



DR. SPANG

INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR BAUWESEN, GEOLOGIE UND UMWELTECHNIK MBH

DB InfraGO AG
Projekte Residenzbahn, V.II-SW-M-L
Herr Daniel Budzen
Gutschstraße 6
76137 Karlsruhe

Projekt-Nr.
46.11021

Datei
P11021b260213

Diktat
Kor/OI

Büro
Esslingen

Datum
17.02.2026

Geotechnische Begutachtung der Böschung unter der SÜ- Neuwiesenstraße, Strecke 4200, km 12,986 der

- Baugrundgutachten und Böschungsbruchberechnung -

Auftrag vom 07.08.2025

Bestellnummer 0016/RL1/13994884

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, Hahnstraße 40, 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
30655 Hannover, Leo-Symphier-Promenade 65, Tel. (0511) 132 291-50, Fax 132 291-90, hannover@dr-spang.de
06618 Naumburg, Wilhelm-Franke-Straße 11, Tel. (03445) 762-25, Fax 762-20, naumburg@dr-spang.de
90491 Nürnberg, Erlenstegenstraße 72, Tel. (0911) 964 56 65-0, Fax 964 56 65-5, nuernberg@dr-spang.de
85521 Ottobrunn, Alte Landstraße 29, Tel. (089) 277 80 82-60, Fax 277 80 82-90, muenchen@dr-spang.de
14482 Potsdam, Walter-Klaus-Straße 25, Tel. (0331) 231 843-0, Fax 231 843-20, berlin@dr-spang.de
A-6330 Kufstein, Salurnerstraße 22, Tel. +43 (5372) 23 20-00, Fax 23 20-20, kufstein@dr-spang.at

Banken: Deutsche Bank AG, Witten, IBAN: DE42 4307 0024 0813 9511 00, BIC: DEUTDE33HAN
Stadtsparkasse Witten, IBAN: DE59 4525 0035 0000 0049 11, BIC: WELADED1WTN



INHALT	SEITE
1. ALLGEMEINES	5
1.1 Projekt	5
1.2 Auftrag	5
1.3 Unterlagen	6
1.4 Untersuchungen	7
2. GEOTECHNISCHE VERHÄLTNISSE	8
2.1 Morphologie, Vegetation und Bebauung	8
2.2 Baugrund	8
2.3 Hydrogeologie / Grundwasser	11
2.4 Bodenmechanische Laborversuche	13
2.5 Umwelttechnische Untersuchungen	16
2.6 Sonstige Randbedingungen und Eigenschaften	16
3. TECHNISCHE EIGENSCHAFTEN UND KENNWERTE	17
3.1 Klassifizierung für bautechnische Zwecke	17
3.2 Bodenkennwerte	18
3.3 Felsmechanische Kennwerte	19
3.4 Homogenbereiche	20
3.4.1 Allgemeines	20
3.4.2 DIN 18 300 Erdarbeiten	21
3.4.3 DIN 18 301 Bohrarbeiten	23
3.4.4 DIN 18 304 Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten	25
3.4.5 DIN 18 320 Landschaftsbauarbeiten	26
4. FOLGERUNGEN	27
4.1 Böschungsuntersuchung	27
4.2 Baugrube	29
4.3 Grundwasserhaltung	31
4.4 Nachbarbebauung	31
4.5 Geotechnische Kategorie	31
5. EMPFEHLUNGEN	32



INHALT	SEITE
5.1 Böschungsgestaltung	32
5.2 Baugruben	33
5.3 Wasserhaltung / Abdichtung	34
5.4 Sonstige Empfehlungen	35

6. ANLAGEN

- Anlage 1: Übersichtslageplan, 1 : 200.000 (2)
- Anlage 2: Lageplan mit Aufschlusspunkten, 1 : 250 (2)
- Anlage 3: Geotechnischer Schnitt 1 : 500 (2)
- Anlage 4: Ergebnisse der Baugrundaufschlüsse (1)
- Anlage 4.1: Zeichenerläuterung Baugrunderkundung (2)
- Anlage 4.2: Bohrsondierungen (BS) (4)
- Anlage 4.3: Schwere Rammsondierung (DPH) (4)
- Anlage 4.4: Kernbohrungen (BK) (entfällt)
- Anlage 5: Bodenmechanische Laborversuche (11)
- Anlage 6: Böschungsbruchberechnung (2)
- Anlage 7: Chemische Analytik (1)
- Anlage 7.1: Probenahmeprotokoll (1)
- Anlage 7.2: Prüfbericht (2)
- Anlage 7.3: Betonaggr. (1)



INHALT

SEITE

Änderungshistorie

Rev.	Datum	Bearbeitender	Notiz



1. ALLGEMEINES

1.1 Projekt

Im Zuge des Projekts 740 m Wilferdingen–Singen, Strecke 4200 Karlsruhe–Pforzheim, ist unterhalb der bestehenden Straßenüberführung bei km 12,986 die Herstellung eines zusätzlichen Gleises vorgesehen. Bereits beim Bau der Straßenüberführung wurde konstruktiv eine zusätzliche Gleislage berücksichtigt.

Ziel der vorliegenden geotechnischen Untersuchung ist die Ermittlung des maximal zulässigen Böschungswinkels für die geplante Böschung unterhalb der SÜ-Neuwiesenstraße.

Die Planung der Umbaumaßnahme erfolgt durch OBERMEYER Infrastruktur GmbH & Co. KG. im Auftrag der DB Station & Service AG. Im Bereich der SÜ bei km 12,986 liegt derzeit eine Streckenführung mit zwei Gleisen vor. Die Strecke ist elektrifiziert. Nördlich der Gleise verläuft derzeit ein asphaltierter Wirtschaftsweg, der für den Bau des zusätzlichen Gleises rückgebaut wird. Ausweislich dem Bestandsplan [U 11] ist die SÜ auf Pfählen im Unteren Muschelkalk gegründet.

Mittels der Baugrunduntersuchung und einer Böschungsbruchberechnung soll der maximale Böschungswinkel zwischen den Gleisen und den Widerlagern ermittelt werden.

Die Verkehrsstation Wilferdingen-Singen ist im Übersichtsplan (Anlage 1) dargestellt. Die Lage der untersuchten Böschung ist dem Lageplan in Anlage 2 zu entnehmen

1.2 Auftrag

Für den geplanten Umbau der SÜ km 12,986 der Strecke 4200 wurde die Dr. Spang GmbH von der DB InfraGO AG mit der Durchführung einer Baugrunduntersuchung beauftragt. Die Ergebnisse der Baugrunduntersuchung sind in einem Baugrundgutachten zusammenzufassen und zu bewerten. Zusätzlich soll der maximale Böschungswinkel zwischen den Widerlagern der SÜ und den Gleisen ermittelt werden.



Auf Basis unseres Angebots A 46.21889 vom 29.07.2025 wurde von der DB InfraGO AG mit Schreiben vom 07.08.2025 der Dr. Spang GmbH der Auftrag mit der Bestellnummer 0016/RL1/13994884 erteilt, die entsprechenden Leistungen auszuführen.

1.3 Unterlagen

Es wurden die nachfolgend aufgeführten Unterlagen verwendet:

- [U 1] Projektauftrag Verkehrsstation Wilferdingen-Singen, Strecke 4200, Projektnummer G.011605180;** Kerstin Käster (I.SP-SW-IM), DB Station & Service AG.
- [U 2] Geologie von Baden-Württemberg, 5. Auflage;** O.F. Geyer / M.P. Gwinner, Schweizerbart Stuttgart, 2011.
- [U 3] Geologische Karte von Baden-Württemberg, 1:50.000;** Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg, Abfrage vom 19.01.2026.
- [U 4] Ingenieurgeologische Gefahren in Baden-Württemberg;** Regierungspräsidium Freiburg, Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau, Freiburg i. Br., 2005.
- [U 5] Ingenieurgeologische Gefahrenhinweiskarte von Baden-Württemberg;** Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg, Abfrage vom 19.01.2026.
- [U 6] Daten- und Kartendienst der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg;** <https://www.lubw.baden-wuerttemberg.de>, Abfrage vom 15.01.2026.
- [U 7] Bohrprofile umliegender Bohrungen und Grundwassermessstellen,** Archiv des Landesamtes für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg, 23.06.2023
- [U 8] Hydrogeologische Erkundung Baden-Württemberg, Hydrogeologische Grundkarte, Enzkreis, Mappe 1,** Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg, 2004.



[U 9] Hydrogeologische Erkundung Baden-Württemberg, Grundwasserhaushalt, Enzkreis, Mappe 2, Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg, 2008

[U 10] Bauwerksplan, Berme SÜ K 4580, Bahn km 12,9+80 -12,9+93, OBERMEYER Infrastruktur, Stuttgart.

[U 11] Bestandsplan Brücke Nr. 7017-581, Unterführung der Bahnlinie Karlsruhe - Pforzheim bei Singen, K 4580, Max Früh Achern, 1975.

[U 12] 740m Bf Wilferdingen-Singen Baugrundkonzept, Lageplan mit Erkundungspunkten, 1:1000, Anlage 1, Blatt 5-6/16, gbm Baugrundinstitut mbH, Ettlingen 12.2024

1.4 Untersuchungen

Am 09.12.2025 wurden 4 Kleinrammbohrungen (BS) nach DIN EN ISO 22 475-1 (Schuppen-Ø 40 – 60 mm) und 4 Schwere Rammsondierungen nach DIN EN ISO 22 476-2 bis in eine maximale Tiefe von 9,4 m unter Geländeoberfläche (GOF) im Bereich der SÜ ausgeführt. Die Baugrunderkundung war seitens der DB InfraGO AG mit [U 12] vorgegeben.

Das Bohrgut wurde nach den Maßgaben der DIN EN ISO 14 688 (Boden) / 14 689 (Fels) geotechnisch aufgenommen und nach DIN 18 196 gruppiert. Die Ergebnisse der Bohrgutaufnahmen sind gemäß DIN 4023 in Anlage 4.2 dargestellt. Die Schweren Rammsondierungen sind gemäß DIN EN ISO 22 476-2 als Rammdiagramme in Anlage 4.3 enthalten.

Aufschlussbezeichnung	Ansatzhöhe [m NHN]	Endteufe	
		[m NHN]	[m u. GOF]
BS 21	161,33	153,03	8,30
BS 22	159,17	152,97	6,20
BS 23	158,60	154,40	4,20
BS 24	161,95	155,45	6,50
DPH 21	161,30	151,9	9,40
DPH 22	159,24	151,74	7,50



Aufschlussbezeichnung	Ansatzhöhe	Endteufe	
DPH 23	158,45	154,25	4,20
DPH 24	161,65	153,65	8,0

Tabelle 1.4-1: Bezeichnung der Baugrundaufschlüsse und Höhe

Alle Aufschlüsse wurden lage- und höhenmäßig eingemessen. Die Lage der Aufschlusspunkte ist in der Anlage 2 dargestellt. Die Ansatzhöhen und Endteufen der Aufschlüsse sind den Darstellungen in Anlage 3 und der Tabelle 1.4-1 zu entnehmen.

2. GEOTECHNISCHE VERHÄLTNISSE

2.1 Morphologie, Vegetation und Bebauung

Das untersuchte Gebiet der SÜ befindet sich ca. 550 m östlich des Bahnhofs Wilferdingen-Singen. Das Gelände im Bereich der SÜ ist weitestgehend eben ausgebildet und liegt auf einer Kote von ca. 155 bis 158 m NHN. Die Straßenzuführung zur SÜ erfolgt über einen bis zu 10 m hohen Damm. Die Gleisoberkante liegt im Bereich der SÜ bei ca. 158,8 mNHN und die Straße auf einer Höhe von ca. 166 mNHN bis 170 mNHN.

Nördlich der Gleisanlagen verläuft unterhalb der SÜ entlang der Böschung ein Wirtschaftsweg, der rückgebaut wird.

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

2.2 Baugrund

Nach der geologischen Karte [U 3] stehen im Projektgebiet unterhalb der im Böschungsbereich befindlichen Auffüllungen die holozäne Abschwemmmassen (qhz) an. Unterhalb der holozänen Abschwemmmassen stehen die Gesteine des Unteren Muschelkalks (mu) an.



Die holozäne Abschwemmmassen bestehen aus Schluff wechselnd tonig bis sandig, mehr oder weniger humos, z.T. schwach kalkhaltig graubraun bis gelbbraun. Bei den Gesteinen unteren Muschelkalks handelt es sich um Schluffsteine mit Dolomit- und Kalksteinbänken.

Schicht Nr.	Bezeichnung	Schichtmäch- tigkeit [m]	Bodenbeschreibung	
			Bodenart / Farbe	Konsistenz / Lage- rungsdichte
1b	Auffüllung (bindig)	0,5 – 0,8	Ton, stark schluffig, schwach sandig, kiesig Schluff, schwach tonig schwach sandig, schwach kiesig / gelblichbraun, grau- braun	weich – halbfest
1a	Auffüllung (rollig) ¹⁾	0,3 – 1,1	Kies, sandig bis stark sandig, lokal schluffig / gelblichbraun, graubraun	locker - mitteldicht
2a	Holozäne Ab- schwemmmassen/ umgelagerter Löss	3,4 – 7,8	Schluff, schwach tonig, schwach feinsandig Ton, (stark) schluffig, schwach bis stark kiesig, schwach humos -orga- nisch / graubraun bis gelb- braun	breiig - steif
4	Unterer Muschel- kalk ¹⁾	0,4 – 6,7	Schluffstein, Dolomit- stein / grau, gelb	-

1) nur in Archivbohrungen erkundet

Tabelle 2.2-1: Schematischer Baugrundaufbau

Der erkundete Schichtaufbau entspricht stratigraphisch den Angaben der geologischen Karte [U 1].

Zur Beurteilung der Lagerungsdichte des Bodens sowie der Zustandsform sind Sondierungen mit der Schweren Rammsonde (Fallgewicht 50 kg, Fallhöhe 50 cm, Spitzenquerschnitt 15 cm²) nach DIN EN ISO 22 476-2 ausgeführt worden. Mit der Rammsonde wird u.a. die in Tabelle 2.2-1 angegebene Lagerungsdichte / Konsistenz abgeschätzt.

Unterhalb des Grundwasserspiegels werden insbesondere bei grobkörnigen Böden trotz gleicher Lagerungsdichte geringere Eindringwiderstände gemessen. Bei den bindigen Böden ist zudem die



Lagerungsstörung beim Rammvorgang zu berücksichtigen, die eine geringere Konsistenz vor-
täuscht als der ungestörte Boden tatsächlich aufweist. In diesem Fall ist die Konsistenz aus der
Bohrgutansprache zuverlässiger, auch wenn diese zwangsläufig ebenfalls gestört ist. Dies wurde
bei der Angabe der Lagerungsdichte und Konsistenz berücksichtigt. Weiterhin werden die Ergeb-
nisse aus den bodenmechanischen Laborversuchen berücksichtigt.

Schicht 1b – Auffüllung bindig: Die bindigen Auffüllungen wurden in allen Kleinrammbohrungen
mit Mächtigkeiten zwischen 0,5 m und 0,8 m angetroffen. Die bindigen Auffüllungen traten als
schwach toniger, schwach sandiger, schwach kiesiger Schluff bzw. als schwach sandiger, kiesiger
stark schluffiger Ton in Erscheinung. An dem Bohrgut wurde eine weiche bis halbfeste Konsistenz
festgestellt.

Bei der Rammsondierung mit der schweren Rammsonde wurden in den bindigen Auffüllungen
Schlagzahlen $N_{10} = 3 - 12$ festgestellt, die auf eine weiche bis halbfeste Konsistenz hindeuten. Die
mit den Rammsondierungen ermittelte Zustandsform stimmt weitgehend mit den am Bohrgut ermit-
telten Zustandsformen überein

Schicht 1a – Auffüllung rollig: Die rolligen Auffüllungen der Schicht 1a bestehen aus sandigen bis
stark sandige, schwach bis schluffigen Kiesen in brauner bis grauer Farbe. Die rolligen Auffüllungen
wurden in allen Kleinrammbohrungen bis auf BS 21 mit Mächtigkeiten zwischen 0,3 m und 1,1 m
erkundet.

Bei den Rammsondierungen mit der schweren Rammsonde wurden in den rolligen Auffüllungen
typische Schlagzahlen $N_{10} = 5 - 12$ festgestellt, die auf eine lockere bis mitteldichte Lagerung hin-
deuten. Vereinzelte höhere Schlagzahlen bis $N_{10} = 28$ sind eher auf Steine als auf eine höhere La-
gerungsdichte zurückzuführen.

Schicht 2a – holozäne Abschwemmmassen/umgelagerter Löss: Die Schicht 2a wurde in allen
Kleinrammbohrungen mit Mächtigkeiten zwischen ca. 3,4 m bis mindestens 7,5 m angetroffen. Die
holozänen Abschwemmmassen lagen als schwach toniger bis toniger Schluff vor und waren in den
Baugrubenaufschlüssen BS 21 und BS 23 überwiegend nass. Bei den holozänen Abschwemmmas-
sen handelt es sich um umgelagerten Löss bzw. Lösslehm, der von den südlich gelegenen Lössab-
lagerungen stammt. Am Bohrgut und bei den bodenmechanischen Untersuchungen wurde eine



überwiegend weiche, teils auch weiche bis steife Zustandsform sowie auch breiige Zustandsform festgestellt.

In der Schicht 2a wurden typische Schlagzahlen $N_{10} = 2 - 10$ bei den Rammsondierungen ermittelt, die einer weichen bis steifen Zustandsform entsprechen. Zur Tiefe hin steigen die Schlagzahlen teilweise bis $N_{10} = 22$ an. Der stetige Anstieg der Schlagzahlen dürfte auf Mantelreibung am Gestänge zurückzuführen sein und kann daher nicht einer Zustandsform zugeordnet werden.

Schicht 4 – Unterer Muschelkalk: Im Rahmen unserer Erkundung im Bahnhofsbereich wurde der Untere Muschelkalk in Form von Schluff-, Kalk- und Dolomitsteinen erkundet. In der Kernbohrung BK 1 im Bereich der PU im Bf Wilferdingen wurde der Untere Muschelkalk ab einer Tiefe von 7,6 m u. GOK (ca. 155,6 m NHN) angetroffen. Ausweislich des Bohrprofils im Bestandsplan [U 11] ist ab 152,5 m NHN mit zersetztem Unteren Muschelkalk und ab ca. 148,8 m NHN mit schwach verwittertem bis frischem Unteren Muschelkalk zu rechnen. Die Endteufen der Rammsondierungen geben mit Schlagzahlen $N_{10} > 100$ die Oberkante des Felses wieder.

2.3 Hydrogeologie / Grundwasser

Während der Erkundung konnte Grundwasser in zwei der vier Kleinrammbohrungen eingemessen werden. Bei den beiden weiteren Kleinrammbohrungen konnte aufgrund des nicht standfesten Bohrloches der Grundwasserspiegel nicht eingemessen werden. Die angetroffenen Wasserstände sind in Tabelle 2.3-1 zusammengefasst.

Bohrung	Datum	Höhe Ansatzpunkt Bohrung [m NHN]	Wasser angebohrt	
			[m u. Ansatzpunkt]	[m NHN]
BS 21	09.12.2025	161,33	4,6	156,73
BS 23	09.12.2025	158,6	1,1	157,5

Tabelle 2.3-1: Angetroffene Wasserstände während der Baugrunderkundung

Die Schicht 2 ist als gering durchlässiger Grundwasserstauer bis Grundwassergeringleiter einzustufen. In der Schicht 4 ist mit einem gering bis mittel ergiebigen Kluftgrundwasservorkommen zu rechnen. Im Unteren Muschelkalk ein halbgespannter Grundwasserleiter ausgebildet.



Entsprechend [U 8] und [U 9] ist in dem Unteren Muschelkalk und dem darunter lagernden Buntsandstein mit artesisch gespanntem Grundwasser zu rechnen. Der Druckspiegel liegt entsprechend [U 9] bei ca. 160 m NHN für den Unteren Muschelkalk und ebenfalls bei ca. 155 m NHN für den Buntsandstein, was ca. 5 m über der Geländeoberkante (GOK) liegt. Bei der Bohrung BK 1 im Bereich der PU im Bf Wilferdingen-Singen und der Bohrungen im Bestandsplan, die in den Unteren Muschelkalk abgeteuft wurden, ist kein artesisch gespanntes Grundwasser festgestellt worden

Das Vorkommen von artesisch gespanntem Grundwasser bezieht sich auf 4 Trinkwasserbrunnen des Zweckverbandes Alb-Pfingz in Wilferdingen und Nöttingen, die in Tiefe von 46,3 m bis 61,0 m u. GOK ausgebaut sind und Grundwasser im Buntsandstein erschließen. Diese Trinkwasserbrunnen liegen ca. 2 km südlich des Bf Wilferdingen-Singen. Für die Grundwassermessstellen die 300 m westlich des Bf Wilferdingen und ca. 1 km östlich des Bf Wilferdingen liegen und im Unteren Muschelkalk und Buntsandstein ausgebaut sind, sind in [U 8] Grundwasserflurabständen von > 2 m ausgewiesen.

Die Bewertung der Grundwasserstände wurde nach DIN EN 1997-2, 3.6.3 auf Grundlage der verfügbaren Informationen vorgenommen. Grundwassermessstellen bei denen der Wasserstand über einen längeren Zeitraum aufgezeichnet ist, sind gemäß [U 7] in greifbarer Entfernung nicht vorhanden, sodass auf entsprechende Messdaten nicht zurückgegriffen werden konnte. Da zuverlässige Daten von Langzeitmessungen für den unmittelbaren Bereich des geplanten Bauwerks fehlen, ist es erforderlich, den Bemessungswasserstand und den Bauwasserstand vorsichtig auf Grundlage der begrenzt verfügbaren Informationen abzuschätzen. Aufgrund neuer Erkenntnisse aus der aktuell laufenden Baumaßnahme, wird der **Bauwasserstand** (der während der Bauzeit zu erwartende höchste Wasserstand) auf 158,0 m NHN und der **Bemessungswasserstand** (der während der voraussichtlichen Nutzungs- bzw. Lebensdauer zu erwartende höchste Wasserstand) auf 158,5 m NHN bei km 12,990 im Baugrund angegeben.

Darüber hinaus können aufgrund von Durchlässigkeitsunterschieden Stauwasserhorizonte bis in Höhe der Geländeoberfläche auftreten. Diese weisen in der Regel eine geringe Ergiebigkeit auf und bluten bei Anschnitt relativ schnell aus.

Aufgrund der schwachen Durchlässigkeit der oberflächennah anstehenden Auffüllungen (Schicht 1b) sowie die darunter liegenden der bindigen Ablagerungen der holozänen Abschwemmmassen



des (Schicht 2a,) 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.

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 Schichtwasser 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. Hierbei ist zu beachten, dass das Schicht- und Grundwasser in der Regel nicht dauerhaft drainiert werden darf.

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⁾
1b	Auffüllung (bindig)	$1 \times 10^{-6} - 5 \times 10^{-8}$	schwach durchlässig bis sehr schwach durchlässig
1a	Auffüllung (rollig)	$5 \times 10^{-3} - 1 \times 10^{-6}$	schwach durchlässig bis stark durchlässig
2a	Holozäne Abschwemmmassen/umgelagerter Löss	$1 \times 10^{-6} - 5 \times 10^{-9}$	schwach durchlässig bis sehr schwach durchlässig
4	Unterer Muschelkalk	$1 \times 10^{-5} - 5 \times 10^{-9}$	durchlässig bis sehr schwach 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 von der Dr. Spang GmbH an ausgewählten Bodenproben die nachfolgend aufgeführten bodenmechanischen Laborversuche durchgeführt.



- 5 x Bestimmung der Wassergehalte (Anlage 5.1)
- 4 x Kombinierte Sieb-/Schlammanalyse nach DIN EN ISO 17892-4 (Anlage 5.2)
- 4 x Bestimmung der Konsistenzgrenzen nach DIN EN ISO 17 892-12 (Anlage 5.3)
- 2 x Bestimmung der Schrumpfgrenze nach DIN 18 122-2 (Anlage 5.4)

Die nachstehende Tabelle 2.4-1 gibt eine Übersicht über die ermittelten Wassergehalte.

Aufschluss	Tiefe [m]	Bodenart	Schicht	w _n [%]
BS 21	2,2 – 3,4	U, s`	Schicht 2a	24,7
	4,4 – 5,4	U, s`	Schicht 2a	25,0
BS 23	1,8 – 2,8	U, s`	Schicht 2a	23,2
BS 24	3,0 – 4,1	U, s`	Schicht 2a	22,1
	6,2 – 6,5	T, u, s`	Schicht 2a	22,3

Tabelle 2.4-1:: Ergebnisse der Wassergehaltsbestimmung nach DIN EN ISO 17 892-1

In Proben aus der Schicht 2a (holozäne Abschwemmmassen/umgelagerter Löss) wurden Wassergehalte von 22,1 bis 25,0 % festgestellt, die im zu erwartenden Bereich liegen. Die Wassergehalte der untersuchten Proben aus Schicht 2 liegen erfahrungsgemäß im Bereich der weichen Zustandsform schluffiger-toniger Böden.

Die nachfolgende Tabelle 2.4-2 gibt eine Übersicht über die Ergebnisse der Untersuchung der Kornverteilung der Mischprobe MP1 – MP4 aus den Schichten (1, 2a, und 2b).

Aufschluss	Tiefe [m]	Schicht	Schlamm- korn ¹⁾ [%]	Feinst- korn-an- teil ²⁾ [%]	Bodenart ³⁾	Boden- gruppe ⁴⁾
3						
BS 22, BS 24	MP1: 0,0 – 1,9	1	33	0,9	A (U, s`, g*)	GU*
BS 21	MP2: 0,5 – 8,3	2a, 2a`	98	6,2	T, u*	TL, UL ⁵⁾
BS21, BS22, BS23	MP3: 0,8 – 6,5	2a, 2a`	97,2	5,9	T, u*	TL, UL ⁵⁾
BS24	MP4: 0,0 – 6,5	1b, 2a	96,4	6,9	T, u*	TL, UL ⁵⁾

1) Korngröße ≤ 0,063 mm

2) Korngröße ≤ 0,002 mm

3) DIN EN ISO 14 688 / DIN 4023



- 4) DIN 18 196
5) unter Berücksichtigung der Plastizitätsuntersuchungen

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

Die Schicht 1 Auffüllungen ist entsprechend der Bestimmung der Kornverteilung den Bodengruppen der schluffigen stark schluffigen Kiese GU* nach DIN 18 196 zuzuordnen.

Die bindigen Schichten der holozänen Abschwemmmassen bestehen fast ausschließlich aus Schluff und werden den Bodengruppen der leichtplastischen Tone oder Schluffe TL oder UL nach DIN 18 196 zugeordnet.

Der nachstehenden Tabelle sind die Ergebnisse der Plastizitätsuntersuchungen zu entnehmen.

Aufschluss	Tiefe [m]	Schicht	Bodenart	w _n [%]	w _L [%]	I _P [%]	I _c [-]	Konsistenz	Boden- gruppe ¹⁾
BS 21	3,4 – 4,4	2a	T, u*, s`	24,3	28,8	9,6	0,46	breiig	TL, ST
BS 22	1,5 – 2,5	2a	T, u, s`	25,8	31,2	11,9	0,46	breiig	TL
BS 23	2,8 – 3,7	2a	T, u, s`	23,8	30,2	12,0	0,53	weich	TL
BS 24	1,9 – 3,0	2a	T, u*, s`	22,1	19,2	8,6	0,66	weich	ST

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

1) DIN 18 196

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

Die Plastizitätsuntersuchungen an der Schicht 2a der holozänen Abschwemmmassen ergaben eine weiche bis breiige Konsistenz sowie eine Einstufung in die Bodengruppe TL, ST (Leichtplastische Tone, Sand-Ton-Gemische nach DIN 18196).

Der nachstehenden Tabelle sind die Ergebnisse der Bestimmung der Schrumpfgrenze zu entnehmen.

Aufschluss	Tiefe [m]	Schicht	Bodenart	Korndichte [g/cm ³]	W _s [%]	Boden- gruppe ¹⁾
BS 22	1,5 – 2,5	2a	T, u, s`	2,65	20,33	TL



Auf-schluss	Tiefe [m]	Schicht	Bodenart	Korndichte [g/cm ³]	W _s [%]	Boden- gruppe ¹⁾
BS 24	1,9 – 3,0	2a	T, u*, s`	2,65	19,87	ST

W_s = Schrumpfgrenze

1) DIN 18 196

Tabelle 2.4-4: Ergebnisse der Schrumpfgrenzuntersuchung nach DIN EN ISO 18 122-2

Die ermittelte Schrumpfgrenze von im Mittel rund 20 % steht in guter Übereinstimmung mit den aus der Plastizitätsuntersuchung bestimmten Bodengruppen TL und UL. Der Wert weist auf eine geringe bis mäßige Schwindempfindlichkeit hin, wie sie für schwach plastische Tone und schluffige Böden typisch ist.

Wenn der Wassergehalte der Schicht 2a unter die Schrumpfgrenze W_s = 20 % sinkt, ist bei weiterer Austrocknung mit einer geringen Volumenabnahme zu rechnen, die jedoch aufgrund der Einstufung in die Bodengruppe TL nicht mit stark ausgeprägtem Schwindverhalten oder intensiver Rissbildung, wie bei hochplastischen Tönen vergleichbar ist.

2.5 Umwelttechnische Untersuchungen

Umwelttechnische Untersuchungen sind nicht beauftragt und sind daher auch nicht Bestandteil des vorliegenden geotechnischen Berichts.

2.6 Sonstige Randbedingungen und Eigenschaften

Nach DIN 4149:2005-04 liegt das Projektgebiet in der Erdbebenzone 0 und der Untergrundklasse R (Gebiete mit felsartigem Gesteinsuntergrund). Das Projektgebiet ist in die Baugrundklasse C (feinkörnige Lockergesteine in mindestens steifer Konsistenz) einzugruppieren.

Der Projektstandort ist nach der RStO 12 der Frosteinwirkungszone F 1 zuzuordnen.

Gemäß [U 6] befindet sich unmittelbar nördlich des Projektgebiets das Landschaftsschutzgebiet Remchingen – Mittleres Pfintztal mit Schutzgebietes-Nr. 2.36.037.



Entsprechend [U 5] besteht im Projektgebiet die Gefahr von Setzungen und Hebungen aufgrund jahreszeitlicher Volumenänderungen. Im Bereich der EÜ herrscht laut [U 5] eine Verkarstungsgefährdung in Form von Karbonatkarst. Dies bezieht sich auf die Kalk- und Dolomitsteine des Unteren Muschelkalkes. Bekannte oder vermutete Verkarstungsstrukturen sind im Bereich des Untersuchungsgebiets jedoch [U 5] nicht kartiert.

Zur Untersuchung der Beton- und Stahlaggressivität des Bodens wurden aus vier Kleinrammbohrungen insgesamt 11 Bodenproben aus Tiefen zwischen 1,8 m und 6,2 m u. GOK entnommen. Aus diesen Einzelproben wurde eine Mischprobe (MP5) hergestellt.

An der Mischbodenprobe MP5 wurden Untersuchungen zum Betonangriffsgrad gemäß DIN 4030 durchgeführt. Der Boden wurde nach DIN 4030 als nicht aggressiv eingestuft (siehe Anlage 7).

3. TECHNISCHE EIGENSCHAFTEN UND KENNWERTE

3.1 Klassifizierung für bautechnische Zwecke

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

Schicht-Nr.	Schicht	Klassifizierung nach DIN		Frostopfindlichkeit ²⁾	Verdichtbarkeit ³⁾
		18 196	18 300 ¹⁾		
1b	Auffüllung (bindig)	TL, TM, TA	4 – 5 (2) ⁴⁾	F2 – F3	V3
1a	Auffüllung (rollig)	GW, GI, GU, GU*	3 – 5 ⁵⁾	F1 – F2	V1
2a	Holozäne Abschwemmmassen/umgelagerter Löss	TL, UL, TM, ST*	4 (2) ⁴⁾	F3	V3 ⁵⁾
4	Unterer Muschelkalk	Fels	6 – 7	-	-

1) gemäß DIN 18 300:2012-09

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

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) die Schicht liegt teilweise wassergesättigt vor. Nasse Böden sind nicht verdichtbar.

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. 3.4 Homogenbereiche vorgenommen.

Die **Rammbarkeit** 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 rammbaren Böden und Böden die Rammhindernisse enthalten (siehe Tabelle 3.1-2) 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⁾
1b	Auffüllung (bindig)	leicht – mittelschwer
1a	Auffüllung (rollig)	mittelschwer – nicht rammbar ²⁾
2a	Holozäne Abschwemmas- sen/umgelagerter Löss	leicht – mittelschwer
4	Unterer Muschelkalk	nicht rammbar

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

2) Genesebedingt sind Steine / Gerölle bzw. feste Kalkstein- und Dolomitbänke vorhanden

Tabelle 3.1-2: Rammbarkeit der anstehenden Schichten

Bindige Böden der Schichten (1b, 2a, und 2a') 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 (rollig)	20	10	32,5	0	0	50 – 80
1b	Auffüllung (bindig)	18	8	25	5	20 - 100	6 – 10
2a	Holozäne Abschwemmassen, weich	17,5	7,5	25	5	10 - 50	4 – 8
	Holozäne Abschwemmassen, steif	18	8	25	10	20 - 100	6 – 10

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

Tabelle 3.2-1: Charakteristische Bodenkennwerte

3.3 Felsmechanische Kennwerte

Für das im Baufeld anstehende Festgestein lassen sich die folgenden charakteristischen Kennwerte angeben.

Schicht-Nr.	Felsart	Wichte feuchtes Gebirge	Reibungswinkel	Kohäsion	Einax. Druckfestigkeit Gestein	E-Modul Gebirge
		γ_k [kN/m ³]	φ_k' [°]	c_k' [kN/m ²]	$\sigma_{c,k}$ [MN/m ²]	E_k [MN/m ²]
4	Tst, Ust, Dst	24	27,5 ¹⁾	≤0	2 – 25	2.000 – 5.000

1) für Scherbeanspruchung auf Trennflächen



Tabelle 3.3-1: Charakteristische felsmechanische Kennwerte

3.4 Homogenbereiche

3.4.1 Allgemeines

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

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

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

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



Bauzeitliche Überprüfungen sind mit Versuche nach den in der Tabelle 3.4-1 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
	Bodengruppe	DIN 18 196
	Abrasivität	LCPC-Test nach NF P18-579
Felsmechanik	Dichte / Feuchtdichte	DIN EN ISO 17 892-2
	Verwitterung und Veränderungen/Veränderlichkeit	DIN EN ISO 14 689
	einaxiale Druckfestigkeit	DIN 18 141-1
	Trennflächenrichtung, Trennflächenabstand, Gesteinskörperform	DIN EN ISO 14 689
	Öffnungsweite und Kluftfüllung von Trennflächen	DIN EN ISO 14 689
	Abrasivität	DGGT-Empfehlung Nr. 23: „Bestimmung der Abrasivität von Gesteinen mit dem CERCHAR-Versuch“ des AK 3.3 „Versuchstechnik Fels“

Tabelle 3.4-1: Für eine Überprüfung der Eigenschaften und Kennwerte der Homogenbereiche anzuwendende Prüfverfahren

3.4.2 DIN 18 300 Erdarbeiten



Für die Festlegung der Homogenbereiche für Erdarbeiten (DIN 18 300) wird davon ausgegangen, dass der Aushub mit einem Bagger mittlerer Leistungsklasse ausgeführt wird, der Boden zumindest zum Teil auf der Baustelle zwischengelagert wird und vor Ort wieder eingebaut und verdichtet wird. Daher berücksichtigen die Homogenbereiche sowohl das Lösen als auch den Wiedereinbau und die Verdichtung. Sollte ein Wiedereinbau nicht vorgesehen sein, können die Homogenbereiche weiter zusammengefasst werden. In der nachfolgenden Tabelle 3.4-2 und der Tabelle 3.4-3 ist die Zuordnung der in diesem Gutachten angegebenen geologischen Schichten zu Homogenbereichen für Erdarbeiten, sowie die zusammengefassten Eigenschaften der Homogenbereiche angegeben. Es wird davon ausgegangen, dass der Aushub maximal bis in eine Tiefe von 3 m u. GOK erfolgt, sodass nur bis in diese Tiefe Homogenbereiche für Erdarbeiten ausgewiesen werden.

Eigenschaft / Kennwert	Homogenbereiche
	Erd-A
Schicht Nr.	1a, 1b, 2a
ortsübliche Bezeichnung	Auffüllung, holozäne Abschwemmmassen/Löss
Korngrößenverteilung mit Korngrößenband ²⁾	
Massenanteil Steine [%] Blöcke [%] große Blöcke [%]	< 40 < 20 < 10
natürliche Dichte ρ_g [g/cm^3]	1,6 – 2,2
undrainierte Scherfestigkeit c_u [kN/m^2]	< 300
Wassergehalt w_n [%]	5 – 50
Plastizitätszahl I_p	0 – 80
Konsistenzzahl I_c / Bezeichnung ¹⁾	0,1 – 1,5 / breiig – fest
bezogene Lagerungsdichte I_D / Bezeichnung ¹⁾	0 – 1 / locker - dicht/
organischer Anteil v_{gl} / Bezeichnung ¹⁾	2 - > 20 / schwach organisch – stark organisch
Bodengruppe	UL, UM, UA, TL, TM, TA, SE, SW, SU, SU*, ST, ST*, GW, GU, GU*, GT, GT*



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 3.4-2: Homogenbereiche gemäß DIN 18 300 für Erdarbeiten in Boden

Eigenschaft / Kennwert	Homogenbereiche
	Erd-B
Schicht Nr.	4
ortsübliche Bezeichnung	Unterer Muschelkalk
Benennung von Fels	Schluffstein, Tonstein, Sandstein, Kalkstein, Dolomitstein
Dichte [g/cm ³]	2,0 – 2,7
Verwitterung und Veränderungen, Veränderlichkeit	veränderlich bis nicht veränderlich
einaxiale Druckfestigkeit [MN/m ²]	0 – 250
Trennflächenrichtung, Trennflächenabstand, Gesteinskörperform	Fallrichtung: Fallwinkel: Trennflächenabstand: 10 – 200 mm Gesteinskörper ¹⁾

1) Bezeichnung nach DIN EN ISO 14 689

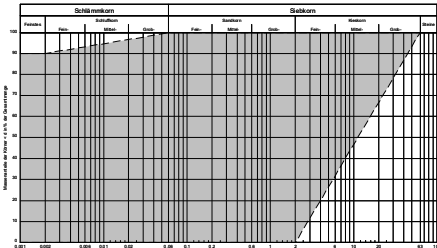
Tabelle 3.4-3: Homogenbereiche gemäß DIN 18 300 für Erdarbeiten im Festgestein

3.4.3 DIN 18 301 Bohrarbeiten

Für die Pfahlgründung / eine Rückverankerung eines Verbaus 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 3.4-4 und Tabelle 3.4-5 verwendet werden. Es wird davon ausgegangen, dass die erforderlichen Bohrungen durch Großbohrgeräte ausgeführt werden.

Eigenschaft / Kennwert	Homogenbereiche
	Bohr-A
Schicht Nr.	1a, 1b, 2a
ortsübliche Bezeichnung	Auffüllung, holozäne Abschwemmmassen/Löss



Eigenschaft / Kennwert	Homogenbereiche	
	Bohr-A	
Korngrößenverteilung mit Korngrößenband ²⁾		
Massenanteil Steine [%]	< 40	
Blöcke [%]	< 20	
große Blöcke [%]	< 10	
Kohäsion c' [kN/m ²]	< 50	
undrainierte Scherfestigkeit c_u [kN/m ²]	< 300	
Wassergehalt w_n [%]	5 – 50	
Plastizitätszahl I_p	0 – 80	
Konsistenzzahl I_c / Bezeichnung ¹⁾	0,1 – 1,5 / breiig – fest	
bezogene Lagerungsdichte I_D / Bezeichnung ¹⁾	0 – 1 / locker - dicht/	
LCPC-Abrasivitäts-Koeffizient LAK [g/to] / Bezeichnung ³⁾	0 – 500 / nicht abrasiv - abrasiv	
Bodengruppe	UL, UM, UA, TL, TM, TA, SE, SW, SU, SU*, ST, ST*, GW, GU, GU*, GT, GT*	

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 Empfehlung Nr. 24 des Arbeitskreises 3.3 – Versuchstechnik Fels – der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V.

Tabelle 3.4-4: Homogenbereiche gemäß DIN 18 301 für Bohrarbeiten in Boden

Eigenschaft / Kennwert	Homogenbereiche	
	Bohr-B	
Schicht Nr.	4	
ortsübliche Bezeichnung	Unterer Muschelkalk	
Benennung von Fels	Schluffstein, Tonstein, Sandstein, Kalkstein, Dolomitstein	
Verwitterung und Veränderungen, Veränderlichkeit	mäßig verwittert – frisch / nicht veränderlich - veränderlich	



Eigenschaft / Kennwert	Homogenbereiche
	Bohr-B
einaxiale Druckfestigkeit [MN/m ²]	0 – 150
Trennflächenrichtung, Trennflächenabstand, Gesteinskörperform	Fallrichtung: Fallwinkel: Trennflächenabstand: 10 – 200 mm Gesteinskörper ¹⁾
Cerchar-Abrasivitätsindex CAI [-] / Bezeichnung ²⁾	/

1) Bezeichnung nach DIN EN ISO 14 689

2) Begriffe Empfehlung Nr. 23 des Arbeitskreises 3.3 – Versuchstechnik Fels – der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V.

Tabelle 3.4-5: Homogenbereiche gemäß DIN 18 301 für Bohrarbeiten im Festgestein

3.4.4 DIN 18 304 Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten

Für Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten können die Zuordnung der in diesem Gutachten angegebenen geologischen Schichten zu Homogenbereichen, sowie die zusammengefassten Eigenschaften der Homogenbereiche gemäß Tabelle 3.4-6 und Tabelle 3.4-7 verwendet werden. Die Einteilung in Homogenbereiche gilt dabei für ein Rammgerät mit starrer Führung und schwerem Rammbär oder Vibrator. Für ein Anbaugerät an den Hydraulikarm eines Baggers (z.B. bei gleisgebundenen Arbeiten an ein 2-Wege-Gerät) sind z. T. nur um mehrere Meter geringere Rammtiefen möglich. Die Homogenbereiche sind für einen solchen Einsatz neu einzuteilen.

Eigenschaft / Kennwert	Homogenbereiche
	Ramm-A
Schicht Nr.	1a, 1b, 2a
ortsübliche Bezeichnung	Auffüllung, holozäne Abschwemmmassen/Löss
Korngrößenverteilung mit Korngrößenband ²⁾	
Massenanteil	
Steine [%]	< 40
Blöcke [%]	< 20
große Blöcke [%]	< 10



Eigenschaft / Kennwert	Homogenbereiche
	Ramm-A
Wassergehalt w_n [%]	5 – 50
Plastizitätszahl I_p	0 – 80
Konsistenzzahl I_c / Bezeichnung ¹⁾	0,1 – 1,5 / breiig – fest
bezogene Lagerungsdichte I_D / Bezeichnung ¹⁾	0 – 1 / locker - dicht/
Bodengruppe	UL, UM, UA, TL, TM, TA, SE, SW, SU, SU*, ST, ST*, GW, GU, GU*, GT, GT*

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 3.4-6: Homogenbereiche gemäß DIN 18 304 für Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten in Boden

Eigenschaft / Kennwert	Homogenbereiche
	Ramm-B
Schicht Nr.	4
ortsübliche Bezeichnung	Unterer Muschelkalk
Benennung von Fels	Schluffstein, Tonstein, Sandstein, Kalkstein, Dolomitstein
einaxiale Druckfestigkeit [MN/m ²]	0 – 250

1) Bezeichnung nach DIN EN ISO 14 689

Tabelle 3.4-7: Homogenbereiche gemäß DIN 18 304 für Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten im Festgestein

3.4.5 DIN 18 320 Landschaftsbauarbeiten

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

Eigenschaft / Kennwert	Homogenbereiche
	Oberboden
Bodengruppe nach DIN 18 196	OU / OH
ortsübliche Bezeichnung	Mutterboden
Bodengruppe nach DIN 18 915	3, 4, 5



Eigenschaft / Kennwert	Homogenbereiche	
	Oberboden	
Massenanteil		
Steine [%]		< 10
Blöcke [%]		< 5
große Blöcke [%]		< 5

Tabelle 3.4-8: Homogenbereiche gemäß DIN 18 320 für Oberboden

4. FOLGERUNGEN

4.1 Böschungsuntersuchung

Die geologischen und bodenmechanischen Verhältnisse der Böschungen zwischen dem Widerlager der EÜ und den Gleisen wurden anhand der Bohrsondierungen BS21, BS22, BS23 und BS24 erfasst. Die Böschungen sind beidseitig der Bahnstrecke ausgebildet, wobei die nördliche Böschung eine Höhe von ca. 2,5 m und die südliche Böschung eine Höhe von ca. 3,4 m aufweist.

In beiden Böschungsbereichen wurden im oberflächennahen Bereich Auffüllungen angetroffen, die sich auf die Widerlagerhinterfüllung, den Wirtschaftweg und die Gleisanlage beschränken.

An den bestehenden Böschungen stehen die holozänen Abschwemmmassen (Schicht 2a) oberflächennah in steifer bis halbfester Zustandsform und sind durch die SÜ vor Niederschlägen geschützt. Ausweislich der Kleinrammbohrungen stehen holozäne Abschwemmmassen (Schicht 2a) im nicht oberflächennahen Bereich der Böschung überwiegend in steifer bis weicher Konsistenz vor. Unterhalb der Gleise liegt eine weiche bis breiige Zustandsform vor.

Die bindigen und gemischtkörnigen Böden (Schichte 1b, 2a) sind im wassergesättigten Zustand als rutschungsgefährdet einzustufen.

Die holozänen Abschwemmmassen der Schicht 2a besitzen aufgrund ihrer weichen Konsistenz und des relativ hohen Wassergehalts nur eine geringe Scherfestigkeit. Insbesondere bei zusätzlicher Durchfeuchtung ist in diesen Schichten mit einer weiteren Reduktion der Scherfestigkeit zu rechnen.

Diese geologischen Randbedingungen wurden bei den Böschungsbruchberechnungen durch einen konservativen, auf der sicheren Seite liegenden Ansatz der bodenmechanischen Kennwerte und



das oben beschriebene Baugrundmodell sowie des angetroffenen Grundwasserspiegels berücksichtigt.

Für den untersuchten Untergrund der Böschungen wurden Böschungsbruchberechnungen nach DIN 4084 unter Anwendung des Sicherheitskonzepts nach Eurocode 7 (DIN EN 1997 / DIN 1054) durchgeführt. Die Berechnungen beziehen sich auf die Böschungssituationen beidseitig der Bahnstrecke, getrennt für die nördliche Böschung im Bereich der Bohrsondierungen BS22–BS23 sowie die südliche Böschung im Bereich BS23–BS24.

Die Berechnungen wurden für den Endzustand ausgeführt. Für die Standsicherheitsnachweise wurde die Bemessungssituation BS-P (ständiger Zustand) betrachtet. Der Nachweis erfolgte für den Grenzzustand GEO-2 „Versagen des Baugrunds“. Grundlage der Berechnungen bilden die aus den Bohrsondierungen und Laboruntersuchungen abgeleiteten bodenmechanischen Kennwerte sowie die jeweilige Böschungsgeometrie.

Nördliche Böschung:

Die nördliche Böschung weist eine Höhe von ca. 2,5 m auf. Die Böschungsbruchberechnungen wurden für verschiedene Böschungswinkel durchgeführt, um den Grenzzustand der Standsicherheit zu bestimmen.

Die jetzige Böschungssituation weist nach den Berechnungen einen Ausnutzungsgrad von ($\mu_{\max}$) von 0,86 bezogen auf BS-P auf und ist somit in ausreichend standsicher zu bewerten.

Für die im vorliegenden Bauwerksplan vorgesehene **Böschungsneigung von 1 : 1,5**, entsprechend einem Böschungswinkel von ca. **33,6°**, ergibt sich ein **Ausnutzungsgrad von 0,95** (Anlage 6.1). Die Böschung auf der Nordseite befindet sich damit **nahe am Grenzzustand**, die erforderliche Standsicherheit wird jedoch noch eingehalten.

Aus den Berechnungsergebnissen folgt, dass die im Bauwerksplan vorgesehene Böschungsneigung von **1 : 1,5** als **maximal zulässiger Böschungswinkel** anzusehen ist. Steilere Böschungsneigungen führen zu einer unzulässigen Ausnutzung der Standsicherheit und sind daher nicht zu empfehlen.

Südliche Böschung:



Die südliche Böschung weist mit ca. 3,4 m eine größere Böschungshöhe als die nördliche Böschung auf und ist damit grundsätzlich höher beansprucht.

Für die im vorliegenden Bauwerksplan vorgesehene **Böschungsneigung von 1: 1,5**, entsprechend einem Böschungswinkel von ca. **33,6°**, ergibt sich ein **Ausnutzungsgrad von 0,98** (Anlage 6.2). Die Böschung befindet sich in diesem Fall **nur noch im Grenzgleichgewicht**, sodass praktisch keine Sicherheitsreserven mehr vorhanden sind.

4.2 Baugrube

Für die Erstellung des geplanten Bahngleises ist eine Baugrube erforderlich. Baugruben können nach DIN 4124 bis 1,25 m ohne Sicherungen (ungeböschte und unverbaut) hergestellt werden. In steifen oder halbfesten bindigen Böden sowie bei Fels darf bis zu einer Tiefe von 1,75 m ausgehoben werden, wenn der mehr als 1,25 m über der Sohle liegende Bereich der Wand unter einem Winkel $\beta \leq 45^\circ$ abgeböschte oder durch Teilverbau gesichert wird. Beide Maßnahmen (Kopfböschung und teilweiser Verbau) sind nur bis zu einer Baugrubentiefe von 1,75 m zulässig.

Mit und ohne Sicherungen der Baugrube ist ein lastfreier Streifen $\geq 0,6$ m an der Böschungsschulter einzuhalten. In Abhängigkeit unmittelbarer Einwirkungen aus Baumaschinen oder Vergleichbarem können lastfreie Streifen $\geq 2,0$ m erforderlich werden.

Sind tiefere Baugruben notwendig, ist ein Verbau nach DIN 4124 erforderlich. Bei ausreichenden Platzverhältnissen kann auch eine geböschte Baugrube mit den in Tabelle 4.2-1 enthaltenen Böschungswinkeln hergestellt werden. Für Baugruben mit einer Tiefen von mehr als 5 m ist auf jeden Fall ein statischer Nachweis der Standsicherheit zu führen (DIN 4124).

Bezeichnung	Schicht	Böschungswinkel β [°]
nichtbindige oder weiche bindige Böden	1a+b, 2a	≤ 45
mindestens steife bindige Böden	1b	≤ 60



Bezeichnung	Schicht	Böschungswinkel β [°]
Fels	4	$\leq 80^{1)}$

¹⁾ bei günstigem Trennflächengefüge

Tabelle 4.2-1: zulässige Böschungswinkel ohne Standsicherheitsnachweis

Gemäß DIN 4124 sind bei geböschten Baugruben bei rolligen oder weichen bindigen Böden Böschungsneigungen von maximal 45° und bei bindigen mindestens steifen Böden Neigungen von 60° zugelassen. Auch bei diesen Böschungsneigungen sind lokale Ausbrüche nicht auszuschließen, ggf. ist flacher zu böschen. Die Voraussetzungen sind zudem die Wasserfreiheit der Böschung sowie ein Oberflächenschutz (Abdeckung). Außerdem sind die einschränkenden Vorgaben für freie Böschungen der DIN 4124 zu beachten.

Zudem ist die Gründungssituation des Bestands zu beachten. Neben bestehenden Fundamenten darf nicht unter der Gründungssohle der Bestandsfundamente ohne Sicherung geschachtet oder die Bestandsfundamente auf voller Länge frei gelegt werden. Die Randbedingungen der DIN 4123 sind zu beachten.

Der **Aushub** erfolgt überwiegend in den Bodenklassen 3 bis 5 (Schicht 1 – 2). Beim Aushub ist zu beachten, dass feinkörnige Böden (Schicht 1b und 2a) witterungsempfindlich und bei erhöhten Wassergehalten stark bewegungsempfindlich sind. Diese Böden können bei ungünstigen Witterungsbedingungen / Wassersättigung und mechanischer Beanspruchung aufweichen und sich verflüssigen. Der Boden ist dann nicht wieder einbaufähig und auch nicht mehr tragfähig. Dynamische Beanspruchungen dieser Böden sind zu vermeiden. Der Aushub muss rückschreitend erfolgen. Das Aushubgerät ist grundsätzlich mit einer Grabenschaufel (Baggerschaufel mit gerader Schneide) auszurüsten. Damit lässt sich die Aushubsohle weitgehend ohne Störung des Baugrundes herstellen. Die Baugrubensohlen dürfen nicht befahren werden und sind unverzüglich abzudecken bzw. zu überbauen, um die anstehenden Böden vor ungünstigen Witterungseinflüssen zu schützen. Aufgeweichte Bereiche sind vollständig aus der Aushubsohle zu entfernen und gegen ein rolliges, gut verdichtbares, steinfreies Material, (Bodengruppen nach DIN 18 196: GW, SW, SI, GI oder Tragschichtmaterial, z. B. 0/45 gemäß ZTV SoB-StB) auszutauschen.



4.3 Grundwasserhaltung

Die Aushubsohlen liegen voraussichtlich oberhalb des Bauwasserstandes von 158,0 m NHN. Die Ausführung einer wasserdichten Baugrube oder eine geschlossene Grundwasserhaltung ist bei den Bahngleisumbauten nicht erforderlich.

Das Auftreten von unterschiedlich stark ausgeprägten Schichtwässern und nicht abfließendem Oberflächenwasser ist zusätzlich zu erwarten. Für die Erdarbeiten und Baugruben oberhalb des Bauwasserstandes ist eine offene Restwasserhaltung mittels Pumpensämpfen vorzuhalten.

Es ist jedoch mit einem Zutritt von aufgestautem Sickerwasser und Schichtenwasser beim Aushub für den Gleisumbau zu rechnen. Infolge des Wasserzutrittes ist mit instabilen Baugrubenwänden zu rechnen.

4.4 Nachbarbebauung

Ein Einfluss der Baumaßnahmen auf benachbarte Bauwerke ist vor allem bei den Arbeiten an der Böschung bzw. an den Bahngleisen zu erwarten. Hier sind Maßnahmen zu ergreifen, um eine Beeinflussung auf die SÜ zu verhindern bzw. diese ist baubegleitend zu überwachen.

Bei der Anlage von Baugruben und Ausschachtungen im Bereich der SÜ und Gleisanalgen sind die Regelungen der DIN 4123 und der Ril 836 zu beachten.

Im Baufeld befindliche Leitungen sind zu sichern und ggf. zu verlegen.

4.5 Geotechnische Kategorie

Unter Berücksichtigung der Komplexität der Gründungsarbeiten und der erforderlichen Wasserhaltungsmaßnahmen wird das Bauwerk in die geotechnische Kategorie 2 nach Normenhandbuch EC 7 eingeordnet.



5. EMPFEHLUNGEN

5.1 Böschungsgestaltung

Im Zuge des geplanten Gleisbaus unter der SÜ-Brücke sind beidseitig der Trasse Böschungen mit einer vorgesehenen Neigung [U 10] von 1 : 1,5 vorgesehen. Die Standsicherheit der Böschungen konnte nachgewiesen werden. Die Berechnungen zeigen, dass die geplante Neigung rechnerisch zwar standsicher ist, jedoch sowohl auf der Nord- als auch insbesondere auf der Südseite nur geringe bzw. keine Sicherheitsreserven aufweist. Maßgebend hierfür sind die anstehenden bindigen, wasserempfindlichen Böden mit überwiegend weicher Konsistenz.

Die Standsicherheit der Böschungen ist unter Berücksichtigung zeitabhängiger Verformungen und erhöhter Porenwasserdrücke rechnerisch nachzuweisen und dauerhaft zu gewährleisten.

Nach dem Abgraben der Berme auf der Nordseite der Böschung stehen weiche bis steife Abschwemmmassen der Schicht 2a an der Böschung. Aufgrund der Lage unter der SÜ ist mit einem langsamen Abtrocknen des Bodens und einem Übergang zu einer steifen bis halbfesten Zustandsform an der Oberfläche der Böschung zu rechnen.

In der Ril 836.4102A01 wird daher empfohlen die Lockergesteinsböschungen mindestens mit einer Neigung von 1 : 1,6 herzustellen. Diese flachere Neigung stellt gegenüber der geplanten Böschungsneigung eine erhöhte Standsicherheit dar und berücksichtigt die ungünstigen bodenmechanischen Eigenschaften der anstehenden Böden.

Es wird jedoch ausdrücklich darauf hingewiesen, dass auch bei einer Böschungsneigung von 1 : 1,6 die Standsicherheit nicht unter allen außergewöhnlichen Randbedingungen uneingeschränkt gewährleistet werden kann. Insbesondere langanhaltende oder außergewöhnliche Niederschlagsereignisse, bauzeitliche Aufweichungen sowie temporäre Erhöhungen der Porenwasserdrücke können bei den wasserempfindlichen bindigen Böden zu einer Reduzierung der Scherfestigkeit und damit zu einer Verringerung der Sicherheitsreserven führen. Aus geotechnischer Sicht stellt die Neigung von 1 : 1,6 somit eine verbesserte, jedoch nicht vollständig risikofreie Lösung dar.



Soll aus baulichen, betrieblichen oder geometrischen Gründen an der Böschungsneigung von 1 : 1,5 festgehalten werden, ist dies nur bei Umsetzung zusätzlicher Sicherungsmaßnahmen zulässig. Hierzu zählen insbesondere gezielte Oberflächen- und Tiefenentwässerungsmaßnahmen und temporäre Sicherungen während der Bauphase. Aufgrund der Lage unter der SÜ wird ein wirksamer Erosions- und Oberflächenschutz nicht erforderlich.

Unabhängig von der gewählten Böschungsneigung wird empfohlen, mindestens entwässernde Maßnahmen und einen dauerhaften Oberflächenschutz vorzusehen, um die Auswirkungen von Wasserzutritt zu minimieren und die Dauerhaftigkeit der Böschung zu erhöhen. Die konkrete Ausgestaltung und Dimensionierung der Maßnahmen ist im Rahmen der Ausführungsplanung durch den Geotechniker festzulegen und rechnerisch nachzuweisen.

5.2 Baugruben

Für die Gründung bzw. den Ausbau der neuen Bahngleise werden Baugruben entlang der Böschung mit einer Aushubtiefe bis ca. 1,0 m unter Schwellenoberkante (SwO) erforderlich. Die Baugruben können grundsätzlich sowohl verbaut als auch geböscht ausgeführt werden.

Im Bereich der Baugruben stehen überwiegend bindige Böden an, die im Zuge der Erkundung teilweise in weicher bis lokal breiiger Konsistenz angetroffen wurden. Diese Bodenverhältnisse wirken sich nachteilig auf die temporäre Standsicherheit geböschter Baugruben aus, insbesondere bei zusätzlicher Durchfeuchtung oder längerer Offenhaltezeit.

Gemäß DIN 4124 (Baugruben und Gräben – Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten) dürfen in bindigen Böden Böschungswinkel bis zu 60° ausgeführt werden, sofern ausreichende Standsicherheit gegeben ist. Aufgrund der lokal weichen Konsistenzbereiche ist jedoch mit vereinzelt Ausbrüchen oder Abschalungen aus den Baugrubenböschungen zu rechnen.

Sofern erhöhte Anforderungen an die Standsicherheit bestehen, wird empfohlen, die Baugrubenböschungen mit maximal 45° Neigung herzustellen oder alternativ einen geeigneten Baugrubenverbau vorzusehen.



Bei der Herstellung der Baugruben im Bereich bestehender Böschungen ist deren Gesamtstandssicherheit jederzeit zu gewährleisten. Der Böschungskopf ist gemäß DIN 4124 mindestens 1,0 m lastfrei zu halten. Zusätzliche Lasten aus Baugeräten oder Materiallagerungen sind in ausreichendem Abstand zur Baugrubenkante anzuordnen.

Zum Schutz gegen Erosion, Durchfeuchtung und Austrocknung sind die Baugrubenböschungen bei längerer Offenhaltung mit Folie oder vergleichbaren Maßnahmen abzudecken. Niederschlagswasser ist kontrolliert abzuleiten.

Die anfallenden bindigen Aushubböden sind aufgrund ihrer Kornzusammensetzung sowie der teilweise erhöhten Wassergehalte nur eingeschränkt verdichtungsfähig und frostempfindlich. Ein qualifizierter Wiedereinbau ist in der Regel nur nach vorheriger Bodenverbesserung (z. B. Bindemittelzugabe) möglich.

Die bindigen Böden sind überwiegend gut lösbar, aber schlecht verdichtungsfähig und frostempfindlich. Sie sind für einen Wiedereinbau ohne Zusatzmaßnahmen (Bodenverbesserung) i.d.R nicht geeignet, außer es können Sackungen (z.B. in Grünflächen) hingenommen werden.

5.3 Wasserhaltung / Abdichtung

Die Baugruben für den geplanten Gleisusbau können mit einer offenen Wasserhaltung zur Beherrschung von Niederschlagswasser, aufgestauten Sickerwasser und Schichtenwasser geplant werden.

In niederschlagsreichen Jahreszeiten ist bauzeitlich mit Sickerwasserzutritten bzw. Oberflächenwasserzuflüssen zu den Baugruben zu rechnen.

Das Tagwasser ist zusammen mit eventuell anfallenden Sickerwässern ebenfalls über eine offene Wasserhaltung abzuführen.

Gemäß Ril 836.4302 sind ausreichend dimensionierte und instandhaltungsarme Anlagen zur Bauwerksentwässerung vorzusehen, sofern die Stützbauwerke nicht zur Aufnahme von Wasserdrücken vorgesehen und bemessen werden sollen.



5.4 Sonstige Empfehlungen

Vor Herstellung der Gründungselemente ist der anstehende Baugrund und die Gründungssohle gemäß Normenhandbuch EC 7-1, Abs.4.3.1 (1)P durch uns zu kontrollieren und abzunehmen.

Für die angrenzende bestehende Bebauung und für die wahrscheinlich im Nahbereich der Baumaßnahme vorhandenen Leitungen / Kanäle sowie die Verkehrsflächen wird eine Beweissicherung vor dem Beginn und nach Abschluss der Baumaßnahme empfohlen.

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

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

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

i.V. (gezeichnet)

Dipl.-Geol. Peter Kordeuter
(Senior-Experte)

i.A.

Kifah Olba, M. Sc.
(Projektgeologe)

Verteiler: - OBERMEYER Infrastruktur GmbH & Co. KG, Frau Mersmann, Stuttgart, 1 x per Mail an <corinna.mersmann@obermeyer-group.com>,



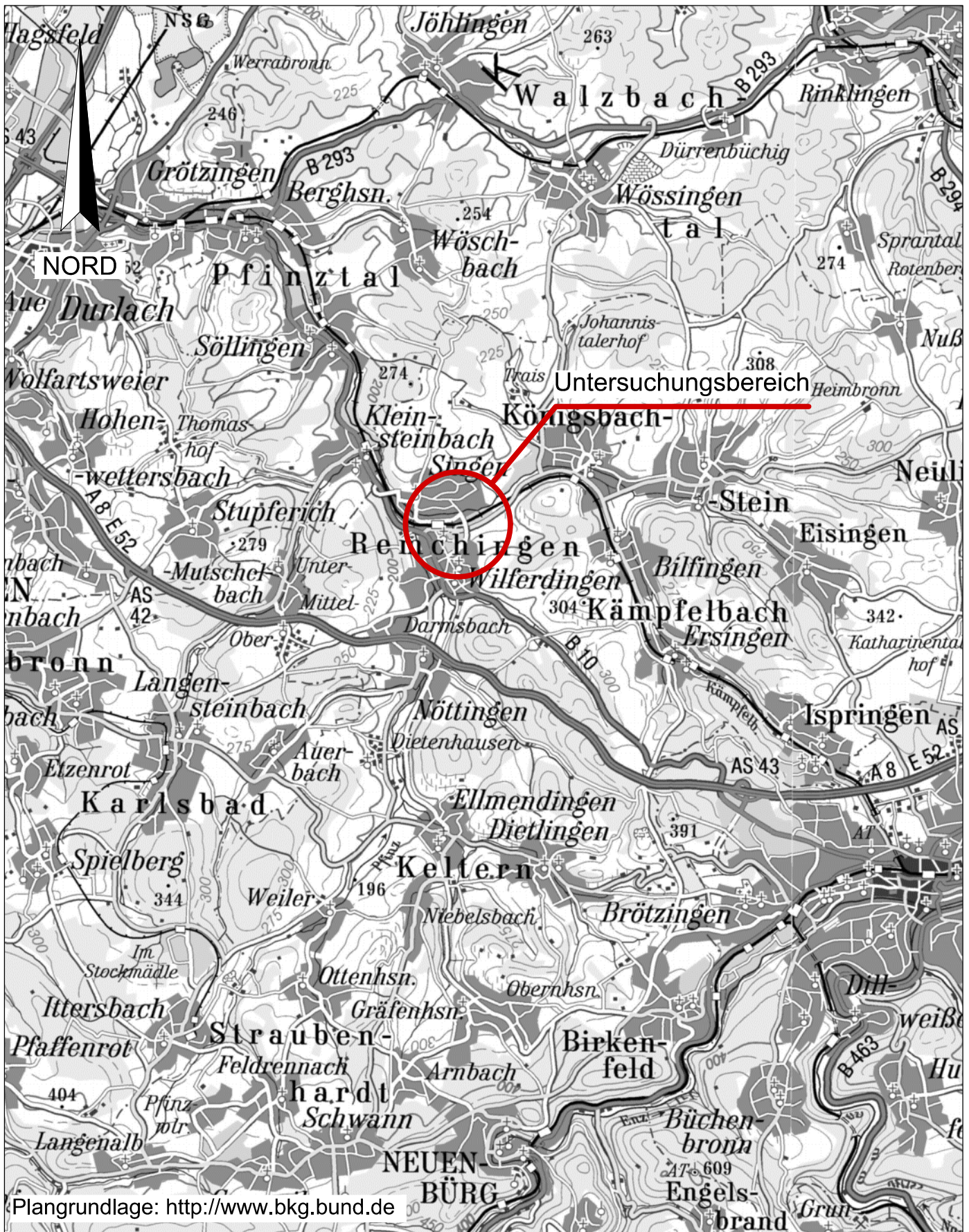
DR. SPANG

Projekt: 46.11021

Seite 36

17.02.2026

- DB InfraGO AG, Herr Daniel Budzen, Karlsruhe, 1 x per E-Mail an <Daniel.Budzen@deutschebahn.com>,
- Dr. Spang GmbH, Esslingen, 1 x



DR. SPANG

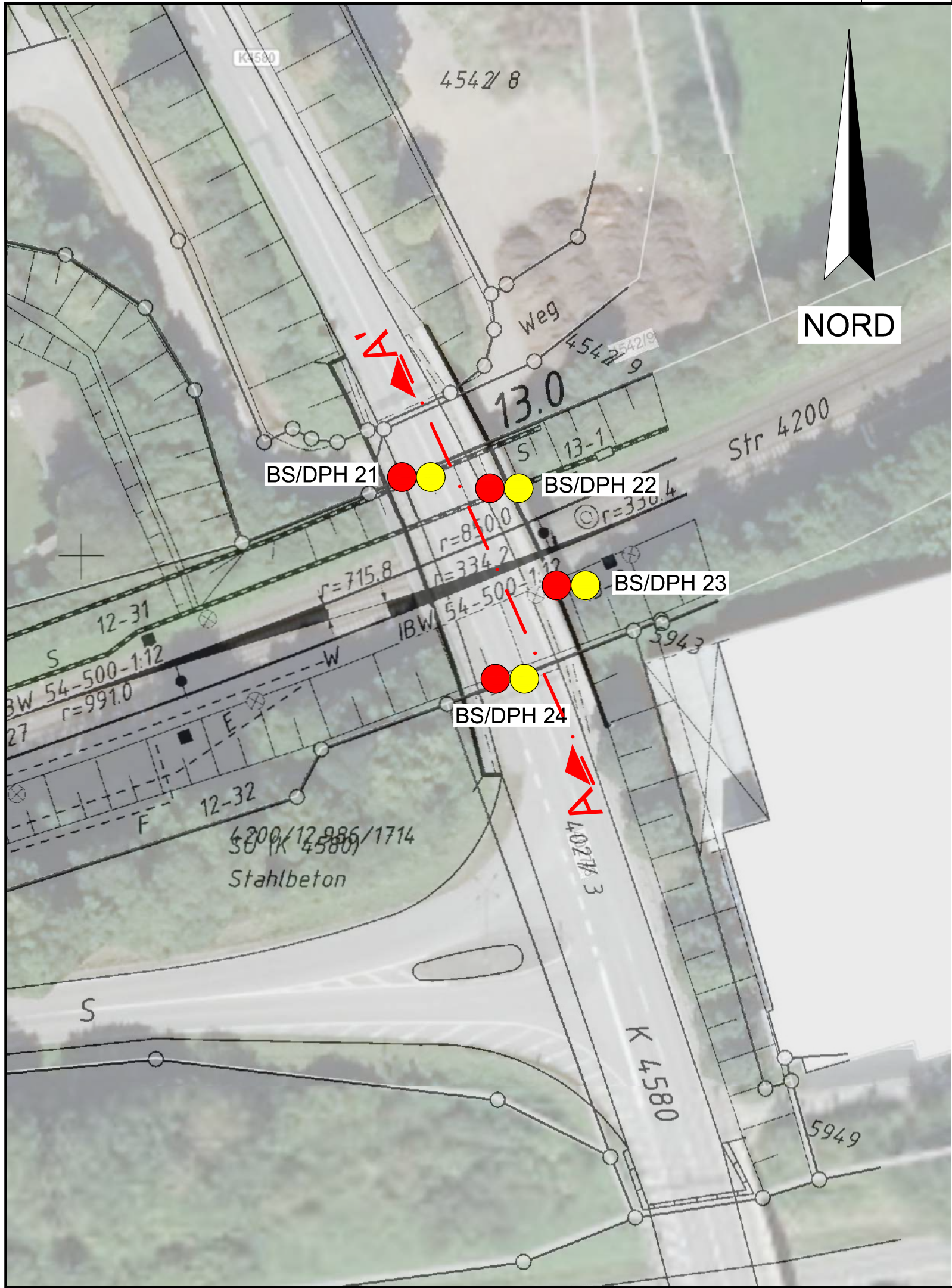
AUFTRAGGEBER:
DB InfraGO AG

Übersichtslageplan

PROJEKT:
DB TWL Böschung Wilferdingen
Str 4200 km 12,986

Anlage:	1.1
Projekt Nr.:	46.11021
Plan Nr.:	46.11021/ 1.1
Datum:	19.01.2026
Maßstab:	1:100.000
Gezeichnet:	Dri
Geprüft:	Yuan

E:\Daten\11000-11099\11021\6_Geotechnik\Gutachten\Einzelbauwerk\Geotechnik\11021_Anl.2_LP.dwg
Ansichtsfenster: Anl. 2.1

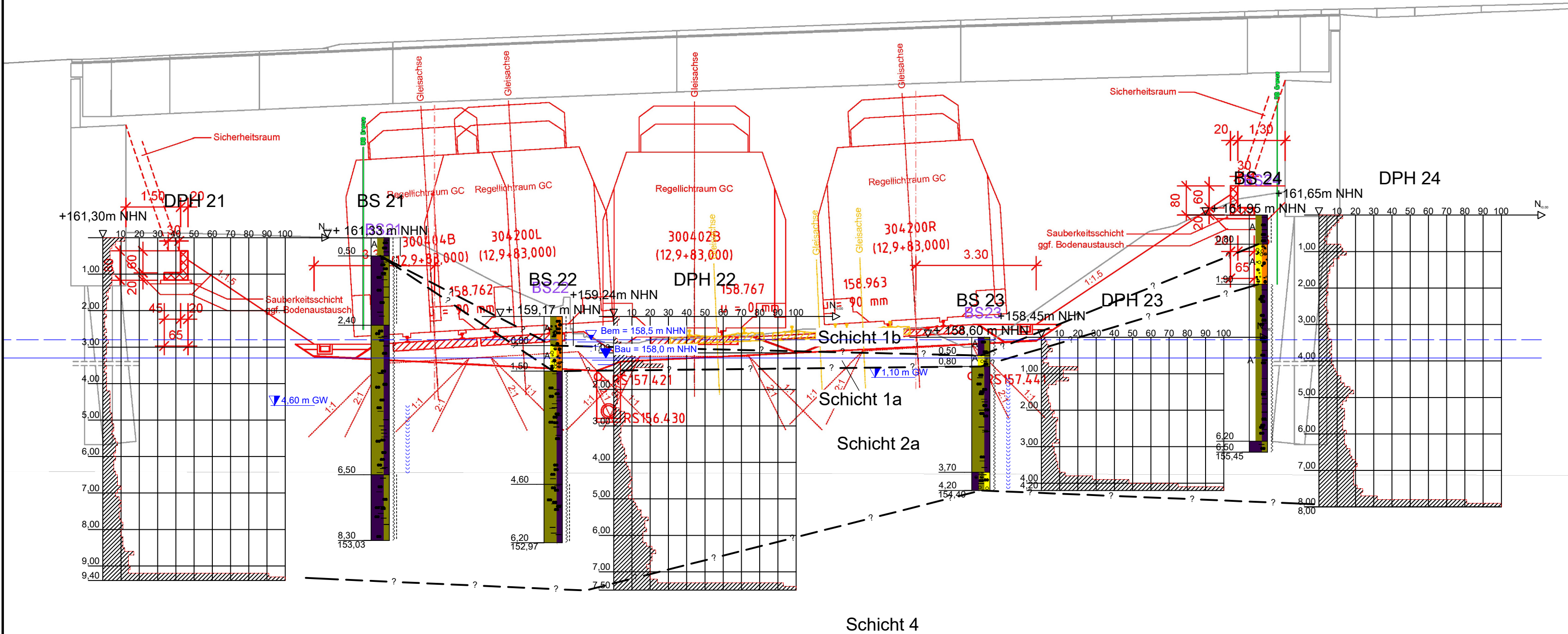


Legende:

- BS Kleinrammbohrung
- DPH schwere Rammsondierung

Plangrundlage:
IVL 4200 AP, Stand 20.10.2022
www.lgl-bw.de, Stand 19.01.2026

Nummer	Änderung bzw. Ergänzung	Name	Datum
 DR. SPANG DR. SPANG Ingenieurgesellschaft für Bauwesen, Geologie und Umwelttechnik mbH Eberhard-Bauer-Straße 32, 73734 Esslingen/Neckar Telefon: 0711 / 351 30 49 - 0 Fax: 0711 / 351 30 49 - 19 Email: esslingen@dr-spang.de Web: http://www.dr-spang.de			
DB InfraGO AG			
DB TWL Böschung Wilferdingen Str 4200 km 12,986			
Lageplan mit Aufschlusspunkten			
Geotechnisches Gutachten			
Gezeichnet:	Dri	Entworfen:	Yuan
Geprüft:	Olb	Datum:	19.01.2026
Plan-Nr.:	46.11021/ 2.1	Proj.-Nr.:	46.11021
Maßstab:	1:500	Anlage:	2.1



Schicht-Nr.	Schicht	Klassifizierung nach DIN		Frostempfindlichkeit ⁽²⁾	Verdichtbarkeit ⁽³⁾
		18 196	18 300 ⁽¹⁾		
1b	Auffüllung (bindig)	TL, TM, TA	4 – 5 (2) ⁽⁴⁾	F2 – F3	V3
1a	Auffüllung (rollig)	GW, GI, GU, GU*	3 – 5 ⁽⁵⁾	F1 – F2	V1
2a	Holozäne Abschwemmmassen/umgelagerter Löss	TL, UL, TM, ST*	4 (2) ⁽⁴⁾	F3	V3 ⁽⁵⁾
4	Unterer Muschelkalk	Fels	6 – 7	-	-

- 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) die Schicht liegt teilweise wassergesättigt vor. Nasse Böden sind nicht verdichtbar.

Legende:

- ? --- Schichtgrenze
Bem Bemessungswasserstand = 158,5 m NHN
Bau Bauwasserstand = 158,0 m NHN

Plangrundlage:
RDB_TWL-740_4200_012980_KIB_PBP_GP_P_001.pdf

Nummer	Änderung bzw. Ergänzung	Name	Datum



DR. SPANG Ingenieurgesellschaft für
Bauwesen, Geologie und Umwelttechnik mbH
Eberhard-Bauer-Straße 32, 73734 Esslingen/Neckar
Telefon: 0711 / 351 30 49 - 0 Fax: 0711 / 351 30 49 - 19
Email: esslingen@dr-spang.de Web: http://www.dr-spang.de

DB InfraGO AG

DB TWL Böschung Wilferdingen
Str 4200 km 12,986

Geotechnischer Längsschnitt

Geotechnisches Gutachten

Gezeichnet:	Dri	Entworfen:	Yuan
Geprüft:	Olb	Datum:	19.01.2026
Plan-Nr.:	46.11021/ 3.1	Proj.-Nr.:	46.11021
Maßstab:	1:100	Anlage:	3.1

Probeentnahme:

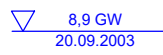
- ☐ gestörte Probe
(G= Glas, B= Becher, E= Eimer)
- ☒ Ungestörte Probe/ Sonderprobe
(UP / SP)
- ☒ Kernprobe
(K)

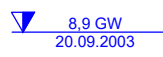
Grundwasser:

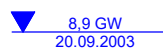
Grundwasserstand:

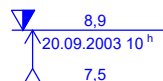
 a) Bemessungswasserstand

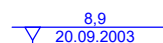
 b) Bauwasserstand

 Grundwasser
angebohrt

 Grundwasserstand
nach Bohrende

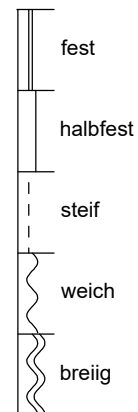
 Ruhewasserstand

 Grundwasser-
anstieg

 Wasser versickert

 naß

Konsistenz:



Trennflächen:

- K: Klüftung
SS: Schichtung
SF: Schieferung

Nebenanteile:

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

Kalkgehalt:

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

Verwitterungsgrad Fels nach DIN EN ISO 14689:

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

vereinfachte Ansprache Verwitterung Fels bei Bohrsondierungen:

Festigkeit Fels nach DIN EN ISO 14689:

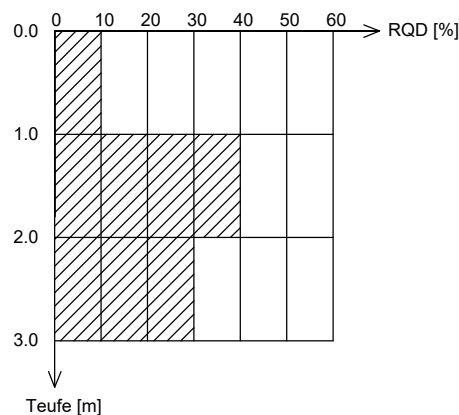
- R 0: außerordentlich gering (0,6 - 1,0 MPa)
R 1: sehr gering (1 - 5 MPa)
R 2a: gering (5 - 12,5 MPa)
R 2b: mäßig schwach (12,5 - 25 MPa)
R 3: mäßig hoch (25 - 50 MPa)
R 4: hoch (50 - 100 MPa)
R 5: sehr hoch (100 - 250 MPa)
R 6: außerordentlich hoch (>250 MPa)

Kornbindung Fels nach DIN EN ISO 14689:

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

RQD Fels:

Summe Länge Kernstücke > 10 cm
Länge Kernmarsch x 100%



DR. SPANG

Zeichenerläuterung
Baugrunderkundung

Anlage:	4.1
Projekt Nr.:	46.11021
Plan Nr.:	46.11021/ 4.1
Rev. Stand:	09.08.2023

Q:\5 - Mitteltende Unterlagen\Kapitel 4 - Zeichenbüro\Zeichnungsvorlagen\Legenden\Zeichenerläuterung.dwg
Ansichtsfenster : Zeichenerläuterung 2-2

Hauptbodenarten:

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

Felsarten:

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

Nebenbodenarten:

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

Sonstige Signaturen:

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

Signatur und Kurzzeichen in Anlehnung an DIN 4023



Zeichenerläuterung
Baugrunderkundung

Anlage:	4.1
Projekt Nr.:	46.11021
Plan Nr.:	46.11021/ 4.1
Rev. Stand:	09.08.2023

+ m NHN

162,00

161,00

160,00

159,00

158,00

157,00

156,00

155,00

154,00

153,00

152,00

BS 21

▽+ 161,33 m NHN

G1 □ 0,00 0,50
0,50

A

A (U, t'), trocken, steif bis halbfest,
stark kalkhaltig, gelblichbraun, (UL) (UM)

G2 □ 0,50 1,50

G3 □ 1,50 2,40
2,40

T, ū, erdfeucht, weich bis steif,
kalkhaltig, hellbraun, (TL)
evtl. U,t'

G4 □ 2,40 3,40

G5 □ 3,40 4,40

▽ 4,60 m GW

G6 □ 4,40 5,40

G7 □ 5,40 6,50
6,50

U, t', feucht bis nass, nass ab 4,60 m,
weich, stark kalkhaltig, gelblichbraun, (UL) (UM)

G8 □ 6,50 7,50

G9 □ 7,50 8,30
8,30 153,03

T, ū, feucht bis nass, weich bis steif,
stark kalkhaltig, hellgrau, grau, (TL)

Sonde steht auf
Bohrloch zugefallen bei 5,60 m



DR. SPANG

Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen
Geologie und Umwelttechnik mbH

Bauvorhaben:
DB TWL Böschung

Auftraggeber:
DB Infra GO

KLEINRAMMBOHRUNG

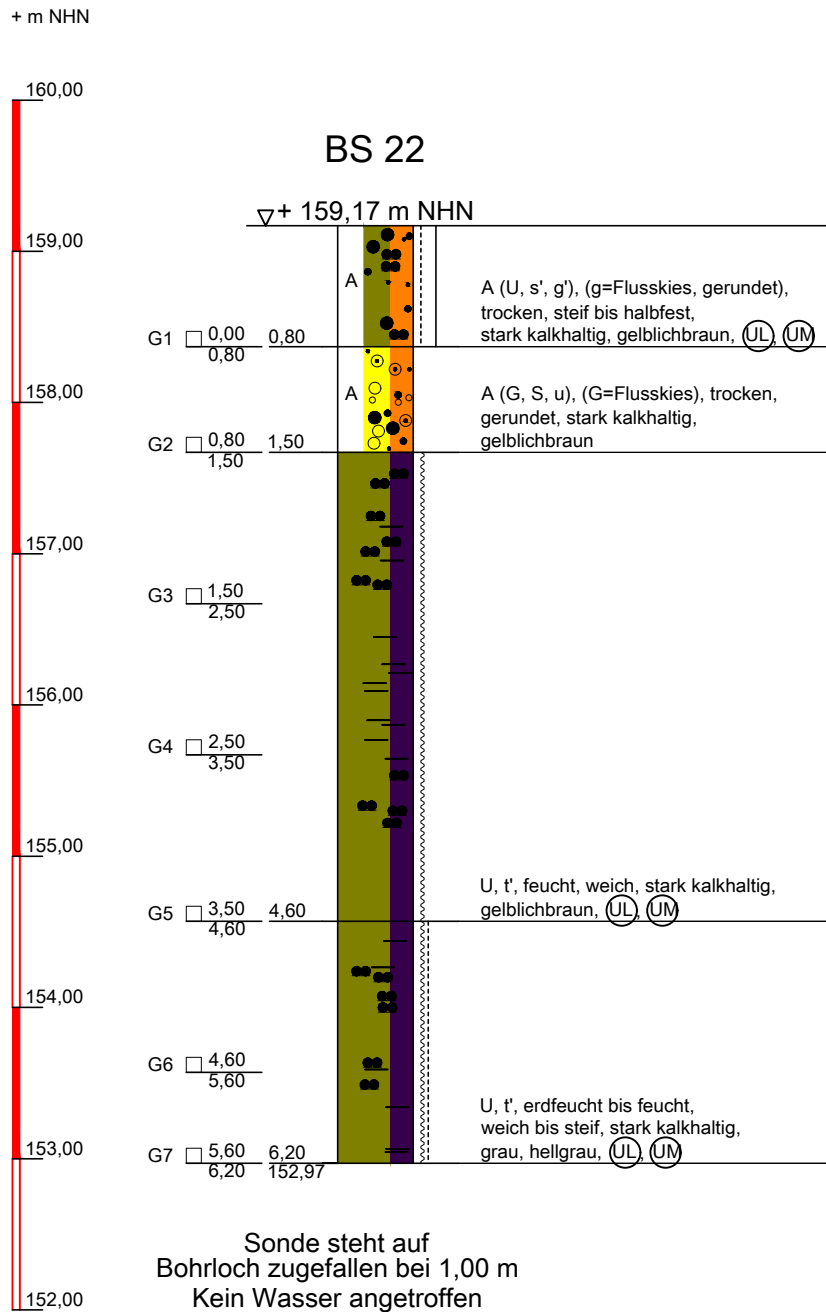
Anlage: 4.2 - BS 21

Projekt-Nr: 46.11021

Datum: 11.12.2025

Maßstab: 1:50

Bearbeiter: Kok



DR. SPANG

Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen
Geologie und Umwelttechnik mbH

Bauvorhaben:
DB TWL Böschung

Auftraggeber:
DB Infra GO

KLEINRAMMBOHRUNG

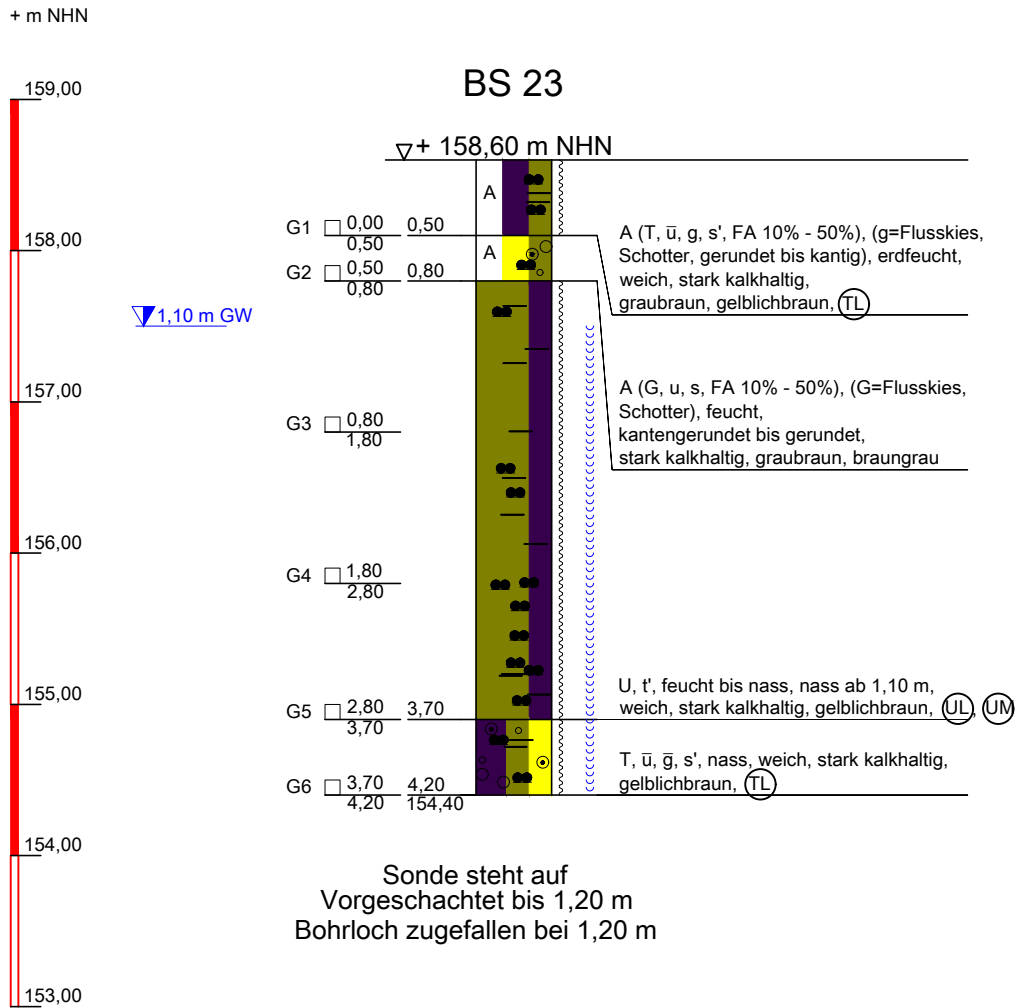
Anlage: 4.2 - BS 22

Projekt-Nr: 46.11021

Datum: 09.12.2025

Maßstab: 1:50

Bearbeiter: Kok



DR. SPANG

Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen
Geologie und Umwelttechnik mbH

Bauvorhaben:
DB TWL Böschung

Auftraggeber:
DB Infra GO

KLEINRAMMBOHRUNG

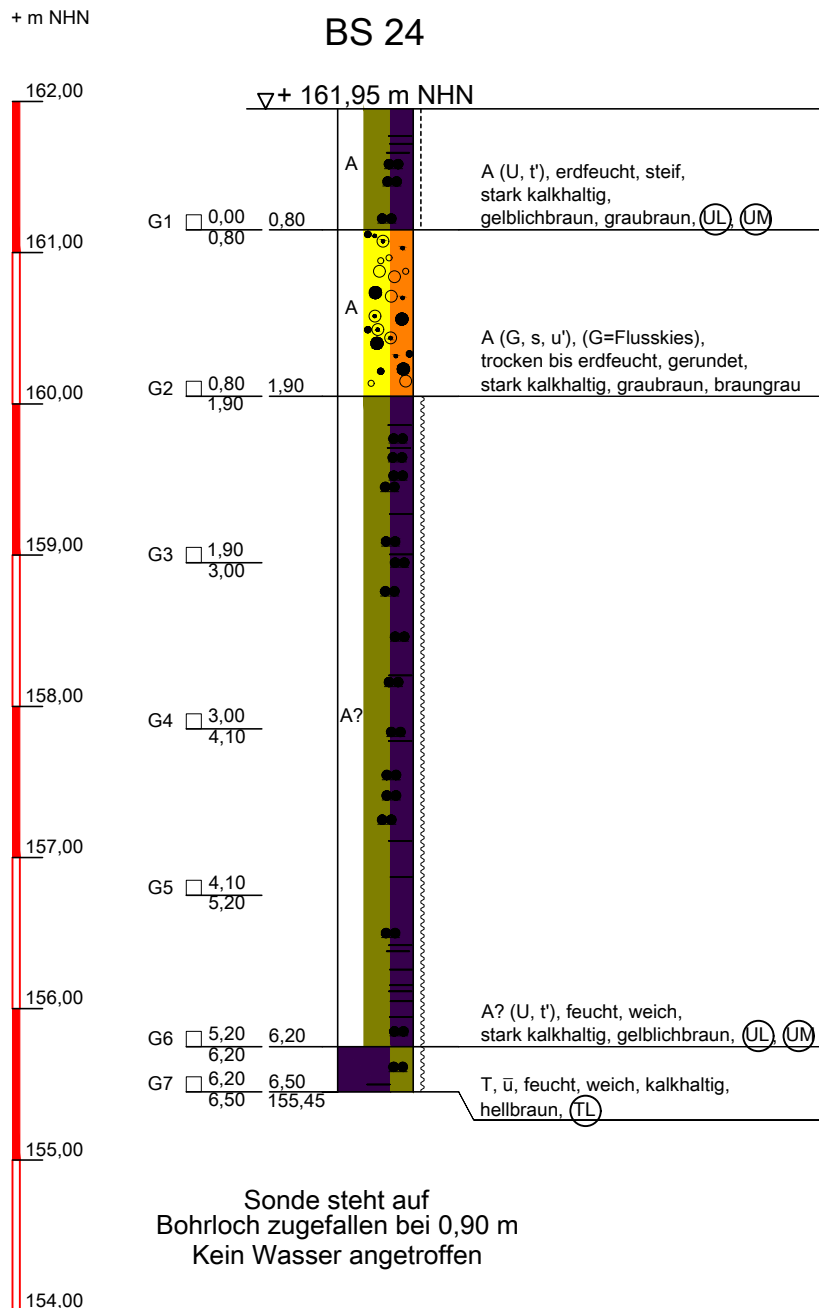
Anlage: 4.2 - BS 23

Projekt-Nr: 46.11021

Datum: 09.12.2025

Maßstab: 1:50

Bearbeiter: Kok



DR. SPANG

Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen
Geologie und Umwelttechnik mbH

Bauvorhaben:
DB TWL Böschung

Auftraggeber:
DB Infra GO

KLEINRAMMBOHRUNG

Anlage: 4.2 - BS 24

Projekt-Nr: 46.11021

Datum: 09.12.2025

Maßstab: 1:50

Bearbeiter: Kok

E:\Daten\11000-11099\11021\5_Bohrprofile\11021 2026-01-20 06-41-25\DP_L_M_H\Einzelblatt_DWG\IP46.11021_DPH_21.dwg
Ansichtsfenster : Anl. 4.3 - DPH 21

+ m NHN

162,00

161,00

160,00

159,00

158,00

157,00

156,00

155,00

154,00

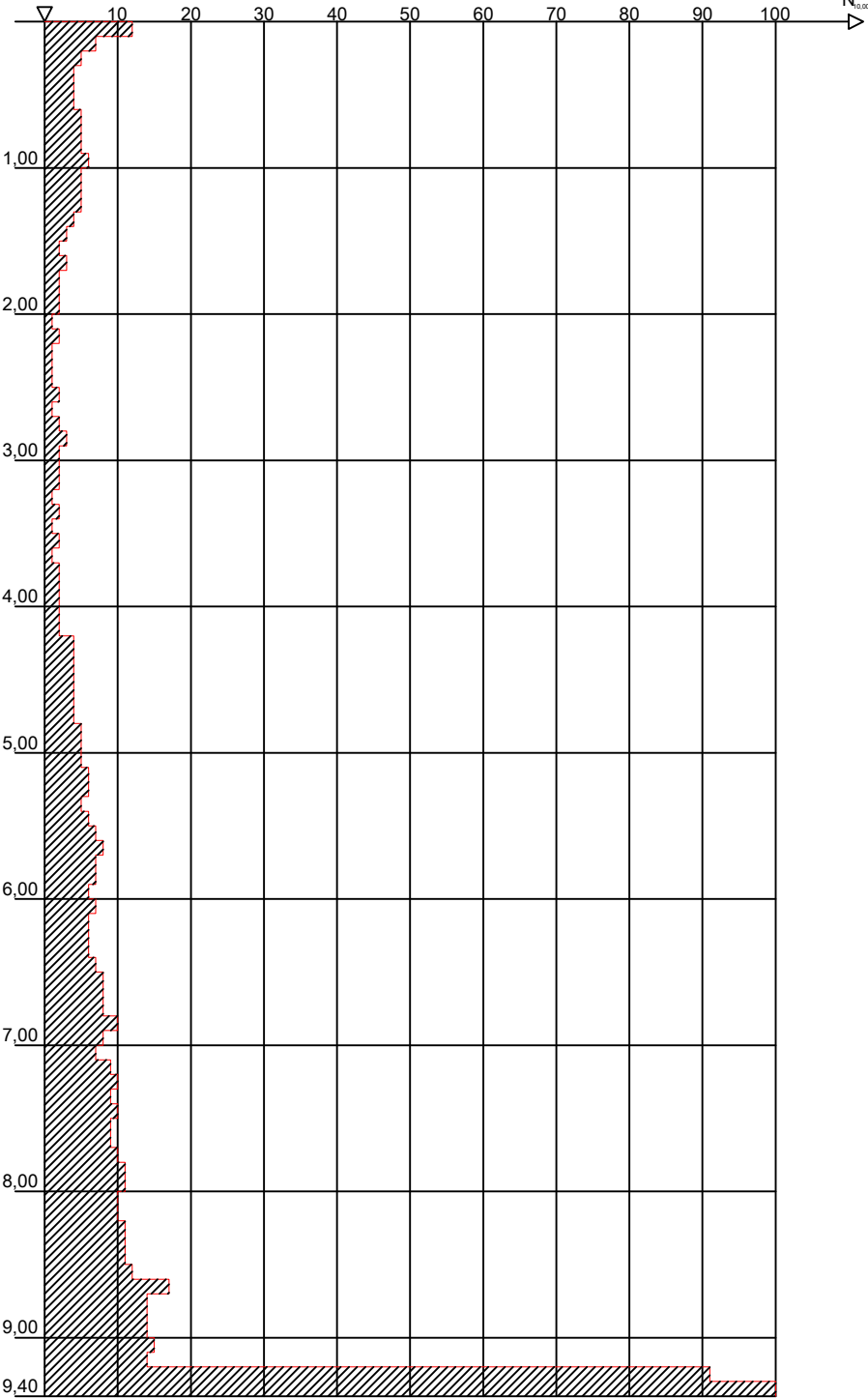
153,00

152,00

151,00

+161,30m NHN

DPH 21



Sonde steht auf
Wasser angetroffen bei 4,60 m



DR. SPANG

Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen
Geologie und Umwelttechnik mbH

Bauvorhaben:
DB TWL Böschung

Auftraggeber:
DB Infra GO

RAMMSONDIERUNG

Anlage: 4.3 - DPH 21

Projekt-Nr: 46.11021

Datum: 11.12.2025

Maßstab: 1:50

Bearbeiter: Kok

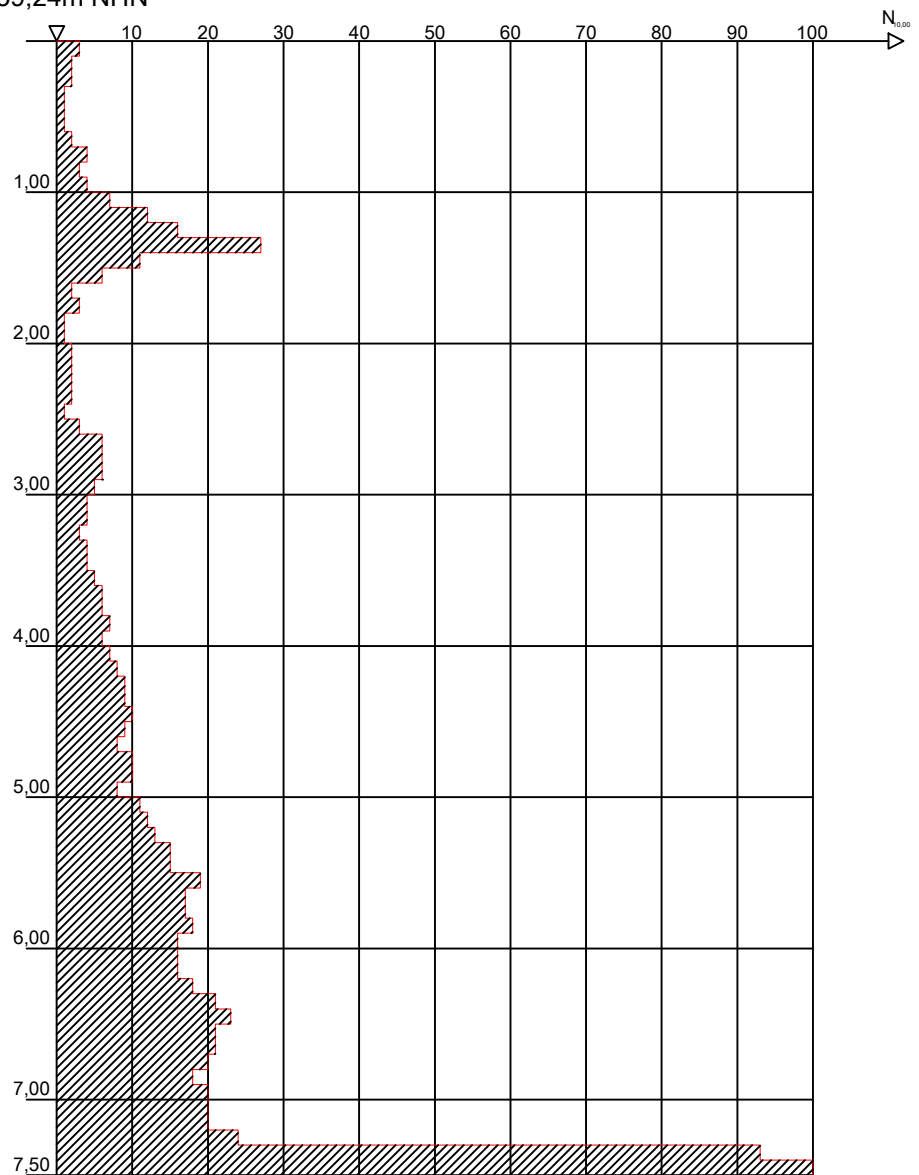
E:\Daten\11000-11099\11021\5_Bohrprofile\11021 2026-01-20 06-41-25\DP_L_M_H\Einzelblatt_DWG\11021_DPH_22.dwg
Ansichtsfenster : Anl. 4.3 - DPH 22

+ m NHN



+159,24m NHN

DPH 22



Sonde steht auf



DR. SPANG

Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen
Geologie und Umwelttechnik mbH

Bauvorhaben:
DB TWL Böschung

Auftraggeber:
DB Infra GO

RAMMSONDIERUNG

Anlage: 4.3 - DPH 22

Projekt-Nr: 46.11021

Datum: 09.12.2025

Maßstab: 1:50

Bearbeiter: Kok

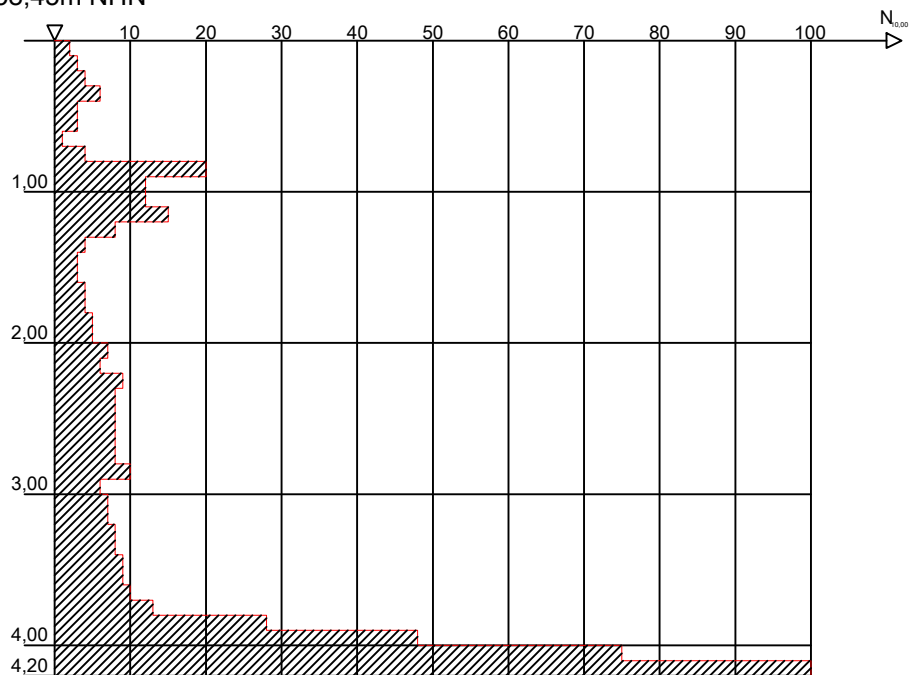
E:\Daten\11000-11099\11021\5_Bohrprofile\11021 2026-01-20 06-41-25\DP_L_M_H\Einzelblatt_DWG\11021_DPH_23.dwg
Ansichtsfenster : Anl. 4.3 - DPH 23

+ m NHN



+158,45m NHN

DPH 23



DR. SPANG

Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen
Geologie und Umwelttechnik mbH

Bauvorhaben:
DB TWL Böschung

Auftraggeber:
DB Infra GO

RAMMSONDIERUNG

Anlage: 4.3 - DPH 23

Projekt-Nr: 46.11021

Datum: 09.12.2025

Maßstab: 1:50

Bearbeiter: Kok

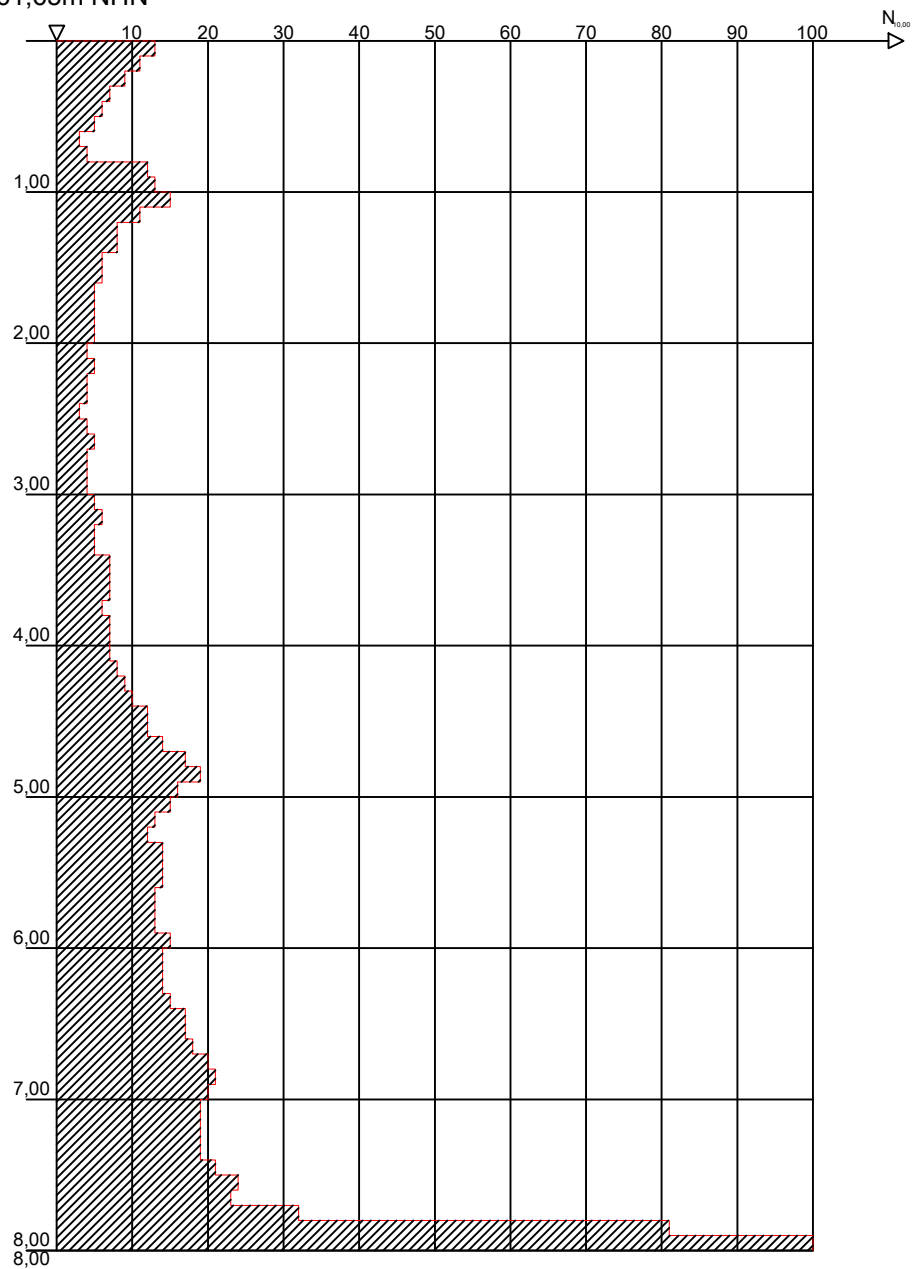
E:\Daten\11000-11099\11021\5_Bohrprofile\11021 2026-01-20 06-41-25\DP_L_M_H\Einzelblatt_DWG\11021_DPH_24.dwg
Ansichtsfenster : Anl. 4.3 - DPH 24

+ m NHN



+161,65m NHN

DPH 24



Sonde steht auf



DR. SPANG

Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen
Geologie und Umwelttechnik mbH

Bauvorhaben:
DB TWL Böschung

Auftraggeber:
DB Infra GO

RAMMSONDIERUNG

Anlage: 4.3 - DPH 24

Projekt-Nr: 46.11021

Datum: 09.12.2025

Maßstab: 1:50

Bearbeiter: Kok

Wassergehalt DIN EN ISO 17892-1

DB Wilferdingen Singen Böschung

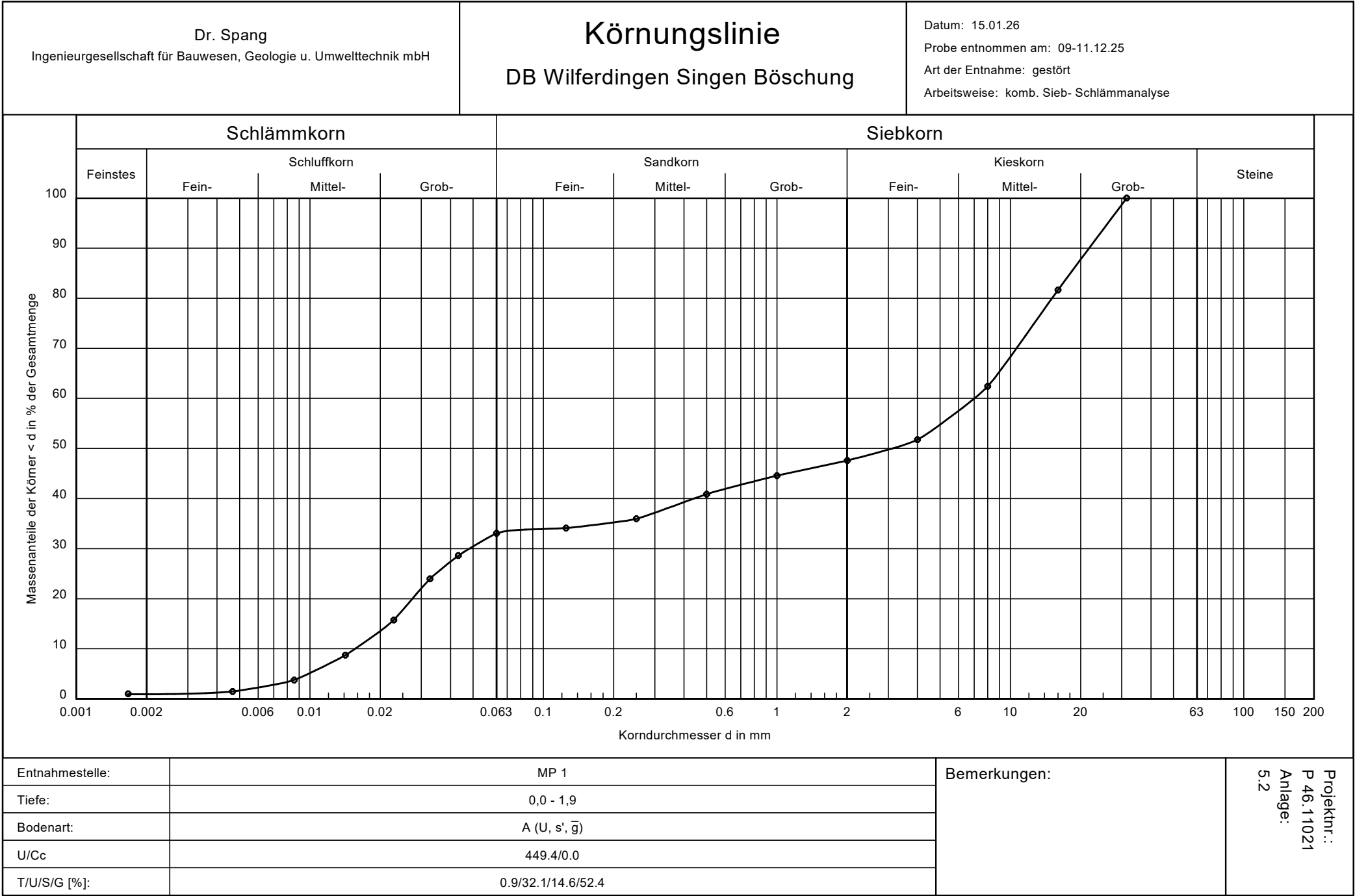
Bearbeiter: Kou

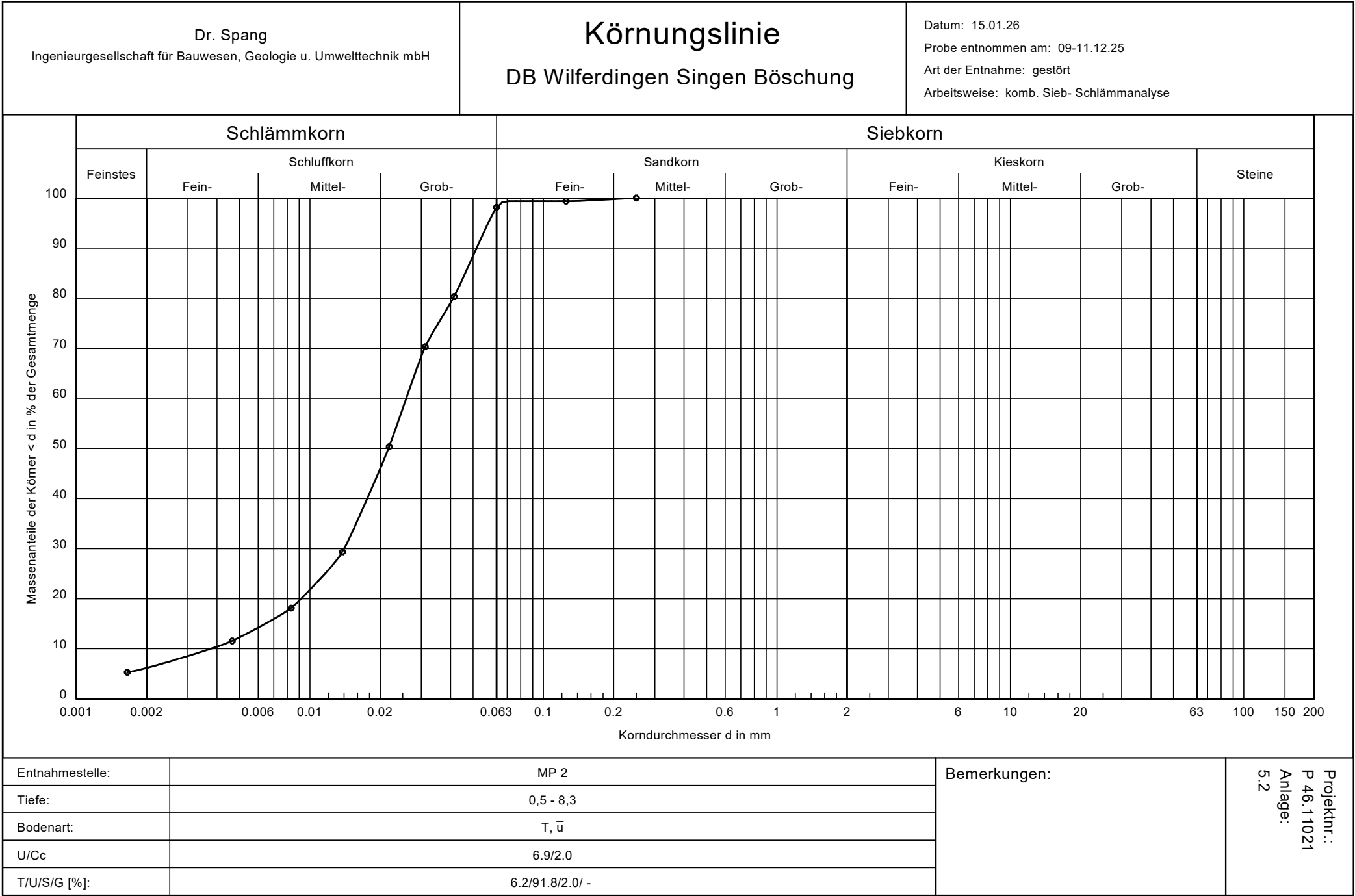
Datum: 14.01.26

Entnahmestelle:	BS 21	BS 21
Tiefe:	2,2 - 3,4	4,4 - 5,4
Bodenart:	U, s'	U, s'
Feuchte Probe + Behälter [g]:	222.00	222.50
Trockene Probe + Behälter [g]:	179.29	179.19
Behälter [g]:	6.10	6.05
Porenwasser [g]:	42.71	43.31
Trockene Probe [g]:	173.19	173.14
Wassergehalt [%]	24.66	25.01

Entnahmestelle:	BS 23	BS 24
Tiefe:	1,8 - 2,8	3,0 - 4,1
Bodenart:	U, s'	A (U, s')
Feuchte Probe + Behälter [g]:	180.41	173.60
Trockene Probe + Behälter [g]:	147.62	143.27
Behälter [g]:	6.12	6.05
Porenwasser [g]:	32.79	30.33
Trockene Probe [g]:	141.50	137.22
Wassergehalt [%]	23.17	22.10

Entnahmestelle:	BS 24	
Tiefe:	6,2 - 6,5	
Bodenart:	T, u, s'	
Feuchte Probe + Behälter [g]:	166.33	
Trockene Probe + Behälter [g]:	137.16	
Behälter [g]:	6.11	
Porenwasser [g]:	29.17	
Trockene Probe [g]:	131.05	
Wassergehalt [%]	22.26	



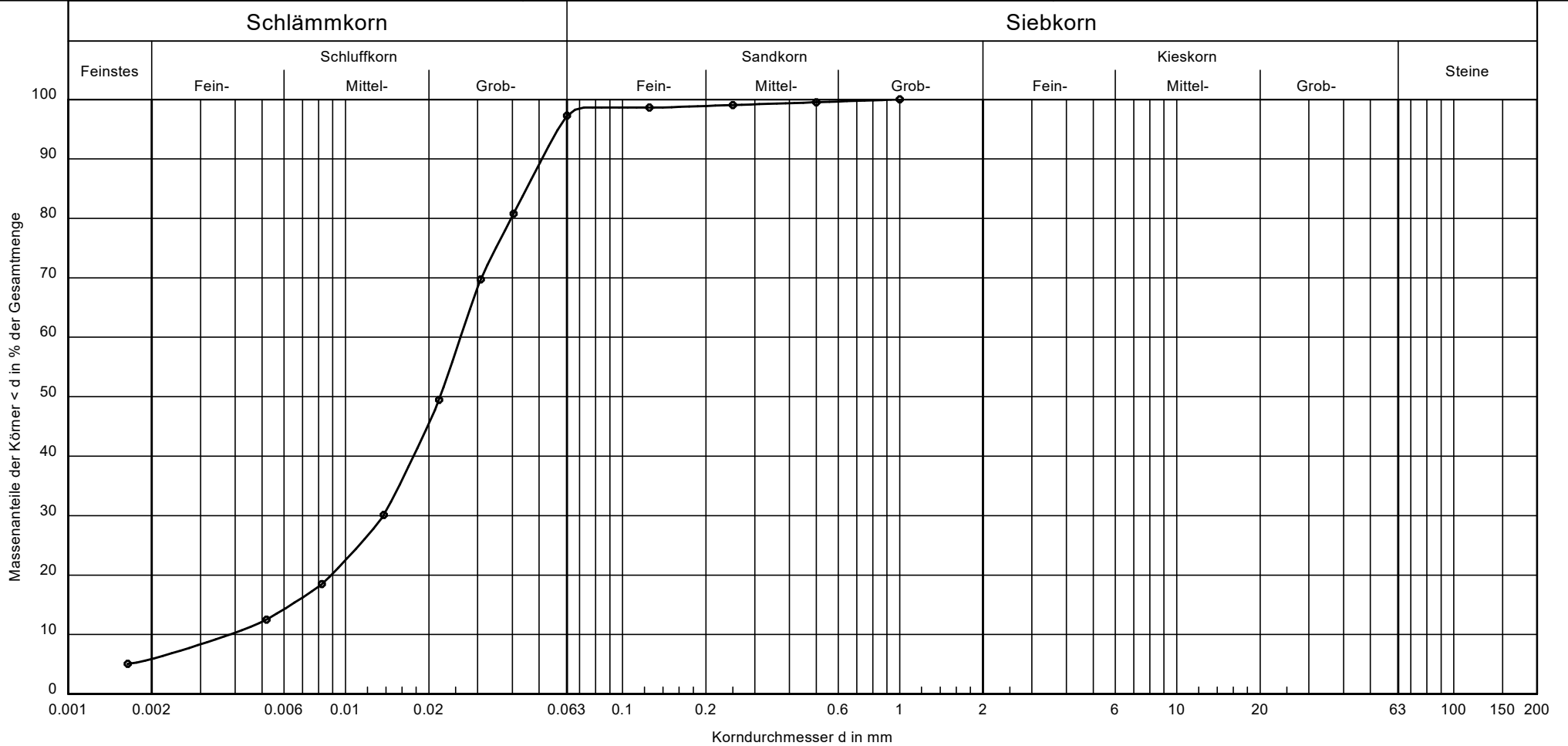


Dr. Spang
Ingenieurgesellschaft für Bauwesen, Geologie u. Umwelttechnik mbH

Körnungslinie

DB Wilferdingen Singen Böschung

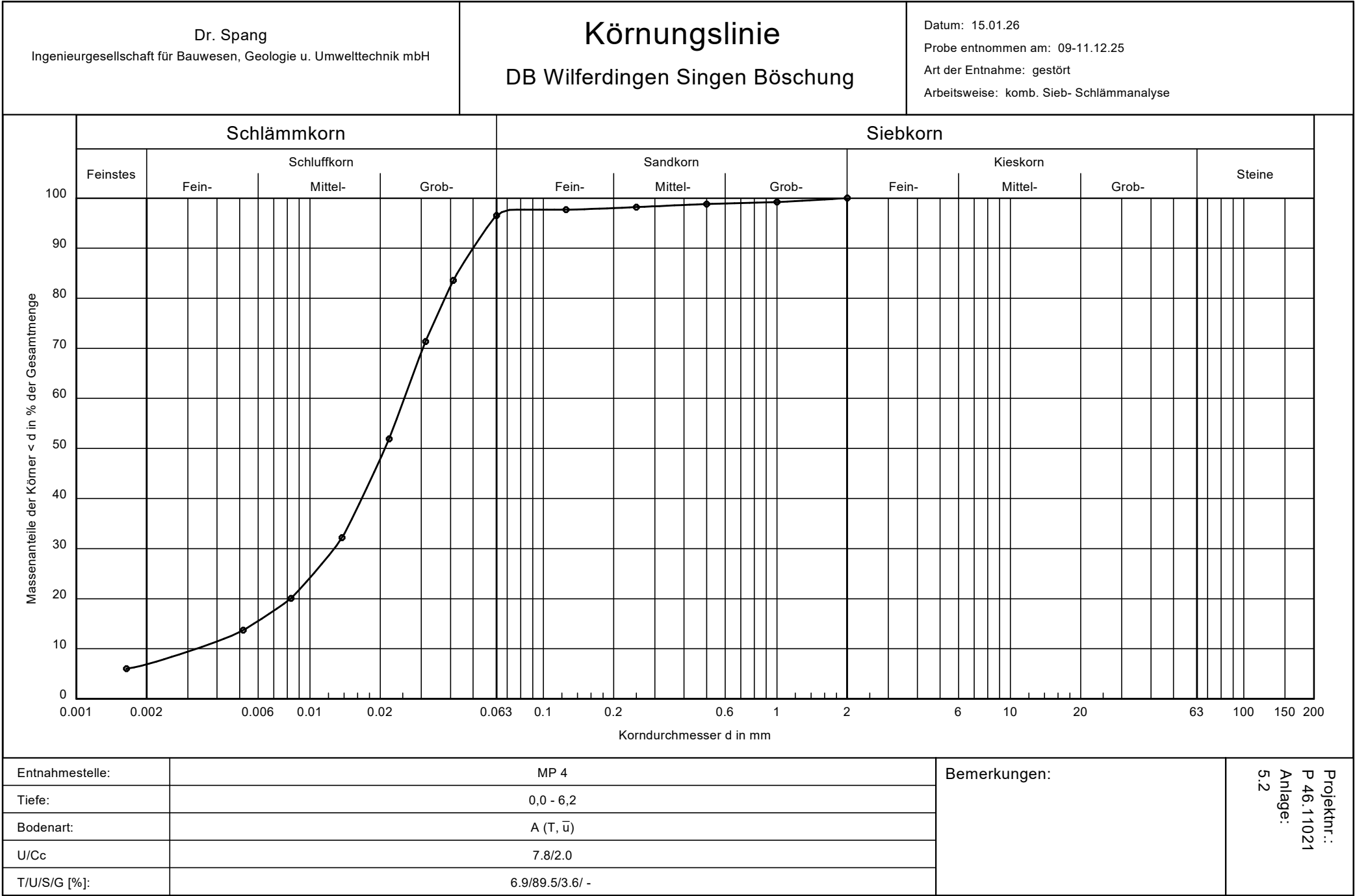
Datum: 15.01.26
Probe entnommen am: 09-11.12.25
Art der Entnahme: gestört
Arbeitsweise: komb. Sieb- Schlämmanalyse



Entnahmestelle:	MP 3
Tiefe:	0,8 - 6,5
Bodenart:	T, $\bar{u}$
U/Cc	6.8/1.9
T/U/S/G [%]:	5.9/91.3/2.8/ -

Bemerkungen:

Projektnr.:
P 46.11021
Anlage:
5.2



Fließ- und Ausrollgrenze DIN EN ISO 17892-12

DB Wilferdingen Singen Böschung

Bearbeiter: Lbb

Datum: 16.01.26

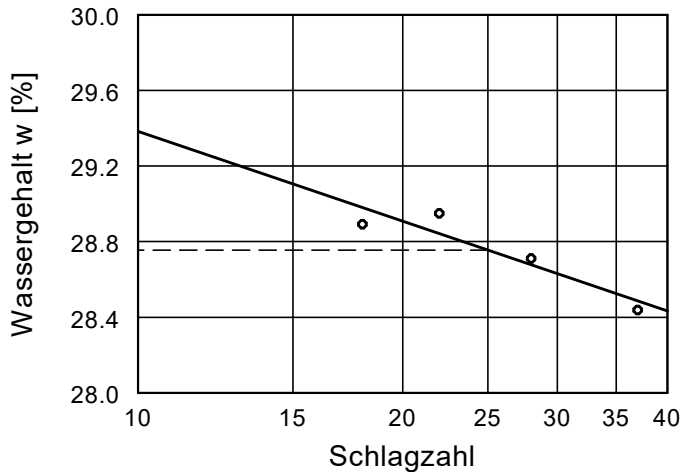
Entnahmestelle: BS 21

Tiefe: 3,4 - 4,4

Art der Entnahme: gestört

Bodenart: T, $\bar{u}$, s'

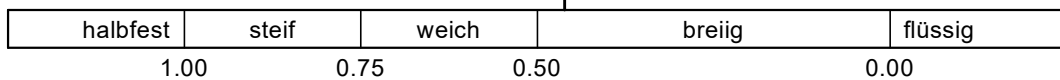
Probe entnommen am: 11.12.25



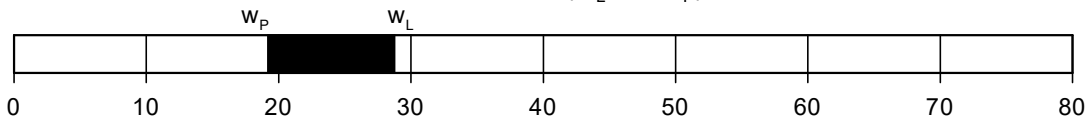
Wassergehalt $w =$ 24.3 %
Fließgrenze $w_L =$ 28.8 %
Ausrollgrenze $w_P =$ 19.2 %
Plastizitätszahl $I_P =$ 9.6 %
Konsistenzzahl $I_C =$ 0.46

Zustandsform

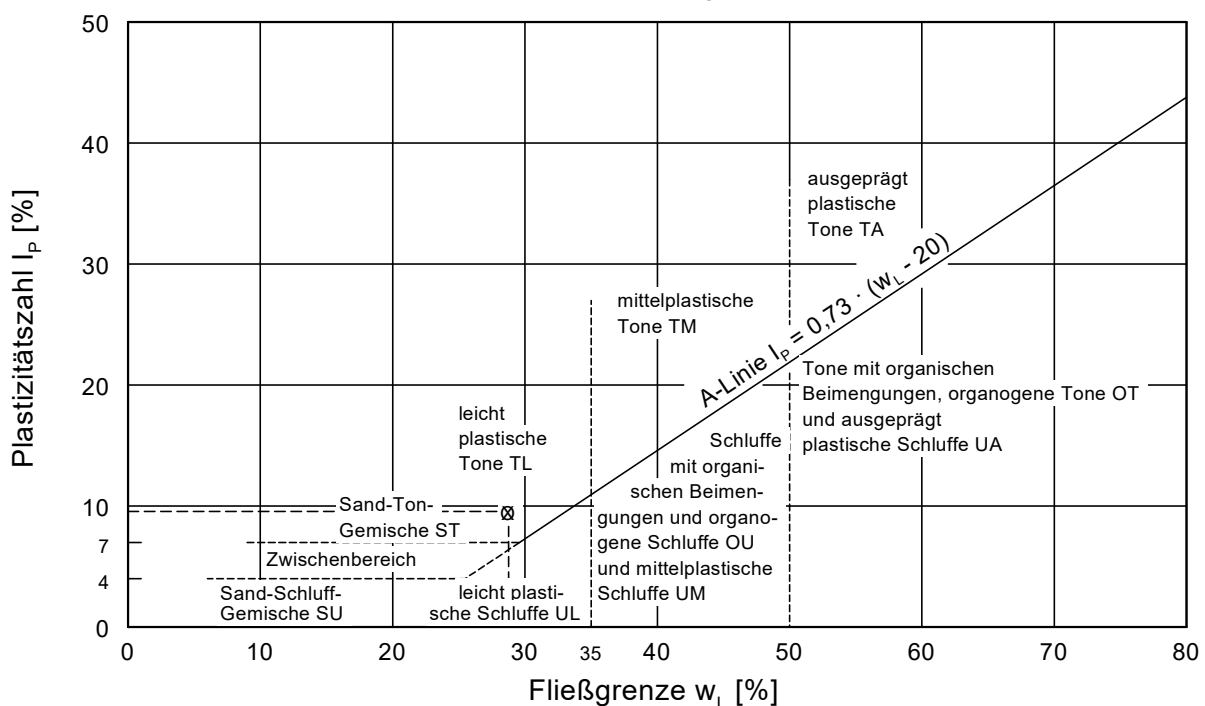
$I_C = 0.46$



Plastizitätsbereich (w_L bis w_P) [%]



Plastizitätsdiagramm



Fließ- und Ausrollgrenze DIN EN ISO 17892-12

DB Wilferdingen Singen Böschung

Bearbeiter: Kou

Datum: 16.01.26

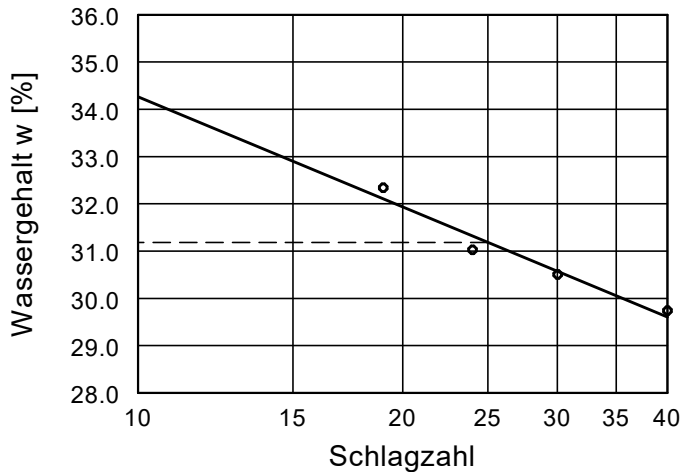
Entnahmestelle: BS 22

Tiefe: 1,5 - 2,5

Art der Entnahme: gestört

Bodenart: T, u, s'

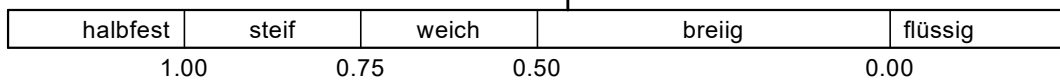
Probe entnommen am: 09.12.25



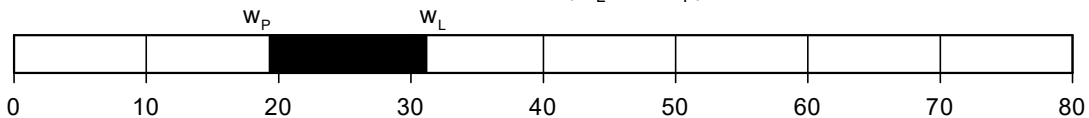
Wassergehalt $w = 25.8 \%$
Fließgrenze $w_L = 31.2 \%$
Ausrollgrenze $w_P = 19.3 \%$
Plastizitätszahl $I_P = 11.9 \%$
Konsistenzzahl $I_C = 0.46$

Zustandsform

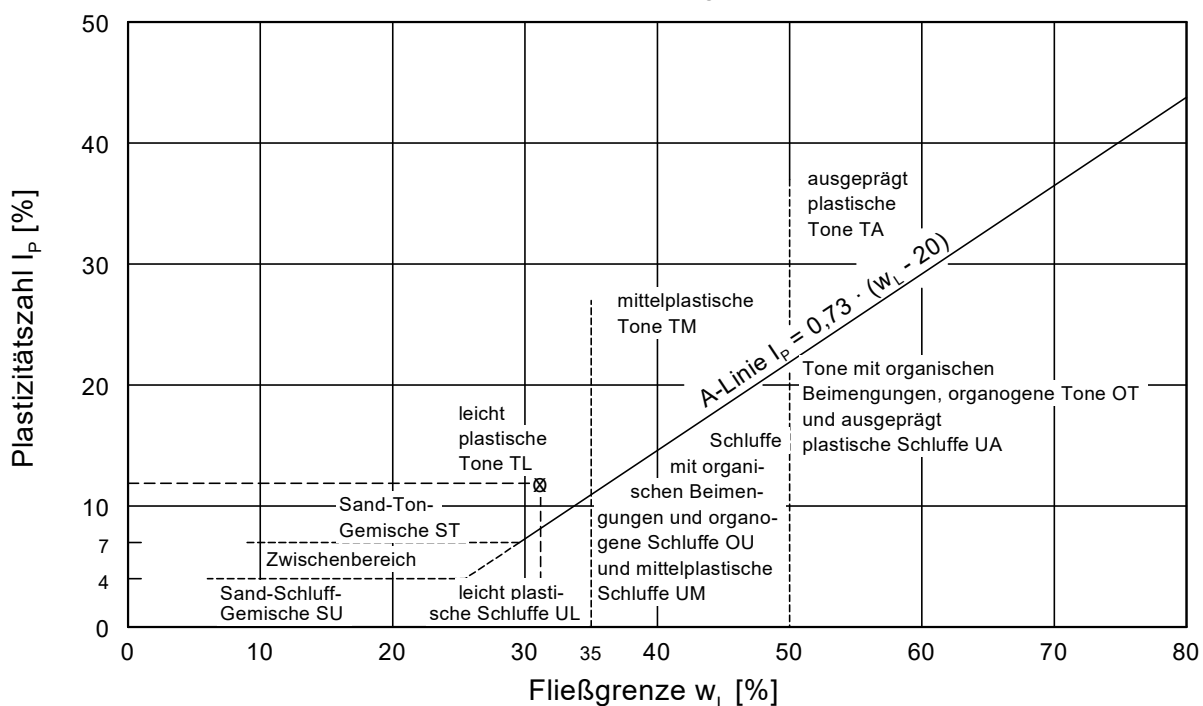
$I_C = 0.46$



Plastizitätsbereich (w_L bis w_P) [%]



Plastizitätsdiagramm



Fließ- und Ausrollgrenze DIN EN ISO 17892-12

DB Wilferdingen Singen Böschung

Bearbeiter: Kou

Datum: 15.01.26

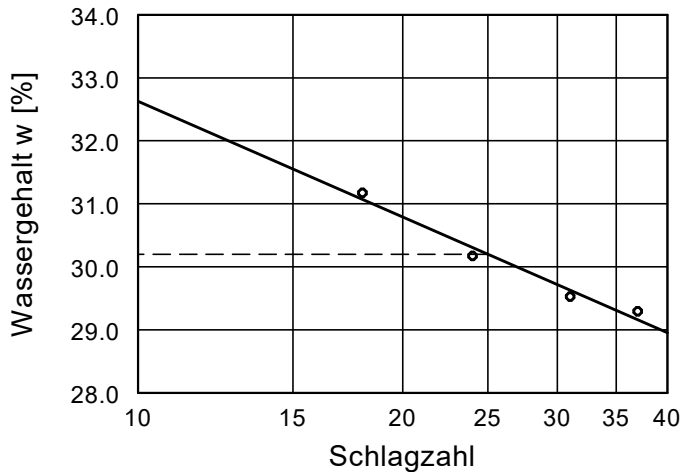
Entnahmestelle: BS 23

Tiefe: 2,8 - 3,7

Art der Entnahme: gestört

Bodenart: T, u, s'

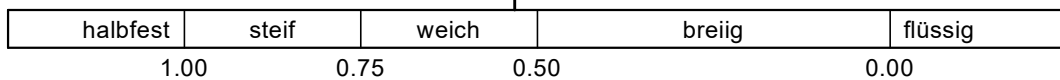
Probe entnommen am: 09.12.25



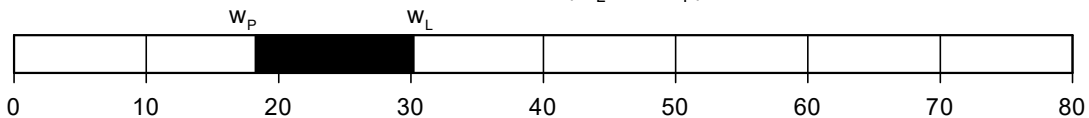
Wassergehalt w = 23.8 %
Fließgrenze w_L = 30.2 %
Ausrollgrenze w_p = 18.2 %
Plastizitätszahl I_p = 12.0 %
Konsistenzzahl I_c = 0.53

Zustandsform

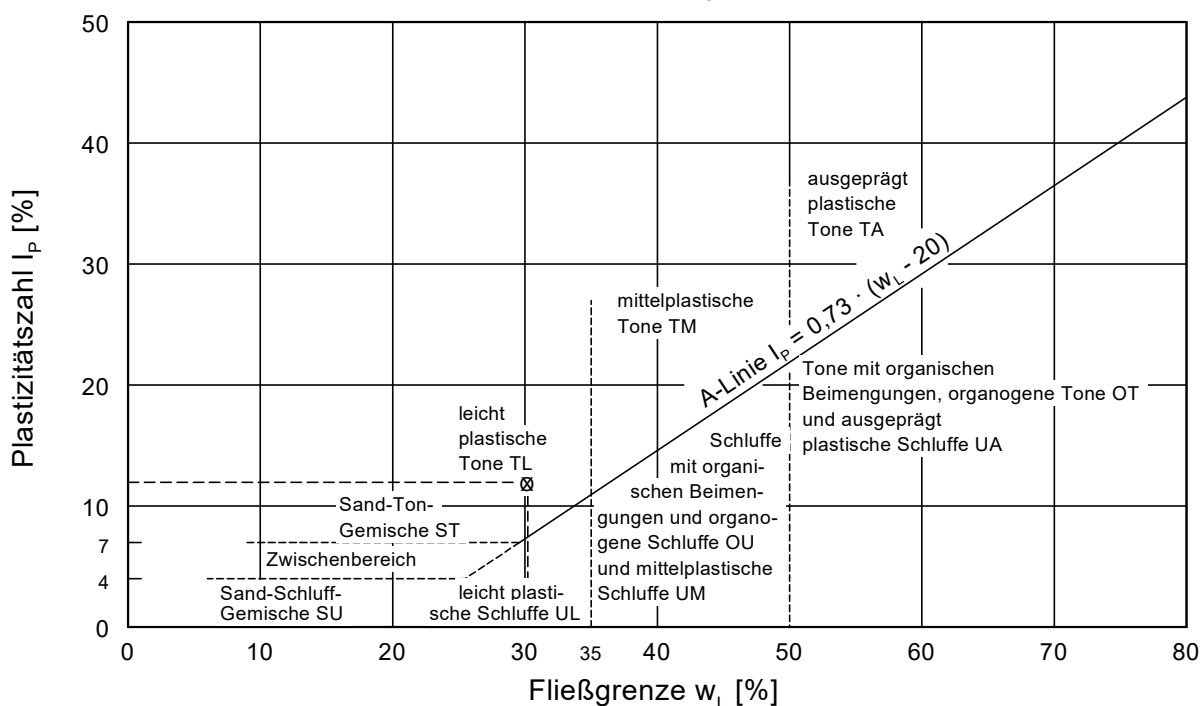
$I_c = 0.53$



Plastizitätsbereich (w_L bis w_p) [%]



Plastizitätsdiagramm



Fließ- und Ausrollgrenze DIN EN ISO 17892-12

DB Wilferdingen Singen Böschung

Bearbeiter: Lbb

Datum: 16.01.26

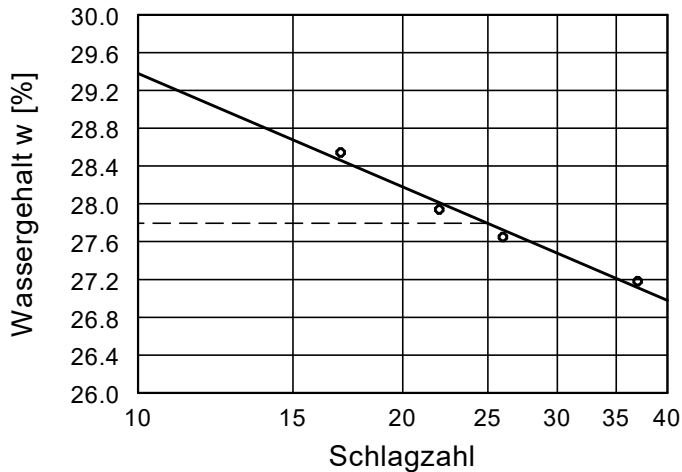
Entnahmestelle: BS 24

Tiefe: 1,9 - 3,0

Art der Entnahme: gestört

Bodenart: A (T , $\bar{u}$, s')

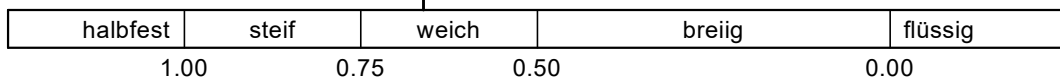
Probe entnommen am: 09.12.25



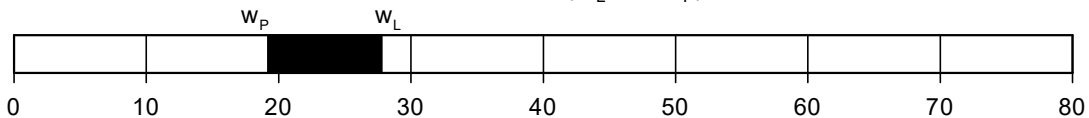
Wassergehalt $w = 22.1 \%$
 Fließgrenze $w_L = 27.8 \%$
 Ausrollgrenze $w_P = 19.2 \%$
 Plastizitätszahl $I_P = 8.6 \%$
 Konsistenzzahl $I_C = 0.66$

Zustandsform

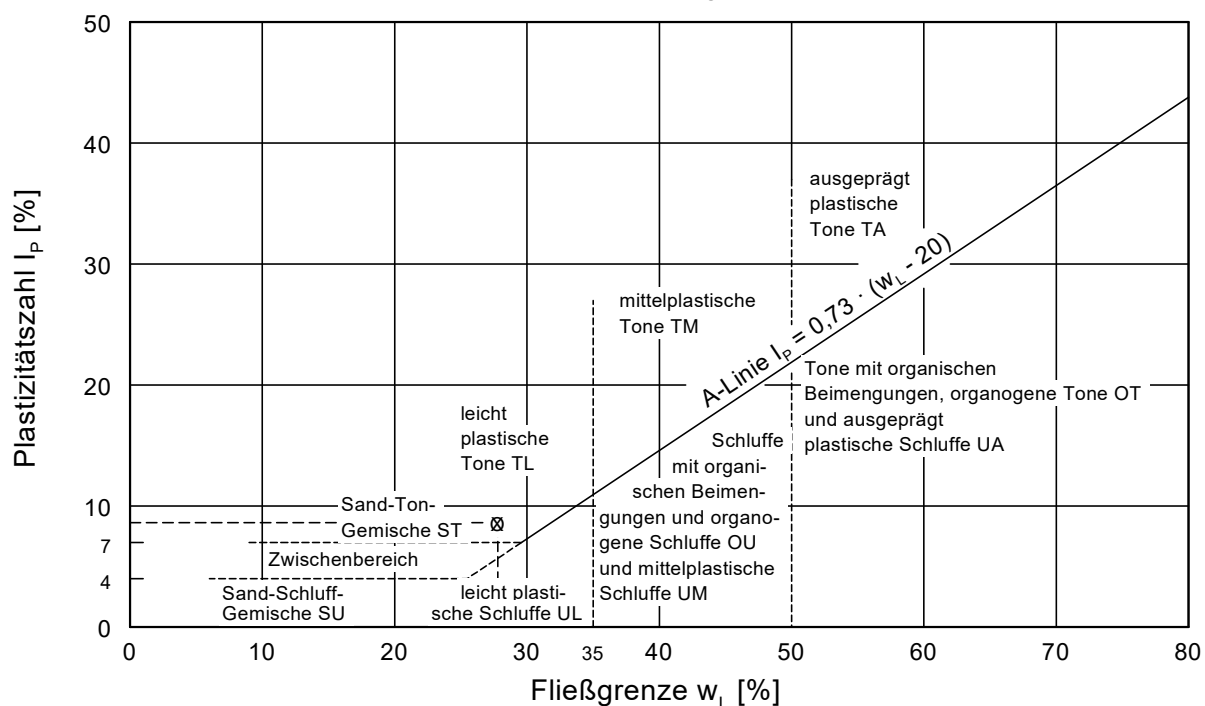
$I_C = 0.66$



Plastizitätsbereich (w_L bis w_P) [%]



Plastizitätsdiagramm



Schrumpfgrenze nach DIN 18 122-2

DB Wilferdingen Singen Böschung

Bearbeiter: Kae

Datum: 27.01.26

Entnahmestelle: BS 22

Tiefe: 1,5 - 2,5

Art der Entnahme: gestört

Bodenart: T, u, s'

Probe entnommen am: 09.12.25

Feuchte Probe + Ring + Glasplatte [g]	270.34
Trockene Probe + Ring + Glasplatte [g]	240.67
Ring + Glasplatte [g]	156.55
Wasser bei Versuchsbeginn [g]	29.67
Trockene Probe [g]	84.12
Korndichte [g/cm ³]	2.65
Volumen trockene Probe [cm ³]	48.84
Schrumpfgrenze [%]	20.33

Schrumpfgrenze nach DIN 18 122-2

DB Wilferdingen Singen Böschung

Bearbeiter: Kae

Datum: 27.01.26

Entnahmestelle: BS 24

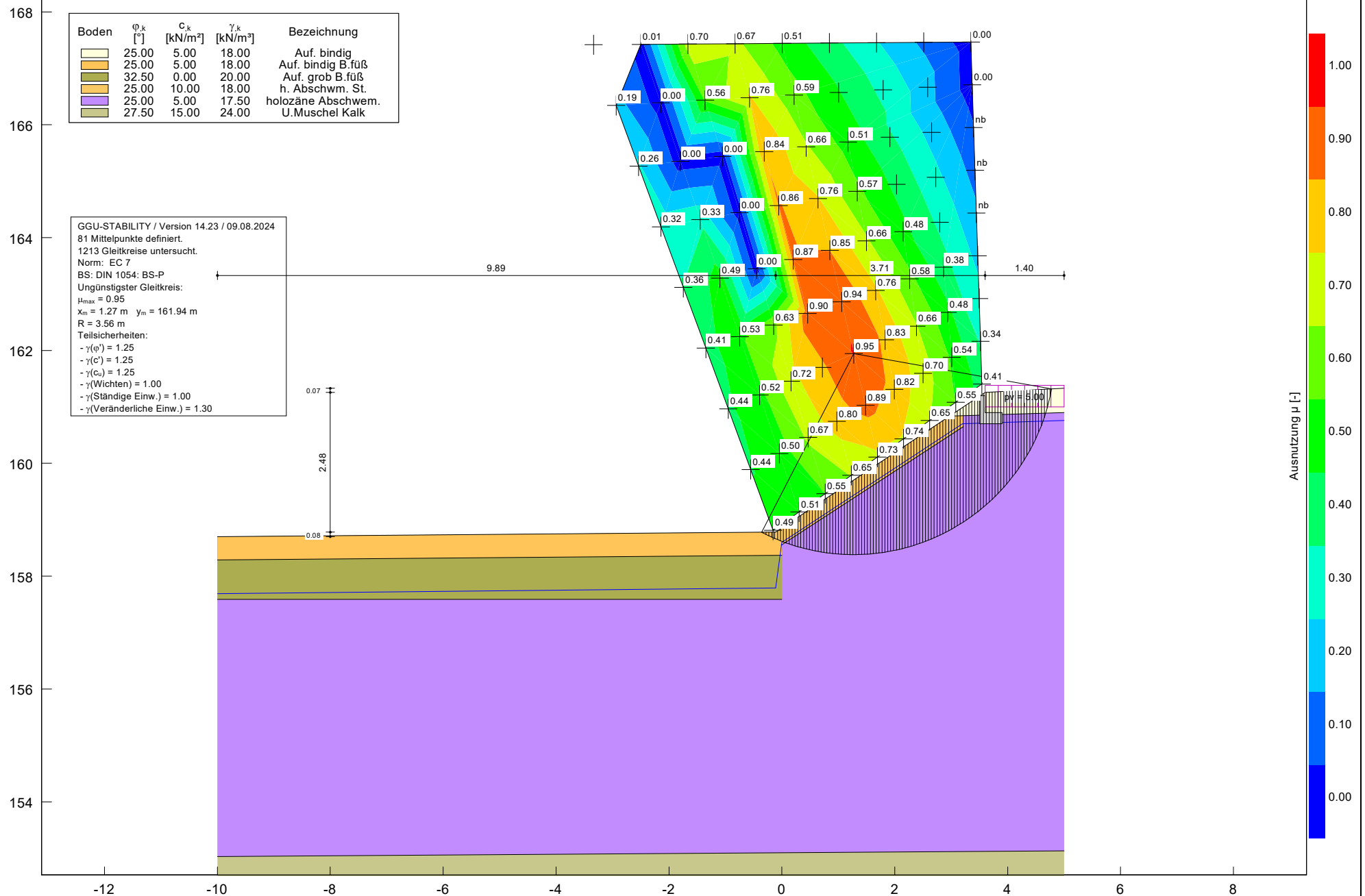
Tiefe: 1,9 - 3,0

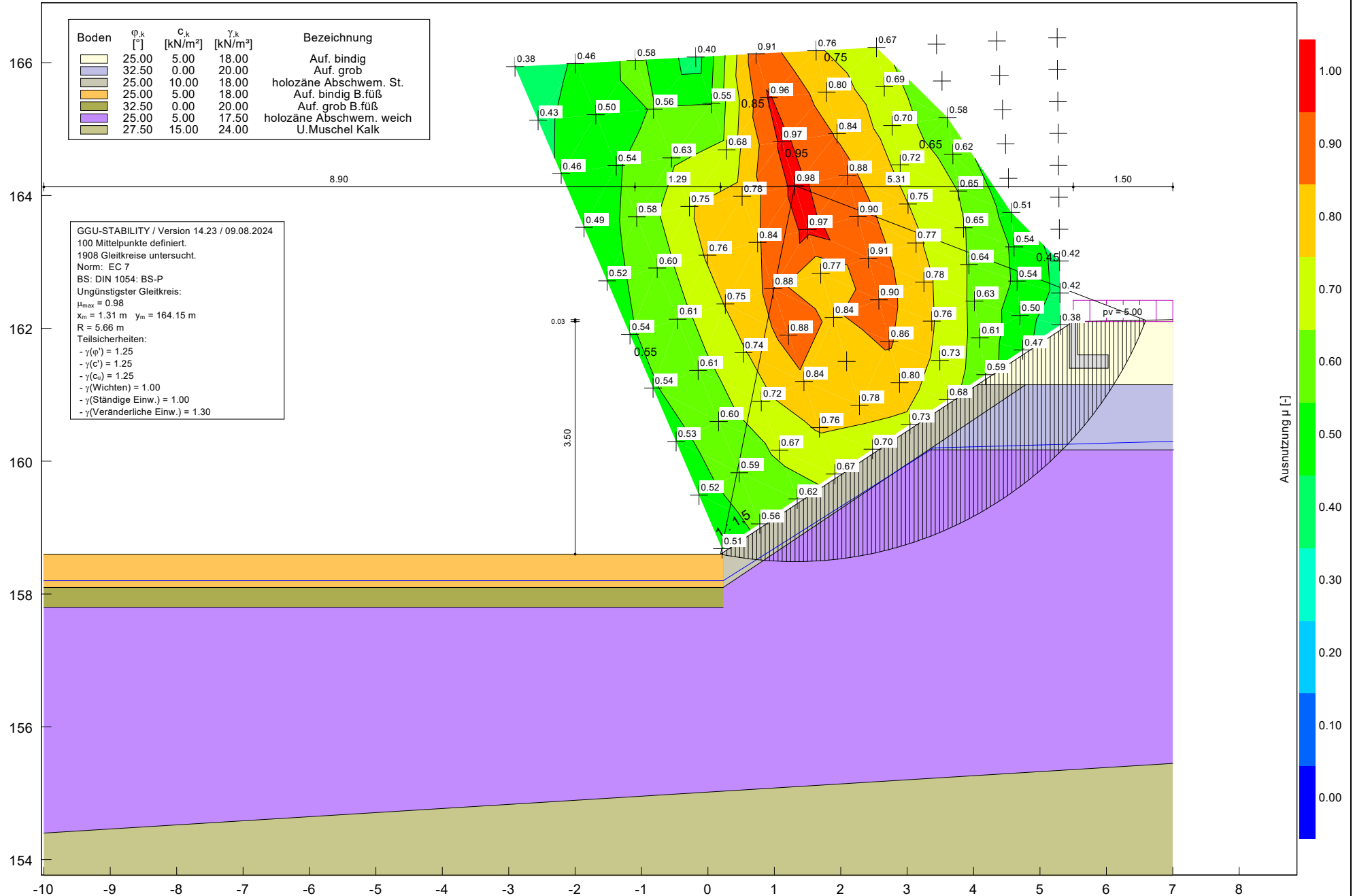
Art der Entnahme: gestört

Bodenart: A (T, $\bar{u}$, s')

Probe entnommen am: 09.12.25

Feuchte Probe + Ring + Glasplatte [g]	264.70
Trockene Probe + Ring + Glasplatte [g]	239.41
Ring + Glasplatte [g]	156.43
Wasser bei Versuchsbeginn [g]	25.29
Trockene Probe [g]	82.98
Korndichte [g/cm ³]	2.65
Volumen trockene Probe [cm ³]	47.80
Schrumpfgrenze [%]	19.87







DR. SPANG

DR. SPANG

Ingenieurgesellschaft für Bauwesen

Geologie und Umwelttechnik mbH

Anlage: 7.1

Datum: 11.12.25

Bearbeiter: olba

Projekt-Nr.: P46.11021

Projekt:
DB Twilfherdingen
Str. 4200 km
121986
Böschung

Protokoll über die Entnahme einer Feststoffprobe

1. Projektdaten	Projektnummer P	P46.11021
	Projektname	DB Twilfherdingen
2. Anlaß	Zweck der Probenahme	Raumteilung betongreifend
	Veranlasser	DB InfraGO
3. Probenahmestelle	Bezeichnung	Bohrung
	Ort	Twilfherdingen - Singen
4. Probenahmezeitpunkt	Datum	11.12.25
	Uhrzeit	10:00
5. Probenbezeichnung	Material	TU, s, g'
	Kennzeichnung der Probe	MP5
	Probennummer	MP5
6. Probenehmer	Name	shuol
	Firma	Dr. Spang
7. Anwesende / Zeugen	Name	/
	Firma	/
8. Probenahme:	Entnahmegesetz	Schappe / von Hand
	Probe	11 Einzelprobe
		1 Mischprobe
	Anzahl Einzelproben (nur bei Mischproben)	11
	Anzahl Rückstellproben	/
9. Entnahmedaten	Farbe	br-gr
	Geruch	/
	Probenmenge	/
	Probenbehälter	/
10. Gefahrstoffverdacht	Gefährlicher Abfall	Ja ☐ Nein ☒
	vermutete Schadstoffe	/
11. Untersuchungslabor		Agralab
12. Analytik		Betonaggregat-Virkität nach DIN 4030
13. Beobachtungen bei Probenahme / Transport		/
14. Probenkonservierung (Ort und Dauer)		Erslingen 2 Tage
15. Sonstige Bemerkungen zur Probenahme		/
16. Ort / Datum / Unterschrift	11.12.26 Erslingen	



AGROLAB Labor GmbH, Dr-Pauling-Str.3, 84079 Bruckberg

DR. SPANG ING. GES.F.BAUW GMBH
Eberhard-Bauer-Str. 32
73734 Esslingen / Neckar

Datum 29.01.2026

Kundennr. 27019996

PRÜFBERICHT

Auftrag
Analysennr.
Probeneingang
Probenahme
Probenehmer
Kunden-Probenbezeichnung3796665 P11021 DB Böschung Wilferdingen Singen
484699 Mineralisch/Anorganisches Material
22.12.2025
09.-11.12.2025
Auftraggeber
MP5

Einheit Ergebnis Best.-Gr. Methode

Feststoff

Analyse in der Gesamtfraktion					DIN 19747 : 2009-07
Neutralsalze *)	mmol/kg	°	3,10		Berechnung
Trockensubstanz	%	°	80,1	0,1	DIN EN 14346 : 2007-03, Verfahren A
pH-Wert (H ₂ O)	u)	°	8,10	0,1	DIN EN 12176:1998-06(PL)
Bodenart	u)	°	schluffiger Lehm	0	VDLUFA I, D 2.1 : 1997(PL)
Basekapazität pH 7,0	u)	mmol/kg	<0,400 (NWG)	0,8	DIN 38409-7 : 2005-12(PL)
Säurekapazität pH 4,3	u)	mmol/kg	6,12	0,8	DIN 38409-7 : 2005-12(PL)
Sulfat aus salzsauren Auszug	u)	mg/kg	249	100	DIN 4030-2 : 2024-07 in Verbindung mit DIN EN 1744-1 : 2013-03(PL)
Sulfat aus salzsauren Auszug *)	mmol/kg	°	2,59	1	DIN 4030-2 : 2008-06 in Verbindung mit DIN EN 1744-1 : 2013-03
Kohlenstoff(C) organisch (TOC)	%		0,33	0,1	DIN EN 15936: 2012-11 Verfahren B
Aufschluss Chlorid *)					DIN 4030-2 : 2008-06
Chlorid (Cl) u) *)	mg/kg		270	25	DIN 4030-2 : 2024-07(PL)
Sulfat u)	mg/kg		302	100	DIN 4030-2 : 2024-07 in Verbindung mit DIN EN 1744-1 : 2013-03(PL)
Sulfid, gesamt u) *)	mg/kg		5,5	0,1	DIN 4030-2 : 2024-07 in Verbindung mit DIN EN 1744-1 : 2013-03(PL)
Sulfid leicht freisetzbar *)	mg/kg		7,2	0,2	DIN 38405-27 : 2017-10 (mod.) (D 27)
Säuregrad n. Baumann-Gully *)	ml/kg		16	1	DIN 4030-2 : 2008-06

Eluat

Eluatherstellung u)			+		DIN 38414-4 : 1984-10 (mod) (WF 4)(PL)
Chlorid (Cl) u)	mg/l		9,40	0,1	DIN EN ISO 10304-1 : 2009-07(PL)
Sulfat (SO ₄) u)	mg/l		24,5	0,1	DIN EN ISO 10304-1 : 2009-07(PL)

Das Zeichen "<...(NWG)" oder n.n. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Parameter ist bei nebenstehender Nachweisgrenze nicht nachzuweisen.

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

u) externe Dienstleistung eines AGROLAB GROUP Labors

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



Datum 29.01.2026

Kundennr. 27019996

PRÜFBERICHT

Auftrag **3796665 P11021 DB Böschung Wilferdingen Singen**
Analysennr. **484699 Mineralisch/Anorganisches Material**
Kunden-Probenbezeichnung **MP5**

Untersuchung durch

(PL) A.W.V-Dr. Busse GmbH, Plauen (AGROLAB GROUP), Jößnitzer Str. 113, 08525 Plauen

Methoden

DIN 4030-2 : 2024-07; DIN 4030-2 : 2024-07 in Verbindung mit DIN EN 1744-1 : 2013-03

(PL) A.W.V-Dr. Busse GmbH, Plauen (AGROLAB GROUP), Jößnitzer Str. 113, 08525 Plauen, für die zitierte Methode akkreditiert nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018, Akkreditierungsverfahren: D-PL-14087-01-00 DAkkS

Methoden

DIN EN ISO 10304-1 : 2009-07; DIN EN 12176:1998-06; DIN 38409-7 : 2005-12; DIN 38414-4 : 1984-10 (mod) (WF 4); DIN 4030-2 : 2024-07 in Verbindung mit DIN EN 1744-1 : 2013-03; VDLUFA I, D 2.1 : 1997

Normmodifikation

DIN 38405-27 : 2017-10 (mod.) (D 27): saure Gasextraktion fester Proben

Bei der Messung nach DIN EN 15936 : 2012-11 wurde Verfahren B verwendet.

Beginn der Prüfungen: 23.12.2025

Ende der Prüfungen: 29.01.2026

Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die geprüften Gegenstände. In Fällen, wo das Prüflabor nicht für die Probenahme verantwortlich war, gelten die berichteten Ergebnisse für die Proben wie erhalten. Das Laboratorium ist nicht für die vom Kunden bereitgestellten Informationen verantwortlich. Die ggf. im vorliegenden Prüfbericht dargestellten Kundeninformationen unterliegen nicht der Akkreditierung des Laboratoriums und können sich auf die Validität der Prüfergebnisse auswirken. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig.

AGROLAB Labor GmbH, Stefan Ostermeier, Tel. 08765/93996-600
serviceteam3.bruckberg@agrolab.de
Kundenbetreuung

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

DR. SPANG

DR. SPANG

**Ingenieurgesellschaft für Bauwesen,
Geologie und Umwelttechnik mbH**

Anlage:	7.3.3
----------------	--------------

Datum: 10.02.2026

Bearbeiter:	Olba
--------------------	-------------

Projekt-Nr.:	P46.11021
--------------	-----------

Prüfung und Beurteilung von betonangreifenden Böden nach DIN 4030 Teil 1:2008-06

Projekt:

Berme SÜ K4580
km 12,9+80 - 12,9+93

1. Allgemeine Angaben

Prüfungs-Nr.: 484699

Auftrags-Nr.: 3796665

Entnahmestelle: BS21 - BS24

Art des Bodens: T, U, g

Entnahmetiefe: 1,8 -6,2

Entnahmedatum: 09-11.12.2025

Probeneingang: 22.12.2025

Probennehmer:

2. Bodenanalyse

3. Grenzwerte zur Beurteilung nach DIN 4030 Teil 1:2008-06

	Prüfergebnis		XA 1 (schwach angreifend)	XA 2 (mäßig angreifend)	XA 3 (stark angreifend)
Sulfat (SO ₄ ²⁻)	302	mg/kg	> 2000 und ≤ 3000	> 3000 und ≤ 12000	> 12000 und ≤ 24000
Säuregrad	16,0	ml/kg	> 200	in der Praxis nicht anzutreffen	
Sulfid (S ²⁻)	5,5	mg/kg	> 100 ¹⁾	-	-
Chlorid (Cl ⁻)	270,0	mg/kg	gem. DIN 4030 5.3.2 ist der Wert nur zu bestimmen ein Einstufungswert existiert nicht		
n.n. - nicht nachweisbar					

4. Beurteilung

nicht aggressiv

¹⁾ Gesonderte Beurteilung durch einen Fachmann erforderlich.