



INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR BAUWESEN, GEOLOGIE UND UMWELTTECHNIK MBH

DB InfraGO AG
Herr Daniel Budzen
Gutschstraße 6
76137 Karlsruhe

Projekt-Nr.
46.11226

Datei
P11226b260210

Diktat
Kor/Yuan

Büro
Esslingen

Datum
10.02.2026

Umbau barrierefreier Zugang Personenunterführung

- Baugrundgutachten und Umwelttechnisches Gutachten –

Auftrag vom 24.10.2025

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-Symphor-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
Sparkasse 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	5
1.4 Untersuchungen	9
2. GEOTECHNISCHE VERHÄLTNISSE	10
2.1 Morphologie, Vegetation und Bebauung	10
2.2 Baugrund	10
2.3 Hydrogeologie / Grundwasser	14
2.4 Bodenmechanische Laborversuche	17
2.5 Umwelttechnische Untersuchungen	19
2.5.1 Bewertungsgrundlage Schwarzdecke	20
2.5.2 Bewertung Schwarzdecke	22
2.5.3 Bewertungsgrundlage Bodenaushub	22
2.5.4 Bewertung Bodenaushub	24
2.5.5 Entsorgung / Abfallschlüssel	25
2.6 Sonstige Randbedingungen und Eigenschaften	26
3. TECHNISCHE EIGENSCHAFTEN UND KENNWERTE	26
3.1 Klassifizierung für bautechnische Zwecke	26
3.2 Bodenkennwerte	28
3.3 Homogenbereiche	29
3.3.1 Allgemeines	29
3.3.2 DIN 18 300 Erdarbeiten	31
3.3.3 DIN 18 301 Bohrarbeiten	33
3.3.4 DIN 18 304 Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten	35
3.3.5 DIN 18 320 Landschaftsbauarbeiten	36
4. FOLGERUNGEN	36
4.1 Gründung	36
4.2 Baugrube	37
4.3 Grundwasserhaltung	39



INHALT	SEITE
4.4 Nachbarbebauung	40
4.5 Geotechnische Kategorie	40
5. EMPFEHLUNGEN	40
5.1 Gründung	40
5.2 Baugruben	42
5.3 Wasserhaltung / Abdichtung	46
5.4 Sonstige Empfehlungen	47
6. ANLAGEN	
Anlage 1: Übersichtslageplan, 1 : 100.000 (1)	
Anlage 2: Lageplan mit Aufschlusspunkten, 1 : 500 (1)	
Anlage 3: Geotechnischer Schnitt 1 : 100 (1)	
Anlage 4: Ergebnisse der Baugrundaufschlüsse (1)	
Anlage 4.1: Zeichenerläuterung Baugrunderkundung (2)	
Anlage 4.2: Bohrsondierungen (BS) (3)	
Anlage 4.3: Schwere Rammsondierung (DPH) (3)	
Anlage 4.4: Kernbohrungen (BK) (entfällt)	
Anlage 5: Bodenmechanische Laborversuche (6)	
Anlage 6: Kernfotos (entfällt)	
Anlage 7: Chemische Analytik (1)	
Anlage 7.1: Probenahmeprotokoll (4)	
Anlage 7.2: Prüfbericht (5)	
Anlage 7.3: Auswertung RuVA (1)	
Anlage 7.4: Auswertung EBV (2)	
Anlage 8: Lageplan umliegende Bohrungen mit Grundwasserspiegelhöhen (1)	



INHALT

SEITE

Änderungshistorie

Rev.	Datum	Bearbeitender	Notiz

1. ALLGEMEINES

1.1 Projekt

An der Verkehrsstation Wilferdingen-Singen soll die bestehende Personenunterführung beim Nordausgang barrierefrei umgebaut werden. Hierfür wird die PU verlängert und die bestehende Treppe wird durch eine Rampe ersetzt. Die Planung der Umbaumaßnahme erfolgt durch OBERMEYER Infrastruktur GmbH & Co. KG. im Auftrag der DB InfraGO AG. Die Verkehrsstation Wilferdingen-Singen liegt an der Strecke Karlsruhe - Mühlacker bei km 12,421.

Die neue Rampe weist eine maximale Tiefe von ca. 4,0 m, eine Länge von ca. 38,0 m und eine Breite von ca. 4,2 m auf.

Die Lage der Verkehrsstation Wilferdingen-Singen kann dem Übersichtsplan in Anlage 1 entnommen werden. Die Lage der Personenunterführung kann dem Lageplan in Anlage 2 entnommen werden. Im Schnitt in Anlage 3 ist die geplante Baumaßnahme ebenfalls dargestellt.

1.2 Auftrag

Für den geplanten Umbau der Rampe bei der PU wurde die Dr. Spang GmbH mit einer Baugrunduntersuchung von der DB InfraGO AG beauftragt. Die Ergebnisse der Baugrunduntersuchung sind in einem Baugrundgutachten zusammenzufassen und zu bewerten. Ebenfalls werden umwelttechnische Untersuchungen anhand von Bodenproben durchgeführt und im Baugrundgutachten bewertet.

Auf Basis unseres Angebots A22290 vom 24.10.2025 wurde von der DB InfraGO AG mit Schreiben vom 24.10.2025 der Dr. Spang GmbH der Auftrag erteilt, die entsprechenden Leistungen auszuführen.

1.3 Unterlagen

Es wurden die nachfolgend aufgeführten Unterlagen verwendet:

- [U 1] **Geologie von Baden-Württemberg, 5. Auflage;** O.F. Geyer / M.P. Gwinner, Schweizerbart Stuttgart, 2011.

- [U 2] **Geologische und hydrogeologische Karte von Baden-Württemberg, 1:50.000;** Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg, Abfrage vom 28.01.2026.

- [U 3] **Ingenieurgeologische Gefahren in Baden-Württemberg;** Regierungspräsidium Freiburg, Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau, Freiburg i. Br., 2005.

- [U 4] **Ingenieurgeologische Gefahrenhinweiskarte von Baden-Württemberg;** Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg, Abfrage vom 28.01.2026.

- [U 5] **Daten- und Kartendienst der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg;** <https://www.lubw.baden-wuerttemberg.de>, Abfrage vom 28.01.2026.

- [U 6] **Handlungshilfe für Entscheidungen über die Ablagerbarkeit von Abfällen mit organischen Schadstoffen,** Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, Stand: August 2024.

- [U 7] **Technische Hinweise zur Einstufung von Abfällen nach ihrer Gefährlichkeit;** Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, Juli 2025.

- [U 8] **BMU-Hinweise zur AVV: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU);** Hinweise zur Anwendung der Abfallverzeichnis-Verordnung vom 10. Dezember 2001.

- [U 9] **Ersatzbaustoffverordnung (ErsatzbaustoffV);** Verordnung über Anforderungen an den Einbau von mineralischen Ersatzbaustoffen in technischen Bauwerken, Bundesregierung, 01.09.2023.

- [U 10] **Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-pech-typischen Bestandteilen sowie für die Verwertung von Ausbauasphalt im Straßenbau – RuVa-StB 01**; Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, Bonn, 15. Dezember 2004.
- [U 11] **Leitfaden zum Umgang mit teerhaltigem Straßenaufbruch**; Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr Baden-Württemberg, März 2010.
- [U 12] **TRGS 551: Technische Regeln für Gefahrstoffe, Teer, und andere Pyrolyseprodukte aus organischem Material**; Bundesministerium für Arbeit und Soziales, August 2015.
- [U 13] **KrWG: Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen (Kreislaufwirtschaftsgesetz - KrWG)**; Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz sowie Bundesamt für Justiz, 24.02.2012, zuletzt geändert durch Art. 2 Abs. 9 G v. 20.07.2017.
- [U 14] **Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-pech-typischen Bestandteilen sowie für die Verwertung von Ausbauasphalt im Straßenbau – RuVa-StB 01**; Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, Bonn, 15. Dezember 2004.
- [U 15] **Umbau der Verkehrsstation Wilferdingen-Singen, Übersichtslageplan**; Obermeyer Infrastruktur GmbH, Karlsruhe, 23.11.22.
- [U 16] **Bohrprofile umliegender Bohrungen und Grundwassermessstellen**, Archiv des Landesamtes für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg, 23.06.2023.
- [U 17] **Hydrogeologische Erkundung Baden-Württemberg, Hydrogeologische Grundkarte, Enzkreis, Mappe 1**, Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg, 2004.
- [U 18] **Hydrogeologische Erkundung Baden-Württemberg, Grundwasserhaushalt, Enzkreis, Mappe 2**, Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg, 2008.

- [U 19] Entwurf zum Neubau einer Fußwegunterführung mit Bahnsteigzugängen auf Bf Wilferdingen**, Deutsche Bundesbahn, 01.03.1974.
- [U 20] Bf Wilferdingen Fußwegunterführung Beleuchtung**, Deutsche Bundesbahn, 16.05.1974.
- [U 21] Brunnenanlage Ihle, Remchingen**, Flst. 4052 und 5741, Maßstab 1: 100, Ingenieurbüro für Bauwesen Karl Leonhard, 19.03.1979.
- [U 22] Orientierende Untersuchung Standort 7061**, Taberg Planungsbüro, August 2000 in Auszügen.
- [U 23] Untergrunduntersuchungen auf dem Lagerplatz Nr. 4 der Deutschen Bahn AG an Bahnhof Wilferdingen**, Dipl.Geol. G.Hafner + Partner, 25.04.1996.
- [U 24] Ergänzende Gefahrverdachtserkundung auf dem Gelände der Deutschen Bahn AG (Flurstück-Nr. 4542) in 75196 Remchingen**, Arbeitsgemeinschaft Boden- und Grundwasserschutz, Waldemar Rommel, 25.10.2002.
- [U 25] Durchgängigkeitsmaßnahme Pfinz: Wehr Remchingen – Singen / Fischauftiegsanlage km 44,60** – Baugrunderkundung und Gründungsberatung, Dr. Ing. Orth GmbH, 25.02.2016.
- [U 26] Wehr an der Pfinz km 44,60, Remchingen-Singen, Grundwasserhydraulische Berechnungen**, Dr. Ing. Orth GmbH, 25.02.2016.
- [U 27] Strukturmaßnahmen an der Pfinz, Machbarkeitsstudie Wehrrniederlegung Remchingen-Singen, Pumpversuch GWM 869**, Hettmannsperger Bohrgesellschaft mbH, 29.05.2019.
- [U 28] Ehemaliges Sägewerksgelände Brodbeck, Remchingen, Beurteilung der Auswirkung einer Grundwasserabsenkung im Rahmen einer Wehrrniederlegung an Pfinz /Kämpfelbach**, Dr.-Ing. Hansjörg Fader, 21.10.2019.

[U 29] Bohrprofile, Ausbaupläne, Flurstück 5234 Wilferdingen-Singen, Seidler Consulting 15.01.2024.

[U 30] Pressemitteilung zu Wehr Remchingen, Regierungspräsidium Karlsruhe, 17.09.2020.

[U 31] Entwurfsplanung Residenzbahn Teilprojekt TWL; InGe ResidenzRail, Infrastruktur GmbH & Co. KG, Stand 12.01.2026.

[U 32] Baugrundgutachten und Umwelttechnisches Gutachten, Umbau der Verkehrsstation Wilferdingen-Singen; Dr. Spang GmbH, vom 22.12.2025.

1.4 Untersuchungen

Zwischen dem 15.12. und dem 18.12.2025 wurden insgesamt 3 Kleinrammbohrungen (BS) nach DIN EN ISO 22 475-1 (Schappen-Ø 40 – 60 mm) und 3 schwere Rammsondierungen nach DIN EN ISO 22 476-2 bis in eine maximale Tiefe von 8,00 m unter Geländeoberfläche (GOF) ausgeführt.

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 1	153,61	7,00	146,61
BS 2	154,25	7,50	146,75
BS 3	155,36	8,00	147,36
DPH 1	153,61	8,00	145,61
DPH 2	154,25	7,60	146,65
DPH 3	155,36	8,00	147,36

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.

Ausgewählte Proben wurden bodenmechanisch untersucht. Die Untersuchungsergebnisse finden sich in der Anlage 5. Die Befunde werden in Kapitel 2.4 zusammengefasst und diskutiert.

Mischproben der Schwarzdecke und des Bodens im potenziellen Aushubbereich wurden hinsichtlich der Entsorgung nach RuVA-StB [U 10] oder Ersatzbaustoffverordnung [U 9] untersucht.

2. GEOTECHNISCHE VERHÄLTNISSE

2.1 Morphologie, Vegetation und Bebauung

Das untersuchte Gebiet befindet sich nördlich vom Bahnhof Wilferdingen Singen beim nördlichen Ausgang der Personenunterführung (PU). Unmittelbar östlich von der PU befindet sich das Sportgelände des Vereins FC Germania Singen. Südlich der PU verläuft die Dajasstraße. Entlang des Gehweges zur PU befindet sich eine Baumreihe. Das Gelände verläuft überwiegend eben mit einer Geländehöhe bei ca. 154,0 m NHN.

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

2.2 Baugrund

Nach der geologischen Karte [U 2] stehen im Projektgebiet Auffüllungen (qhy) oder Auelehm (Lf) an. Unterhalb des Auelehms stehen die Gesteine des Unteren Muschelkalks (mu) bzw. der obere Buntsandstein (so) an.

Der Auelehm besteht aus einem sandigen, humosen, lokal anmoorigen Schluffton in brauner bis braungrauer Farbe. Bei den Gesteinen des Unteren Muschelkalks handelt es sich um Schluffsteine

mit Dolomit- und Kalksteinbänken. Der obere Buntsandstein ist als Sandstein mit Lagen aus Tonstein ausgebildet.

Gemäß der hydrogeologischen Karte [U 2] befinden sich im östlichen Bereich des Erkundungsgebietes Flussbettsande, die als Porengrundwasserleiter ausgebildet sind.

In der folgenden Tabelle sind die bei der Erkundung angetroffenen Böden aufgelistet. Die Nummern der Schichten wurden zur Vereinheitlichung entsprechend der Nummerierung von weiteren Gutachten zu Bauvorhaben am Bf Wilferdingen-Singen bzw. im Umfeld des Bf Wilferdingen-Singen vergeben.

Schicht Nr.	Bezeichnung	Schicht- mächtigkeit [m]	Bodenbeschreibung	
			Bodenart / Farbe	Konsistenz / Lagerungsdichte
1a	Auffüllung (rollig)	0,75 – 2,50	Kies, steinig, schwach sandig bis sandig, schluffig bis stark schluffig, schwach tonig bis tonig / dunkelgrau bis hellgrau, braun bis hellbraun	sehr locker bis locker
			Sand, schwach steinig bis steinig, kiesig, schwach schluffig, schwach organisch / hellbraun bis dunkelbraun	sehr locker bis mitteldicht
1b	Auffüllung (bindig) ¹⁾	0,3 – 1,5	Ton, (schwach) schluffig, schwach sandig, (schwach) kiesig, (schwach) organisch / graubraun, hellbraun, graublau	weich – steif

Schicht Nr.	Bezeichnung	Schicht- mächtigkeit [m]	Bodenbeschreibung	
			Bodenart / Farbe	Konsistenz / Lage- rungsdichte
2a	Auelehm/ Holozäne Abschwemmassen ¹⁾	0,7 – 2,6	Ton, schwach bis stark schluffig, schwach bis stark sandig, (schwach) kiesig, schwach orga- nisch / blau, grau, grün- grau, hellbraun Schluff, (stark) tonig, schwach bis stark san- dig, kiesig / graublau, hellbraun	weich – fest steif - fest
2b	Auekies	0,4 – 1,6	Kies, sandig, (schwach) schluffig tonig / graublau, dunkel, grau bis grau, hellbraun	locker – dicht
4	Unterer Muschel- kalk ¹⁾	0,4 – 6,7	Schluffstein, Dolomit- stein / grau, gelb	--

1) entsprechend [U 32]

Tabelle 2.2-1: Schematischer Baugrundaufbau

Der erkundete Schichtaufbau entspricht überwiegend stratigraphisch den Angaben der geologischen Karte [U 2].

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 vortäuscht 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 Ergebnisse aus den bodenmechanischen Laborversuchen berücksichtigt.

Schicht 1a – Auffüllung rollig: Die rolligen Auffüllungen bestehen aus schwach tonigen bis tonigen, schluffigen bis stark schluffigen, schwach sandigen bis sandigen und steinigen Kiesen in dunkelgrauer bis hellgrauer sowie brauner bis hellbrauner Farbe. In der RKS 3 wurden die Auffüllungen mit einem schwach steinigen bis steinigen, kiesigen, schwach schluffigen und schwach organischen Sand mit einer hellbraunen bis graublauen Farbe erkundet. Die erkundeten Schichtmächtigkeiten liegen zwischen 0,75 m und 2,50 m.

Bei den Rammsondierungen mit der schweren Rammsonde wurden in den rolligen Auffüllungen überwiegend Schlagzahlen $N_{10} = 0 - 10$ festgestellt, die auf eine sehr lockere bis mitteldichte Lagerung hindeuten.

Schicht 1b – Auffüllung bindig: Die bindigen Auffüllungen wurden nur in den Kleinrammbohrungen BS 2 und BS 3 mit Mächtigkeiten zwischen 0,3 m und 1,5 m angetroffen. Diese setzen sich aus einem schwach schluffigen bis schluffigen, schwach sandigen, schwach kiesigen bis kiesigen, schwach organischen bis organischen Ton mit einer graubraunen, hellbraunen bzw. graublauen Farbe zusammen. Die im Feld angesprochene Konsistenz liegt zwischen weich bis steif.

Bei den schweren Rammsondierungen wurden Schlagzahlen $N_{10} = 1 - 5$ festgestellt, die einer weichen Zustandsform entsprechen. Durch Gefügestörungen infolge des Rammvorganges weisen bindige Böden erfahrungsgemäß zum Teil im Vergleich zur am Bohrgut bestimmten Zustandsform geringere Schlagzahlen auf, so dass in diesem Fall die am Bohrgut bestimmte Zustandsform maßgeblich ist.

Schicht 2a – Auelehm/ Holozäne Abschwemmassen: Der Auelehm bzw. holozänen Abschwemmassen weisen dieselben geotechnischen Eigenschaften auf und werden daher zusammengefasst. Die Schicht 2a wurde in den Kleinrammbohrungen BS 1 und BS 3 mit Mächtigkeiten von 0,7 m bis 2,6 m angetroffen. Bei dem Auelehm handelt es sich um einen schwach bis stark schluffigen, schwach bis stark sandigen, schwach kiesigen bis kiesigen, schwach organischen Ton, mit einer blauen, grauen, grüngrauen bzw. hellbraunen Farbe.

Teilweise lag der Auelehm in den Kleinrammbohrungen B2 und BS 3 als toniger bis stark toniger, schwach bis stark sandiger und kiesiger Schluff mit einer graublauen bzw. hellbraunen Farbe vor. Dieser lag in einer steifen bis festen Konsistenz vor. Bereichsweise waren die Böden aus Ton bzw. Schluff in der Bohrung nass.

Die Schlagzahlen der schweren Rammsonde weisen im Bereich der Auelehme stark variierende Schlagzahlen von $N_{10} = 1 - 10$ die im Wesentlichen der am Bohrgut festgestellten Zustandsform entsprechen.

Schicht 2b – Auekies: In allen Bohrungen wurden sandige, schwach schluffige bis schluffige, tonige Kiese mit Mächtigkeiten zwischen 0,4 m bis 1,6 m angetroffen. Die Farbe des Bodens reicht von graublau, dunkelgrau bis grau bis zu hellbraun. Die Kiesschichten treten in allen Bohrungen als Zwischenschaltungen in der Schicht 2a (Auelehm/Holozäne Abschwemmassen) auf und lagen überwiegend nass vor.

Bei den Rammsondierungen mit der schweren Rammsonde wurden in der Schicht 3 überwiegend Schlagzahlen $N_{10} = 4 - 10$ festgestellt. Da die Kiese überwiegend nass und unterhalb des angetroffenen Grundwassers vorlagen, sind die Schlagzahlen der Rammsondierung unter Einfluss von Wasser zu interpretieren. Mithilfe des Bildes E.2 aus der DIN 4094-3 können die äquivalenten Schlagzahlen über dem Grundwasser ermittelt werden. Hieraus ergeben sich dann umgerechnete Schlagzahlen von $N_{10} = 5 - 16$, die auf eine lockere bis dichte Lagerung hindeuten.

Schicht 4 – Unterer Muschelkalk: Der rapide Anstieg der Schlagzahlen bei der Rammsondierung DPH 2 weist auf den Übergang zum Fels hin. Entsprechend [U 32] steht der Untere Muschelkalk in Form von Schluff-, Kalk- und Dolomitsteinen unteren den quartären Aueablagerungen an.

2.3 Hydrogeologie / Grundwasser

Während der Erkundung wurde Wasser angetroffen. 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 1	15.12.2025	153,61	1,10	152,51
BS 2	15.12.2025	154,25	1,65	152,60
BS 3	18.12.2025	154,25	2,50	151,75

Tabelle 2.3-1: Angetroffene Wasserstände während der Baugrunderkundung

Bei den in **Tabelle 2.3-1** aufgeführten Wasserständen handelt es sich um Grundwasser. Die Wasserstände in den Kleinrammbohrungen liegen ca. 1 bis 1,5 m tiefer als in den umliegenden Bohrungen zu denen Daten in [U 16] bis [U 30] vorliegen. In den Bereichen des Auekieses (Schicht 2b) ist ein halbgespannter Grundwasserleiter ausgebildet, in der BS 3 wurde bei der Erkundung ein Anstieg des Wassers im Bohrloch verzeichnet, der dies bestätigt. Der in umliegenden Grundwassermessstellen und Bohrungen gemäß [U 16] eingemessene Wasserstand entspricht überwiegend den Wasserständen, die in den Kleinrammbohrungen festgestellt wurden.

In [U 27] ist die Dokumentation und die Auswertung eines Pumpversuches an einer Grundwassermessstelle auf dem ehemaligen Sägewerksgelände der Fa. Brodbeck enthalten, das unmittelbar westlich der geplanten Rampe liegt. Die Grundwasserganglinie des Pumpversuches entspricht einem halbgespannten Grundwasserleiter. Die entsprechende Auswertung des Pumpversuches für einen halbgespannten Aquifer ist in der [U 32] enthalten. Wir haben den zweiten Teil des langsamen Wiederanstieges nach Theis für einen halbgespannten Grundwasserleiter ausgewertet, der die Durchlässigkeit des oberen gering durchlässigen Grundwasserleiters der Schicht 2 wiedergibt. Es ergibt sich eine Transmissivität $T = 1,93 \times 10^{-4} \text{ m/s}^2$ und eine hydraulische Durchlässigkeit $k_f = 2,18 \times 10^{-5} \text{ m/s}$.

Entsprechend [U 17] und [U 18] ist in dem Unteren Muschelkalk und dem darunter lagernden Buntsandstein mit artesisch gespanntem Grundwasser zu rechnen. Der Druckspiegel liegt entsprechend [U 18] bei ca. 160,0 m NHN für den Unteren Muschelkalk und ebenfalls bei ca. 155,0 m NHN für den Buntsandstein, was ca. 5 m über der Geländeoberkante (GOK) liegt. Bei der Bohrung BK 1, die in den Unteren Muschelkalk abgeteuft wurde, ist kein artesisch gespanntes Grundwasser festgestellt worden. In der Bohrung ist ein freier, ungespannter Grundwasserspiegel in 2,3 m Tiefe u. GOK eingemessen 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 17] Grundwasserflurabständen von $> 2 \text{ m}$ ausgewiesen.

Auffällig sind jedoch stark schwankende Grundwasserspiegel zwischen den einzelnen Aufschlüssen der verschiedenen Erkundungskampagnen. Die Vorflutsituation ist gekennzeichnet durch die Pfinz, die im Westen von Süd nach Nord fließt und den im Norden von Ost nach West fließenden Kämpfelbach, der ca. 250 m nordwestlich des Bf Wilferdingen-Singen in die Pfinz mündet. Die vorliegenden Grundwasserspiegelhöhe sind jeweilige Einzelmessungen die auf einen längeren Zeitraum verteilt sind. Die vorliegenden Grundwasserstandmessungen sind in dem Lageplan in Anlage 8 mit Datum verzeichnet. Es muss von einer nach Norden bzw. Nordwesten gerichteten Grundwasserfließrichtung ausgegangen werden.

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 16] 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. Aus neuen Erkenntnissen aus der aktuell laufenden Baumaßnahme, wird der **Bauwasserstand** (der während der Bauzeit zu erwartende höchste Wasserstand) auf 153,0 NHN und der **Bemessungswasserstand** (der während der voraussichtlichen Nutzungs- bzw. Lebensdauer zu erwartende höchste Wasserstand) auf ca. 153,5 m im Baugrund angegeben.

Im Bereich der geplanten Baumaßnahme bei der PU soll eine Grundwassermessstelle voraussichtlich im März 2026 zur weiteren Beurteilung und Verifizierung der Grundwasserspiegelangaben hergestellt werden. In der Grundwassermessstelle sollen Datenlogger, zur kontinuierlichen Aufzeichnung des Grundwasserspiegels installiert werden. In der Grundwassermessstelle ist ebenfalls ein Pumpversuch zur Ermittlung der Durchlässigkeitskennwerte des Bodens geplant.

Aufgrund der schwachen Durchlässigkeit der oberflächennah anstehenden Auffüllungen (Schicht 1b) und bindigen Ablagerungen des Auelehms (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.

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.

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. 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⁾
1a	Auffüllung (rollig)	$5 \times 10^{-3} - 1 \times 10^{-6}$	schwach durchlässig bis stark durchlässig
1b	Auffüllung (bindig)	$1 \times 10^{-6} - 5 \times 10^{-8}$	schwach durchlässig bis sehr schwach durchlässig
2a	Auelehm/ Holozäne Abschwemmassen	$1 \times 10^{-6} - 5 \times 10^{-9}$	schwach durchlässig bis sehr schwach durchlässig
2b	Auekies	$1 \times 10^{-3} - 5 \times 10^{-6}$	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.

- 3 x Bestimmung der Wassergehalte nach DIN EN ISO 17 892-1 (Anlage 5.1)
- 2 x Bestimmung der Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17 892-4 (Anlage 5.2)
- 3 x Bestimmung der Konsistenzgrenzen nach DIN EN ISO 17 892-12 (Anlage 5.3)

Die nachstehende Tabelle gibt eine Übersicht über die ermittelten Wassergehalte.

Aufschluss	Tiefe [m]	Schicht	Bodenart	W _n [%]
BS 1	0,75 – 1,4	2a	T, u*, s'	32,0
BS 2	3,2 – 4,5	2a	T, u*, s	28,3
BS 3	2,9 – 4,7	2a	T, u', s', g'	33,7

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

Die in den Proben der bindigen Böden des Auelehms ermittelten Wassergehalte weisen Werte von 28,3 % bis 33,7 % auf. Die ermittelten Wassergehalte korrelieren mit der am Bohrgut bestimmten Zustandsform.

Die nachstehende Tabelle zeigt das Ergebnis der Untersuchung der Korngrößenverteilung.

Aufschluss	Tiefe [m]	Schicht	Feinstkornanteil ¹⁾ [%]	Schlammkornanteil ²⁾ [%]	Bodenart ³⁾	Boden- gruppe ⁴⁾
Auelehm, Schicht 2a						
BS 1 – BS 3	2,0 – 7,5	2a	13,5	74,8	T, u, s'	TL/TM ⁵⁾
Auekies, Schicht 2b						
BS 1 – BS 3	2,8 – 6,3	2b	1,0	19,4	G, s, u	GU*

1) Korngröße ≤ 0,002 mm

2) Korngröße ≤ 0,063 mm

3) DIN EN ISO 14 688 / DIN 4023

4) DIN 18 196

5) unter Berücksichtigung der Plastizitätsuntersuchungen

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

Die Mischprobe mit feinkörnigem Material aus der Schicht 2a weist einen hohen Schluffanteil auf, ist aber entsprechend der Bohrgut händisch geprüften plastischen Eigenschaften der Bodengruppe TL/TM nach DIN 18 196 zuzuordnen.

Die Mischprobe mit grobkörnigem Material aus der Schicht 2b ist entsprechend der Bestimmung der Korngrößenverteilung der Bodengruppe GU* nach DIN 18 196 zuzuordnen.

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 1	1,4 – 2,0	2a	T	43,5	60,7	36,8	0,47	breiig	TA
BS 2	4,5 – 5,0	2a	T, u*, s	29,2	29,0	9,1	-0,12	flüssig	ST/TL
BS 3	6,3 – 8,0	2a	T, u, s', g'	15,0	30,1	11,2	1,11	halbfest	TL

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 Ergebnisse der Plastizitätsuntersuchungen stimmen nur bedingt mit den Ergebnissen der Bohrgutansprache überein. Die flüssige Zustandsformen der Probe des wassergesättigten Auelehm aus der Bohrung BS 2 kann bei der Untersuchung bei Böden mit geringer Kohäsion und Überkornanteil auftreten, obwohl am Bohrgut eine steife Zustandsform festgestellt wurde.

Die weiteren Bestimmungen der Zustandsgrenzen stimmen mit den Befunden der Untersuchung des Bohrgutes überein.

2.5 Umwelttechnische Untersuchungen

Aus den Kleinrammbohrungen BS1 bis BS3 wurden insgesamt 13 Einzelproben im Tiefenbereich von 0,05 – 4,7 m u. GOK für umwelttechnische Untersuchungen entnommen und zu einer Bodenmischprobe zusammengestellt (MP4).

Die Mischprobe MP 4 wurde hinsichtlich ihrer Verwertbarkeit untersucht. Die Mischprobe wurde gemäß den Parameter- und Analyseumfängen der Tab. 3 der Ersatzbaustoffverordnung (ErsatzbaustoffV) [U 9] untersucht. Die ErsatzbaustoffV ist am 01. August 2023 zur Verwertung mineralischer Abfälle in Kraft getreten.

Zudem wurde eine weitere Mischprobe (MP 5) aus der aufgebrochenen Asphaltdecke des Gehweges aus dem Tiefenbereich von 0,0 – 0,3 m u. GOK aus der BS 1 und BS 2 gebildet und nach den Vorgaben der RuVA-StB [U 10] untersucht.

Die nachstehende Tabelle 2.5-1 gibt eine Übersicht über die Herkunft, die Zusammenstellung und den Analyseumfang der einzelnen Laborproben. Die dazugehörigen Probenahmeprotokolle liegen dem Bericht als Anlage 7.1 bei.

Probenbezeichnung	Kleinrammbohrung / Entnahmebereich	Entnahmetiefe [m u. GOK]	Material	Analytik
MP 4	BS1 – BS 3	0,05 – 4,7	Auffüllung/Boden	ErsatzbaustoffV Tab. 3 [U 9]
MP 5	BS 1 & BS 2	0,0 – 0,3	Schwarzdecke	RuVA-StB [U 10]

Tabelle 2.5-1: Zusammenstellung und Analyseumfang Laborproben

2.5.1 Bewertungsgrundlage Schwarzdecke

Die RuVA-StB regelt die Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen sowie die Verwertung von Ausbauasphalt im Straßenbau. Die Beurteilung erfolgt anhand 16 relevanter Einzelparameter nach EPA der polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK) im Feststoff sowie dem Phenolindex im Eluat. Der Grenzwert für PAK (EPA) im Feststoff liegt hier bei 25 mg/kg. Der Grenzwert für den Phenolindex im Eluat liegt bei 0,1 mg/l. In Abhängigkeit vom PAK-Gehalt und Phenolindex lassen sich für die Straßenausbaustoffe folgende Verwertungsklassen ausweisen:

Verwertungs-klasse	Verwertungsverfahren	PAK-Gehalt im Feststoff [mg/kg]	Phenolindex im Eluat [mg/l]
A	Heißmischverfahren Kaltmischverfahren mit/ohne Bindemittel	≤ 25	≤ 0,1

Verwertungs- klasse	Verwertungsverfahren	PAK-Gehalt im Feststoff [mg/kg]	Phenolindex im Eluat [mg/l]
B	Kaltmischverfahren mit Bindemittel Nachweis erforderlich: PAK (E) < 0,03 mg/l	> 25 (mit teer- / pechtypi- schen Bestandteilen)	≤ 0,1
C	Kaltmischverfahren mit Bindemittel Nachweis erforderlich: PAK (E) < 0,03 mg/l Phenolindex (E) < 0,1 mg/l	Wert ist anzugeben	> 0,1

Tabelle 2.5-2: RuVA - Verwertungsklassen sowie sich daraus ergebende Konsequenzen für die Verwertung / Beseitigung

Zur Beurteilung des karzinogenen Potenzials der teer-/pechtypischen Bestandteilen der Schwarzdecken wird der Einzelparameter Benz(a)pyren der PAK herangezogen. Gemäß der technischen Regel für Gefahrstoffe (TRGS) 551 [U 12], sind Schwarzdecken mit einem Benz(a)pyren-Gehalt von ≥ 50 mg/kg als „Gefahrstoff“ zu kennzeichnen.

Gemäß dem Hinweis zur Verwendung der AVV (Abfall-Verzeichnis-Verordnung) des Bundesministeriums für Umwelt, Natur und Reaktorsicherheit ist kohlenteeerhaltige Straßenaufbruch mit einem Gehalt an Stoffgemischen wie Teer von ≥ 1.000 mg/kg und/oder einem Gehalt an Benzo(a)pyren ≥ 50 mg/kg als gefährlicher Abfall (Abfallschlüssel 17 03 01*) einzustufen. Die Konzentrationsgrenzen sind dabei auf den einzustufenden Abfall selbst (Originalsubstanz) zu beziehen, d. h. auf das Gemisch aus Bindemittel und Gestein.

In Baden-Württemberg ist ergänzend hierzu der Leitfaden für den Umgang mit teerhaltigem Straßenaufbruch [U 11] und die Technischen Hinweise zur Einstufung von Abfällen nach ihrer Gefährlichkeit [U 7] zu beachten. Demnach ist zusätzlich zu einem Gehalt von Benzo(a)pyren ≥ 50 mg/kg auch ab einem PAK-Gehalt ≥ 200 mg/kg der Straßenaufbruch als gefährlicher Abfall (Abfallschlüssel 17 03 01*) einzustufen und entsprechend zu entsorgen.

2.5.2 Bewertung Schwarzdecke

Die Beprobung der Schwarzdecke im Bereich der Kleinrammbohrung BS1 und BS 2 ergab eine Einstufung des Ausbauasphalts in die **Verwertungsklasse A** nach [U 10]. Das Untersuchungsergebnis ist in Tabelle 2.5-3 zusammengefasst.

Probe	Material	Einstufungsgrundlage	Einstufung nach RuVA-StB	Schadstoffe		Einstufung Gefährlichkeit nach AVV	AVV-Nr.
				Parameter	Gehalt		
MP 5	Schwarzdecke	RuVA-StB 01/05	VK A, teerfreier Asphalt	-	-	nicht gefährlich	17 03 02

Tabelle 2.5-3: Analysenergebnisse und Einstufung nach RuVA-StB 01/05

Der Ausbauasphalt ist demnach teerfrei und kann als Asphaltgranulat im Heißmischverfahren wiederverwertet werden.

2.5.3 Bewertungsgrundlage Bodenaushub

Die Ersatzbaustoffverordnung regelt die Anforderungen für die Herstellung und das Inverkehrbringen von Ersatzbaustoffen, die Untersuchung und Probenahme von nicht aufbereitetem Bodenmaterial und Baggergut sowie die Anforderungen und die Verwendung der mineralischen Ersatzbaustoffe.

Als Ersatzbaustoffe (MEB) gelten sowohl industriell hergestellte Stoffe (z.B. Hochofenschlacke HOS, Hüttensand HS oder Gleisschotter GS etc.) als auch Bodenmaterial/Baggergut und Gleisschotter. Die Ersatzbaustoffverordnung definiert dabei unterschiedliche Materialklassen, die den Ersatzbaustoffen zugeordnet werden. In der nachfolgenden Tabelle sind die MEB-Klassen für Bodenmaterial und Baggergut aufgelistet.

Beschreibung	Materialklassen
Bodenmaterial mit bis zu 10 Vol.-% mineralischen Fremdanteilen	BM - 0, BM - 0*, BG - 0, BG - 0*

Beschreibung	Materialklassen
Bodenmaterial mit bis zu 50 Vol.-% mineralischen Fremdanteilen	BM - FO*, BM - F1, BM - F2 BM - F3 BG - FO*, BG - F1, BG - F2 BG - F3

Tabelle 2.5-4: Übersicht der Materialklassen für Bodenmaterial

In der ErsatzbaustoffV sind Einbautabellen vorgegeben, die je nach Materialklasse unterschiedliche Einbaumöglichkeiten in technische Bauwerke zulassen. In der ErsatzbaustoffV sind die Konfigurationen wie folgt festgelegt:

Konfiguration der Grundwasserdeckschicht	ungünstig	günstig	
	Sand oder Lehm, Schluff, Ton	Sand	Lehm, Schluff, Ton
grundwasserfreie Sickerstrecke	für RC-1, BM-0, BM-0*, Bm-F0*, BM-F1, BG-0, BG-F0*, BG-F1, GS-0, Gs-1, SWS-1, CUM-1, HOS-1, HS, SKG: $\geq 0,1 - 1$ m für alle anderen MEB $\geq 0,5 - 1$ m jeweils zuzüglich eines Sicherheitsabstandes von 0,5 m	für alle MEB: > 1 m zuzüglich eines Sicherheitsabstandes von 0,5 m	für alle MEB: > 1 m zuzüglich eines Sicherheitsabstandes von 0,5 m

Tabelle 2.5-5: Konfiguration der Grundwasserdeckschichten gemäß ErsatzbaustoffV [U 9]

In der Anlage 2 der ErsatzbaustoffV, geben die Tabellen 5 bis 8 die 17 möglichen Einbauweisen für Bodenmaterial und Baggergut vor. Dabei unterscheidet sich die Zulässigkeit für den Einbau gemäß den Eigenschaften der Grundwasserdeckschicht.

Eigenschaft der Grundwasserdeckschicht		
außerhalb von Wasserschutzbereichen		innerhalb von Wasserschutzbereichen
ungünstig	günstig	günstig

Eigenschaft der Grundwasserdeckschicht								
-	Sand	Lehm, Schluff, Ton	WSG III A		WSG III B		Wasservorrang- gebiete	
			HSG III		HSG IV			
			Sand	Lehm, Schluff, Ton	Sand	Lehm, Schluff, Ton	Sand	Lehm, Schluff, Ton
1	2	3	4		5		6	

Tabelle 2.5-6: Übersicht der zu prüfenden Eigenschaften der Grundwasserdeckschicht

Die Einstufung in **gefährliche und nicht gefährliche Abfälle** anhand der festgestellten Schadstoffkonzentrationen erfolgt in Baden-Württemberg gemäß den Technischen Hinweise zur Einstufung von Abfällen nach ihrer Gefährlichkeit [U 7].

2.5.4 Bewertung Bodenaushub

Die Gegenüberstellung der Analyseergebnisse mit den Materialwerten der ErsatzbaustoffV Tab. 3 ist in Anlage 7.3.1 zusammengestellt. Der Prüfbericht des Labors ist in Anlage 7.2 enthalten. Die Analyseergebnisse sind in der nachfolgenden Tabelle 2.5-7 zusammengefasst.

Probe	Entnahme- bereich/ Material	Einstu- fungs- grund- lage	Einstufung nach Er- satzbau- stoffV	Schadstoffe		Einstu- fungsge- fährlich- keit nach AVV	AVV-Nr.
				Parameter	Gehalt		
MP 4	Auffül- lung/Boden	Ersatz- baustoffV	BM-F0*	-	-	-	17 05 04

Tabelle 2.5-7: Übersicht der zu prüfenden Eigenschaften der Grundwasserdeckschicht

Der Boden im Bereich der geplanten Rampe am nördlichen Ausgang der PU aus dem Tiefenbereich 0,05 – 4,70 m u. GOK (**MP 4**) wurde nach der ErsatzbaustoffV Tab. 3 [U 9] in die Materialklasse **BM-F0*** eingestuft.

2.5.5 Entsorgung / Abfallschlüssel

In der nachfolgenden Tabelle werden für die anstehende Entsorgung Abfallschlüssel nach EWC/AVV vorgeschlagen. Die vorläufige Einstufung der Materialien erfolgte auf Grundlage vorliegender Altgutachten, organoleptischer Ansprachen und der durchgeführten chemischen Untersuchungen.

Material	AVV-Schlüssel	Abfallbezeichnung EWC (2001) / AVV
Schwarzdecke Verwertungsklasse A	17 03 02	Bitumengemische mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 03 01 fallen
Bodenaushub BM-F0*, mineralische Fremddanteile < 10 Vol. % bis 50 %	17 05 04	Boden und Steine mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 05 03 fallen

Tabelle 2.5-8: Abfallschlüsselnummern der anfallenden Materialien

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.

Es handelt sich hierbei um eine orientierende abfalltechnische Untersuchung im potentiellen Aushubbereich der Baumaßnahme als Grundlage für die Ausschreibung der Entsorgung. Aufgrund des stichpunktartigen Charakters der Untersuchung und des langen Zeitraumes zwischen der Untersuchung und der Ausführung der Baumaßnahme, können die Ergebnisse nicht zur Entsorgung der Aushubmassen bei der Baumaßnahme herangezogen werden.

Aufgrund der Inhomogenität von Auffüllungen und dem vorliegenden Untersuchungsraaster, kann nicht ausgeschlossen werden, dass lokal vorhandene Hotspots von der Untersuchung nicht erfasst wurden oder dass Abweichungen zu den Ergebnissen der umwelttechnischen Untersuchungen bei den Aushubmaßnahmen auftreten werden.

Es wird daher empfohlen, beim Aushub Haufwerke von max. 250 m³ Größe zu bilden und an Mischproben der Haufwerke Deklarationsanalysen für die Beurteilung der Entsorgung auszuführen. Beim Rückbau des bestehenden Gebäudes ist darauf zu achten, dass die Bausubstanz von anstehendem Erdreich getrennt und vollständig entfernt wird. Verbleiben Bauschuttreste vom Rückbau im Erdaushub ist damit zu rechnen, dass dadurch erhöhte Bodenentsorgungskosten anfallen.

In der Ausschreibung sollten Positionen für Einbauklassen B-0 bis >B-F3 nach ErsatzbaustoffV [U 9] sowie DK I und DK II nach Deponieverordnung aufgenommen werden.

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 5] befindet sich das Projektgebiet außerhalb von Natur- und Landschaftsschutzgebieten.

Entsprechend [U 4] besteht im Projektgebiet die Gefahr vor Setzungen aufgrund bindiger kompressibler Lockergesteine sowie das Vorhandensein von anthropogenen Auffüllungen. Im Bereich des Erkundungsgebietes herrscht laut [U 4] 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 Bahnhofes jedoch [U 4] nicht kartiert.

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.	Bodenart ⁶⁾	Klassifizierung nach DIN		Frostempfindlichkeit ²⁾	Verdichtbarkeit ³⁾
		18 196	18 300 ¹⁾		
1a	Auffüllung (rollig)	GW, GI	3 – 5	F1 – F2	V1
1b	Auffüllung (bindig)	TL, TM, TA	4 – 5 (2) ⁴⁾	F2 – F3	V3
2a	Auelehm/ Holozäne Abschwemmassen	TL, TM, OT	4 – 5 (2) ⁴⁾	F2 – F3	V3
2b	Auekies	GW, GI, GU, GU*	3 – 5	F1 – F2	V1 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) der Kies liegt wassergesättigt vor. Nasser Kies ist nicht verdichtbar.

6) Bezeichnung nach DIN 4023

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 **Rammpbarkeit** der Bodenschichten für Spundwände, Stahlträger und Rammpfähle ist wie in der nachfolgenden Tabelle 3.1-2 zusammengestellt einzuschätzen. In den Auffüllungen (Schicht 1) und Auekiese (Schicht 2b) muss wegen Steinen mit schwerer Rammpfähigkeit oder auch fehlender Rammpfähigkeit gerechnet werden. Bei schwer rammbaren Böden und Böden die Rammhindernisse enthalten (siehe Tabelle 3.1-2) ist die Rammpbarkeit 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	Rammpbarkeit ¹⁾
1a	Auffüllung (rollig)	mittelschwer – nicht rammpbar ²⁾
1b	Auffüllung (bindig)	leicht – mittelschwer
2a	Auelehm/ Holozäne Abschwemmassen	leicht – mittelschwer
2b	Auekies	mittelschwer – nicht rammpbar ²⁾
4	Unterer Muschelkalk	nicht rammpbar

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: Rammpbarkeit der anstehenden Schichten

Bindige Böden (z.B. der Auelehm (Schicht 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 γ_k [kN/m ³]	Wichte unter Auftrieb γ_k' [kN/m ³]	Reibungswinkel ϕ_k' [°]	Kohäsion c_k' [kN/m ²]	Undrainierte Kohäsion $c_{u,k}$ [kN/m ²]	Steifemodul $E_{s,k}^{1)}$ [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	Auelehm/ Holozäne Abschwemmassen, weich	17,5	7,5	25	5	10 - 50	4 – 8

Schicht Nr.	Bezeichnung	Wichte feuchter Boden γ_k	Wichte unter Auftrieb γ_k'	Reibungswinkel φ_k'	Kohäsion c_k'	Undrainierte Kohäsion $c_{u,k}$	Steifemodul $E_{s,k}^{1)}$
	Auelehm/ Holozäne Abschwemmassen, steif	18	8	25	10	20 - 100	6 – 10
	Auelehm/ Holozäne Abschwemmassen, halbfest	19	9	25	15	80 - 300	8 – 12
2b	Auekies	20	10,5	32,5	0	0	50 – 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 Versuche nach den in der Tabelle 3.3-1 aufgeführten Prüfvorschriften 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

Eigenschaft / Kennwert		Prüfung/Prüfvorschrift
	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“

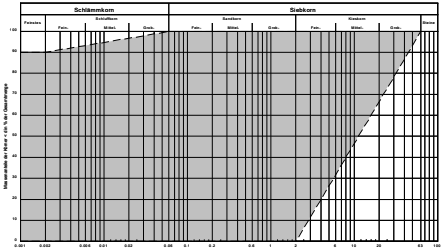
Tabelle 3.3-1: Für eine Überprüfung der Eigenschaften und Kennwerte der Homogenbereiche anzuwendende Prüfverfahren

3.3.2 DIN 18 300 Erdarbeiten

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

Die erkundeten Schichten sind hinsichtlich des Lösens ähnlich zu klassifizieren. Die rolligen Auffüllungen eignen sich für den verdichteten Wiedereinbau. Die Auekiese liegen nass vor und müssen vor dem Wiedereinbau trocknen. Die bindigen Schichten können nur mit Zusatzmaßnahmen verdichtet eingebaut werden. Sollte ein Wiedereinbau nicht vorgesehen sein, können die Homogenbereiche weiter zusammengefasst werden.

In der nachfolgenden 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, 2b
ortsübliche Bezeichnung	Auffüllung, Auelehm, Auekies
Korngrößenverteilung mit Korngrößenband ²⁾	
Massenanteil Steine [%] Blöcke [%] große Blöcke [%]	< 40 < 20 < 10
natürliche Dichte [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⁾	-0,15 – 1,5 / flüssig – fest
bezogene Lagerungsdichte I_D / Bezeichnung ¹⁾	0 – 0,85 / locker - dicht/
organischer Anteil v_{gl} / Bezeichnung ¹⁾	0 - > 20 / nicht organisch – stark organisch
Bodengruppe	A [..], UL, UM, UA, TL, TM, TA, SE, SW, SI, SU, SU*, ST, ST*, GW, GE, GI, 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 3.3-2: 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

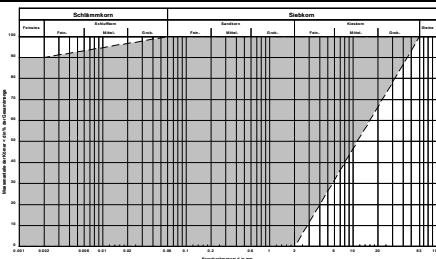
Eigenschaft / Kennwert	Homogenbereiche
	Erd-B
einaxiale Druckfestigkeit [MN/m ²]	0 – 250
Trennflächenrichtung, Trennflächenabstand, Gesteinskörperform	Fallrichtung: Fallwinkel: Trennflächenabstand: 10 – 200 mm Gesteinskörper ¹⁾

1) Bezeichnung nach DIN EN ISO 14 689

Tabelle 3.3-3: Homogenbereiche gemäß DIN 18 300 für Erdarbeiten im Festgestein

3.3.3 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 3.3-4 verwendet werden. Es wird davon ausgegangen, dass die erforderlichen Bohrungen durch Großbohrgeräte ausgeführt werden.

Eigenschaft / Kennwert	Homogenbereiche
	Bohr-A
Schicht Nr.	1a, 1b, 2a, 2b
ortsübliche Bezeichnung	Auffüllung, Auelehm, Auekies
Korngrößenverteilung mit Korngrößenband ²⁾	
Massenanteil Steine [%] Blöcke [%] große Blöcke [%]	< 40 < 20 < 10
Kohäsion c' [kN/m ²]	< 50
undrainierte Scherfestigkeit c _u [kN/m ²]	< 300
Wassergehalt w _n [%]	5 – 50

Eigenschaft / Kennwert	Homogenbereiche
	Bohr-A
Plastizitätszahl I_p	0 – 80
Konsistenzzahl I_c / Bezeichnung ¹⁾	-0,15 – 1,5 / flüssig – 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	A [..], UL, UM, UA, TL, TM, TA, SE, SW, SI, SU, SU*, ST, ST*, GW, GE, GI, 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 3.3-4: 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
einaxiale Druckfestigkeit [MN/m ²]	0 – 150
Trennflächenrichtung, Trennflächenabstand, Gesteinskörperform	Fallrichtung: Fallwinkel: Trennflächenabstand: 10 – 200 mm Gesteinskörper ¹⁾
Cerchar-Abrasivitätsindex CAI [-] / Bezeichnung ²⁾	/

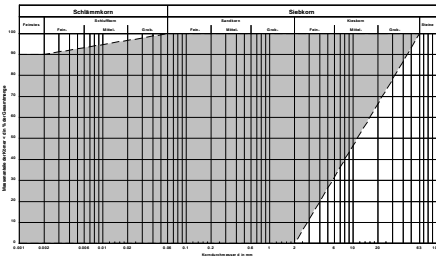
1) Bezeichnung nach DIN EN ISO 14 689

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

Tabelle 3.3-5: Homogenbereiche gemäß DIN 18 301 für Bohrarbeiten im Festgestein

3.3.4 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 3.3-6 verwendet werden. Die Einteilung in Homogenbereiche gilt dabei für ein Rammgerät mit starrer Führung und schwerem Rammbar oder Vibrator. Für ein Anbaugerät an den Hydraulikarm eines Baggers (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, 2b
ortsübliche Bezeichnung	Auffüllung, Auelehm, Auekies
Korngrößenverteilung mit Korngrößenband ²⁾	
Massenanteil Steine [%] Blöcke [%] große Blöcke [%]	< 40 < 20 < 10
Wassergehalt w_n [%]	5 – 50
Plastizitätszahl I_p	0 – 80
Konsistenzzahl I_c / Bezeichnung ¹⁾	-0,15 – 1,5 / flüssig – fest
bezogene Lagerungsdichte I_D / Bezeichnung ¹⁾	0 – 1 / locker – dicht/
Bodengruppe	A [..], UL, UM, UA, TL, TM, TA, SE, SW, SI, SU, SU*, ST, ST*, GW, GE, GI, 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 3.3-6: 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 3.3-7: Homogenbereiche gemäß DIN 18 304 für Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten im Festgestein

3.3.5 DIN 18 320 Landschaftsbauarbeiten

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

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

Tabelle 3.3-8: Homogenbereiche gemäß DIN 18 320 für Oberboden

4. FOLGERUNGEN

4.1 Gründung

Nach der aktuellen Planung [U 31] wird die Gründung der Rampe der Personenunterführung auf einer Höhe von ca. 150,2 m NHN bis 152,0 m NHN zu liegen kommen. Zur Herstellung der PU wird

ein wasserdichter Verbau benötigt, da das Grundwasser im Projektgebiet oberflächennah ansteht. Es ist gemäß der aktuellen Planung [U 31] eine Dichtsohle mit einer Mächtigkeit von 1,12 m bis 1,8 m durch Düsenstrahlverfahren zur Herstellung einer wasserdichten Baugrube vorgesehen. Die geringere Mächtigkeit der geplanten Dichtsohle mit 1,12 m wurde in den unteren Bereichen der PU angesetzt, da davon ausgegangen wurde, dass ab einer Tiefe von ca. 149,08 die Felsoberkante ansteht. Nach den neuesten Erkundungsergebnissen (siehe geologischer Längsschnitt Anlage 3.1) stehen die Auelehne der Schicht 2a tiefer an als bisher angenommen.

Die **Mächtigkeit der Dichtsohle sollte im Hinblick der abdichtenden Wirkung und der Auftriebssicherheit bemessen werden**, da die angenommene Felsoberkante erst in größeren Tiefen ansteht als in der bisherigen Entwurfsplanung [U 31] in den tieferen Bereichen der PU angenommen.

Die DSV Dichtsohle wird gemäß dem Längsschnitt in der Anlage 3.1 in den Auelehnen und Auekiesen der Schicht 2a und 2b hergestellt. Der Auelehm der Schicht 2a weist unterhalb der geplanten Dichtsohle eine überwiegend steife Konsistenz auf. In den höheren Schichten liegen jedoch im Bereich der BS 1 weiche bis steife Auelehne vor. Die bis zu 1,8 m mächtige Dichtsohle aus einem Zement-Boden-Gemisch wird voraussichtlich eine hohe Festigkeit aufweisen, die für eine Flachgründung geeignet ist.

Die frostsichere Gründung der Rampe muss unter Berücksichtigung des Frosteinwirkungsgebietes bei mindestens 0,8 m unter GOK liegen.

4.2 Baugrube

Nach der aktuellen Planung [U 31] wird die gesamte Baugrube als wasserdichter Verbau mit einer Dichtsohle ausgeführt. Die Art der Verbauwände sind in der aktuellen Planung noch nicht ersichtlich, es kann jedoch davon ausgegangen werden, dass entweder Spundwände oder überschnittene Bohrpfahlwände eingebracht werden. Beide Verbauarten sind aus geotechnischer Sicht ausführbar. Die Verbauwand soll wasserdicht mit der Dichtsohle angeschlossen werden.

Für die Herstellung der Verbauwand mittels **Spundwände** sind die Anmerkungen in Kapitel 3.1 und Tabelle 3.1-2 (Rammpbarkeit der anstehenden Schichten) zu beachten. Es können **Einschränkungen der Rammpbarkeit** innerhalb der Schicht 2b (Auekies) vorkommen.

Die Tiefe der Baugrube beträgt im tiefsten Bereich der Rampe ca. 5,4 m. Für Baugruben mit einer Tiefe > 5 m wird nach DIN 4124 ein **Stand sicherheitsnachweis** erforderlich.

Ebenfalls ist aufgrund des nah anstehenden Grundwassers der **Nachweis des Auftriebes** der Baugrube zu führen.

Baugruben können nach DIN 4124 bis 1,25 m ohne Sicherungen (ungebösch 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 $\beta \leq 45^\circ$ abgebösch 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 5,0 m ist auf jeden Fall ein statischer Nachweis der Standsicherheit zu führen (DIN 4124).

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

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.

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 Baugrubensohle der Rampe liegt unter dem Bauwasserstand. Auf der Basis der vorliegenden Unterlagen [U 31] wird eine wasserdichte Baugrube für die Rampe ausgeführt. Je nach Qualität des wasserdichten Verbaues ist mit keinem bis zu einem geringen Wasserzutritt zur Baugrube zu rechnen.

Bei Ausführung eines wasserdichten Verbaues ist eine offene (Rest-) Wasserhaltung mit Pumpensämpfen vorzuhalten, um anfallendes Niederschlags- und Schlosswasser abzuleiten.

4.4 Nachbarbebauung

Unmittelbar neben dem Bauvorhaben verläuft die Dajasstraße von West nach Ost. Die Baugrube wird im Lastabtragbereich der Straße liegen, dies muss beim Nachweis der Standsicherheit des Baugrubenverbaus beachtet werden. Unmittelbar östlich der PU befindet sich ein überdachter Fahrradabstellplatz.

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

Bei der Anlage der Baugrube ist aufgrund umliegender Leitungen auf eine geringe Verformung des Untergrundes im Umfeld zu achten.

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 Gründung

Es kann davon ausgegangen werden, dass der durch das Düsenstrahlverfahren hergestellte Dichtkörper aus einem Boden-Zement-Gemisch eine hohe Festigkeit aufweisen wird. Die Rampe der PU kann auf der Dichtsohle der Baugrube flach gegründet werden. Die Dichtsohle soll nach aktueller Planung eine Mächtigkeit von ca. 1,1 m bis 1,8 m aufweisen. Nach den neuesten geologischen Erkenntnissen sollte die **Dichtsohle im gesamten Bereich der Baugrube mit einer Mächtigkeit von 1,8 m hergestellt werden**. Somit wird die Dichtsohle mit einer Mächtigkeit von 1,8 m in einer

Tiefe von ca. 149,1 m NHN bis 150,3 m NHN im Bereich der Schichten 2a und 2b verlaufen. Die Rampe gründet auf einer Höhe von ca. 150,2 m NHN bis 152,0 m NHN.

Bei der Herstellung der Dichtsohle sind die höheren Durchlässigkeiten der Auekiese (Schicht 2b) zu berücksichtigen. Es können höhere Mengen an Zementsuspension im Vergleich zum Bereich der bindigen Böden abfließen, was zu einer unregelmäßigen Mächtigkeit und ggf. einer Undichtigkeit führen kann. Steine in den Kiesen können zu Düsschatten führen.

Da die Dichtsohle aus einem Zement-Boden-Gemisch voraussichtlich eine hohe Endfestigkeit aufweisen wird, wird der hergestellte Körper ähnliche Eigenschaften wie ein Fundament bzw. eine Bodenplatte aus einem Magerbeton aufweisen. Für die Berechnungen des Sohlwiderstandes wird somit der Düsenstrahlkörper als ein 1,8 m mächtiges Streifenfundament angesetzt. Da die Rampe eine langgezogene Geometrie aufweist, wird die Berechnung als Streifenfundament durchgeführt. In Abhängigkeit von der Breite des Fundamentes bzw. der Rampe kann ein Bemessungswert des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ gemäß **Tabelle 5.1-1** angesetzt werden.

Die Setzungen werden dabei auf ein Maximalmaß von 2 cm begrenzt. Der angegebene Bemessungswert des Sohlwiderstands berücksichtigen die 1,8 m mächtige Dichtsohle als Streifenfundament. Die in Tabelle 5.1-1 angegebenen Bemessungswerte des Sohlwiderstands gelten für eine Vorbemessung.

kleinste Einbindetiefe des Fundaments [m]	Bemessungswert $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands [kN/m ²] b bzw. b'			
	3,5 m	4,0 m	4,5 m	5,0
1,8	90	85	80	75

ACHTUNG – Die angegebenen Werte sind Bemessungswerte des Sohlwiderstands, keine aufnehmbaren Sohldrücke nach DIN 1054:2005-01 und keine zulässigen Bodenpressungen nach DIN 1054:1976-11

Tabelle 5.1-1: Bemessungswert des Sohlwiderstands für Streifenfundamente mit Einfluss von Grundwasser

Die in den vorstehenden Tabellen angegebenen Bemessungswerte basieren auf überschlägigen Grundbruch- und Setzungsberechnungen unter Ansatz von zulässigen Setzungsbeträgen ≤ 2 cm und den bodenmechanischen Kennwerten entsprechend der Tabelle 3.2-1. Es wurde von einem

Horizontallastanteil $H/V \leq 0,2$ und von max. 25 % veränderlichen Lasten, sowie einem zentrischen Lasteintrag ausgegangen.

Es ist anzumerken, dass neben dem Grundbruch vor Allem die **Setzungen** der Rampe als Maßgebend zu beachten sind. Insbesondere im Bereich der Anbindung zur Bestandsunterführung sind Setzungen möglichst gering zu halten, um Mitnahmesetzungen am Bestand und Setzungsunterschiede zwischen Bestand und Neubau zu minimieren. Eine zusätzliche **Setzungsberechnung** für die Rampe ist zu empfehlen, wenn die einwirkenden Lasten der Rampe im Gründungsbereich Planung bekannt sind. Die Setzungen im Übergangsbereich sollten nicht **1 cm** überschreiten.

Überschlägige Setzungsberechnungen mit angenommenen Lasten zeigen Setzungen unterhalb des Dichtkörpers im Bereich der Schichten 2a und 2b größer 1 cm an. Eine genaue Setzungsberechnung mit den tatsächlich einwirkenden Lasten auf die Gründungssohle zu empfehlen, auch um das unten genannte Bettungsmodul zu überprüfen.

Für die Sohlplatte auf dem wie oben beschrieben hergestellten Gründungsplanum kann für die statische Bemessung nach dem Bettungsmodulverfahren für **Vorentwurfszwecke** ein Bettungsmodul von $k_{s,k} = 5 \text{ MN/m}^3$ angesetzt werden. Der Bettungsmodul ist keine Bodenkonstante, sondern maßgeblich von der Größe der Lastfläche, der Belastung und der Laststellung abhängig. Daher stellt der angegebene Bettungsmodul lediglich einen Schätzwert dar und ist im Zuge der Planung anhand von Setzungsberechnungen zu überprüfen. Im Bereich der Plattenränder darf der Bettungsmodul auf einem Randstreifen von 2 m mit dem 3-fachen Wert angesetzt werden. Im Bereich eines konzentrierten Lasteintrags (Einzelstützen, innenliegende Wände) darf der doppelte Bettungsmodul angesetzt werden.

5.2 Baugruben

Für die PU Rampe ist ein wasserdichter Baugrubenverbau (Spundwandkasten oder überschnittene Bohrpfehlwand) geplant. Spundwände können in Schicht 2b voraussichtlich nur mittels Austauschbohrungen oder Auflockerungsbohrungen eingebracht werden. Es ist darauf zu achten, dass ein hydraulisch dichter Anschluss zwischen Verbauwand und Dichtsohle hergestellt wird.

Die Baugrubenverbauten sind in Abhängigkeit der zulässigen Verformung rückzuverhängen oder auszusteifen. Die charakteristischen Mantelreibungen für zweifach nachverpresste Anker der relevanten Schichten kann der folgenden Tabelle entnommen werden

Schicht	charakteristische Mantelreibung $q_{s,k}$ [kN/m ²]
2a weich	60
2a steif	100
2a halbfest	150
2b	150
4	250

1) mit doppeltem Nachverpressen

Tabelle 5.2-1: Charakteristische Mantelreibung für Verpressanker zur Vorbemessung

Die Tragfähigkeit von Ankern mit Verpressstrecken in den Auffüllungen ist mit Untersuchungsprüfungen festzulegen. Jeder Bauwerksanker ist einer Abnahmeprüfung zu unterziehen. Die Regelungen insbesondere des Normenhandbuchs EC 7, der DIN EN 1537 und der DIN SPEC 18 537 sind zu beachten.

Die in Tabelle 5.2-1 angegebenen Werte gelten für Anker mit Verpresskörperdurchmessern von 0,10 – 0,15 m und Verpresskörperlängen bis zu 10,0 m. Die Tragfähigkeit von Ankern mit größerer Verpresskörperlänge oder abweichenden Verpresskörperdurchmessern ist mit Untersuchungsprüfungen festzulegen. Verpresskörperlängen von < 4 m sollten vermieden werden, um kleinräumige Schwächezonen überbrücken zu können.

Bei überschrittenen Bohrpfahlwänden gelten die in Tabelle 5.2-2 angegebenen Pfahlwiderstände unter der Voraussetzung, dass gemäß EA Pfähle nur die im Kontaktbereich zum Boden wirkenden Nettoflächen für Pfahlspitzendruck und Pfahlmantelreibung angesetzt werden. Beim Ansatz der Mantelreibung sind die Empfehlungen der EAB, EB 85 zu beachten.

Zur Bemessung der Bohrpfähle können die in der Tabelle 5.2-2 aufgeführten charakteristischen Pfahlmantelreibungswerte und Pfahlspitzendruck, abgeleitet aus der EA Pfähle, angewendet werden.

Nr.	Schicht Bezeichnung	Pfahlmantelreibung $q_{s,k}$ [MN/m ²]	Pfahlspitzendruck $q_{b,k}$ [MN/m ²]		
			$s/D_s = 0,02$	$s/D_s = 0,03$	$s/D_s = s_g = 0,10$
2a	Auelehm	0,025	-	-	-
2b	Auekiese	0,055	0,55	0,7	1,6
4	Muschelkalk	0,2	2,5		

Tabelle 5.2-2: Charakteristische Pfahlwiderstände für Bohrpfähle

Um einen verformungsarmen Verbau zu erreichen, sind die Steifen einer Aussteifung zumindest kraftschlüssig zu verkeilen oder die Verpressanker auf mindestens 80 % der charakteristischen Beanspruchung im Bauzustand vorzuspannen und festzulegen.

Unterhalb des Grundwasserspiegels sind die **Pfähle** mit Wasserauflast zu bohren, um einen unkontrollierten Bodeneintrag über die Pfahlsohle zu vermeiden. Die Regelungen des EC 7, der DIN EN 1536 und DIN SPEC 18 140 sowie der EA Pfähle sind zu beachten. Die Bohrpfähle sind verrohrt herzustellen. Der anschließende Betoniervorgang ist im Kontraktorverfahren durchzuführen. Beim Betonieren im Kontraktorverfahren muss das Schüttrohr bei Beginn bis zur Bohrlochsohle reichen. Zur Herstellung der Pfahlaufstandsebene ist ein Bohreimer mit glatter Schneide ohne Pilotbohrer zu verwenden.

Aufgrund der an die Baugrube angrenzenden Verkehrsflächen und Versorgungsleitungen ist der Baugrubenverbau auf erhöhten aktiven Erddruck ($0,5 \times e_a + 0,5 \times e_0$) zu bemessen. Die bodenmechanischen Rechenwerte für die Standsicherheitsberechnungen des Baugrubenverbauwerks können Tabelle 3.2-1 entnommen werden. Für die Bemessung einer Verbauwand darf der Wandreibungswinkel für Bohrträgerwände, Spundwände und Bohrpfahlwände höchstens mit $|\delta_{a/p}| = 2/3 \varphi_k'$ angesetzt werden, für Schlitzwände höchstens mit $|\delta_{a/p}| = 1/2 \varphi_k'$.

Für den Nachweis des vertikalen Lastabtrags von Verbauwänden dürfen für Spundwände und Stahlbohrträger die Kennwerte der Tabelle 5.2-3 verwendet werden. Der Ansatz dieser Tabellenwerte setzt voraus, dass im wesentlichen nur Erddruck (+ großflächige Baustellenlasten) auf die Verbauwand wirken und keine setzungsempfindliche Bebauung im Einflussbereich der Verbauwand vorhanden ist (vertikale Setzung und damit Verformung der Wand kann zugelassen werden).

Für die Ermittlung der charakteristischen Mantelwiderstände nach EAB, sind im Bereich zwischen Baugrubensohle und theoretischem Fußpunkt der Verbauwand bei Ermittlung der Mantelreibung die Mantelflächen nach EAB, Bild EB 85-1 in Ansatz zu bringen. Im Bereich unterhalb des theoretischen Fußpunkts darf bei Ermittlung der Mantelreibung die umlaufende Abwicklungsfläche in Ansatz gebracht werden.

Die angegebenen Werte gelten für schlagend oder drücken eingebrachte Profile. Für vibrierend eingebrachte Profile sind die angegebenen charakteristischen Kennwerte auf 75 % abzumindern. Wenn die Vertikalverformung der Wand begrenzt werden soll (z.B. bei Nutzung als Auflager für Hilfsbrücken) oder eine Verformung der Wand aufgrund nahe gelegener, setzungsempfindlicher Bebauung nicht zugelassen werden kann, dürfen die Kennwerte der Tabelle 5.2-3 nicht verwendet werden. Es sind dann die Kennwerte für Stahlrammpfähle zu verwenden.

Die volle Tragfähigkeit wird insbesondere in bindigen Böden erst nach einer gewissen Ruhezeit erreicht und ist nicht sofort nach Einbringung der Spundbohlen verfügbar.

Schicht	Spitzendruck $q_{b,k}$ Spundwände [kN/m ²]	Mantelreibung $q_{s,k}$ Spundwände [kN/m ²]
2a	-	15
2b	2.000	20
4	2.500	50

Tabelle 5.2-3: Charakteristische Kennwerte für Spundwände und Bohlträger

Sollte eine Rückverhängung der Baugrubensohle der Personenunterführung erforderlich werden, kann dies mittels Mikropfählen erfolgen. Die charakteristischen Mantelreibungen der Mikropfähle können der Tabelle 5.2-4 entnommen werden.

Schicht	Bruchwert $q_{s,k}$ der Pfahlmantelreibung [kN/m ²]
2a weich	55
2a steif	70
2a halbfest	80
2b	100

Schicht	Bruchwert $q_{s,k}$ der Pfahlmantelreibung [kN/m ²]
4	200

Tabelle 5.2-4: Charakteristische Pfahlmantelreibung für Mikropfähle

5.3 Wasserhaltung / Abdichtung

Die Baugrubensohle der Rampe liegt deutlich unterhalb des Bauwasserstandes, so dass hier eine wasserdichte Baugrube erforderlich wird. Ein wasserdichter Baugrubenverbau mittels einer Spundwand (Vorbohren ist einzuplanen) oder einer überschnittenen Bohrpfahlwand und einer Dichtsohle mittels Düsenstrahlverfahren ist geplant.

Das Einbringen von Baustoffen in das Grundwasser und eine Wasserhaltung sind wasserrechtliche Tatbestände, weshalb für den Bau der Rampe eine wasserrechtliche Genehmigung durch die zuständige Untere Wasserbehörde erforderlich wird.

Für eine Abdichtung von erdberührten Bauteilen mit bahnenförmigen und flüssig zu verarbeitenden Abdichtungsstoffen wurde auf Basis der bislang zum Projekt vorliegenden Information die Wassereinwirkungsklassen abgeleitet. Die endgültige Festlegung der Wassereinwirkungsklasse ist nach DIN 18 533 vom Planer festzulegen. Erdberührte Bauteile in einem Baugrund mit hoher Wasserdurchlässigkeit ($k_f > 10^{-4}$ m/s) sind bei einem Mindestabstand von 50 cm zum Bemessungswasserspiegel gegen Bodenfeuchte und nicht drückendes Wasser, Wassereinwirkungsklasse W1.1-E gemäß DIN 18 533, abzudichten. Zur Einstufung in die Wassereinwirkungsklasse W1.1-E ist es auch erforderlich, dass die Arbeitsraumverfüllung aus Böden mit hoher Wasserdurchlässigkeit ($k_f > 10^{-4}$ m/s) erfolgt. Sofern eine dauerhaft funktionsfähige Drainage eingebaut wird, ist der Ansatz der Wassereinwirkungsklasse W1.2-E auch bei gering durchlässigen Böden ($k_f \leq 10^{-4}$ m/s) ausreichend. Bauteile, die in gering durchlässigen Böden ($k_f \leq 10^{-4}$ m/s) bis maximal 3 m einbinden, und alle Bauteile mit einer Grundwassereinwirkung von bis zu 3 m, sind in die Wassereinwirkungsklasse W2.1-E gemäß DIN 18 533 einzuordnen. Alle anderen Bauteile, auf die ein (Stau-)Wasserdruck von mehr als 3 m wirken kann, sind entsprechend der Wassereinwirkungsklasse W2.2-E abzudichten. Für erdüberschüttete Decken, die mindestens 30 cm über dem Bemessungswasserstand liegen, ist die Wassereinwirkungsklasse W3-E anzusetzen.

Es ist auch eine Ausführung gemäß DAfStb-Richtlinie für wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton (WU-Beton) möglich. Es wird darauf hingewiesen, dass Beton zwar undurchlässig für Wasser in flüssiger Zustandsform, nicht jedoch diffusionsdicht für Wasserdampf ist. Je nach den Anforderungen an die Untergeschossräume (geringe Luftfeuchtigkeit bei hochwertiger Nutzung) sind bei Verwendung von WU-Beton zusätzliche Maßnahmen zur Trockenhaltung (z. B. Diffusionssperren, Klimatisierung) erforderlich.

Das Sichern der Arbeiten gegen Niederschlagswasser und ihrer Beseitigung, inkl. das Fassen und geordnete Ableiten von anfallenden Sickerwässern ist gemäß DIN 18 299 als Nebenleistung anzusehen.

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.



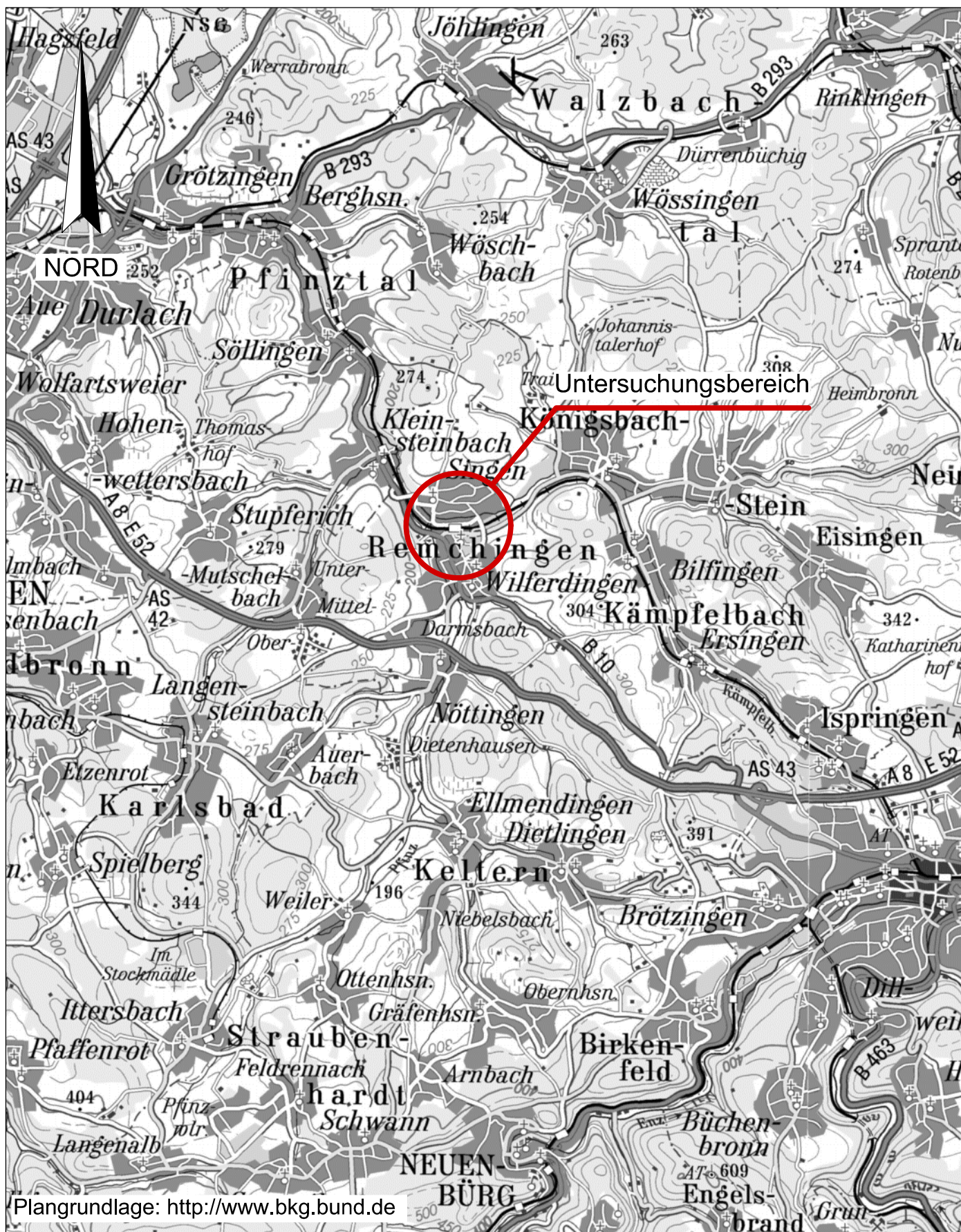
Dipl.-Geol. Peter Kordeuter
(Senior Experte Geotechnik)

i.A.



Shuo Yuan, M. Eng.
(Junior Projektingenieur)

- Verteiler:**
- OBERMEYER Infrastruktur GmbH & Co. KG, Frau Mersmann, Stuttgart, 1 x per Mail an <corinna.mersmann@obermeyer-group.com>,
 - DB InfraGO AG, Herr Daniel Budzen, Karlsruhe, 1 x per E-Mail an <Daniel.Budzen@deutschebahn.com>,
 - Dr. Spang GmbH, Esslingen, 1 x



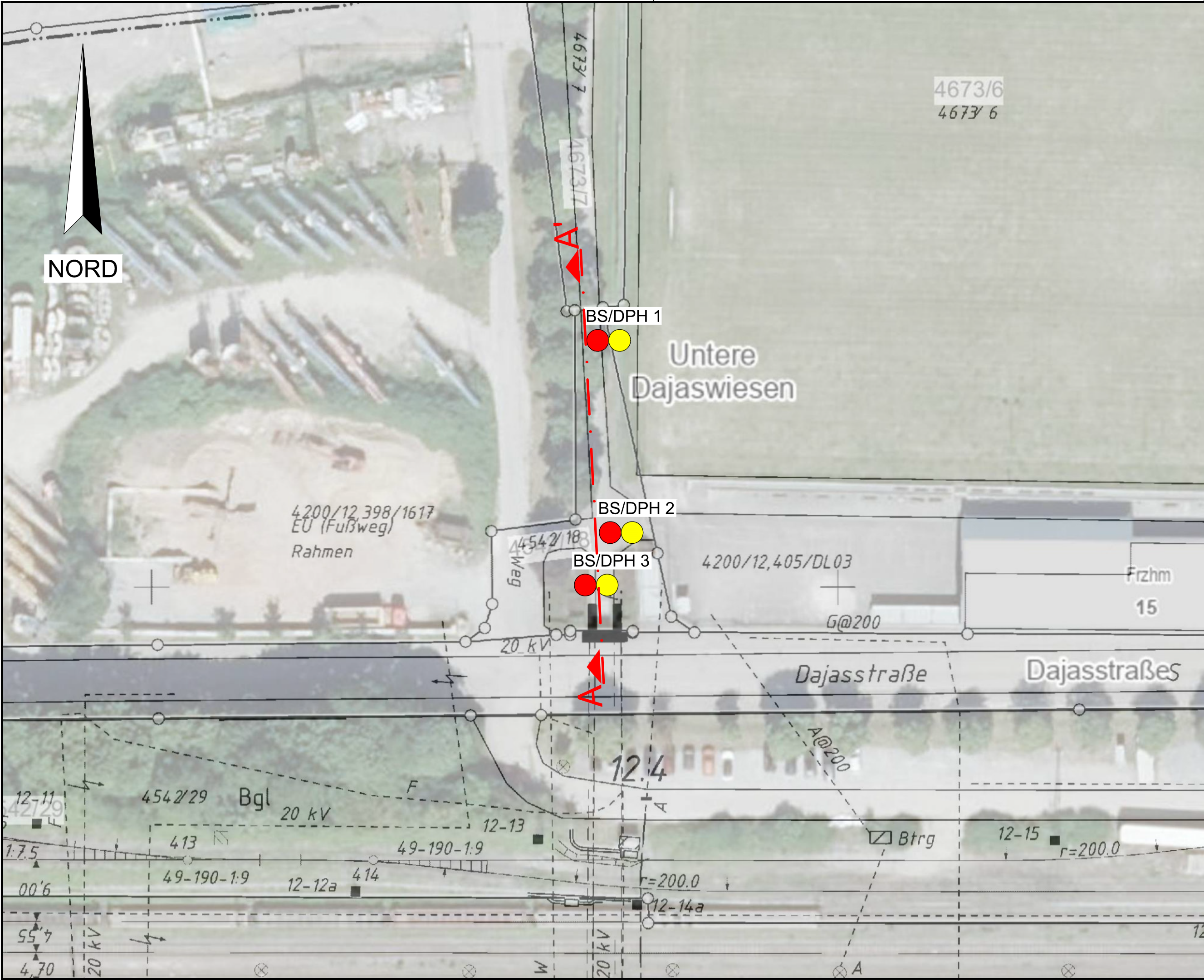
DR. SPANG

AUFTRAGGEBER:
DB InfraGO AG

Übersichtslageplan

PROJEKT:
DB TWL Wilferdingen Str 4200
Rampe

Anlage:	1.1
Projekt Nr.:	46.11226
Plan Nr.:	46.11226/ 1.1
Datum:	19.01.2026
Maßstab:	1:100.000
Gezeichnet:	Dri
Geprüft:	Yuan



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 Ingenieurgesellschaft für
Bauwesen, Geologie und Umwelttechnik mbH
Eberhard-Bauer-StraÙe 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 Wilferdingen Str 4200 Rampe

Lageplan mit Aufschlusspunkten

Geotechnisches Gutachten

Gezeichnet:	Dri	Entworfen:	Yuan
Geprüft:	Olb	Datum:	19.01.2026
Plan-Nr.:	46.11226/ 2.1	Proj.-Nr.:	46.11226
Maßstab:	1:500	Anlage:	2.1

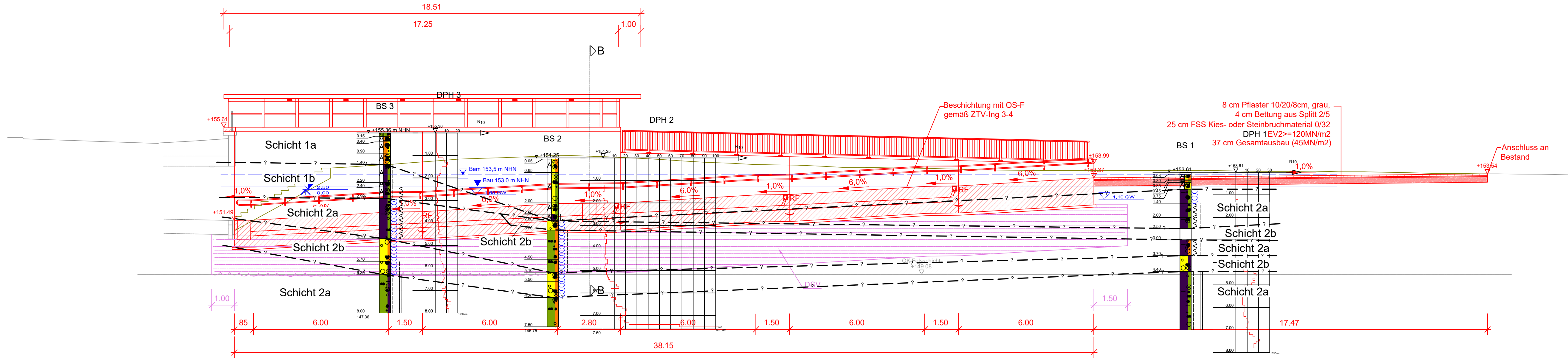
Längsschnitt A-A M. 1:100

Legende:

- Schichtgrenze
- Bemessungswasserstand = 153,5 m NHN
- Bauwasserstand = 153,0 m NHN

Schicht-Nr.	Bodenart ⁶⁾	Klassifizierung nach DIN 18 196	18 300 ¹⁾	Frostempfindlichkeit ²⁾	Verdichtbarkeit ³⁾
1a	Auffüllung (rollig)	GW, GI	3 – 5	F1 – F2	V1
1b	Auffüllung (bindig)	TL, TM, TA	4 – 5 (2) ⁴⁾	F2 – F3	V3
2a	Auelehm/ Holozäne Abschwemmassen	TL, TM, OT	4 – 5 (2) ⁴⁾	F2 – F3	V3
2b	Auekies	GW, GI, GU, GU*	3 – 5	F1 – F2	V1 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) der Kies liegt wassergesättigt vor. Nasser Kies ist nicht verdichtbar.
- 6) Bezeichnung nach DIN 4023



Plangrundlage:			
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 Wilferdingen Str 4200 Rampe

Geotechnischer Längsschnitt

Geotechnisches Gutachten

Gezeichnet:	Dri	Entworfen:	Yuan
Geprüft:	Olb	Datum:	19.01.2026
Plan-Nr.:	46.11226/ 3.1	Proj.-Nr.:	46.11226
Maßstab:	1:100	Anlage:	3.1

Probeentnahme:

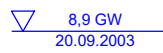
- ☐ gestörte Probe
(G= Glas, B= Becher, E= Eimer)
- ☒ Ungestörte Probe/ Sonderprobe
(UP / SP)
- ☒ Kernprobe
(K)

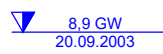
Grundwasser:

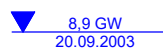
Grundwasserstand:

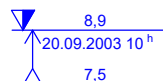
 a) Bemessungswasserstand

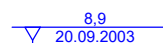
 b) Bauwasserstand

 Grundwasser
angebohrt

 Grundwasserstand
nach Bohrende

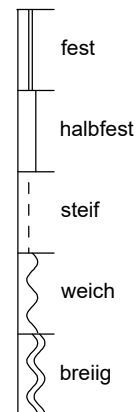
 Ruhewasserstand

 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:

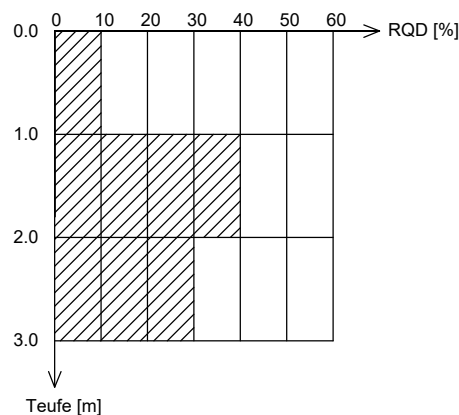
- R 0: außerordentlich gering (0,6 - 1,0 MPa)
R 1: sehr gering (1 - 5 MPa)
R 2a: gering (5 - 12,5 MPa)
R 2b: mäßig schwach (12,5 - 25 MPa)
R 3: mäßig hoch (25 - 50 MPa)
R 4: hoch (50 - 100 MPa)
R 5: sehr hoch (100 - 250 MPa)
R 6: außerordentlich hoch (>250 MPa)

Kornbindung Fels nach DIN EN ISO 14689:

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

RQD Fels:

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



DR. SPANG

Zeichenerläuterung
Baugrunderkundung

Anlage:	4.1
Projekt Nr.:	46.11226
Plan Nr.:	46.11226/ 4.1
Rev. Stand:	09.08.2023

Hauptbodenarten:

	Kies, G
	Grobkies, gG
	Mittelsand, mS
	Feinkies, fG
	Sand, S
	Grobsand, gS
	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

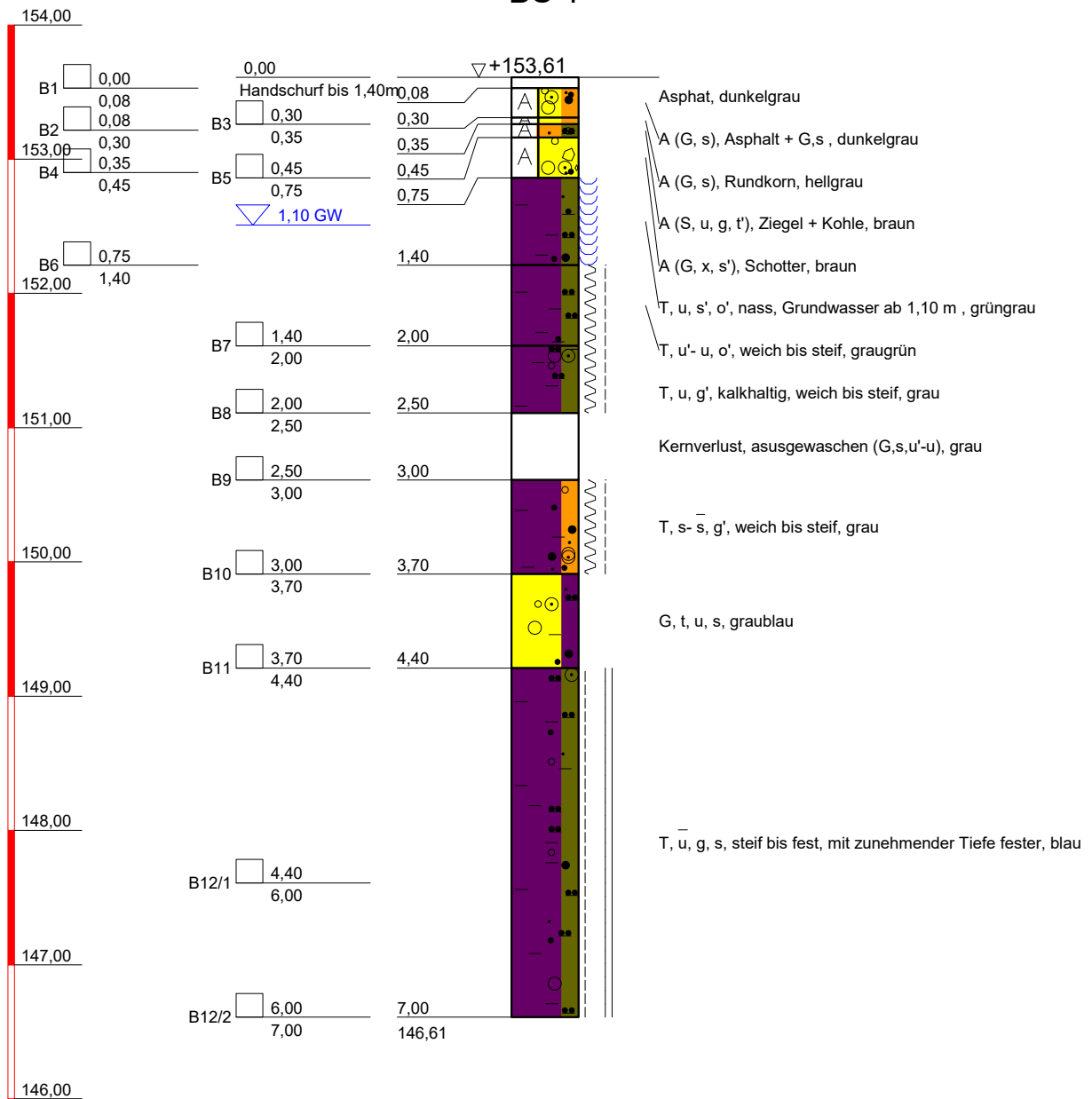


Zeichenerläuterung
Baugrunderkundung

Anlage:	4.1
Projekt Nr.:	46.11226
Plan Nr.:	46.11226/ 4.1
Rev. Stand:	09.08.2023

GOK

BS 1



Endteufe erreicht



DR. SPANG

Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen
Geologie und Umwelttechnik mbHBauvorhaben:
TWL Wilferdingen Str 4200 RampeAuftraggeber:
DB InfraGO AG

KLEINRAMMBOHRUNG

Anlage: 4.2 BS 1

Projekt-Nr: 46.11226

Datum: 18.12.2025

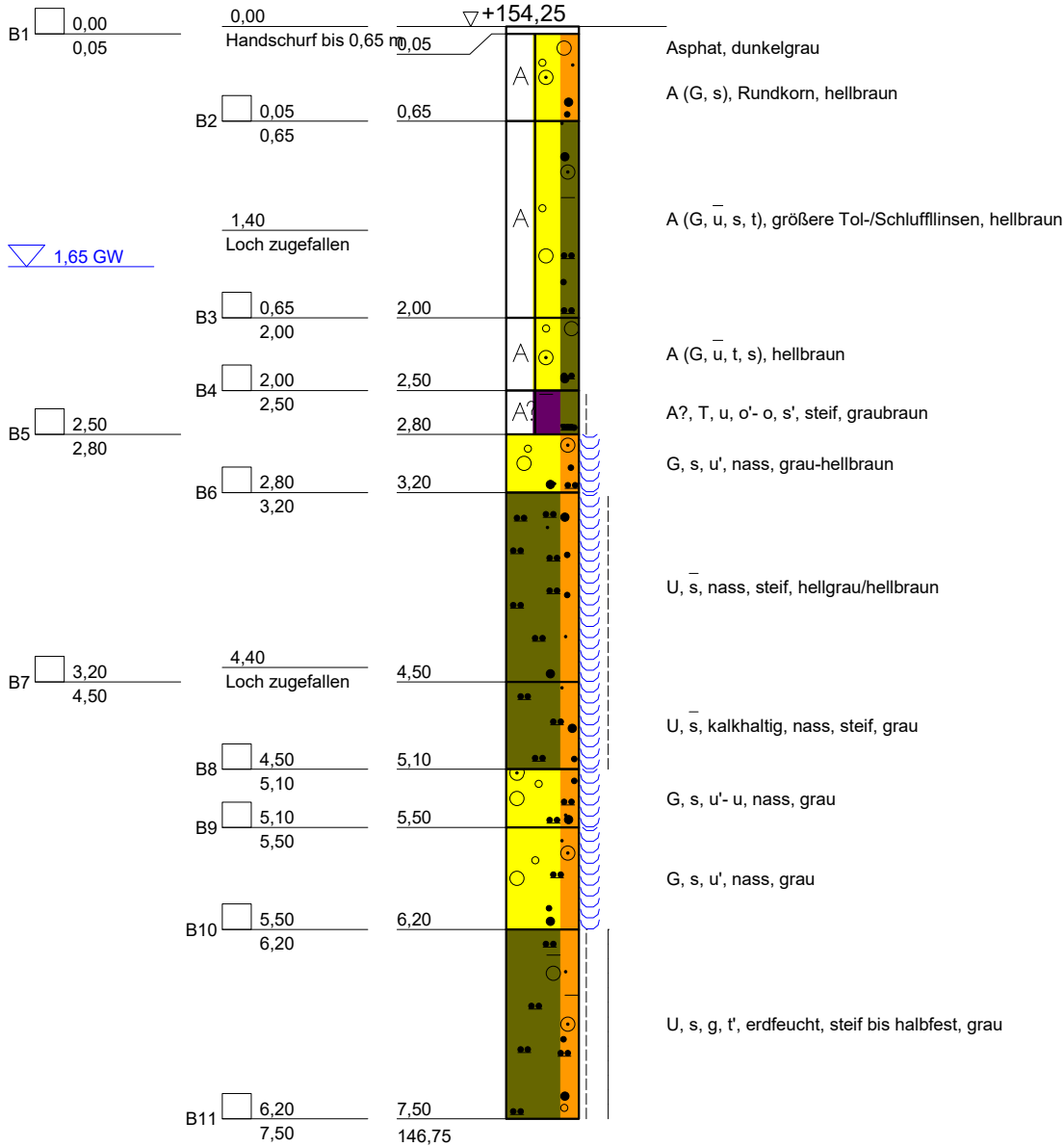
Maßstab: 1 : 50

Bearbeiter: DiC

GOK



BS 2



kein weiterer Bohrfortschritt



DR. SPANG

Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen
Geologie und Umwelttechnik mbH

Bauvorhaben:
TWL Wilferdingen Str 4200 Rampe

Auftraggeber:
DB InfraGO AG

KLEINRAMMBOHRUNG

Anlage: 4.2 BS 2

Projekt-Nr: 46.11226

Datum: 15.12.2025

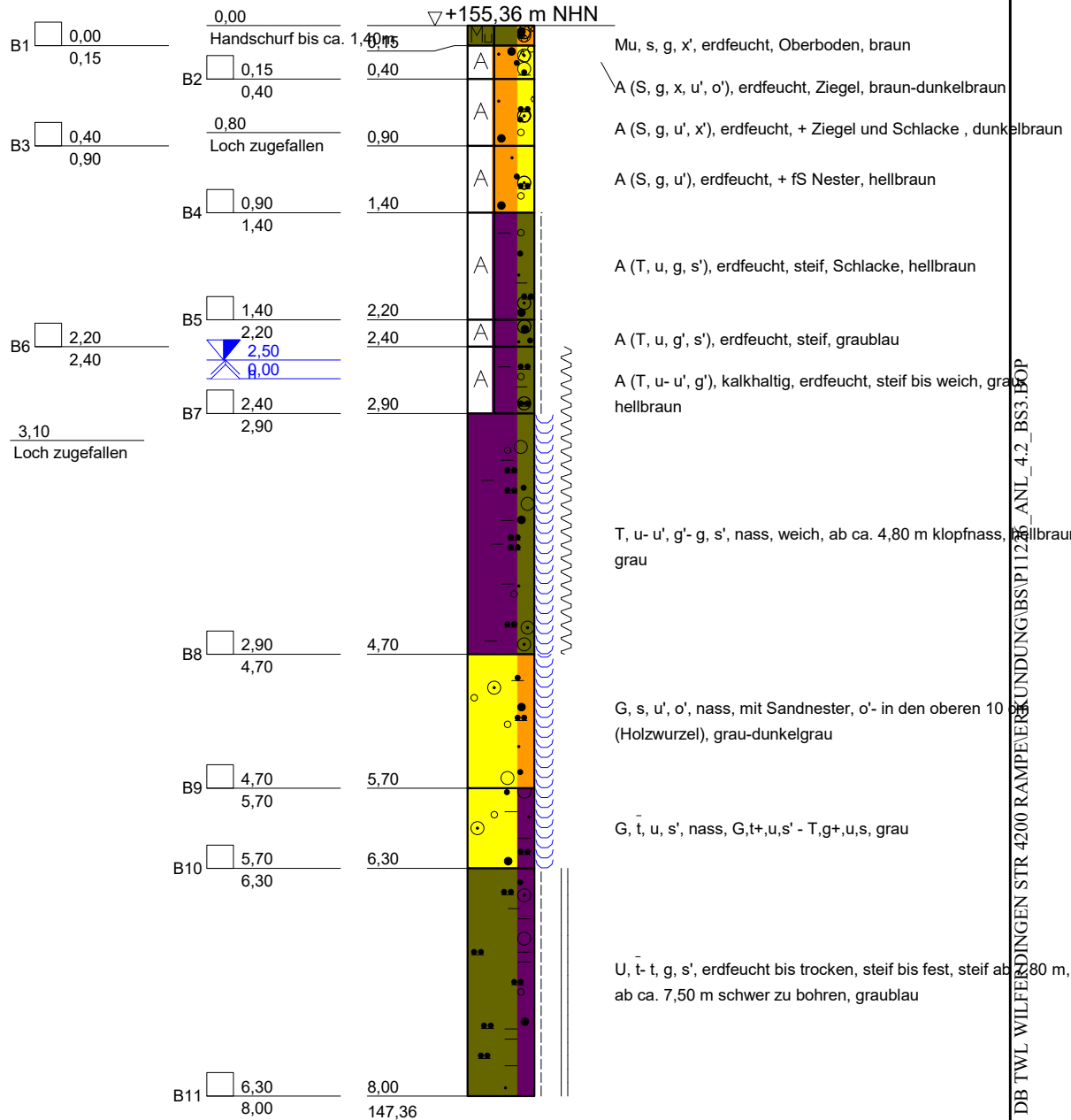
Maßstab: 1 : 50

Bearbeiter: DiC

+ m NHN



BS 3



Endteufe erreicht



DR. SPANG

Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen
Geologie und Umwelttechnik mbH

Bauvorhaben:
TWL Wilferdingen Str 4200 Rampe

Auftraggeber:
DB InfraGO AG

KLEINRAMMBOHRUNG

Anlage: 4.2 BS3

Projekt-Nr: 46.11226

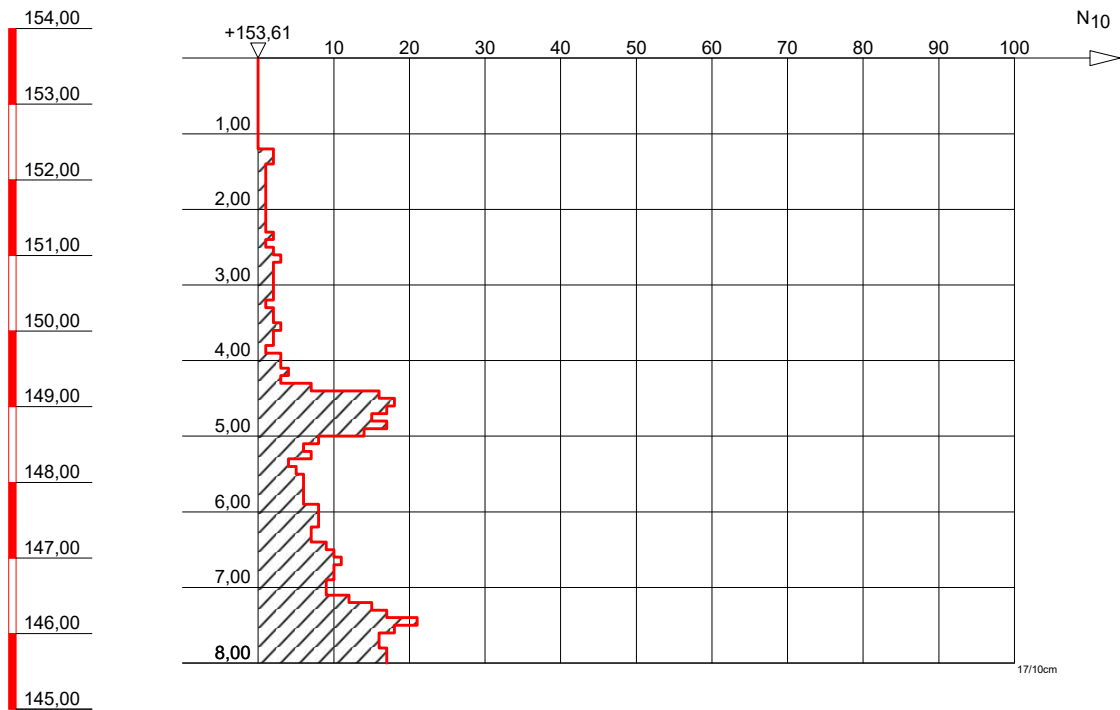
Datum: 18.12.2025

Maßstab: 1 : 50

Bearbeiter: DiC

GOK

DPH 1



DR. SPANG

Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen
Geologie und Umwelttechnik mbH

Bauvorhaben:
TWL Wilferdingen Rampe

Auftraggeber:
DB InfraGO AG

SCHWERE RAMMSONDIERUNG

Anlage: 4.3 DPH 1

Projekt-Nr: 46.11226

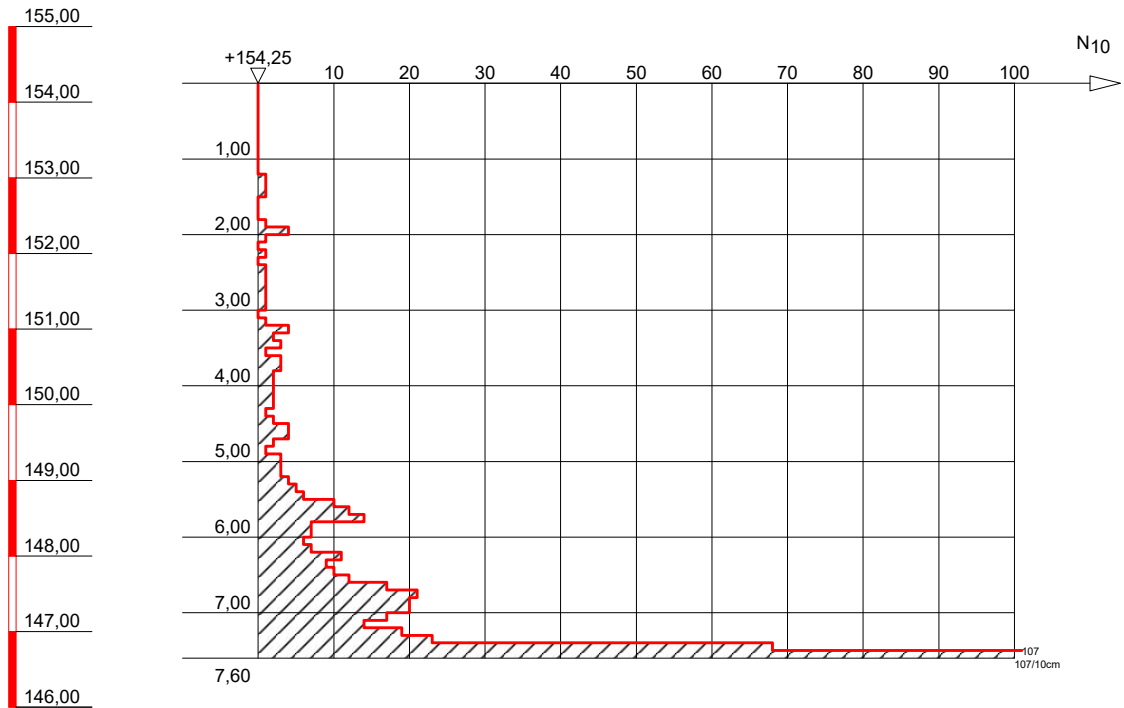
Datum: 18.12.2025

Maßstab: 1 : 100

Bearbeiter: Cor

GOK

DPH 2



Endteufe erreicht



DR. SPANG

Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen
Geologie und Umwelttechnik mbH

Bauvorhaben:
TWL Wilferdingen Rampe

Auftraggeber:
DB InfraGO AG

SCHWERE RAMMSONDIERUNG

Anlage: 4.3 DPH 2

Projekt-Nr: 46.11226

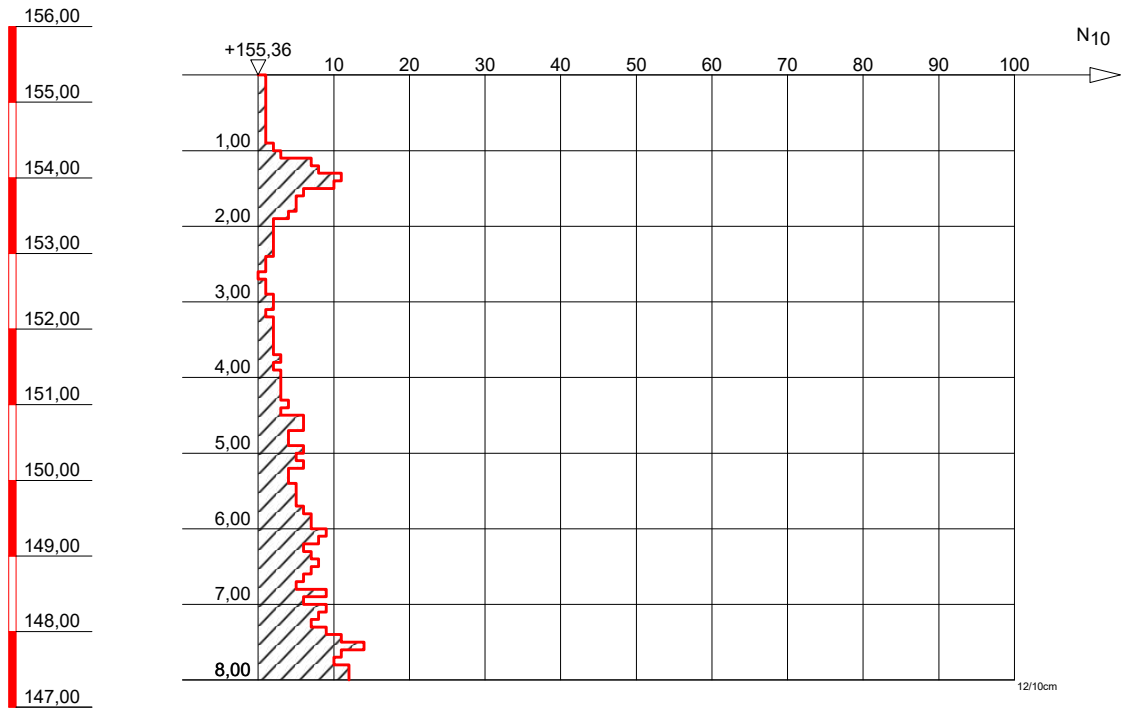
Datum: 18.12.2025

Maßstab: 1 : 100

Bearbeiter: Cor

GOK

DPH 3



Endteufe erreicht



DR. SPANG

Ingenieurgesellschaft f. Bauwesen
Geologie und Umwelttechnik mbH

Bauvorhaben:
TWL Wilferdingen Rampe

Auftraggeber:
DB InfraGO AG

SCHWERE RAMMSONDIERUNG

Anlage: 4.3 DPH 3

Projekt-Nr: 46.11226

Datum: 18.12.2025

Maßstab: 1 : 100

Bearbeiter: Cor

Wassergehalt DIN EN ISO 17892-1

DB Wilferdingen Singen Rampe PU

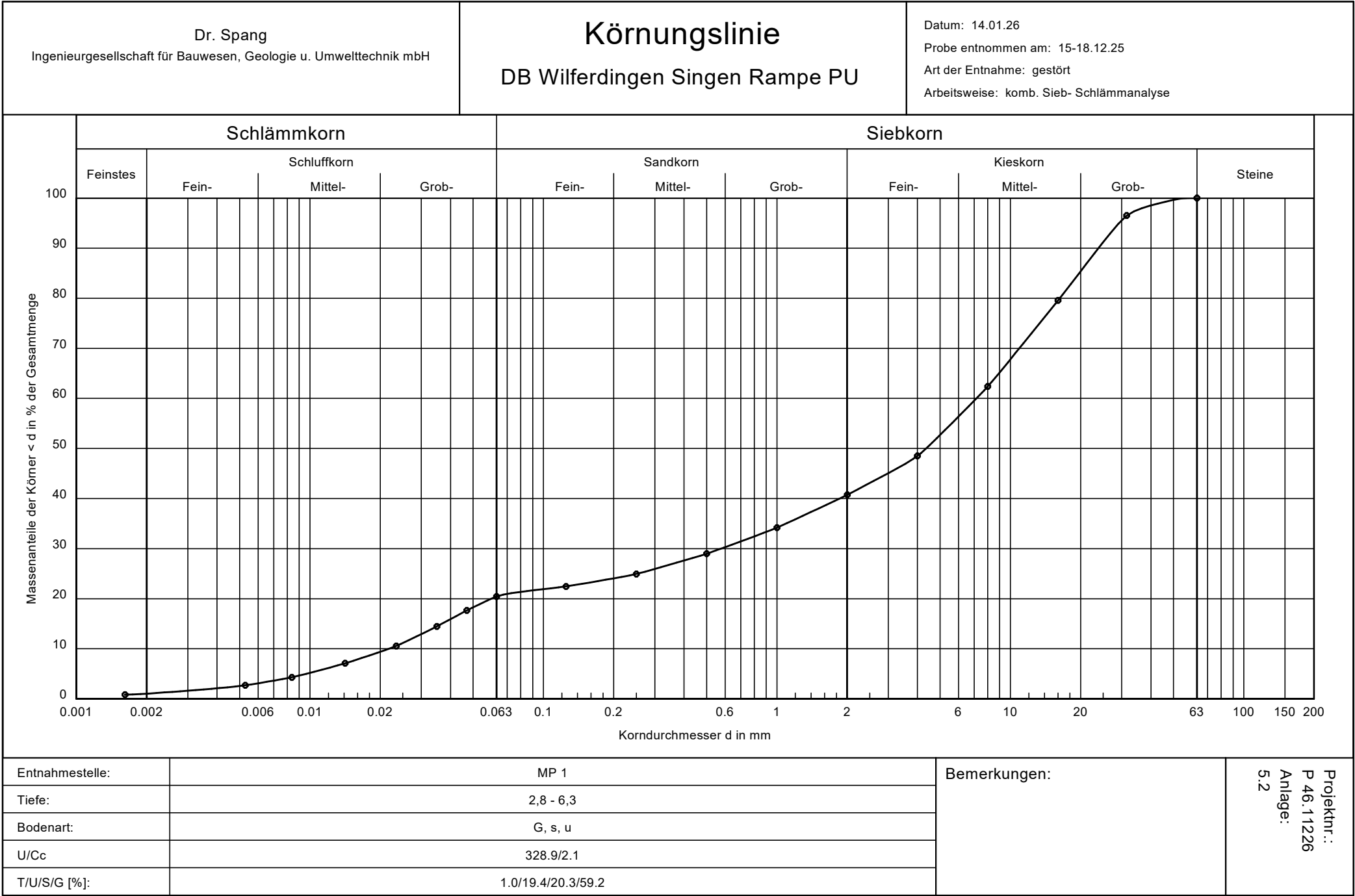
Bearbeiter: Kou

Datum: 12.01.26

Entnahmestelle:	BS 1
Tiefe:	0,75 - 1,4
Bodenart:	T, $\bar{u}$, s'
Feuchte Probe + Behälter [g]:	170.50
Trockene Probe + Behälter [g]:	130.69
Behälter [g]:	6.08
Porenwasser [g]:	39.81
Trockene Probe [g]:	124.61
Wassergehalt [%]	31.95

Entnahmestelle:	BS 2
Tiefe:	3,2 - 4,5
Bodenart:	T, $\bar{u}$, s
Feuchte Probe + Behälter [g]:	191.27
Trockene Probe + Behälter [g]:	150.47
Behälter [g]:	6.03
Porenwasser [g]:	40.80
Trockene Probe [g]:	144.44
Wassergehalt [%]	28.25

Entnahmestelle:	BS 3
Tiefe:	2,9 - 4,7
Bodenart:	T, u', s', g'
Feuchte Probe + Behälter [g]:	610.82
Trockene Probe + Behälter [g]:	484.44
Behälter [g]:	109.86
Porenwasser [g]:	126.38
Trockene Probe [g]:	374.58
Wassergehalt [%]	33.74

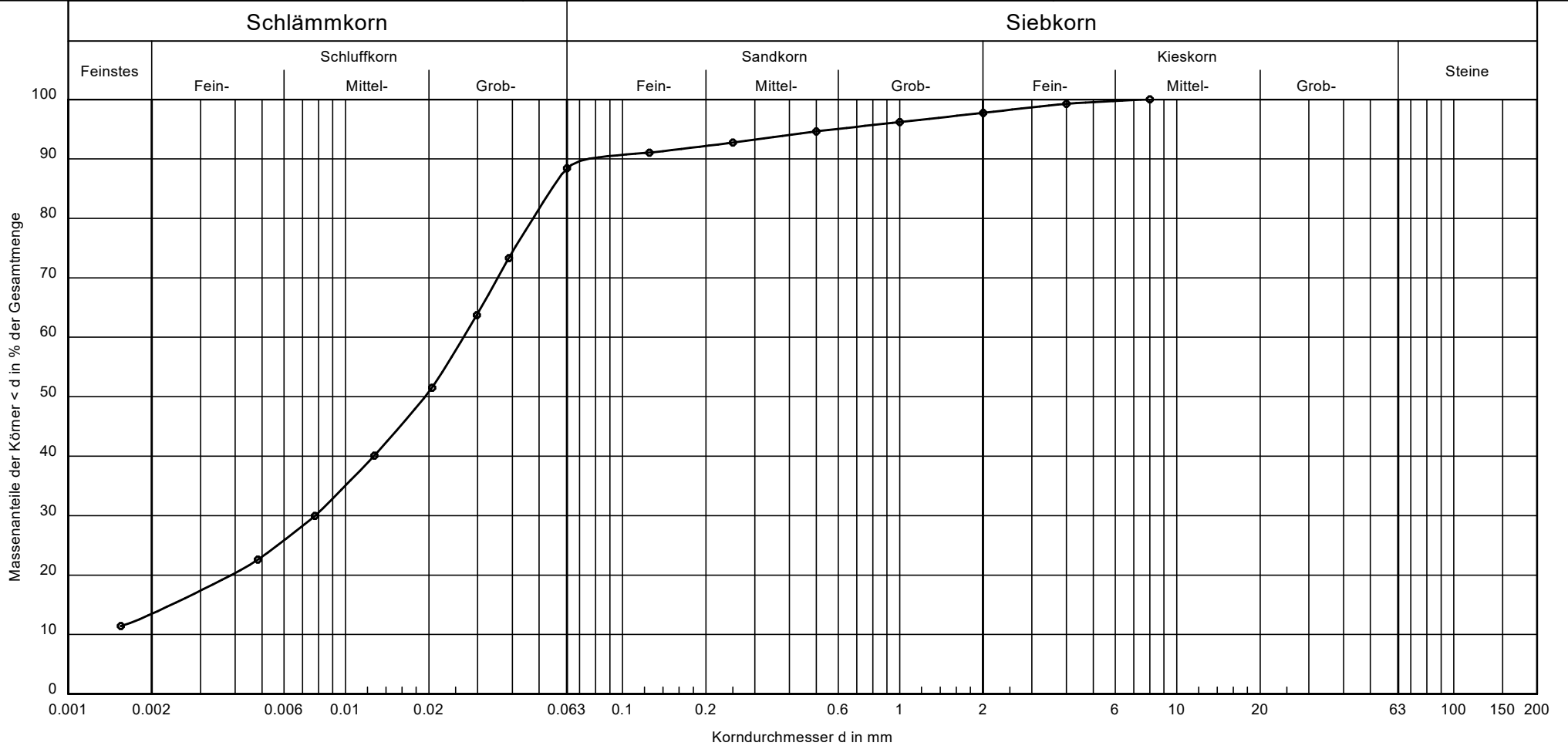


Dr. Spang
Ingenieurgesellschaft für Bauwesen, Geologie u. Umwelttechnik mbH

Körnungslinie

DB Wilferdingen Singen Rampe PU

Datum: 14.01.26
Probe entnommen am: 15-18.12.25
Art der Entnahme: gestört
Arbeitsweise: komb. Sieb- Schlämmanalyse



Entnahmestelle:	MP 2
Tiefe:	2,0 - 7,5
Bodenart:	T, u, s'
U/Cc	-/-
T/U/S/G [%]:	13.5/74.8/9.5/2.3

Bemerkungen:

Projektnr.:
P 46.11226
Anlage:
5.2

Fließ- und Ausrollgrenze DIN EN ISO 17892-12

DB Wilferdingen Singen Rampe PU

Bearbeiter: Lbb

Datum: 14.01.26

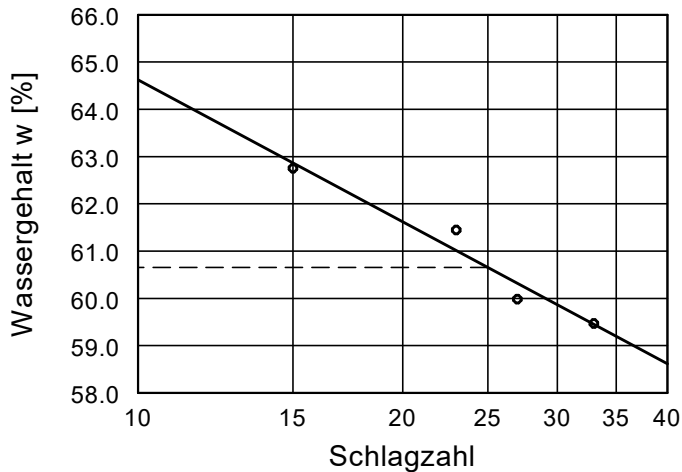
Entnahmestelle: BS 1

Tiefe: 1,4 - 2,0

Art der Entnahme: gestört

Bodenart: T

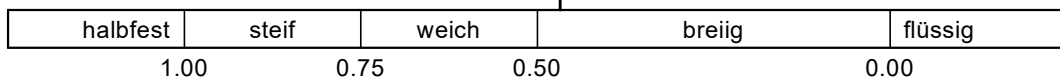
Probe entnommen am: 15.12.25



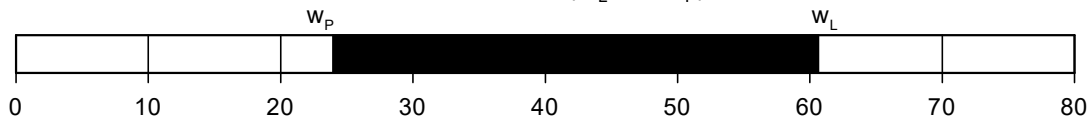
Wassergehalt $w = 43.5 \%$
 Fließgrenze $w_L = 60.7 \%$
 Ausrollgrenze $w_P = 23.9 \%$
 Plastizitätszahl $I_P = 36.8 \%$
 Konsistenzzahl $I_C = 0.47$

Zustandsform

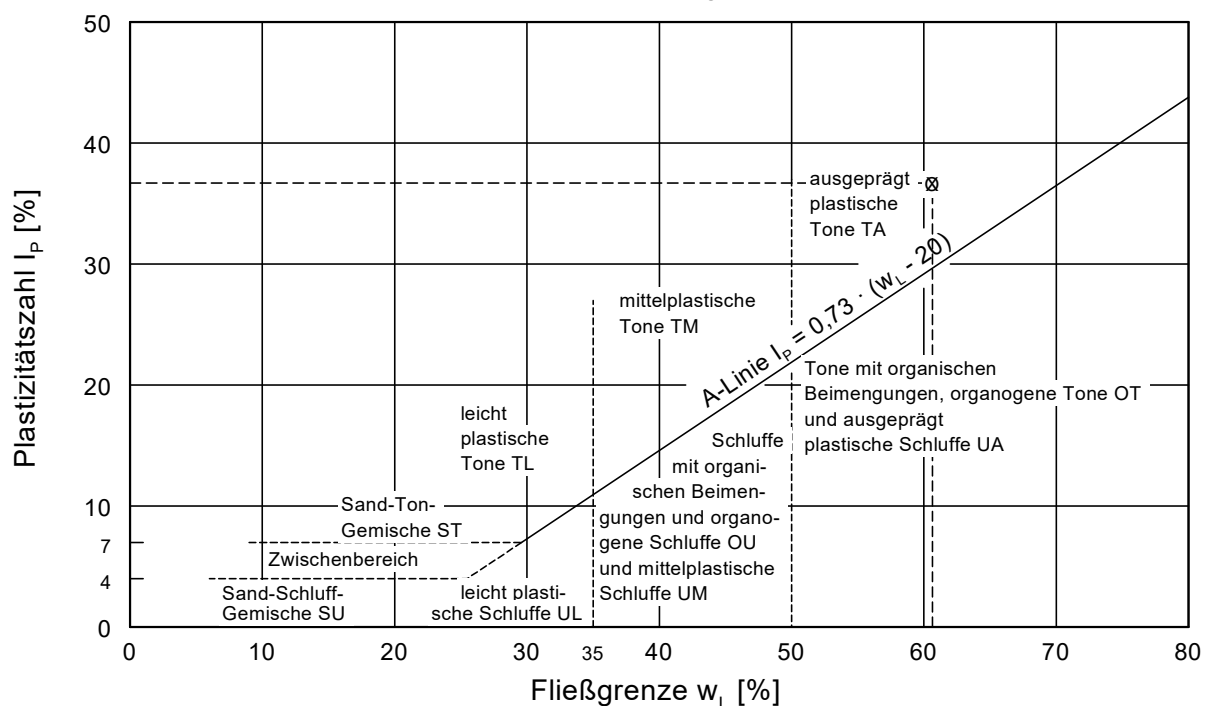
$I_C = 0.47$



Plastizitätsbereich (w_L bis w_P) [%]



Plastizitätsdiagramm



Fließ- und Ausrollgrenze DIN EN ISO 17892-12

DB Wilferdingen Singen Rampe PU

Bearbeiter: Lbb

Datum: 14.01.26

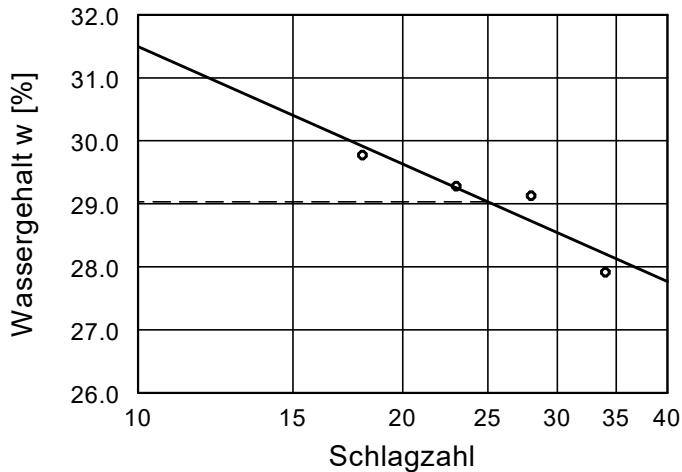
Entnahmestelle: BS 2

Tiefe: 4,5 - 5,0

Art der Entnahme: gestört

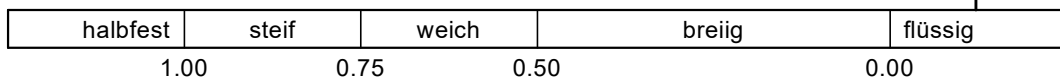
Bodenart: T, $\bar{u}$, s

Probe entnommen am: 15.12.25

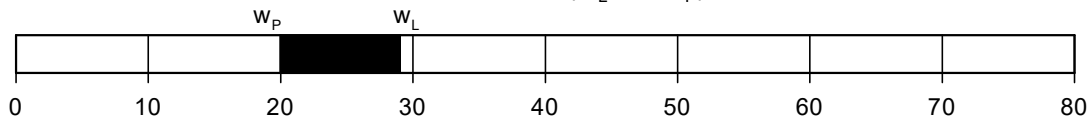


Wassergehalt w = 29.2 %
 Fließgrenze w_L = 29.0 %
 Ausrollgrenze w_P = 19.9 %
 Plastizitätszahl I_P = 9.1 %
 Konsistenzzahl I_C = -0.12
 Anteil Überkorn $\bar{u}$ = 3.0 %
 Wassergeh. Überk. $w_{\bar{u}}$ = 0.0 %
 Korrr. Wassergehalt = 30.1 %

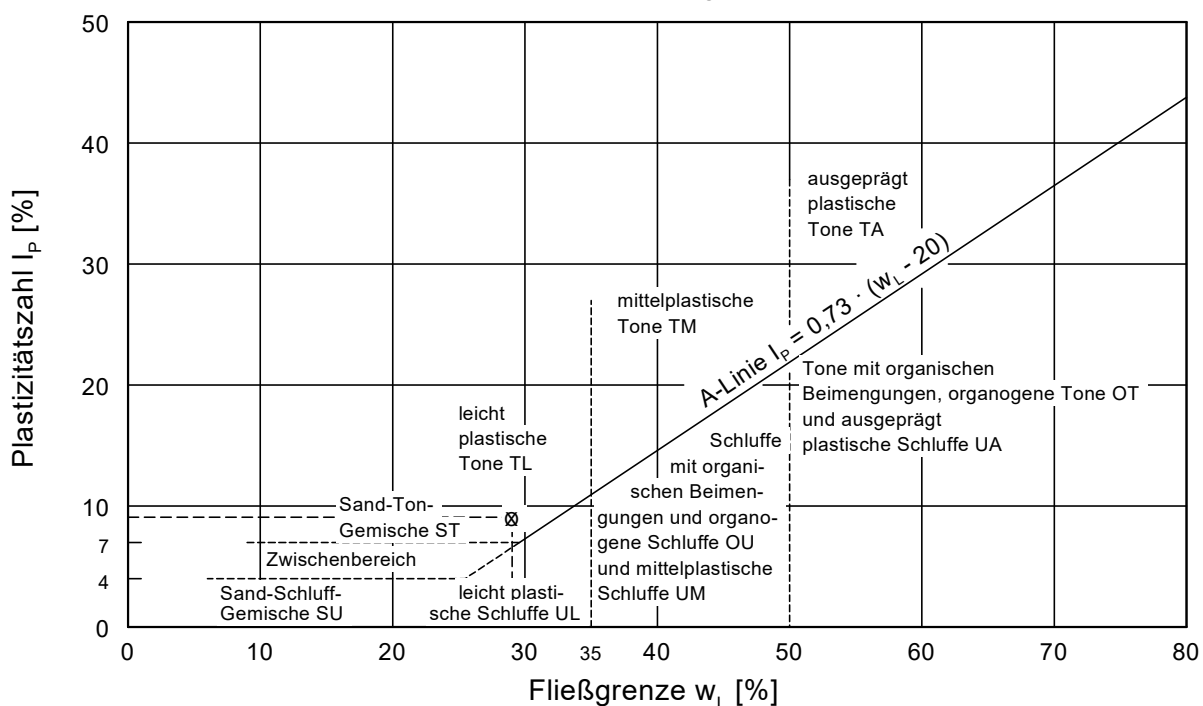
Zustandsform



Plastizitätsbereich (w_L bis w_P) [%]



Plastizitätsdiagramm



Fließ- und Ausrollgrenze DIN EN ISO 17892-12

DB Wilferdingen Singen Rampe PU

Bearbeiter: Kou

Datum: 21.01.26

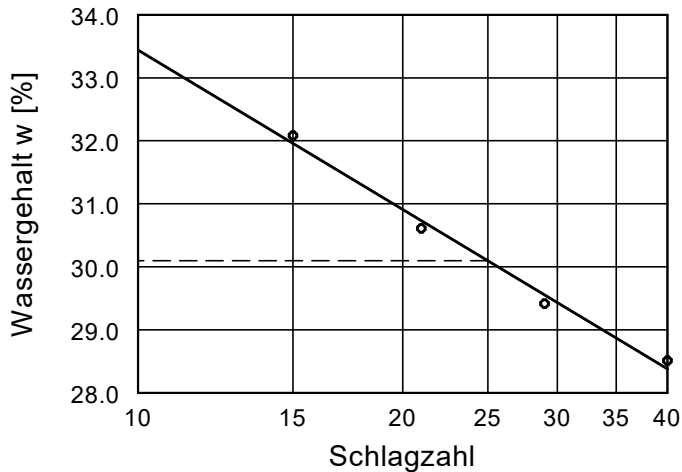
Entnahmestelle: BS 3

Tiefe: 6,3 - 8,0

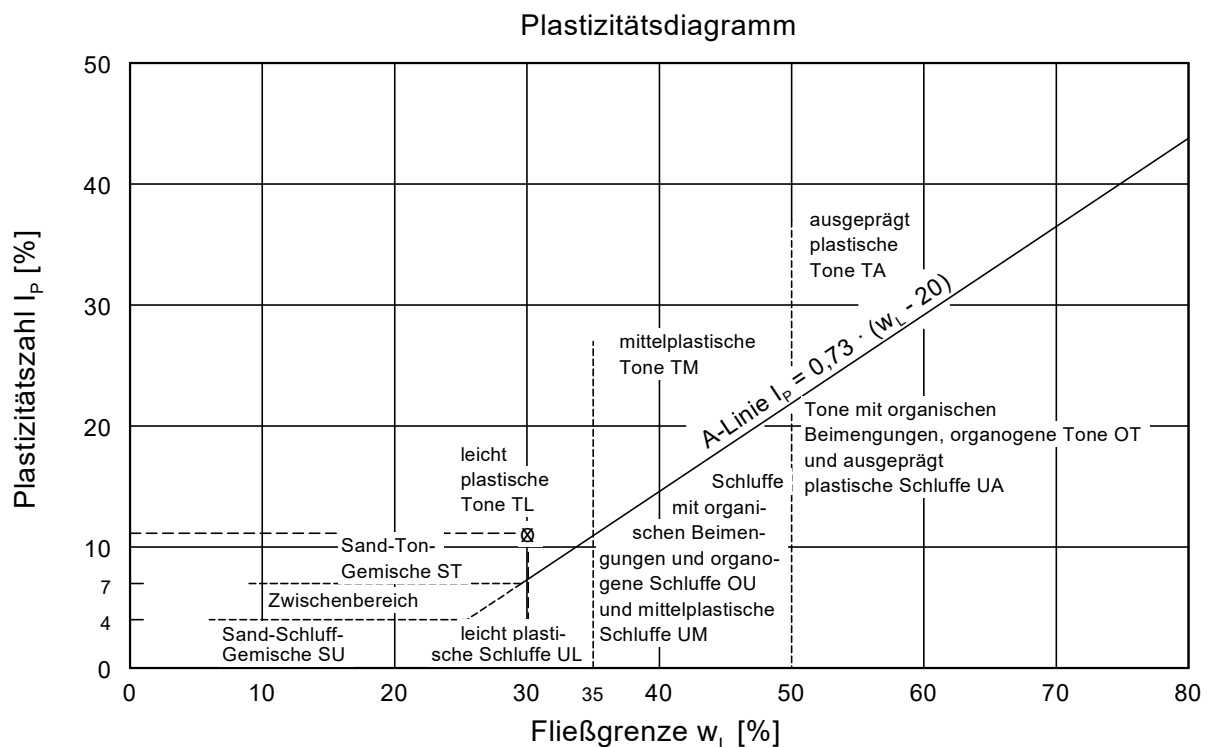
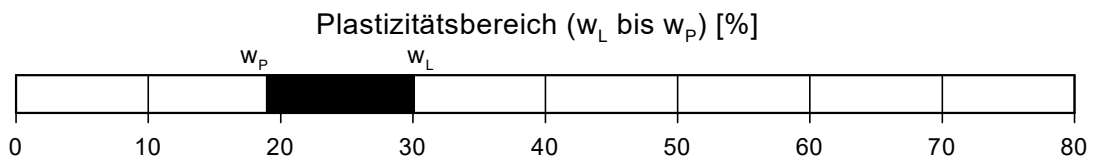
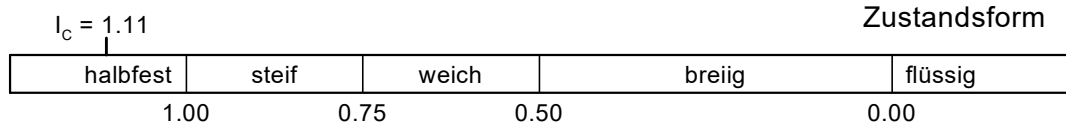
Art der Entnahme: gestört

Bodenart: T, u, s', g'

Probe entnommen am: 18.12.25



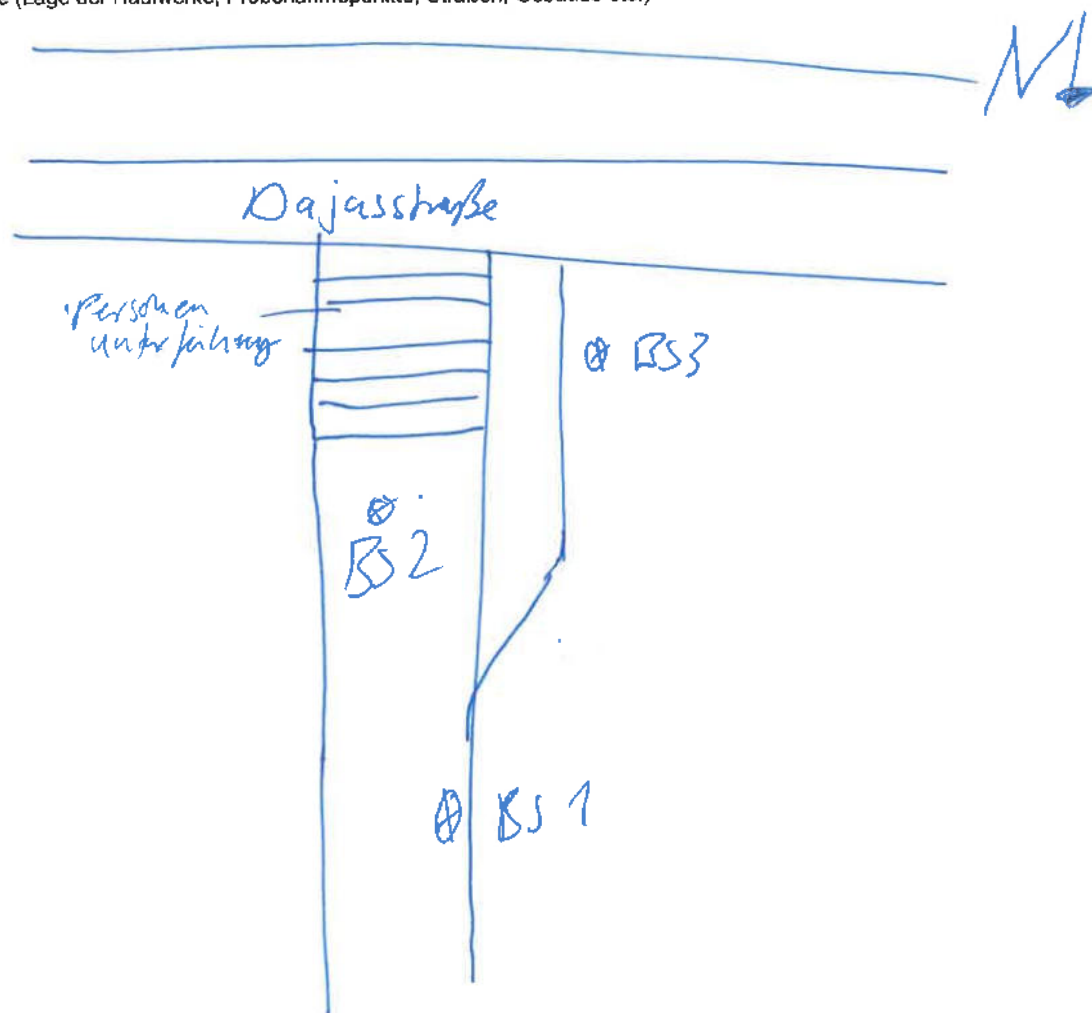
Wassergehalt $w = 15.0 \%$
 Fließgrenze $w_L = 30.1 \%$
 Ausrollgrenze $w_P = 18.9 \%$
 Plastizitätszahl $I_P = 11.2 \%$
 Konsistenzzahl $I_C = 1.11$
 Anteil Überkorn $\ddot{u} = 15.0 \%$
 Wassergeh. Überk. $w_{\ddot{u}} = 0.0 \%$
 Kor. Wassergehalt = 17.7%



 DR. SPANG Ingenieurgesellschaft für Bauwesen Geologie und Umwelttechnik mbH		Anlage: 7.1	
		Datum: 18.12.2025	
		Bearbeiter: Yuan	
		Projekt-Nr: P46.11226	
Probennahmeprotokoll gemäß der Richtlinie für das Vorgehen bei physikalischen, chemischen und biologischen Untersuchungen im Zusammenhang mit der Verwertung/Beseitigung von Abfällen (LAGA PN 98)		BV: DB TWL Wilferdingen Str 4200 Rampe	
Auftraggeber/Abfallerzeuger		Ausführende Firma	
DB InfraGo		Infrastruktur GmbH & Co. KG	
Bundesland	Ort/Stadt	Straße/Lage	
BW	Wilferdingen Singen	Dajasstraße	
Uhrzeit	Probebezeichnung	Laborprobebezeichnung	
16:00	MP 4	MP 4	
Grund der Untersuchung:	Material-, Bodenart	Korngrößenbereich (T, U, S, G, X, Y)	Lagerungsform
☒ Deklaration ☐	Boden	T, U, G, S, X	☐ Miete / Haufwerk ☐ Container ☒ Keine Lagerung
Material		Herkunft des Materials	Auffälligkeiten
☐ reiner Boden ohne Fremddanteile (FA) ☐ reines Material ohne Fremddanteile (FA)		☐ Abbruch ☐ Aushub ☐ Aufbruch ☐ vor Ort ☐ zwischengelagert	☒ <i>hane</i> ☐ vermut. Schadstoffe ☒ unbekannt ☐ PAK ☐ PCB ☐ BTEX ☐ KW ☐ ☐
Bitte Fremddanteil /Störstoffe für nachfolgende Materialien immer rechts mit ausweisen. Die Summe muss rechts immer 100 Vol. % ergeben.		☒ Bohrung	Gefahrstoff
☒ Boden ☐ Bauschutt ☐ Asphaltfräsgut ☐ ☐	aus mit Boden..... 83 Vol. % Beton..... 3 Vol. % Ziegel..... 5 Vol. % Schlacke..... Vol. % Asphalt..... 3 Vol. % Vol. %		☐ Ja ☒ nein ☐ Asbest ☐ KMF ☐ ☐ ☐
Art der Entnahme	Entnahme aus	Entnahmetiefe [m]	Volumen ca. m³:
☒ von Hand ☐ Großgerät ☐	☐ Haufwerk ☐ Schurf ☒ Bohrung 1-3	von 0.05 bis 4.7	 $V = \frac{a + b}{2} * h * l$
Art der Probe	Probengefäße		
☐ Einzelprobe ☒ Mischprobe aus 13 Einzelproben	☒ 5 Liter PE Eimer ☐ 10 Liter PE Eimer ☐ Glas		☐ Glas m. Methanol stabilisiert ☐
Probentransport	Untersuchungslabor:	Witterung:	Abdeckung:
☒ dunkel ☒ trocken ☐	Agralab Bruckberg	☒ trocken ☐ Niederschlag ☐	☐ Folie ☐ Container ☐
Sensorische Ansprache			
Geruch		Farbe	
☒ keine Auffälligkeiten ☐ süßlich ☐ säuerlich ☐ stechend ☐ muffig ☐ modrig		☐ faulig ☐ vergoren ☐ aromatisch ☐ fischig ☐ jauchig ☐ nach Lösungsmitteln riechend	
		☐ ölig ☐ brandig ☐ teeig ☐ phenolig ☐ fäkalisch	
		Konsistenz stichfest	

Bemerkungen (z.b. Auffälligkeiten während der Probenahme, beim Transport etc.)

Lageskizze (Lage der Haufwerke, Probenahmepunkte, Straßen, Gebäude etc.)



Probennehmer

Yuan

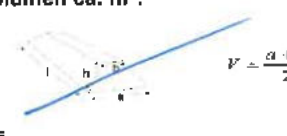
Anwesende Zeugen

Datum 18.12.25

Unterschrift

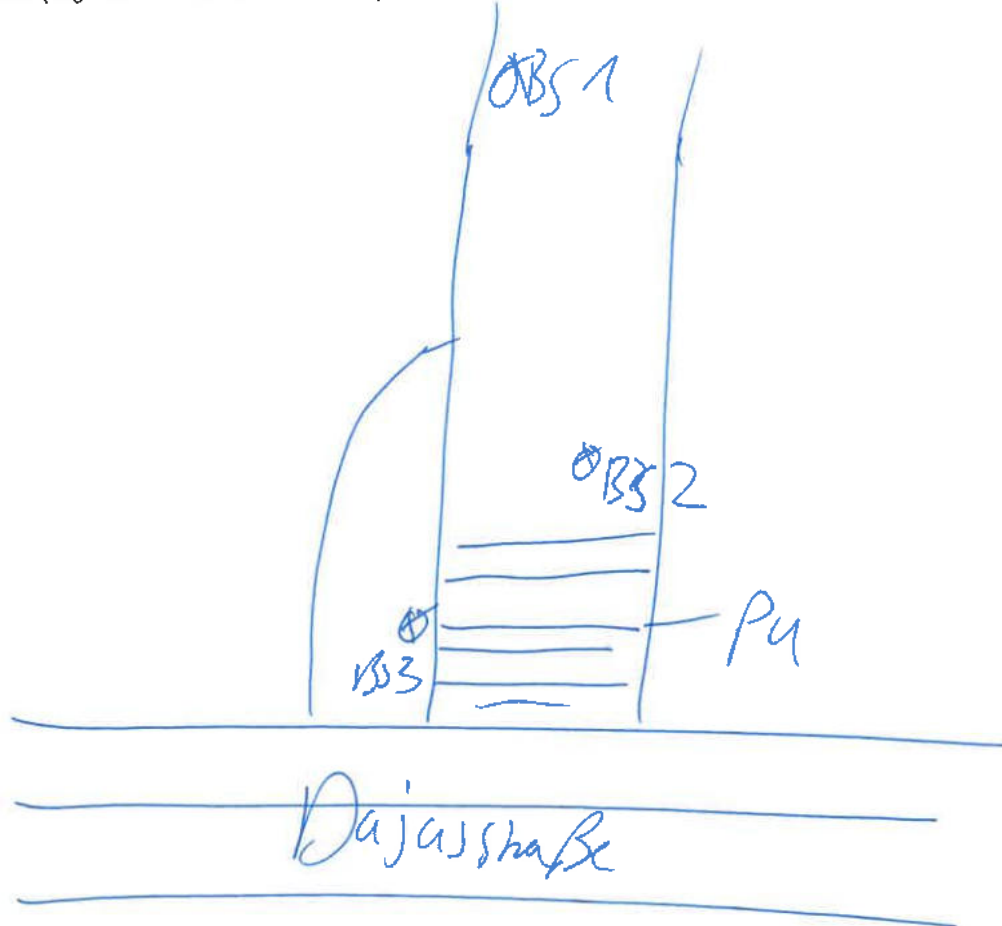
Datum

Unterschrift

 DR. SPANG Ingenieurgesellschaft für Bauwesen Geologie und Umwelttechnik mbH		Anlage: 7.1	
		Datum: 18.12.2025	
		Bearbeiter: Yuan	
		Projekt-Nr: P46.11226	
Probenahmeprotokoll gemäß der Richtlinie für das Vorgehen bei physikalischen, chemischen und biologischen Untersuchungen im Zusammenhang mit der Verwertung/Beseitigung von Abfällen (LAGA PN 98)		BV: DB TWL Wilferdingen Str 4200 Rampe	
Auftraggeber/Abfallerzeuger		Ausführende Firma	
DB InfraGo		Infrastruktur GmbH & Co. KG	
Bundesland	Ort/Stadt	Straße/Lage	
BW	Wilferdingen Singen	Dajasstraße	
Uhrzeit	Probebezeichnung	Laborprobebezeichnung	
16:00	MP 5	MP 5	
Grund der Untersuchung:	Material-, Bodenart	Korngrößenbereich (T, U, S, G, X, Y)	Lagerungsform
☒ Deklaration ☐	Asphalt	6,1 X	☐ Miete / Haufwerk ☐ Container ☒ Keine Lagerung
Material		Herkunft des Materials	Auffälligkeiten ☒ keine ☐ vermut. Schadstoffe ☒ unbekannt ☐ PAK ☐ PCB ☐ BTEX ☐ KW ☐ ☐
☐ reiner Boden ohne Fremddanteile (FA) ☒ reines Material Asphalt ohne Fremddanteile (FA) Bitte Fremddanteil /Störstoffe für nachfolgende Materialien immer rechts mit ausweisen. Die Summe muss rechts immer 100 Vol. % ergeben.		☐ Abbruch ☐ Aushub ☒ Aufbruch ☐ vor Ort ☐ zwischengelagert ☐	Gefahrstoff ☐ Ja ☒ nein ☐ Asbest ☐ KMF ☐ ☐ ☐
☐ Boden ☐ Bauschutt ☐ Asphaltfräsgut ☐ ☐	aus mit Boden..... Vol.% Beton..... Vol.% Ziegel..... Vol.% Schlacke..... Vol.% Asphalt..... Vol.% Vol.%	Volumen ca. m³:  $V = \frac{a + b}{2} \cdot h \cdot l$ V = ...	
Art der Entnahme	Entnahme aus	Entnahmetiefe [m] von 0 bis	
☒ von Hand ☐ Großgerät ☐	☐ Haufwerk ☒ Schurf (BS1/BS2) ☐	0,3	
Art der Probe		Probengefäße	
☐ Einzelprobe ☒ Mischprobe aus 4 Einzelproben		☒ 5 Liter PE Eimer ☐ 10 Liter PE Eimer ☐ Glas ☐ Glas m. Methanol stabilisiert ☐	
Probentransport	Untersuchungslabor:	Witterung:	Abdeckung:
☒ dunkel ☒ trocken ☐	Agrolab Bruchberg	☒ trocken ☐ Niederschlag ☐	☐ Folie ☐ Container ☒
Sensorische Ansprache			
Geruch			Farbe
☒ keine Auffälligkeiten ☐ süßlich ☐ säuerlich ☐ stechend ☐ muffig ☐ modrig			Schwarz, grau
☐ faulig ☐ vergoren ☐ aromatisch ☐ fischig ☐ jauchig ☐ nach Lösungsmitteln riechend			
☐ ölig ☐ brandig ☐ teerig ☐ phenolig ☐ fäkalisch			Konsistenz
			locker

Bemerkungen (z.b. Auffälligkeiten während der Probenahme, beim Transport etc.)

Lageskizze (Lage der Haufwerke, Probenahmepunkte, Straßen, Gebäude etc.)



Probennehmer

Yuan

Anwesende Zeugen

Datum 18.12.26

Unterschrift

[Signature]

Datum

Unterschrift



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

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

Datum 08.01.2026
Kundennr. 27019996

PRÜFBERICHT

Auftrag
Analysennr.
Probeneingang
Probenahme
Probenehmer
Kunden-Probenbezeichnung

3796659 P11226 DB Wilferdingen Singen Rampe PU
484687 Bodenmaterial/Baggergut
22.12.2025
15.-18.12.2025
Auftraggeber (Dr. Spang Ing. Ges.)
MP4

Einheit Ergebnis Best.-Gr. Methode

Feststoff

Analyse in der Gesamtfraktion					DIN 19747 : 2009-07
Masse Laborprobe	kg	°	4,8	0,01	DIN 19747 : 2009-07
Trockensubstanz	%	°	95,2	0,1	DIN EN 15934 : 2012-11
Wassergehalt	%	°	4,8		Berechnung aus dem Messwert
Kohlenstoff(C) organisch (TOC)	%		0,87	0,1	DIN EN 15936: 2012-11 Verfahren B
Königswasseraufschluß					DIN EN ISO 54321 : 2021-04
Arsen (As)	mg/kg		5,2	0,8	DIN EN 16171 : 2017-01
Blei (Pb)	mg/kg		21	2	DIN EN 16171 : 2017-01
Cadmium (Cd)	mg/kg		<0,13	0,13	DIN EN 16171 : 2017-01
Chrom (Cr)	mg/kg		20	1	DIN EN 16171 : 2017-01
Kupfer (Cu)	mg/kg		10	1	DIN EN 16171 : 2017-01
Nickel (Ni)	mg/kg		14	1	DIN EN 16171 : 2017-01
Quecksilber (Hg)	mg/kg		<0,05	0,05	DIN EN ISO 12846 : 2012-08
Thallium (Tl)	mg/kg		<0,1	0,1	DIN EN 16171 : 2017-01
Zink (Zn)	mg/kg		30	6	DIN EN 16171 : 2017-01
Kohlenwasserstoffe C10-C22 (GC)	mg/kg		<50	50	DIN EN 14039 : 2005-01 + LAGA KW/04 : 2019-09
Kohlenwasserstoffe C10-C40	mg/kg		120	50	DIN EN 14039 : 2005-01 + LAGA KW/04 : 2019-09
Naphthalin	mg/kg		<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Acenaphthylen	mg/kg		<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Acenaphthen	mg/kg		<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Fluoren	mg/kg		<0,010 (NWG)	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Phenanthren	mg/kg		0,18	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Anthracen	mg/kg		0,073	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Fluoranthren	mg/kg		0,56	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Pyren	mg/kg		0,42	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(a)anthracen	mg/kg		0,24	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Chrysen	mg/kg		0,33	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg		0,31	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg		0,24	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(a)pyren	mg/kg		0,26	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Dibenzo(ah)anthracen	mg/kg		0,056	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(ghi)perylene	mg/kg		0,17	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg		0,15	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
PAK EPA Summe gem. Ersatzbaustoffv	mg/kg		3,0 #5)	1	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
PAK EPA Summe gem. BBodSchV 2021	mg/kg		3,0 x)	1	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter

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



Datum 08.01.2026

Kundennr. 27019996

PRÜFBERICHT

Auftrag

3796659 P11226 DB Wilferdingen Singen Rampe PU

Analysennr.

484687 Bodenmaterial/Baggergut

Kunden-Probenbezeichnung

MP4

Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Methode
---------	----------	-----------	---------

Eluat

Eluatanalyse in der Fraktion <32 mm					DIN 19529 : 2015-12
Fraktion < 32 mm	%	°	100	0,1	DIN 19747 : 2009-07
Fraktion > 32 mm	%	°	<0,1	0,1	Berechnung aus dem Messwert
Eluat (DIN 19529)		°			DIN 19529 : 2015-12
Temperatur Eluat	°C		20,1	0	DIN 38404-4 : 1976-12
pH-Wert			8,3	0	DIN EN ISO 10523 : 2012-04
elektrische Leitfähigkeit	µS/cm		270	10	DIN EN 27888 : 1993-11
Sulfat (SO ₄)	mg/l		44	2	DIN EN ISO 10304-1 : 2009-07
Arsen (As)	µg/l		3,3	2,5	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Blei (Pb)	µg/l		3	1	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Cadmium (Cd)	µg/l		<0,25	0,25	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Chrom (Cr)	µg/l		5	1	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Kupfer (Cu)	µg/l		<5	5	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Nickel (Ni)	µg/l		<5	5	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Quecksilber (Hg)	µg/l		<0,025	0,025	DIN EN ISO 12846 : 2012-08
Thallium (Tl)	µg/l		<0,06	0,06	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Zink (Zn)	µg/l		<30	30	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Trübung nach GF-Filtration	NTU		7,2	0,1	DIN EN ISO 7027 : 2000-04
Acenaphthylen	µg/l		<0,0030 (NWG)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Acenaphthen	µg/l		<0,010 m)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Fluoren	µg/l		<0,0030 (NWG)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Phenanthren	µg/l		<0,010 (+)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Anthracen	µg/l		<0,0030 (NWG)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Fluoranthren	µg/l		<0,010 (+)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Pyren	µg/l		<0,010 (+)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(a)anthracen	µg/l		<0,0030 (NWG)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Chrysen	µg/l		<0,0030 (NWG)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(b)fluoranthren	µg/l		<0,0030 (NWG)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(k)fluoranthren	µg/l		<0,0030 (NWG)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(a)pyren	µg/l		<0,0030 (NWG)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Dibenzo(ah)anthracen	µg/l		<0,0030 (NWG)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Benzo(ghi)perylene	µg/l		<0,0030 (NWG)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
Indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/l		<0,0030 (NWG)	0,01	DIN 38407-39 : 2011-09
PAK 15 Summe gem. Ersatzbaustoffv	µg/l		<0,050 #5)	0,05	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
PAK 15 Summe gem. BBodSchV 2021	µg/l		<0,050 x)	0,05	Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter

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

#5) Einzelwerte, die die Nachweisgrenze unterschreiten, wurden nicht berücksichtigt. Bei Einzelwerten, die zwischen Nachweis- und Bestimmungsgrenze liegen, wurde die halbe Bestimmungsgrenze zur Berechnung zugrunde gelegt.

m) Die Nachweis-, bzw. Bestimmungsgrenze musste erhöht werden, da Matrixeffekte bzw. Substanzüberlagerungen eine Quantifizierung erschweren.

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

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

Das Zeichen "<....(+)" in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Parameter wurde im Bereich zwischen Nachweisgrenze und Bestimmungsgrenze qualitativ nachgewiesen.

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

Bei der Messung nach DIN EN 15934 : 2012-11 wurde Verfahren A verwendet.

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

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

Datum 08.01.2026
Kundennr. 27019996

PRÜFBERICHT

Auftrag **3796659 P11226 DB Wilferdingen Singen Rampe PU**
Analysennr. **484687 Bodenmaterial/Baggergut**
Kunden-Probenbezeichnung **MP4**

Für die Messung nach DIN EN 14039 : 2005-01 + LAGA KW/04 : 2019-09 wurde das Probenmaterial mittels Schütteln extrahiert und über eine Florisilsäule aufgereinigt.

Für die Eluaterstellung wurden je Ansatz 350 g Trockenmasse +/- 5g mit 700 ml deionisiertem Wasser versetzt und über einen Zeitraum von 24h bei 5 Umdrehungen pro Minute im Überkopfschüttler eluiert. Bei Bedarf werden mehrere Ansätze parallel eluiert. Die Fest-/Flüssigphasentrennung erfolgte für hydrophile Stoffe gemäß Zentrifugation/Membranfiltration, für hydrophobe Stoffe gemäß Zentrifugation/Glasfaserfiltration.

Für die Messung nach DIN EN 38404-4 : 1976-12 wurde das erstellte Eluat/Perkolat nicht stabilisiert.

Für die Messung nach DIN EN ISO 10523 : 2012-04 wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur weiteren Bearbeitung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

Für die Messung nach DIN EN 27888 : 1993-11 wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur Messung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

Für die Messung nach DIN EN ISO 10304-1 : 2009-07 wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur weiteren Bearbeitung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

Für die Messung nach DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01 wurde das erstellte Eluat/Perkolat mittels konzentrierter Salpetersäure stabilisiert.

Für die Messung nach DIN EN ISO 12846 : 2012-08 wurde das erstellte Eluat/Perkolat mittels 30%iger Salzsäure stabilisiert.

Für die Messung nach DIN EN ISO 7027 : 2000-04 wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur weiteren Bearbeitung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

Für die Messung nach DIN 38407-39 : 2011-09 wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur weiteren Bearbeitung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

Beginn der Prüfungen: 23.12.2025

Ende der Prüfungen: 08.01.2026

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 "*" gekennzeichnet.

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

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

Datum 02.01.2026
Kundennr. 27019996

PRÜFBERICHT

Auftrag
Analysennr.
Probeneingang
Probenahme
Probenehmer
Kunden-Probenbezeichnung

3796664 P11226 DB Wilferdingen Singen Rampe PU
484692 Mineralisch/Anorganisches Material
22.12.2025
15.-18.12.2025
Auftraggeber (Dr. Spang Ing. Ges.)
MP5

Einheit Ergebnis Best.-Gr. Methode

Feststoff

Analyse in der Gesamtfraktion					DIN 19747 : 2009-07
Masse Laborprobe	kg	°	3,6	0,01	DIN 19747 : 2009-07
Trockensubstanz	%	°	99,8	0,1	DIN EN 14346 : 2007-03, Verfahren A
Naphthalin	mg/kg		<0,05	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Acenaphthylen	mg/kg		<0,05	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Acenaphthen	mg/kg		<0,05	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Fluoren	mg/kg		<0,05	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Phenanthren	mg/kg		0,13	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Anthracen	mg/kg		<0,05	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Fluoranthren	mg/kg		0,11	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Pyren	mg/kg		0,08	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(a)anthracen	mg/kg		0,05	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Chrysen	mg/kg		0,10	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg		0,09	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg		<0,05	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(a)pyren	mg/kg		0,07	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg		<0,05	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(ghi)perylene	mg/kg		0,09	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg		<0,05	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
PAK-Summe (nach EPA)	mg/kg		0,72 x)		Berechnung aus Messwerten der Einzelparame

Eluat

Eluaterstellung					DIN EN 12457-4 : 2003-01
Temperatur Eluat	°C		19,8	0	DIN 38404-4 : 1976-12
pH-Wert			10,1	0	DIN EN ISO 10523 : 2012-04
elektrische Leitfähigkeit	µS/cm		66	10	DIN EN 27888 : 1993-11
Phenolindex	mg/l		<0,01	0,01	DIN EN ISO 14402 : 1999-12 (H 37) Verfahren nach Abschnitt 4

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

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

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

Für die Messung nach DIN EN 38404-4 : 1976-12 wurde das erstellte Eluat/Perkolat nicht stabilisiert.

Für die Messung nach DIN EN ISO 10523 : 2012-04 wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur weiteren Bearbeitung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

Für die Messung nach DIN EN 27888 : 1993-11 wurde das erstellte Eluat/Perkolat bis zur Messung im Dunkeln gekühlt aufbewahrt.

AGROLAB Labor GmbH

Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany
Fax: +49 (08765) 93996-28
www.agrolab.de



Datum 02.01.2026
Kundennr. 27019996

PRÜFBERICHT

Auftrag **3796664** P11226 DB Wilferdingen Singen Rampe PU
Analysennr. **484692** Mineralisch/Anorganisches Material
Kunden-Probenbezeichnung **MP5**

Beginn der Prüfungen: 23.12.2025
Ende der Prüfungen: 02.01.2026

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																													
					Datum: 13.01.2026																													
					Bearbeiter und Prüfer: Yuan Cor																													
					Projekt-Nr.: P11226																													
Gegenüberstellung der Analysenergebnisse zu den Materialwerten für Bodenmaterial gemäß ErsatzbaustoffV					Projekt: DB TWL Wilferdingen Str 4200 Rampe																													
Labornummer		484687			Materialwerte für Bodenmaterial gemäß ErsatzbaustoffV Stand: 13.07.2023 Anlage 1, Tabelle 3																													
Prüfberichtsdatum		08.01.2026																																
Bezeichnung		MP4																																
Material		Boden																																
Einzelproben					Bodenmaterial ¹⁾ Verwendung in technischen Bauwerken																													
Tiefe [m]		0,05 - 4,5																																
min. Fremdbestandteile Vol.-%		≤ 50																																
Art (S U T)		T																																
Parameter		FS		EL		FS		EL																										
Untersuchte Kornfraktion im Feststoff		Gesamtfraktion			Gesamtfraktion			Kornfraktion < 2 mm			bis 10 Vol.-% FA Feststoff an < 2 mm bis 50 Vol.-% min. Fremdbestandteile Feststoff an der Gesamtfraktion																							
Spaltenanzahl gem. Tabelle 3 der ErsatzbaustoffV								3			4			5			6			7			8			9			10			11		
bewertungsrelevante Spalten		7-11						bis BM-0*																										
pH-Wert ⁴⁾		8,3												6,5-9,5			6,5 - 9,5			6,5 - 9,5			5,5 - 12			<5,5 >12								
el. Leitfähigkeit ⁴⁾ µS/cm		270,0									350			350			500			500			2.000			> 2000								
Sulfat mg/l		44,0						250 ⁵⁾			250 ⁵⁾			250 ⁵⁾			250 ⁵⁾			450			450			1.000			> 1000					
Arsen mg/kg		5,2						10			20			20			20			40			40			150			> 150					
Arsen µg/l		3,3												8 (13)			12			20			85			100			> 100					
Blei mg/kg		21,0						40			70			100			140			140			140			140			700			> 700		
Blei µg/l		3,0												23 (43)			35			90			250			470			> 470					
Cadmium mg/kg		< 0,13						0,4			1			1,5			1 ⁶⁾			2			2			2			10			> 10		
Cadmium µg/l		< 0,25												2 (4)			3			3			10			15			> 15					
Chrom, gesamt mg/kg		20,0						30			60			100			120			120			120			120			600			> 600		
Chrom, gesamt µg/l		5,0												10 (19)			15			150			290			530			> 530					
Kupfer mg/kg		10,0						20			40			60			80			80			80			80			320			> 320		
Kupfer µg/l		< 5,0												20 (41)			30			110			170			320			> 320					
Nickel mg/kg		14,0						15			50			70			100			100			100			100			350			> 350		
Nickel µg/l		< 5,0												20 (31)			30			30			150			280			> 280					
Quecksilber mg/kg		< 0,05						0,2			0,3			0,3			0,6			0,6			0,6			0,6			5			> 5		
Quecksilber ¹²⁾ µg/l		< 0,025												0,1			0,1			0,1			0,1			0,1			> 0,1					
Thallium mg/kg		< 0,1						0,5			1,0			1,0			1,0			2			2			2			7			> 7		
Thallium ¹²⁾ µg/l		< 0,06												0,2(0,3)			0,2(0,3)			0,2(0,3)			0,2(0,3)			0,2(0,3)			> 0,2(0,3)					
Zink mg/kg		30,0						60			150			200			300			300			300			300			1.200			> 1200		
Zink µg/l		< 30,0												100 (210)			150			160			840			1600			> 1600					
TOC M.-%		0,87						1 ⁷⁾			1 ⁷⁾			1 ⁷⁾			1 ⁷⁾			5			5			5			> 5					
KW (C10 - C22) ⁸⁾ mg/kg		< 50,0												300			300			300			300			1.000			> 1000					
KW (C10 - C40) ⁸⁾ mg/kg		120,0												600			600			600			600			2.000			> 2000					
Benzo(a)pyren mg/kg								0,3			0,3			0,3																				
PAK ₁₅ ⁹⁾ µg/l		< 0,05												0,2			0,3			1,5			3,8			20,0			> 20					
PAK ₁₆ ¹⁰⁾ mg/kg		3,0						3			3			3			6			6			6			9			30			> 30		
Naphthalin u. Methylnaphthaline µg/l														2																				
PCB ₍₆₎ und PCB-118 mg/kg								0,05			0,05			0,05			0,1			0,15*			0,15*			0,15*			0,53*			>0,5*		
PCB ₍₆₎ und PCB-118 µg/l																	0,01			0,02*			0,02*			0,02*			0,04*			>0,04*		
EOX ¹¹⁾ mg/kg								1			1			1			1			3*			3*			3*			10*			>10 ¹¹⁾		
					*spez. Belastungsparameter gemäß Tabelle 4																													
					0,15*																													
					0,15*																													
					0,15*																													
					0,53*																													
					>0,5*																													
					0,02*																													
					0,02*																													
					0,02*																													
					0,04*																													
					>0,04*																													
					3*																													
					3*																													
					10*																													
					>10 ¹¹⁾																													
					Erläuterungen																													
					fehlende Eingabewerte																													
					n.n. nicht nachweisbar																													
					n.a. nicht analysiert																													
					0,00 Einstufungsrelevanter Parameter																													
					0,00 Nur Sulfatüberschreitung 3)+5) bei BM-0																													
					* spezifische Belastungsparameter sind nur bei Verdach zu untersuchen																													
AUSWERTUNG für BM-0 bis BM-0*																																		
AUSWERTUNG für BM-F0* bis BM-F3 (Anwendung in tech.Bauwerken)		BM-F0*																																
angewandte Fußnote:		12)1)																																
Erläuterung zu den Fußnote 4, 5 und 7																																		
Hinweise		Bewertung BM-F0* bis BM-F3 da FA > 10 Vol.-%																																

 DR. SPANG Ingenieurgesellschaft für Bauwesen, Geologie und Umwelttechnik mbH	Anlage: Datum: 13.01.2026 Bearbeiter und Prüfer Yuan Cor Projekt-Nr.: P11226
Gegenüberstellung Analysenergebnisse zu den Materialwerten für Bodenmaterial der ErsatzbaustoffV	Projekt: DB TWL Wilferdingen Str 4200 Rampe

Fußnoten und Hinweise:

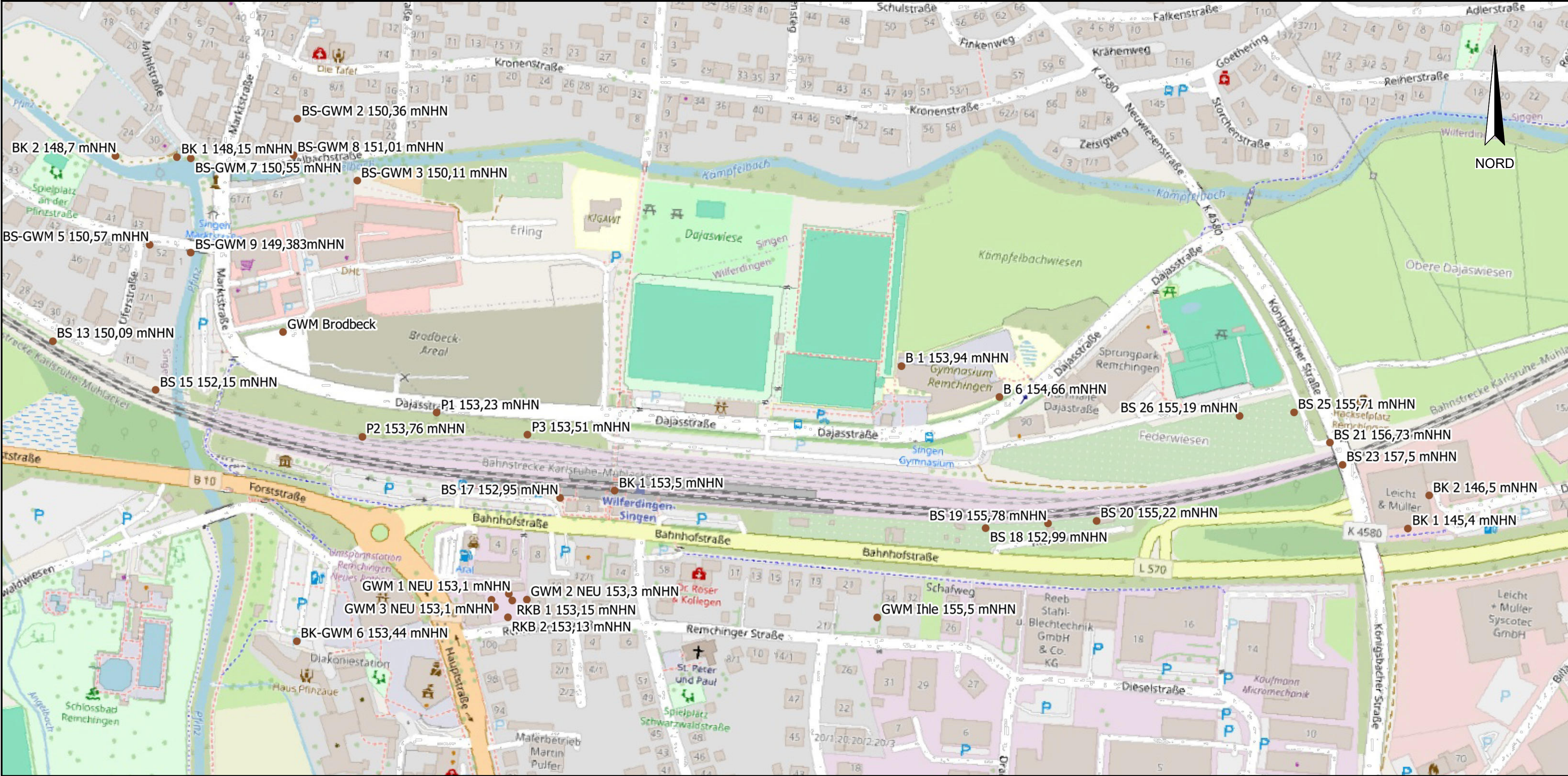
- 1) Die Materialwerte gelten für Bodenmaterial und Baggergut mit bis zu 10 Volumenprozent (BM und BG) oder bis zu 50 Volumenprozent (BM-F und BG-F) mineralischer Fremdbestandteile im Sinne von § 2 Nummer 8 der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung mit nur vernachlässigbaren Anteilen an Störstoffen im Sinne von § 2 Nummer 9 der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung. Bodenmaterial der Klasse BM-0 und Baggergut der Klasse BG-0 erfüllen die wertbezogenen Anforderungen an das Auf- oder Einbringen gemäß § 7 Absatz 3 der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung. Bodenmaterial der Klasse BM-0 und Baggergut der Klasse BG-0 Sand erfüllen die wertbezogenen Anforderungen an das Auf- oder Einbringen gemäß § 8 Absatz 2 der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung; Bodenmaterial der Klasse BM-0* und Baggergut der Klasse BG-0* erfüllen die wertbezogenen Anforderungen an das Auf- oder Einbringen gemäß § 8 Absatz 3 Nummer 1 der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung.
- 2) Bodenarten-Hauptgruppen gemäß Bodenkundlicher Kartieranleitung, 5. Auflage, Hannover 2009 (KA 5); stark schluffige Sande, lehmig-schluffige Sande und stark lehmige Sande sowie Materialien, die nicht bodenartsspezifisch zugeordnet werden können, sind entsprechend der Bodenart Lehm, Schluff zu bewerten.
- 3) Die Eluatwerte in Spalte 6 sind mit Ausnahme des Eluatwertes für Sulfat nur maßgeblich, wenn für den betreffenden Stoff der jeweilige Feststoffwert nach Spalte 3 bis 5 überschritten wird. Der Eluatwert für PAK15 und Naphthalin und Methylnaphthaline, gesamt, ist maßgeblich, wenn der Feststoffwert für PAK16 nach Spalte 3 bis 5 überschritten wird. Die in Klammern genannten Werte gelten jeweils bei einem TOC-Gehalt von $\geq 0,5\%$.
- 4) Stoffspezifischer Orientierungswert; bei Abweichungen ist die Ursache zu prüfen.
- 5) Bei Überschreitung des Wertes ist die Ursache zu prüfen. Handelt es sich um naturbedingt erhöhte Sulfatkonzentrationen, ist eine Verwertung innerhalb der betroffenen Gebiete möglich. Außerhalb dieser Gebiete ist über die Verwertungseignung im Einzelfall und in Abstimmung mit der zuständigen Behörde zu entscheiden.
- 6) Der Wert 1 mg/kg gilt für Bodenmaterial der Bodenarten Sand und Lehm, Schluff. Für Bodenmaterial der Bodenart Ton gilt der Wert 1,5 mg/kg.
- 7) Bodenmaterialspezifischer Orientierungswert. Bei heterogenen Bodenverhältnissen mineralischer Böden kann der TOC-Gehalt der Masse des anfallenden Materials als maßgeblich bei Verwertung im Umfeld des anfallenden Materials und Verwendung unter gleichen Bedingungen herangezogen werden. Beim Einbau sind Volumenbeständigkeit und Setzungsprozesse sowie die Vorgaben nach § 6 Absatz 11 Satz 2 und 3 der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung zu berücksichtigen. Beim Einbau sind Volumenbeständigkeit und Setzungsprozesse zu berücksichtigen.
- 8) Die angegebenen Werte gelten für Kohlenwasserstoffverbindungen mit einer Kettenlänge von C10 bis C22. Der Gesamtgehalt bestimmt nach der DIN EN 14039, „Charakterisierung von Abfällen – Bestimmung des Gehalts an Kohlenwasserstoffen von C10 bis C40 mittels Gaschromatographie“, Ausgabe Januar 2005 darf insgesamt den in Klammern genannten Wert nicht überschreiten.
- 9) PAK15: PAK16 ohne Naphthalin und Methylnaphthaline.
- 10) PAK16: stellvertretend für die Gruppe der polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK) werden nach der Liste der US-amerikanischen Umweltbehörde, Environmental Protection Agency (EPA), 16 ausgewählte PAK untersucht: Acenaphthen, Acenaphthylen, Anthracen, Benzo[a]anthracen, Benzo[a]pyren, Benzo[b]fluoranthren, Benzo[g,h,i]perylene, Benzo[k]fluoranthren, Chrysen, Dibenzo[a,h]anthracen, Fluoranthren, Fluoren, Indeno[1,2,3-cd]pyren, Naphthalin, Phenanthren und Pyren.
- 11) Bei Überschreitung der Werte sind die Materialien auf fallspezifische Belastungen zu untersuchen.
- 12) Bei Quecksilber und Thallium ist für die Klassifizierung in die Materialklassen BM-F0*/BG-F0*, BM-F1/BG-F1, BM-F2/BG-F2, BM-F3/BG-F3 der angegebene Gesamtgehalt maßgeblich. Der Eluatwert der Materialklasse BM-0*/BG-0* ist einzuhalten.

 DR. SPANG Ingenieurgesellschaft für Bauwesen, Geologie und Umwelttechnik mbH		Anlage: 7.3									
		Datum: 03.02.2026									
		Bearbeiter und Prüfer: Yuan Cor									
		Projekt-Nr.: P46.11226									
Gegenüberstellung Analysenergebnisse zu den Grenzwerten der RuVA-StB 01 und CLP-V		Projekt:									
		DB TWL Wilferdingen Str 4200 Rampe									
Labornummer	484692				Bewertung der Untersuchungsergebnisse nach RuVA-StB 01 Ausgabe 2001, Fassung 2005						
Datum	02.01.2026										
Bezeichnung	MP 5										
Material	Asphalt										
Einzelproben	4										
Mächtigkeit [m]	0,0 – 0,3				Straßenaufbruch						
Parameter Einheit					<table border="1"> <tr> <td>A</td> <td>B</td> <td>C</td> </tr> <tr> <td>Heißmischverfahren Kaltmischverfahren mit/ohne Bindemittel</td> <td>Kaltmischverfahren mit Bindemittel Nachweis erforderlich</td> <td>Kaltmischverfahren mit Bindemittel Nachweis erforderlich</td> </tr> </table>	A	B	C	Heißmischverfahren Kaltmischverfahren mit/ohne Bindemittel	Kaltmischverfahren mit Bindemittel Nachweis erforderlich	Kaltmischverfahren mit Bindemittel Nachweis erforderlich
A	B	C									
Heißmischverfahren Kaltmischverfahren mit/ohne Bindemittel	Kaltmischverfahren mit Bindemittel Nachweis erforderlich	Kaltmischverfahren mit Bindemittel Nachweis erforderlich									
Feststoff											
Σ PAK (16) EPA [mg/kg]	0,72				<table border="1"> <tr> <td>≤ 25 mg/kg</td> <td>> 25 mg/kg</td> <td>Wert ist anzugeben</td> </tr> </table>	≤ 25 mg/kg	> 25 mg/kg	Wert ist anzugeben			
≤ 25 mg/kg	> 25 mg/kg	Wert ist anzugeben									
Eluat											
Phenolindex [mg/l]	< 0,01				<table border="1"> <tr> <td>≤ 0,1 mg/l</td> <td>≤ 0,1 mg/l</td> <td>> 0,1 mg/l</td> </tr> </table>	≤ 0,1 mg/l	≤ 0,1 mg/l	> 0,1 mg/l			
≤ 0,1 mg/l	≤ 0,1 mg/l	> 0,1 mg/l									
AUSWERTUNG Verwertungsklasse		A									
Parameter Einheit					EU Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 (CLP-V) 1.1.3 Grenzwerte nach Anmerkung M Stand: 17.12.2022						
Feststoff											
Benzo-[a]-pyren [mg/kg]	0,07				> 50 mg/kg OS (Gefährlicher Arbeitsstoff)						
AUSWERTUNG Gefahrstoff		unauffällig									

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

Fußnoten und Hinweise:

Im Falle der Verwertungsklasse B oder C sind bei der Durchführung des Kaltmischverfahren mit Bindemittel die Grenzwerte PAK (Eluat) < 0,03 mg/l im Falle der Verwertungsklasse B bzw.
 die Grenzwerte PAK (Eluat) < 0,03 mg/l und < 0,1 mg/l Phenol (Eluat) im Falle der Verwertungsklasse C nach der Vermischung mit Bindemittel zu führen.



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			
Obermeyer Infrastruktur GmbH & Co. KG			
Obermeyer Bf Wilferdingen Str. 4200			
Lageplan Bohrungen mit Grundwasserspiegelhöhe			
Baugrunderkundung			
Gezeichnet:	Kai	Entworfen:	Hel
Geprüft:	Kor	Datum:	13.01.2026
Plan-Nr.:	43.8755/ 9	Proj.-Nr.:	43.8755
Maßstab:	1:3000	Anlage:	8