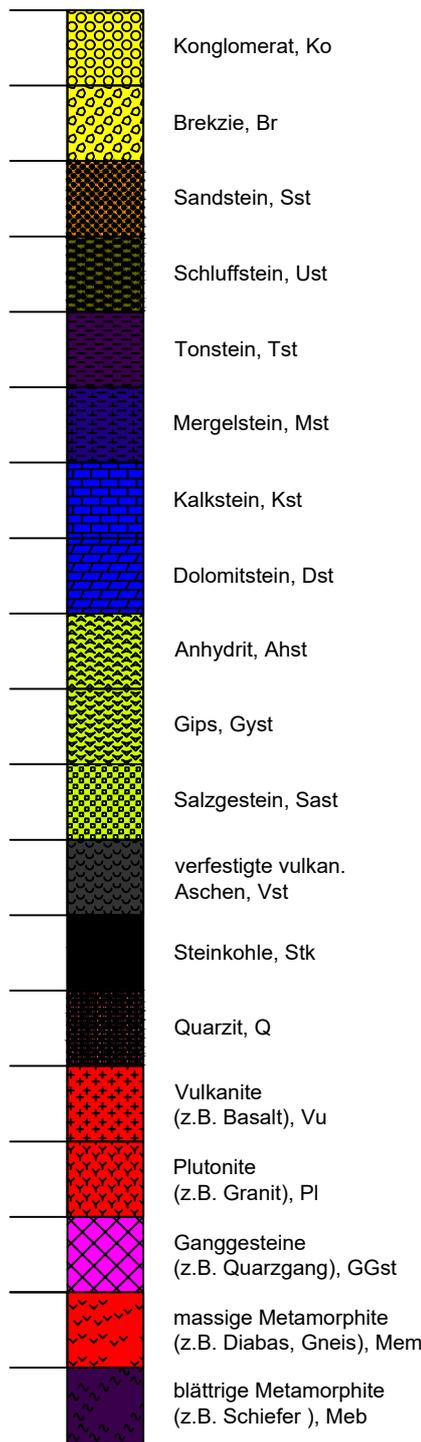
Anlage:	4.1
Projekt Nr.:	42.7985
Plan Nr.:	42.7985/ 4.1
Rev. Stand:	26.04.2018

V:\P427985 DB LSW Eittingen Str. 4000\6_Geotechnik\Ausschreibung\P7985_Anl.4.1_ZE01_ZE02.dwg
Ansichtsfenster : Zeichenerläuterung 1-2

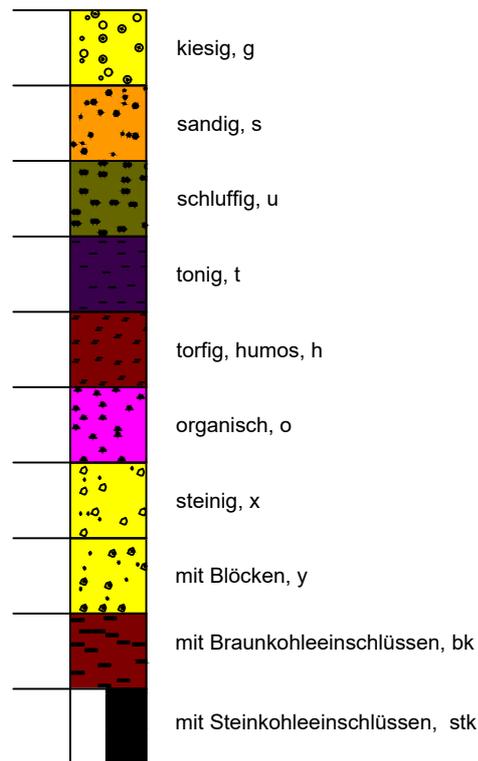
Hauptbodenarten:



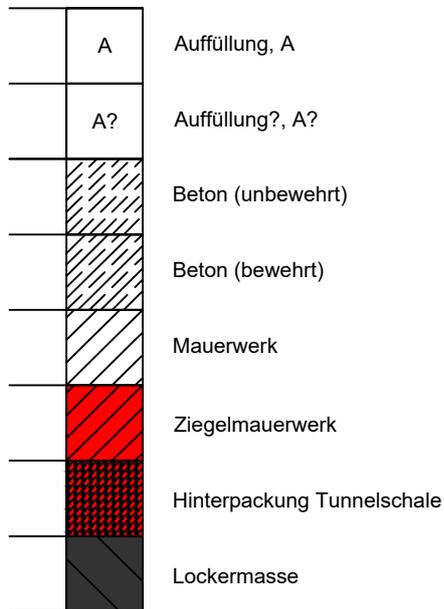
Felsarten:



Nebenbodenarten:



Sonstige Signaturen:



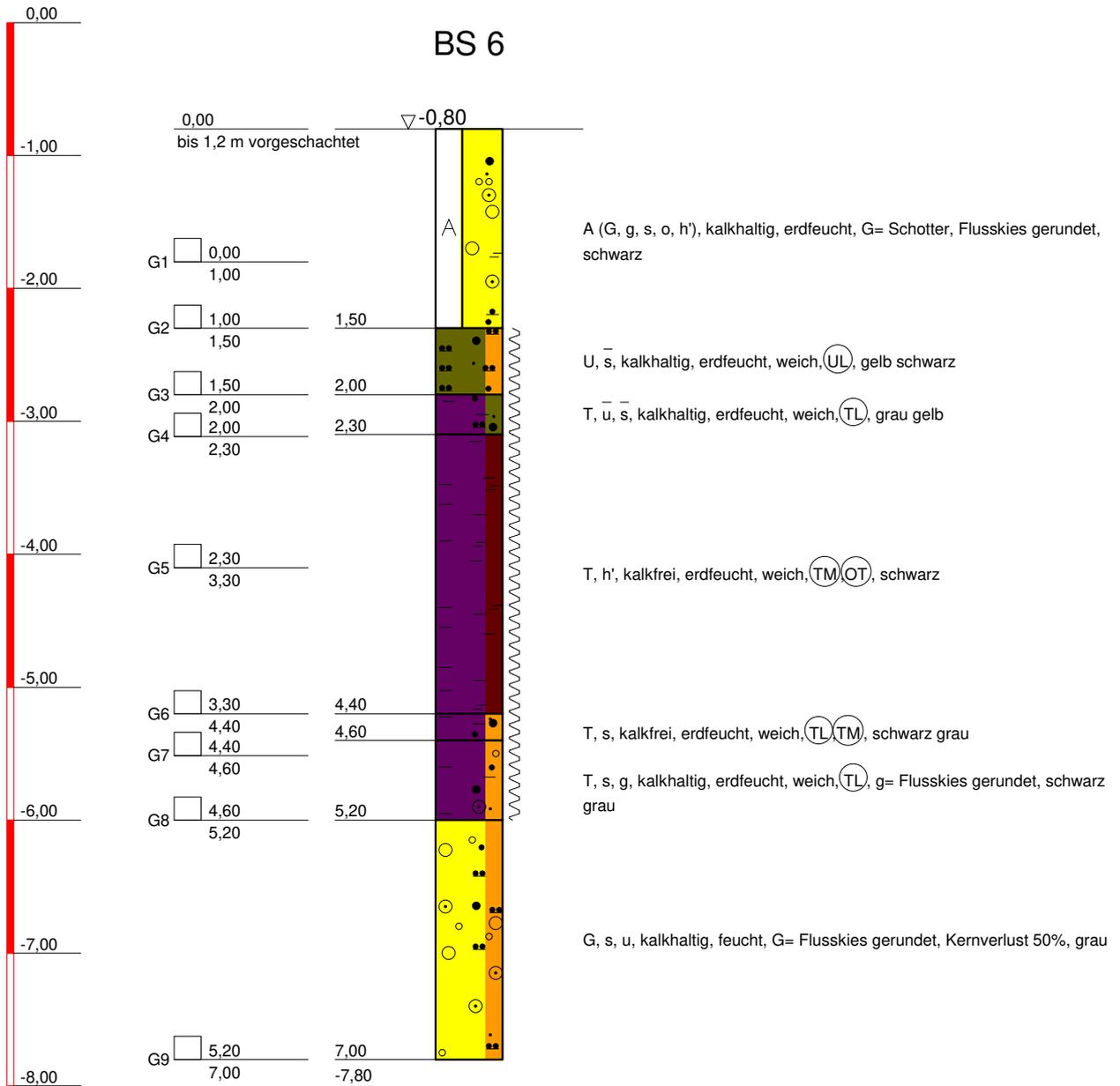
Signatur und Kurzzeichen in Anlehnung an DIN 4023: 2006-02



Zeichenerläuterung
Baugrunderkundung

Anlage:	4.1
Projekt Nr.:	42.7985
Plan Nr.:	42.7985/ 4.1
Rev. Stand:	26.04.2018

SOK



Endteufe erreicht



DR. SPANG

Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen
Geologie und Umwelttechnik mbH

Bauvorhaben:
DB LSW Ettlingen Str. 4000

Auftraggeber:
DB Netz AG

KLEINRAMMBOHRUNG

Anlage: 4.2 BS 6

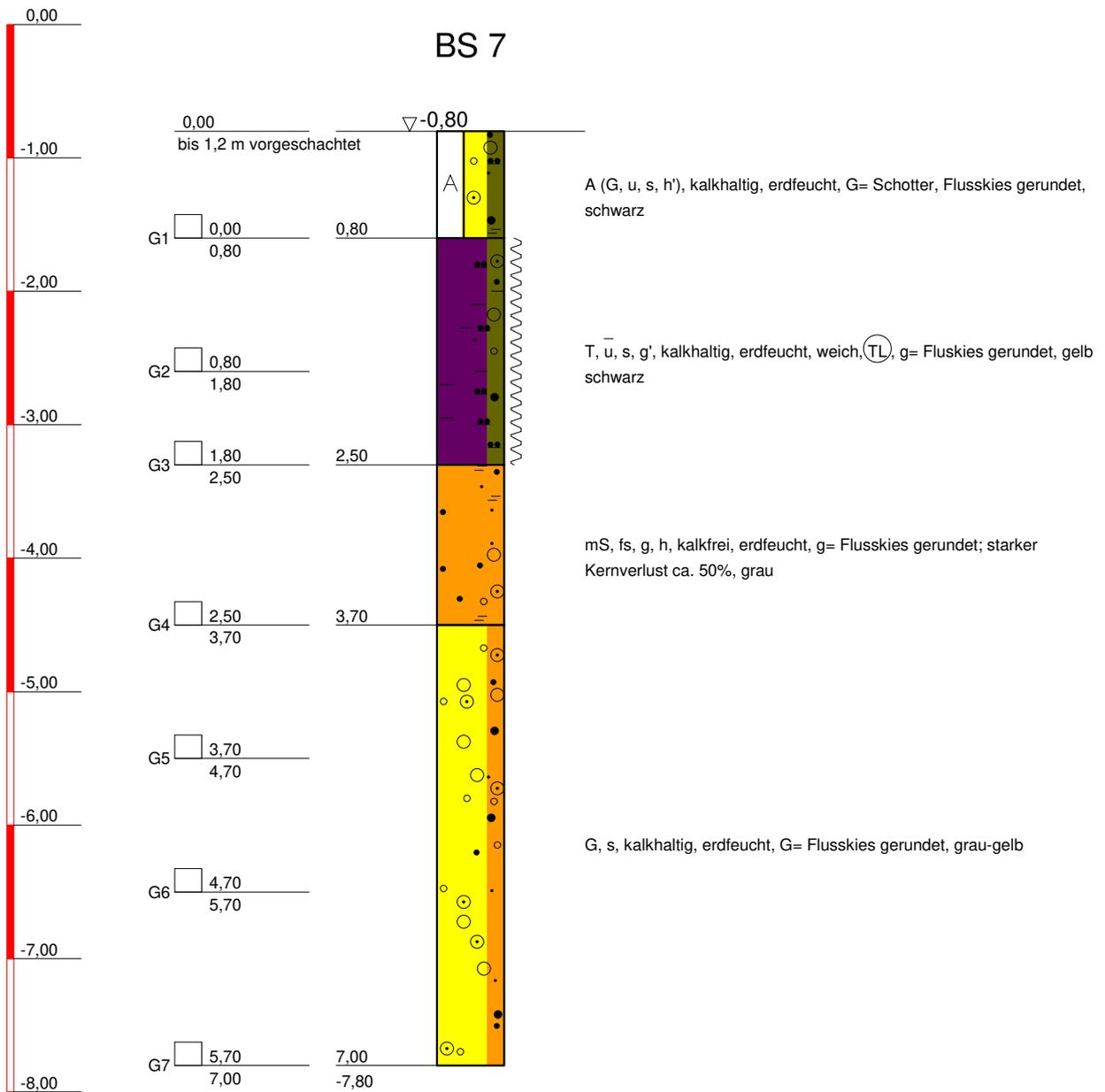
Projekt-Nr: 42.7985

Datum: 08.10.2021

Maßstab: 1 : 50

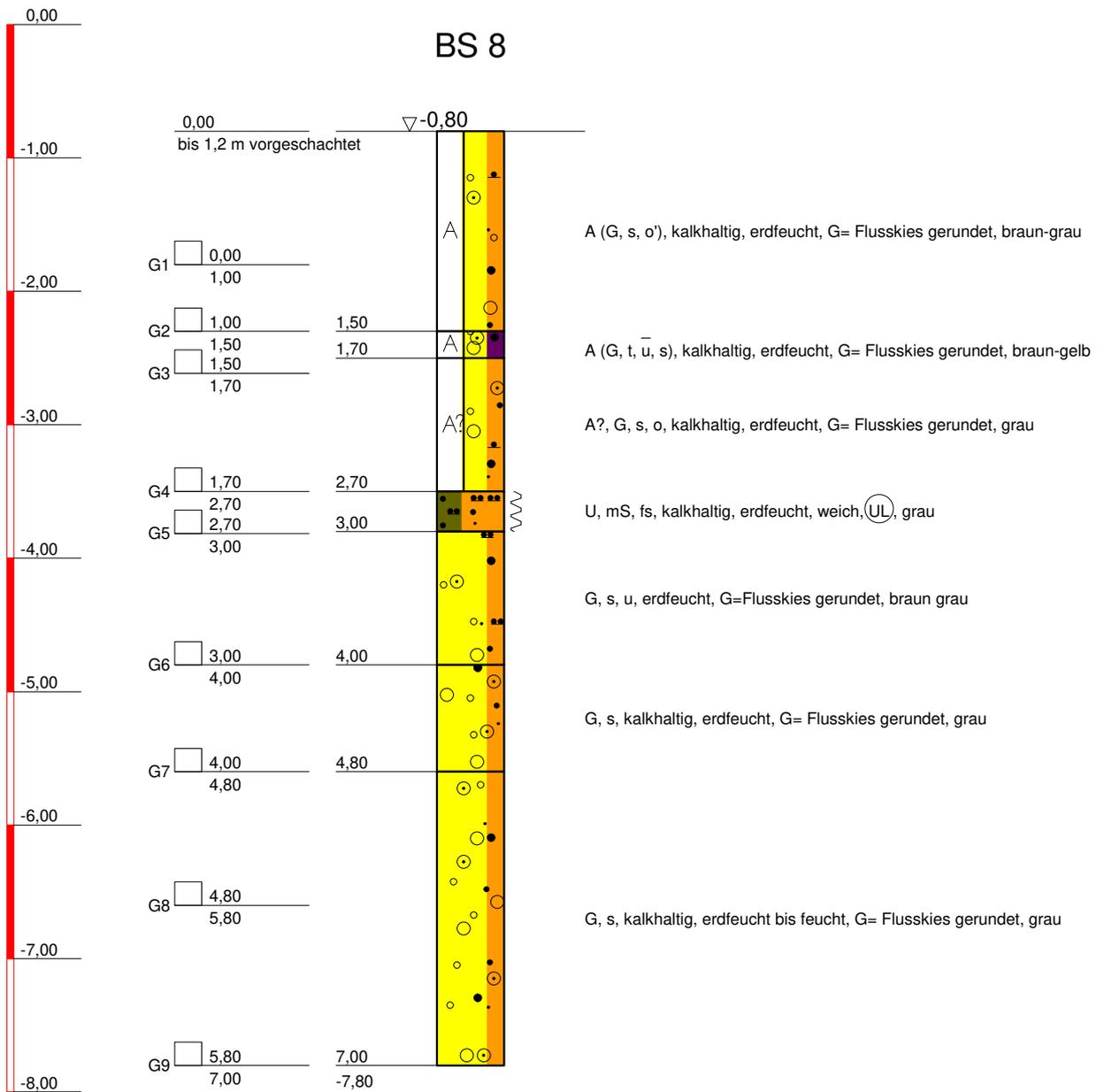
Bearbeiter: Sbh

SOK



 DR. SPANG Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen Geologie und Umwelttechnik mbH	Bauvorhaben: DB LSW Ettlingen Str. 4000	Anlage: 4.2 BS 7
	Auftraggeber: DB Netz AG	Projekt-Nr: 42.7985
	KLEINRAMMBOHRUNG	Datum: 07.10.2021
		Maßstab: 1 : 50
		Bearbeiter: Sbh

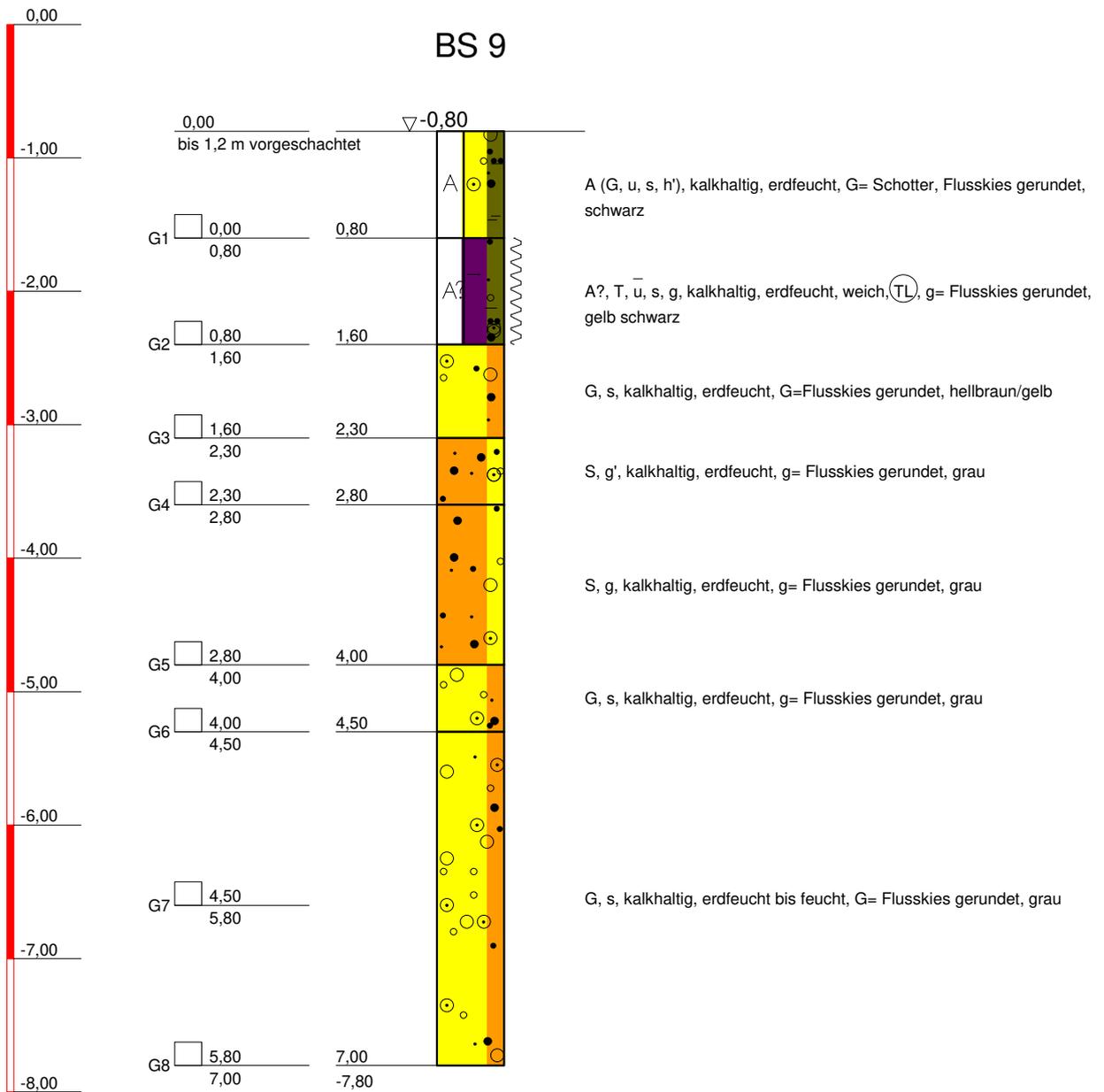
SOK



Endteufe erreicht

 DR. SPANG Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen Geologie und Umwelttechnik mbH	Bauvorhaben: DB LSW Ettlingen Str. 4000	Anlage: 4.2 BS 8
	Auftraggeber: DB Netz AG	Projekt-Nr: 42.7985
	KLEINRAMMBOHRUNG	Datum: 07.10.2021
		Maßstab: 1 : 50
		Bearbeiter: Sbh

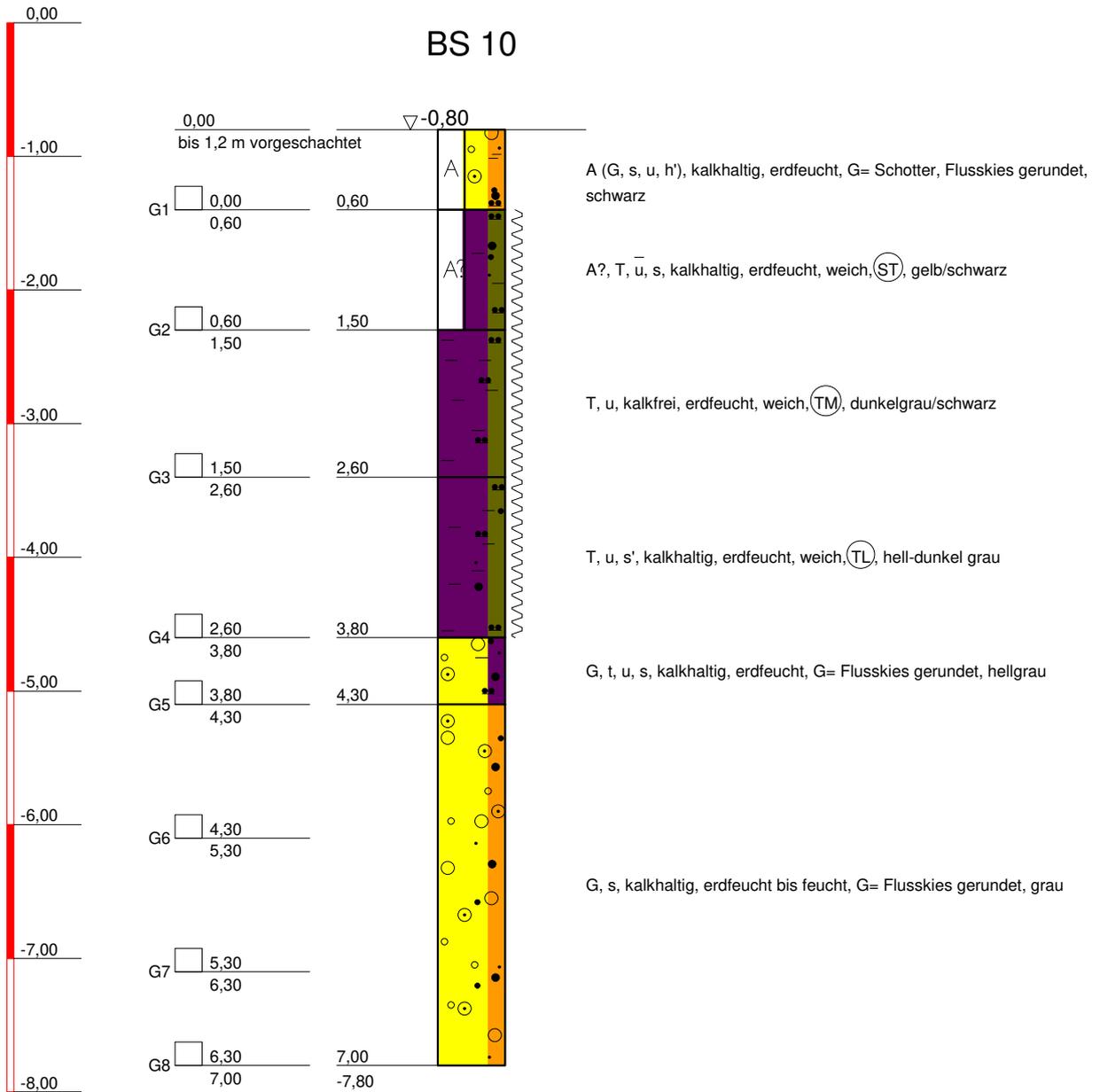
SOK



 DR. SPANG Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen Geologie und Umwelttechnik mbH	Bauvorhaben: DB LSW Ettlingen Str. 4000	Anlage: 4.2 BS 9
	Auftraggeber: DB Netz AG	Projekt-Nr: 42.7985
	KLEINRAMMBOHRUNG	Datum: 07.10.2021
		Maßstab: 1 : 50
		Bearbeiter: Sbh

SOK

BS 10



Endteufe erreicht



DR. SPANG

Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen
Geologie und Umwelttechnik mbH

Bauvorhaben:
DB LSW Ettlingen Str. 4000

Auftraggeber:
DB Netz AG

KLEINRAMMBOHRUNG

Anlage: 4.2 BS 10

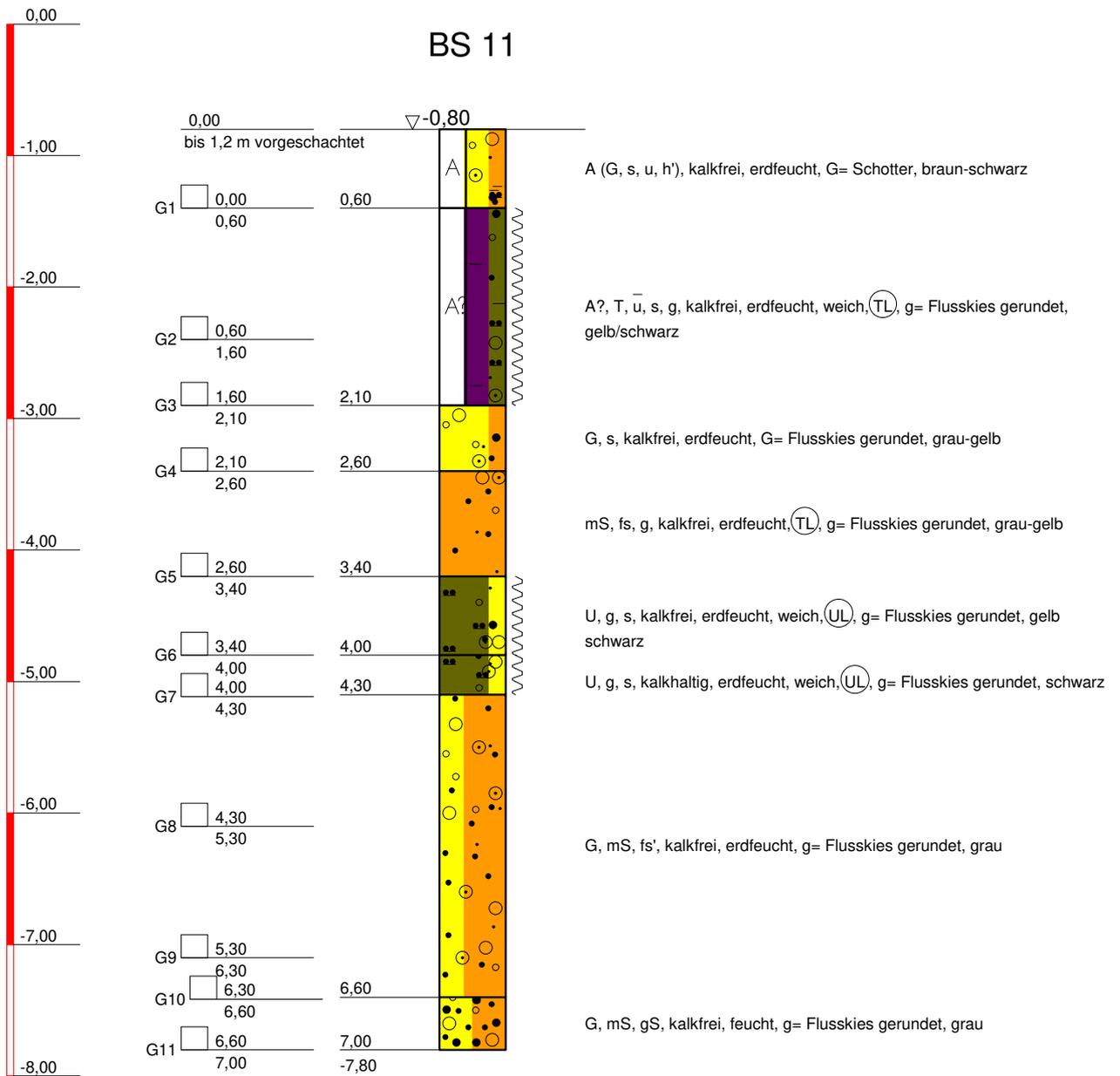
Projekt-Nr: 42.7985

Datum: 06.10.2021

Maßstab: 1 : 50

Bearbeiter: Sbh

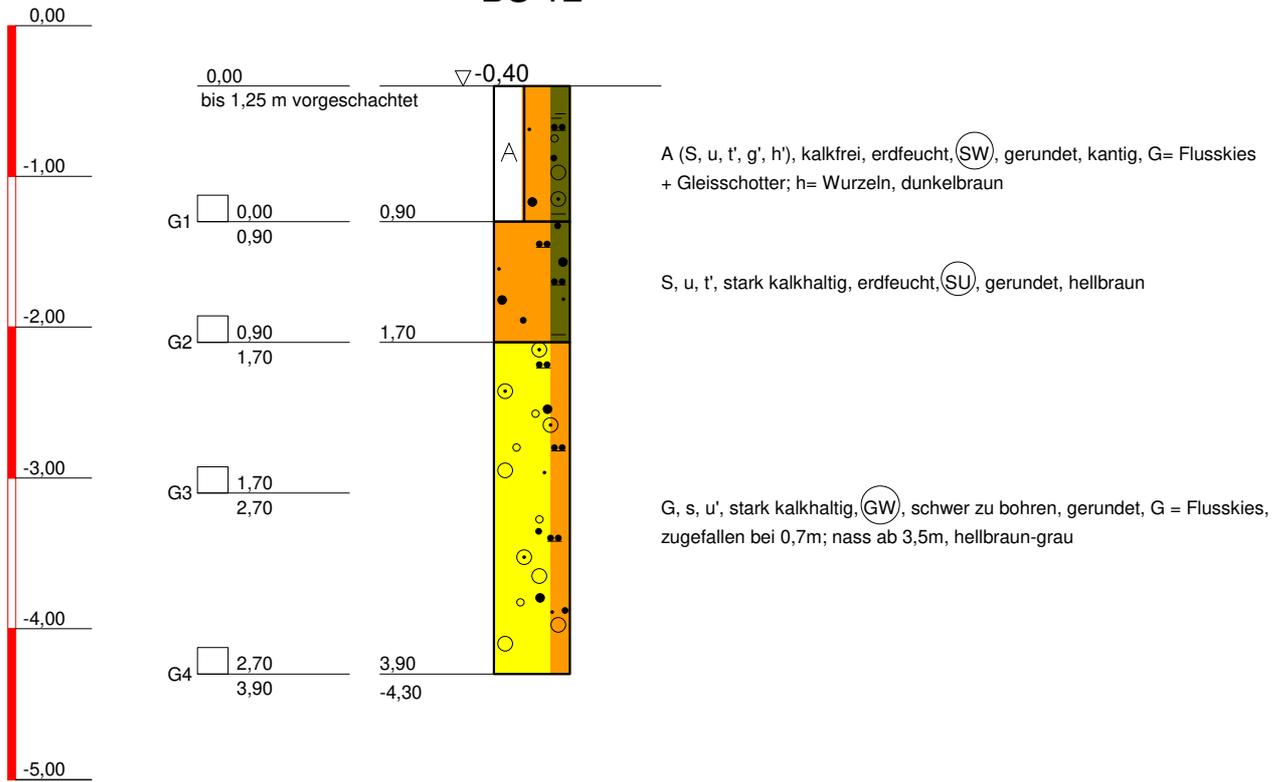
SOK



 DR. SPANG Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen Geologie und Umwelttechnik mbH	Bauvorhaben: DB LSW Ettlingen Str. 4000	Anlage: 4.2 BS 11
	Auftraggeber: DB Netz AG	Projekt-Nr: 42.7985
	KLEINRAMMBOHRUNG	Datum: 06.10.2021
		Maßstab: 1 : 50
		Bearbeiter: Sbh

SOK

BS 12



Endteufe erreicht



DR. SPANG

Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen
Geologie und Umwelttechnik mbH

Bauvorhaben:
DB LSW Ettlingen Str. 4000

Auftraggeber:
DB Netz AG

KLEINRAMMBOHRUNG

Anlage: 4.2 BS 12

Projekt-Nr: 42.7985

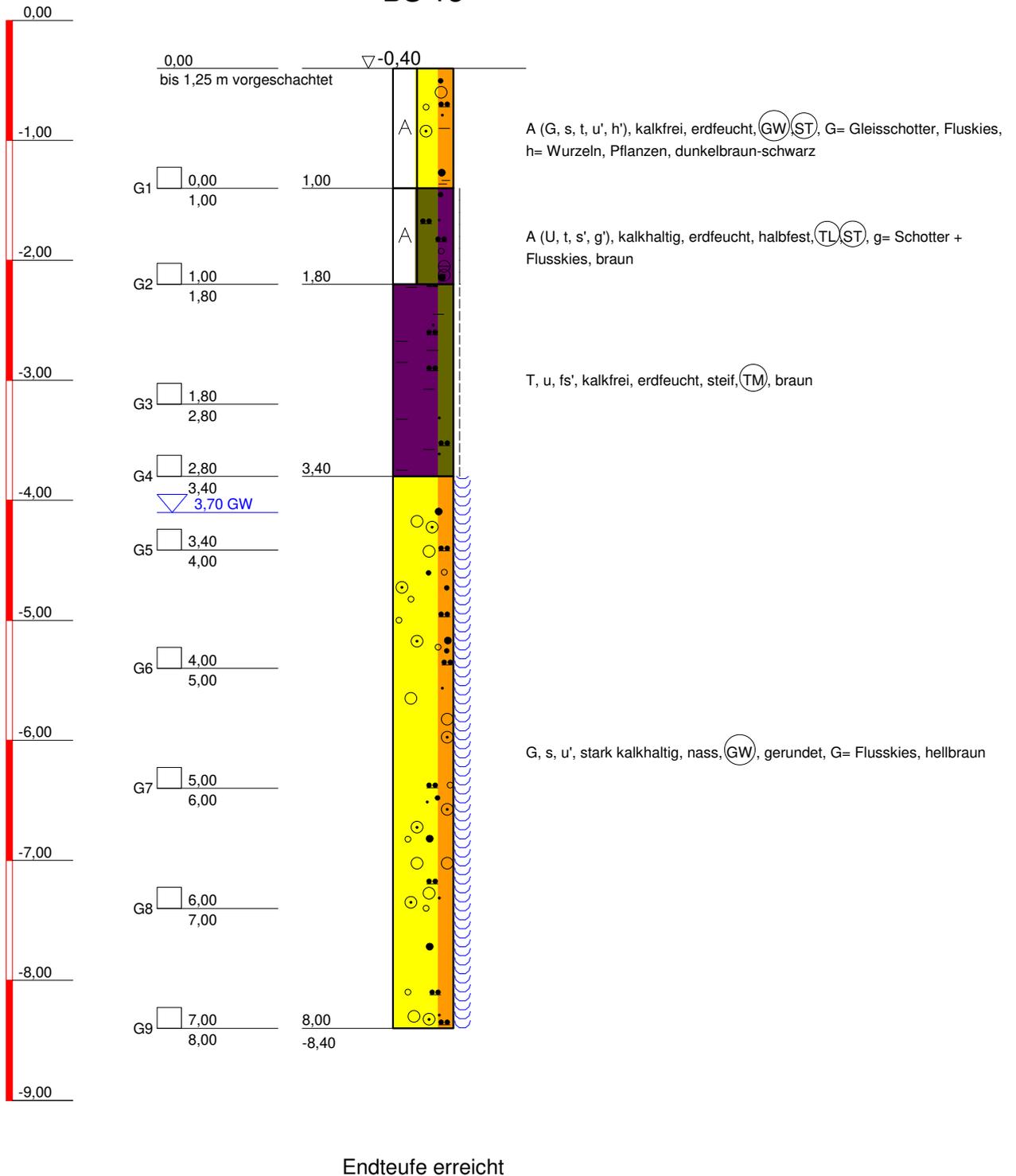
Datum: 12.10.2021

Maßstab: 1 : 50

Bearbeiter: Pos

SOK

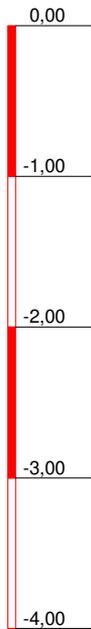
BS 13



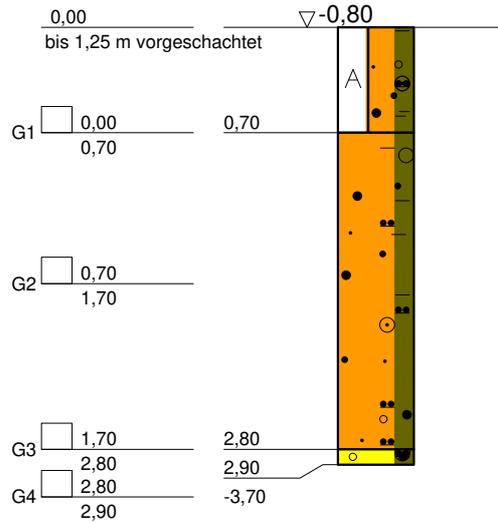

DR. SPANG
Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen
Geologie und Umwelttechnik mbH

Bauvorhaben: DB LSW Ettlingen Str. 4000	Anlage: 4.2 BS 13
	Projekt-Nr: 42.7985
Auftraggeber: DB Netz AG	Datum: 12.10.2021
	Maßstab: 1 : 50
KLEINRAMMBOHRUNG	Bearbeiter: Pos

SOK



BS 14



A (S, u, g, h', t'), kalkfrei, erdfeucht, (SW), gerundet, kantig, G= Flusksies + Schotter, h= Wurzeln, dunkelbraun-schwarz

S, u, t, g', stark kalkhaltig, erdfeucht, (TL)(ST), gerundet, g= Flusksies, braun

G, u, s', t', kalkhaltig, erdfeucht, (GW), schwer zu bohren, kantig, braun

Endteufe erreicht



DR. SPANG

Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen
Geologie und Umwelttechnik mbH

Bauvorhaben:
DB LSW Ettlingen Str. 4000

Auftraggeber:
DB Netz AG

KLEINRAMMBOHRUNG

Anlage: 4.2 BS 14

Projekt-Nr: 42.7985

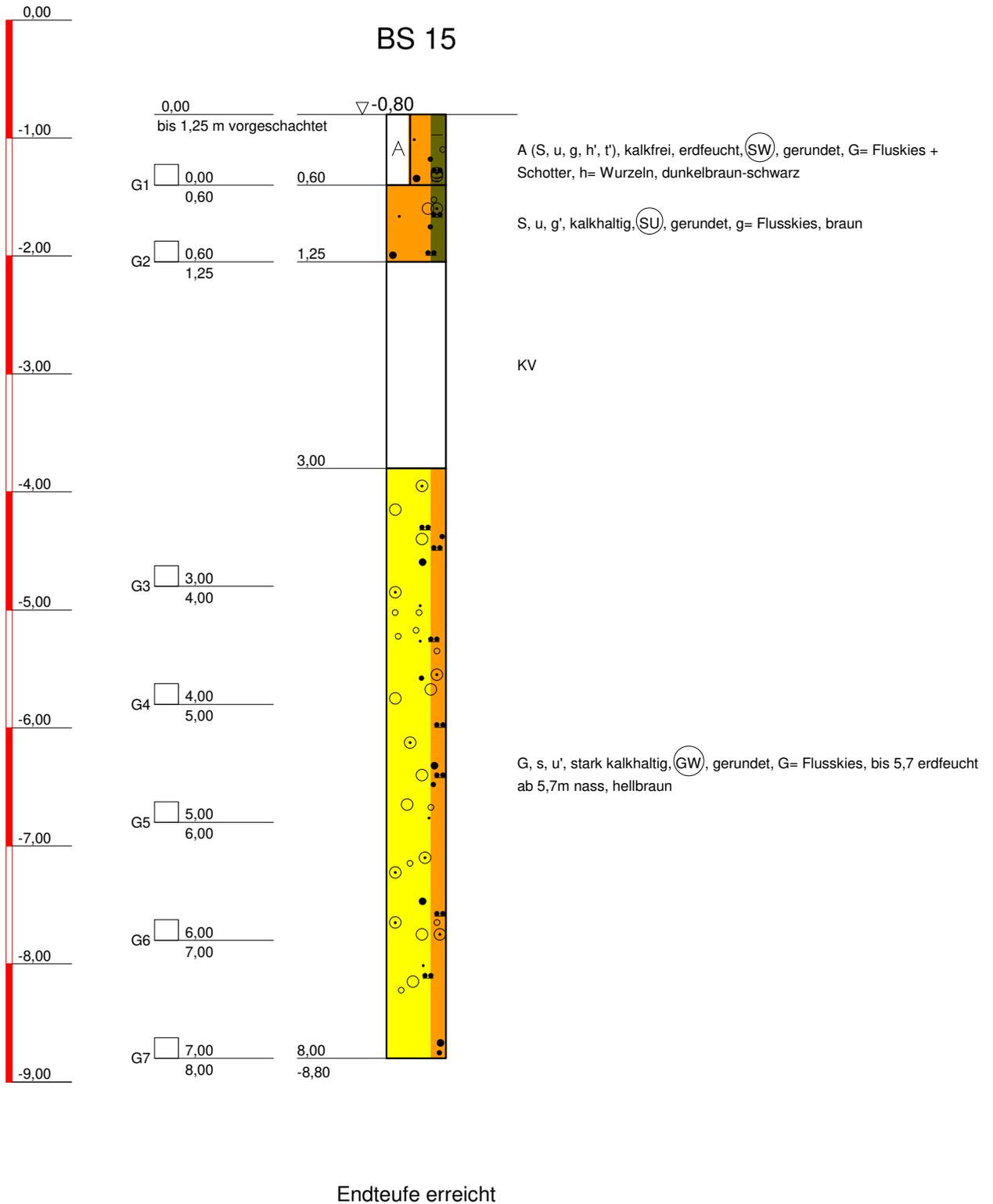
Datum: 12.10.2021

Maßstab: 1 : 50

Bearbeiter: Pos

SOK

BS 15




DR. SPANG
Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen
Geologie und Umwelttechnik mbH

Bauvorhaben:
DB LSW Ettlingen Str. 4000

Auftraggeber:
DB Netz AG

KLEINRAMMBOHRUNG

Anlage: 4.2 BS 15

Projekt-Nr: 42.7985

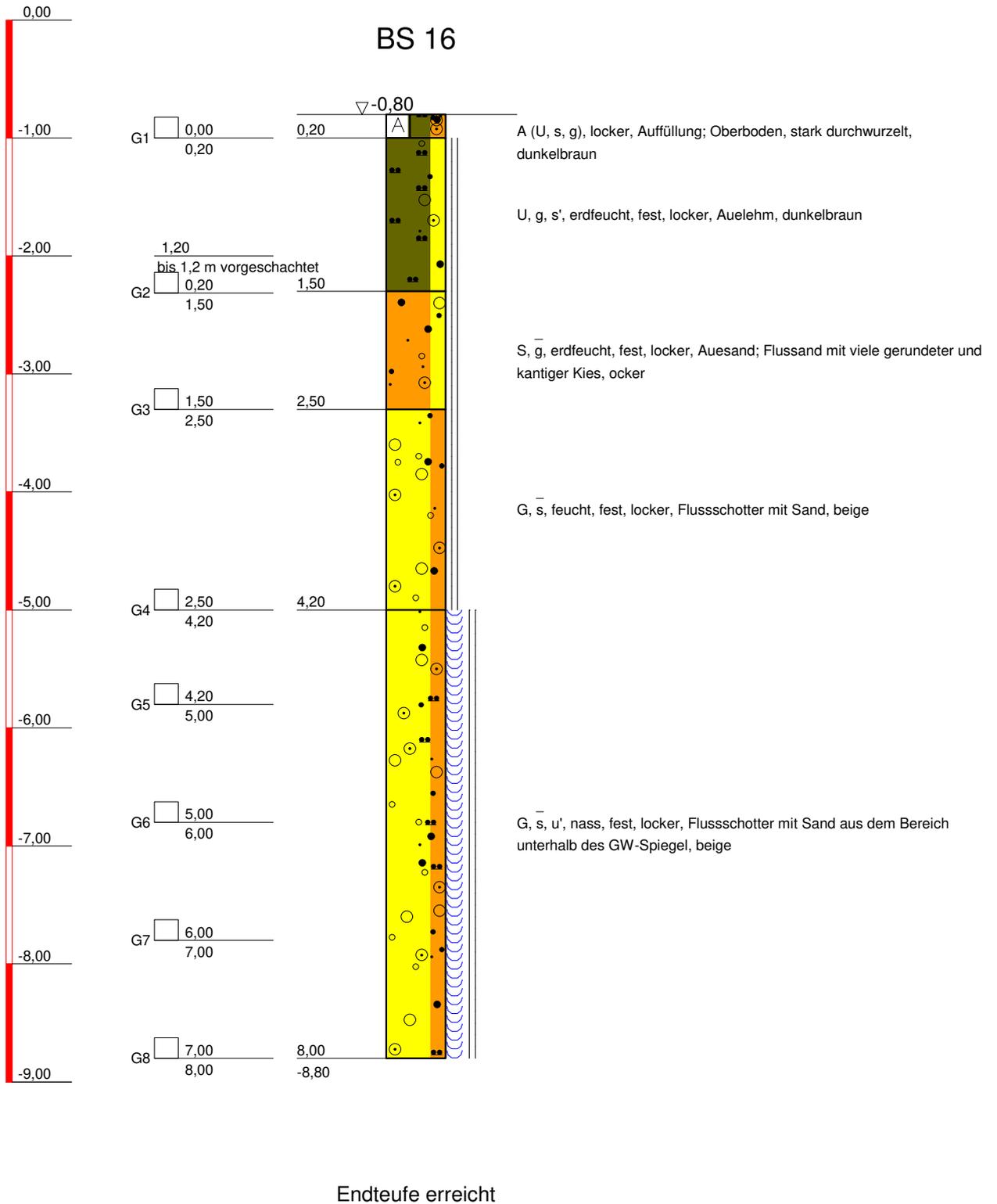
Datum: 13.10.2021

Maßstab: 1 : 50

Bearbeiter: Pos

SOK

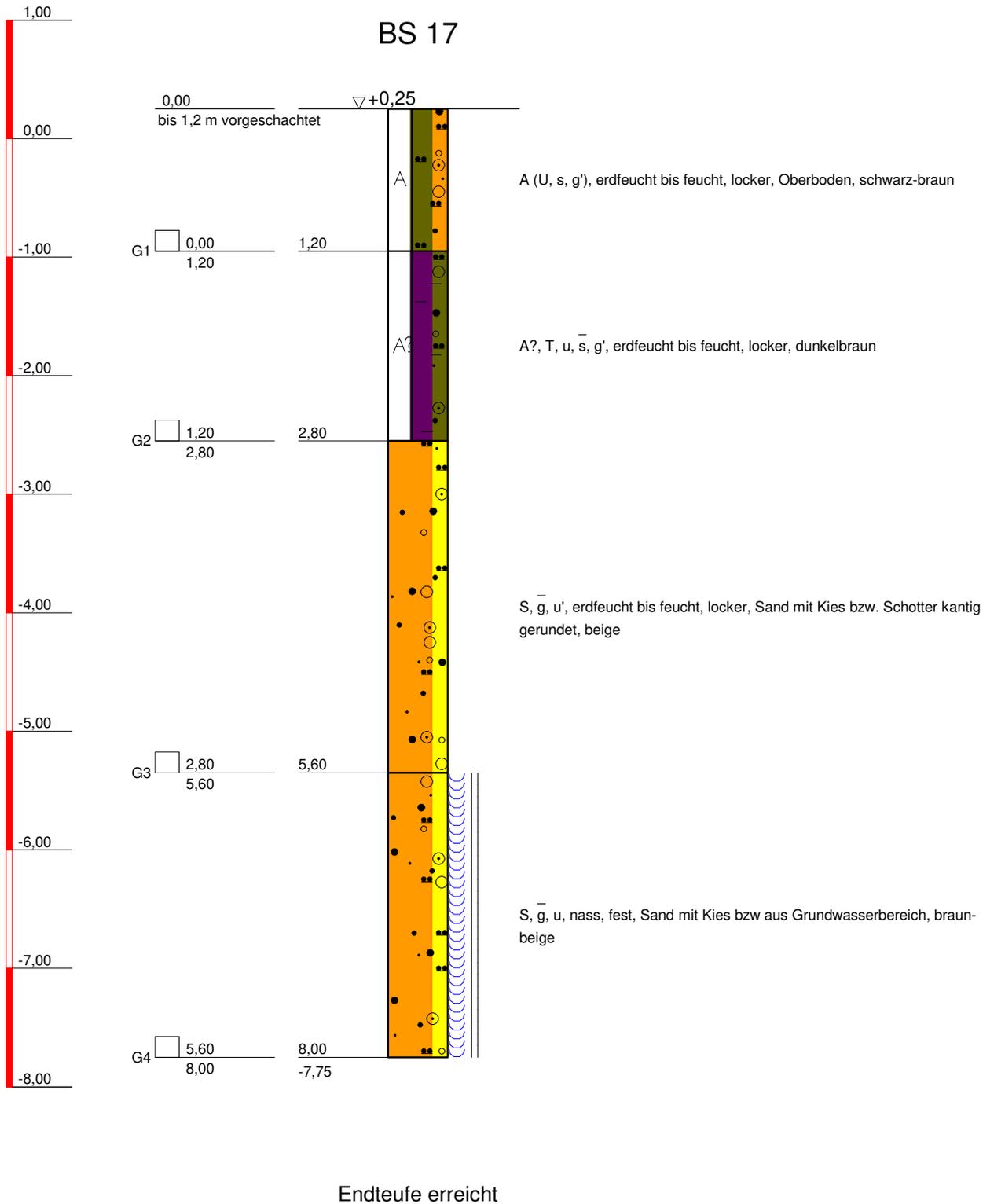
BS 16



 <p>DR. SPANG Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen Geologie und Umwelttechnik mbH</p>	Bauvorhaben: DB LSW Ettlingen Str. 4000	Anlage: 4.2 BS 16
	Auftraggeber: DB Netz AG	Projekt-Nr: 42.7985
	KLEINRAMMBOHRUNG	Datum: 15.10.2021
		Maßstab: 1 : 50
		Bearbeiter: Kkr/Wac

SOK

BS 17

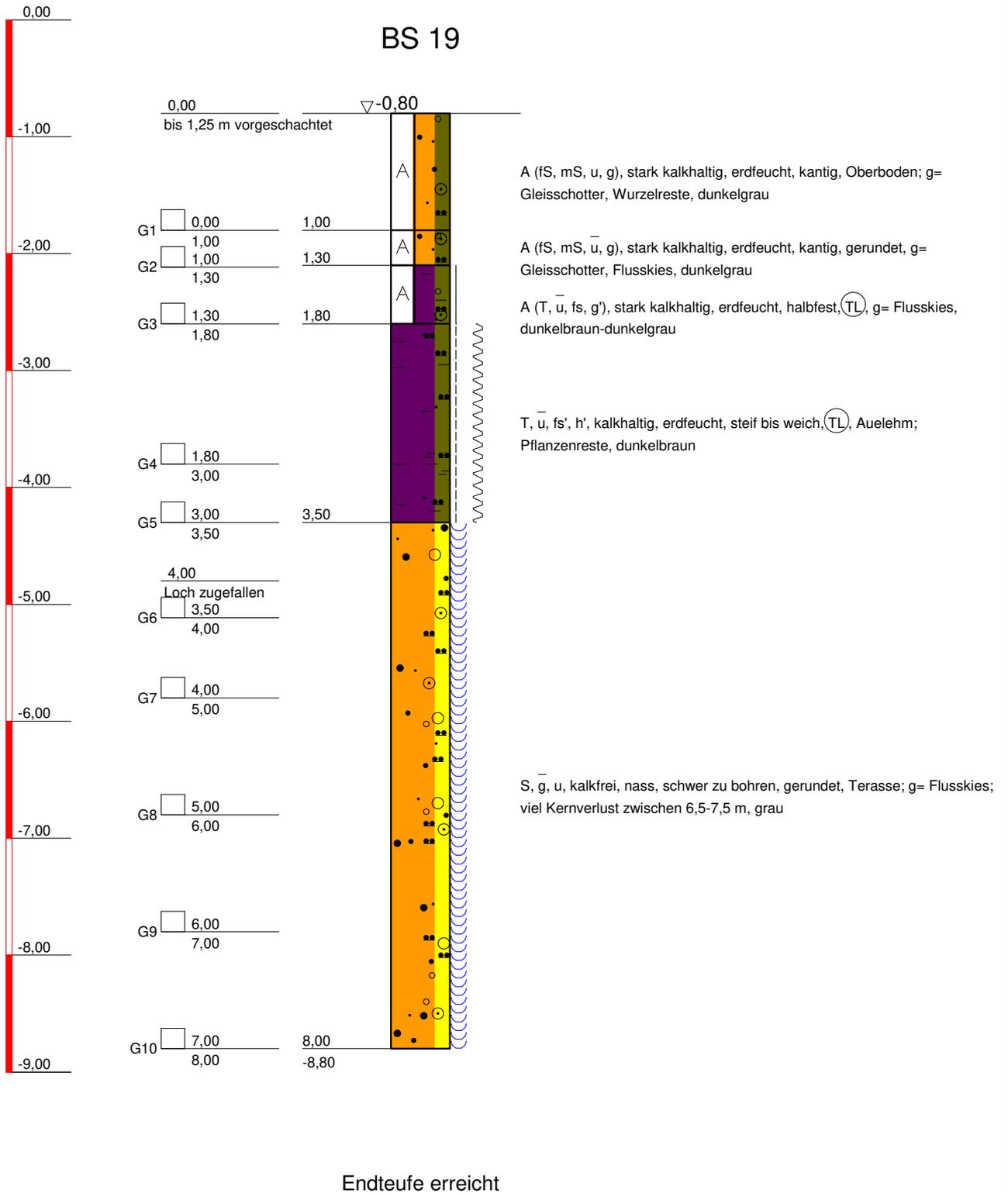



DR. SPANG
Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen
Geologie und Umwelttechnik mbH

Bauvorhaben: DB LSW Ettlingen Str. 4000	Anlage: 4.2 BS 17
	Projekt-Nr: 42.7985
Auftraggeber: DB Netz AG	Datum: 15.10.2021
	Maßstab: 1 : 50
KLEINRAMMBOHRUNG	Bearbeiter: Kkr/Wac

SOK

BS 19




DR. SPANG
Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen
Geologie und Umwelttechnik mbH

Bauvorhaben:
DB LSW Ettlingen Str. 4000

Auftraggeber:
KLEINRAMMBOHRUNG

Anlage: 4.2 BS 19

Projekt-Nr: 42.7985

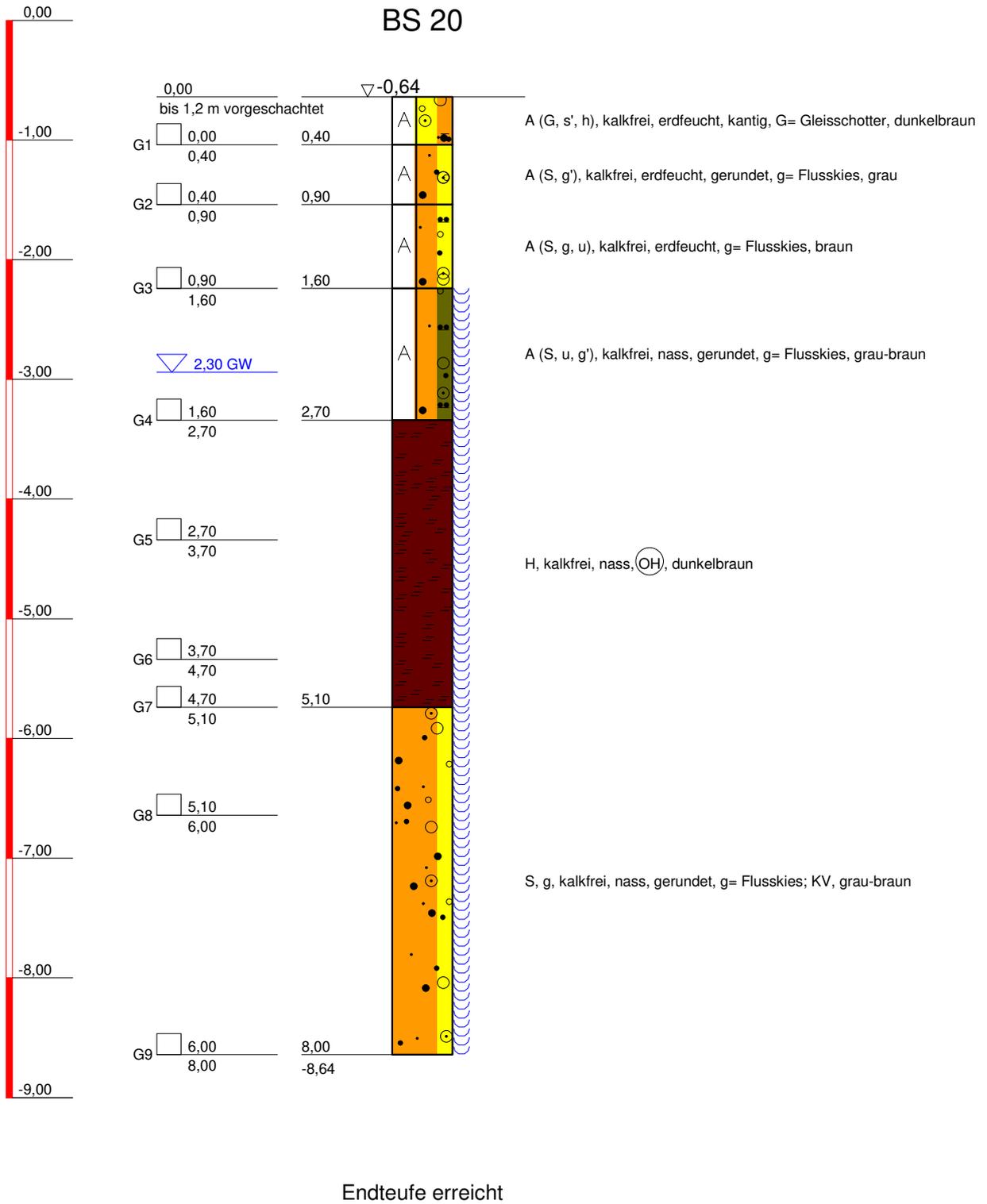
Datum: 18.10.2021

Maßstab: 1 : 50

Bearbeiter: Sbh

SOK

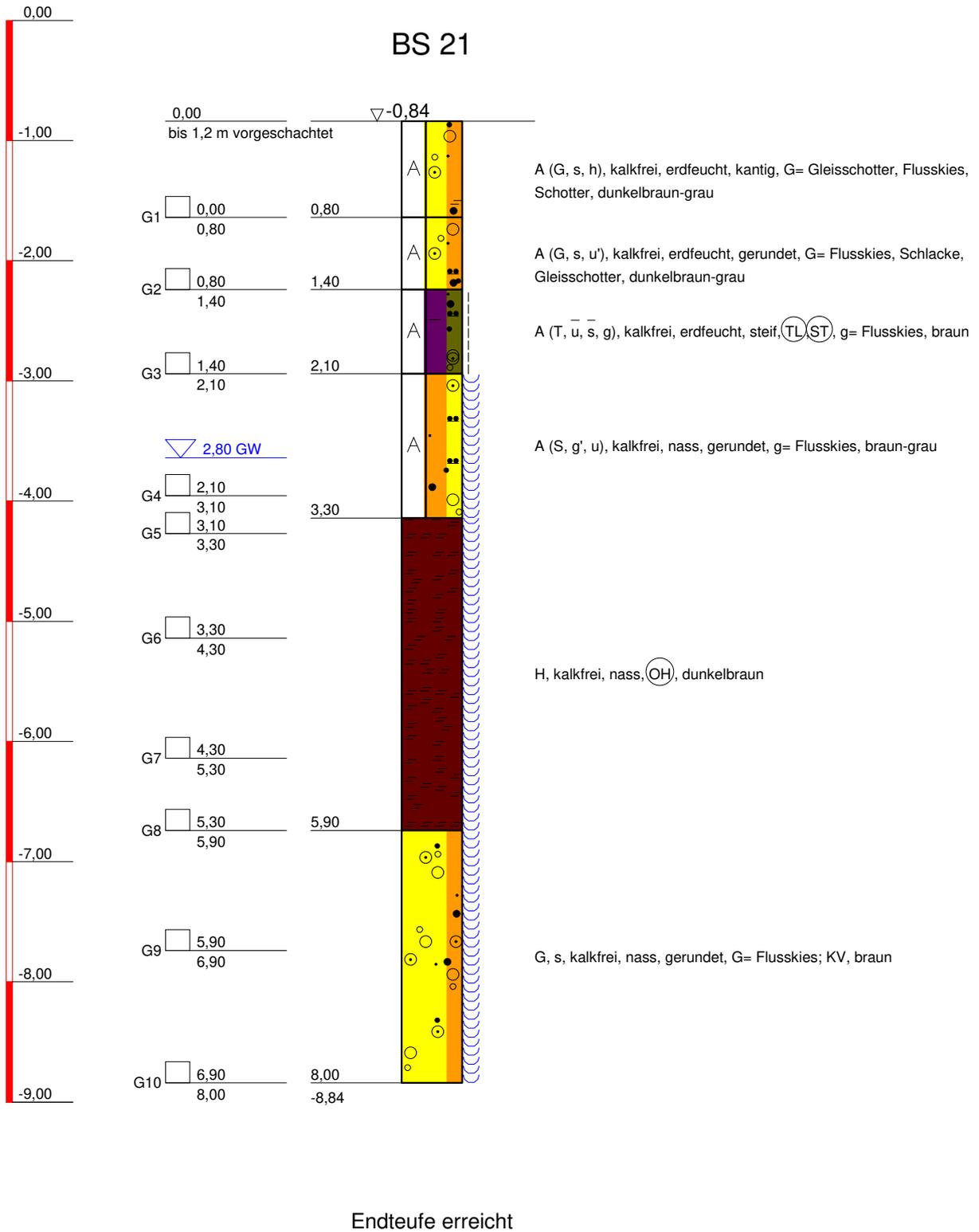
BS 20



 DR. SPANG Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen Geologie und Umwelttechnik mbH	Bauvorhaben: DB LSW Ettlingen Str. 4000	Anlage: 4.2 BS 20
	Auftraggeber: DB Netz AG	Projekt-Nr: 42.7985
	KLEINRAMMBOHRUNG	Datum: 17.11.2021
		Maßstab: 1 : 50
		Bearbeiter: Br

SOK

BS 21

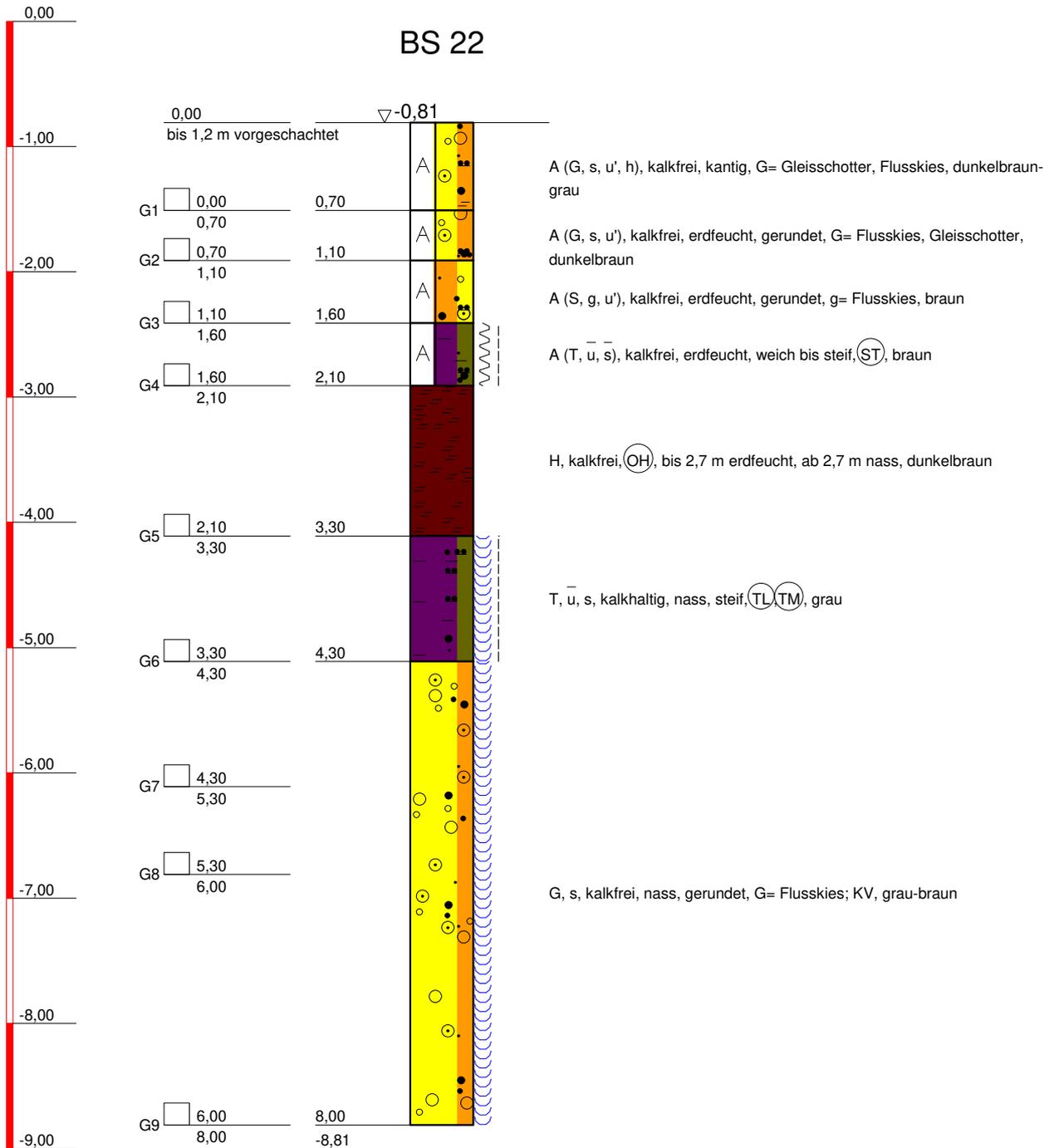



DR. SPANG
Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen
Geologie und Umwelttechnik mbH

Bauvorhaben: DB LSW Ettlingen Str. 4000	Anlage: 4.2 BS 21
	Projekt-Nr: 42.7985
Auftraggeber: DB Netz AG	Datum: 17.11.2021
	Maßstab: 1 : 50
KLEINRAMMBOHRUNG	
Bearbeiter: Br	

SOK

BS 22

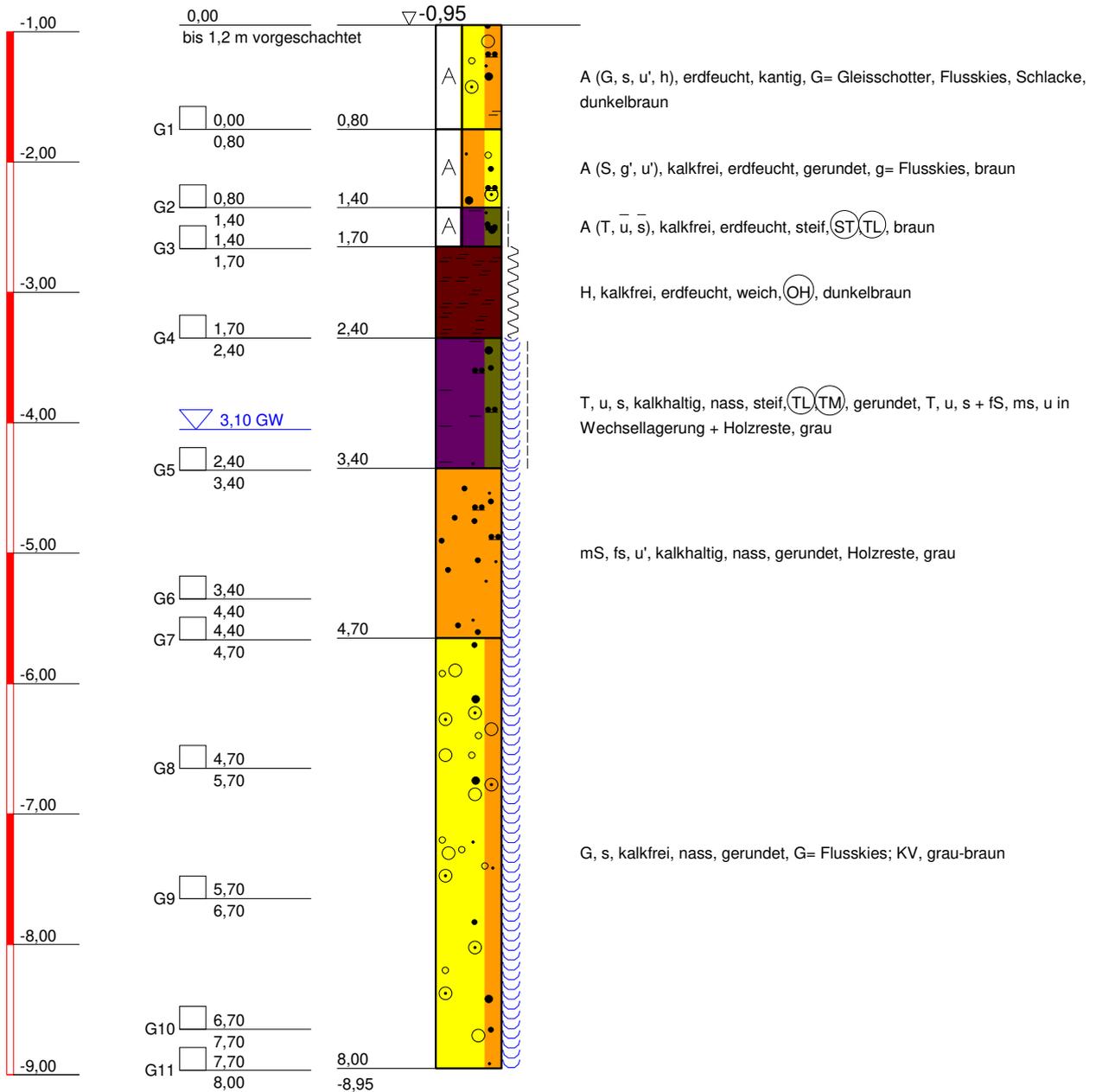



DR. SPANG
Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen
Geologie und Umwelttechnik mbH

Bauvorhaben: DB LSW Ettlingen Str. 4000 Auftraggeber: DB Netz AG	Anlage: 4.2 BS 22
	Projekt-Nr: 42.7985
	Datum: 16.11.2021
	Maßstab: 1 : 50
KLEINRAMMBOHRUNG	Bearbeiter: Br

SOK

BS 23

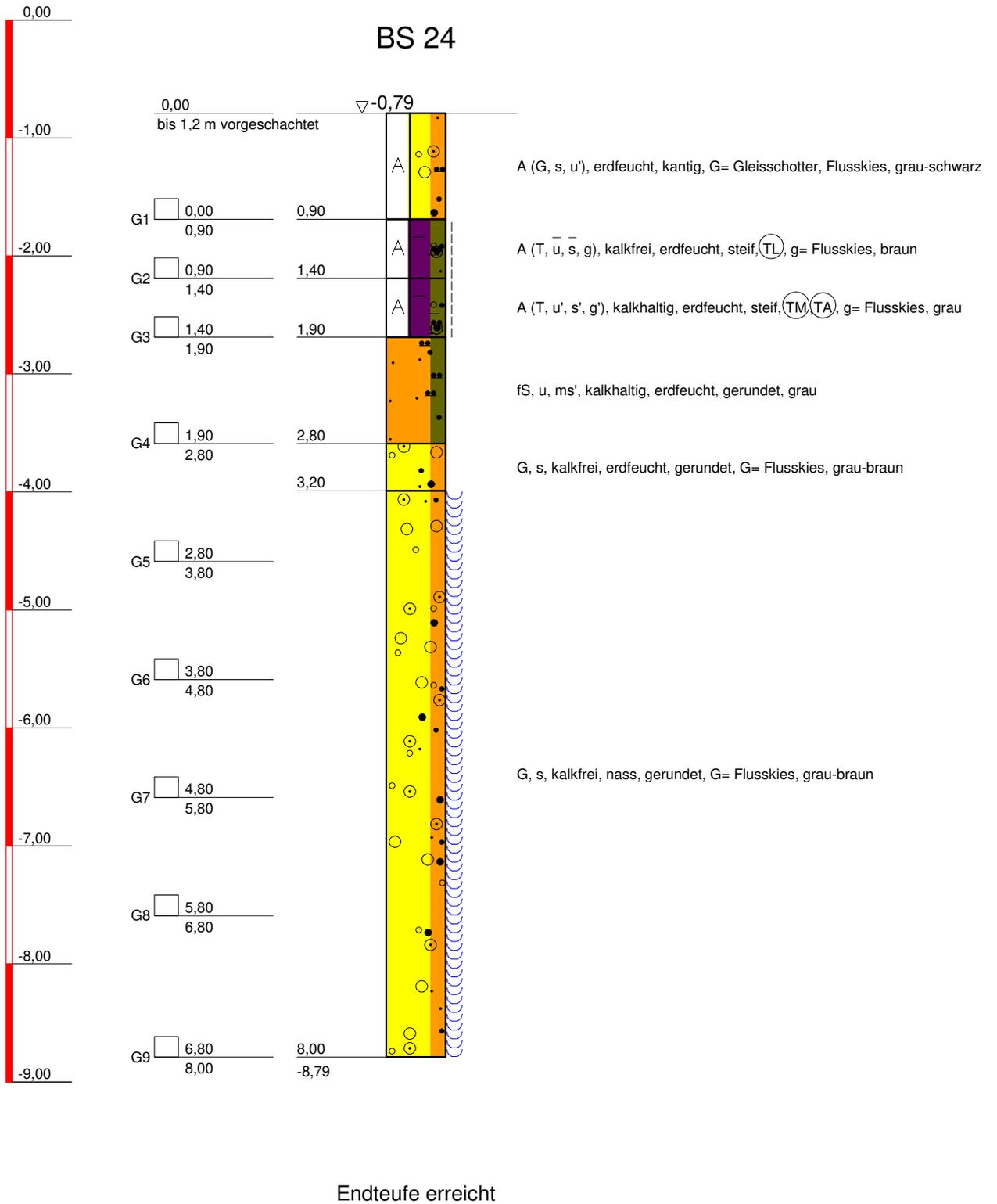


Endteufe erreicht

 DR. SPANG Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen Geologie und Umwelttechnik mbH	Bauvorhaben: DB LSW Ettlingen Str. 4000	Anlage: 4.2 BS 23
	Auftraggeber: DB Netz AG	Projekt-Nr: 42.7985
		Datum: 18.11.2021
		Maßstab: 1 : 50
KLEINRAMMBOHRUNG		Bearbeiter: Br

SOK

BS 24

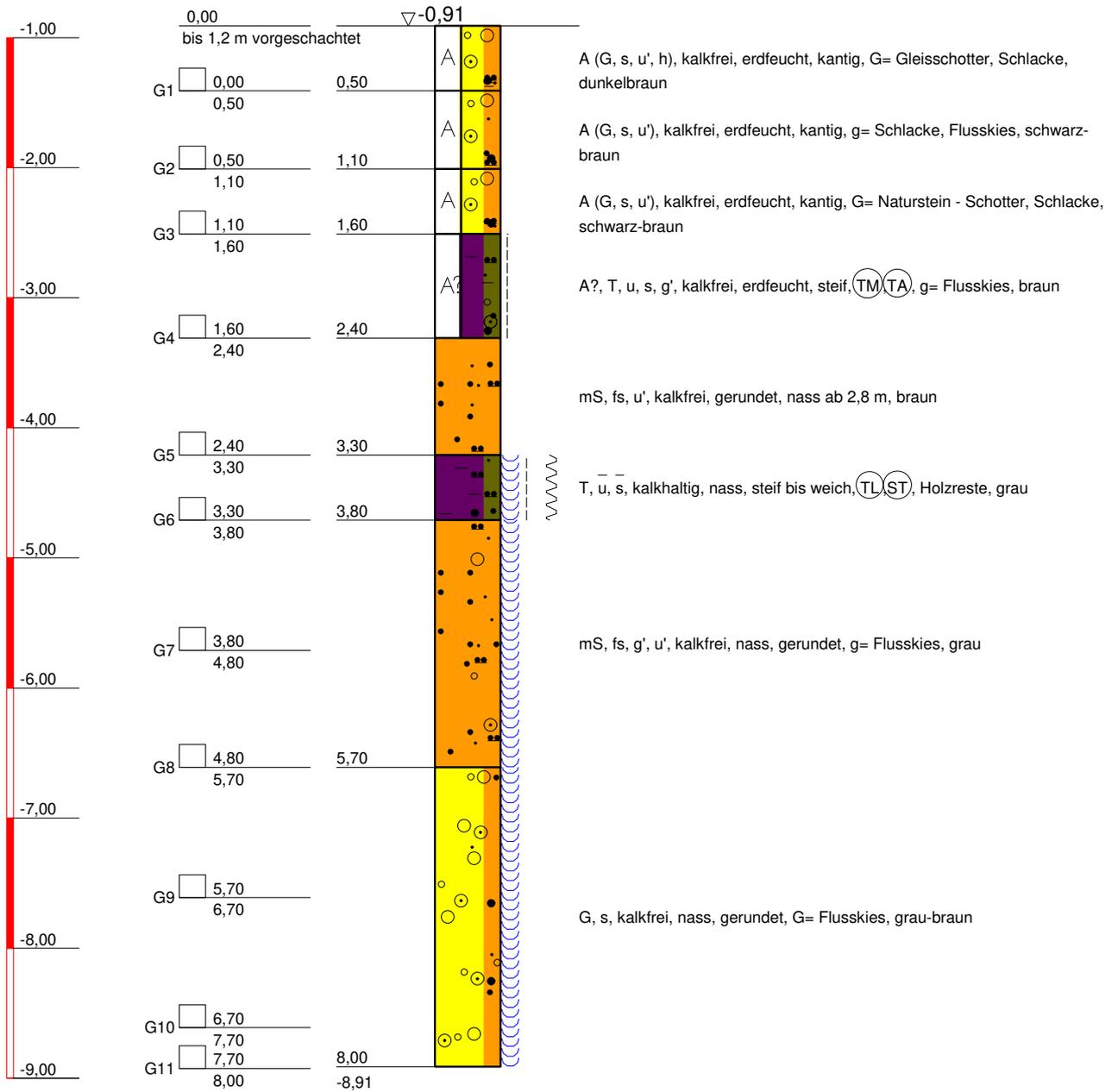



DR. SPANG
Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen
Geologie und Umwelttechnik mbH

Bauvorhaben: DB LSW Ettlingen Str. 4000 Auftraggeber: DB Netz AG	Anlage: 4.2 BS 24
	Projekt-Nr: 42.7985
	Datum: 18.11.2021
	Maßstab: 1 : 50
KLEINRAMMBOHRUNG	Bearbeiter: Br

SOK

BS 25

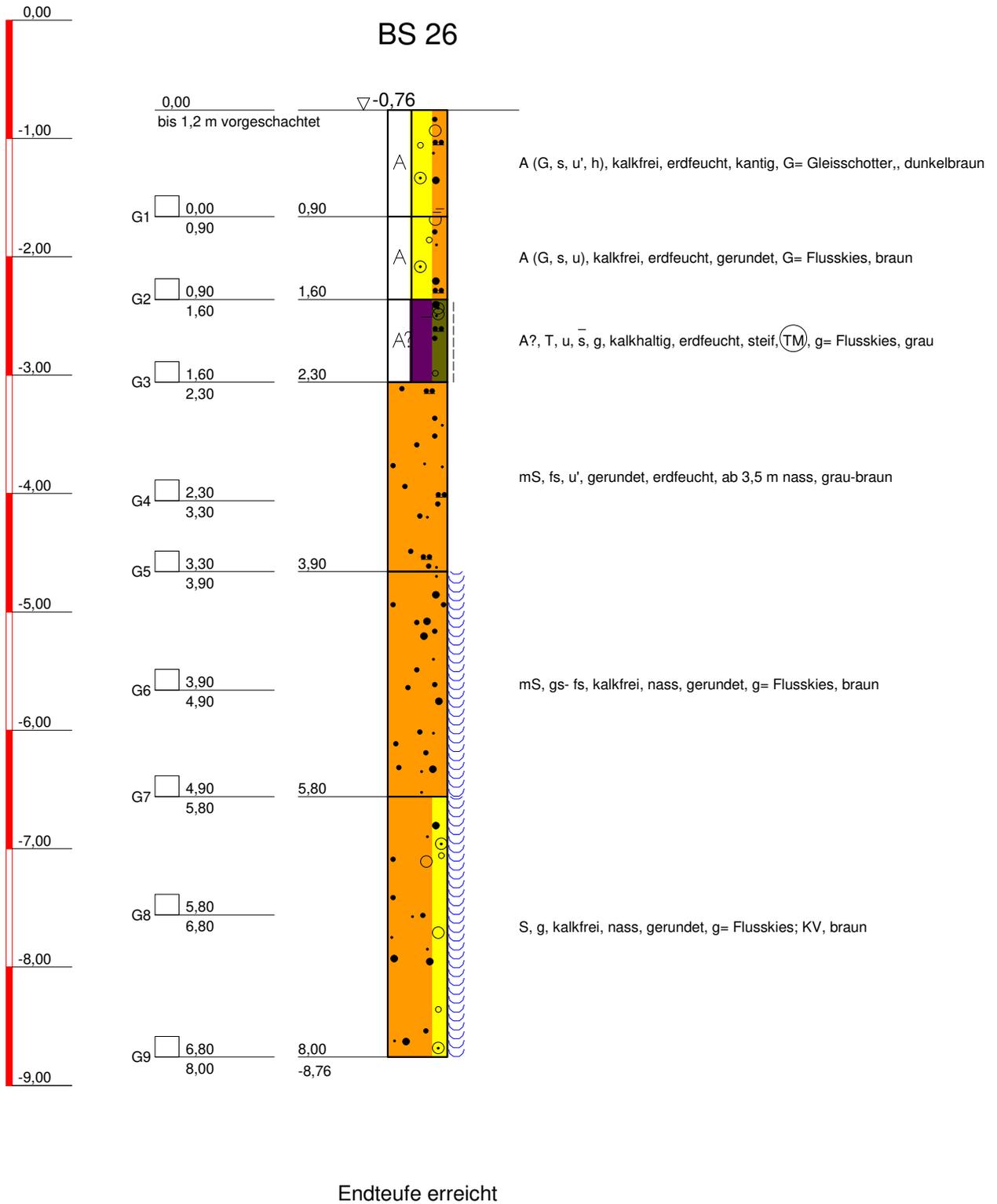


Endteufe erreicht

 <p>DR. SPANG Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen Geologie und Umwelttechnik mbH</p>	<p>Bauvorhaben: DB LSW Ettlingen Str. 4000</p>	<p>Anlage: 4.2 BS 25</p>
	<p>Auftraggeber: DB Netz AG</p>	<p>Projekt-Nr: 42.7985</p>
	<p>KLEINRAMMBOHRUNG</p>	<p>Datum: 18.11.2021</p>
		<p>Maßstab: 1 : 50</p>
		<p>Bearbeiter: Br</p>

SOK

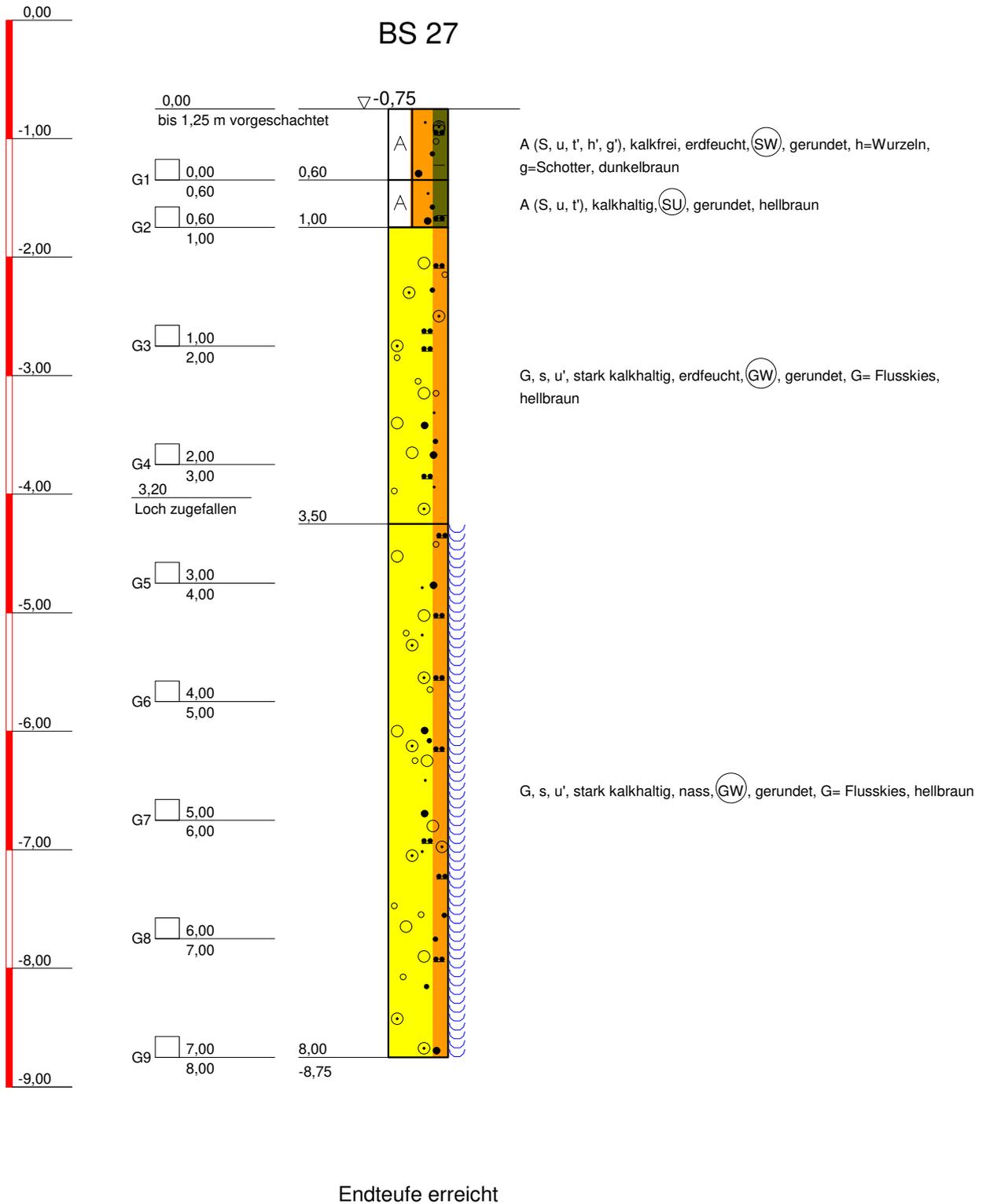
BS 26



 <p>DR. SPANG Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen Geologie und Umwelttechnik mbH</p>	<p>Bauvorhaben: DB LSW Ettlingen Str. 4000</p> <p>Auftraggeber: DB Netz AG</p>	<p>Anlage: 4.2 BS 26</p> <p>Projekt-Nr: 42.7985</p> <p>Datum: 19.11.2021</p> <p>Maßstab: 1 : 50</p>
	<p>KLEINRAMMBOHRUNG</p>	<p>Bearbeiter: Br</p>

SOK

BS 27

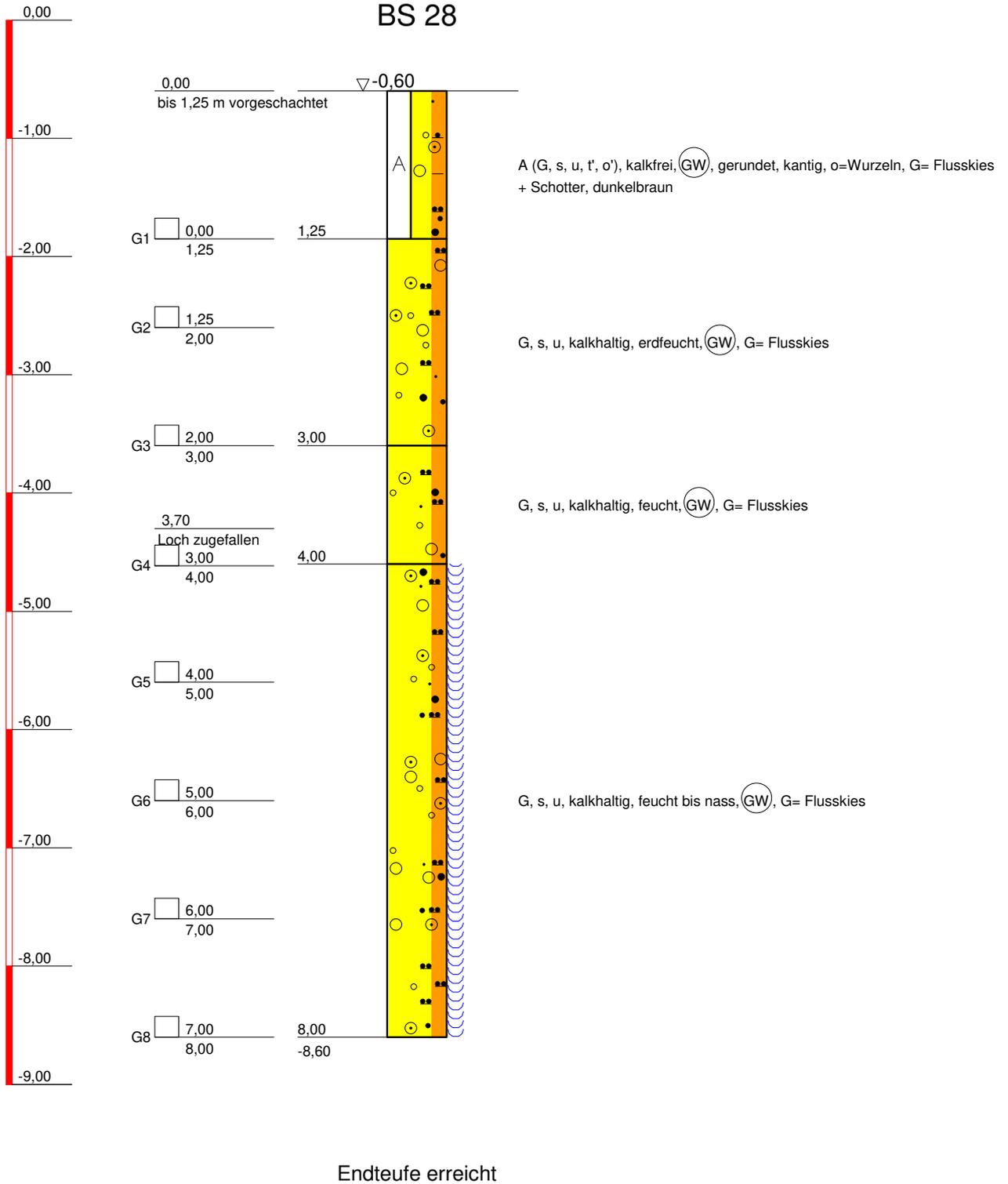



DR. SPANG
Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen
Geologie und Umwelttechnik mbH

Bauvorhaben: DB LSW Ettlingen Str. 4000 Auftraggeber: DB Netz AG	Anlage: 4.2 BS 27
	Projekt-Nr: 42.7985
	Datum: 14.10.2021
	Maßstab: 1 : 50
KLEINRAMMBOHRUNG	Bearbeiter: Pos

SOK

BS 28




DR. SPANG
Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen
Geologie und Umwelttechnik mbH

Bauvorhaben:
DB LSW Ettlingen Str. 4000

Auftraggeber:
DB Netz AG

KLEINRAMMBOHRUNG

Anlage: 4.2 BS 28

Projekt-Nr: 42.7985

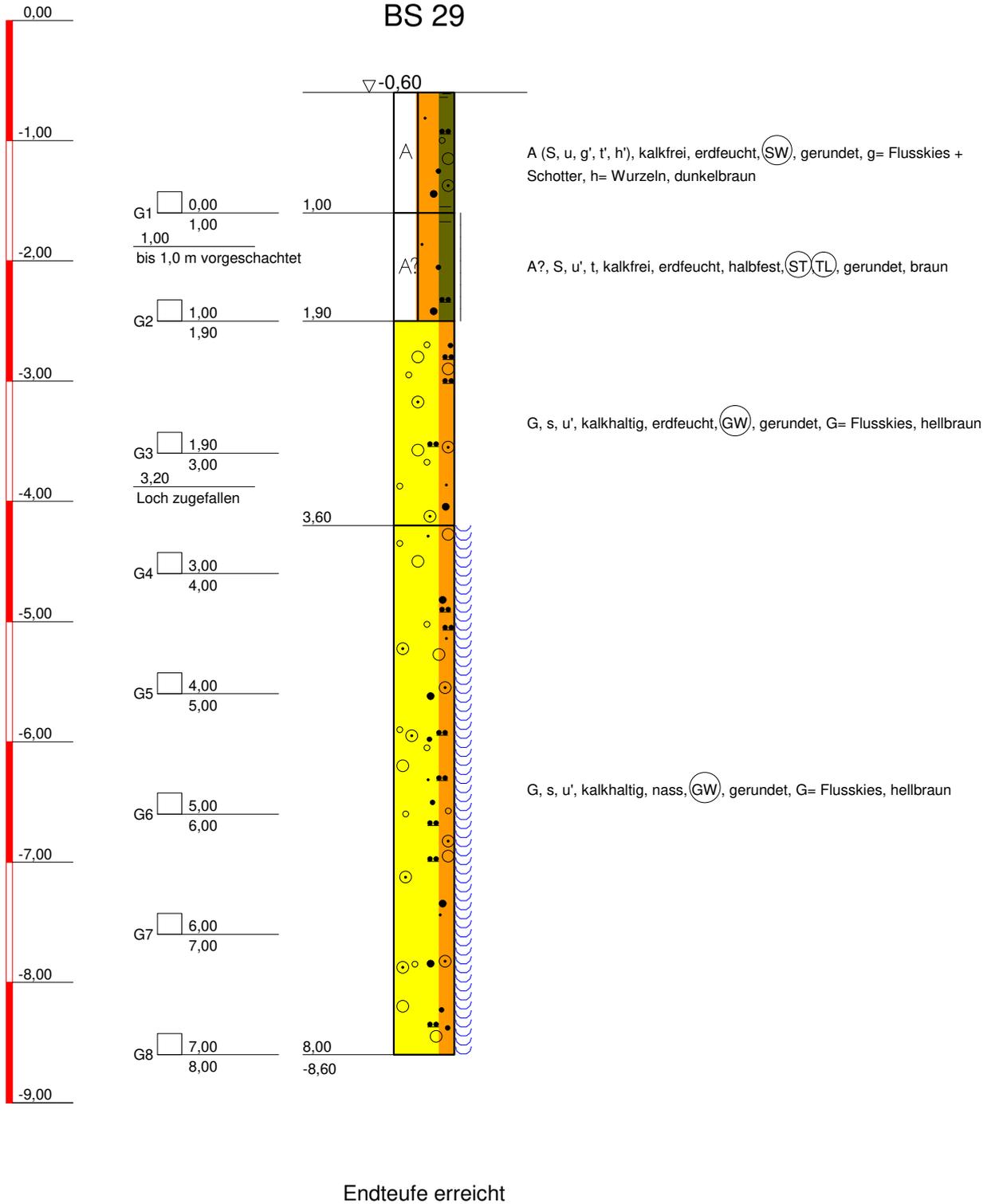
Datum: 14.10.2021

Maßstab: 1 : 50

Bearbeiter: Pos

SOK

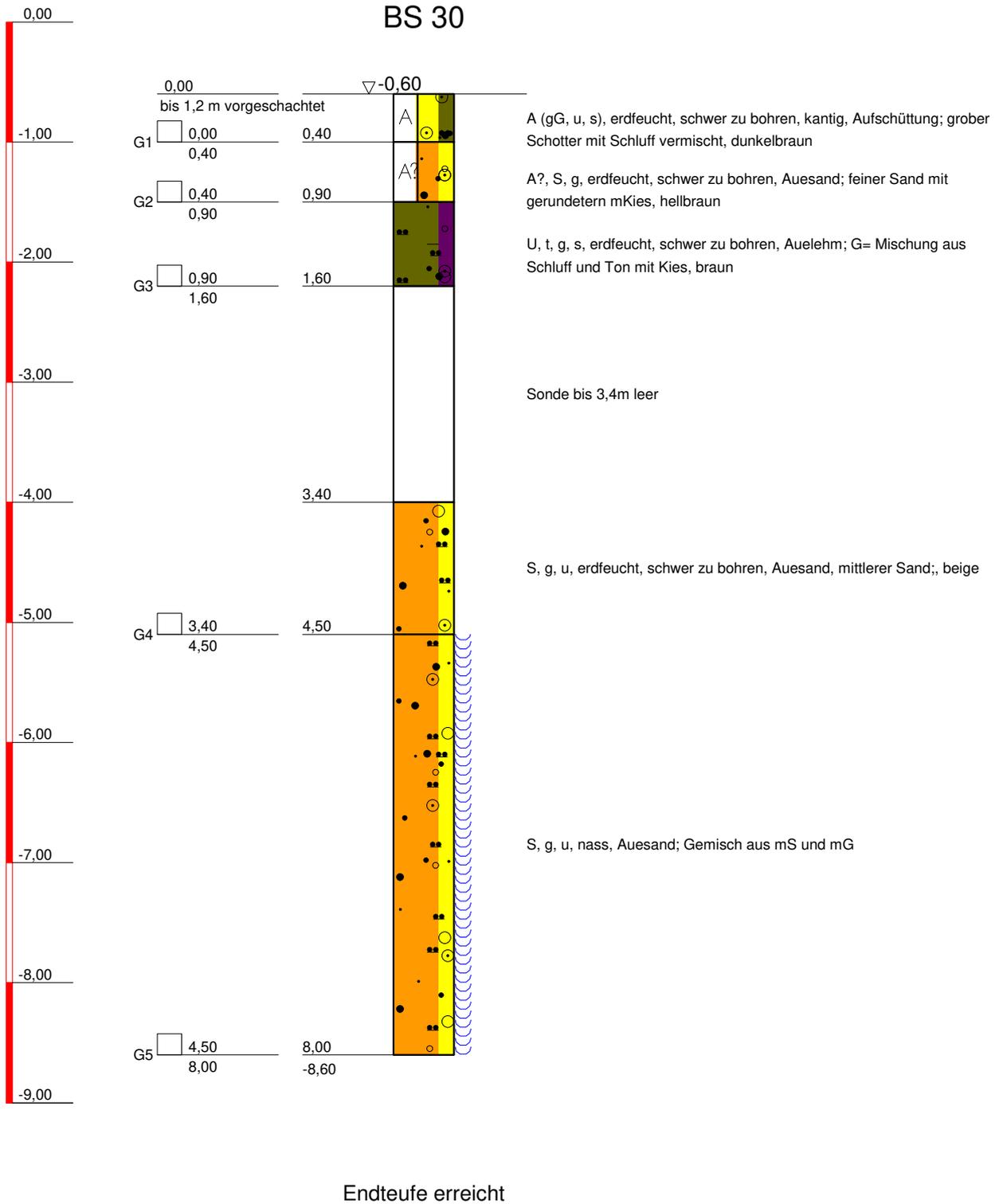
BS 29



 <p>DR. SPANG Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen Geologie und Umwelttechnik mbH</p>	<p>Bauvorhaben: DB LSW Ettlingen Str. 4000</p>	<p>Anlage: 4.2 BS 29</p>
	<p>Auftraggeber: DB Netz AG</p>	<p>Projekt-Nr: 42.7985</p>
	<p>KLEINRAMMBOHRUNG</p>	<p>Datum: 15.10.2021</p>
		<p>Maßstab: 1 : 50</p>
		<p>Bearbeiter: Pos</p>

SOK

BS 30

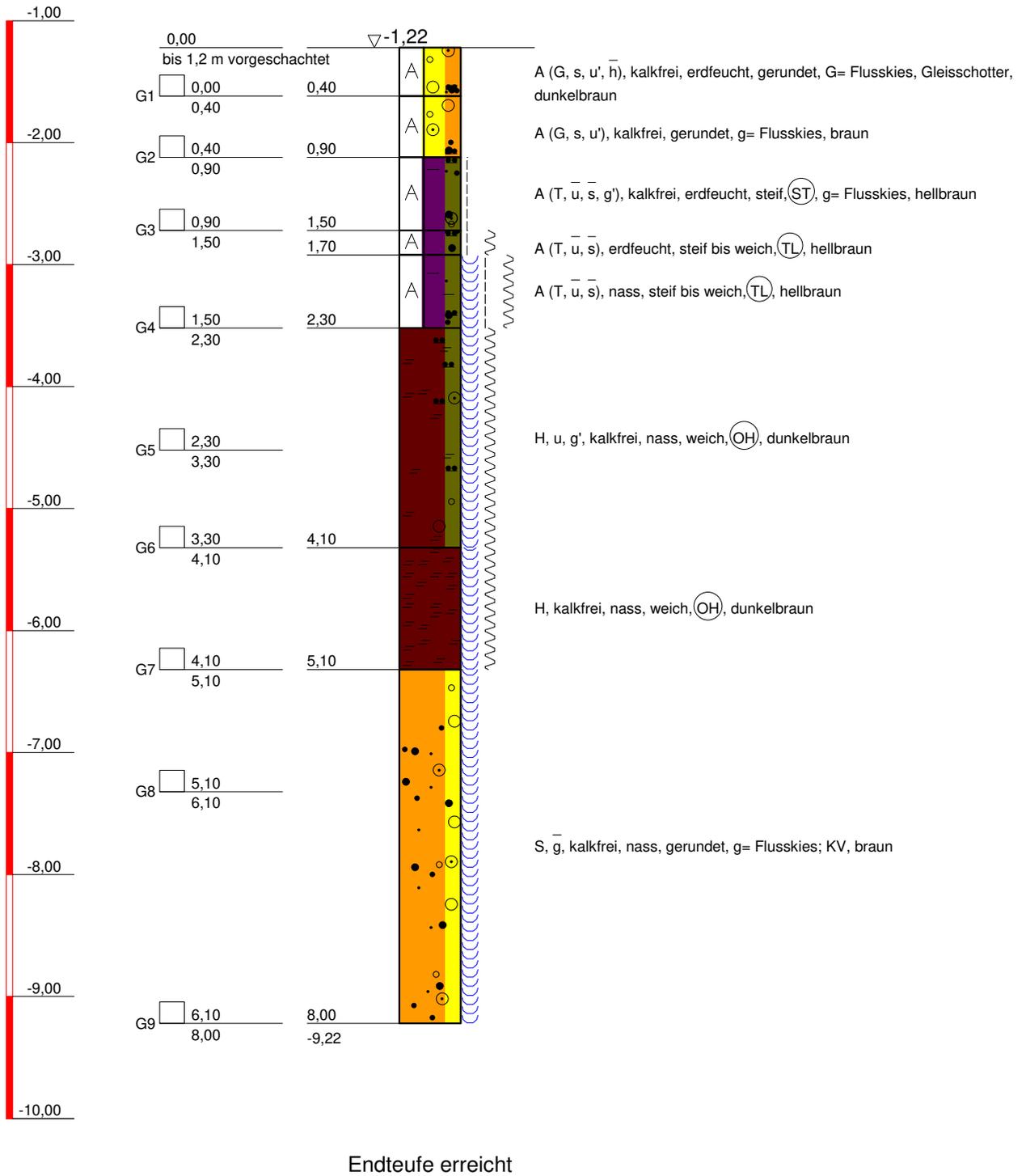



DR. SPANG
Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen
Geologie und Umwelttechnik mbH

Bauvorhaben: DB LSW Ettlingen Str. 4000 Auftraggeber: DB Netz AG	Anlage: 4.2 BS 30
	Projekt-Nr: 42.7985
	Datum: 14.10.2021
	Maßstab: 1 : 50
KLEINRAMMBOHRUNG	Bearbeiter: Kkr/Wac

SOK

BS 31




DR. SPANG
Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen
Geologie und Umwelttechnik mbH

Bauvorhaben:
DB LSW Ettlingen Str. 4000

Auftraggeber:
DB Netz AG

KLEINRAMMBOHRUNG

Anlage: 4.2 BS 31

Projekt-Nr: 42.7985

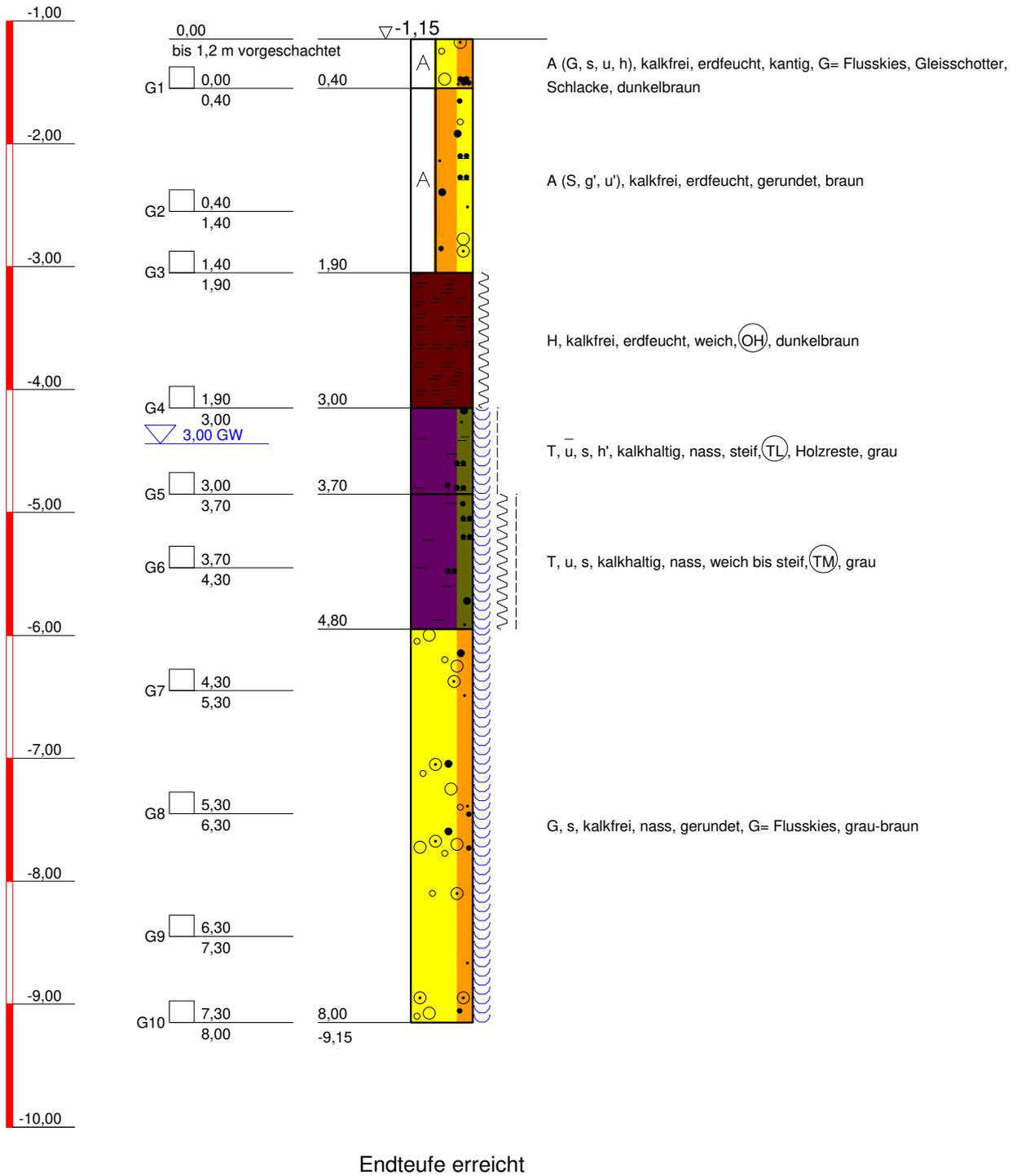
Datum: 16.11.2021

Maßstab: 1 : 50

Bearbeiter: Br

SOK

BS 32

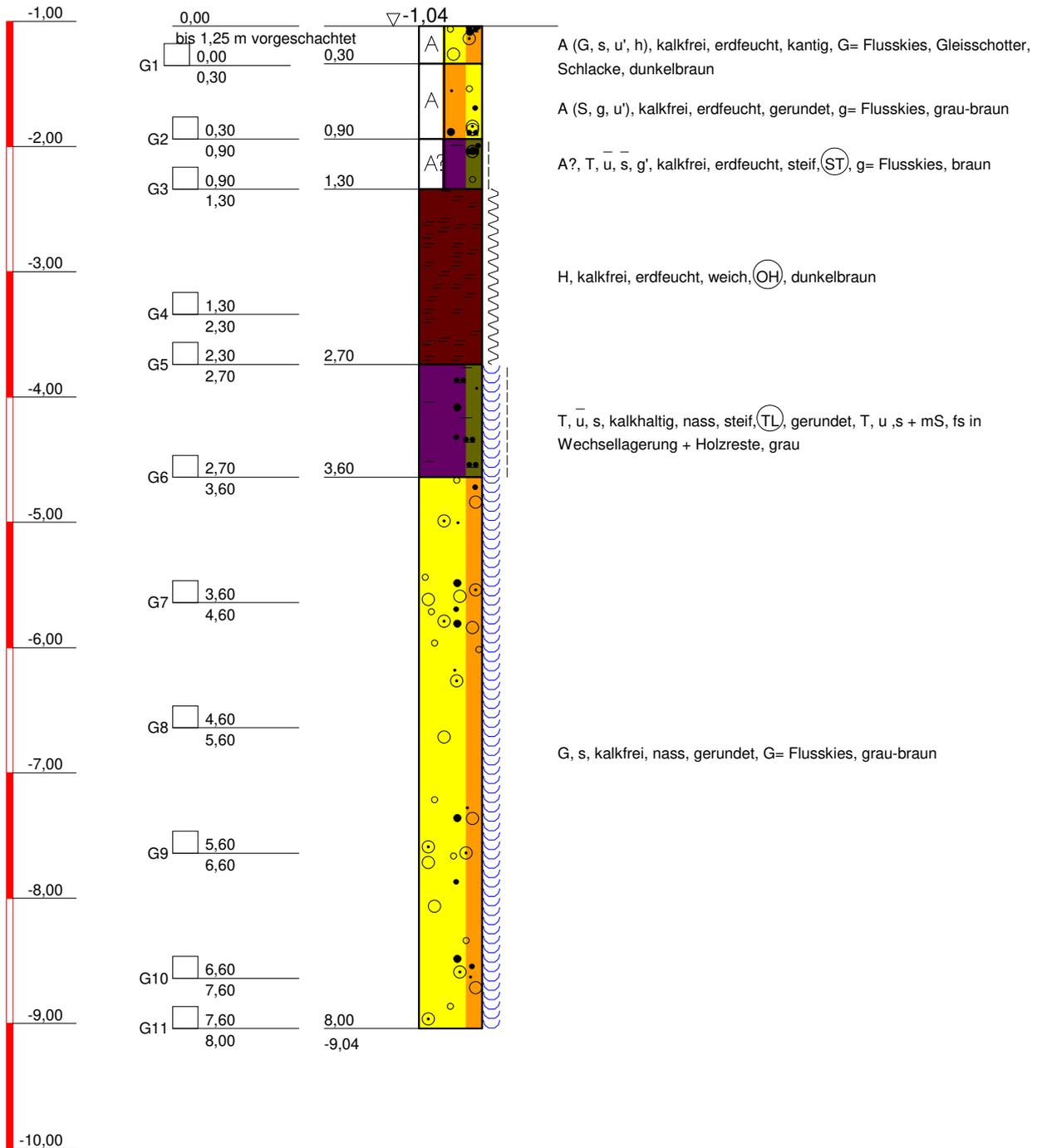


Endteufe erreicht

 DR. SPANG Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen Geologie und Umwelttechnik mbH	Bauvorhaben: DB LSW Ettlingen Str. 4000	Anlage: 4.2 BS 32
	Auftraggeber: DB Netz AG	Projekt-Nr: 42.7985
	KLEINRAMMBOHRUNG	Datum: 16.11.2021
		Maßstab: 1 : 50
		Bearbeiter: Br

SOK

BS 33

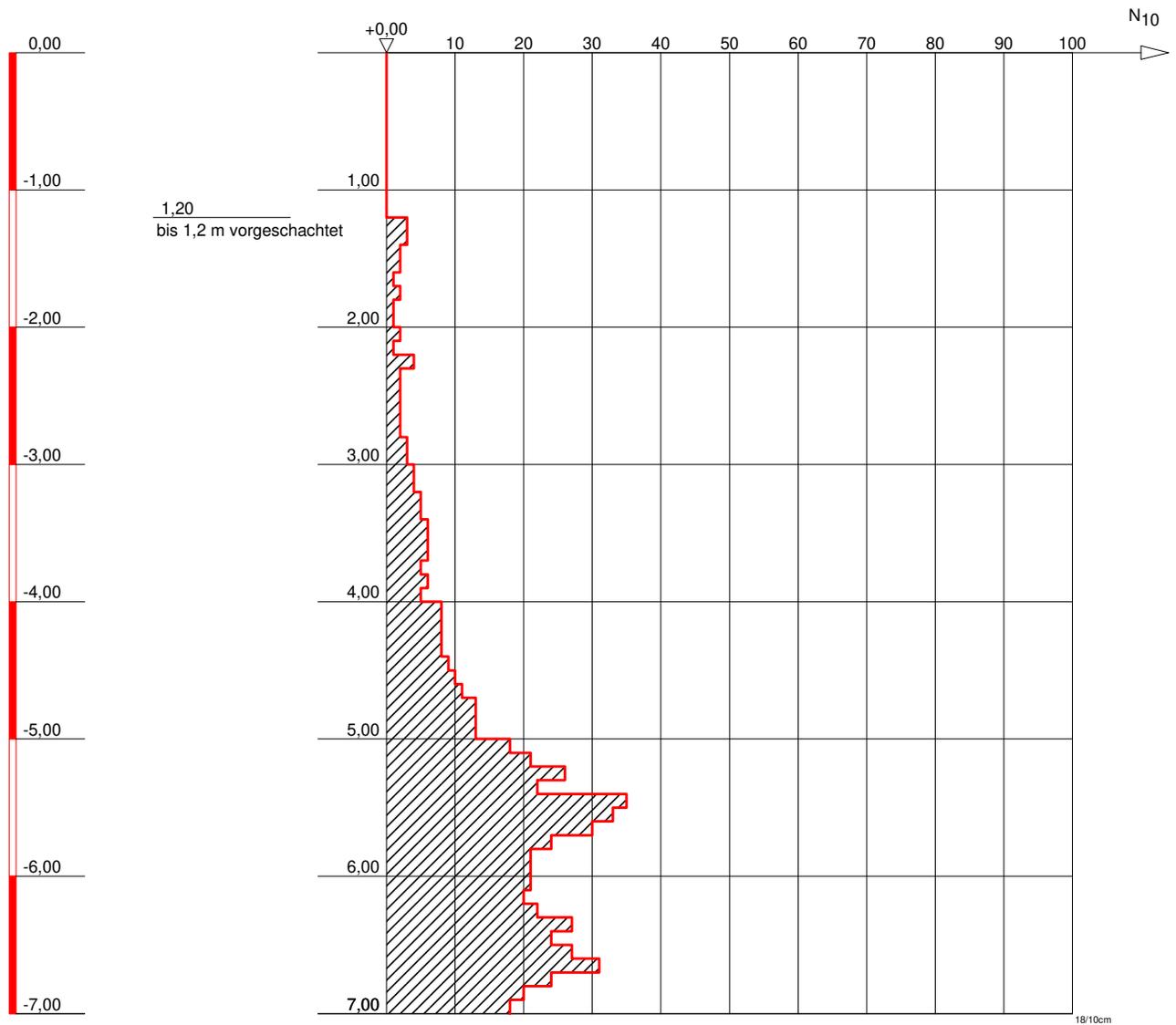


Endteufe erreicht

 <p>DR. SPANG Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen Geologie und Umwelttechnik mbH</p>	<p>Bauvorhaben: DB LSW Ettlingen Str. 4000</p>	<p>Anlage: 4.2 BS 33</p>
	<p>Auftraggeber: DB Netz AG</p>	<p>Projekt-Nr: 42.7985</p>
	<p>KLEINRAMMBOHRUNG</p>	<p>Datum: 16.11.2021</p>
		<p>Maßstab: 1 : 50</p>
		<p>Bearbeiter: Br</p>

DPM 6

GOK



Endteufe erreicht



DR. SPANG

Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen
Geologie und Umwelttechnik mbH

Bauvorhaben:
DB LSW Ettlingen Str. 4000

Auftraggeber:
DB Netz AG

MITTELSCHWERE RAMMSONDIERUNG

Anlage: 4.3 DPM 6

Projekt-Nr: 42.7985

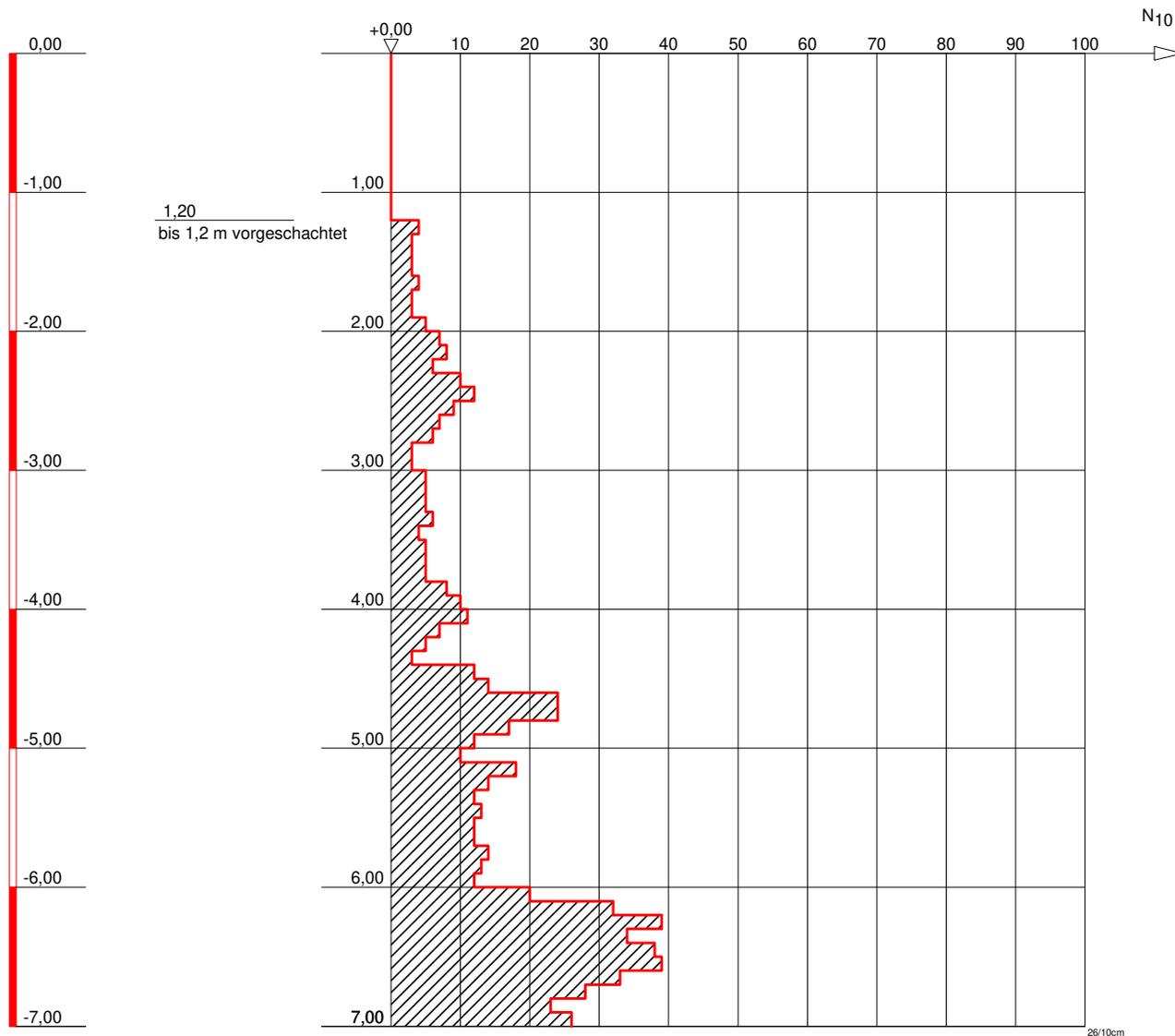
Datum: 4.10.2021

Maßstab: 1 : 50

Bearbeiter: Sbh

DPM 7

GOK



Endteufe erreicht



DR. SPANG

Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen
Geologie und Umwelttechnik mbH

Bauvorhaben:
DB LSW Ettlingen Str. 4000

Auftraggeber:
DB Netz AG

MITTELSCHWERE RAMMSONDIERUNG

Anlage: 4.3 DPM 7

Projekt-Nr: 42.7985

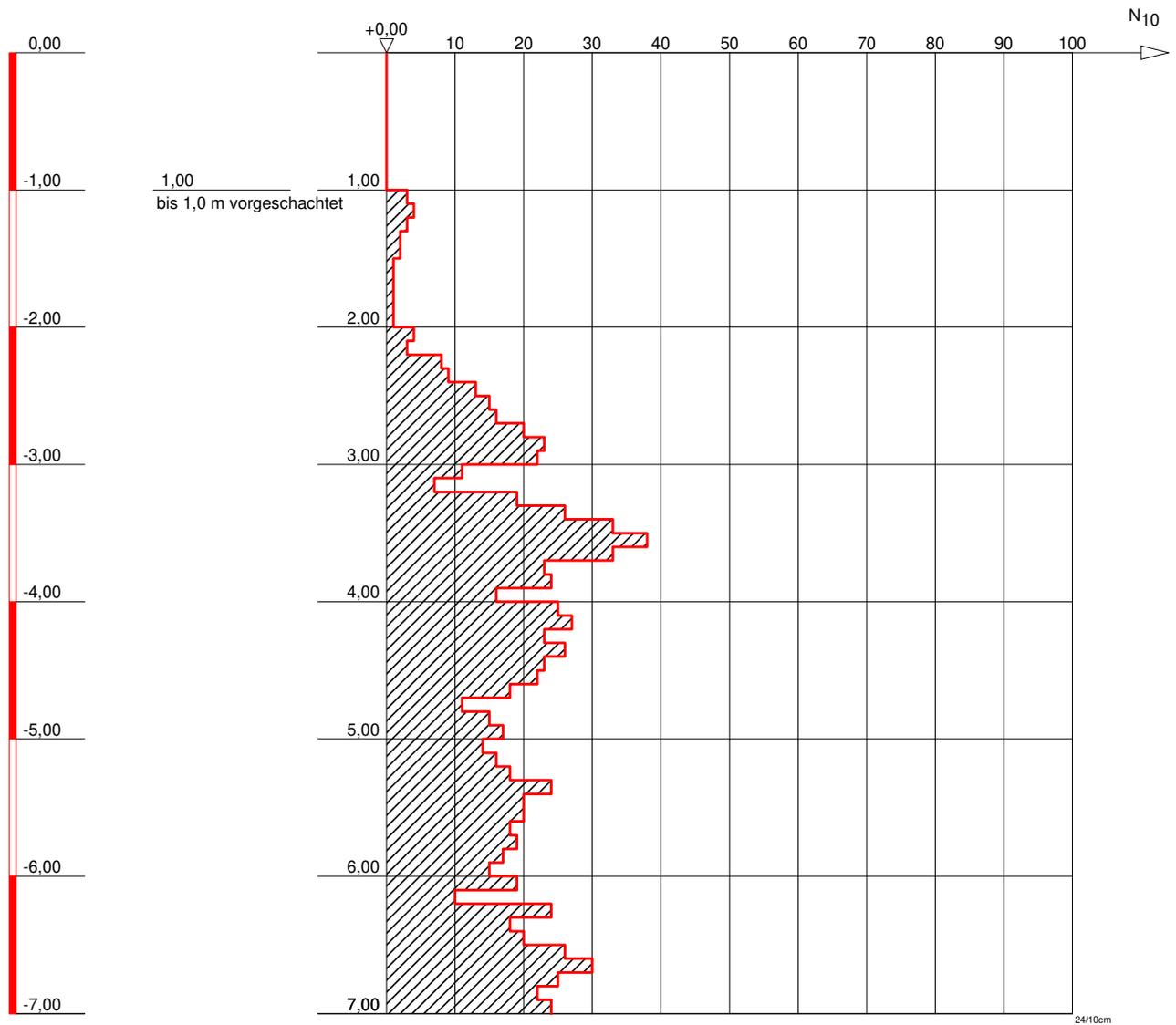
Datum: 5.10.2021

Maßstab: 1 : 50

Bearbeiter: Sbh

DPM 8

GOK



Endteufe erreicht



DR. SPANG

Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen
Geologie und Umwelttechnik mbH

Bauvorhaben:
DB LSW Ettlingen Str. 4000

Auftraggeber:
DB Netz AG

MITTELSCHWERE RAMMSONDIERUNG

Anlage: 4.3 DPM 8

Projekt-Nr: 42.7985

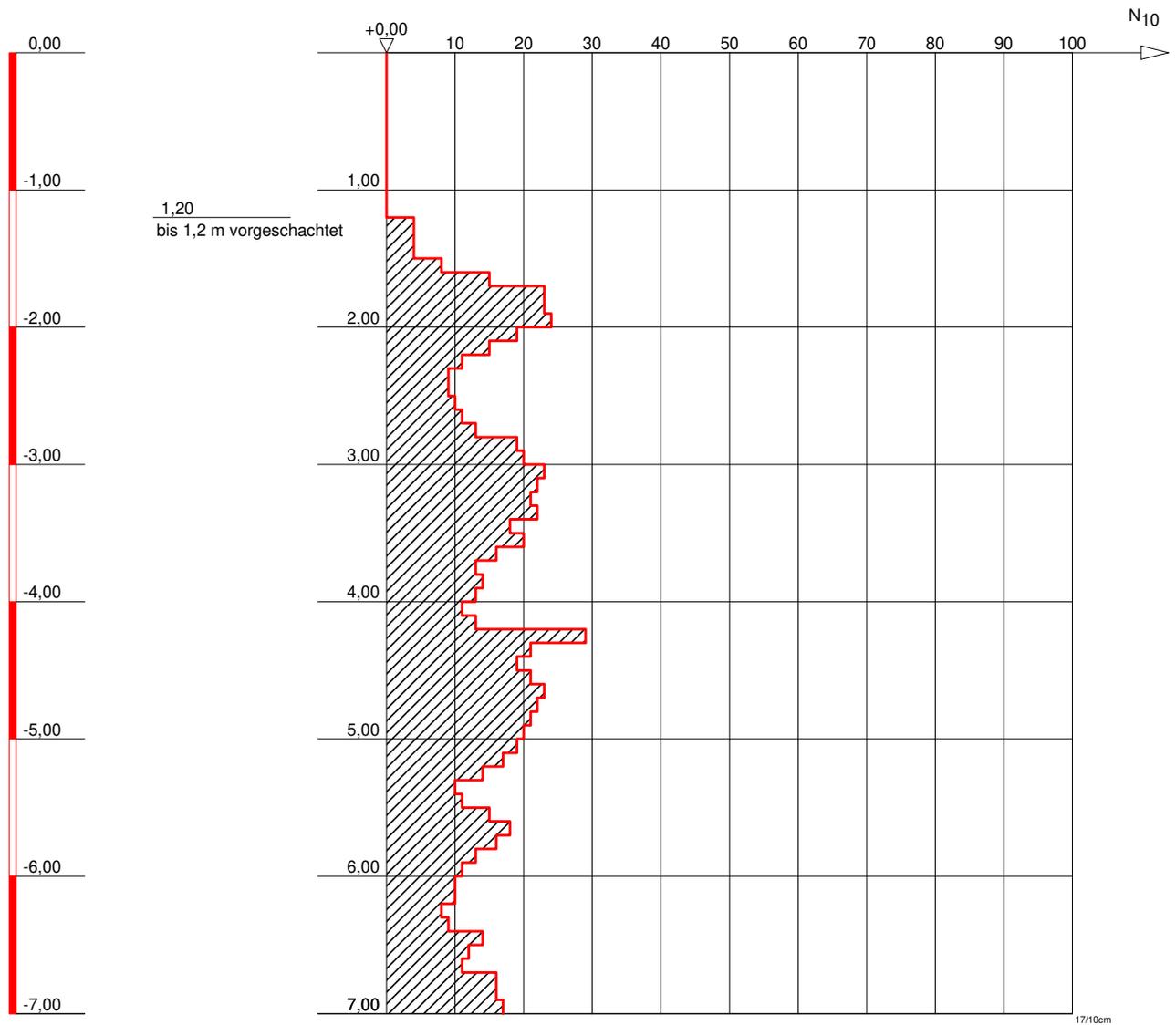
Datum: 5.10.2021

Maßstab: 1 : 50

Bearbeiter: Sbh

DPM 9

GOK



Endteufe erreicht



DR. SPANG

Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen
Geologie und Umwelttechnik mbH

Bauvorhaben:
DB LSW Ettlingen Str. 4000

Auftraggeber:
DB Netz AG

MITTELSCHWERE RAMMSONDIERUNG

Anlage: 4.3 DPM 9

Projekt-Nr: 42.7985

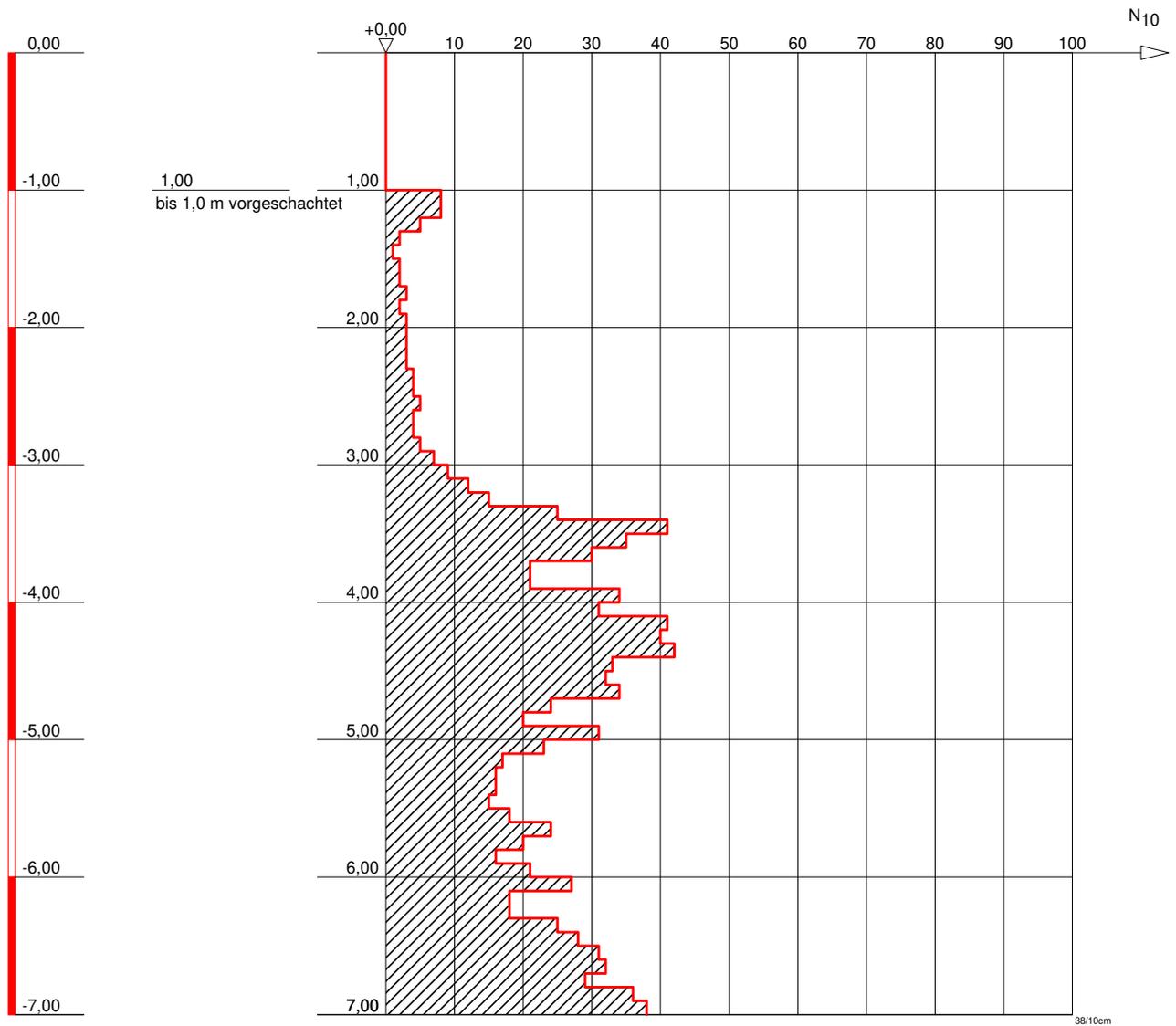
Datum: 5.10.2021

Maßstab: 1 : 50

Bearbeiter: Sbh

DPM 10

GOK



Endteufe erreicht



DR. SPANG

Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen
Geologie und Umwelttechnik mbH

Bauvorhaben:
DB LSW Ettlingen Str. 4000

Auftraggeber:
DB Netz AG

MITTELSCHWERE RAMMSONDIERUNG

Anlage: 4.3 DPM 10

Projekt-Nr: 42.7985

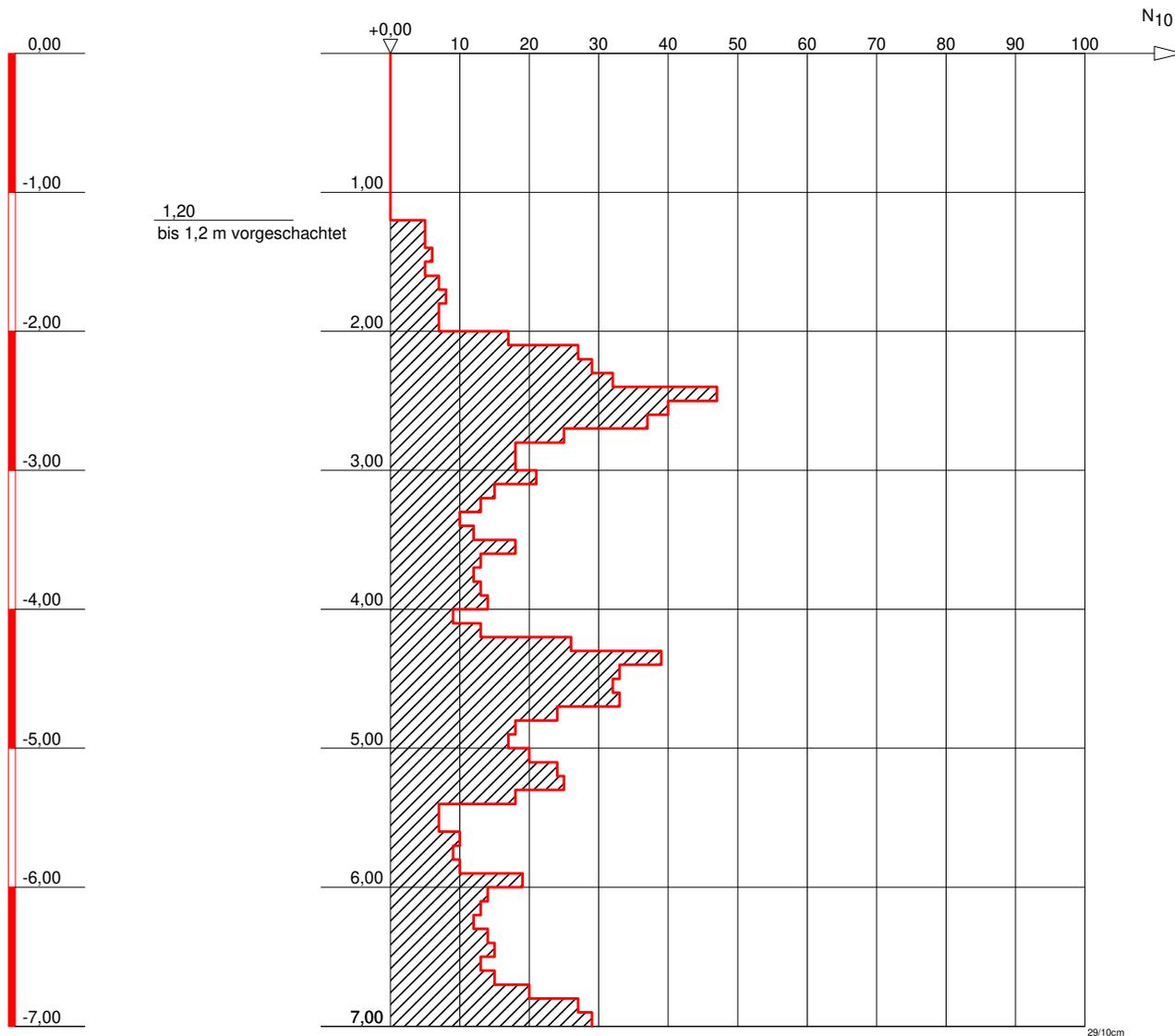
Datum: 5.10.2021

Maßstab: 1 : 50

Bearbeiter: Sbh

DPM 11

GOK



Endteufe erreicht



DR. SPANG

Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen
Geologie und Umwelttechnik mbH

Bauvorhaben:
DB LSW Ettlingen Str. 4000

Auftraggeber:
DB Netz AG

MITTELSCHWERE RAMMSONDIERUNG

Anlage: 4.3 DPM 11

Projekt-Nr: 42.7985

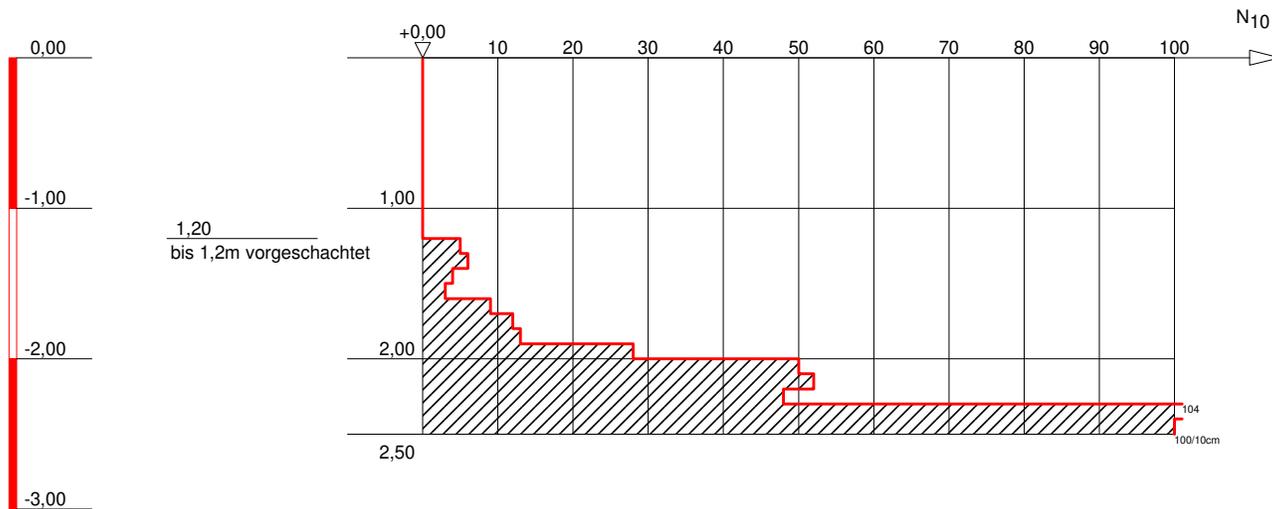
Datum: 6.10.2021

Maßstab: 1 : 50

Bearbeiter: Sbh

DPM 12

GOK



Copyright © 1994-2007 IDAT GmbH - U:\PROJEKTE\AP7900-7999\AP7985 DB LSW Ettlingen Str. 4000\Geotechnik\Erkundung\DPx\AP7985_ANL.4.2_DPM12.BOP



DR. SPANG

Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen
Geologie und Umwelttechnik mbH

Bauvorhaben:
DB LSW Ettlingen Str. 4000

Auftraggeber:
DB Netz AG

MITTELSCHWERE RAMMSONDIERUNG

Anlage: 4.3 DPM 12

Projekt-Nr: 42.7985

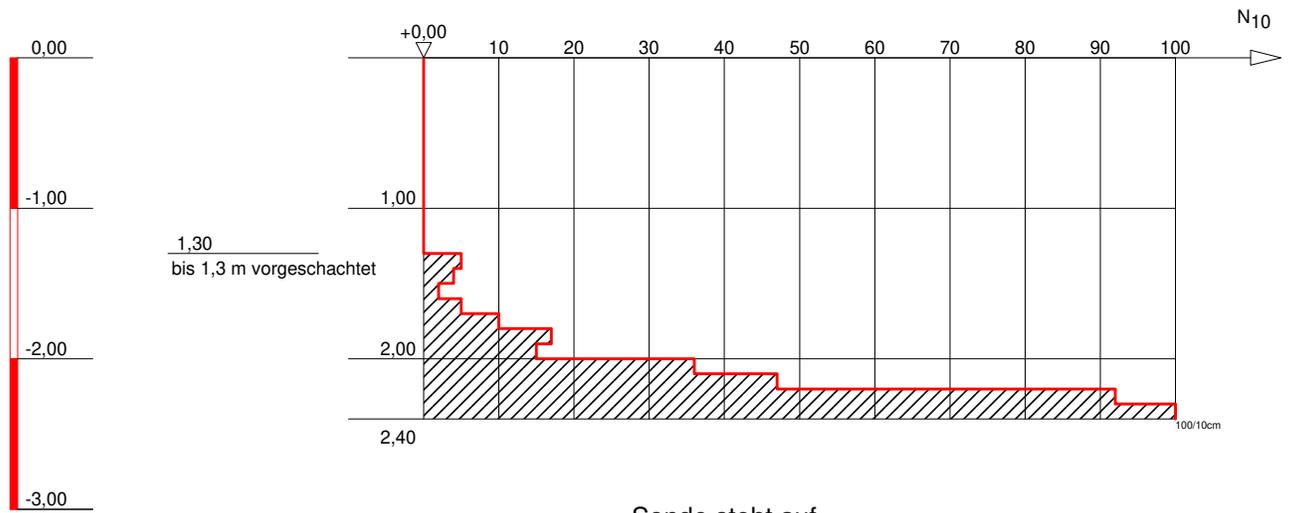
Datum: 11.10.2021

Maßstab: 1 : 50

Bearbeiter: Pos

DPM 12a

GOK




DR. SPANG
Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen
Geologie und Umwelttechnik mbH

Bauvorhaben:
DB LSW Ettlingen Str. 4000

Auftraggeber:
DB Netz AG

MITTELSCHWERE RAMMSONDIERUNG

Anlage: 4.3 DPM 12a

Projekt-Nr: 42.7985

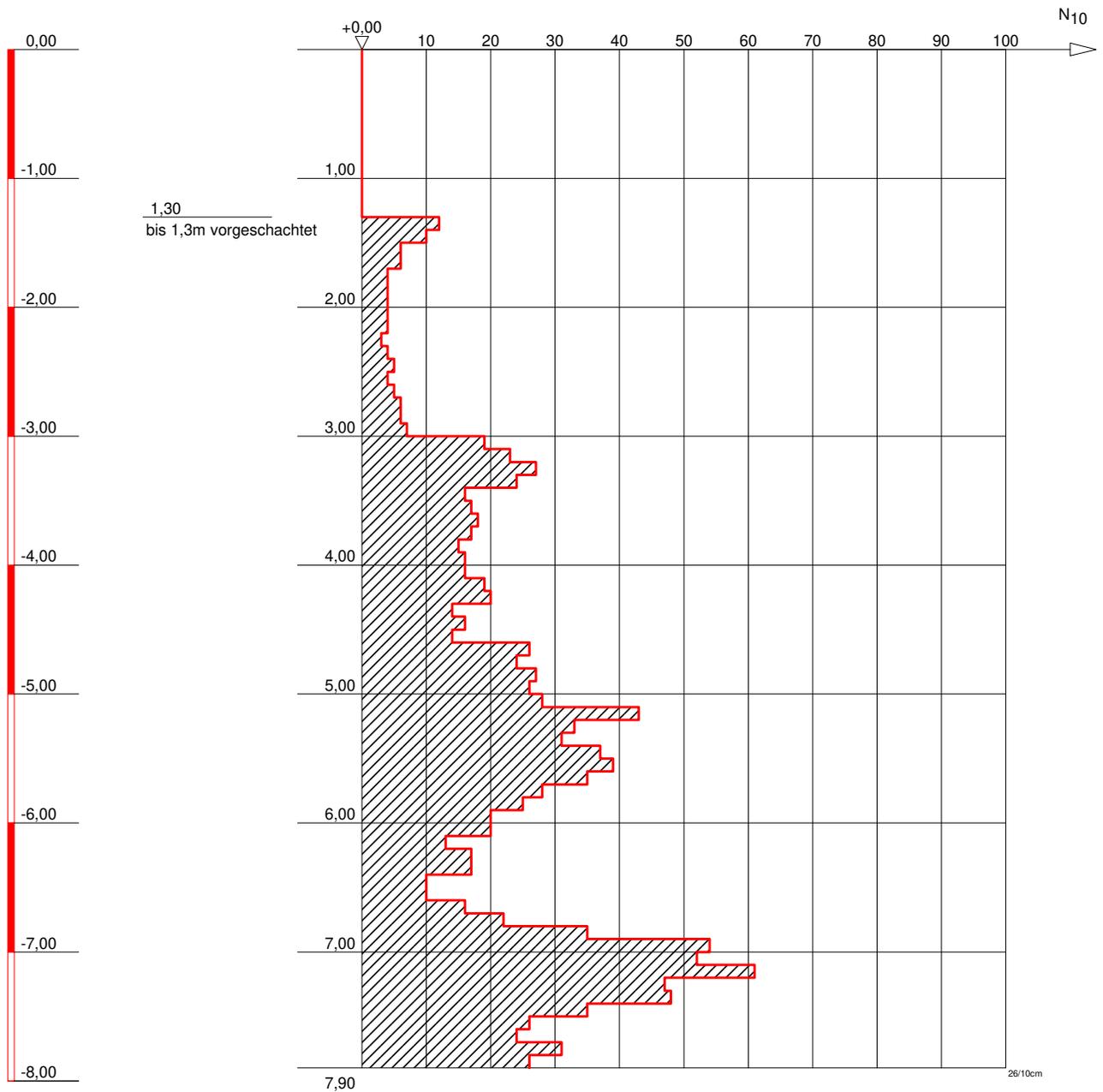
Datum: 11.10.2021

Maßstab: 1 : 50

Bearbeiter: Pos

DPM 13

GOK



Endtetufe erreicht



DR. SPANG

Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen
Geologie und Umwelttechnik mbH

Bauvorhaben:
DB LSW Ettlingen Str. 4000

Auftraggeber:
DB Netz AG

MITTELSCHWERE RAMMSONDIERUNG

Anlage: 4.3 DPM 13

Projekt-Nr: 42.7985

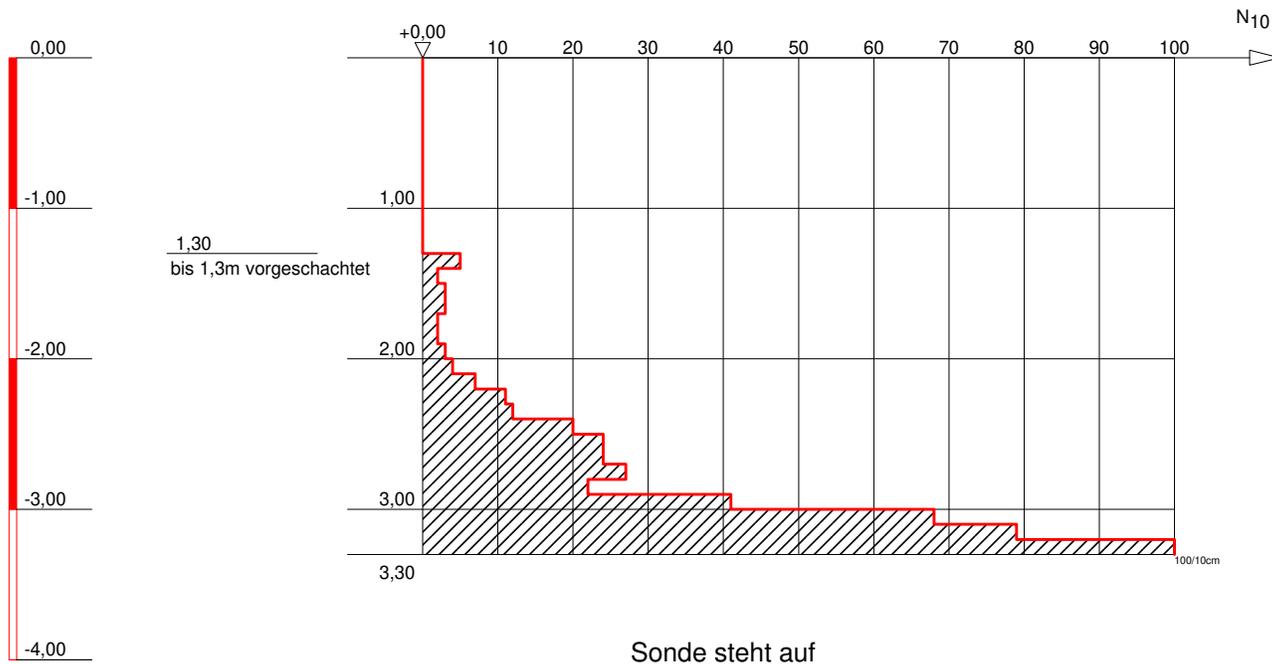
Datum: 12.10.2021

Maßstab: 1 : 50

Bearbeiter: Pos

DPM 14

GOK



Copyright © 1994-2007 IDAT GmbH - U:\PROJEKTE\7900-7999\7985 DB LSW Ettlingen Str. 4000\Geotechnik\Erkundung\DPx\7985_ANL.4.2_DPM14.BOP



DR. SPANG

Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen
Geologie und Umwelttechnik mbH

Bauvorhaben:
DB LSW Ettlingen Str. 4000

Auftraggeber:
DB Netz AG

MITTELSCHWERE RAMMSONDIERUNG

Anlage: 4.3 DPM 14

Projekt-Nr: 42.7985

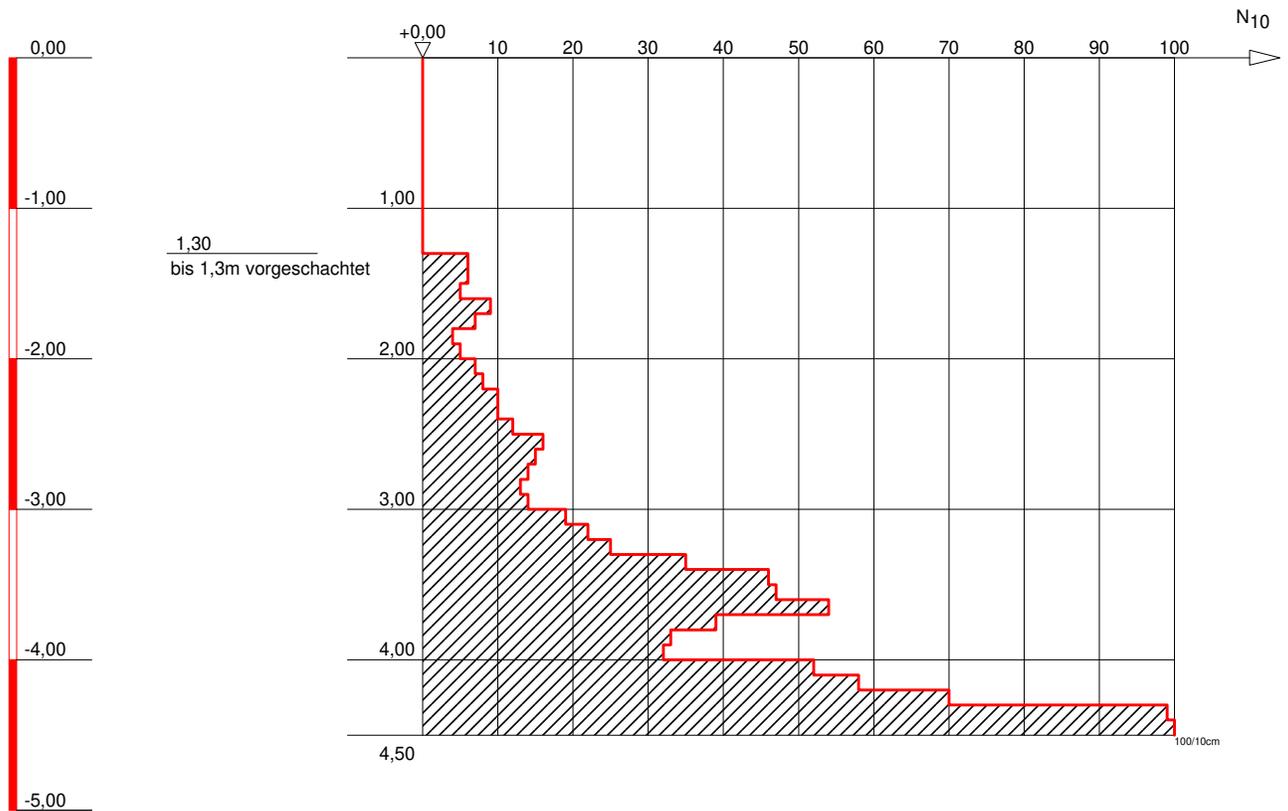
Datum: 12.10.2021

Maßstab: 1 : 50

Bearbeiter: Pos

DPM 15

GOK



Sonde steht auf

Copyright © 1994-2007 IDAT GmbH - U:\PROJEKTE\7900-7999\7985 DB LSW Ettlingen Str. 4000\Geotechnik\Erkundung\DPxAP7985_ANL.4.2_DPM15.BOP



DR. SPANG

Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen
Geologie und Umwelttechnik mbH

Bauvorhaben:
DB LSW Ettlingen Str. 4000

Auftraggeber:
DB Netz AG

MITTELSCHWERE RAMMSONDIERUNG

Anlage: 4.3 DPM 15

Projekt-Nr: 42.7985

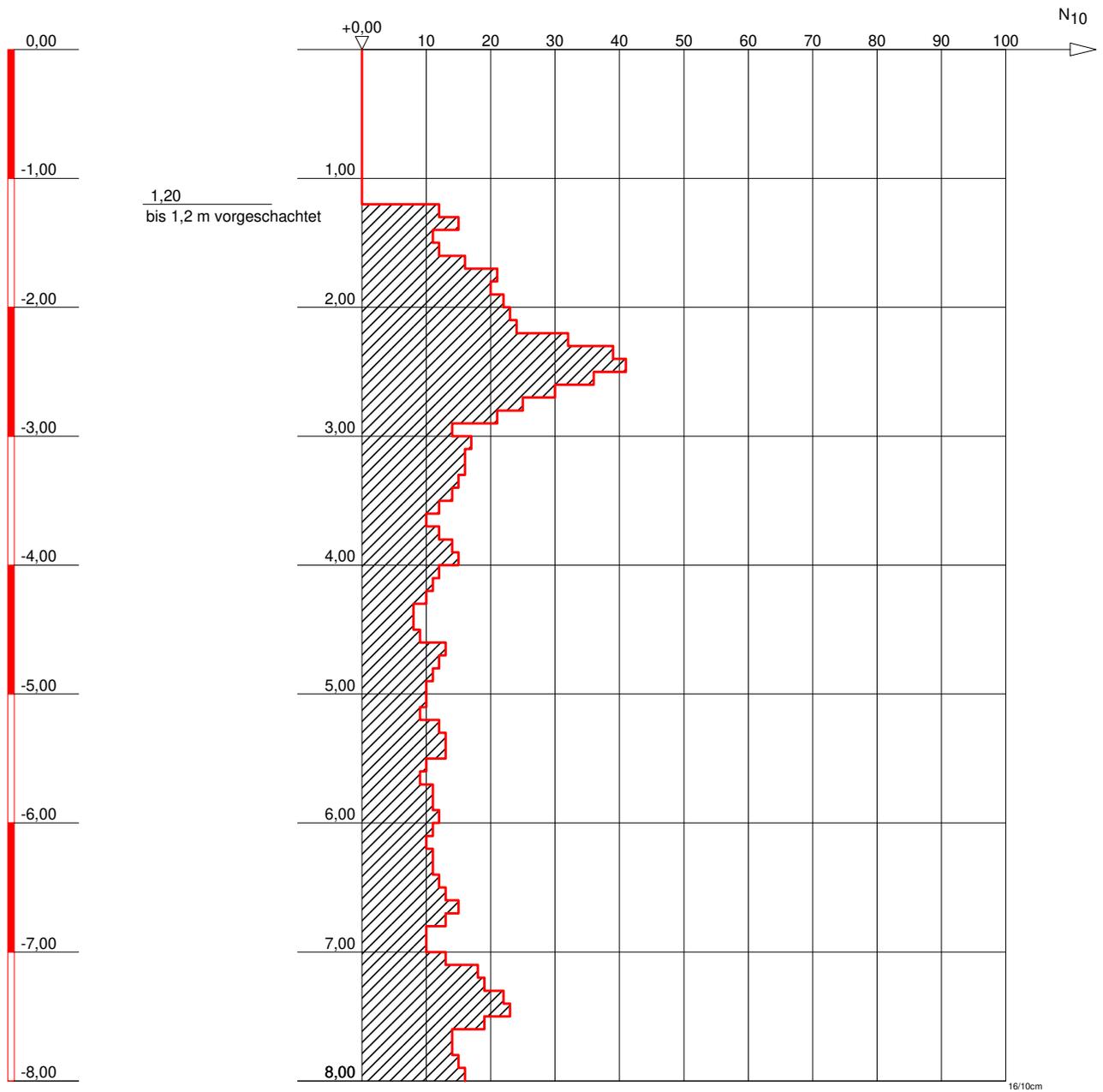
Datum: 13.10.2021

Maßstab: 1 : 50

Bearbeiter: Pos/Just

DPM 16

GOK



Endteufe erreicht



DR. SPANG

Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen
Geologie und Umwelttechnik mbH

Bauvorhaben:
DB LSW Ettlingen Str. 4000

Auftraggeber:
DB Netz AG

MITTELSCHWERE RAMMSONDIERUNG

Anlage: 4.3 DPM 16

Projekt-Nr: 42.7985

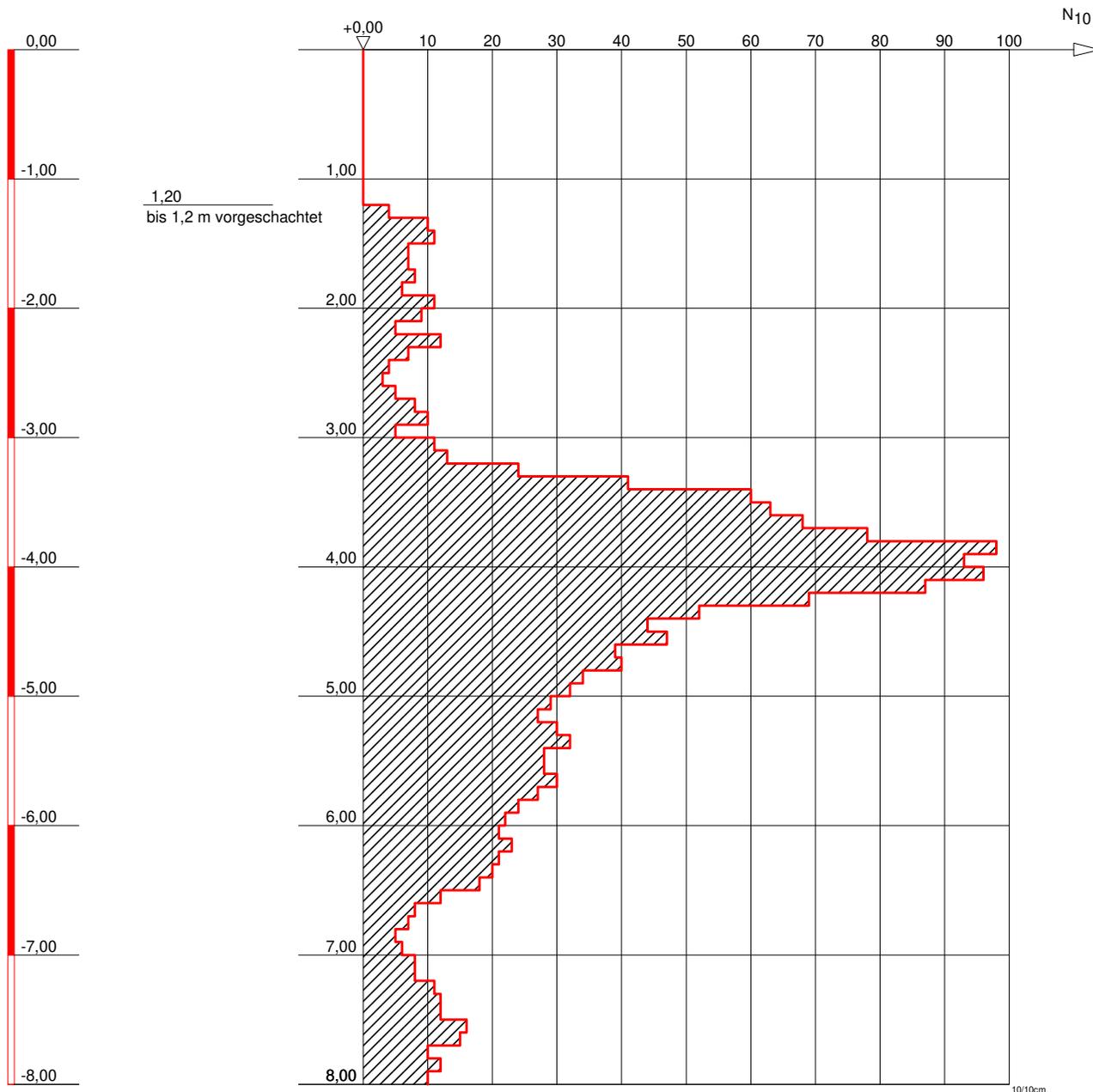
Datum: 16.09.2021

Maßstab: 1 : 50

Bearbeiter: Wacker

DPM 17

GOK



Endteufe erreicht



DR. SPANG

Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen
Geologie und Umwelttechnik mbH

Bauvorhaben:
DB LSW Ettlingen Str. 4000

Auftraggeber:
DB Netz AG

MITTELSCHWERE RAMMSONDIERUNG

Anlage: 4.3 DPM 17

Projekt-Nr: 42.7985

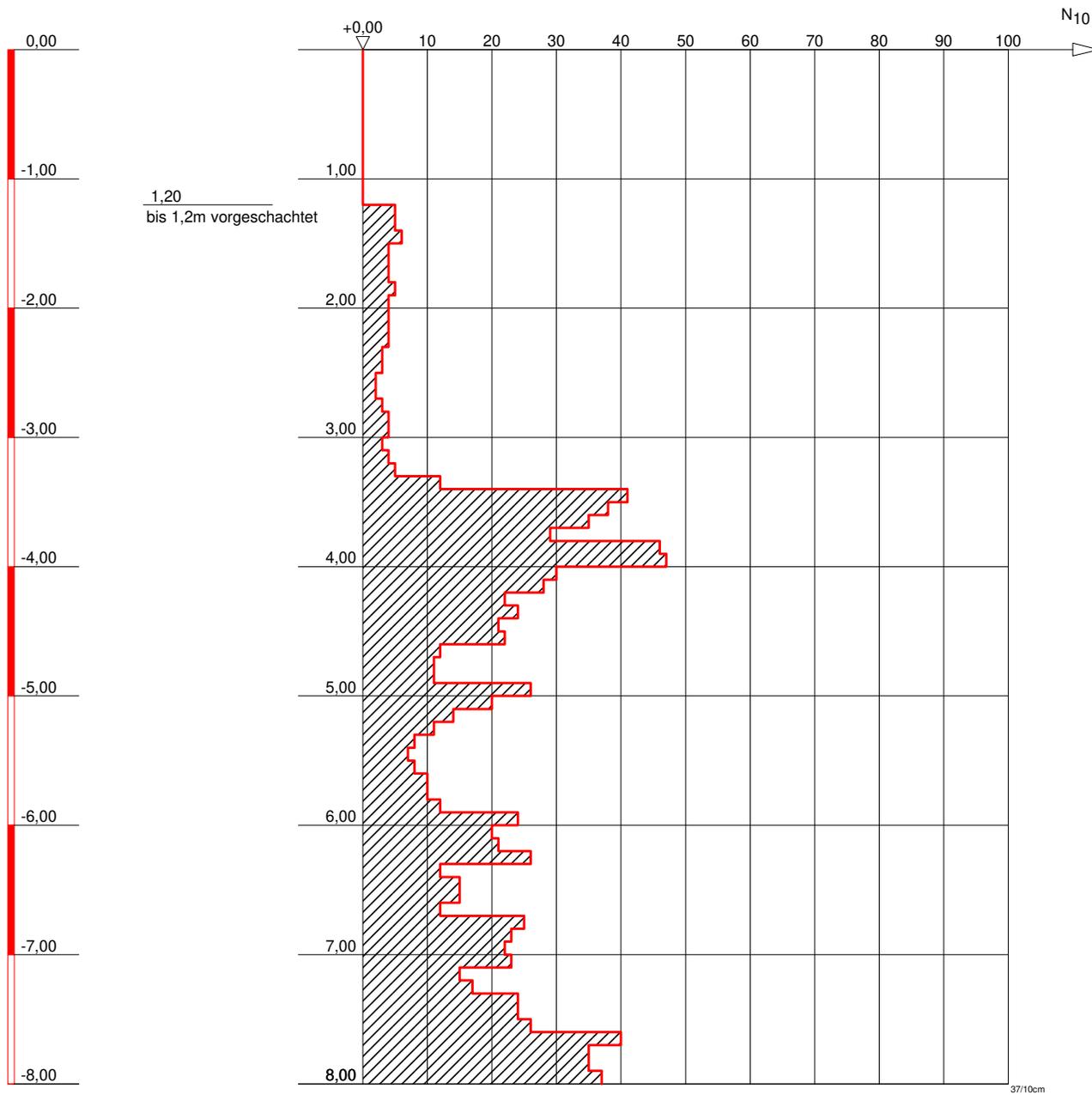
Datum: 15.09.2021

Maßstab: 1 : 50

Bearbeiter: Wacker

DPM 19

GOK



Endteufe erreicht



DR. SPANG

Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen
Geologie und Umwelttechnik mbH

Bauvorhaben:
DB LSW Ettlingen Str. 4000

Auftraggeber:
DB Netz AG

MITTELSCHWERE RAMMSONDIERUNG

Anlage: 4.3 DPM 19

Projekt-Nr: 42.7985

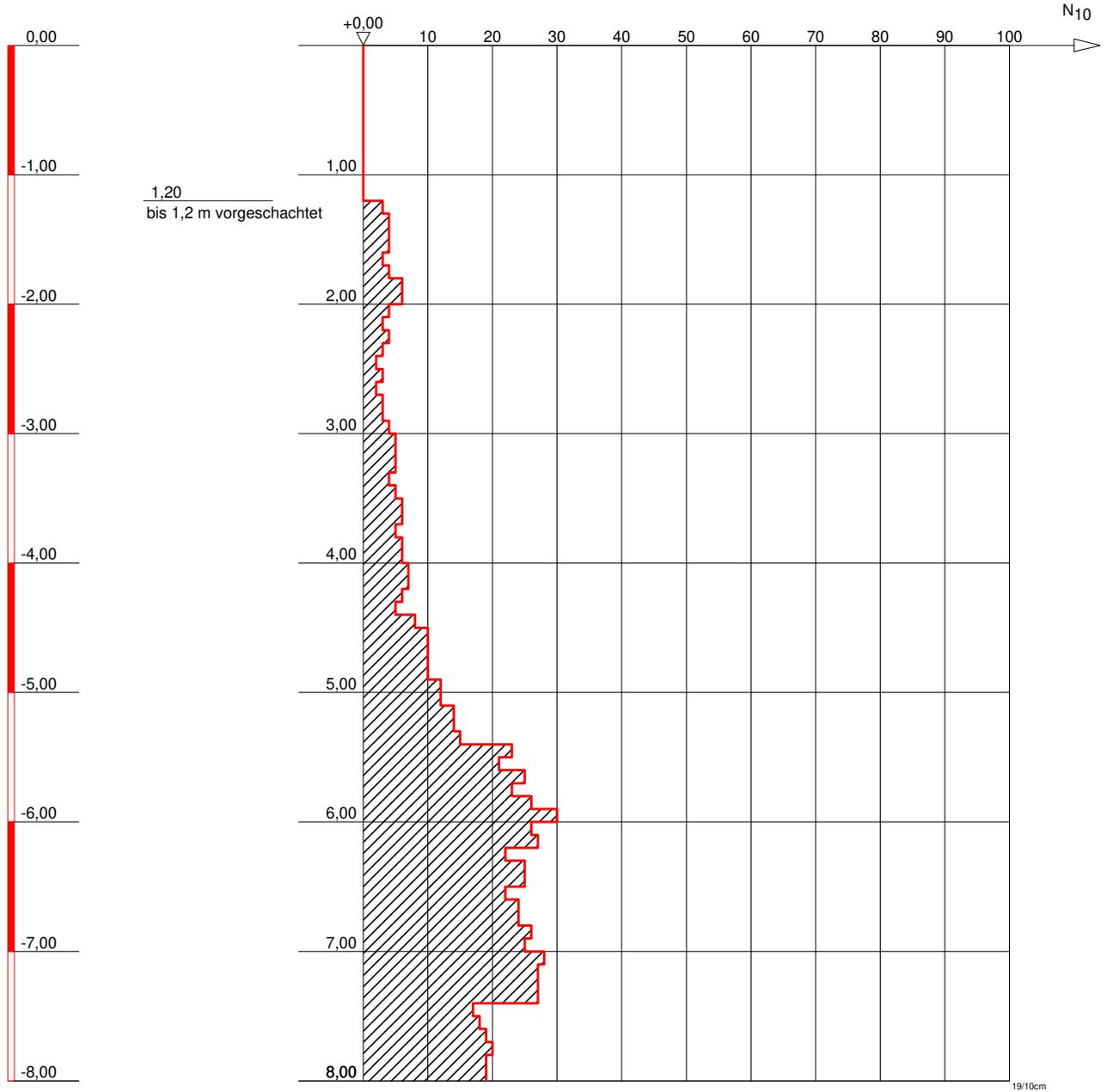
Datum: 18.10.2021

Maßstab: 1 : 50

Bearbeiter: Dpe/Ref

DPM 20

GOK



Endeufe erreicht

Copyright © 1994-2007 IDAT GmbH - U:\PROJEKTE\7900-7999\7985 DB LSW Ettlingen Str. 4000\Geotechnik\Erkundung\DPx\7985_ANL.4.2_DPM20.BOP



DR. SPANG

Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen
Geologie und Umwelttechnik mbH

Bauvorhaben:
DB LSW Ettlingen Str. 4000

Auftraggeber:
DB Netz AG

MITTELSCHWERE RAMMSONDIERUNG

Anlage: 4.3 DPM 20

Projekt-Nr: 42.7985

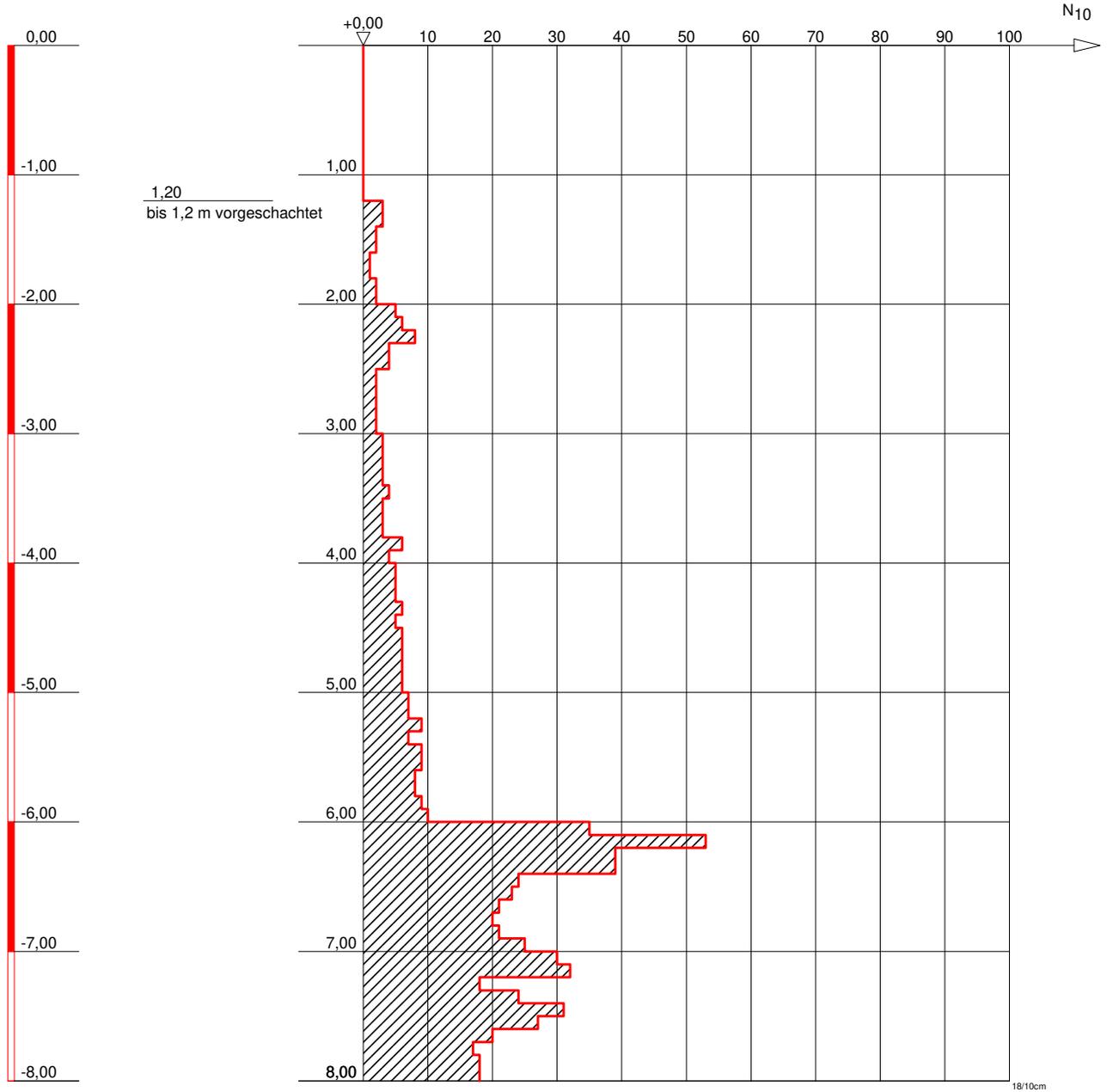
Datum: 17.11.2021

Maßstab: 1 : 50

Bearbeiter: Br

DPM 21

GOK



Endeufe erreicht



DR. SPANG

Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen
Geologie und Umwelttechnik mbH

Bauvorhaben:
DB LSW Ettlingen Str. 4000

Auftraggeber:
DB Netz AG

MITTELSCHWERE RAMMSONDIERUNG

Anlage: 4.3 DPM 21

Projekt-Nr: 42.7985

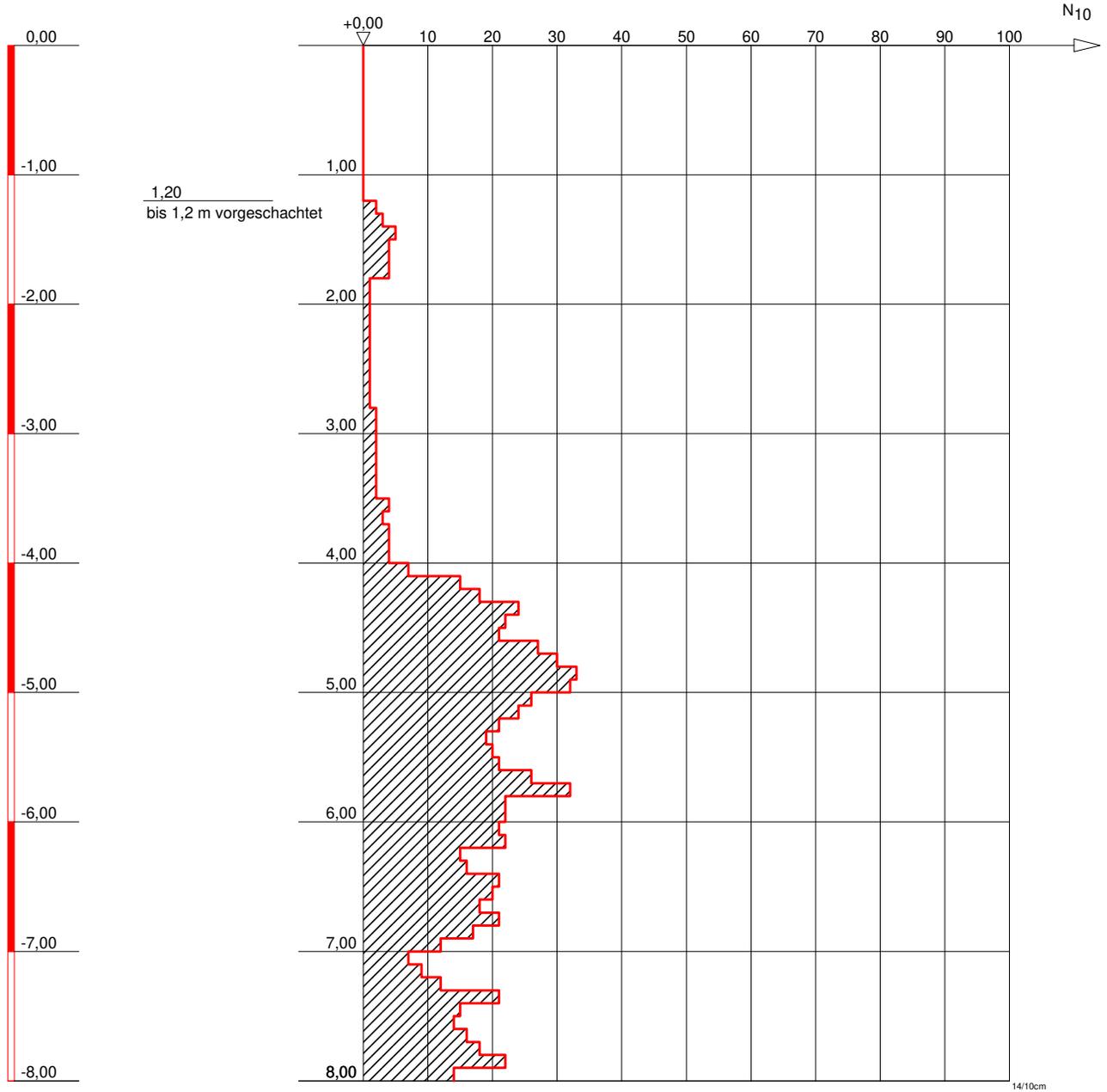
Datum: 17.11.2021

Maßstab: 1 : 50

Bearbeiter: Br

DPM 22

GOK



Endeufe erreicht



DR. SPANG

Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen
Geologie und Umwelttechnik mbH

Bauvorhaben:
DB LSW Ettlingen Str. 4000

Auftraggeber:
DB Netz AG

MITTELSCHWERE RAMMSONDIERUNG

Anlage: 4.3 DPM 22

Projekt-Nr: 42.7985

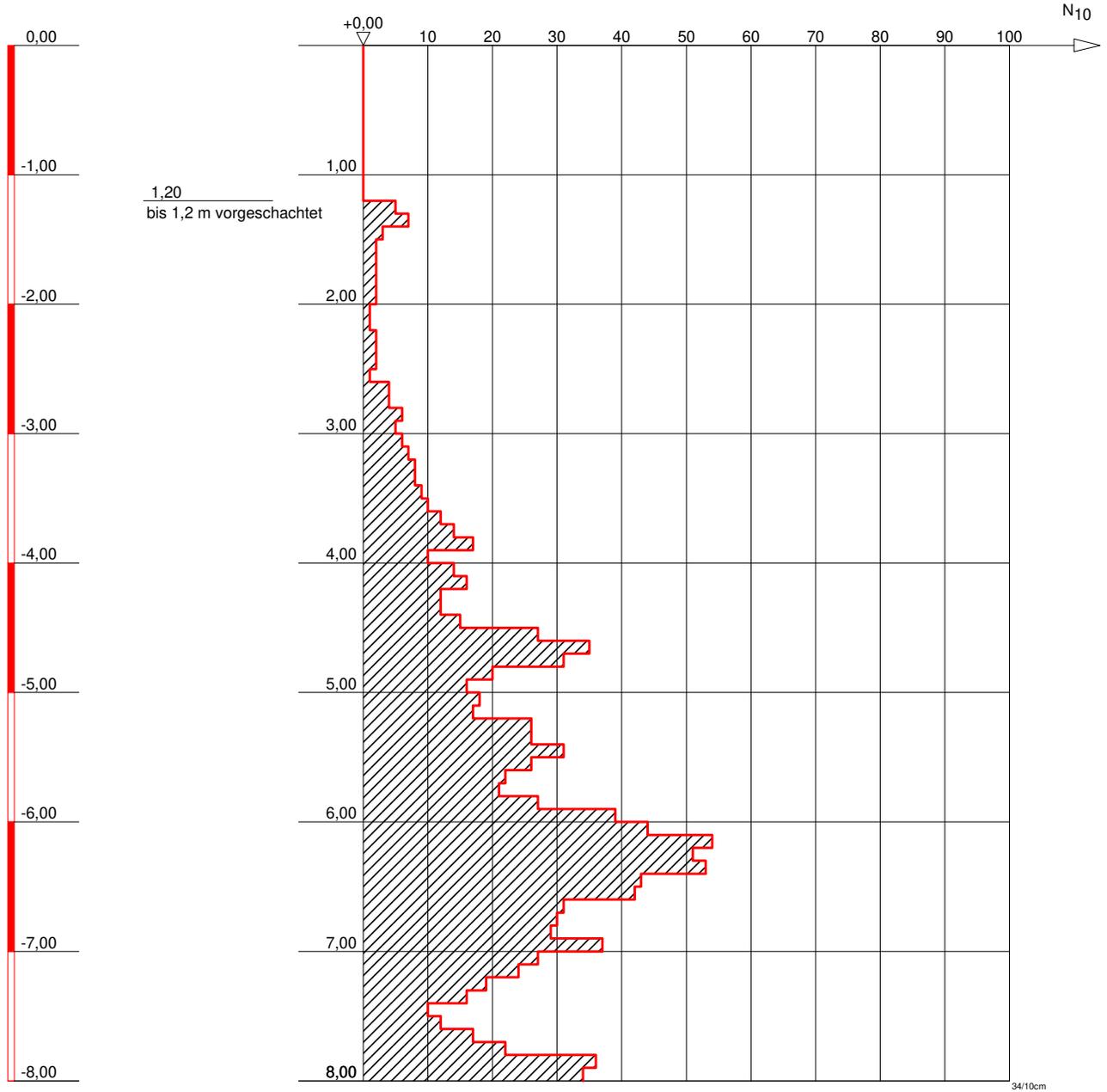
Datum: 16.11.2021

Maßstab: 1 : 50

Bearbeiter: Br

DPM 23

GOK



Endeufe erreicht



DR. SPANG

Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen
Geologie und Umwelttechnik mbH

Bauvorhaben:
DB LSW Ettlingen Str. 4000

Auftraggeber:
DB Netz AG

MITTELSCHWERE RAMMSONDIERUNG

Anlage: 4.3 DPM 23

Projekt-Nr: 42.7985

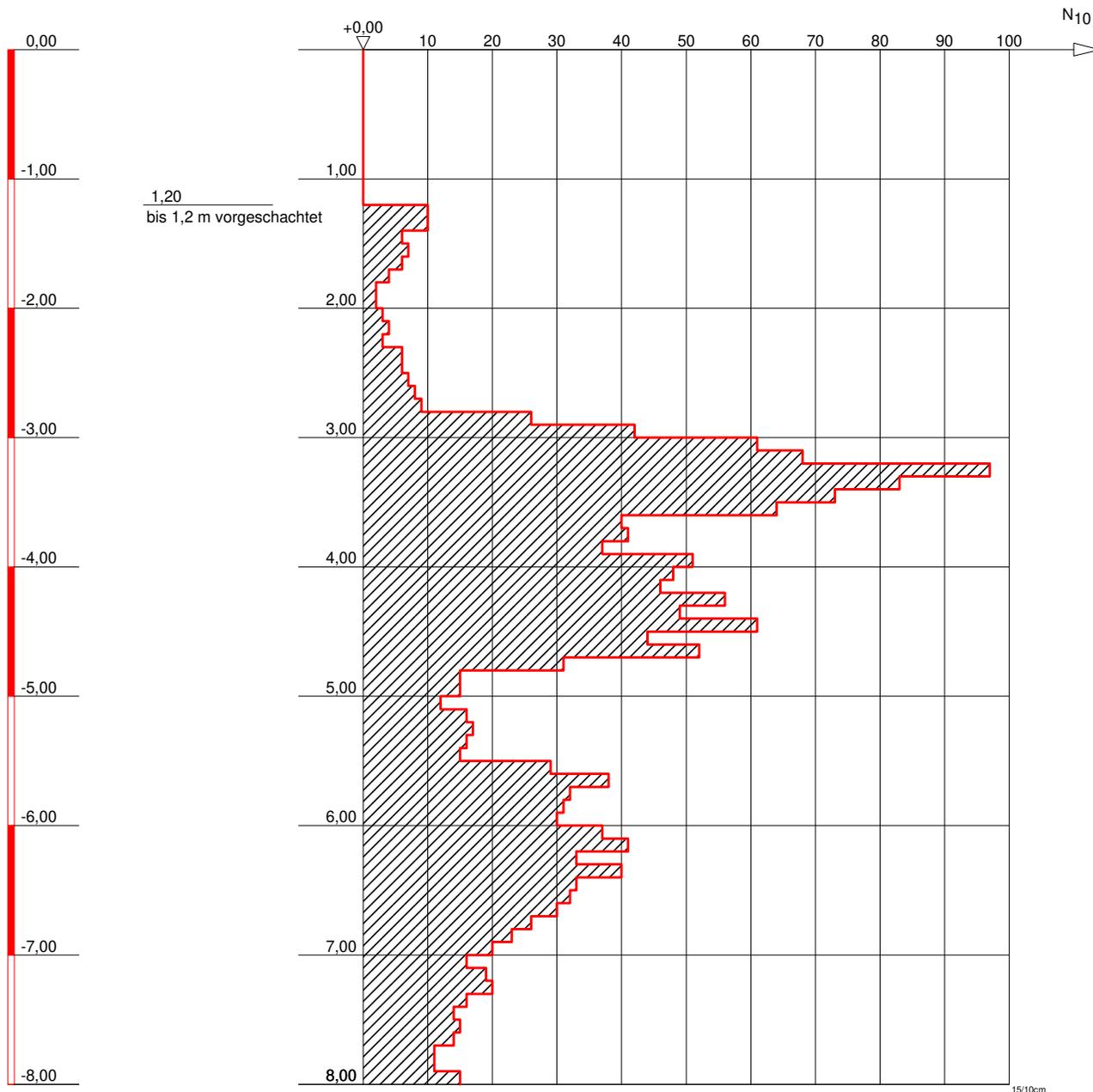
Datum: 18.11.2021

Maßstab: 1 : 50

Bearbeiter: Br

DPM 24

GOK



Endeufe erreicht



DR. SPANG

Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen
Geologie und Umwelttechnik mbH

Bauvorhaben:
DB LSW Ettlingen Str. 4000

Auftraggeber:
DB Netz AG

MITTELSCHWERE RAMMSONDIERUNG

Anlage: 4.3 DPM 24

Projekt-Nr: 42.7985

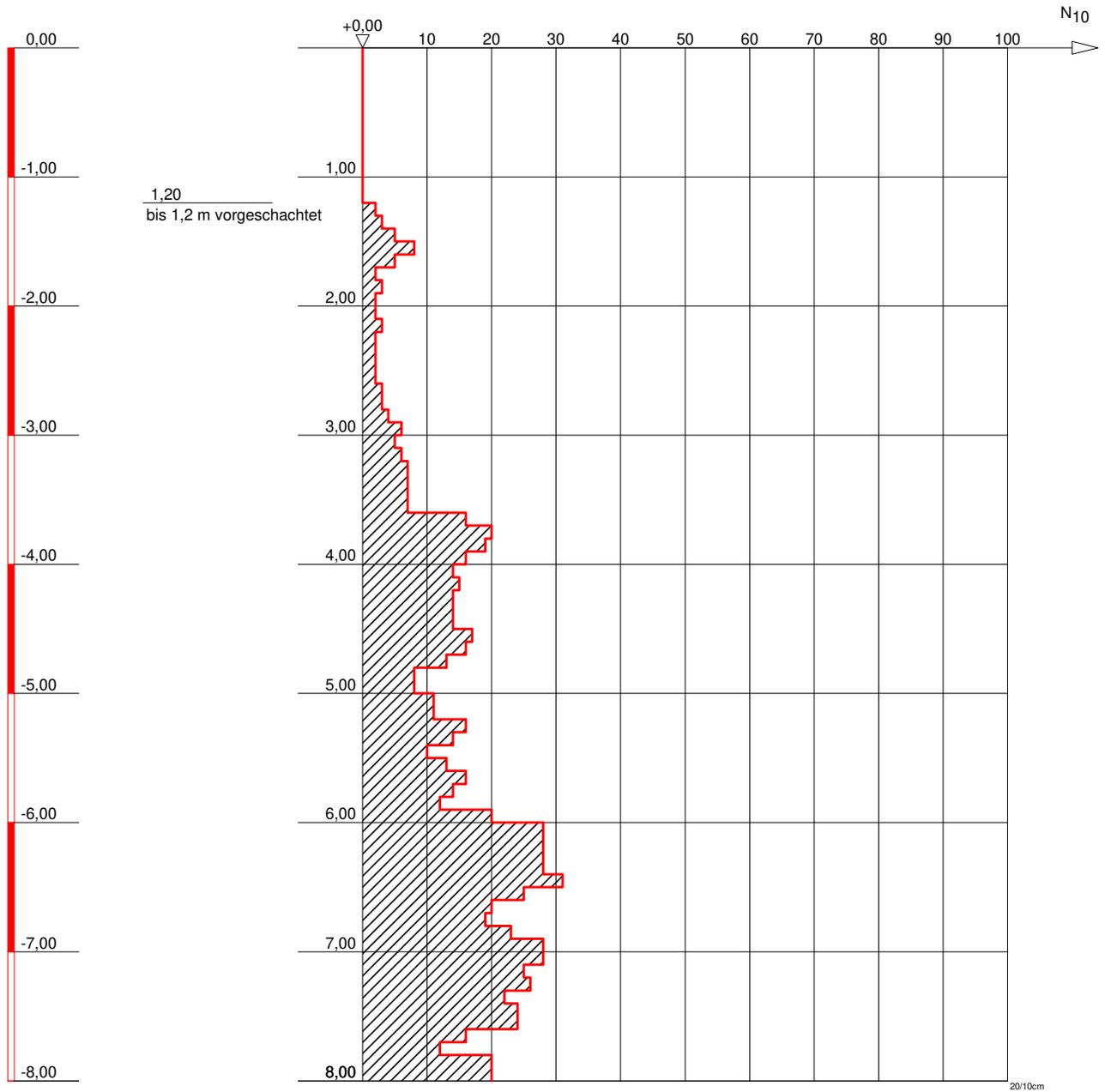
Datum: 16.11.2021

Maßstab: 1 : 50

Bearbeiter: Br

DPM 25

GOK



Endeufe erreicht



DR. SPANG

Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen
Geologie und Umwelttechnik mbH

Bauvorhaben:
DB LSW Ettlingen Str. 4000

Auftraggeber:
DB Netz AG

MITTELSCHWERE RAMMSONDIERUNG

Anlage: 4.3 DPM 25

Projekt-Nr: 42.7985

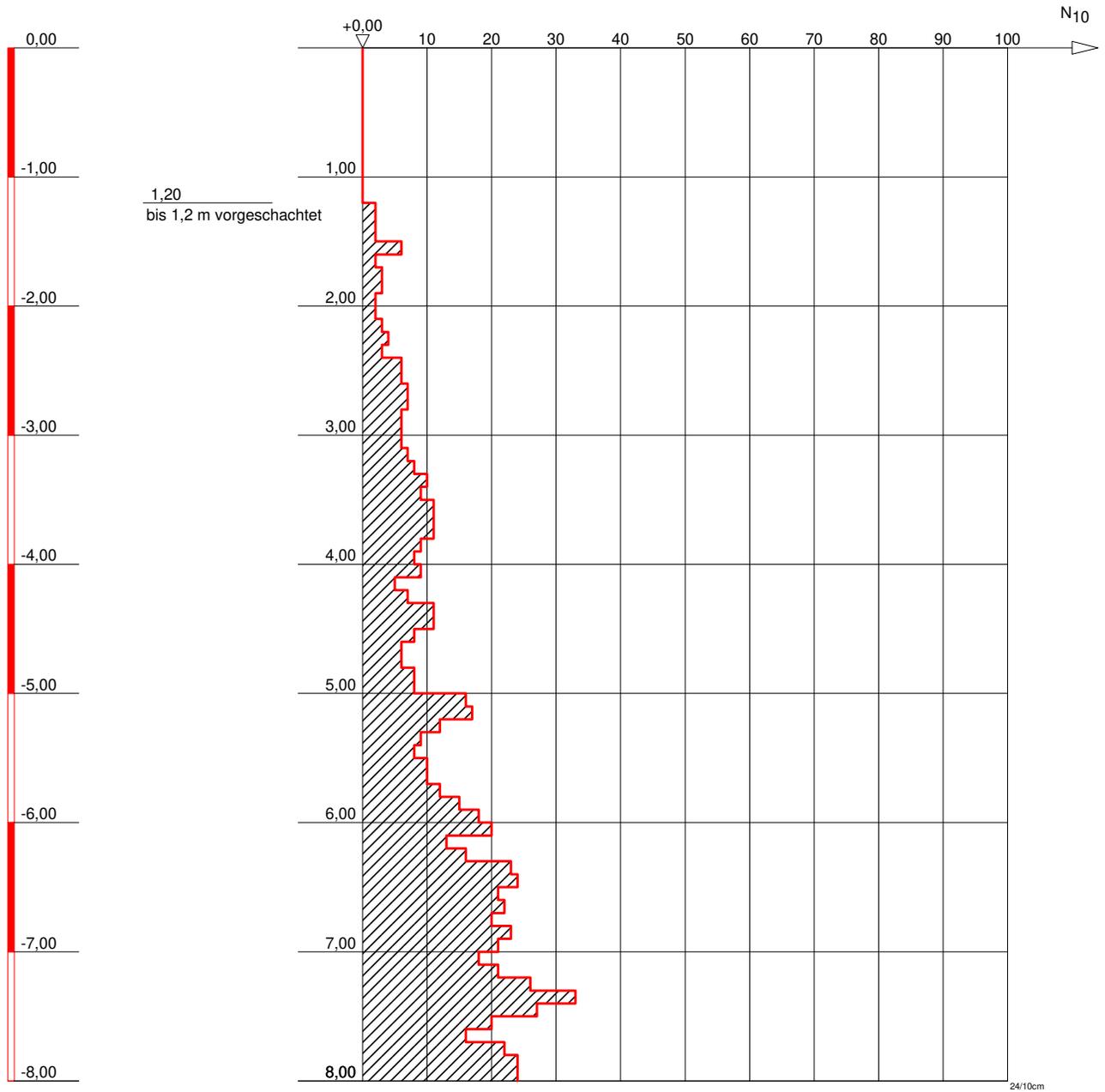
Datum: 18.11.2021

Maßstab: 1 : 50

Bearbeiter: Br

DPM 26

GOK



Endeufe erreicht

Copyright © 1994-2007 IDAT GmbH - U:\PROJEKTE\AP7900-7999\AP7985 DB LSW Ettlingen Str. 4000\Geotechnik\Erkundung\DPx\AP7985_ANL.4.2_DPM26.BOP



DR. SPANG

Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen
Geologie und Umwelttechnik mbH

Bauvorhaben:
DB LSW Ettlingen Str. 4000

Auftraggeber:
DB Netz AG

MITTELSCHWERE RAMMSONDIERUNG

Anlage: 4.3 DPM 26

Projekt-Nr: 42.7985

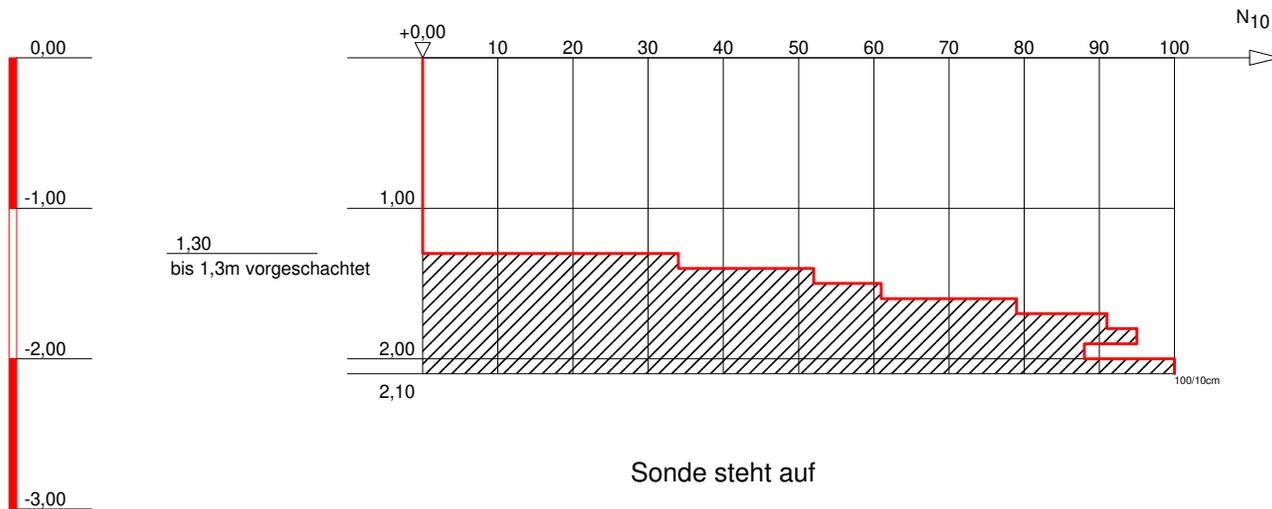
Datum: 19.11.2021

Maßstab: 1 : 50

Bearbeiter: Br

DPM 27

GOK



Copyright © 1994-2007 IDAT GmbH - U:\PROJEKTE\7900-7999\7985 DB LSW Ettlingen Str. 4000\Geotechnik\Erkundung\DPx\7985_ANL.4.2_DPM27.BOP



DR. SPANG

Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen
Geologie und Umwelttechnik mbH

Bauvorhaben:
DB LSW Ettlingen Str. 4000

Auftraggeber:
DB Netz AG

MITTELSCHWERE RAMMSONDIERUNG

Anlage: 4.3 DPM 27

Projekt-Nr: 42.7985

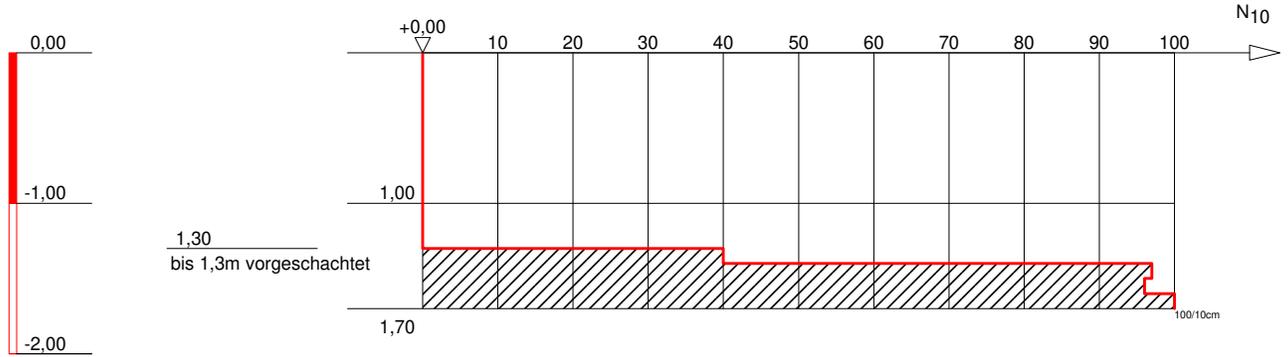
Datum: 14.10.2021

Maßstab: 1 : 50

Bearbeiter: Pos

DPM 28

GOK



Sonde steht auf

Copyright © 1994-2007 IDAT GmbH - U:\PROJEKTE\7900-7999\7985 DB LSW Ettlingen Str. 4000\Geotechnik\Erkundung\DPx\7985_ANL.4.2_DPM28.BOP



DR. SPANG

Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen
Geologie und Umwelttechnik mbH

Bauvorhaben:
DB LSW Ettlingen Str. 4000

Auftraggeber:
DB Netz AG

MITTELSCHWERE RAMMSONDIERUNG

Anlage: 4.3 DPM 28

Projekt-Nr: 42.7985

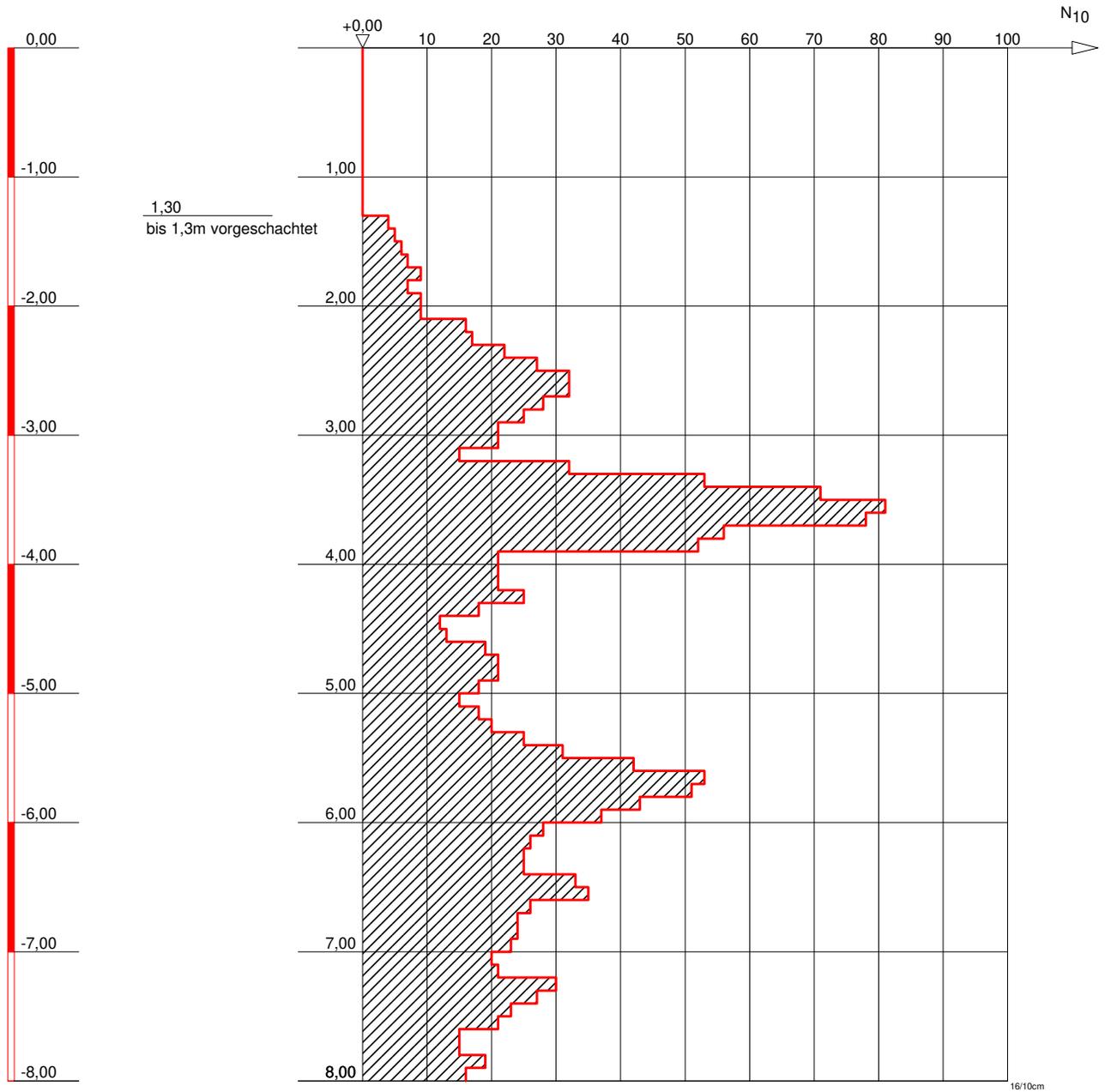
Datum: 14.10.2021

Maßstab: 1 : 50

Bearbeiter: Pos

DPM 29

GOK



Endteufe erreicht



DR. SPANG

Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen
Geologie und Umwelttechnik mbH

Bauvorhaben:
DB LSW Ettlingen Str. 4000

Auftraggeber:
DB Netz AG

MITTELSCHWERE RAMMSONDIERUNG

Anlage: 4.3 DPM 29

Projekt-Nr: 42.7985

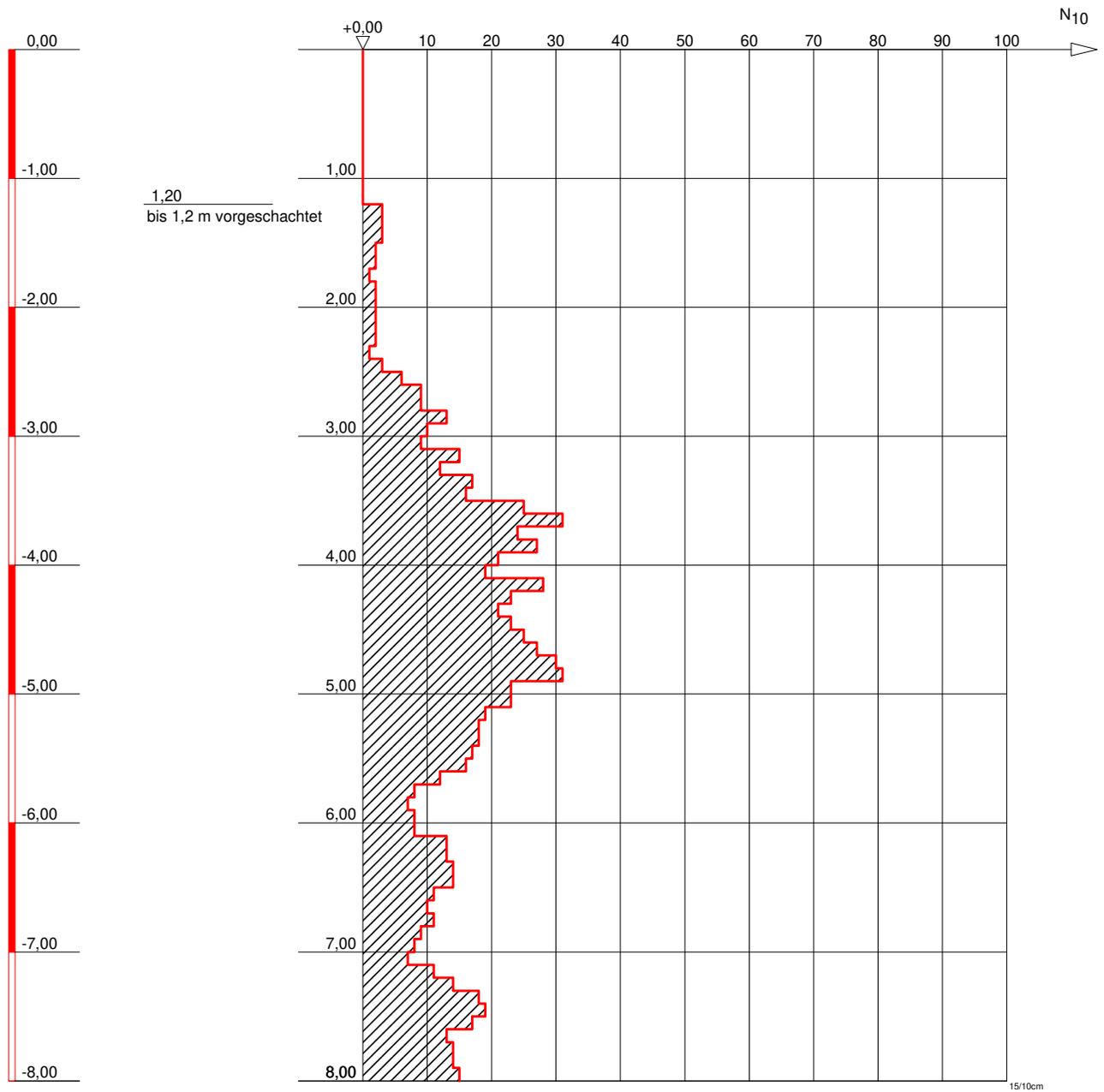
Datum: 15.10.2021

Maßstab: 1 : 50

Bearbeiter: Pos

DPH 30

GOK



Endteufe erreicht



DR. SPANG

Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen
Geologie und Umwelttechnik mbH

Bauvorhaben:
DB LSW Ettlingen Str. 4000

Auftraggeber:
DB Netz AG

SCHWERE RAMMSONDIERUNG

Anlage: 4.3 DPH 30

Projekt-Nr: 42.7985

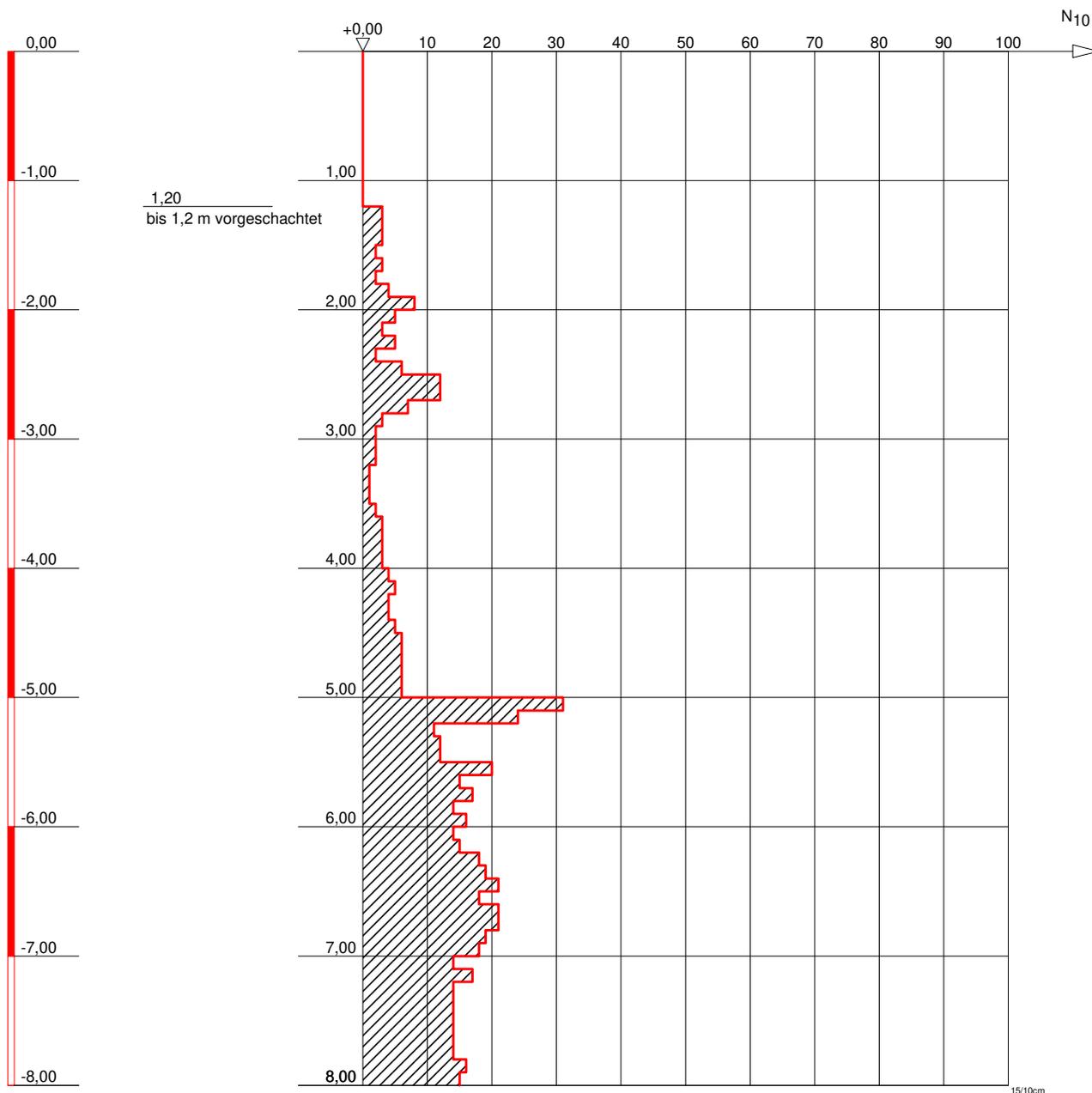
Datum: 14.09.2021

Maßstab: 1 : 50

Bearbeiter: Wacker

DPM 31

GOK



Endeufe erreicht



DR. SPANG

Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen
Geologie und Umwelttechnik mbH

Bauvorhaben:
DB LSW Ettlingen Str. 4000

Auftraggeber:
DB Netz AG

MITTELSCHWERE RAMMSONDIERUNG

Anlage: 4.3 DPM 31

Projekt-Nr: 42.7985

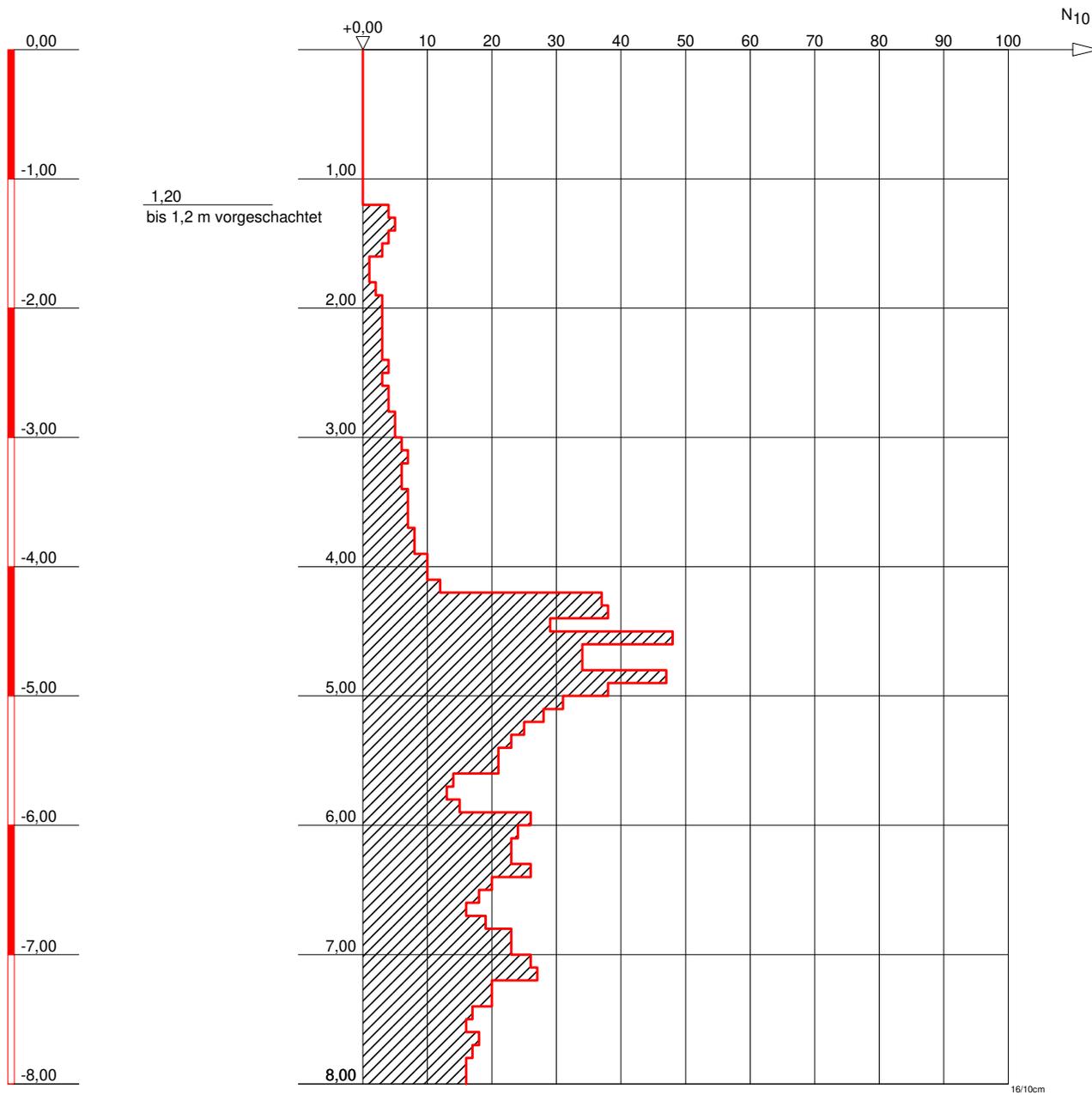
Datum: 16.11.2021

Maßstab: 1 : 50

Bearbeiter: Br

DPM 32

GOK



Copyright © 1994-2007 IDAT GmbH - U:\PROJEKTE\AP7900-7999\AP7985 DB LSW Ettlingen Str. 4000\Geotechnik\Erkundung\DPx\AP7985_ANL.4.2_DPM32.BOP



DR. SPANG

Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen
Geologie und Umwelttechnik mbH

Bauvorhaben:
DB LSW Ettlingen Str. 4000

Auftraggeber:
DB Netz AG

MITTELSCHWERE RAMMSONDIERUNG

Anlage: 4.3 DPM 32

Projekt-Nr: 42.7985

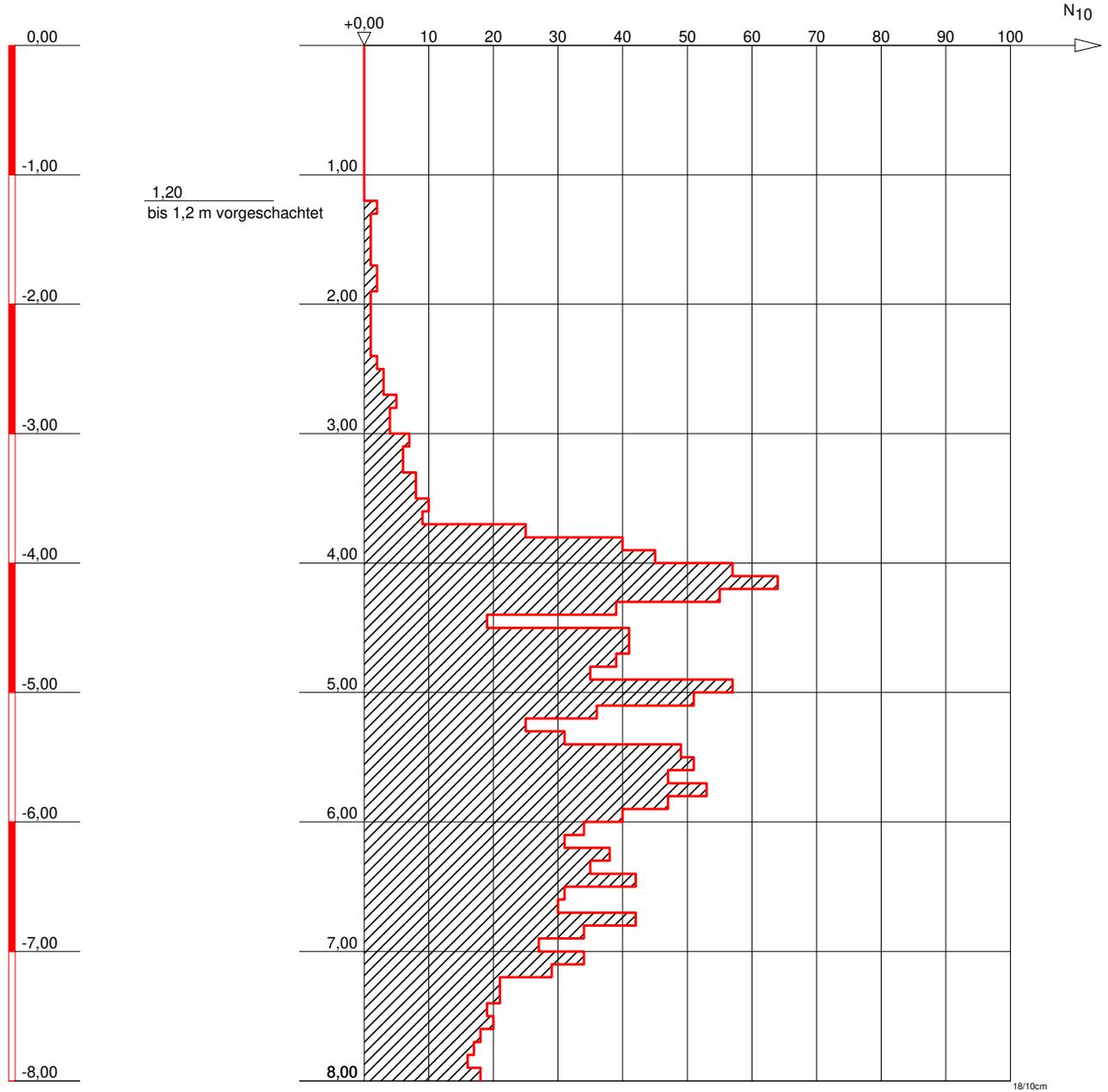
Datum: 16.11.2021

Maßstab: 1 : 50

Bearbeiter: Br

DPM 33

GOK



Endeufe erreicht



DR. SPANG

Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen
Geologie und Umwelttechnik mbH

Bauvorhaben:
DB LSW Ettlingen Str. 4000

Auftraggeber:
DB Netz AG

MITTELSCHWERE RAMMSONDIERUNG

Anlage: 4.3 DPM 33

Projekt-Nr: 42.7985

Datum: 18.11.2021

Maßstab: 1 : 50

Bearbeiter: Br

Wassergehalt DIN EN ISO 17892-1

DB LSW Ettlingen Str. 4000

Bearbeiter: Kou

Datum: 26.11.21

Entnahmestelle:	BS 20	BS 21
Tiefe:	2,7 - 3,7	3,3 - 4,3
Bodenart:	T, \bar{u} , fs', \bar{h}	T, \bar{u} , fs', h
Feuchte Probe + Behälter [g]:	163.43	206.53
Trockene Probe + Behälter [g]:	59.61	70.72
Behälter [g]:	5.78	5.68
Porenwasser [g]:	103.82	135.81
Trockene Probe [g]:	53.83	65.04
Wassergehalt [%]	192.87	208.81

Entnahmestelle:	BS 22	BS 26
Tiefe:	3,3 - 4,3	1,6 - 2,3
Bodenart:	T, \bar{u} , \bar{f}_s	A (T, u, \bar{f}_s , g')
Feuchte Probe + Behälter [g]:	233.27	247.52
Trockene Probe + Behälter [g]:	188.65	212.44
Behälter [g]:	5.62	5.56
Porenwasser [g]:	44.62	35.08
Trockene Probe [g]:	183.03	206.88
Wassergehalt [%]	24.38	16.96

Entnahmestelle:	BS 31	BS 32
Tiefe:	0,9 - 1,5	1,9 - 3,0
Bodenart:	A (T, \bar{u} , \bar{f} , fg')	T, \bar{u} , fs', h
Feuchte Probe + Behälter [g]:	239.18	164.48
Trockene Probe + Behälter [g]:	207.97	65.65
Behälter [g]:	5.61	5.62
Porenwasser [g]:	31.21	98.83
Trockene Probe [g]:	202.36	60.03
Wassergehalt [%]	15.42	164.63

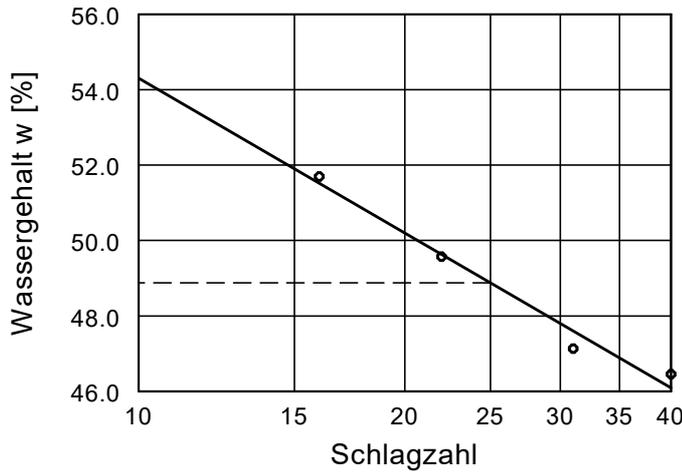
Fließ- und Ausrollgrenze DIN EN ISO 17892-12

DB LSW Ettlingen Str. 4000

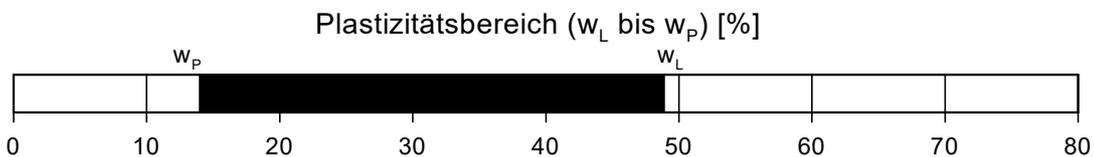
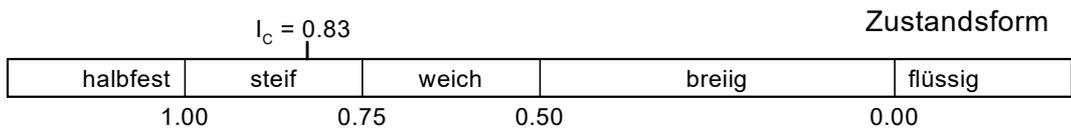
Bearbeiter: Kou

Datum: 30.11.21

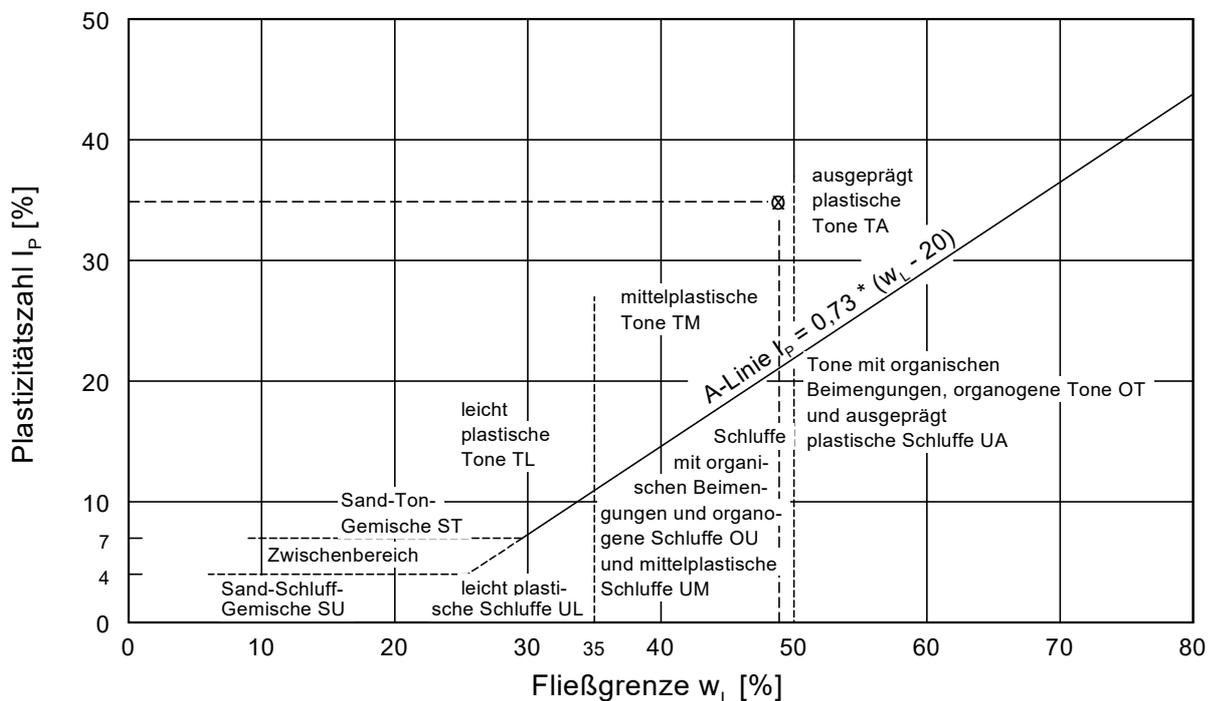
Entnahmestelle: BS 24
 Tiefe: 1,4 - 1,9
 Art der Entnahme: gestört
 Bodenart: A (T, u', fs')
 Probe entnommen am: 17.11.21



Wassergehalt $w = 19.4 \%$
 Fließgrenze $w_L = 48.9 \%$
 Ausrollgrenze $w_P = 14.0 \%$
 Plastizitätszahl $I_P = 34.9 \%$
 Konsistenzzahl $I_C = 0.83$
 Anteil Überkorn $\ddot{u} = 3.0 \%$
 Wassergeh. Überk. $w_{\ddot{u}} = 0.0 \%$
 Kor. Wassergehalt = 20.0%



Plastizitätsdiagramm



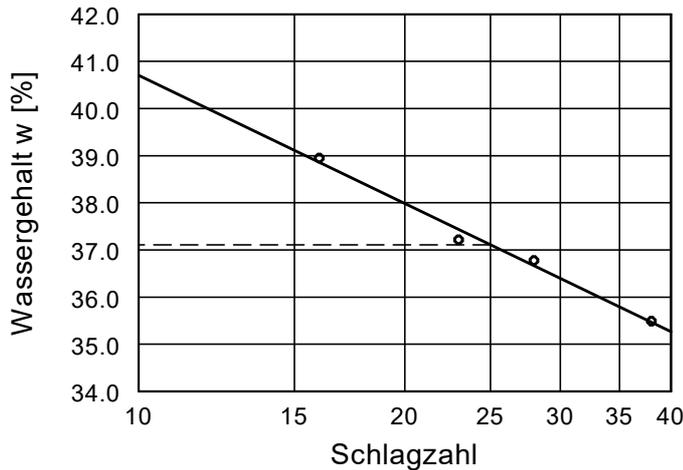
Fließ- und Ausrollgrenze DIN EN ISO 17892-12

DB LSW Ettlingen Str. 4000

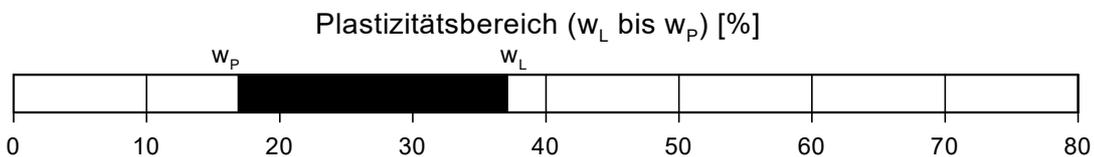
Entnahmestelle: BS 32
 Tiefe: 3,7 - 4,3
 Art der Entnahme: gestört
 Bodenart: T, u, fs', h'
 Probe entnommen am: 16.11.21

Bearbeiter: Süm

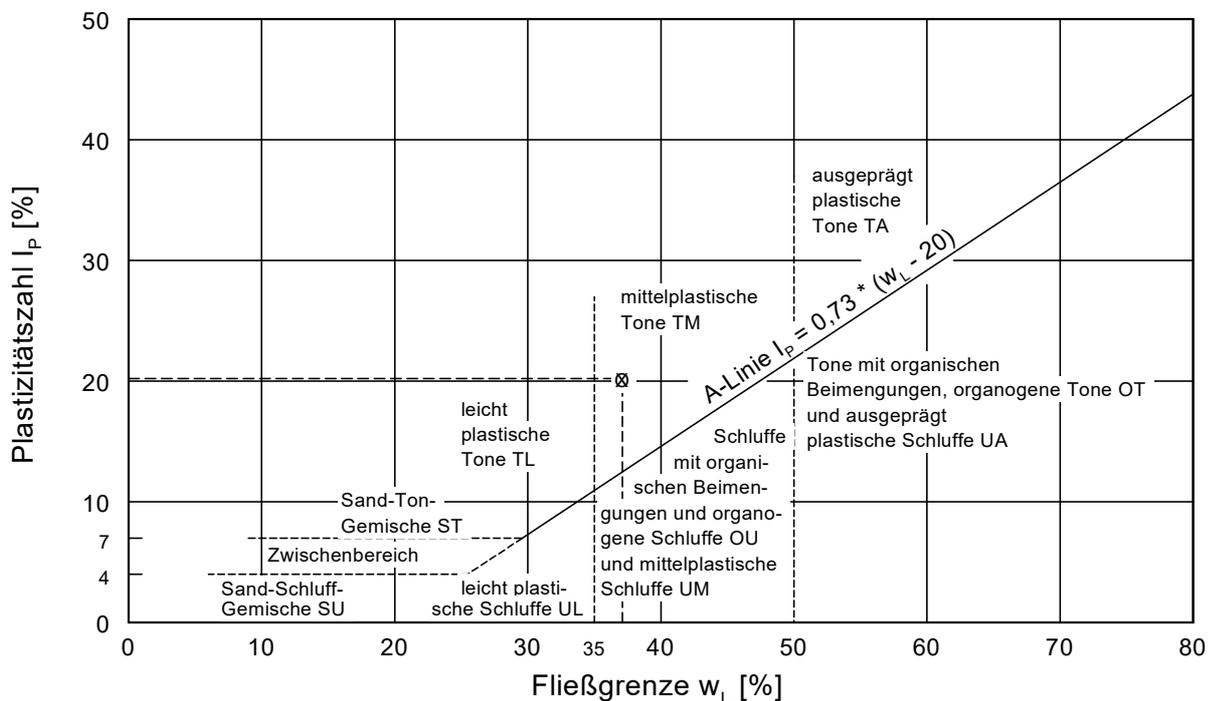
Datum: 01.12.21



Wassergehalt w =	22.3 %
Fließgrenze w_L =	37.1 %
Ausrollgrenze w_P =	16.9 %
Plastizitätszahl I_P =	20.2 %
Konsistenzzahl I_C =	0.71
Anteil Überkorn \ddot{u} =	2.0 %
Wassergeh. Überk. $w_{\ddot{u}}$ =	0.0 %
Korr. Wassergehalt =	22.7 %



Plastizitätsdiagramm

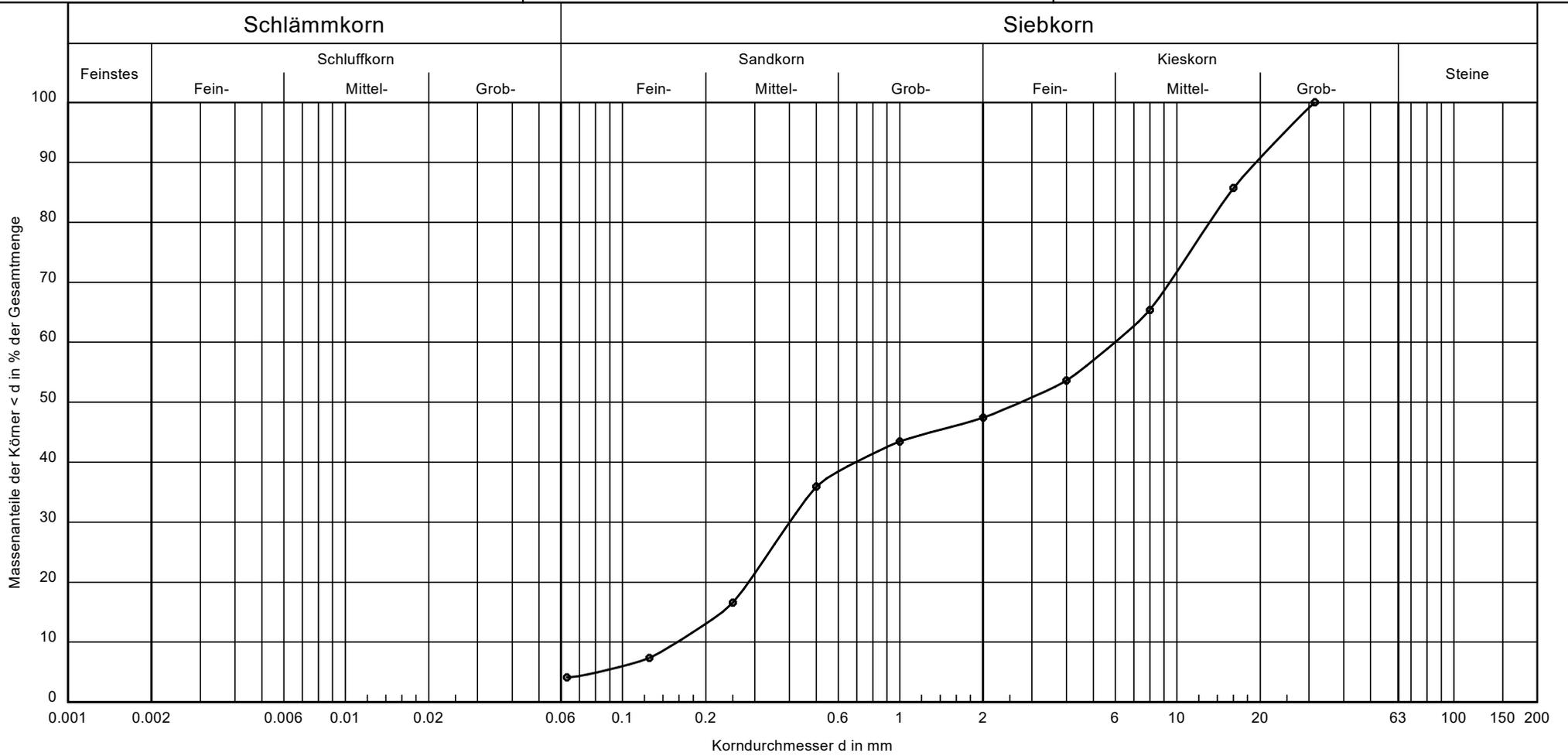


Dr. Spang
 Ingenieurgesellschaft für Bauwesen, Geologie u. Umwelttechnik mbH

Körnungslinie

DB LSW Ettlingen Str. 4000

Datum: 30.11.21
 Probe entnommen am: 19.11.21
 Art der Entnahme: gestört
 Arbeitsweise: Siebung nach nassem Abtrennen der Feinanteile



Entnahmestelle:	MP LSW 3c
Tiefe:	5,0 - 8,0
Bodenart:	S, G
U/Cc	38.0/0.2
T/U/S/G [%]:	- /4.1/43.3/52.6

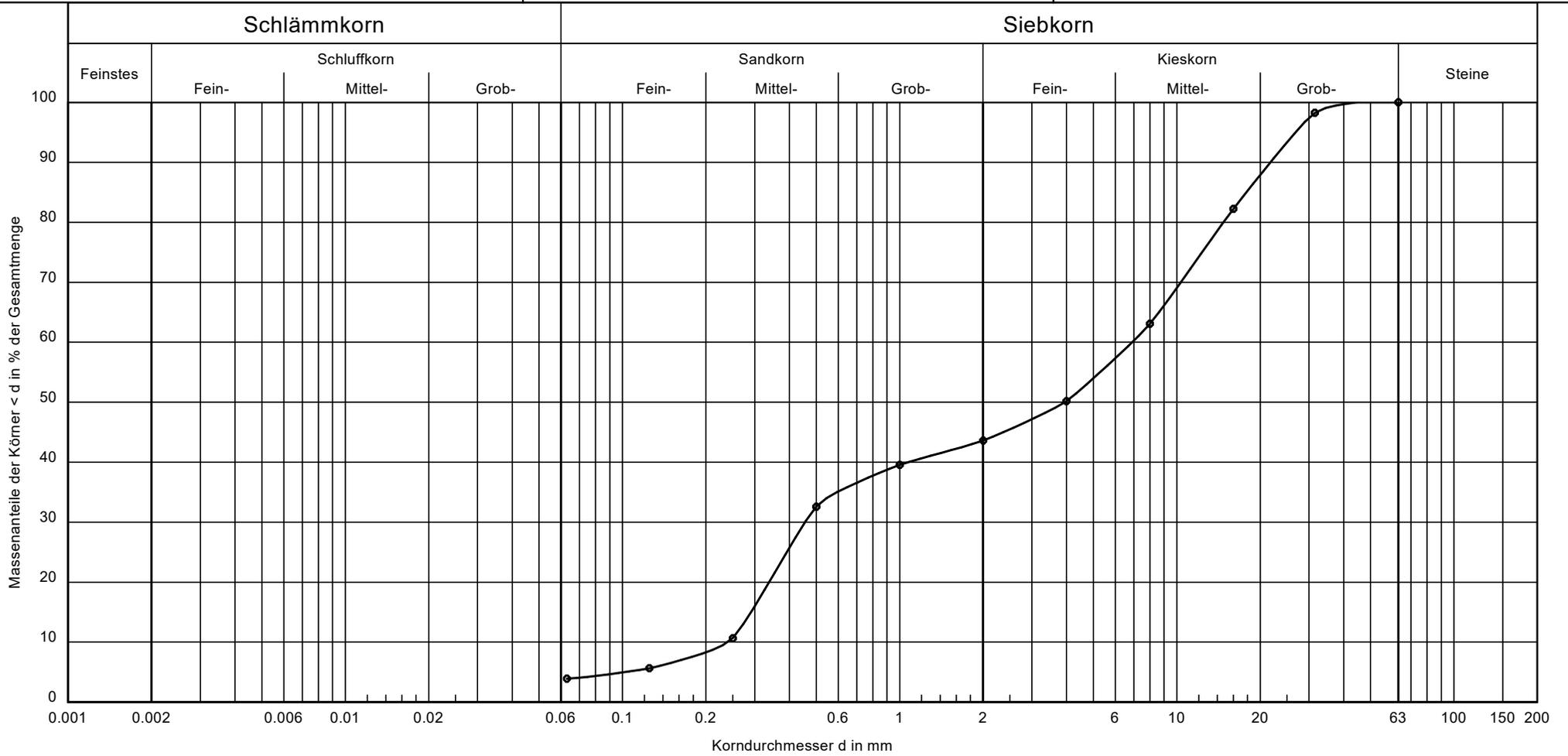
Bemerkungen:

Projekt Nr.: P 42.7985
 Anlage: 5.3

Körnungslinie

DB LSW Ettlingen Str. 4000

Datum: 30.11.21
 Probe entnommen am: 19.11.21
 Art der Entnahme: gestört
 Arbeitsweise: Siebung nach nassem Abtrennen der Feinanteile



Entnahmestelle:	MP LSW 4
Tiefe:	5,0 - 8,0
Bodenart:	G, ms, gs'
U/Cc	28.9/0.1
T/U/S/G [%]:	- /3.9/39.7/56.4

Bemerkungen:

Projekt Nr.: P 42.7985
 Anlage: 5.3

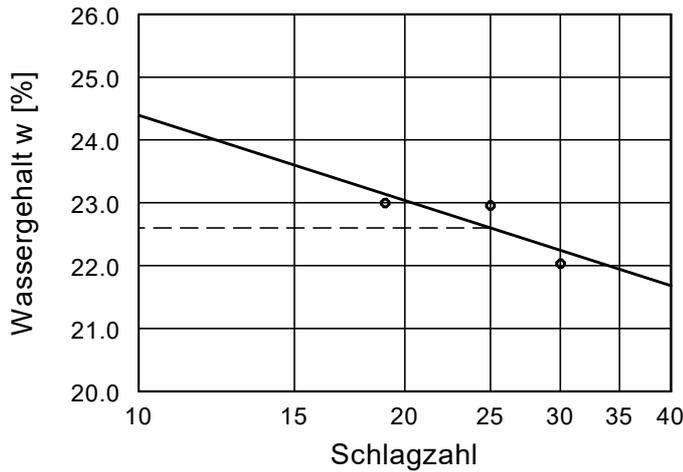
Fließ- und Ausrollgrenze DIN EN ISO 17892-12

DB LSW Ettlingen Str. 4000

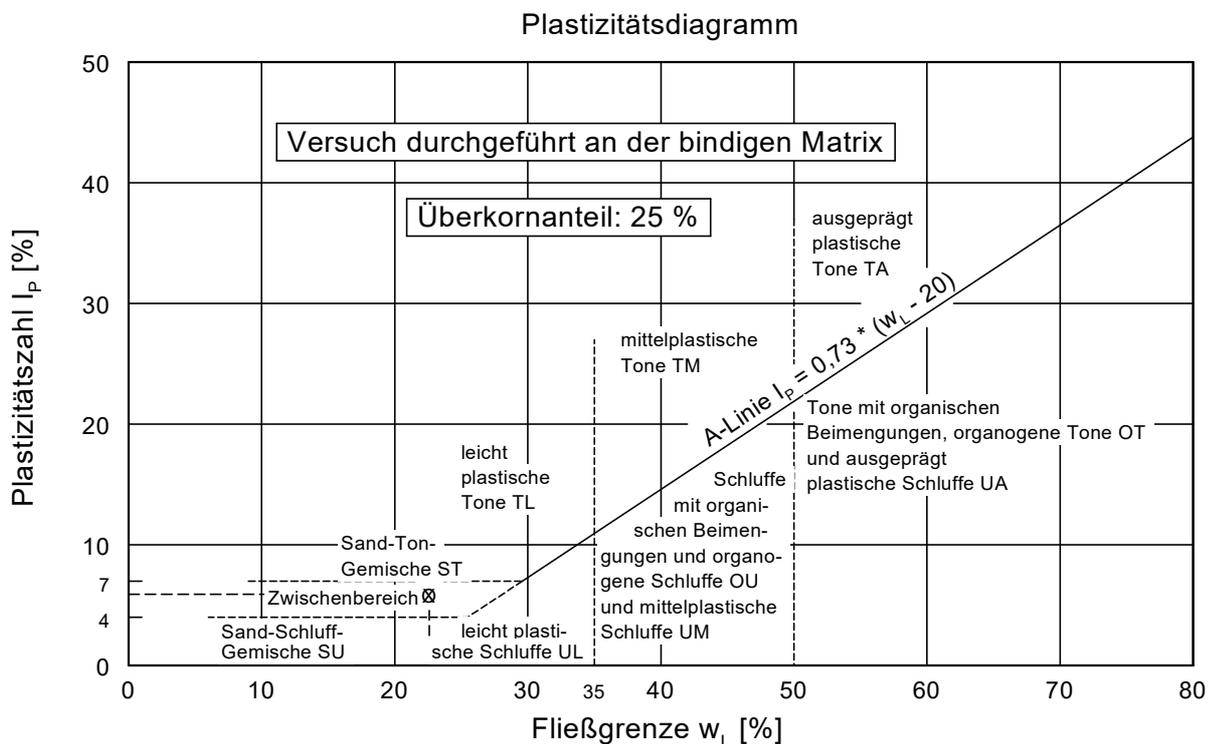
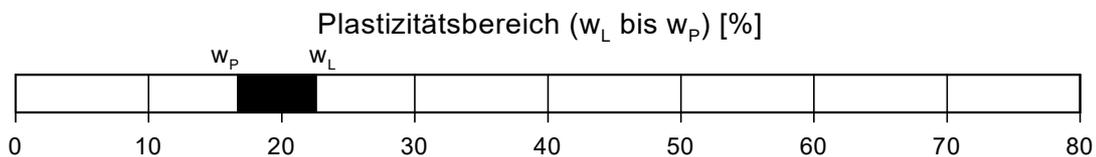
Bearbeiter: Süm

Datum: 10.12.21

Entnahmestelle: BS 9
 Tiefe: 0,8 - 1,6
 Art der Entnahme: gestört
 Bodenart: A (U, \bar{s})
 Probe entnommen am: 07.10.21



Wassergehalt $w = 15.5 \%$
 Fließgrenze $w_L = 22.6 \%$
 Ausrollgrenze $w_P = 16.7 \%$
 Plastizitätszahl $I_P = 5.9 \%$
 Konsistenzzahl $I_C = 1.20$





DR. SPANG

DR. SPANG
Ingenieurgesellschaft für Bauwesen
Geologie und Umwelttechnik mbH

Anlage: 7.1

Datum: 20.10.21

Bearbeiter: Hel

Projekt-Nr.: 7985

Protokoll über die Entnahme einer Feststoffprobe

Projekt:

DB LSW Ettlingen
Strecke 4000

1. Projektdaten	Projektnummer	S.O.	
	Projektname	S.O.	
2. Anlaß	Zweck der Probenahme	Deklaration	
	Veranlasser	DB Netz AG	
3. Probenahmestelle	Bezeichnung	Str. 4000; km 80,1-80,5	
	Ort	Ettlingen	
4. Probenahmezeitpunkt	Datum	20.10.21	
	Uhrzeit	14:00 - 15:00	
5. Probenbezeichnung	Material	Erdaushub	
	Kennzeichnung der Probe	MP	
	Probennummer	1	
6. Probenehmer	Name	Helmut	
	Firma	Dr. Spang GmbH	
7. Anwesende / Zeugen	Name	-	
	Firma	-	
8. Probenahme:	Entnahmegesetz	Bohrschuppe	
	Probe	<input type="checkbox"/>	Einzelprobe
		<input checked="" type="checkbox"/>	Mischprobe
	Anzahl Einzelproben (nur bei Mischproben)	15	
Anzahl Rückstellproben	1		
9. Entnahmedaten	Farbe	braun-grau	
	Geruch	unauffällig	
	Probenmenge	0,5 l	
	Probenbehälter	Braunglas	
10. Gefahrstoffverdacht	Gefährlicher Abfall	Ja <input type="checkbox"/>	Nein <input checked="" type="checkbox"/>
	vermutete Schadstoffe	-	
11. Untersuchungslabor	Eurofins		
12. Analytik	VwV Bodenverwert.		
13. Beobachtungen bei Probenahme / Transport	-		
14. Probenkonservierung (Ort und Dauer)	-		
15. Sonstige Bemerkungen zur Probenahme	-		
16. Ort / Datum / Unterschrift	Ettlingen / 20.10.21 / Helmut		



DR. SPANG

DR. SPANG
Ingenieurgesellschaft für Bauwesen
Geologie und Umwelttechnik mbH

Anlage: 7.1
 Datum: 8.10.21
 Bearbeiter: Hel
 Projekt-Nr.: 7985

Protokoll über die Entnahme einer Feststoffprobe

Projekt:
DB LSW Ettlingen
Strecke 4000

1. Projektdaten	Projektnummer	S.O.	
	Projektname	S.O.	
2. Anlaß	Zweck der Probenahme	Deklaration	
	Veranlasser	DB Netz AG	
3. Probenahmestelle	Bezeichnung	Str. 4000; km 81,3-81,9	
	Ort	Bruchhausen	
4. Probenahmezeitpunkt	Datum	8.10.21	
	Uhrzeit	15:30-16:45	
5. Probenbezeichnung	Material	Erdaustrub	
	Kennzeichnung der Probe	MP	
	Probennummer	2	
6. Probenehmer	Name	Helmut	
	Firma	Dr. Spang GmbH	
7. Anwesende / Zeugen	Name	-	
	Firma	-	
8. Probenahme:	Entnahmegesetz	Bohrschuppe	
	Probe	Einzelprobe	
		Mischprobe	<input checked="" type="checkbox"/>
	Anzahl Einzelproben (nur bei Mischproben)	14	
	Anzahl Rückstellproben	1	
9. Entnahmedaten	Farbe	braun-grau	
	Geruch	unauffällig	
	Probenmenge	0,5 l	
	Probenbehälter	Braunglas	
10. Gefahrstoffverdacht	Gefährlicher Abfall	Ja <input type="checkbox"/>	Nein <input checked="" type="checkbox"/>
	vermutete Schadstoffe	-	
11. Untersuchungslabor	Eurofins		
12. Analytik	VWU Bodenverwert.		
13. Beobachtungen bei Probenahme / Transport	-		
14. Probenkonservierung (Ort und Dauer)	-		
15. Sonstige Bemerkungen zur Probenahme	-		
16. Ort / Datum / Unterschrift	Ettlingen / 8.10.21 / Helmut		



DR. SPANG

DR. SPANG
Ingenieurgesellschaft für Bauwesen
Geologie und Umwelttechnik mbH

Anlage: 7.1
Datum: 18.10.21
Bearbeiter: Hel
Projekt-Nr.: 7985

Protokoll über die Entnahme einer Feststoffprobe

Projekt:
DB LSW Ettlingen
Strecke 4000

1. Projektdaten	Projektnummer	S.O.	
	Projektname	S.O.	
2. Anlaß	Zweck der Probenahme	Deklaration	
	Veranlasser	DTS Netz AG	
3. Probenahmestelle	Bezeichnung	Str. 4000; km 82,07-82,65	
	Ort	Brachhausen	
4. Probenahmezeitpunkt	Datum	18.10.21	
	Uhrzeit	-	
5. Probenbezeichnung	Material	Erdaustrub	
	Kennzeichnung der Probe	MP	
	Probennummer	3	
6. Probenehmer	Name	Helmut	
	Firma	Dr. Spang GmbH	
7. Anwesende / Zeugen	Name	-	
	Firma	-	
8. Probenahme:	Entnahmegesetz	Bohrschuppe	
	Probe	Einzelprobe	<input type="checkbox"/>
		Mischprobe	<input checked="" type="checkbox"/>
	Anzahl Einzelproben (nur bei Mischproben)	16	
Anzahl Rückstellproben	1		
9. Entnahmedaten	Farbe	braun-grau	
	Geruch	unauffällig	
	Probenmenge	0,5 l	
	Probenbehälter	Braunglas	
10. Gefahrstoffverdacht	Gefährlicher Abfall	Ja <input type="checkbox"/>	Nein <input checked="" type="checkbox"/>
	vermutete Schadstoffe	-	
11. Untersuchungslabor	Eurofins		
12. Analytik	VwU Bodenverwert.		
13. Beobachtungen bei Probenahme / Transport	-		
14. Probenkonservierung (Ort und Dauer)	-		
15. Sonstige Bemerkungen zur Probenahme	-		
16. Ort / Datum / Unterschrift	Esslingen / 18.10.21 / Helmut		



DR. SPANG

DR. SPANG
Ingenieurgesellschaft für Bauwesen
Geologie und Umwelttechnik mbH

Anlage: 7.1

Datum: 18.11.21

Bearbeiter: Hel

Projekt-Nr.: 7985

Projekt:

DB LSW Ettlingen
Strecke 4000

Protokoll über die Entnahme einer Feststoffprobe

1. Projektdaten	Projektnummer	S.O.	
	Projektname	S.O.	
2. Anlaß	Zweck der Probenahme	Deklaration	
	Veranlasser	D3 Netz AG	
3. Probenahmestelle	Bezeichnung	Str. 4000; km 82,65 - 83,5	
	Ort	Brachhausen	
4. Probenahmezeitpunkt	Datum	18.11.21	
	Uhrzeit	-	
5. Probenbezeichnung	Material	Erdaustrub	
	Kennzeichnung der Probe	MP	
	Probennummer	4	
6. Probenehmer	Name	Helmut	
	Firma	Dr. Spang GmbH	
7. Anwesende / Zeugen	Name	-	
	Firma	-	
8. Probenahme:	Entnahmegesetz	Bohrschuppe	
	Probe	<input type="checkbox"/>	Einzelprobe
		<input checked="" type="checkbox"/>	Mischprobe
	Anzahl Einzelproben (nur bei Mischproben)	26	
Anzahl Rückstellproben	1		
9. Entnahmedaten	Farbe	braun-grau	
	Geruch	unauffällig	
	Probenmenge	0,5 l	
	Probenbehälter	Braunglas	
10. Gefahrstoffverdacht	Gefährlicher Abfall	Ja <input type="checkbox"/>	Nein <input checked="" type="checkbox"/>
	vermutete Schadstoffe	-	
11. Untersuchungslabor	Eurofins		
12. Analytik	VwV Bodenverwert.		
13. Beobachtungen bei Probenahme / Transport	-		
14. Probenkonservierung (Ort und Dauer)	-		
15. Sonstige Bemerkungen zur Probenahme	-		
16. Ort / Datum / Unterschrift	Esslingen / 18.11.21 / Helmut		



DR. SPANG

DR. SPANG
Ingenieurgesellschaft für Bauwesen
Geologie und Umwelttechnik mbH

Anlage: 7.1

Datum: 16.11.21

Bearbeiter: Hel

Projekt-Nr.: 7985

Protokoll über die Entnahme einer Feststoffprobe

Projekt:

DB LSW Ettlingen
Strecke 4000

1. Projektdaten	Projektnummer	S.O.	
	Projektname	S.O.	
2. Anlaß	Zweck der Probenahme	Deklaration	
	Veranlasser	DB Netz AG	
3. Probenahmestelle	Bezeichnung	Str. 4000; km 82,6-82,9	
	Ort	Brachhausen	
4. Probenahmezeitpunkt	Datum	16.11.21	
	Uhrzeit	-	
5. Probenbezeichnung	Material	Erdanschub	
	Kennzeichnung der Probe	MP	
	Probennummer	5	
6. Probenehmer	Name	Helmut	
	Firma	Dr. Spang GmbH	
7. Anwesende / Zeugen	Name	-	
	Firma	-	
8. Probenahme:	Entnahmegesetz	Bohrschuppe	
	Probe	<input type="checkbox"/>	Einzelprobe
		<input checked="" type="checkbox"/>	Mischprobe
	Anzahl Einzelproben (nur bei Mischproben)	12	
	Anzahl Rückstellproben	1	
9. Entnahmedaten	Farbe	braun-grau	
	Geruch	unauffällig	
	Probenmenge	0,5 l	
	Probenbehälter	Braunglas	
10. Gefahrstoffverdacht	Gefährlicher Abfall	Ja <input type="checkbox"/>	Nein <input checked="" type="checkbox"/>
	vermutete Schadstoffe	-	
11. Untersuchungslabor	Eurofins		
12. Analytik	VwV Bodenverwert.		
13. Beobachtungen bei Probenahme / Transport	-		
14. Probenkonservierung (Ort und Dauer)	-		
15. Sonstige Bemerkungen zur Probenahme	-		
16. Ort / Datum / Unterschrift	Ettlingen / 16.11.21 / Helmut		

Eurofins Umwelt Ost GmbH - Max-Planck-Straße 4 - 85609 - Aschheim-Dornach bei München

**Dr. Spang Ingenieurgesellschaft für Bauwesen,
Geologie und Umwelttechnik mbH
Eberhard-Bauer-Straße 32
73734 Esslingen**

Titel: Prüfbericht zu Auftrag 02155014
Prüfberichtsnummer: AR-21-KS-012553-01

Auftragsbezeichnung: DB LSW Ettlingen Strecke 4000

Anzahl Proben: 5
Probenart: Boden
Probenehmer: angeliefert vom Auftraggeber

Probeneingangsdatum: 22.11.2021
Prüfzeitraum: 22.11.2021 - 08.12.2021

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Prüfgegenstände. Sofern die Probenahme nicht durch unser Labor oder in unserem Auftrag erfolgte, wird hierfür keine Gewähr übernommen. Die Ergebnisse beziehen sich in diesem Fall auf die Proben im Anlieferungszustand. Dieser Prüfbericht enthält eine qualifizierte elektronische Signatur und darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen in jedem Einzelfall der Genehmigung der EUROFINS UMWELT.

Es gelten die Allgemeinen Verkaufsbedingungen (AVB), sofern nicht andere Regelungen vereinbart sind. Die aktuellen AVB können Sie unter <http://www.eurofins.de/umwelt/avb.aspx> einsehen.

Agnieszka Budna
Prüfleitung
Tel. +49 89716718743

Digital signiert, 08.12.2021
Agnieszka Budna
Prüfleitung

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	Probenbezeichnung		MP 1	MP 2	MP 3
				BG	Einheit	021228394	021228395	021228396

Probenvorbereitung Feststoffe

Probenmenge inkl. Verpackung	AN/u	RE000 GI	DIN 19747: 2009-07		kg	0,9	0,9	0,9
Fremdstoffe (Art)	AN/u	RE000 GI	DIN 19747: 2009-07			nein	nein	nein
Fremdstoffe (Menge)	AN/u	RE000 GI	DIN 19747: 2009-07		g	0,0	0,0	0,0
Siebrückstand > 10mm	AN/u	RE000 GI	DIN 19747: 2009-07			nein	ja	ja

Physikalisch-chemische Kenngrößen aus der Originalsubstanz

Trockenmasse	AN/u	RE000 GI	DIN EN 14346: 2007-03	0,1	Ma.-%	92,6	91,6	90,4
--------------	------	-------------	-----------------------	-----	-------	------	------	------

Anionen aus der Originalsubstanz

Cyanide, gesamt	AN/u	RE000 GI	DIN ISO 17380: 2013-10	0,5	mg/kg TS	< 0,5	< 0,5	< 0,5
-----------------	------	-------------	------------------------	-----	----------	-------	-------	-------

Elemente aus dem Königswasseraufschluss nach DIN EN 13657: 2003-01[#]

Arsen (As)	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,8	mg/kg TS	7,9	8,9	11,7
Blei (Pb)	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	2	mg/kg TS	43	20	35
Cadmium (Cd)	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,2	mg/kg TS	0,2	< 0,2	0,3
Chrom (Cr)	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	1	mg/kg TS	11	22	22
Kupfer (Cu)	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	1	mg/kg TS	38	30	96
Nickel (Ni)	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	1	mg/kg TS	14	37	22
Quecksilber (Hg)	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 12846 (E12): 2012-08	0,07	mg/kg TS	1,61	0,99	5,43
Thallium (Tl)	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,2	mg/kg TS	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Zink (Zn)	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	1	mg/kg TS	102	89	120

Organische Summenparameter aus der Originalsubstanz

EOX	AN/u	RE000 GI	DIN 38414-17 (S17): 2017-01	1,0	mg/kg TS	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Kohlenwasserstoffe C10-C22	AN/u	RE000 GI	DIN EN 14039: 2005-01/LAGA KW/04: 2019-09	40	mg/kg TS	< 40	< 40	< 40
Kohlenwasserstoffe C10-C40	AN/u	RE000 GI	DIN EN 14039: 2005-01/LAGA KW/04: 2019-09	40	mg/kg TS	< 40	< 40	< 40

BTEX und aromatische Kohlenwasserstoffe aus der Originalsubstanz

Benzol	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Toluol	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Ethylbenzol	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
m-/p-Xylol	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
o-Xylol	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Summe BTEX	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	Probenbezeichnung		MP 1	MP 2	MP 3
				BG	Einheit	021228394	021228395	021228396
LHKW aus der Originalsubstanz								
Dichlormethan	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
trans-1,2-Dichlorethen	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
cis-1,2-Dichlorethen	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Chloroform (Trichlormethan)	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
1,1,1-Trichlorethan	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Tetrachlormethan	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Trichlorethen	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Tetrachlorethen	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
1,1-Dichlorethen	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
1,2-Dichlorethan	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Summe LHKW (10 Parameter)	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾

PAK aus der Originalsubstanz

Naphthalin	AN/u	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,08	< 0,05	< 0,05
Acenaphthylen	AN/u	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Acenaphthen	AN/u	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Fluoren	AN/u	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Phenanthren	AN/u	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	1,0	0,44	0,37
Anthracen	AN/u	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,22	0,21	0,15
Fluoranthren	AN/u	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	1,6	1,4	0,60
Pyren	AN/u	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	1,3	1,2	0,53
Benzo[a]anthracen	AN/u	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,79	1,2	0,41
Chrysen	AN/u	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,67	0,95	0,37
Benzo[b]fluoranthren	AN/u	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,74	1,4	0,73
Benzo[k]fluoranthren	AN/u	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,35	0,48	0,22
Benzo[a]pyren	AN/u	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,68	0,94	0,40
Indeno[1,2,3-cd]pyren	AN/u	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,45	0,66	0,32
Dibenzo[a,h]anthracen	AN/u	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,08	0,24	0,06
Benzo[ghi]perylen	AN/u	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,50	0,59	0,30
Summe 16 EPA-PAK exkl. BG	AN/u	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05		mg/kg TS	8,46	9,71	4,46
Summe 15 PAK ohne Naphthalin exkl. BG	AN/u	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05		mg/kg TS	8,38	9,71	4,46

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	Probenbezeichnung		MP 1	MP 2	MP 3
				BG	Einheit	021228394	021228395	021228396

PCB aus der Originalsubstanz

PCB 28	AN/u	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01
PCB 52	AN/u	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01
PCB 101	AN/u	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01	0,04	< 0,01
PCB 153	AN/u	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01
PCB 138	AN/u	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01
PCB 180	AN/u	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Summe 6 DIN-PCB exkl. BG	AN/u	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾	0,04	(n. b.) ¹⁾
PCB 118	AN/u	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Summe PCB (7)	AN/u	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾	0,04	(n. b.) ¹⁾

Phys.-chem. Kenngrößen aus dem 10:1-Schütteleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01

pH-Wert	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 10523 (C5): 2012-04			8,3	8,2	8,2
Temperatur pH-Wert	AN/u	RE000 GI	DIN 38404-4 (C4): 1976-12		°C	22,8	22,8	22,9
Leitfähigkeit bei 25°C	AN/u	RE000 GI	DIN EN 27888 (C8): 1993-11	5	µS/cm	96	104	117

Anionen aus dem 10:1-Schütteleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01

Chlorid (Cl)	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	1,0	mg/l	3,1	< 1,0	3,2
Sulfat (SO4)	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	1,0	mg/l	1,0	1,1	< 1,0
Cyanide, gesamt	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 14403-2: 2012-10	0,005	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005

Elemente aus dem 10:1-Schütteleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01

Arsen (As)	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	0,002	< 0,001	< 0,001
Blei (Pb)	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Cadmium (Cd)	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,0003	mg/l	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003
Chrom (Cr)	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	0,006	< 0,001	< 0,001
Kupfer (Cu)	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,005	mg/l	< 0,005	< 0,005	0,021
Nickel (Ni)	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Quecksilber (Hg)	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 12846 (E12): 2012-08	0,0002	mg/l	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002
Zink (Zn)	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,01	mg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01

Org. Summenparameter aus dem 10:1-Schütteleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01

Phenolindex, wasserdampflich	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 14402 (H37): 1999-12	0,01	mg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01
---------------------------------	------	-------------	------------------------------------	------	------	--------	--------	--------

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	Probenbezeichnung		MP 4	MP 5
				BG	Einheit	021228397	021228398

Probenvorbereitung Feststoffe

Probenmenge inkl. Verpackung	AN/u	RE000 GI	DIN 19747: 2009-07		kg	0,8	0,8
Fremdstoffe (Art)	AN/u	RE000 GI	DIN 19747: 2009-07			nein	nein
Fremdstoffe (Menge)	AN/u	RE000 GI	DIN 19747: 2009-07		g	0,0	0,0
Siebrückstand > 10mm	AN/u	RE000 GI	DIN 19747: 2009-07			ja	ja

Physikalisch-chemische Kenngrößen aus der Originalsubstanz

Trockenmasse	AN/u	RE000 GI	DIN EN 14346: 2007-03	0,1	Ma.-%	91,4	86,6
--------------	------	-------------	-----------------------	-----	-------	------	------

Anionen aus der Originalsubstanz

Cyanide, gesamt	AN/u	RE000 GI	DIN ISO 17380: 2013-10	0,5	mg/kg TS	< 0,5	< 0,5
-----------------	------	-------------	------------------------	-----	----------	-------	-------

Elemente aus dem Königswasseraufschluss nach DIN EN 13657: 2003-01[#]

Arsen (As)	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,8	mg/kg TS	8,7	9,8
Blei (Pb)	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	2	mg/kg TS	39	33
Cadmium (Cd)	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,2	mg/kg TS	0,3	0,2
Chrom (Cr)	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	1	mg/kg TS	27	23
Kupfer (Cu)	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	1	mg/kg TS	37	50
Nickel (Ni)	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	1	mg/kg TS	24	26
Quecksilber (Hg)	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 12846 (E12): 2012-08	0,07	mg/kg TS	3,19	4,26
Thallium (Tl)	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,2	mg/kg TS	< 0,2	< 0,2
Zink (Zn)	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	1	mg/kg TS	121	108

Organische Summenparameter aus der Originalsubstanz

EOX	AN/u	RE000 GI	DIN 38414-17 (S17): 2017-01	1,0	mg/kg TS	< 1,0	< 1,0
Kohlenwasserstoffe C10-C22	AN/u	RE000 GI	DIN EN 14039: 2005-01/LAGA KW/04: 2019-09	40	mg/kg TS	< 40	< 40
Kohlenwasserstoffe C10-C40	AN/u	RE000 GI	DIN EN 14039: 2005-01/LAGA KW/04: 2019-09	40	mg/kg TS	< 40	< 40

BTEX und aromatische Kohlenwasserstoffe aus der Originalsubstanz

Benzol	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Toluol	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Ethylbenzol	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
m-/p-Xylol	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
o-Xylol	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Summe BTEX	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	Probenbezeichnung		MP 4	MP 5
				BG	Einheit	021228397	021228398
LHKW aus der Originalsubstanz							
Dichlormethan	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
trans-1,2-Dichlorethen	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
cis-1,2-Dichlorethen	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Chloroform (Trichlormethan)	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
1,1,1-Trichlorethan	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Tetrachlormethan	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Trichlorethen	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Tetrachlorethen	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
1,1-Dichlorethen	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
1,2-Dichlorethan	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Summe LHKW (10 Parameter)	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾

PAK aus der Originalsubstanz

Naphthalin	AN/u	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,06	< 0,05
Acenaphthylen	AN/u	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,08	< 0,05
Acenaphthen	AN/u	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Fluoren	AN/u	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Phenanthren	AN/u	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,81	0,58
Anthracen	AN/u	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,49	0,23
Fluoranthen	AN/u	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,53	1,4
Pyren	AN/u	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,35	1,3
Benzo[a]anthracen	AN/u	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,68	0,91
Chrysen	AN/u	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,54	0,80
Benzo[b]fluoranthen	AN/u	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,87	1,4
Benzo[k]fluoranthen	AN/u	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,27	0,48
Benzo[a]pyren	AN/u	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,59	0,89
Indeno[1,2,3-cd]pyren	AN/u	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,53	0,71
Dibenzo[a,h]anthracen	AN/u	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,11	0,11
Benzo[ghi]perylen	AN/u	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,48	0,59
Summe 16 EPA-PAK exkl. BG	AN/u	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05		mg/kg TS	6,39	9,40
Summe 15 PAK ohne Naphthalin exkl. BG	AN/u	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05		mg/kg TS	6,33	9,40

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	Probenbezeichnung		MP 4	MP 5
				BG	Einheit	021228397	021228398

PCB aus der Originalsubstanz

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	BG	Einheit	MP 4	MP 5
PCB 28	AN/u	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01
PCB 52	AN/u	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01
PCB 101	AN/u	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01
PCB 153	AN/u	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01
PCB 138	AN/u	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01
PCB 180	AN/u	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01
Summe 6 DIN-PCB exkl. BG	AN/u	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾
PCB 118	AN/u	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01
Summe PCB (7)	AN/u	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾

Phys.-chem. Kenngrößen aus dem 10:1-Schütteleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	BG	Einheit	MP 4	MP 5
pH-Wert	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 10523 (C5): 2012-04			8,3	8,4
Temperatur pH-Wert	AN/u	RE000 GI	DIN 38404-4 (C4): 1976-12		°C	19,4	19,8
Leitfähigkeit bei 25°C	AN/u	RE000 GI	DIN EN 27888 (C8): 1993-11	5	µS/cm	99	98

Anionen aus dem 10:1-Schütteleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	BG	Einheit	MP 4	MP 5
Chlorid (Cl)	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	1,0	mg/l	< 1,0	< 1,0
Sulfat (SO ₄)	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	1,0	mg/l	1,2	3,4
Cyanide, gesamt	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 14403-2: 2012-10	0,005	mg/l	< 0,005	< 0,005

Elemente aus dem 10:1-Schütteleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	BG	Einheit	MP 4	MP 5
Arsen (As)	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	0,001	< 0,001
Blei (Pb)	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	< 0,001	< 0,001
Cadmium (Cd)	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,0003	mg/l	< 0,0003	< 0,0003
Chrom (Cr)	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	< 0,001	< 0,001
Kupfer (Cu)	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,005	mg/l	< 0,005	< 0,005
Nickel (Ni)	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	< 0,001	< 0,001
Quecksilber (Hg)	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 12846 (E12): 2012-08	0,0002	mg/l	< 0,0002	< 0,0002
Zink (Zn)	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,01	mg/l	< 0,01	< 0,01

Org. Summenparameter aus dem 10:1-Schütteleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	BG	Einheit	MP 4	MP 5
Phenolindex, wasserdampflich	AN/u	RE000 GI	DIN EN ISO 14402 (H37): 1999-12	0,01	mg/l	< 0,01	< 0,01

Erläuterungen

BG - Bestimmungsgrenze

Lab. - Kürzel des durchführenden Labors

Akk. - Akkreditierungskürzel des Prüflabors

Aufschluss mittels temperaturregulierendem Graphitblock

Kommentare zu Ergebnissen

¹⁾ nicht berechenbar, da alle Werte < BG.

Die mit AN gekennzeichneten Parameter wurden von der Eurofins Umwelt West GmbH (Wesseling) analysiert. Die Bestimmung der mit RE000GI gekennzeichneten Parameter ist nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 DAkkS D-PL-14078-01-00 akkreditiert.

/u - Die Analyse des Parameters erfolgte in Untervergabe.



DR. SPANG

DR. SPANG
Ingenieurgesellschaft für Bauwesen,
Geologie und Umwelttechnik mbH

Anlage:	7.3
Datum:	08.12.2021
Bearbeiter:	Ma
Projekt-Nr.:	42.7985

**Gegenüberstellung Analysenergebnisse zu den
Zuordnungswerten VwV 2007**

Projekt:
LSW Ettlingen, LSW 1-4

Labornummer	21228394	21228395	21228396	21228397	Zuordnungswerte gem. VwV (Verwaltungsvorschrift Baden-Württemberg) Stand: 14. März 2007
Datum	8.12.2021	8.12.2021	8.12.2021	8.12.2021	
Bezeichnung	MP 1	MP 2	MP 3	MP 4	
Material	LSW 1	LSW 2	LSW 3a+b	LSW 3c	
Einzelproben	11	14	14	30	
Tiefe [m]	0-2	0-2	0-2	0,2	
Art (S U T)	u	u	u	u	
Ausnahme (IIIA *)					

Parameter	Einheit	Ergebnis Analytik				Zuordnungswerte							
		Z 0 Sand	Z 0 Schluff	Z 0 Ton	Z 0* IIIA	Z 0*	Z 1.1	Z 1.2	Z 2				
Feststoff		Ergebnis Analytik				Tab. 6-1 Zuordnungswerte							
Arsen [mg/kg]		8	9	12	9	10	15	20	15/20 ³	45	45	150	
Blei [mg/kg]		43	20	35	39	40	70	100	100	140	210	210	700
Cadmium [mg/kg]		0,2	< 0,2	0,3	0,3	0,4	1,0	1,5	1,0	1,0	3	3	10
Chrom (ges.) [mg/kg]		11	22	22	27	30	60	100	100	120	180	180	600
Kupfer [mg/kg]		38	30	96	37	20	40	60	60	80	120	120	400
Nickel [mg/kg]		14	37	22	24	15	50	70	70	100	150	150	500
Thallium [mg/kg]		< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	0,4	0,7	1,0	0,7	0,7	2,1	2,1	7
Quecksilber [mg/kg]		1,61	0,99	5,43	3,19	0,1	0,5	1,0	1,0	1,0	1,5	1,5	5
Zink [mg/kg]		102	89	120	121	60	150	200	200	300	450	450	1.500
Cyanide (ges.) [mg/kg]		< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	-					3	3	10
EOX [mg/kg]		< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	1	1	1	1	1	3	3	10
KW (C10 - C 22) [mg/kg]		< 40	< 40	< 40	< 40	100	100	100	100	200	300	300	1.000
KW (C10 - C 40) [mg/kg]		< 40	< 40	< 40	< 40	100	100	100	100	400	600	600	2.000
BTX [mg/kg]		n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	1	1	1	1	1	1	1	1
LHKW [mg/kg]		n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	1	1	1	1	1	1	1	1
PCB ₆ [mg/kg]		n.n.	0,04	n.n.	n.n.	0,05	0,05	0,05	0,05	0,10	0,15	0,15	0,5
PAK ₁₆ [mg/kg]		8	10	4	6	3	3	3	3	3	3	9	30
Benzo(a)pyren [mg/kg]		0,7	0,9	0,4	0,9	0,3	0,3	0,3	0,3	0,6	0,9	0,9	3
Eluat													
pH-Wert ¹⁾		8,3	8,2	8,2	8,3	6,5 - 9,5				6,5 - 9,5	6 - 12	5,5 - 12	
el. Leitfähigkeit ¹⁾ [µS/cm]		96	104	117	99	250				250	1500	2.000	
Chlorid [mg/l]		3	< 1	3	< 1	30				30	50	100	
Sulfat ²⁾ [mg/l]		1	1	< 1	1	50				50	100	150	
Arsen [µg/l]		< 5	< 1	< 1	1	-	-	-	14	14	14	20	60
Blei [µg/l]		< 1	< 1	< 1	< 1	-	-	-	40	40	40	80	200
Cadmium [µg/l]		< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	-	-	-	1,5	1,5	1,5	3	6
Chrom (ges.) [µg/l]		6,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	-	-	-	12,5	12,5	12,5	25	60
Kupfer [µg/l]		< 5	< 5	21	< 5	-	-	-	20	20	20	60	100
Nickel [µg/l]		< 1	< 1	< 1	< 1	-	-	-	15	15	15	20	70
Quecksilber [µg/l]		< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	-	-	-	0,5	0,5	0,5	1	2
Zink [µg/l]		< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0	-	-	-	150	150	150	200	600
Cyanide (ges.) [µg/l]		< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	5				5	10	20	
Phenolindex [µg/l]		< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0	20				20	40	100	

AUSWERTUNG nur Feststoff	Z 2	Z 2	> Z 2	Z 2	Werden bei Bodenmaterial, das einer Bodenart Ton, Schluff oder Sand zugeordnet werden kann, die Zuordnungswerte Z 0 im Feststoff eingehalten, ist eine Untersuchung im Eluat nicht erforderlich. Punkt 6.1 Abs. 2 VwV
------------------------------------	------------	------------	-----------------	------------	---

AUSWERTUNG Feststoff u. Eluat	Z 2	Z 2	> Z 2	Z 2	rot : > Z 2
---	------------	------------	-----------------	------------	-----------------------

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

Fußnoten und Hinweise:

¹ Überschreitungen dieser Parameter allein kein Ausschlusskriterium.

² Bei großflächigen Verwertungen von Bodenmaterial mit mehr als 20 mg/l Sulfat im Eluat sind in Gebieten ohne erhöhte Sulfatge. im GW grundwassereinzugsbezogene Frachtbetrachtungen anzustellen.

³ Der Wert 15 mg/kg gilt für Material der Bodenarten Sand und Schluff. Für Material der Bodenart Ton gilt 20 mg/kg.

 DR. SPANG Ingenieurgesellschaft für Bauwesen, Geologie und Umwelttechnik mbH	Anlage:	7.3
	Datum:	08.12.2021
	Bearbeiter:	Ma
	Projekt-Nr.:	42.7985
Gegenüberstellung Analysenergebnisse zu den Zuordnungswerten VwV 2007		Projekt: LSW Ettlingen, LSW 1-4

Labornummer	21228398				Zuordnungswerte gem. VwV (Verwaltungsvorschrift Baden-Württemberg) Stand: 14. März 2007
Datum	8.12.2021				
Bezeichnung	MP 5				
Material	LSW 4				
Einzelproben	12				
Tiefe [m]	0-2				
Art (S U T)	u				
Ausnahme (IIIA *)					

Parameter	Einheit				Z 0 Sand	Z 0 Schluff	Z 0 Ton	Z 0* IIIA	Z 0*	Z 1.1	Z 1.2	Z 2
Feststoff		Ergebnis Analytik			Tab. 6-1 Zuordnungswerte							
Arsen [mg/kg]		10			10	15	20	15/20 ³	45	45	150	
Blei [mg/kg]		33			40	70	100	100	140	210	210	700
Cadmium [mg/kg]		0,2			0,4	1,0	1,5	1,0	1,0	3	3	10
Chrom (ges.) [mg/kg]		23			30	60	100	100	120	180	180	600
Kupfer [mg/kg]		50			20	40	60	60	80	120	120	400
Nickel [mg/kg]		26			15	50	70	70	100	150	150	500
Thallium [mg/kg]		< 0,20			0,4	0,7	1,0	0,7	0,7	2,1	2,1	7
Quecksilber [mg/kg]		4,26			0,1	0,5	1,0	1,0	1,0	1,5	1,5	5
Zink [mg/kg]		108			60	150	200	200	300	450	450	1.500
Cyanide (ges.) [mg/kg]		< 0,5			-					3	3	10
EOX [mg/kg]		< 1,0			1	1	1	1	1	3	3	10
KW (C10 - C 22) [mg/kg]		< 40			100	100	100	100	200	300	300	1.000
KW (C10 - C 40) [mg/kg]		< 40			100	100	100	100	400	600	600	2.000
BTX [mg/kg]		n.n.			1	1	1	1	1	1	1	1
LHKW [mg/kg]		n.n.			1	1	1	1	1	1	1	1
PCB ₆ [mg/kg]		n.n.			0,05	0,05	0,05	0,05	0,10	0,15	0,15	0,5
PAK ₁₆ [mg/kg]		9			3	3	3	3	3	3	9	30
Benzo(a)pyren [mg/kg]		0,9			0,3	0,3	0,3	0,3	0,6	0,9	0,9	3
Eluat												
pH-Wert ¹⁾		8,4			6,5 - 9,5					6,5 - 9,5	6 - 12	5,5 - 12
el. Leitfähigkeit ¹⁾ [µS/cm]		98			250					250	1500	2.000
Chlorid [mg/l]		< 1			30					30	50	100
Sulfat ²⁾ [mg/l]		3			50					50	100	150
Arsen [µg/l]		< 1			-	-	-	14	14	14	20	60
Blei [µg/l]		< 1			-	-	-	40	40	40	80	200
Cadmium [µg/l]		< 0,3			-	-	-	1,5	1,5	1,5	3	6
Chrom (ges.) [µg/l]		< 1,0			-	-	-	12,5	12,5	12,5	25	60
Kupfer [µg/l]		< 5			-	-	-	20	20	20	60	100
Nickel [µg/l]		< 1			-	-	-	15	15	15	20	70
Quecksilber [µg/l]		< 0,2			-	-	-	0,5	0,5	0,5	1	2
Zink [µg/l]		< 10,0			-	-	-	150	150	150	200	600
Cyanide (ges.) [µg/l]		< 5,0			5					5	10	20
Phenolindex [µg/l]		< 10,0			20					20	40	100

AUSWERTUNG nur Feststoff	Z 2				Werden bei Bodenmaterial, das einer Bodenart Ton, Schluff oder Sand zugeordnet werden kann, die Zuordnungswerte Z 0 im Feststoff eingehalten, ist eine Untersuchung im Eluat nicht erforderlich. Punkt 6.1 Abs. 2 VwV
------------------------------------	------------	--	--	--	---

AUSWERTUNG Feststoff u. Eluat	Z 2				rot : > Z 2
---	------------	--	--	--	-----------------------

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

Fußnoten und Hinweise:

¹ Überschreitungen dieser Parameter allein kein Ausschlusskriterium.

² Bei großflächigen Verwertungen von Bodenmaterial mit mehr als 20 mg/l Sulfat im Eluat sind in Gebieten ohne erhöhte Sulfatge. im GW grundwassereinzugsbezogene Frachtbetrachtungen anzustellen.

³ Der Wert 15 mg/kg gilt für Material der Bodenarten Sand und Schluff. Für Material der Bodenart Ton gilt 20 mg/kg.