

	<p align="center"><b>SuedOstLink</b> - BBPIG Vorhaben Nr. 5 und Nr. 5a –</p>	<p align="center"><b>SOL-iG</b></p> 
	<p align="center"><b>Abschnitt D2</b> Nittenau bis Pfatter</p> <p align="center"><b>Unterlagen</b> gemäß § 21 NABEG</p>	<p>Das Vorhaben Nr. 5 im SuedOstLink ist von der Europäischen Union gefördert; sie haftet nicht für die Inhalte.</p>  <p>Kofinanziert von der Fazilität „Connecting Europe“ der Europäischen Union</p>
<p align="center"><b>Anlage K10.4.R.1 Ausbaupläne / Ergebnisse der Baugrunderkundung</b></p>		

00	29.06.2023	Unterlage gemäß § 21 NABEG	R. Meier	M. Jurek	TenneT M. Schafhirt
<b>Rev.</b>	<b>Datum</b>	<b>Ausgabe</b>	<b>Erstellt</b>	<b>Geprüft</b>	<b>Freigegeben</b>

Festgestellt nach §24 NABEG  
Bonn, den

# **SuedOstLink Abschnitt D2 Baugrundhauptuntersuchung**

**Querung D2\_Q\_056 -  
Trassenvorschlag  
Station 25+090 – 25+681**

**Projekt Nr. 1800-08**

**Querung Q 18  
Bohrpunkte B 0184 (VT) - B 0192 (VT)  
B 0327 (VT) – B 0330 (VT)**

**Donauquerung bei Pfatter**

TenneT TSO GmbH  
Bernecker Straße 70  
95448 Bayreuth

13.05.2022

---

**ICP Braunschweig GmbH**

Berliner Straße 52 J  
38104 Braunschweig  
Telefon 0531 / 3540460-10  
Telefax 0531 / 3540460-99

Geschäftsführer  
Dr.-Ing. Ulrich Sehrbrock  
Dipl.-Ing. Knut Wichmann

Bankverbindung  
Commerzbank  
IBAN DE19 2704 0080 0559 9949 00  
BIC COBADEFFXXX

Amtsgericht Braunschweig  
HRB 200803  
St. Nr. 13/209/01759  
USt.ID-Nr. DE25 4076 328

## I Checkliste geotechnischer Untersuchungsbericht Eurocode 7

### Baugrundhaupteckung Q 18 Donauquerung bei Pfatter

	Check
Zweck und Umfang der Baugrunderkundung,	✓
Zeitraum, in dem die Feld- und Laborversuche ausgeführt wurden,	✓
eine Geländebeschreibung des Projektgebietes,	✓
Grundwasservorkommen,	✓
Verhalten von benachbarten Bauwerken,	entfällt
Aufschlüsse in Steinbrüchen und an Entnahmestellen,	entfällt
unsichere Geländebereiche,	entfällt
Aushubschwierigkeiten,	entfällt
historische Entwicklung des Baugrundstücks,	entfällt
Geologie des Baugrundstücks einschließlich von Störzonen,	✓
geodätische Angaben,	✓
Erkenntnisse aus verfügbaren Luftaufnahmen,	✓
örtliche Erfahrung in dem Gebiet,	✓
Befunde zur Erdbebenitätigkeit in dem Gebiet,	✓
bei der Probenahme, dem Transport und der Lagerung der Proben angewendete Verfahren,	✓
im Feld eingesetzte Ausrüstungen,	✓
tabellarische Aufstellung des Umfangs der ausgeführten Feld- und Laborarbeiten sowie Darstellung der Beobachtungen vor Ort,	✓
Daten zu zeitlichen Grundwasserspiegel-Schwankungen in den Bohrlöchern während der Ausführung der Feldarbeiten,	✓
Zusammenstellung der Bohrergebnisse, einschließlich der Bohrkernphotos, mit Beschreibung der Schichtenfolge auf Grund der Feldbeobachtungen und der Laborversuchsergebnisse,	✓
das Auftreten – oder die Möglichkeit des Auftretens – von Radon	entfällt
Frostempfindlichkeit der Böden,	✓
gruppenweise zusammengefasste Darstellung der Feld- und Laborversuchsergebnisse in Anlagen.	✓

## II Klassifizierung Querung nach Technischen Richtlinien der DCA

### Technischen Richtlinien der DCA

#### Baugrundhaupteckung Q 18 Donauquerung bei Pfatter

	Routineprojekt	Standardprojekt	komplexes Projekt
	K 1	K 2	K 3
Bohrlänge	< 150 m	ca. 500 m <sup>1)</sup>	> 500 m
Bohrdurchmesser	< 200 mm	ca. 370 mm	> 500 mm
Abstand zu Infrastruktureinrichtungn	> 30 m		< 5 m
Höhendifferenz zwischen Ein- und Austrittspunkt	irrelevant		> 10 m
Überdeckungshöhe	Maximum		Minimum
statischer Spülungsdruck	Maximum		Minimum
Bodenart	feinkörnig		grobkörnig oder Fels
Lagerungsverhältnisse	homogen und ungestört		heterogen, gestört, klüftig
Durchlässigkeit	< 5*10 <sup>-4</sup> m/s		> 5*10 <sup>-3</sup> m/s
Grundwasserchemie	Süßwasser		Meerwasser
Empfindlichkeit der Infrastruktureinrichtungen bei Setzungen und Spülsausrüchen	nicht vorhanden		hoch
Bohrradius			
Genehmigungsverfahren bzw. -auflagen hinsichtlich des Kreuzungsobjektes	einfach, standardisiert		komplex

1) Annahme: Bauausführung der Querung im Mircotunnelling-Verfahren

Klassifizierung Querung Q 18

K 3

### III Untersuchungsumfang nach Technischen Richtlinien der DCA

#### Technischen Richtlinien der DCA

#### Baugrundhaupteerkundung Q 18 Donauquerung bei Pfatter

		Routine- projekt	Standard- projekt	komplexes Projekt
		K 1	K 2	K 3
Angaben zur Bohrlokation	Beschreibung der topographischen und hydrographischen Verhältnisse		✓	
	Angaben zur Historie der Bohrlokation		entfällt	
	Daten zu Wasserspiegelschwankungen		nicht vorhanden	
	Angaben zum Gewässer		✓	
	Klimadaten		entfällt	
Baugrund- untersuchung	Aufschlussbohrungen		✓	
	Drucksondierungen		entfällt	
	Entnahme von Boden- und Gesteinsproben		✓	
	Grundwasserspiegelmessungen		✓	
	Porenwasserdruckmessungen		entfällt	
	Angaben zur Abrasivität		✓	
Laborunter- suchung	Bodenklassifikation		✓	
	Gesteinsklassifikation		✓	
	Angaben zu Festigkeitseigenschaften		✓	
	Angaben zur Geochemie		entfällt	
	Beschreibung der geohydraulischen Verhältnisse		entfällt	
Geophysik	Nachweis Verlauf der Schichtgrenzen		entfällt	
	Nachweis von Störungen		entfällt	
	Detektion von Hindernissen (geoelektrische, seismische, hydroakustische, elektromagnetische Messungen)		entfällt	

Geotechnischer Bericht	Angaben zur Boden- und Gesteinsklassifikation		✓	
	Beurteilung der Bohrbarkeit		✓	
	Geologische Schnitte und Grundwassersituation		✓	
	Empfehlungen zu Wechselwirkungen Boden-Leitung		entfällt	
	Beurteilung der hydrographischen Daten		entfällt	
Geotechnische Nachweise, Bemessung	Nachweis Bohrlöhstabilität, Gewölbewirkung, minimale Überdeckung Hydraulische Berechnungen, Bilanzierung Feststoffumsatz Bemessung der Widerlager Nachweis Wechselwirkungen Boden-Leitung angrenzende Infrastruktur, Nachweis der Grenzzustände	Objektplanung		
Klassifizierung Lockergestein	Mineralien, Abrasivität		✓	
	Korngrößenverteilung		✓	
	Plastizitätsindex, Konsistenzzahl		entfällt	
	Quellfähigkeit von Tonmineralien		entfällt	
	Gehalt an organischen Beimengungen		entfällt	
	Rohdichte Korndichte		✓ entfällt	
Festigkeit und Verformungsverhalten	Winkel der inneren Reibung		✓	
	Kohäsion		entfällt	
	undräßierte Kohäsion		entfällt	
	Steifemodul		✓	
	Spitzenwiderstand		entfällt	
	Mantelreibung Verlauf der Schichtgrenzen		entfällt ✓	
Permeabilität Lockergestein	Wasserdurchlässigkeit		✓	
	Porenwasserdruck		entfällt	
	Hydraulisches Gefälle		entfällt	
Geochemie	Salzgehalt		entfällt	

Klassifizierung Festgestein	Mineralogie, Abrasivität		✓	
	einaxiale Druckfestigkeit		✓	
	Winkel der inneren Reibung		✓	
	Kohäsion		entfällt	
	Kornbindung		✓	
	Trennflächengefüge / Klüftigkeit		✓	
	Rohdichte		✓	
	Trockendichte		entfällt	
	Überlagerungsdruck		entfällt	
Permeabilität Festgestein	Verlauf der Schichtgrenzen		✓	
	Gebirgsdurchlässigkeit		entfällt	
	Porenwasserdruck		entfällt	
	Hydraulisches Gefälle		entfällt	

---

**INHALTSVERZEICHNIS**

<b>I</b>	<b>CHECKLISTE GEOTECHNISCHER UNTERSUCHUNGSBERICHT EC 7</b>	<b>2</b>
<b>II</b>	<b>KLASSIFIZIERUNG QUERUNG NACH TECHNISCHEN RICHTLINIEN DER DCA</b>	<b>3</b>
<b>III</b>	<b>UNTERSUCHUNGSUMFANG NACH TECHNISCHEN RICHTLINIEN DER DCA</b>	<b>4</b>
<b>1</b>	<b>Veranlassung .....</b>	<b>12</b>
<b>2</b>	<b>Verwendete Unterlagen .....</b>	<b>13</b>
<b>3</b>	<b>Querung Q 18 Donauquerung.....</b>	<b>17</b>
3.1	Lage der Bohrungen .....	17
3.2	Beschreibung des Standortes im Bereich der Querungen.....	18
3.3	Geologie.....	19
3.4	Hydrogeologie.....	19
3.5	Kampfmittel .....	20
3.6	Geogefahren .....	20
3.7	Vorhandene Leitungen.....	20
<b>4</b>	<b>Durchgeführte Arbeiten.....</b>	<b>20</b>
4.1	Umfang und Ablauf .....	20
4.2	Verfahren und Methoden .....	21
4.2.1	Kernbohrungen.....	21
4.2.2	Schwere Rammsondierungen .....	22
4.2.3	Drucksondierungen .....	22
4.2.4	Laborversuche.....	23
4.2.5	Rückstellproben.....	24
<b>5</b>	<b>Untersuchungsergebnisse.....</b>	<b>25</b>
5.1	Bohrarbeiten an Land .....	25
5.2	Bohrarbeiten auf dem Wasser .....	25
5.3	Grundwasser.....	26
5.4	Drucksondierungen (CPT-Test).....	27
5.5	Laboranalytische Versuche.....	28
5.5.1	Kornverteilung .....	28
5.5.2	Konsistenzgrenzen.....	29
5.5.3	Untersuchungen am Festgestein.....	29
5.5.4	Chemische Untersuchungen .....	31

---

<b>6</b>	<b>Thermische Leitfähigkeit.....</b>	<b>32</b>
6.1	Versuchsdurchführung.....	32
6.2	Ergebnisse .....	33
6.3	Fazit .....	34
<b>7</b>	<b>Regelquerschnitt SuedOstLink-Trasse.....</b>	<b>35</b>
<b>8</b>	<b>Hinweise zur Bauausführung.....</b>	<b>37</b>
8.1	Wasserhaltung .....	41
8.2	Felddränagen .....	41
8.3	Offene Bauweise - Kabelverlegung und Rückverfüllung.....	41
8.4	Baugruben- und Grabensohlen.....	42
8.5	Bauverfahren .....	42
	8.5.1 Grabenlose Bauweise - Horizontalbohrungen.....	42
	8.5.2 Grabenlose Bauweise – gesteuerte Rohrvortriebsverfahren / Microtunnelling .....	44
8.6	Bohrspülung.....	45
8.7	Kategorisierung der Bohrung .....	45
8.8	Weitere Bodenuntersuchungen im Zuge der Ausführungs- und Werksplanung.....	45
8.9	Bewertung der Untersuchungsergebnisse .....	46

---

## ANLAGENVERZEICHNIS

- Anlage 1: Erkundungsdokumentation Donauquerung bei Pfatter
- Anlage 2: Bohrprofile
- Anlage 2.1 Bohrprofil Q 18 B 1, Bohrpunkt B 0184 (VT)
- Anlage 2.2 Bohrprofil Q 18 B 2, Bohrpunkt B 0185 (VT)
- Anlage 2.3 Bohrprofil Q 18 B 3, Bohrpunkt B 0186 (VT)
- Anlage 2.4 Bohrprofil Q 18 B 4, Bohrpunkt B 0187 (VT)
- Anlage 2.5 Bohrprofil Q 18 B 5, Bohrpunkt B 0188 (VT)
- Anlage 2.6 Bohrprofil Q 18 B 6, Bohrpunkt B 0189 (VT)
- Anlage 2.7 Bohrprofil Q 18 B 7, Bohrpunkt B 0190 (VT)
- Anlage 2.8 Bohrprofil Q 18 B 8, Bohrpunkt B 0191 (VT)
- Anlage 2.9 Bohrprofil Q 18 B 9, Bohrpunkt B 0192 (VT)
- Anlage 2.10 Profil Q 18 Donauquerung bei Pfatter
- Anlage 2.11 Sondierdiagramme Bohrpunkte B 0327 (VT) – B 0330 (VT)
- Anlage 3: Schichtenverzeichnisse
- Anlage 3.1 Schichtenverzeichnis Q 18 B 1, Bohrpunkt B 0184 (VT)
- Anlage 3.2 Schichtenverzeichnis Q 18 B 2, Bohrpunkt B 0185 (VT)
- Anlage 3.3 Schichtenverzeichnis Q 18 B 3, Bohrpunkt B 0186 (VT)
- Anlage 3.4 Schichtenverzeichnis Q 18 B 4, Bohrpunkt B 0187 (VT)
- Anlage 3.5 Schichtenverzeichnis Q 18 B 5, Bohrpunkt B 0188 (VT)
- Anlage 3.6 Schichtenverzeichnis Q 18 B 6, Bohrpunkt B 0189 (VT)
- Anlage 3.7 Schichtenverzeichnis Q 18 B 7, Bohrpunkt B 0190 (VT)
- Anlage 3.8 Schichtenverzeichnis Q 18 B 8, Bohrpunkt B 0191 (VT)
- Anlage 3.9 Schichtenverzeichnis Q 18 B 9, Bohrpunkt B 0192 (VT)

- 
- Anlage 4: Laboranalytische Untersuchungen
- Anlage 4.1 Kornverteilungen
- Anlage 4.2 Thermische Leitfähigkeit
- Anlage 4.3 Felsmechanische Untersuchungen
- Anlage 4.4 Chemische Analysen
- 
- Anlage 5: Kampfmitteltechnisches Sondierungen
- 
- Anlage 6: Vermessungsunterlagen - Peilung Gewässersohle Donau
- 
- Anlage 7: Fotodokumentation

## 1 Veranlassung

Das Projekt SuedOstLink ist Teil der projektierten Höchstspannungs-Gleichstrom-Übertragungs-Verbindung (HGÜ-Verbindung) zwischen den Umspannwerken Wolmirstedt (Sachsen-Anhalt, Bördekreis) und Isar (Bayern, LK Landshut). Die SuedOstLink-Trasse ist vollständig als Erdkabeltrasse geplant. Dies umfasst auch die Querung von Gewässern, Verkehrswegen (Straßen, Schiene, Wasserstraßen) sowie naturschutzrechtlich oder wasserrechtlich geschützter Flächen.

Das Vorhaben SuedOstLink ist ein gemeinsames Vorhaben der beiden Übertragungsnetzbetreiber TenneT und 50 Hertz. Das Netzgebiet der TenneT umfasst die in Bayern gelegenen Abschnitte C und D.

Die Querung Q 18 der Donau bei Pfatter, ist im Landkreis Regensburg nordwestlich des Ortes Pfatter gelegen. Entsprechend der aus der Baugrundvoruntersuchung stammenden Nomenklatur umfasst die Querung Q 18 die Bohrpunkte B 184 – B 192. Die Donauquerung ist unterhalb der Schleuse Geisling und oberhalb der Straßenbrücke der Staatsstraße St 2146 über die Donau auf Höhe Donau-km 2354,6 geplant.

**Im Kreuzungsverzeichnis zum Vorhaben [33] sowie im webGIS (webbasiertes Geoinformationssystem) ist die Querung unter folgender Bezeichnung gelistet:**

### **D2-Q\_056 / Trassenvorschlag**

In diesem Bericht werden alle der Querung zugeordneten Bohrungen mit der Querungsnummer und einer fortlaufenden Nummerierung der Bohrung (hier: Q 18 B 1 – Q 18 B 9) bezeichnet, so dass aus der Bezeichnung eine Zuordnung zur Querung erkennbar wird.

An der Querung Q 18 wird eine mögliche Unterfahung Donau auf einer Strecke von ca. 500 m betrachtet. Der Baugrund im Bereich der Querung wurde durch die ICP Braunschweig GmbH und der Fa. Terrasond GmbH in der 42. und 45. KW 2020 sowie im Januar 2021 mit insgesamt neun Bohraufschlüssen und drei schweren Rammsondierungen (DPH) erkundet.

Im Nachgang wurden im Dezember 2021 an je zwei Lokationen nördlich der Donau und südlich der Donau im Bereich möglicher Start- und Zielguben Drucksondierungen (CPT-Tests) durchgeführt.

---

## 2      **Verwendete Unterlagen**

- [1] GEOS Ingenieurgesellschaft  
Baugrundvoruntersuchungsbericht SuedOstLink, Abschnitt D 2, Halsbrücke Oktober 2019
- [2] Bayerisches Staatsministerium der Finanzen und für Heimat, Bayern Atlas,  
<http://www.geoportal.bayern.de/>; Geologische Karte von Bayern, 1:500.000
- [3] Bayerisches Staatsministerium der Finanzen und für Heimat, Bayern Atlas,  
<http://www.geoportal.bayern.de/>; Übersichtsbodenkarte von Bayern, 1:25.000
- [4] Bayerisches Landesamt für Umwelt, UmweltAtlas Geologie, [www.umweltatlas.bayern.de](http://www.umweltatlas.bayern.de),  
geologische Karte
- [5] Bayerisches Landesamt für Umwelt, UmweltAtlas Geologie, [www.umweltatlas.bayern.de](http://www.umweltatlas.bayern.de),  
hydrogeologische Karte
- [6] Bayerisches Landesamt für Umwelt, UmweltAtlas Geologie, [www.umweltatlas.bayern.de](http://www.umweltatlas.bayern.de),  
Grundlagendaten Fließgewässer
- [7] DIN 1055-2, Einwirkungen auf Tragwerke, Teil 2: Bodenkenngrößen
- [8] DIN 18196, Erd- und Grundbau, Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke
- [9] DIN 18319, VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine  
Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Rohrvortriebsarbeiten, Beuth-  
Verlag Berlin, September 2019
- [10] DIN 18324, VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine  
Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Horizontalbohrarbeiten,  
Beuth-Verlag Berlin, September 2019
- [11] Schneider  
Bautabellen für Ingenieure, 24. Auflage
- [12] DWA-Regelwerk Arbeitsblatt DWA-A 125; Rohrvortrieb und verwandte Verfahren; DWA  
Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Hennef, Dezember  
2008

- 
- [13] GSTT Informationen 28-2a, Homogenbereiche für Böden, GSTT Arbeitshilfen zur Anwendung der neuen DIN 18319, GSTT German Society for Trenchless Technologies, e.V., Berlin, Mai 2017
- [14] Handbuch Bauen und Errichten, TenneT TSO
- [15] Technische Richtlinien des DCA, Informationen und Empfehlungen für Planung, Bau und Dokumentation von HDD-Projekten, 4. Auflage 2015
- [16] opentopomap.org, topographische Karten aus Open Street Map
- [17] Dr.-Ing. K. Beckhaus, BAUER Spezialtiefbau GmbH, Schrobenhausen Univ.-Prof. Dr. Kuroschi Thuro, Lehrstuhl für Ingenieurgeologie, Technische Universität München; Abrasivität in der Großbohrtechnik - Versuchstechnik und praktische Erfahrungen; [www.geo.tum.de/people/thuro/pubs/2008\\_bgt\\_abrasivitaet.pdf](http://www.geo.tum.de/people/thuro/pubs/2008_bgt_abrasivitaet.pdf)
- [18] Phrikolat GmbH, [www.phrikolat.de](http://www.phrikolat.de), Phrikolat Drilling Specialties GmbH, Reiserstr. 24, 53773 Hennef
- [19] TenneT TSO ; SuedOstLink, Typical, Anlage 2.9, HDD: Baustelleneinrichtungsfläche Großbohrtechnik, Dezember 2019
- [20] TenneT TSO ; SuedOstLink, Typical, Anlage 2.10, Längsschnitt Straßenquerung, Dezember 2019
- [21] TenneT TSO ; SuedOstLink, Typical, Anlage 2.11, HDD: Längsschnitt Gewässerquerung, Dezember 2019
- [22] EON Energy Research Center, RWTH Aachen University, Erstellung statistisch abgesicherter thermischer und hydraulischer Gesteinseigenschaften für den flachen und tiefen Untergrund in Deutschland; Phase 2 - Westliches Nordrhein-Westfalen und bayerisches Molassebecken, [www.eonerc.rwth-aachen.de](http://www.eonerc.rwth-aachen.de)
- [23] Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie; [https://www.hlnug.de/fileadmin/img\\_content/geologie/erdwaerme/hessen\\_3d/Anhang\\_B1G\\_eoethermische\\_Gesteinskennwerte\\_Datenauswertung.pdf](https://www.hlnug.de/fileadmin/img_content/geologie/erdwaerme/hessen_3d/Anhang_B1G_eoethermische_Gesteinskennwerte_Datenauswertung.pdf)

- 
- [24] Informationen aus den Bund/Länderarbeitsgruppender Staatlichen Geologischen, Ergebnisse des Methoden-und Messgerätevergleichs „Wärmeleitfähigkeitsmessungen“ der Staatlichen Geologischen Dienste, Hof Januar 2015; <https://www.gd.nrw.de/zip/ew-ringversuch-waermeleitfaehigkeit-sgd.pdf>
- [25] Wessolek, Trinks, Bohne; Technische Richtlinie (TRL) zur Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit von Böden und Bettungsmaterialien; TU Berlin, Institut für angewandte Bodenkunde, Berlin, Februar 2019
- [26] EAU, Empfehlungen des Arbeitsausschusses „Ufereinfassungen“ Häfen und Wasserstraßen, Verlag Ernst, 12. Auflage 2020
- [27] Empfehlungen des Arbeitskreises „Pfähle“ EA Pfähle, Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V., Verlag Ernst, 2. Auflage 2012, Hamburg, 2012
- [28] Grundbautaschenbuch, Band 1, Verlag Ernst, 8. Auflage 2017
- [29] Luftbilddatenbank, Pfatter Donauquerung, Kampfmittelvorerkundung, Estenfeld, Januar 2018
- [30] Luftbilddatenbank, SuedOstLink, Abschnitt D2 – D3, Kampfmittelvorerkundung , Estenfeld, Februar 2020
- [31] Bayerischen Landesamtes für Umwelt (LfU)  
[www.lfu.bayern.de/boden/hintergrundwerte/geogene\\_grundbelastungen/index.htm](http://www.lfu.bayern.de/boden/hintergrundwerte/geogene_grundbelastungen/index.htm)
- [32] Bayerischen Landesamtes für Umwelt (LfU)  
[www.lfu.bayern.de/umweltkommunal/geogefahren/index.htm](http://www.lfu.bayern.de/umweltkommunal/geogefahren/index.htm)
- [33] TenneT TSO GmbH, Kreuzungsverzeichnis BBPIG, Vorhaben 5: HGÜ Wolmirstedt- Isar, Abschnitt D 2
- [34] Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie Niedersachsen (LBEG), Symbolschlüssel Geologie, digitale Fassung, Hannover Juli 2017
- [35] Gewässerkundlicher Dienst Bayern,  
[www.gkd.bayern.de/de/fluesse/wasserstand/passau/pfatter-10068006](http://www.gkd.bayern.de/de/fluesse/wasserstand/passau/pfatter-10068006)

- 
- [36] ARGE SOL, SuedOstLink – Donauquerung Pfatter, SuedOstLink,- BBPIG Vorhaben Nr. 5 - „Höchstspannungsleitung Wolmirstedt – Isar; Gleichstrom“ Bundesfachplanung gemäß § 8 NABEG, Juli 2018,
- [37] Dr. Ing. Veenker Ingenieurgesellschaft mbH, Machbarkeitsstudie SuedOstLink, Kreuzung der Donau, technische und wirtschaftliche Bewertung von 5 Kreuzungsstellen, Hannover, Februar 2017
- [38] Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes, Streckenatlas Donau von km 2414 (Kelheim) bis km 2202 (Jochenstein); Generaldirektion Wasserstraßen und Schifffahrt - Standort Würzburg -, 2018
- [39] interra Microtunnelbau GmbH: <https://www.interra-microtunnelbau.de/>

### 3 Querung Q 18 Donauquerung

#### 3.1 Lage der Bohrungen

Tabelle 1: Erkundungsdokumentation Querung 18 Donauquerung bei Pfatter

<b>Koordinatensystem</b>		<b>ETRS 89 UTM 32N</b>	
<b>Querung Q 18</b>			
<b>Kreis / Stadt</b>	Regensburg		
<b>Gemeinde</b>	Wörth a der Donau	<b>Gemarkung</b>	Kiefenholz

<b>Bohrung</b>	<b>Bohrpunkt</b>	<b>Rechtswert</b>	<b>Hochwert</b>	<b>Höhe DHHN 92</b>	<b>Flurstück</b>
Q 18 B 1	B 0184 (VT)	32U745399	5430393	324,01	511 / 1
Q 18 B 2	B 0185 (VT)	32U745403	5430362	323,92	498
Q 18 B 3	B 0186 (VT)	32U745388	5430305	322,96	498
CPT	B 0327 (VT)	32U7454567	5430487	323,74	511
CPT	B 0328 (VT)	32U745421	5430462	323,85	511

<b>Koordinatensystem</b>		<b>ETRS 89 UTM 32N</b>	
<b>Querung Q 18</b>			
<b>Kreis / Stadt</b>	Regensburg		
<b>Gemeinde</b>	Pfatter	<b>Gemarkung</b>	Geisling

<b>Bohrung</b>	<b>Bohrpunkt</b>	<b>Rechtswert</b>	<b>Hochwert</b>	<b>Höhe DHHN 92</b>	<b>Flurstück</b>
Q 18 B 4 *	B 0187 (VT)	32U745395	5430278	320,19	1849/3
Q 18 B 5 *	B 0188 (VT)	32U745388	5430230	320,19	1849
Q 18 B 6 *	B 0189 (VT)	32U745381	5430179	320,19	1849
Q 18 B 7 *	B 0190 (VT)	32U745375	5430130	320,19	1849
Q 18 B 8	B 0191 (VT)	32U745344	5430042	323,78	519
Q 18 B 9	B 0192 (VT)	32U745342	5429991	323,83	520

CPT	B 0329 (VT)	32U745382	5429902	323,82	531
CPT	B 0330 (VT)	32U745329	5429872	323,81	531

\* Wasserbohrung auf der Donau, Sollkoordinaten und Wasserspiegel gemäß Pegel Pfatter zum Zeitpunkt der Bohrung

### 3.2 Beschreibung des Standortes im Bereich der Querungen

Die Donauquerung Q 18 ist ca. 530 m unterhalb der Schleusenanlage Geisling und 230 m oberhalb der Straßenbrücke über die Donau (Staatsstraße St 2146) gelegen. Die Flächen nördlich der Donau liegen in der zur Gemeinde Wörth an der Donau gehörenden Gemarkung Kiefenholz, die Donau und die Flächen südlich der Donau sind der Gemarkung Geisling zugeordnet, die zur Gemeinde Pfatter gehört. Die Gemeinden Wörth an der Donau und Pfatter gehören beide zum Kreis Regensburg. Die Querung verläuft von Nord nach Süd, der Abstand zwischen den beiden äußeren Bohrpunkten (B 184 und B 192) beträgt ca. 400 m, der Abstand der beiden Deichachsen parallel zum nördlichen und zum südlichen Ufer ca. 480 m. Die Donau weist im Querungsbereich eine staugeregelte Wasserspiegelbreite von ca. 180 m auf. Die Querung der Donau ist in einem Winkel von etwa 90° zur Gewässerachse geplant.

Die Donau ist im Bereich der Querung staugeregelt und parallel zu beiden Ufern eingedeicht. Das Stauziel der Donau unterhalb der Schleuse Geisling wird mit 320,0 m NHN angegeben.

Das Gelände im Donautal ist durchgängig eben ohne größere Höhendifferenzen. Das Landschaftsbild wird durch Wiesen und Felder geprägt. Die landwirtschaftlichen Wege im Donautal sind meist von Bäumen gesäumt. Das nördliche Donauufer ist ab dem Bereich der Querung stromab folgend auf mehreren 10 m Breite mit Bäumen und Sträucher bewachsen. Entlang des südlichen Donauufers ist lediglich die Uferböschung bewachsen Die Deichlinie entlang des nördlichen Ufers verläuft in einem Abstand von ca. 120 m zum Fluss, entlang des südlichen Ufers im Abstand von max. 200 m.

Die Bohreintritts- und Bohraustrittspunkte einer möglichen HDD-Querung liegen jeweils auf Wiesenflächen. Resultierend aus der Topographie ergibt sich keine bevorzugte Richtung für eine Bohrung. Ein ausreichendes Flächenangebot zum Aufbau der Baustelleninfrastruktur sowie zum Auslegen und Vorfertigen der Rohrstränge ist sowohl nördlich als auch südlich der Donau gegeben. Bei einer Ausführung der Querung im Rohrvortriebsverfahren / Microtunneling ergeben sich hinsichtlich der Baustellenorganisation keine neuen Überlegungen Die Standorte möglicher Start- und Zielschächte sollten außerhalb der durch Deichanlagen eingefassten Bereiche der Donau gewählt werden.

### 3.3 Geologie

Ausweislich der digitalen geologischen Karte von Bayern (dGK 25, Blatt 7040 Pfatter) stehen im Bereich der Donauquerung Auenablagerungen, beschrieben als Sande und Kiese z.T. unter Flusslehm oder Flussmergel an. Südlich der Donau folgen grobkörnigere Formationen (hier: Flussschotter) beschrieben als sandige, steinige Kiese.

Die Übersichtsbodenkarte ÜBK 25 Bayern 1:25.000 gibt für das Gebiet der Donauaue vorherrschend Gley-Kalkpaternia, gering verbreitet kalkhaltiger Auengley aus Auensediment mit weitem Bodenartenspektrum an. Nördlich und südlich folgen fast ausschließlich kalkhaltige Vega aus Carbonatschluff, gering verbreitet aus Carbonatsand bis -lehm (Auensediment).

### 3.4 Hydrogeologie

In der digitalen hydrogeologischen Karte von Bayern dHK 100 wird das gesamte Donautal östlich Regensburg als ergiebiger, wasserwirtschaftlich lokal bedeutender Poren-Grundwasserleiter mit hoher bis sehr hoher Durchlässigkeit charakterisiert. Die anstehenden Sande und Kiese weisen eine Mächtigkeit von bis zu 20 m auf. Das Filtervermögen wird als sehr gering beschrieben. In Abhängigkeit des Feinkornanteils kann das Filtervermögen und damit die Schutzfunktion sich deutlich günstiger darstellen.

Der Bereich der Querung Q 18 ist unter der Gewässerkennzahl 15390 „Donau von Verzweigung GEWKZ 15392 bis Alte Donau“ gelistet. Am Pegel Pfatter unterhalb der Querung (Donau-km 2350,69) sind folgende Wasserstände als Hauptwerte dokumentiert [35]:

Tabelle 2: Wasserstände Donau, Pegel bei Pfatter

Wasserstände (1970 - 2018)				
	Winter	Sommer	Jahr	
NW	156	157	156	cm
MNW	255	252	245	cm
MW	343	323	333	cm
MHW	590	546	617	cm
HW	772	780	780	cm

Die Pegelnullpunkthöhe am Pegel Pfatter wird mit 317,02 m NHN ausgewiesen. Abflussdaten am Pegel Pfatter sind beim Gewässerkundlichen Dienst Bayern nicht dokumentiert, da die Donau hier staugeregelt ist.

Die Flächen nördlich und südlich der Donau sind als wassersensible Bereiche im bayrischen Kartenwerk ausgewiesen. Festgesetzte oder vorläufig gesicherte Überschwemmungsgebiete sind im Bereich der Querung nicht dargestellt.

### **3.5 Kampfmittel**

Für den Bereich der Donauquerung liegen Hinweise auf zwei Bombentrichter im Bereich des nördlichen Flussufers vor. Darüber hinaus ist der gesamte Querungsbereich als Kampfmittelverdachtsfläche (Artilleriebeschuss) ausgewiesen [30]. Eine explizite Freimessung der Bohransatzpunkte wurde hier nicht vorgenommen.

### **3.6 Geogefahren**

Informationen über Geogefahren oder Altlasten / Altstandorte im Bereich der Querung Q 18 liegen uns nicht vor [32].

### **3.7 Vorhandene Leitungen**

Im Bereich zwischen der Schleuse Geisling und der Straßenbrücke der St 2146 über die Donau sind keine weiteren Kreuzungen der Donau mit Medienleitungen vorhanden. Nördlich und südlich der Donau sind straßenbegleitend verschiedene Ver- und Entsorgungsleitungen verlegt.

Es wird grundsätzlich bei allen Schachtarbeiten empfohlen, Vorkehrungen zum Schutz potentieller Medienleitungen zu treffen (z.B. Freimessen von Bohrpunkten).

## **4 Durchgeführte Arbeiten**

### **4.1 Umfang und Ablauf**

Die Erkundungsarbeiten im Bereich der Querung Q 18 erfolgten im Zeitraum zwischen der 42. und 45. KW 2020 sowie im Januar 2021. Dabei wurden von Mitarbeitern der ICP Braunschweig GmbH und der Fa. Terrasond GmbH folgende Arbeiten durchgeführt:

- Einmessen der an Land gelegenen Bohransatzpunkte nördlich und südlich der Donau nach Lage und Höhe (System ETRS 89 / UTM Zone 32N)
- Abteufen von fünf Rotationsbohrungen an Land, Aufschlusstiefen  
1 \* 15 m, 3 \* 20 m und 1 \* 16 m (gerundet)

- Abteufen von vier Rotationsbohrungen, abgeteuft als Wasserbohrung vom Ponton auf der Donau, Aufschlusstiefen ab Gewässersohle 4 \* 15 m (gerundet)
- Durchführen von insgesamt vier Drucksondierungen (CPT-Tests), 2 nördlich der Donau. 2 südlich der Donau; Erkundungstiefen zwischen 8,0 und 11,3 m
- Peilung der Gewässersohle zwischen Donau-km 2353,3 und 2353,75
- Ermitteln der Kornverteilung für insgesamt sieben Bodenproben aus fünf Bohrungen
- Bestimmung der thermischen Leitfähigkeit an fünf Bodenproben / Festgesteinsproben
- Laboranalytische Bestimmung des Cerchar Abrasivitätsindex (CAI) an zwei Festgesteinsproben und der LCPC-Abrasivität an einer Festgesteinsprobe
- Zwei einaxiale Druckversuche an zwei Festgesteinsproben
- Eine Bestimmung des axialen Punktlastindex  $I_{s(50)}$
- Quellhebungsversuch an einer Festgesteinsprobe, Versuchsdauer 43 Tage
- Zwei LAGA Deklarationsanalysen
- Zwei Kalk-Sulfat-Bestimmungen

## 4.2 Verfahren und Methoden

### 4.2.1 Kernbohrungen

Alle Bohrungen an Land wurden zunächst als verrohrte Bohrung, Durchmesser 178 mm, bis zum Festgesteinshorizont abgeteuft. Im Anschluss erfolgte eine Umstellung auf Seilkernverfahren und ein weiteres Abteufen der Bohrung bis zur Endteufe. Folgende Endteufen wurden im Zuge der Bohrarbeiten erreicht:

Tabelle 3: Endteufen der Bohrungen an Land

Bohrung Q 18 B 1	Bohrung Q 18 B 2	Bohrung Q 18 B 3	Bohrung Q 18 B 8	Bohrung Q 18 B 9
15,0 m	20,0 m	20,0 m	19,8 m	15,8 m

Die Wasserbohrungen wurden ebenfalls zunächst als verrohrte Bohrung, Durchmesser 178 mm, bis 6,0 m unter Gewässersohle abgeteuft. Im Anschluss erfolgte eine Umstellung auf Seilkernverfahren und ein weiteres Abteufen der Bohrung bis zur Endteufe. Folgende Endteufen wurden im Zuge der Bohrarbeiten erreicht:

Tabelle 4: Endteufen der Wasserbohrungen ab Gewässersohle

Bohrung Q 18 B 4	Bohrung Q 18 B 5	Bohrung Q 18 B 6	Bohrung Q 18 B 7
15,1 m	15,2 m	15,4 m	15,0 m

Das Bohrgut wurde in Kernkisten ausgelegt. Aus den Bohrungen wurden Eimerproben als gestörte Bodenproben aus folgenden Tiefen entnommen:

Tabelle 5: Probenahmen Bohrungen an Land (Entnahmetiefe unter GOK)

<b>Bohrung Q 18 B 1</b>	<b>Bohrung Q 18 B 2</b>	<b>Bohrung Q 18 B 3</b>	<b>Bohrung Q 18 B 8</b>	<b>Bohrung Q 18 B 9</b>
0,5 – 1,0 m	7,0 – 8,0 m		1,0 – 2,0 m 10,0 – 12,0 m	1,0 – 2,0 m

Tabelle 6: Probenahmen Wasserbohrungen (Entnahmetiefe unter Gewässersohle)

<b>Bohrung Q 18 B 4</b>	<b>Bohrung Q 18 B 5</b>	<b>Bohrung Q 18 B 6</b>	<b>Bohrung Q 18 B 7</b>
5,7– 6,0 m 14,5 – 14,7 m	6,7 – 7,0 m 7,7 – 7,9 m	15,1 – 15,4 m	0,5 – 1,0 m 4,0 – 4,5 m 7,0 – 7,2 m

Alle Kernkisten werden im Kernlager der ICP Braunschweig GmbH in Maxhütte - Haidhof eingelagert, die Eimerproben zur ICP Braunschweig GmbH transportiert und dort im eigenen bodenmechanischen Labor bzw. in den Laboren weiterer ICP-Standorte analysiert.

Ergänzende Untersuchungen wurden am Festgestein durchgeführt.

#### 4.2.2 Schwere Rammsondierungen

Schwere Rammsondierungen als Ergänzung zu den direkten Aufschlüssen per Kernbohrung wurden im Bereich der Donauquerung nicht durchgeführt

#### 4.2.3 Drucksondierungen

Die Durchführung der Drucksondierungen erfolgte gemäß DIN 4094-1 und DIN EN ISO 22476 – 1. Die Drucksondierungen wurden an den Bohrpunkten B 0327 (VT) und B 0328 (VT) nördlich der Donau sowie B 0329 (VT) und B 0330 (VT) südlich der Donau mit einer Sondierdraupe, durchgeführt. Während der Drucksondierungen wurden folgende Parameter in cm-Schritten aufgezeichnet:

- Spitzenwiderstand  $q_c$  [MPa]
- Lokale Reibung  $f_s$  [MPa]
- Neigung [°]

Aus den Messwerten der Drucksondierung werden folgende Parameter abgeleitet:

- Reibungsverhältnis  $q_c / f_s$
- Bodentyp-Index  $I_c$
- undrainierte Scherfestigkeit  $c_u$  [kPa]; bindige Passagen
- Bodenklassifikation nach Robertson 1990
- Winkel der inneren Reibung [°] ; nicht-bindige Passagen

Bedingt durch das hoch anstehende Grundwasser schlammten die Sondieröffnungen schnell wieder zu, ein Grundwasserspiegel wurde in den Sondierungen von daher nicht registriert.

#### 4.2.4 Laborversuche

Aus den entnommenen Bodenproben (vgl. Kap. 4.2.1) wurden Proben für bodenmechanische Laborversuche ausgewählt und im eigenen bodenmechanischen Labor der ICP Braunschweig GmbH entsprechend der gültigen Normung laboranalytisch untersucht.

Felsmechanische Untersuchungen wurden im Auftrag der ICP Braunschweig vom Labor FeBoLab, 91747 Westheim, durchgeführt, chemische Untersuchungen vom Analytik Institut Riezler GmbH, 90677 Fürth sowie von der GBA Gesellschaft für Bioanalytik, 31135 Hildesheim.

An den Proben wurden folgende Untersuchungen durchgeführt:

##### Bodenmechanische Untersuchungen

- |            |               |  |
|------------|---------------|--|
| • Q 18 B 1 | 0,5 – 1,0 m   | Kornverteilung nach DIN EN ISO 17892-4 |
| • Q 18 B 2 | 7,0 – 8,0 m   | Kornverteilung nach DIN EN ISO 17892-4 |
| • Q 18 B 7 | 0,5 – 1,0 m*  | Kornverteilung nach DIN EN ISO 17892-4 |
|            | 4,0 – 4,5 m*  | Kornverteilung nach DIN EN ISO 17892-4 |
| • Q 18 B 8 | 1,0 – 2,0 m*  | Kornverteilung nach DIN EN ISO 17892-4 |
|            | 1,0 – 2,0 m   | Konsistenzgrenzen nach DIN 18122       |
|            | 10,0 – 12,0 m | Kornverteilung nach DIN EN ISO 17892-4 |
| • Q 18 B 9 | 1,0 – 2,0 m   | Kornverteilung nach DIN EN ISO 17892-4 |

### Felsmechanische Untersuchungen

- Q 18 B 4 5,7 – 6,0 m\* LCPC Abrasivität
- Q 18 B 4 14,5-14,7 m\* einaxiale Druckfestigkeit, Cerchar-Abrasivitätsindex
- Q 18 B 6 15,1-15,4 m\* einaxiale Druckfestigkeit, Cerchar-Abrasivitätsindex
- Q 18 B 7 7,0 – 7,2 m\* Wassergehalt, Quelldehnung, Punktlastindex)

### Chemische Untersuchungen

- Q 18 B 1 0,5 – 1,0 m LAGA Deklarationsanalytik
- Q 18 B 2 7,0 – 8,0 m Kalk- und Sulfatgehalt
- Q 18 B 5 7,7 – 7,9 m\* Kalk- und Sulfatgehalt
- Q 18 B 9 1,0 – 2,0 m LAGA Deklarationsanalytik

### Bestimmung der thermischen Leitfähigkeit

- Q 18 B 1 0,5 – 1,0 m
- Q 18 B 2 7,0 – 8,0 m
- Q 18 B 5 6,7 – 7,0 m\*
- Q 18 B 8 10,0 – 12,0 m
- Q 18 B 9 1,0 – 2,0 m

\* Entnahmetiefe in m unter Gewässersohle

Die Untersuchungen der Bodenproben erfolgten entsprechend der gültigen Normung (z.B. DIN EN ISO 17892-4 Kornverteilung) sowie auf Basis des hier vereinbarten Regelwerks (Bestimmung der thermischen Leitfähigkeit). Die Abschätzung des kf-Wertes erfolgte aus der Körnungslinie, z.B. nach USBR (United States Bureau of Reclamation) bzw. nach Erfahrungswerten, sofern die Voraussetzungen zur Abschätzung des kf-Wertes aus der Kornverteilung nicht gegeben waren.

#### 4.2.5 Rückstellproben

Das Bohrgut wurde vor Ort in Kernkisten ausgelegt und im Anschluss ins Kernlager Maxhütte - Haidhof der ICP Braunschweig transportiert. Die Kernansprache und Dokumentation erfolgte im Kernlager. Die Kernkisten werden zwei Jahre eingelagert. Die Eimerproben wurden zur ICP Braunschweig GmbH transportiert und dort im bodenmechanischen Labor bzw. in den Laboren weiterer ICP-Standorte analysiert.

Rückstellproben der untersuchten Laborproben sowie alle weiteren entnommenen bisher aber nicht untersuchten Bodenproben werden bei der ICP Braunschweig GmbH bis mindestens 6 Monate nach Entnahme, sofern vom Auftraggeber nicht anders gewünscht, eingelagert.

## 5 Untersuchungsergebnisse

### 5.1 Bohrarbeiten an Land

Bei den Bohrarbeiten an Land wurde in allen der Querung Q 18 zugeordneten Bohrungen im Liegenden bis zu 13,0 m mächtigen Auenablagerungen verschiedener Alters (ältere, jüngere und jüngste Auenablagerungen) Festgestein, angesprochen als Tonstein und Sandstein, angetroffen.

Einer maximal 3 m mächtigen feinsandigen Schluffschicht folgen mit zunehmender Tiefe immer grobkörniger werdende Sand- bzw. Kiesschichten. Die Kiessschicht weist relevante steinige Bestandteile (Korndurchmesser >63 mm) auf. Die Kiese und Steine sind gerundet.

Der durchgängige Festgesteinshorizont (Tonstein / Schluffstein oder Feinsandstein) wurde konkret in folgenden Tiefenlagen erbohrt:

- Q 18 B 1      13,1 m unter GOK      309,86 m NHN
- Q 18 B 2      10,0 m unter GOK      314,01 m NHN
- Q 18 B 3      12,6 m unter GOK      311,30 m NHN
- Q 18 B 8      12,4 m unter GOK      311,38 m NHN
- Q 18 B 9      12,0 m unter GOK      311,83 m NHN

Die als feinsandiger Schluff angesprochenen Auelehmschicht weist auf der Nordseite der Donau weiche, auf der Südseite der Donau steife bis halb feste Konsistenzen auf. Die im Liegenden folgenden Sande sind, abgeleitet aus den Anmerkungen zum Bohrvorgang und zum Bohrfortschritt nördlich der Donau überwiegend mitteldicht, südlich der Donau locker bis mitteldicht gelagert. Die Sande und Kiese sind durchgängig kalkhaltig und weisen nach Kernansprache vor Ort unterschiedliche Kalkgehalte von schwach bis sehr stark kalkhaltig auf.

### 5.2 Bohrarbeiten auf dem Wasser

In den vier von einem Ponton abgeteuften Bohrungen auf der Donau wurde die erwartete Schichtenfolge angetroffen. Einer steinigen Kiesschicht auf der Gewässersohle, bezeichnet als überwiegend Gerölle aus Sedimentgestein und Granit, folgt ein kiesiger Sand. Der in der Wasserbohrung nahe dem südlichen Flussufer angetroffene Sand weist deutlich höhere grobsandige Anteile auf als der Sand, der in den weiter nördlich abgeteuften Wasserbohrungen erbohrt worden ist.

Im Liegenden der Sandschicht steht wie in den Bohrungen nahe des Flussufers Festgestein (Tonstein / Schluffstein oder Feinsandstein) an. Der Horizont OK Festgestein wurde konkret in folgenden Tiefenlagen unter Wasserspiegel Donau (= Wsp Donau) erbohrt:

- Q 18 B 4      8,15 m unter Wsp Donau      312,04 m NHN
- Q 18 B 5      8,55 m unter Wsp Donau      311,64 m NHN
- Q 18 B 6      8,25 m unter Wsp Donau      311,94 m NHN
- Q 18 B 7      7,25 m unter Wsp Donau      312,94 m NHN

Der angetroffenen Festgesteinshorizont im Bereich der Donau sowie nördlich und südlich des Ufers variiert nur gering zwischen 311 m NHN und 312 m NHN. Idealisiert kann im Bereich der Donauquerung von einem Festgesteinshorizont von ca. 311,0 m NHN ausgegangen werden.

### 5.3 Grundwasser

Im Verlauf der Bohrarbeiten wurde in allen Bohrungen an Land Grundwasser angetroffen. Der Grundwasserspiegel nördlich der Donau ist gespannt, in den Aufschlüssen südlich des Fluss wurde ein freier Grundwasserspiegel erbohrt.

Nach Bohrende wurden in den der Querung Q 18 zugeordneten Aufschlüssen folgende Grundwasserspiegel gemessen:

- Q 18 B 1      2,15 m unter GOK      321,9 m NHN
- Q 18 B 2      2,5 m unter GOK      321,4 m NHN
- Q 18 B 3      1,5 m unter GOK      321,5 m NHN
- Q 18 B 8      4,0 m unter GOK      319,8 m NHN
- Q 18 B 9      4,0 m unter GOK      319,8 m NHN

Im Bereich der Donauniederung ist ganzjährig mit hoch anstehendem Grundwasser ohne größere jahreszeitliche Schwankungen zu rechnen. Der Grundwasserspiegel in der Talau der Donau korrespondiert mit der Wasserführung der Donau.

Die Donau ist im Bereich der Querung unterhalb der Schleuse Geisling staugeregelt mit einem Stauziel bei 320,0 m NHN. Aus den registrierten Grundwasserständen nördlich und südlich der Donau kann nicht auf eine Grundwasserfließrichtung geschlossen werden. Resultierend aus der Topographie kann eine auf die Donau gerichtete Grundwasserfließrichtung angenommen werden. Es ist von einem mächtigen Grundwasserleiter mit geringen Schwankungen im Jahresgang auszugehen.

Die Erkundungsarbeiten erfolgten in einem mäßig trocknen Kalenderjahr.

Folgende Grundwasserspiegel werden als Bemessungswasserstand empfohlen:

- nördlich der Donau:                      323,0 m NHN
- südlich der Donau:                        321,0 m NHN

## 5.4 Drucksondierungen (CPT-Test)

Es wurden keine Rammsondierungen durchgeführt. Stattdessen wurde zur Ermittlung der Lagerungsdichte im Bereich möglicher Start- oder Zielgruben in der Donauaue nördlich und südlich der Donau je zwei Drucksondierungen (CPT-Test) durchgeführt.

Die Drucksondierungen wurden nördlich der Donau bis zu einer Tiefe von 8,08 m (B 0327 (VT)) und 8,04 m (B 0328 (VT)) unter GOK abgeteuft. Südlich der Donau wurden die CPT-Tests bis 8,12 m (B 0329 (VT)) und 11,28 m (B 0330 (VT)) geführt.

Aus den in der Anlagen 2.12 beigefügten Unterlagen können folgende Schlussfolgerungen gezogen werden:

### Drucksondierungen nördlich der Donau B 0327 (VT) und B 0328 (VT):

- Beide CPT-Tests liefern ein nahezu identisches Bild
- Die Verfahrensgrenze der CPT-Tests wurde bei 8,04 m bzw. 8,08 m unter GOK erreicht
- Der Spitzendruck beim Erreichen der Verfahrensgrenze ist ebenfalls nahezu identisch ( $q_{c,max} = 57,92 \text{ MN/m}^2$  und  $57,35 \text{ MN/m}^2$ )
- Abgeleitet aus dem CPT-Tests stehen bis ca. 2,2 m u. GOK bindige Sedimente an, gefolgt von Sanden und kiesigen Sanden. Diese Schicht ist zunächst locker bis mitteldicht gelagert, mit zunehmender Tiefe, ab ca. 6,0 m unter GOK ist schnell ansteigend von dichter bis sehr dichter Lagerung auszugehen
- Die angetroffenen bindigen Sedimente weisen keine bis sehr geringe Tragfähigkeit auf

### Drucksondierungen südlich der Donau B 0329 (VT) und B 0330 (VT):

- Beide CPT-Tests liefern bis etwa 8,0 m unter GOK ein nahezu identisches Bild. Am Bohrpunkt B 0329 (VT) wurde dort die Verfahrensgrenze erreicht, am Bohrpunkt B 0330 (VT) konnte die Sondierung tiefer geführt werden.
- Die Verfahrensgrenze der CPT-Tests wurde bei 8,12 m bzw. 11,28 m unter GOK erreicht
- Der Spitzendruck beim Erreichen der Verfahrensgrenze ist ebenfalls nahezu identisch ( $q_{c,max} = 61,93 \text{ MN/m}^2$  und  $39,45 \text{ MN/m}^2$ )
- Abgeleitet aus dem CPT-Tests stehen bis ca. 4,0 m u. GOK bindige Sedimente an, gefolgt von Sanden und kiesigen Sanden. Diese Schicht ist zunächst locker bis mitteldicht gelagert, mit zunehmender Tiefe, ab ca. 7,0 m unter GOK ist schnell ansteigend von dichter bis sehr dichter Lagerung auszugehen

## 5.5 Laboranalytische Versuche

### 5.5.1 Kornverteilung

Aus den Bohrungen an der Querung Q 18 wurden insgesamt sieben Bodenproben aus fünf Bohrungen laboranalytisch untersucht.

Die Probe aus der Bohrung Q 18 B 2 (Entnahmetiefe: 7,0 – 8,0 m unter GOK) wurde auf Basis der Kornverteilung nach DIN 18194 als weitgestuftes Kies-Sand-Gemisch GW klassifiziert. Die beiden Proben aus der Bohrung Q 18 B 7 (Entnahmetiefen: 0,5 – 1,0 m und 4,0 – 4,5 m unter Gewässersohle) sowie die Probe aus der Bohrung Q 18 B 8 (Entnahmetiefe 10,0 – 12,0 m unter GOK) jeweils als intermittierend gestuftes Kies-Sand-Gemisch GI. Die Charakteristik dieser vier Bodenproben ist jeweils ähnlich.

Die Anteile der einzelnen Kornfraktionen dieser vier Bodenproben stellen sich wie folgt dar:

	GI	GW
• Ton	0 %	0 %
• Schluff	0,8 – 1,6 %	1,2 %
• Sand	34,3 – 49,6 %	32,2 %
• Kies	48,9 – 63,8 %	66,5 %

Die Durchlässigkeitsbeiwerte der als Kies-Sand-Gemisch (GW) bzw. als intermittierendes Kies-Sand-Gemisch (GI) klassifizierten Böden können auf Basis der Körnungslinie nach USBR nicht abgeschätzt werden, da die Kornverteilung außerhalb der Gültigkeitsgrenzen dieses Verfahrens liegt. Nach Literaturwerten kann die Durchlässigkeit wie folgt beziffert werden:

- weitgestuftes Kies-Sand-Gemisch GW:  $k_f = 1 \cdot 10^{-6} \text{ m/s} - 1 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}$
- intermittierend gestuftes Kies-Sand-Gemisch GI:  $k_f = 1 \cdot 10^{-6} \text{ m/s} - 1 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}$

Die Durchlässigkeit der anstehenden Kiese ist abgeleitet aus der Kornverteilung im mittleren bis oberen (durchlässigen) Bereich der genannten Bandbreite einzuordnen.

Die weiteren aus den oberen Schichten entnommenen Bodenproben aus den Bohrungen Q 18 B 1, Q 18 B 8 und Q 18 B 9 weisen ebenfalls untereinander eine ähnliche Charakteristik und eine geringe Bandbreite der Kornverteilung auf. Diese angetroffenen Böden können daher auf Basis der Kornverteilung sowie der für eine Probe ermittelten Konsistenzgrenzen (Q 18 B 8) als Sand-Ton-Gemisch (ST) klassifiziert werden.

Die Bandbreite der Verteilung der einzelnen Kornfraktionen dieser Bodenproben stellt sich wie folgt dar:

#### ST

- Ton 14,3 – 16,7 %
- Schluff 54,9 – 56,8 %
- Sand 26,5 – 29,9 %
- Kies 0 – 0,8 %

Eine Abschätzung der Durchlässigkeit nach USBR ist hier nicht möglich. Die Durchlässigkeit wird nach Erfahrungswerten wie folgt abgeschätzt:

- Sand-Ton-Gemisch ST:  $k_f = 5 \cdot 10^{-7} \text{ m/s} - 2 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$

### 5.5.2 Konsistenzgrenzen

An der Bodenprobe Q 18 B 8 wurden die Konsistenzgrenzen nach Atterberg bestimmt. Die Probe aus dem Aufschluss ist als Sand-Ton-Gemisch (ST) zu klassifizieren und weist eine halbfeste Konsistenz auf. Der Plastizitätsbereich erstreckt sich von 21,9 % (Ausrollgrenze) bis 29,6 % (Fließgrenze). Das Material wurde mit einem natürlichen Wassergehalt von 19,9 % angetroffen.

### 5.5.3 Untersuchungen am Festgestein

Aus den Kernkisten der Bohrungen wurden insgesamt vier Festgesteinsproben entnommen und für die Durchführung der im Folgenden zusammengestellten Untersuchungen an Festgestein an das Labor FeBoLab, 91747 Westheim, verschickt:

- Q 18 B 4 5,7 – 6,0 m\* LCPC Abrasivität
- Q 18 B 4 14,5-14,7 m\* einaxiale Druckfestigkeit, Cerchar-Abrasivitätsindex
- Q 18 B 6 15,1-15,4 m\* einaxiale Druckfestigkeit, Cerchar-Abrasivitätsindex
- Q 18 B 7 7,0 – 7,2 m\* Wassergehalt, Quilldehnung, Punktlastindex)

\* Entnahmetiefe m unter Gewässersohle



Abb. 1: Festgesteinsproben Querung Q 18

Folgende Messwerte wurden vom Labor FeBoLab, 91747 Westheim, ermittelt:

Tabelle 7: Ergebnisse felsmechanische Untersuchungen

	Q 18 B 04	Q 18 B 04	Q 18 B 07	Q 18 B 06
	5,7-6,0 m	14,5-14,7 m	7,0-7,2 m	15,1-15,4 m
Cerchar Abrasivitätsindex (CAI)		1,10 (niedrig)		1,08 (niedrig)
Einaxiale Druckfestigkeit		8,779 MN/m <sup>2</sup>		17,131 MN/m <sup>2</sup>
Punktlastindex			0,672 MN/m <sup>2</sup>	
Quelldehnung			1,65 %	
LCPC Abrasivität	260 g/t (abrasiv)			

#### 5.5.4 Chemische Untersuchungen

LAGA Deklarationsanalysen wurden an zwei Bodenproben, gewonnen aus einem Bodenaufschluss am nördlichen Donauufer (Bohrung Q 18 B 1) und aus einem Bodenaufschluss am südlichen Donauufer (Bohrung Q 18 B 9), durchgeführt. Ergänzend wird eine LAGA Deklarationsanalyse einer Bodenprobe, entnommen südlich der Donau aus der Bohrung Q 18a B 12, zur Einschätzung mit herangezogen. Die Querung Q 18a verläuft ca. 300 m stromab zur Querung Q 18.

Die Proben wurden aus Eimerproben der oberen Bodenschicht (Entnahmetiefe: Q 18 B 1 0,5 – 1,0 m; Q 18 B 9 1,0 – 2,0 m; Q 18 B 12a 0,5 – 2,0 m) entnommen und durch das akkreditierte Labor AIR Analytik, 90766 Fürth, sowie der GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH, analysiert. Aus der Analytik resultiert folgende Zuordnung:

- Q 18 B 1                      LAGA Z 0                      Einbauklasse 0
- Q 18 B 9                      LAGA Z 0                      Einbauklasse 0
- Q 18a B 12                    LAGA Z 0                      Einbauklasse 0

Die untersuchten Proben halten die Anforderungen an den Zuordnungswert Z 0 im Feststoff und im Eluat ein. Hieraus leitet sich eine uneingeschränkte Verwertung gemäß LAGA TR Boden ab.

An zwei Bodenproben aus den Bohrungen Q 18 B 02 und Q 18 B 05 wurde der Kalk- und Sulfatgehalt bestimmt. Die Probe wurden aus Eimerproben entnommen und stammen aus folgenden Tiefen:

- Q 18 B 2                      7,0 – 8,0 m                    Kalk- und Sulfatgehalt
- Q 18 B 5                      7,7 – 7,9 m\*                   Kalk- und Sulfatgehalt

\* Entnahmetiefe in m unter Gewässersohle

Die Analytik zeigt folgendes Ergebnis:

	Q 18 B 02	Q 18 B 05
	7,0 – 8,0 m	7,7 – 7,9* m
Trockenrückstand	94,6 M-%	95,5 M-%
Calciumcarbonat	21 M-%	7,3 M-%
Sulfat	110 mg/kg TM	1200 mg/kg TM

\* Entnahmetiefe in m unter Gewässersohle

## 6 Thermische Leitfähigkeit

### 6.1 Versuchsdurchführung

Die thermische Leitfähigkeit wurde an fünf Bodenproben ermittelt. Die Proben stammen aus den bindigen Aueablagerungen am nördlichen und südlichen Donauufer (je eine Probe), den Auekiesen am nördlichen und südlichen Ufer (je eine Probe) sowie aus einer Festgesteinsprobe des Tonsteins.

Tabelle 8: Messungen thermische Leitfähigkeiten

Entnahmestelle	Beschreibung	Entnahmetiefe
Q 18 B 1	Quartär, Auelehm, Schluff, feinsandig	0,5 – 1,0 m
Q 18 B 02	Quartär, Kies, stark sandig, schwach steinig	7,0 – 8,0 m
D2 Q 18 B 4 (Donau 2)	Tonstein / Schluffstein	6,7 – 7,0 m unter Gewässersohle
Q 18 B 08	Quartär, Kies, stark sandig, schwach steinig	10,0 – 12,0 m
Q 18 B 09	Quartär, Kies, stark sandig, schwach steinig	1,0 – 2,0 m

Das aus Tiefen >2,0 m entnommene Material, wird im Zuge der Baumaßnahme lediglich durchörtert und nicht als Baustoff verwendet. Die Materialeigenschaften können hier nicht beeinflusst werden.

Die Messung der thermischen Leitfähigkeiten an Lockergesteinsproben wurde wie folgt durchgeführt:

- Probenahme aus Rückstellproben
- Bestimmung des nativen Wassergehaltes als Ausgangswassergehalt
- Messung der thermischen Leitfähigkeit beim Ausgangswassergehalt (Messung 1)
- Langsame Trocknung des Prüfkörpers bei ca. 70° C (Simulation des späteren Leitungsbetriebes)
- Messung der thermischen Leitfähigkeit der getrockneten Proben (Wassergehalt ≤ 2%) (Messung 2)

Versuchsablauf für Festgesteinsproben:

- Probenahme aus Kernkisten der Kernbohrung
- Anbohren der Gesteinsprobe mit einem 4 mm Hartmetallbohrer zur Herstellung eines Prüfkanals
- Ausfüllen des Prüfkanals mit einer Paste auf Silberbasis zur Gewährleistung einer thermisch leitfähigen Verbindung zwischen dem Sensor und der Gesteinsprobe
- Messung der thermischen Leitfähigkeit senkrecht zur Schieferung
- Lagerung der Gesteinsproben im Wasserbad
- Messung der thermischen Leitfähigkeit der wassergesättigten Gesteinsproben

Die Bestimmung der thermischen Leitfähigkeit erfolgte mit dem Messgerät Decagon KD-2 Pro mit der Messsonde TR-1 bei Raumtemperaturen zwischen 19°C und 22°C.

## 6.2 Ergebnisse

Die für die Proben aus den Auenablagerungen angegebenen thermischen Leitfähigkeiten sind Mittelwerte aus jeweils 3 Einzelmessungen an unterschiedlichen Messpunkten im Prüfzylinder bei gleichbleibendem Wassergehalt. Der Fehler der Messsonde beträgt  $\pm 10\%$ . Die einzelnen Messprotokolle zur thermischen Leitfähigkeit sind als Anlage 4.2 beigefügt.

Tabelle 9: Messergebnisse thermische Leitfähigkeiten -Lockergestein-

		<b>Q 18 B 1</b>	<b>Q 18 B 02</b>
<b>Messung 1</b>		09.04.2021	26.03.2021
Trockendichte	[g/cm <sup>3</sup> ]	1,50	1,79
grav. Wassergehalt (nativ)	[Gew-%]	24,01	17,53
vol. Wassergehalt (nativ)	[Vol-%]	36,02	31,45
thermische Leitfähigkeit $\lambda$	[W/m*K]	2,00	2,16
<b>Messung 2</b>		14.04.2021	31.03.2021
Trockendichte	[g/cm <sup>3</sup> ]	1,73	1,86
grav. Wassergehalt	[Gew-%]	0,21	0,45
vol. Wassergehalt	[Vol-%]	0,36	0,84
thermische Leitfähigkeit $\lambda$	[W/m*K]	0,77	0,89

		<b>Q 18 B 8</b>	<b>Q 18 B 9</b>
<b>Messung 1</b>		15.04.2021	09.04.2021
Trockendichte	[g/cm <sup>3</sup> ]	1,73	1,53
grav. Wassergehalt (nativ)	[Gew-%]	0,00	23,10
vol. Wassergehalt (nativ)	[Vol-%]	0,00	35,35
thermische Leitfähigkeit $\lambda$	[W/m <sup>2</sup> K]	0,53	2,46
<b>Messung 2</b>		15.04.2021	15.04.2021
Trockendichte	[g/cm <sup>3</sup> ]	1,73	1,77
grav. Wassergehalt	[Gew-%]	13,72	0,40
vol. Wassergehalt	[Vol-%]	27,74	0,70
thermische Leitfähigkeit $\lambda$	[W/m <sup>2</sup> K]	3,20	0,67

Tabelle 10: Messergebnisse thermische Leitfähigkeiten -Festgestein-

		<b>Q 18 B 4 (Donau 2)</b>
<b>Messung 1</b>		26.03.2021
Trockendichte	[g/cm <sup>3</sup> ]	1,79
grav. Wassergehalt (nativ)	[Gew-%]	17,53
vol. Wassergehalt (nativ)	[Vol-%]	31,45
thermische Leitfähigkeit $\lambda$	[W/m <sup>2</sup> K]	2,16
<b>Messung 2</b>		31.03.2021
Trockendichte	[g/cm <sup>3</sup> ]	1,86
grav. Wassergehalt	[Gew-%]	0,45
vol. Wassergehalt	[Vol-%]	0,84
thermische Leitfähigkeit $\lambda$	[W/m <sup>2</sup> K]	0,89

### 6.3 Fazit

Bei den erhobenen Werten handelt es sich um Laborwerte. Die Bodenproben wurden im Ofen langsam getrocknet, der Wassergehalt bestimmt und im Anschluss die thermischen Leitfähigkeiten gemessen. Abweichende Wassergehalte und Verdichtungen können andere thermische Leitfähigkeiten zur Folge haben.

Es wird darauf hingewiesen, dass natürlich anstehendes Bodenmaterial Schwankungen hinsichtlich der Bodeneigenschaften und der Zusammensetzung unterworfen ist. Es kann demnach zu Abweichungen der thermischen Leitfähigkeit kommen.

Durch Erhitzen des Bodens und damit zusammenhängender Änderung des Wassergehaltes kann es zu Schrumpfungsprozessen kommen, wodurch Hohlräume im Bodenkörper entstehen können. Diese potenzielle Reduzierung der thermischen Leitfähigkeit ist in den erhobenen Daten nicht

berücksichtigt. Eine Korrelation der gemessenen Leitfähigkeiten, z.B. mit der Kornverteilung, lässt sich aus den Messungen nicht ableiten.

Der Bereich der Querung Q 18 ist als ergiebiger, wasserwirtschaftlich lokal bedeutender Poren-Grundwasserleiter mit hoher bis sehr hoher Durchlässigkeit einzuschätzen, eine Wassersättigung der anstehenden Gesteine ist zu erwarten.

## 7 Regelquerschnitt SuedOstLink-Trasse

Die SuedOstLink-HGÜ-Trasse besteht im Bereich einer HDD-Querung aus zwei Kabeln für die stromführenden Leitungen der 525 kV-Spannungsebene zur Gleichstromübertragung verlegt im Schutzrohr sowie zwei Leerrohren als Reserve für einen möglichen weiteren Netzausbau. Spezifikation des Rohres (Schutzrohr und Leerrohr):

- Material: PE 100 SDR 11
- Außendurchmesser:  $d_a = 280$  mm
- Innendurchmesser:  $d_i = 229,1$  mm
- Wandstärke:  $s = 25,45$  mm

Zusätzlich zu den Schutzrohren für die Kabel zur HGÜ-Übertragung soll parallel zu den beiden äußeren Schutzrohren jeweils ein weiteres Leerrohr zur Verlegung von Lichtwellenleitern mit verlegt werden. Eine Spezifizierung der Schutzrohre für Lichtwellenleiter liegt aktuell noch nicht vor. Wir gehen zunächst von folgenden Abmessungen aus:

- Material: PE 100 SDR 11
- Außendurchmesser:  $d_a = 160$  mm
- Innendurchmesser:  $d_i = 130,8$  mm
- Wandstärke:  $s = 14,6$  mm

Aus der Mitverlegung von Leerrohren für Lichtwellenleiter resultieren keine neuen oder ergänzenden Anforderungen.

Für die gesamte Trasse (inklusive Arbeits- und Schutzstreifen) ergibt sich eine Regelstreifenbreite von ca. 45 m für zwei Kabelgräben und einer in der Mitte zwischen beiden Kabelgräben angeordneten Baustraße.

Die Regelverlegetiefe im Leitungsraben außerhalb von Querungsbereichen beträgt 1,60 m (Nenntiefe Rohrachse unter GOK), die Rohrüberdeckung im Regelfall 1,30 m. Die

Rohrüberdeckung im Querungsbereich sowie die Abstände der einzelnen Schutzrohre zueinander resultiert aus der Entwurfsplanung für die Querung. Im Regelfall ist eine Querung im HDD-Verfahren (Horizontalbohrung) geplant.

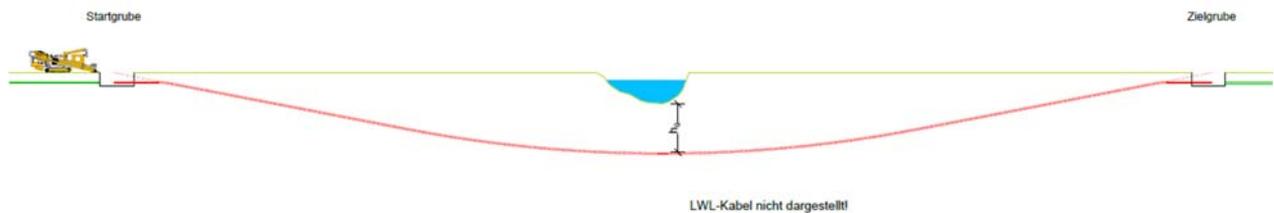


Abb. 2: Regelquerschnitt SuedOstLink-Trasse im Bereich einer Querung, hier: exemplarisch dargestellt an einer Gewässerquerung [21]

Aus thermischen Gründen wird der Leitungsquerschnitt in Abhängigkeit von der Tiefenlage unter GOK aufgefächert. Ausgehend vom Regelquerschnitt wird die Leitungsführung oberhalb der Querung aufgespreizt und unterhalb der Querung wieder zum Regelquerschnitt zusammengeführt.

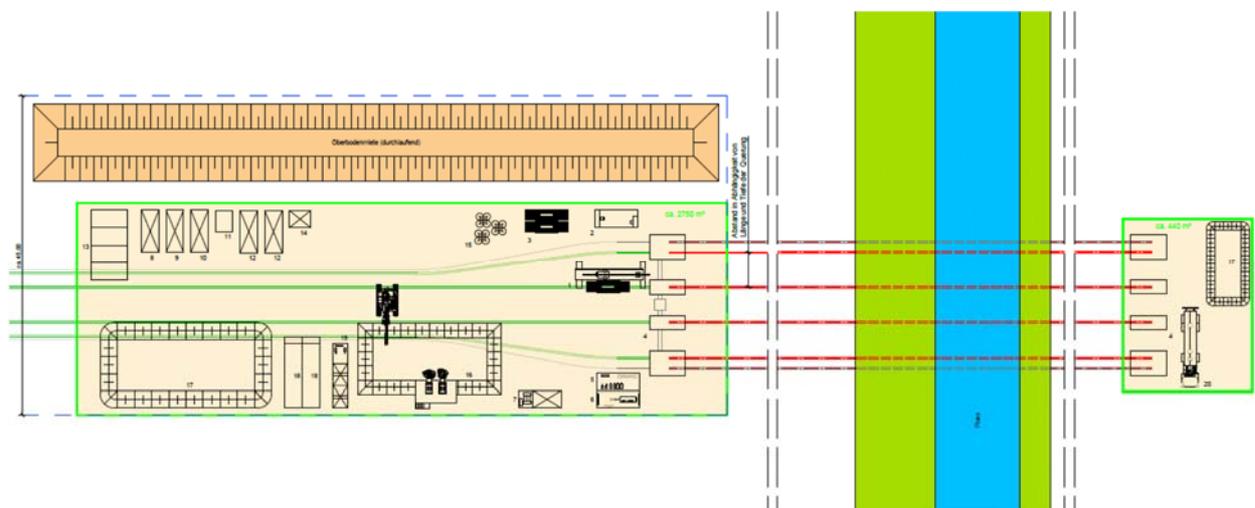


Abb. 3: Lageplan Leitungsführung SuedOstLink-Trasse im Bereich Gewässerquerung [19]

Die Festlegung der Tiefenlage der Leitungen im Querungsbereich ist Gegenstand der Entwurfsplanung.

## 8 Hinweise zur Bauausführung

Für das Gewerk Erdarbeiten (DIN 18300) werden folgende 6 Homogenbereiche in Abstimmung mit dem Auftraggeber differenziert:

Tabelle 11: Homogenbereiche Erdarbeiten

Homogenbereiche	
<b>ERD 0</b>	Mutterboden / Oberboden
<b>ERD 1</b>	Feinkörnige Böden (weicher ( $I_c \leq 0,75$ ) und breiiger Konsistenz) nach DIN 18196; Böden sind für den Wiedereinbau nicht geeignet
<b>ERD 2</b>	Feinkörnige Böden (mindestens steifer Konsistenz nach DIN 18196 ( $I_c > 0,75$ )); Böden sind zum Wiedereinbau geeignet
<b>ERD 3</b>	Gemischtkörnige Böden nach DIN 18196
<b>ERD 4</b>	Grobkörnige Böden nach DIN 18196
<b>ERD 5</b>	Festgestein

Hinweis: Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass bereichsweise der anstehende bindige Boden mit einer „weichen bis steifen“ Konsistenz angesprochen wird. In diesem Fall wurde mit dem Auftraggeber vereinbart, im Hinblick auf die Standsicherheit des anstehenden Bodens auf der sicheren Seite liegend diese Bereiche dem Homogenbereich „ERD 1“ gemäß Tabelle 5 zuzuordnen.

Für die Gewerke Horizontalbohrarbeiten (DIN 18324), Bohrarbeiten (DIN 18301), Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten werden im Abstimmung mit dem Auftraggeber die folgenden Homogenbereiche differenziert:

Tabelle 12: Homogenbereiche Horizontalbohrarbeiten

Homogenbereiche	
<b>HDD 1</b>	Lockergestein, sämtliche Lockergesteine, die nicht in den Bereich HDD 2 fallen
<b>HDD 2</b>	Lockergestein, Steine / Blöcke und Böden mit mindestens dichter Lagerung
<b>HDD 3</b>	Festgestein: Druckfestigkeit unterhalb der Grenze für HDD 4
<b>HDD 4</b>	Festgestein: Druckfestigkeit sehr hoch gemäß Tabelle 5 in DIN EN ISO 14689 (nur durch sehr viele Schläge mit dem Geologenhammer zu zerbrechen oder einaxiale Druckfestigkeit $> 100$ MPa)

Tabelle 13: Homogenbereiche Bohrarbeiten

Homogenbereiche	
<b>BOHR 1</b>	Lockergestein
<b>BOHR 2</b>	Festgestein: Druckfestigkeit unterhalb der Grenze für HDD 4
<b>BOHR 3</b>	Festgestein: Druckfestigkeit sehr hoch gemäß Tabelle 5 in DIN EN ISO 14689 (nur durch sehr viele Schläge mit dem Geologenhammer zu zerbrechen oder einaxiale Druckfestigkeit > 100 MPa)

Tabelle 14: Homogenbereiche Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten

Homogenbereiche	
<b>RAMM 1</b>	Lockergestein, sämtliche Lockergesteine, die nicht in den Bereich HDD 2 fallen
<b>RAMM 2</b>	Lockergestein, Steine / Blöcke und Böden mit mindestens dichter Lagerung

Welche der o. g. Homogenbereiche für den hier betrachteten Trassenabschnitt maßgebend sind, ist der Tabelle 15 bzw. der Tabelle 16 zu entnehmen.

Im Rahmen der Baugrundhaupteerkundung wurden fünf Bohrungen an Land und vier Wasserbohrungen auf einem Ponton zur Erkundung der Querung Q 18 (Querung der Donau bei Pfatter) abgeteuft. Die angetroffenen Baugrundverhältnisse sind in der Anlage 1 beschrieben. Die Baugrundcharakteristik und das daraus abgeleitete Baugrundmodell sind u. a. in den nachfolgenden Tabellen zusammengestellt.

Tabelle 15: Baugrundcharakteristik

Baugrundcharakteristik					
		Schicht 1	Schicht 2	Schicht 3	Schicht 4
		Oberboden	Auelehm	Auenablagerung, Sand und Kies	Tonstein / Schluffstein Regensburger Grünsandstein
Homogenbereich		ERD 0	ERD 1 / HDD 1	ERD 4 / HDD 2	ERD 5 / HDD 3
Teufenbereich (Bohrungen an Land)		B1 0-0,3 m B2 entfällt B3 0-0,2 m B8 0-0,2 m B9 0-0,2 m	B1 0,3-2,2 m B2 0-3,0 m B3 0,2-2,5 m B8 0,2-3,7 m B9 0,3-5,4 m	B1 5,2-13,1 m B2 3,0-10,0 m B3 2,5-12,5 m B8 3,7-12,4 m B9 5,4-12,0 m	B1 >13,1 m B2 >10,0 m B3 >12,5 m B8 >12,4 m B9 >12,0 m
Teufenbereich (Wasserbohrungen)	B4 2,95 m (Sohle) B5 3,55 m (Sohle) B6 3,35 m (Sohle) B7 2,25 m (Sohle)			B4 2,95-9,15 m B5 3,55-8,55 m B6 3,35-8,25 m B7 2,25-7,25 m	B4 >9,15 m B5 >8,55 m B6 >8,25 m B7 >7,25 m
Körnung nach Bohrbefund		U,fs,h / fS,u,h	U,fs,t	S,x,g / G,s,x	
Bodengruppe DIN 18196		OH	ST	SW, GW, GI	
Symbolschlüssel nach Geologie, LBEG [33]					$\wedge_t, \wedge_u, \wedge_{fs}$
Bodenklasse DIN 18300 (alt)		1	5	5, (3)	6
Boden- und Felsklasse DIN 18301 (alt)				BN 1	FD 1
Boden- und Felsklasse DIN 18319 (alt)				LNW 2, LNW 3	FZ 1
Lagerungsdichte/ Konsistenz nach Feldbefund / Druckfestigkeit			weich	mitteldicht-dicht	gering

Tabelle 16: Baugrundmodell / Parameter

Baugrundmodell / Parameter					
Eigenschaften/ Merkmal	Einheit	Schicht 1	Schicht 2	Schicht 3	Schicht 4
Homogenbereich		ERD 0	ERD 1 / HDD 1	ERD 4 / HDD 2	ERD 5 / HDD 3
geologische Bezeichnung		Oberboden	Auelehm	Auenablagerung, Sand und Kies	Tonstein / Schluffstein Regensburger Grünsandstein
Konsistenz/Lagerungsdichte			weich	mitteldicht-dicht	gering
einaxiale Druckfestigkeit	MN/m <sup>2</sup>				8,78 / 17,13 (Messwerte) 8 - 20
axialer Punktlastindex I <sub>S(50)</sub>	MN/m <sup>2</sup>				0,67 (Messwert)
Wichte γ	kN/m <sup>3</sup>	15,5	19 - 21	21	21 (s)/18 (t,u)
Wichte unter Auftrieb γ'	kN/m <sup>3</sup>	5	10 - 12	11	11 (s)/9 (t,u)
Reibungswinkel	°		30 - 32	32,5 - 35	35 (s)/25 (t,u)
Wassergehalt	%		ca. 20		
Fließgrenze w <sub>l</sub> /Ausrollgrenze w <sub>p</sub>			21,9 / 29,6 (Messwerte)		
Kohäsion, undrainiert c <sub>u</sub>	kN/m <sup>2</sup>				
Kohäsion, drainiert c'	kN/m <sup>2</sup>		0 - 7		
thermische Leitfähigkeit	W / K*m		2,0 - 2,2 (trocken) 0,8 - 1,0 (gesättigt)	2,0 - 2,2 (trocken) 0,8 - 1,0 (gesättigt)	0,5 - 0,6 (trocken) 3,2 - 3,6 (gesättigt)
Steifemodul E <sub>s</sub>	MN/m <sup>2</sup>		5 - 30	80 - 120	
Cerchar Abrasivitäts-Index CAI					1,0 - 1,2 (niedrig)
Abrasivität LAK	g/t		250 - 500 (abrasiv)	500 - 1250 (stark abrasiv)	260 (Messwert)

Die im Baugrundmodell angegebenen Werte sind jeweils charakteristische Werte. Das Vorhaben wird nach DIN EN 1997-1 der Geotechnischen Kategorie 2 (GK 2) zugeordnet.

Eine Querung der Donau unterhalb der Schleusenanlage Geisling ist sowohl im HDD-Verfahren als auch im geschlossenen Rohrvortrieb (Microtunnelling) möglich. Bei einer Unterfahrung im HDD-Verfahren sollte die Lage der Bohrlinie so konzipiert werden, dass im Bereich unter der Donau eine Führung in den Schichten des Ton- / Schluffstein bzw. Regensburger Grünsandstein erfolgt. Eine Trassierung innerhalb der grobkörnigen Kiesschichten bleibt auf die absteigenden und ansteigenden Äste nördlich und südlich der Donau begrenzt. Bei einer Querung im Microtunnelling-Verfahren ist eine Trassierung sowohl in den grobkörnigen Schichten oberhalb des Festgesteinshorizontes als auch im Festgestein wie beim HDD-Verfahren möglich.

## 8.1 Wasserhaltung

Im Bereich der Donauniederung ist ganzjährig mit hoch anstehendem Grundwasser, ohne größere jahreszeitliche Schwankungen zu rechnen. Gesonderte Maßnahmen zur Wasserhaltung im Bereich von Start- oder Zielbaugruben werden bei einer Unterfahrung der Donau im HDD-Verfahren erforderlich. Die erforderlichen Erdarbeiten zur Herrichtung von Start- und Zielbaugruben sowie die Arbeiten zum Anschluss der Verlegebereiche im offenen Rohrgraben an die Querung (Koppelungspunkte) bleiben auf Aushubtiefen bis ca. 2,5 m unter GOK begrenzt, so dass eine geschlossene Wasserhaltung und Grundwasserabsenkung ein geeignetes Verfahren darstellen.

Bei der Wahl eines gesteuerten Rohrvortriebsverfahrenes (Microtunnelling) werden südlich und nördlich der Donau Schachtbauwerke großer Tiefe als Start- und Zielschacht erforderlich. Die Arbeiten zur Herstellung dieser Schachtbauwerke stellen aufwändige Tiefbauarbeiten dar, die in das Grundwasser eingreifen. Die Start- und Zielschächte sind als wasserdichte begehbare Bauwerke zu konzipieren. Hierfür stehen verschiedene Verfahren des Spezialtiefbaus zur Verfügung, die jeweils individuell an die Bauaufgabe angepasst werden müssen (z.B. Senksten, gespundete Baugrube, Schlitzwand). Eine großflächige Absenkung des Grundwasserspiegels für eine trockene Baugrube zur Herstellung der Schachtbauwerke ist mit wirtschaftlichem Aufwand nicht möglich.

## 8.2 Felddränagen

Informationen über Felddränagen im Bereich der vorgesehenen Querung liegen uns nicht vor. Bei Antreffen von Dränageleitungen ist deren Funktion nach Abschluss der Verlegearbeiten wieder herzustellen.

## 8.3 Offene Bauweise - Kabelverlegung und Rückverfüllung

Es ist geplant, die Kabel der einzelnen Teilsysteme in Leerrohre im offenen Rohrgraben zu verlegen. Nach derzeitigem Informationsstand ist die Verwendung von Leerrohren mit einem Durchmesser von  $d_a = 280$  mm geplant. Für die Verlegearbeiten sollte die Taktung so gewählt werden, dass die Länge des vorzuhaltenden offenen Rohrgrabens minimiert wird. Die Grabensohle muss eben und ausreichend tragfähig sein. Durch Wasserzutritt aufgeweichte Abschnitte sind auf der gesamten Grabenbreite auszutauschen, aufgelockerte Bereiche nachzuverdichten.

Die Verlegung der Kabelleerrohre sollte sich am technischen Regelwerk zur Verlegung von Abwasser- oder Trinkwasserleitungen (z.B. DIN EN 1610, DIN EN 805) orientieren.

Die Verfüllung der Kabelgräben sollte entsprechend der Anforderungen an die Folgenutzung der Flächen im Trassenkorridor erfolgen. Eine weitgehende Nutzung des Aushubbodens zur Verfüllung ist anzustreben. Hierfür vorgesehener Boden und zur Entsorgung vorgesehener Überschussboden sind separat in Mieten zu lagern und vor Durchfeuchtung zu schützen. Aufgeweichter Boden ist auszusondern.

Nach unserer Einschätzung ist Aushubboden der Einbauklasse 0 zu erwarten (vgl. Kap. 5.4.4). Im Zuge der Baumaßnahme wird es erforderlich, zur Entsorgung vorgesehener Boden nach LAGA TR Boden 1997 an Lockersedimenten zu untersuchen und entsprechend zu deklarieren.

Die Möglichkeit zur Verwendung von Aushubboden zum Einbau in der Leitungszone und/oder als Bettungsmaterial bzw. zur Verwendung als Komponente zur Herstellung eines Bettungsmaterials ist von der Kornverteilung sowie den thermischen Eigenschaften des Bodens abhängig. Konzeptionell ist vorgesehen, den anstehenden Boden im Rahmen der Baumaßnahme zur Bettung der Kabelleerrohr zu verwenden. Die Verwendung von Austauschmaterial zur Kabelbettung soll weitestgehend minimiert werden und auf Ausnahmen begrenzt bleiben.

## **8.4 Baugruben- und Grabensohlen**

Die Grabensohle muss eben und ausreichend tragfähig sein. Durch Wasserzutritt aufgeweichte Abschnitte sind auf der gesamten Grabenbreite auszutauschen, aufgelockerte Bereiche nachzuverdichten. Eine ausreichende Tragfähigkeit ist gegeben, wenn ein  $EV_2$ -Wert  $> 30 \text{ MN/m}^2$  nachgewiesen werden kann.

## **8.5 Bauverfahren**

### **8.5.1 Grabenlose Bauweise - Horizontalbohrungen**

Das HDD-Verfahren ist ein steuerbares Spülbohrverfahren, bei dem zunächst über die gesamte Verlegestrecke eine Pilotbohrung mit einem gesteuerten Gestänge erfolgt, die in der Folge in mehreren Durchgängen aufgeweitet wird. Das Einziehen des Rohrstrangs (hier: Kabelleerrohr) erfolgt nach Aufweitung rückschreitend. Die Aufweitung richtet sich nach den einzuziehenden Produktrohren und den Vorgaben des DCA [15]. Der Ringraum zwischen Rohrstrang und Bohrlochwandung wird hier durch eine Bentonitsuspension gestützt. Die Auslegung der Bohrspülung erfolgt abgestimmt auf die Verlegetiefe und das entlang der Bohrung anstehende Erdreich.

Die Horizontalbohrungen sind so zu dimensionieren, dass Spülsaustritte an der Geländeoberkante nicht zu besorgen sind. Die Gradienten des Bohrkanals ergibt sich u. a. unter Berücksichtigung folgender Kriterien:

- Baugrundverhältnisse
- Maximal zulässige magnetische Flusssdichte an der Geländeoberfläche
- Thermische Eigenschaften des in der Verlegeebene anstehenden Erdreichs
- Maximaler Spülungsdruck
- Maximal mögliche Biegeradien

Bei der hier betrachteten Querung ist mit folgenden Randbedingungen zu rechnen, die eine HDD-Bohrung erschweren können:

- Lockermaterial (Kies) mit hoher hydraulischer Durchlässigkeit

Entsprechend der DCA-Richtlinien wird eine HDD-Bohrung in grobkörnigen Böden sowie eine Bohrung im Festgestein als schwierig eingestuft. Eine derartige Konstellation ist hier gegeben.

Die Führung der Bohrlinie sollte im Bereich der Donau vollständig innerhalb des Festgesteins (Tonstein / Schluffstein, Regensburger Grünsandstein) mit ausreichendem Abstand zur Schichtgrenze Festgestein / Lockergestein geführt werden. Der minimale Abstand zwischen Gewässersohle und Festgesteinshorizont kann mit ca. 5,0 m beziffert werden. Hieraus resultiert eine Bohrlinie von ca. 11,0 m unter dem Wasserspiegel der Donau bzw. 14 m unter GOK bezogen auf das nördlich und südlich angrenzende Gelände der Donauaue. Informationen über die Lage der Gewässersohle im Bereich der Donauquerung können aus der Peilung der Gewässersohle in Zusammenhang mit der Ausführung der Wasserbohrungen auf der Donau entnommen werden (vgl. Anlage 6).

In dieser Tiefenlage ist mit einer durchgängigen Bohrlinie im Festgestein zu rechnen, so dass eine Führung durch grobkörnige Sand- und Kiesschichten auf die ansteigenden und abfallenden Äste am Bohreintritts- und Bohraustrittspunkt begrenzt bleiben. Durch den geländeparallelen Verlauf der Schichtgrenze wird eine Durchörterung der Grenze in einem spitzen Winkel erforderlich.

An der Querung Q 18 stehen entlang der voraussichtlichen Bohrlinie Tonstein / Schluffstein und Regensburger Grünsandstein an. Die Schichtgrenze Lockergestein / Festgestein verläuft weitgehend geländeparallel. Die durchgeführten felsmechanischen Untersuchungen weisen für die untersuchten Gesteinsproben eine niedrige Abrasivität und entsprechend geringen Verschleiß aus.

Folgende Werte können hier angesetzt werden:

- ICPC-Abrasivitäts-Koeffizient (LAK) 250 - 500 g/t
- Cerchar Abrasivitätsindex (CAI) hier: 1,0 – 1,2

In den grobkörnigen Sand- und Kiesschichten ist hervorgerufen durch die mineralische Zusammensetzung der Sand- und Kieskörner von einer deutlich höheren Abrasivität und damit verbunden von einem höheren Verschleiß auszugehen.

- ICPC-Abrasivitäts-Koeffizient (LAK) 500 - 1250 g/t

### **8.5.2 Grabenlose Bauweise – gesteuerte Rohrvortriebsverfahren / Microtunnelling**

Technisch gleichwertig zu einer Querung im HDD-Verfahren ist eine Ausführung der Querung im gesteuerten Rohrvortriebsverfahren (Microtunnelling). Bei der hier erforderlichen Vortriebslänge von ca. 600 m kommt als unbemanntes steuerbares Verfahren ein Mikrotunnelbau mit Spülförderung in Frage. Diese Verfahrenstechnik kann in Festgestein und in grobkörnigen Böden für die hier erforderliche Vortriebslänge eingesetzt werden.

Das Schneidrad des Vortriebsschildes baut den Boden an der flüssigkeitsgestützten Ortsbrust vollflächig ab. Zum Stützen der Ortsbrust wird in Lockergesteinsformationen eine Bentonit-Suspension verwendet. In der Brecherkammer vermischt sich das Bohrgut mit dem Transportmedium. Durch die Drehbewegung des Schneidrades und der dahinterliegenden Flügel erfolgt ein Brechen des Abbaumaterials auf förderfähige Größe. Der Antrieb des Schneidrades befindet sich im Vortriebsschild. Die Auswahl des Schneidrades / des Bohrkopfes erfolgt angepasst an die Geologie.

Die hydraulische Bodenförderung erfolgt kontinuierlich. Das Boden-Wasser-Gemisch / Boden-Bentonit-Gemisch gelangt über eine Förderleitung nach über Tage auf eine Separieranlage. Das Transportmedium Wasser bzw. die Bentonitsuspension verbleibt im geschlossenen Kreislauf.

Ein Mikrotunnelbau mit Spülförderung erfordert eine Startgrube, in der oder an der die gesamte Vortriebstechnik installiert wird sowie eine Zielgrube, aus der der Bohrkopf nach Abschluss der Vortriebsarbeiten geborgen werden kann. Start- und Zielgruben können in der Regel nach Abschluss der Bohrung als Kopflöcher zum Anschluss der oberhalb und unterhalb der Querung verlegten Rohrstränge an die Querung genutzt werden.

Eine Startgrube ist hier als ein wasserdichtes begehbare Schachtbauwerk (z.B. Senkkasten, gespundete Baugrube) herzustellen. Die Ausgestaltung der kleineren Zielgrube ist abhängig von den jeweiligen Örtlichkeiten. Die Lage der Baugrubensohle beider Gruben ergibt sich aus der Tiefenlage der Rohrachse unter GOK und den Abmessungen der Vortriebstechnik.

## 8.6 Bohrspülung

Die Bohrspülung ist eine Suspension, bestehend aus Wasser, Bentonit und ggf. Additiven und muss bei HDD-Bohrungen folgende Aufgaben erfüllen:

- Stabilisierung und Abdichtung der Bohrlochwand
- Austrag des Bohrkleins
- Verhinderung der Sedimentation von Bohrklein bei Unterbrechungen und Stillständen
- Reinigung des Bohrloches

Das Wasser-Bentonit-Gemisch weist eine geringfügig höhere Dichte als Wasser auf. Durch die Beaufschlagung mit Bohrklein nimmt die Dichte der Suspension im Bohrbetrieb zu. Der pH-Wert der Suspension sollte im basischen Bereich zwischen einem pH-Wert von 8,0 und 10,0 liegen [15], [18].

Die Viskosität der Bohrspülung ist auf den Baugrund abzustimmen. Messgröße für die Viskosität bei der Auslegung der Bohrspülung ist die Trichterauslaufzeit (TAZ) nach Marsh. Richtwerte für die hier in der Verwitterungszone anstehenden kiesige Böden (Klassifikation GU\* nach DIN 18196) ist ein TAZ-Wert  $> 80$  s (Vergleichswert  $TAZ_{\text{Wasser}} = 28$  s).

Beim Microtunnelling dient die Bentonit-Suspension zur Herabsetzung der Mantelreibung und zur Verdämmung des Ringspaltes zwischen Vortriebsrohr und umgebenden Erdreich. Die Kriterien für die Festlegung der Rezeptur sind beim Microtunnelling und beim HDD-Verfahren gleich.

## 8.7 Kategorisierung der Bohrung

Entsprechend der Technische Richtlinien des DCA, Informationen und Empfehlungen für Planung, Bau und Dokumentation von HDD-Projekten, kann die Horizontalbohrung als Kategorie K 3 komplexes Projekt kategorisiert werden. Der empfohlene Aufwand zur Erkundung der Baugrundverhältnisse nimmt von Kategorie K 1 zu Kategorie K 3 zu.

Für eine Querung der Donau im gesteuerten Rohrvortrieb (Microtunnelling) liegen keine Kriterien für eine Kategorisierung analog zu den DCA-Richtlinien vor. Eine Anwendung der DCA-Kriterien ist nach unserer Einschätzung nur orientierend möglich.

## 8.8 Weitere Bodenuntersuchungen im Zuge der Ausführungs- und Werksplanung

Entsprechend der Empfehlungen des DCA sollten als Grundlage im weiteren Planungsverlauf folgende Angaben für Ausschreibung und Werksplanung gegeben werden:

Angaben zur Lokalität:

- Beschreibung der topographischen Verhältnisse
- Angaben zur Standorthistorie
- Daten zu Wasserspiegellagen und Wasserspiegelschwankungen
- Klimadaten

Verfahrensunabhängig sind bei einer Ausführung der Querung im Microtunneling dieselben Angaben notwendig.

Entsprechend der Technischen Richtlinien des DCA, Informationen und Empfehlungen für Planung, Bau und Dokumentation von HDD-Projekten [15], repräsentiert ein Bodenaufschluss eine Trassenbreite von ca. 10 m und einen Trassenabschnitt von max. 100 m. Eine Anwendung der DCA-Empfehlungen bei Ausführung im gesteuerten Rohrvortrieb / Microtunneling wie hier beschrieben ist nach unserer Einschätzung möglich.

Das Baugrundprofil kann aus neun abgeteufte Erkundungsbohrungen entlang der Achse im Trassenkorridor abgeleitet werden. Ob der hieraus abgeleitete Längsschnitt für die gesamte Querung angesetzt werden kann, ist auf Basis der vorliegenden Erkundungsergebnisse nicht zu beurteilen. Hilfsweise wird angenommen, dass im Bereich der Querung Q 18 ein weitgehend ähnliches Baugrundprofil im Querschnitt über die gesamte Breite der Leitungstrasse von ca. 45 m zu erwarten ist. Die Querschnittsbreite der Querung Q 18 resultiert hier aus der planerischen Überdeckung der Leitungstrasse und den daraus abgeleiteten Mindestabständen der einzelnen Bohrungen zueinander.

Im Gegensatz zum HDD-Verfahren ist ein Mikrotunnelbau mit Spülförderung mit aufwändigeren Erdarbeiten zur Herstellung der Start- und Zielgruben, ggf. in Kombination mit Arbeiten zur Grundwasserabsenkung, verbunden. Details zu einer Unterfahrung der Donau im gesteuerten Rohrvortrieb liegen uns aktuell nicht vor. Wir gehen davon aus, dass bei einem weitgehend einheitlichen Baugrundprofil auf einer Breite von ca. 45 m sich für eine Realisierung der Querung im gesteuerten Rohrvortrieb keine neuen Sachverhalte ergeben werden.

Im weiteren Planungsverlauf sind nach unserer Einschätzung keine weiteren Bodenaufschlüsse erforderlich.

## **8.9 Bewertung der Untersuchungsergebnisse**

Beide beschriebenen Verfahrenstechniken sind geeignete Bauweisen zur Realisierung der hier in Rede stehenden Querung der Donau. Bei einem Mikrotunnelbau kann die Tunnelachse sowohl im Festgestein als auch in den grobkörnigen Sanden und Kiesen geführt werden kann. Eine Durchörterung von Schichtgrenzen kann unterbleiben. Die Länge der Bohrung wird durch die

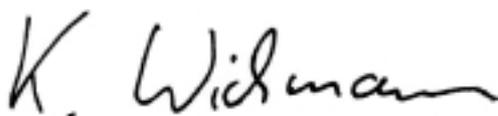
Position von Start- und Zielschacht definiert. Die Bauwerke sollten außerhalb der durch Hochwasserschutzanlagen eingefassten Bereiche errichtet werden. Eine Trassierung der Tunnelachse in den grobkörnigen Sand- und Kiesschichten erfordert flachere Start- und Zielschächte und bietet von daher gegenüber einer Trassierung in den im Liegenden folgenden Sedimenten wirtschaftliche Vorteile, technisch sind diese beiden Varianten als gleichwertig einzuschätzen. Den flacheren Schachtbauwerken steht bei einer Trassierung in den Sanden und Kiesen ein möglicher höherer Verschleiß der Bohrwerkzeuge entgegen.

Bei einer HDD-Bohrung sind die Risiken für insgesamt sechs parallel zueinander angeordnete HDD-Bohrungen (4 Schutzrohre für Kabel zur HGÜ-Übertragung, 2 Schutzrohre für Lichtwellenleiter) gegenüber einer Querung der Donau im Microtunnelling abzuwägen. Die Risiken resultieren aus folgenden Sachverhalten:

- Verfahrenstechnik (z.B. Präzision der Bohrkopfsteuerung, Dimensionierung der Bohrspülung)
- Durchhörtern der Schichtgrenze grobkörnige Sande und Kiese / Festgestein (Tonstein / Schluffstein und Regensburger Grünsandstein)
- Führung der Bohrlinien in den ansteigenden und abfallenden Ästen in grobkörnigen Sanden und Kiesen hoher Durchlässigkeit sowie Stabilisierung des Bohrkanals im Zuge des Aufweitens und Räumens

Braunschweig, den 13.05.2022

**ICP Braunschweig GmbH**



Dipl.-Ing.-Knut Wichmann

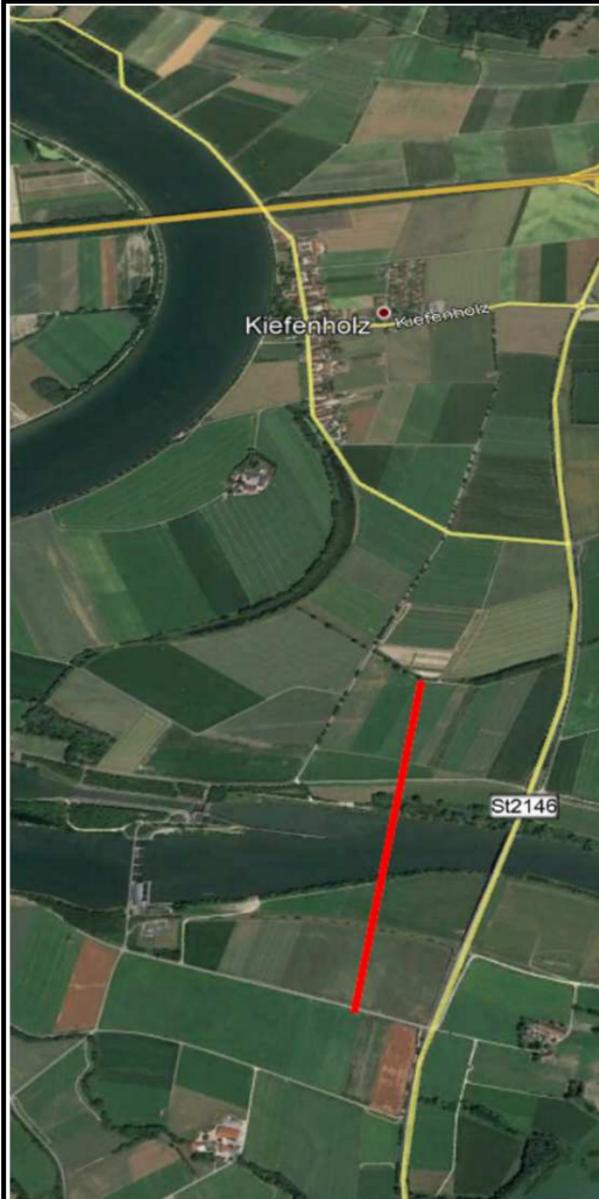


Dipl.-Ing. Wolf-Dietrich Brunwig

# Anlage 1

**Erkundungsdokumentation  
Donauquerung bei Pfatter**

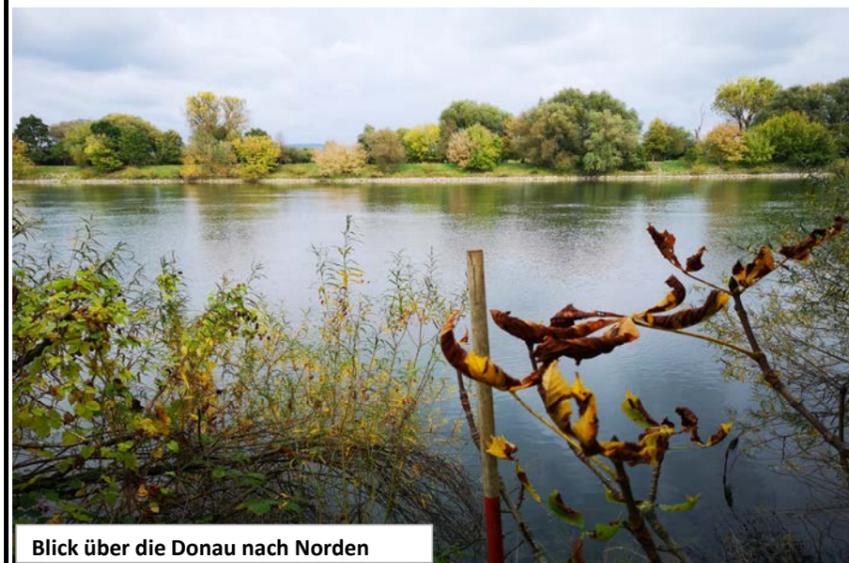
I Standort Querung Q 18



II Fotos vom Standort



Blick über die Donau nach Süden



Blick über die Donau nach Norden

Bohrdatum	42. KW 2020 - 04. KW 2021	Bohrmeister	Kipping
-----------	---------------------------	-------------	---------

IV Weitere Anmerkungen

**Nach digitaler geologischer Karte dGK 25:** Ältere Auenablagerung (Jüngere Postglazialterrasse 1), Sand und Kies, z. T. unter Flusslehm oder Flussmergel; Flussschotter, mittelholozän (Mittlere Postglazialterrasse 2), Kies, wechselnd sandig, steinig; Jüngste Auenablagerung (Jüngere Postglazialterrasse 3), Sand und Kies, z. T. unter Flusslehm oder Flussmergel

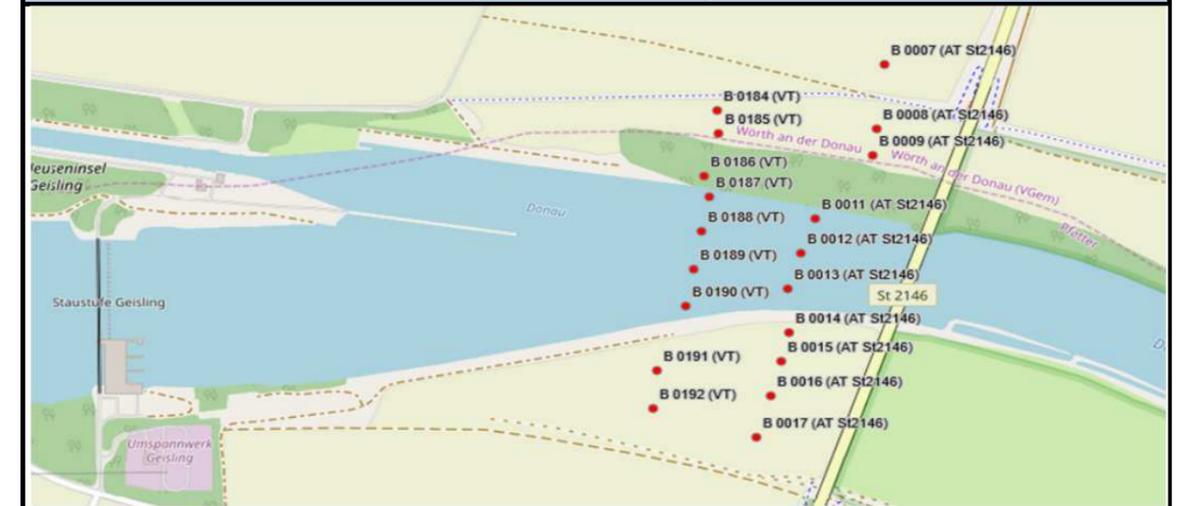
**Nach hydrogeologischer Karte HK 100:** Kies und Sand in wechselnder Zusammensetzung; Mächtigkeit bis max. 20 m, ergiebiger, wasserwirtschaftlich lokal bedeutender Poren-Grundwasserleiter mit hoher bis sehr hoher Durchlässigkeit, sehr geringes Filtervermögen, bei erhöhtem Feinkornanteil auch hohes Filtervermögen

III Aufschlüsse

Direkte Baugrundaufschlüsse							
Rammkernsondierung		Schneckenbohrung		Rotationskernbohrung		Schürfe	
Anzahl	Tiefe (m)	Anzahl	Tiefe (m)	Anzahl	Tiefe (m)	Anzahl	Tiefe (m)
				9	6 * 15 3 * 20		
Indirekte Aufschlüsse				Ausbau GW-Messpegel / GWM			
schwere Rammsondierung		Drucksondierung CPT-Tests		Bezeichnung	Tiefe (m)	Bezeichnung	Tiefe (m)
Anzahl	Tiefe (m)	Anzahl	Tiefe (m)				
		4	8,04; 8,08 8,12; 11,28				
Probennahme							
Bodenproben			Wasserproben		Analytik Grundwasser		
ungestörte Proben	gestörte Proben	Kerne			Betonaggressivität	Stahlkorrosivität	LAWA
	13	4					
Laboruntersuchungen / Analytik Boden							
Siebanalyse	Schlamm-analyse	Konsistenz	Glühverlust	CU-Triaxial-versuch	LAGA	Betonaggressivität & Stahlkorrosivität	
7	3	1			2		

2 Bestimmungen des Kalk- und Sulfatgehaltes, 5 Bestimmungen der thermischen Leitfähigkeit, 2 Bestimmungen des CAI + der LCPC-Abrasivität + Druckversuche, 1 Bestimmung der Quelldehnung + Punklastindex

IV Lageplan Standort Querung Q 18



bearbeitet	Plandatum	Auftragsnummer	Version	Anlagennummer
Brunswig	17.05.2021	4529069685	rev 00	1.1

Projekt:	Auftraggeber:
1800-08 SuedOstLink D2 Baugrunderkundung	

VI Baugrundcharakteristik				
	Schicht 1	Schicht 2	Schicht 3	Schicht 4
	Oberboden	Auelehm	Auenablagerung, Sand und Kies	Tonstein / Schluffstein Regensburger Grünsandstein
Homogenbereich	ERD 0	ERD 1 / HDD 1	ERD 4 / HDD 2	ERD 5 / HDD 3
Teufenbereich (Bohrungen an Land)	B1 0-0,3 m	B1 0,3-2,2 m	B1 5,2-13,1 m	B1 >13,1 m
	B2 --	B2 0-3,0 m	B2 3,0-10,0 m	B2 >10,0 m
	B3 0-0,2 m	B3 0,2-2,5 m	B3 2,5-12,5 m	B3 >12,5 m
	B8 0-0,2 m	B8 0,2-3,7 m	B8 3,7-12,4 m	B8 >12,4 m
Teufenbereich (Wasserbohrungen)	B4 2,95 m (Sohle)		B4 2,95-9,15 m	B4 >9,15 m
	B5 3,55 m (Sohle)		B5 3,55-8,55 m	B5 >8,55 m
	B6 3,35 m (Sohle)		B6 3,35-8,25 m	B6 >8,25 m
	B7 2,25 m (Sohle)		B7 2,25-7,25 m	B7 >7,25 m
Körnung nach Bohrbefund	U,fs,h / fs,u,h	U, fs,t	S,x,g / G,s,x	
Bodengruppe DIN 18196	OH	ST	SW, GW, GI	
Symbolschlüssel nach Geologie, LBEG [33]				$\wedge_t, \wedge_u, \wedge_{fs}$
Bodenklasse DIN 18300 (alt)	1	5	5, (3)	6
Boden- und Felsklasse DIN 18301 (alt)			BN 1	FD 1
Boden- und Felsklasse DIN 18319 (alt)			LNW 2, LNW 3	FZ 1
Lagerungsdichte/ Konsistenz nach Feldbefund / Druckfestigkeit		weich	mitteldicht-dicht	gering

Durchlässigkeitsbeiwerte $k_f$		$5 \cdot 10^{-7} - 2 \cdot 10^{-5}$ m/s	max. $1 \cdot 10^{-2}$ m/s	
Verdichtbarkeitsklasse		V 1		
Frostempfindlichkeitsklasse		F 2		

1) nach Erfahrungswerten

VII Laborergebnisse

siehe Anlagenblätter

VIII Empfehlungen zur Bauausführung	
Bauverfahren	Unterqueren der Donau, vorzugsweise im Microtunneling, alternativ im HDD-Verfahren, 4 parallele Röhre da 280 mm + 2 Leerrohr da 160 mm, angeordnet entsprechend Darstellung in [19], [21]
Erdbau	Temporäre Baustraßen z.B. Schotter 0/45 oder Mineralgemisch 0/32, eingebaut auf Geotextil mind. GRK 4; Baustraße mit Dachprofil, Ableitung von Oberflächenwasser ins Gelände, alternativ mobile Baustraße aus Einzelelementen.
Baugrubenverbau	Microtunneling: Start- und Zielschächte als wasserundurchlässige, begehbare Schachtbauwerke, Ausführung mit Verfahren des Spezialtieftbaus (z.B. Senkkästen)  HDD-Verfahren: Start- und Zielbaugruben bei Aushubtiefen >1,25 m seitlich abbochen, Böschungswinkel 45°; Positionierung des Bohr-Rigs an der Geländeoberkante; Befestigung des Bohrplatzes und des Umfeldes analog zur Herstellung von Baustraßen
Wasserhaltung	ganzjährig hoch anstehendes Grundwasser, geschlossene Wasserhaltung und GW-Absenkung bei der Herstellung von Baugruben erforderlich; Absenktiefe 0,5 m unter Aushubsohle
Baugrubenaushub & Kontamination	nördlich und südlich der Donau landwirtschaftliche Nutzung, Acker; alle Flächen organoleptisch unauffällig (orientierend Einbauklasse 0 nach LAGA TR Boden), Überschussboden nach LAGA deklarieren und entsorgen

Restriktionen	
Keine	
Allgemeine Angaben	
Erdbebenzone nach DIN/EN1998-1/NA:2011	
Untergrundklasse	
Baugrundklasse	-
Windzone	1
Schneelastzone	3
Frostzone	III
geot. Kategorie	GK 2

IX Baugrundmodell / Parameter					
Eigenschaften/ Merkmal	Einheit	Schicht 1	Schicht 2	Schicht 3	Schicht 4
geologische Bezeichnung		Oberboden	Auelehm	Auenablagerung, Sand und Kies	Tonstein / Schluffstein Regensburger Grünsandstein
Konsistenz/Lagerungsdichte			weich	mitteldicht-dicht	gering
einaxiale Druckfestigkeit	MN/m <sup>2</sup>				8,78 / 17,13 (Messwerte) 8 - 20
axialer Punktlastindex $I_{p(50)}$	MN/m <sup>2</sup>				0,67 (Messwert)
Wichte $\gamma$	kN/m <sup>3</sup>	15,5	19 - 21	21	21 ( $\wedge_s$ ) / 18 ( $\wedge_t, \wedge_u$ )
Wichte unter Auftrieb $\gamma'$	kN/m <sup>3</sup>	5	10 - 12	11	11 ( $\wedge_s$ ) / 9 ( $\wedge_t, \wedge_u$ )
Reibungswinkel	°		30 - 32	32,5 - 35	35 ( $\wedge_s$ ) / 25 ( $\wedge_t, \wedge_u$ )
Wassergehalt	%		ca. 20		
Fließgrenze $w_p$ /Ausrollgrenze $w_p$			21,9 / 29,6 (Messwerte)		
Kohäsion, undrainiert $c_u$	kN/m <sup>2</sup>				
Kohäsion, drainiert $c'$	kN/m <sup>2</sup>		0 - 7		
thermische Leitfähigkeit	W / K*m		2,0 - 2,2 (trocken) 0,8 - 1,0 (gesättigt)	2,0 - 2,2 (trocken) 0,8 - 1,0 (gesättigt)	0,5 - 0,6 (trocken) 3,2 - 3,6 (gesättigt)
Steifemodul $E_s$	MN/m <sup>2</sup>		5 - 30	80 - 120	
Cerchar Abrasivitäts-Index CAI					1,0 - 1,2 (niedrig)
Abrasivität LAK	g/t		250 - 500 (abrasiv)	500 - 1250 (stark abrasiv)	260 (Messwert)

X Standort							
Standort	ETRS 89/UTM Zone 32N		GOK	Standort	ETRS 89/UTM Zone 32N		GOK
	Rechtswert	Hochwert	m NNN		Rechtswert	Hochwert	m NNN
Q 18 B 1/ B 0184	32U745399	5430393,00	324,01	Q 18 B 5/ B 0188	32U745388	5430230,00	320,19
Q 18 B 2/ B 0185	32U745403	5430362,00	323,92	Q 18 B 6/ B 0189	32U745381	5430179,00	320,19
Q 18 B 3/ B 0186	32U745388	5430305,00	322,96	Q 18 B 7/ B 0190	32U745375	5430130,00	320,19
Q 18 B 4/ B 0187	32U745395	5430278,00	320,19	Q 18 B 8/ B 091	32U745344	5430041,60	323,78
				Q 18 B 9/ B 012	32U745342	5429991,37	323,83
B 0327 (CPT-Test)	32U745456,99	5430487,50	323,74	B 0329 (CPT-Test)	32U745382,51	5429902,44	323,82
B 0328 (CPT-Test)	32U745420,88	5430462,48	323,85	B 0330 (CPT-Test)	32U745329,22	5429872,10	323,81

XI Standortmerkmale	
Hydrologie	15390 „Donau von Verzweigung GEWKZ 15392 bis Alte Donau“
GWL	wasserwirtschaftlich lokal bedeutender Poren-Grundwasserleiter mit hoher bis sehr hoher Durchlässigkeit
GW-Stand angetroffen (m u. GOK)	B1 2,6 m (321,4); B2 3,2 m (320,7); B3 2,8 m (320,2); B8 und B9 4,0 m (319,8)
GW-Stand in Ruhe (m u. GOK)	B1 2,15 m (321,9); B2 2,5 m (321,4); B3 1,53 m (321,5); B8 4,0 m (319,8); B9 4,0 m (319,8)
Bemessung (m u. GOK)	B1-B3 323,0 (nördl. Donau); B8-B9 321,0 (südl. Donau)
Relief	eben ohne Höhenunterschiede
Hangneigung (%)	0%

bearbeitet	Plandatum	Auftragsnummer	Version	Anlagennummer
Brunswig	17.05.2021	4529069685	1	1.2

Projekt: 1800-08 SuedOstLink D2 Baugrunderkundung

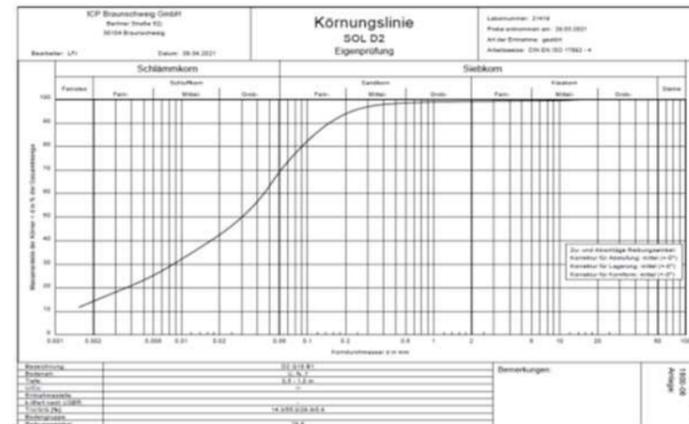
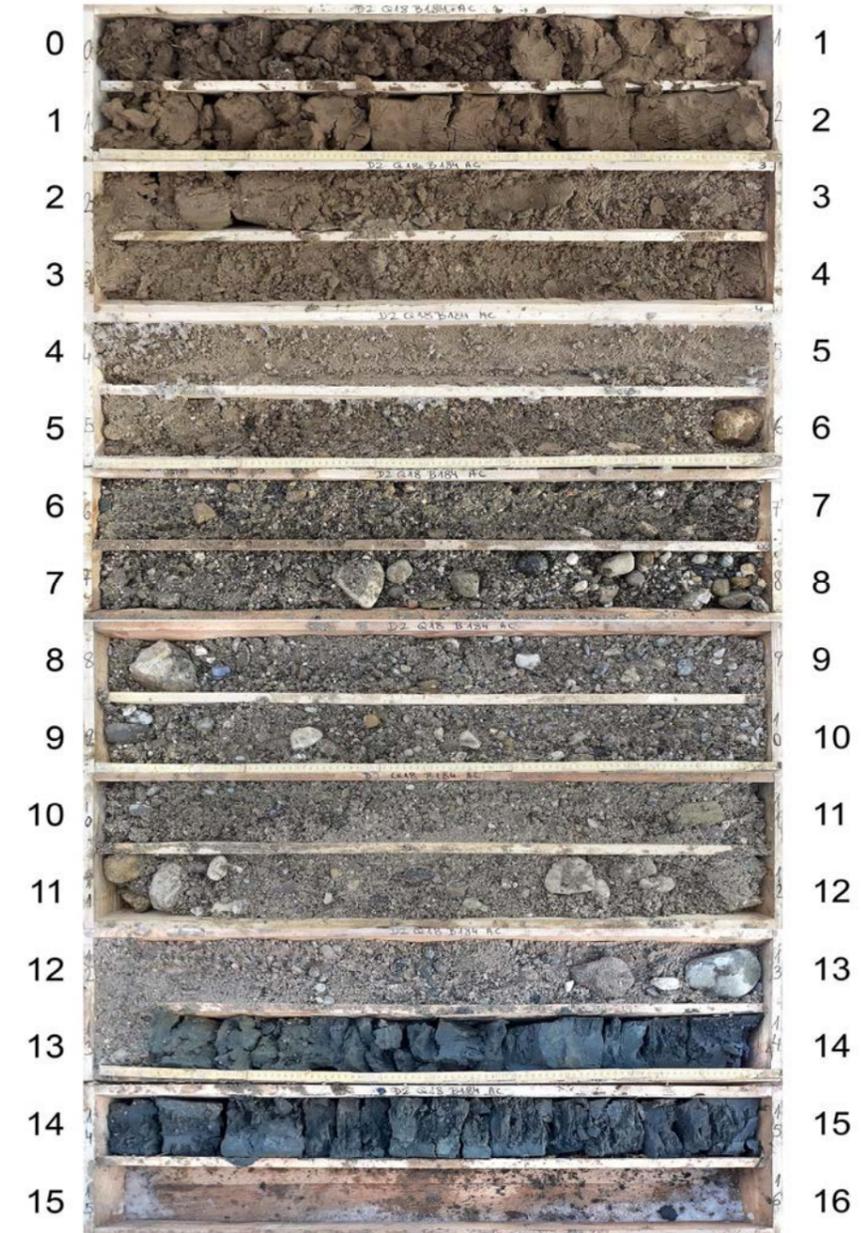
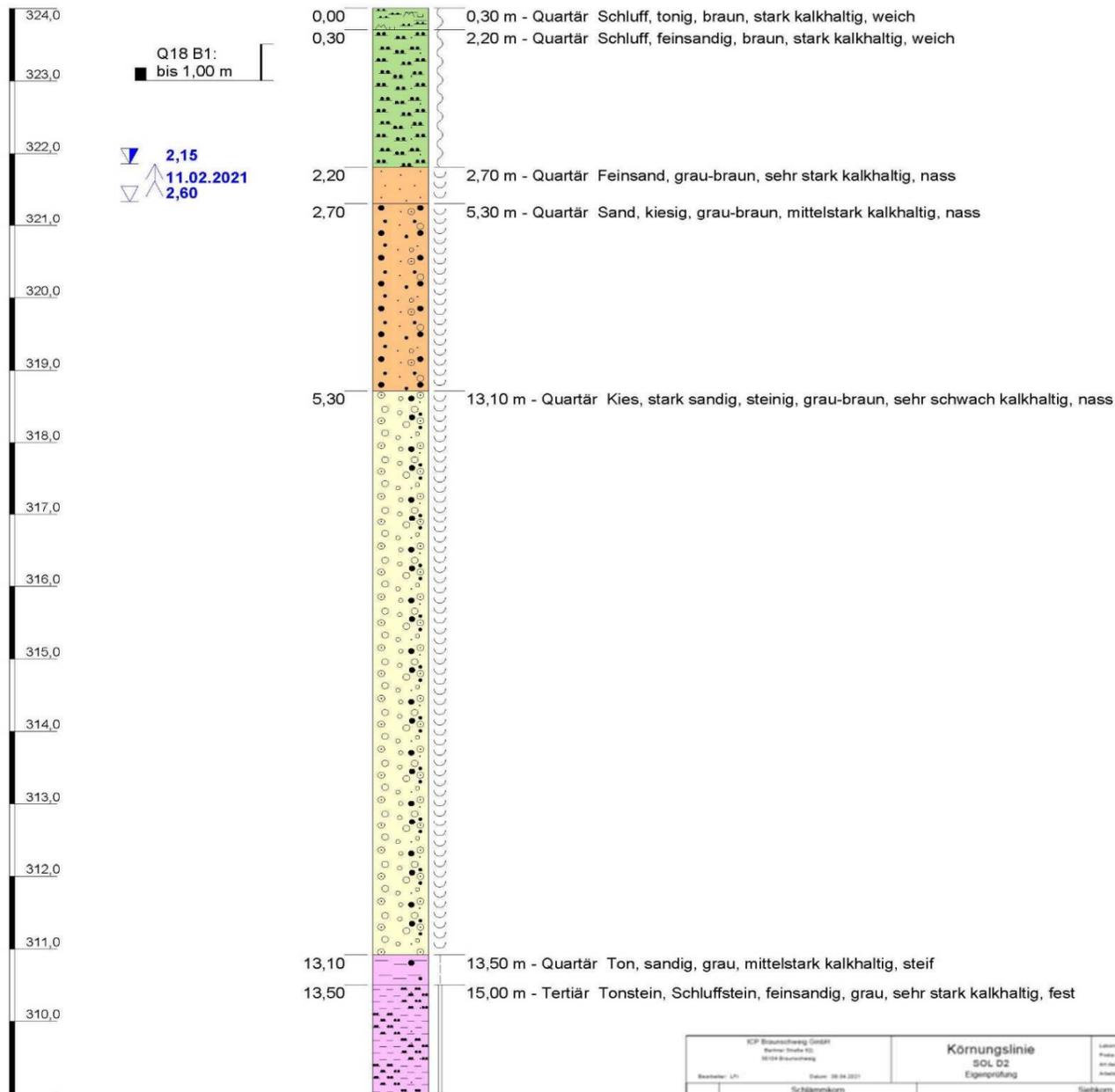
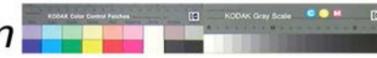
Auftraggeber:



GOK 324,01 m NHN

B 0184 (VT)

D2Q18B184 0 - 15 m

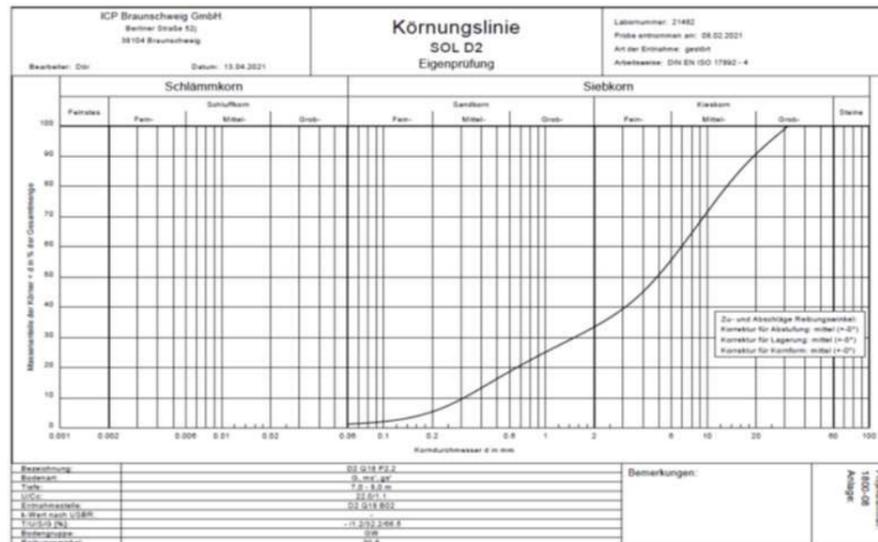
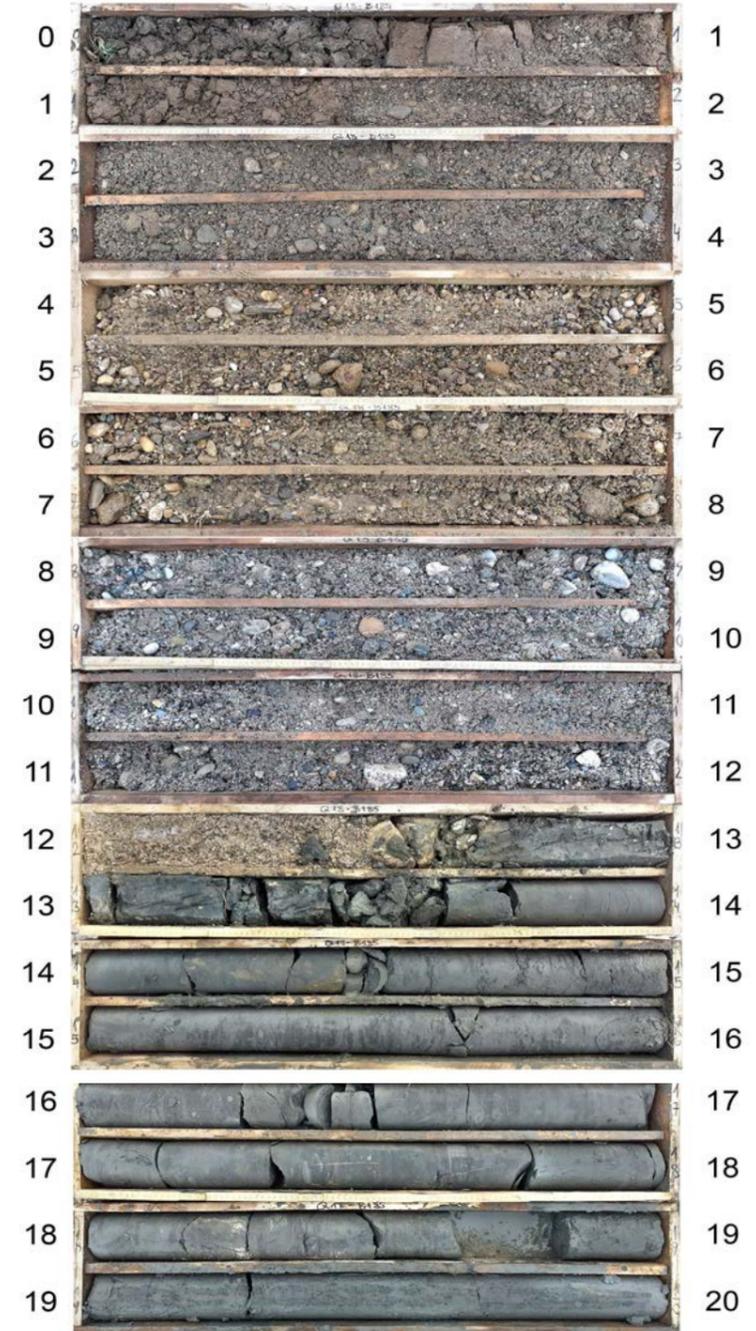
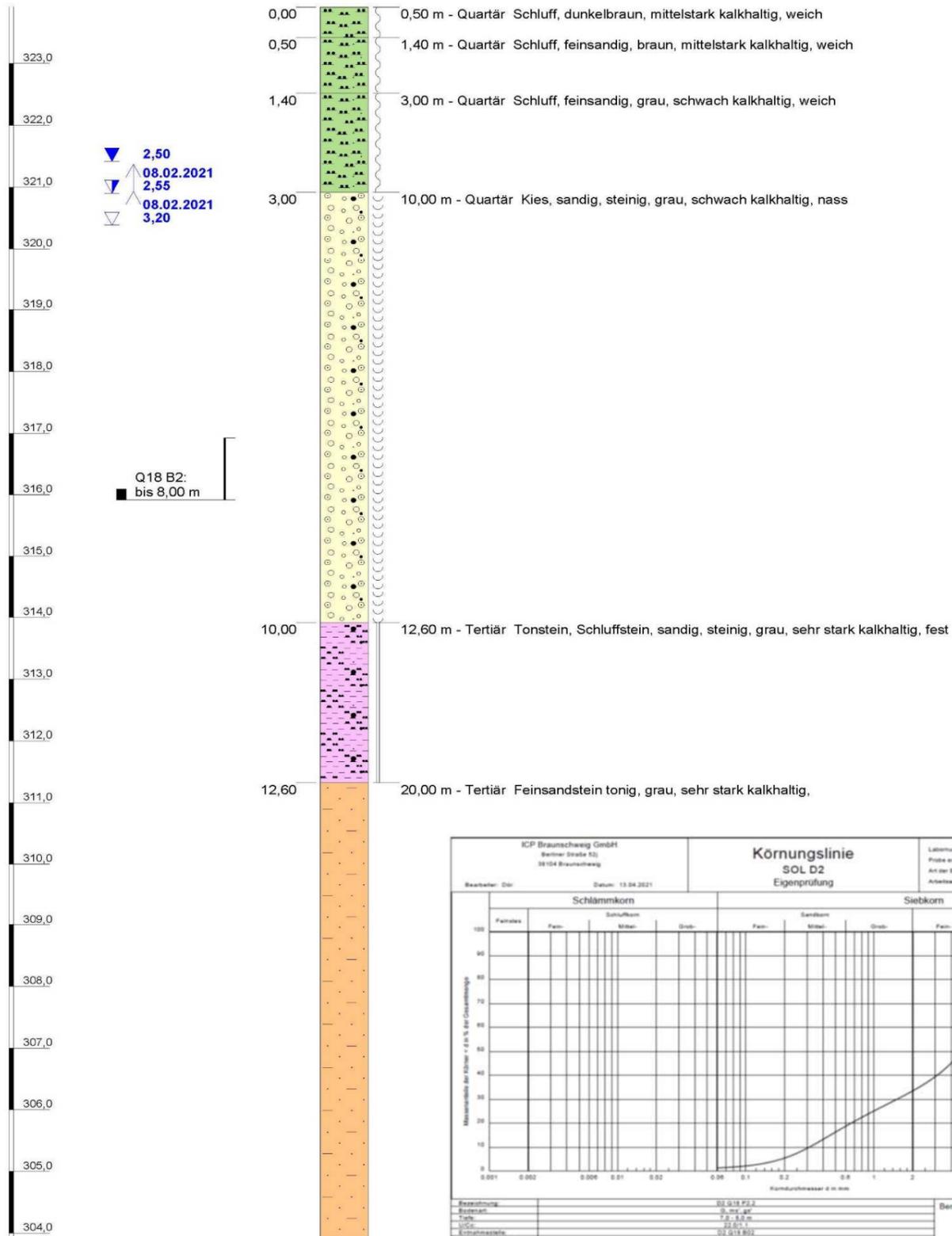


bearbeitet	Plandatum	Auftragsnummer	Version	Anlagennummer
Brunswig	17.05.2021	4529069685	1	1.3
Projekt:		Auftraggeber:		
1800-08 SuedOstLink D2 Baugrunderkundung				

GOK 323,92 m NHN

B 0185 (VT)

D2Q18B185 0 - 16 m

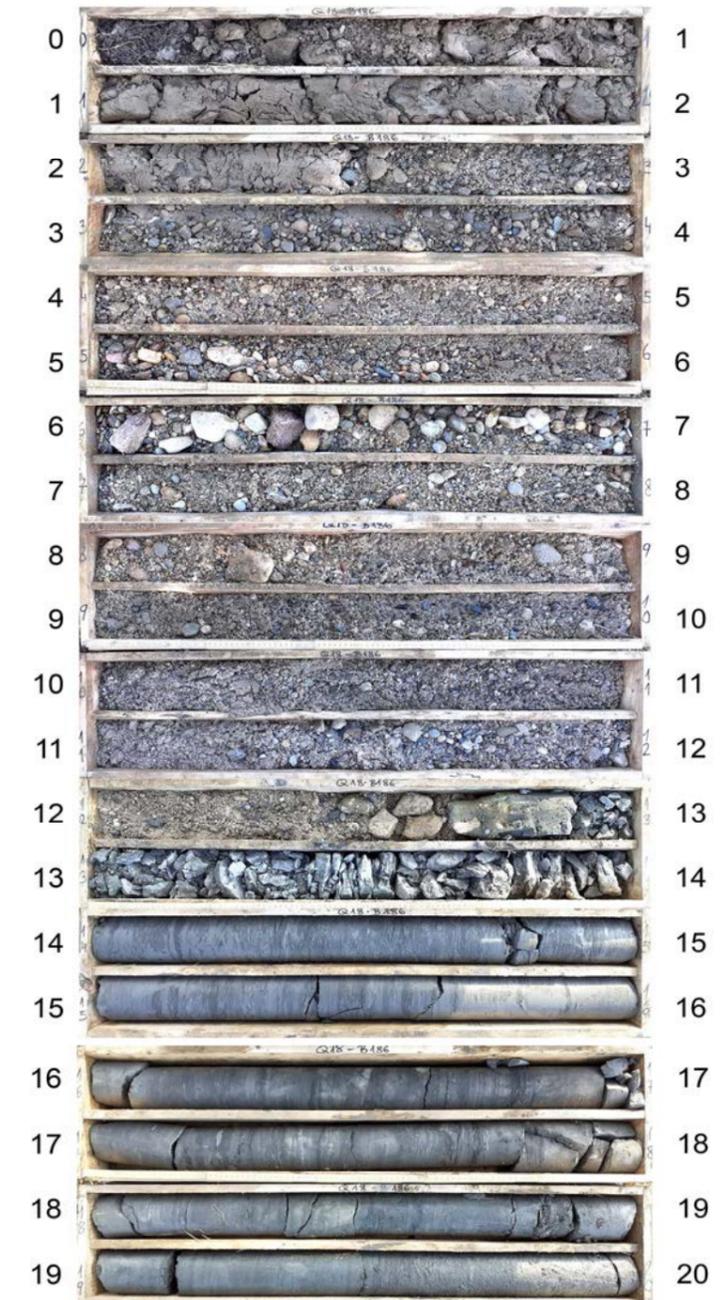
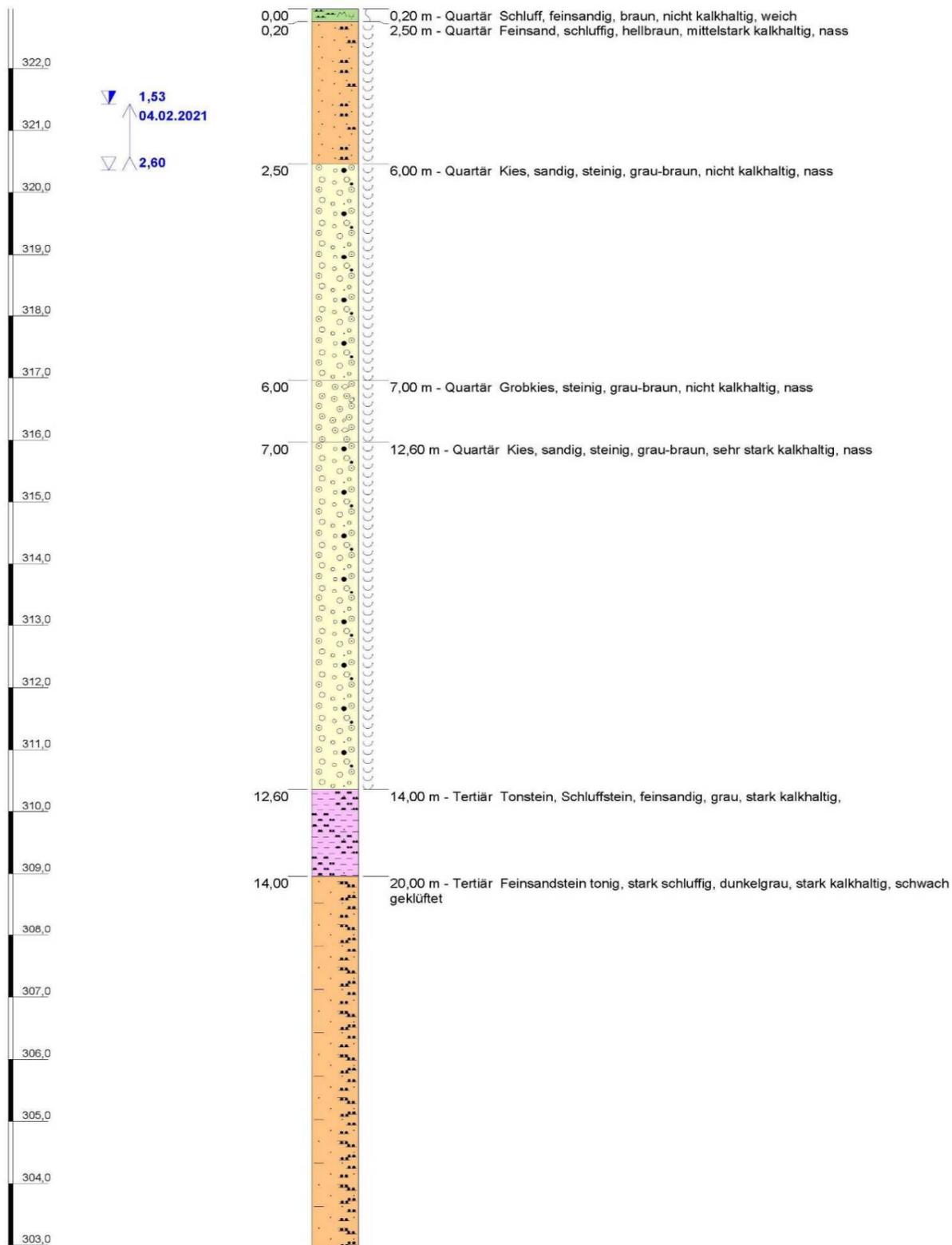


bearbeitet	Plandatum	Auftragsnummer	Version	Anlagennummer
Brunswig	17.05.2021	4529069685	1	1.4
Projekt:		Auftraggeber:		
1800-08 SuedOstLink D2 Baugrunderkundung				

GOK 322,96 m NHN

B 0186 (VT)

D2Q18B186 0 - 16 m

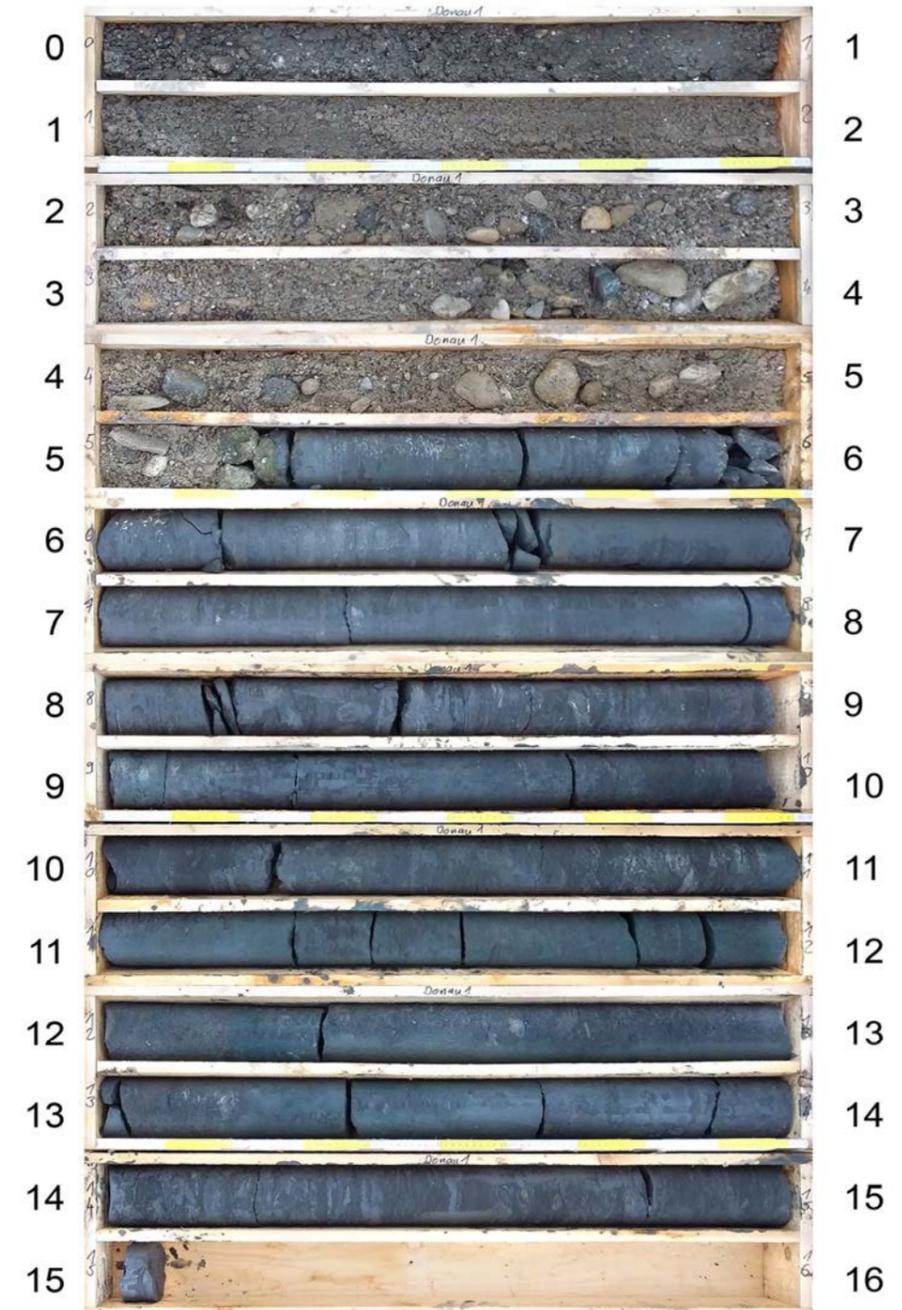
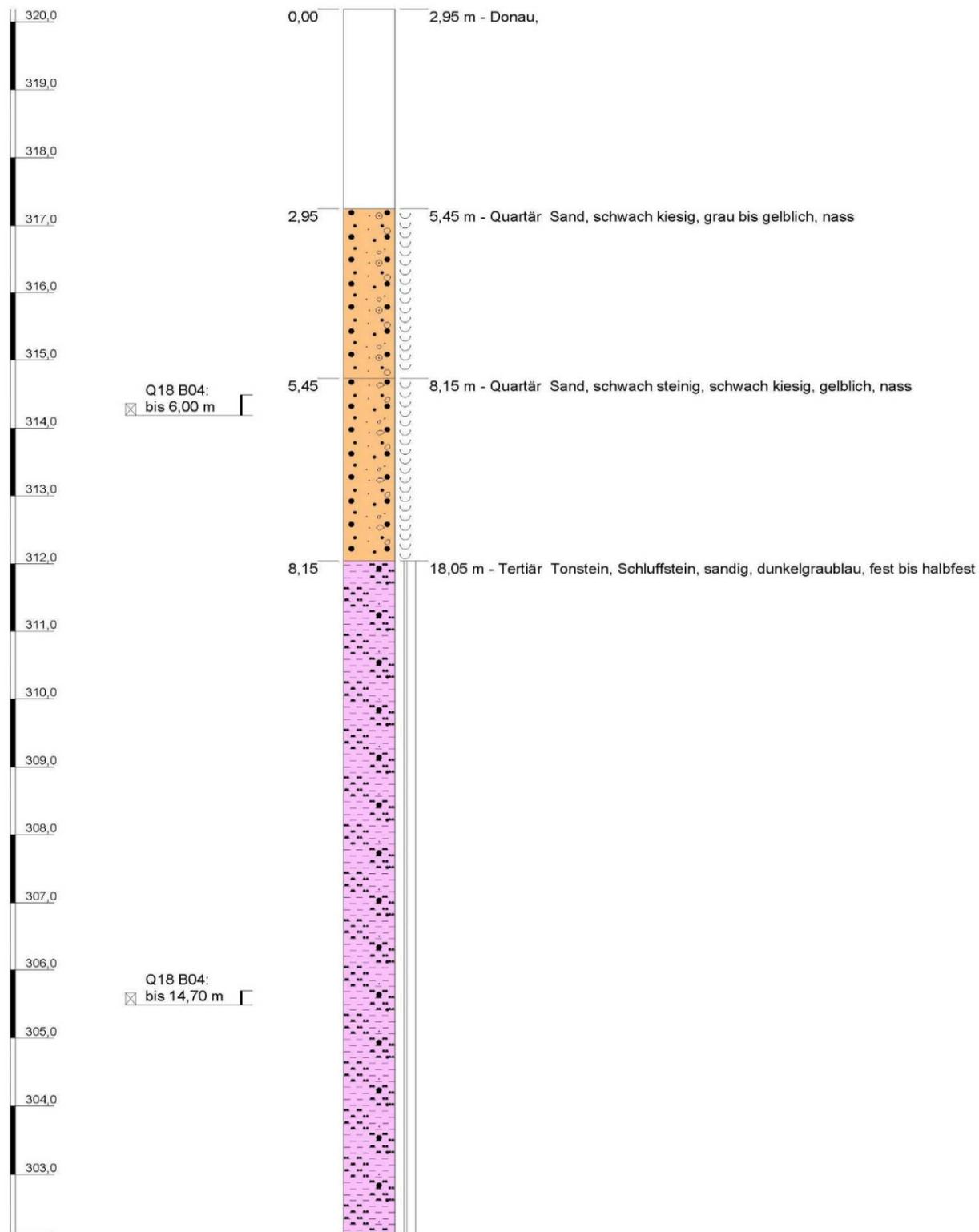


bearbeitet	Plandatum	Auftragsnummer	Version	Anlagennummer
Brunswig	17.05.2021	4529069685	1	1.5
Projekt:		Auftraggeber:		
1800-08 SuedOstLink D2 Baugrunderkundung				

GOK 320,19 m NHN

**B 0187 (VT)**

*Donau 1 0 - 15 m*

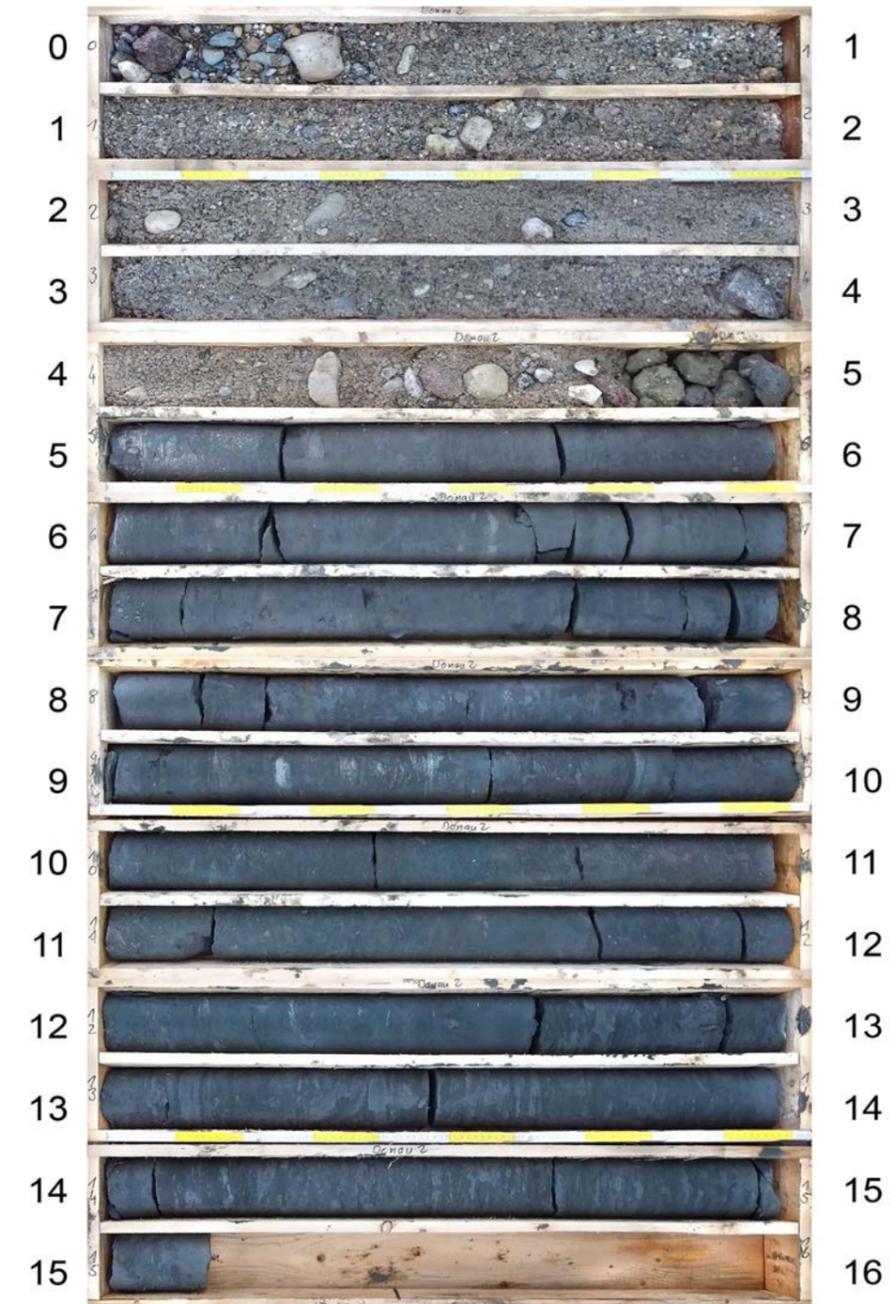
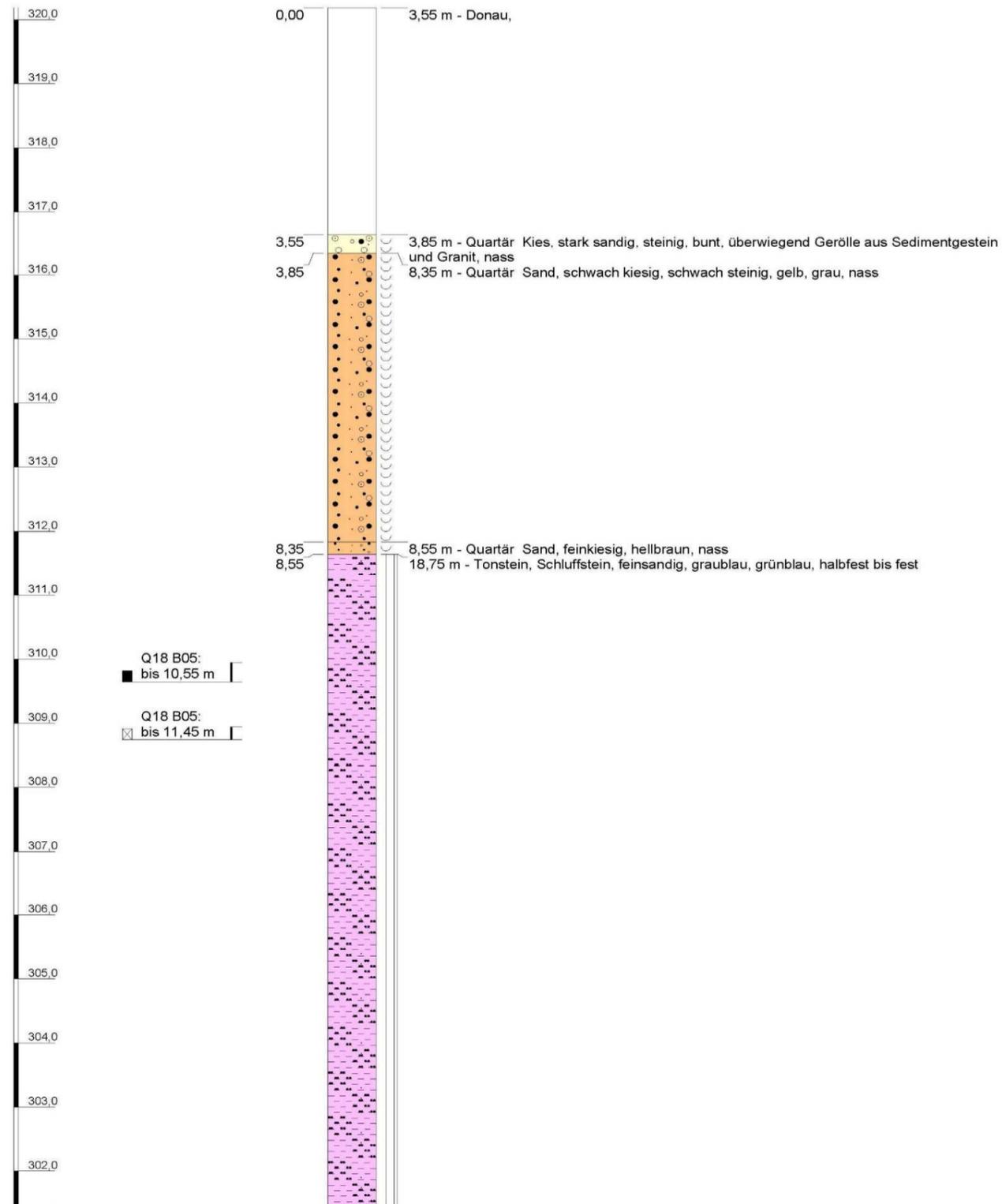


bearbeitet	Plandatum	Auftragsnummer	Version	Anlagennummer
Brunswig	17.05.2021	4529069685	1	1.6
Projekt:		Auftraggeber:		
1800-08 SuedOstLink D2 Baugrunderkundung				

GOK 320,19 m NHN

B 0188 (VT)

Donau 2 0 - 15 m

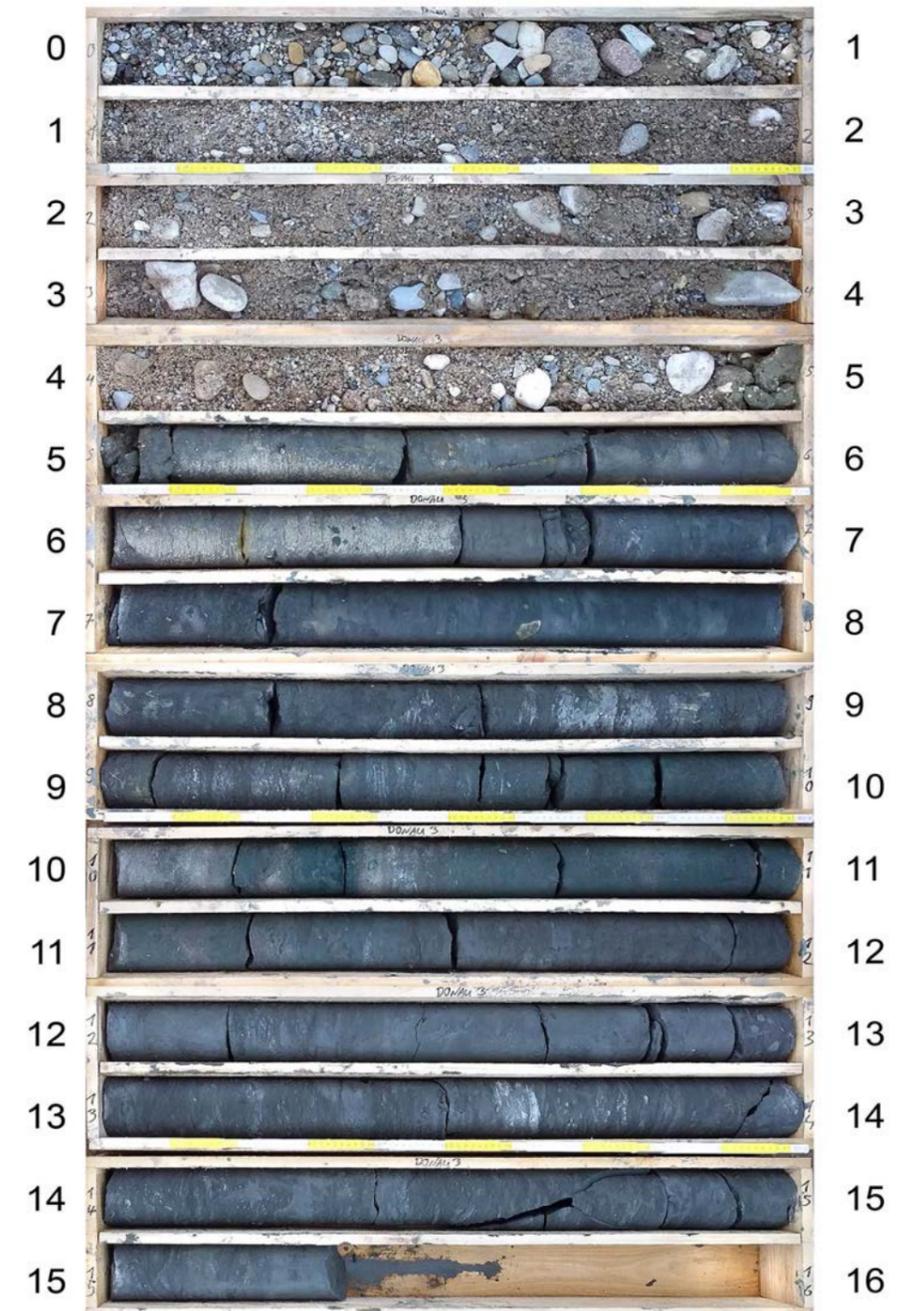
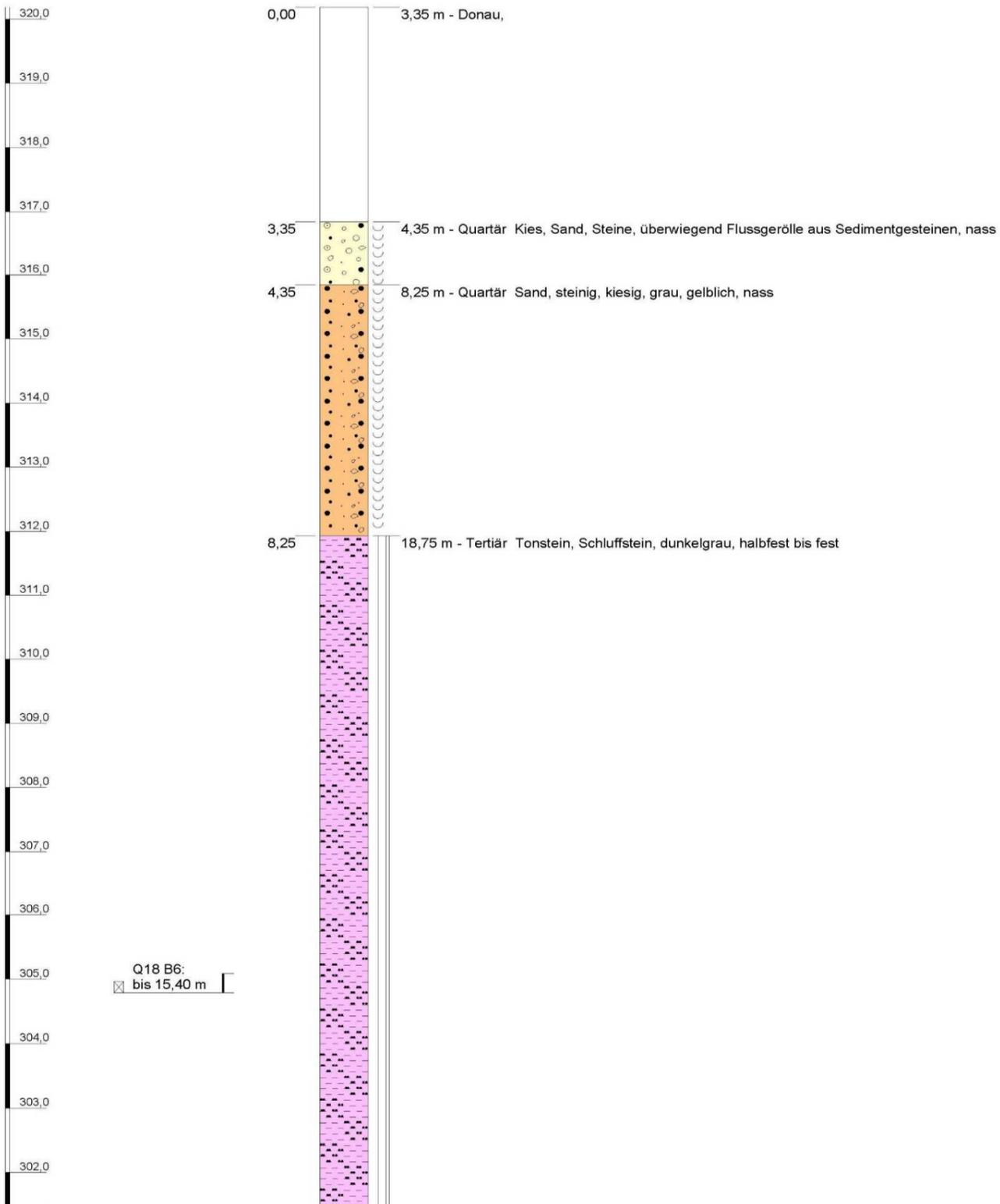


bearbeitet	Plandatum	Auftragsnummer	Version	Anlagennummer
Brunswig	17.05.2021	4529069685	1	1.7
Projekt:		Auftraggeber:		
1800-08 SuedOstLink D2 Baugrunderkundung				

GOK 320,19 m NHN

B 0189 (VT)

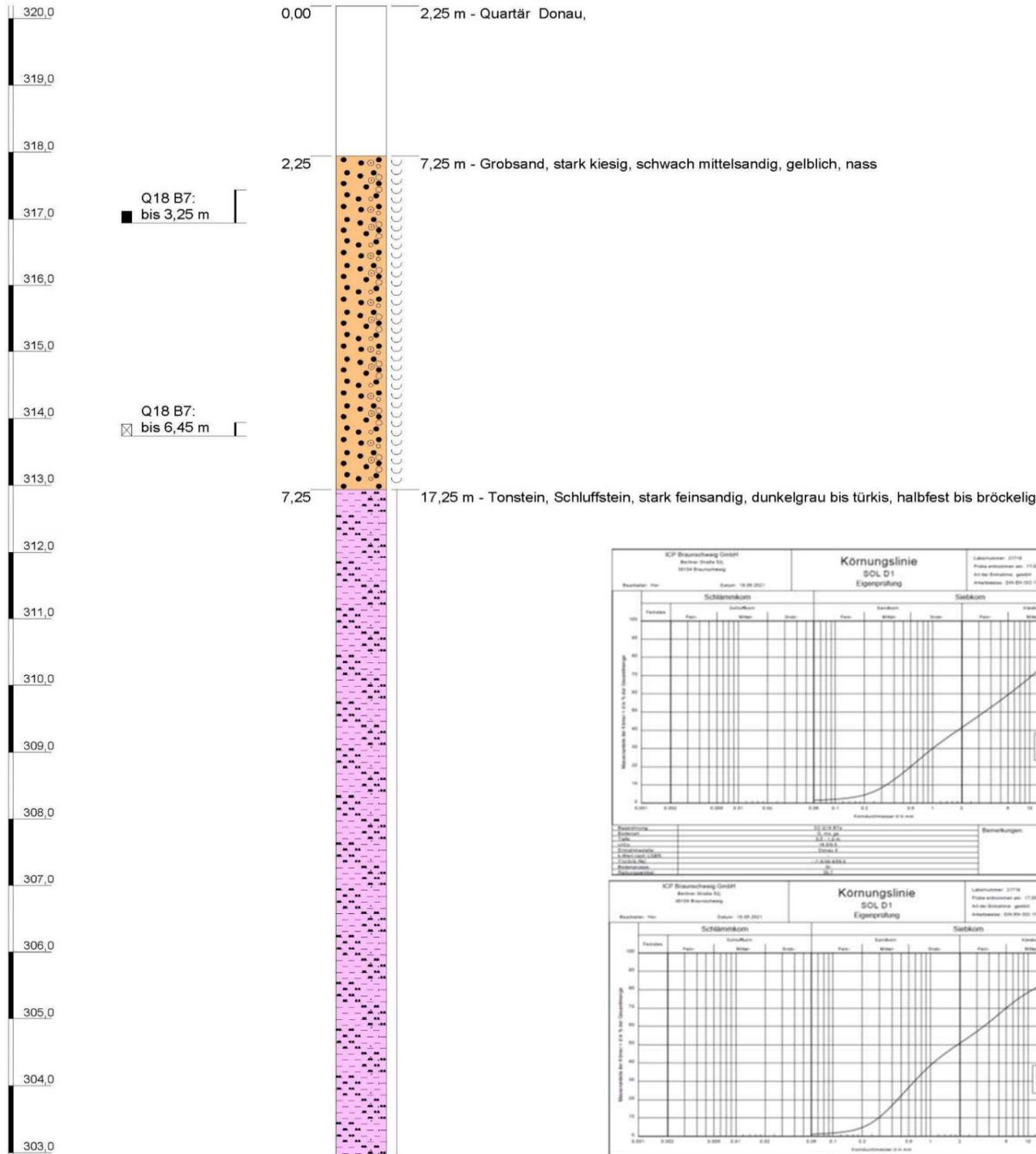
Donau 3 0 - 15 m



bearbeitet	Plandatum	Auftragsnummer	Version	Anlagennummer
Brunswig	17.05.2021	4529069685	1	1.8
Projekt:		Auftraggeber:		
1800-08 SuedOstLink D2 Baugrunderkundung				

SOK 320,19 m NHN

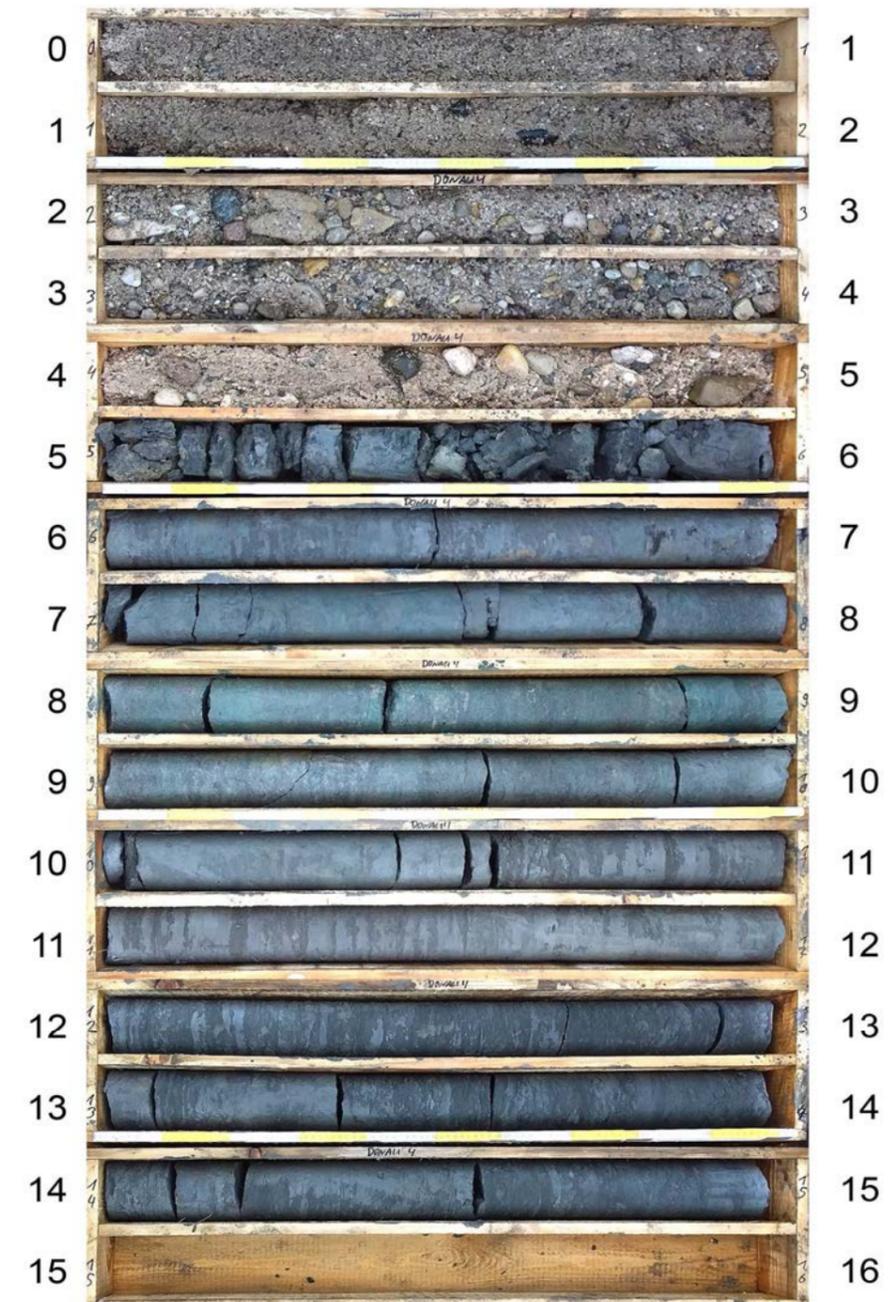
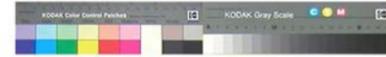
**B 0190 (VT)**



Q18 B7: bis 3,25 m

Q18 B7: bis 6,45 m

**Donau 4 0 - 15 m**

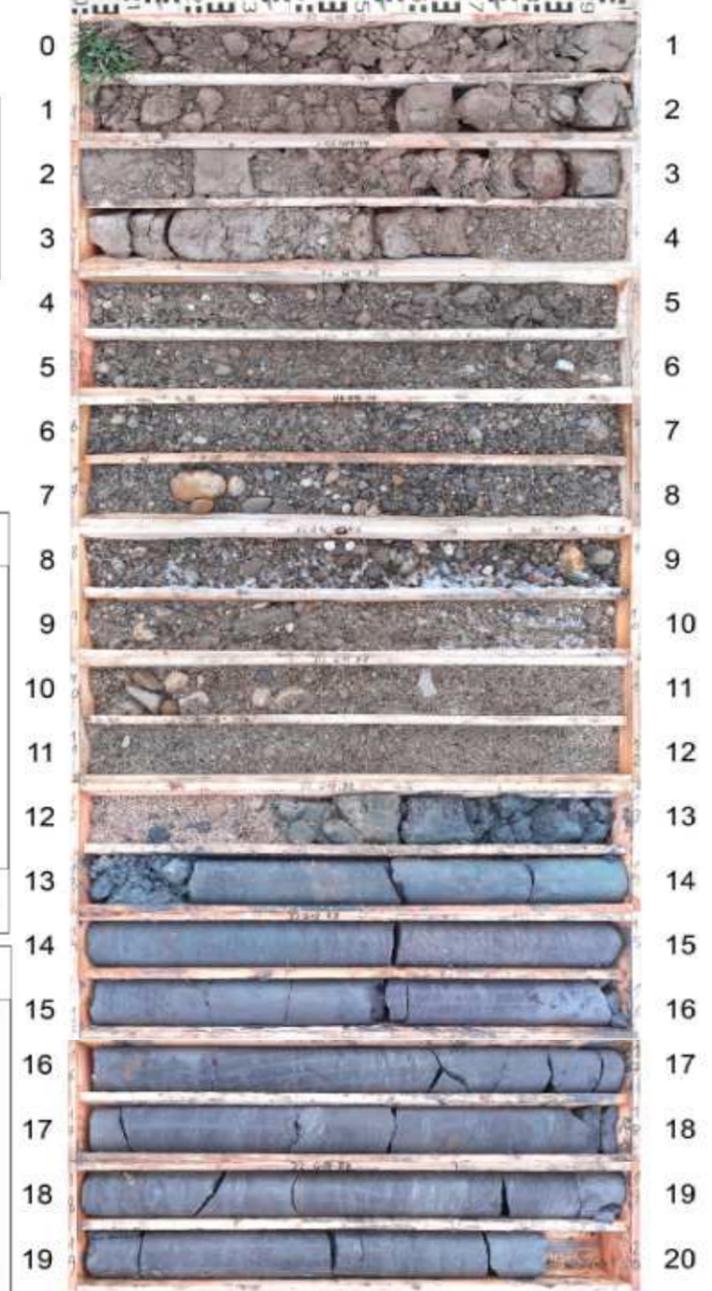
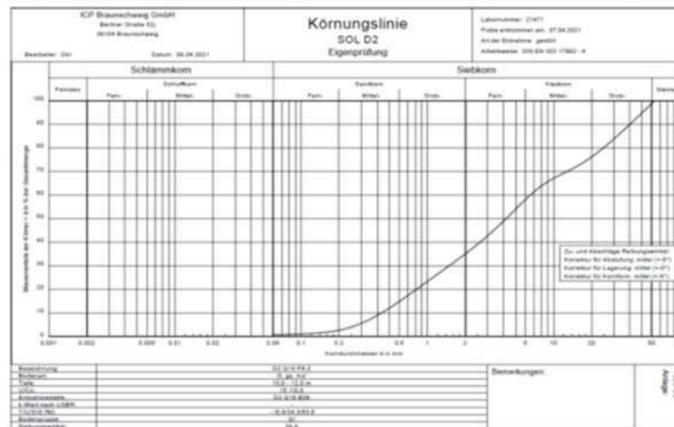
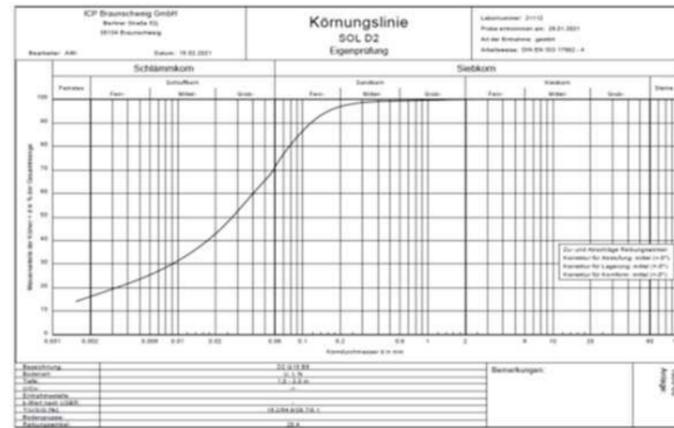
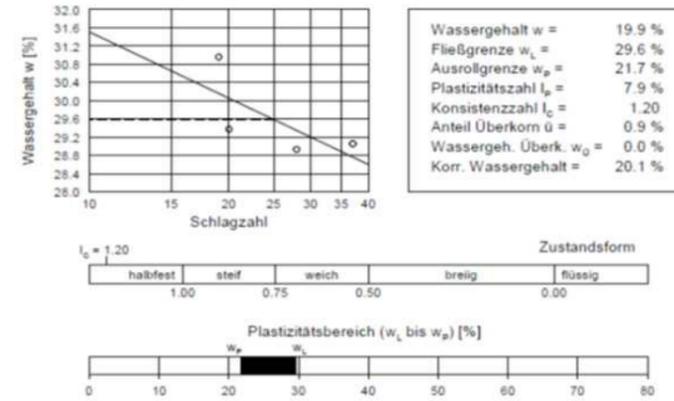
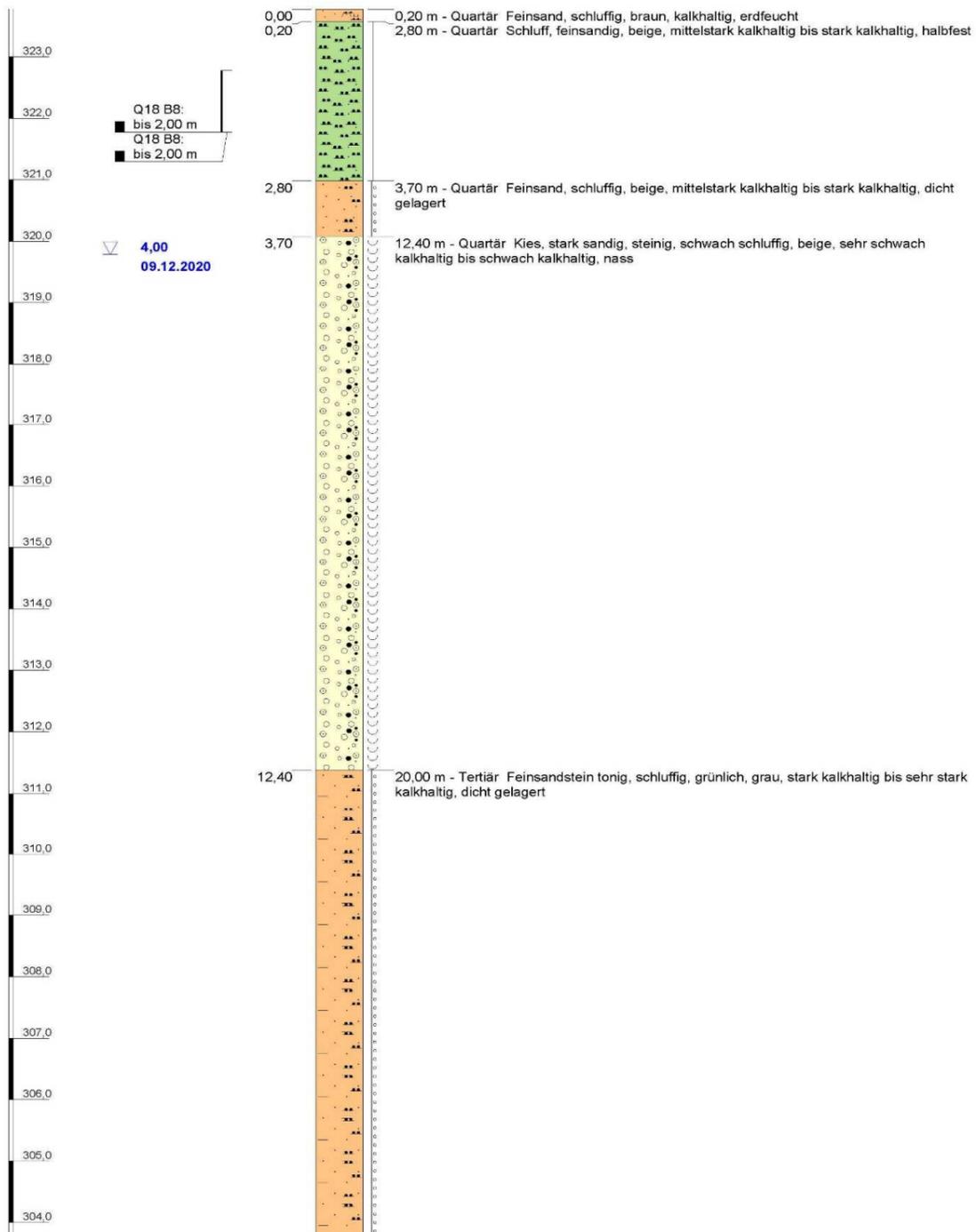


bearbeitet	Plandatum	Auftragsnummer	Version	Anlagennummer
Brunwig	17.05.2021	4529069685	1	1.9
Projekt:		Auftraggeber:		
1800-08 SuedOstLink D2 Baugrunderkundung				

GOK 323,78 m NHN

B 0191 (VT)

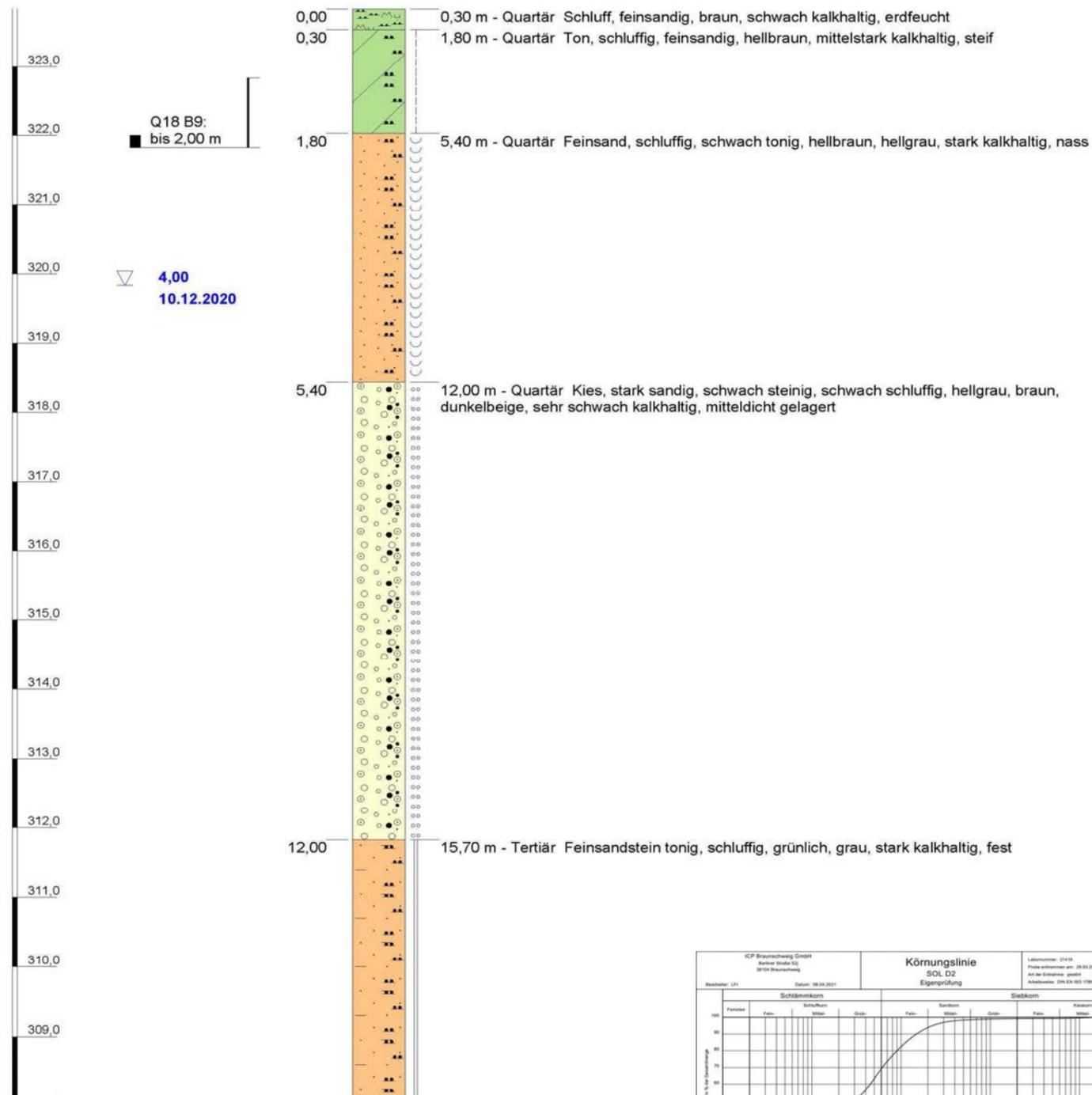
12Q18B8 0 - 16 m



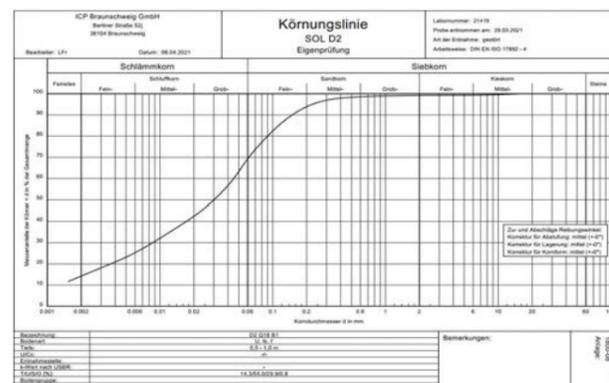
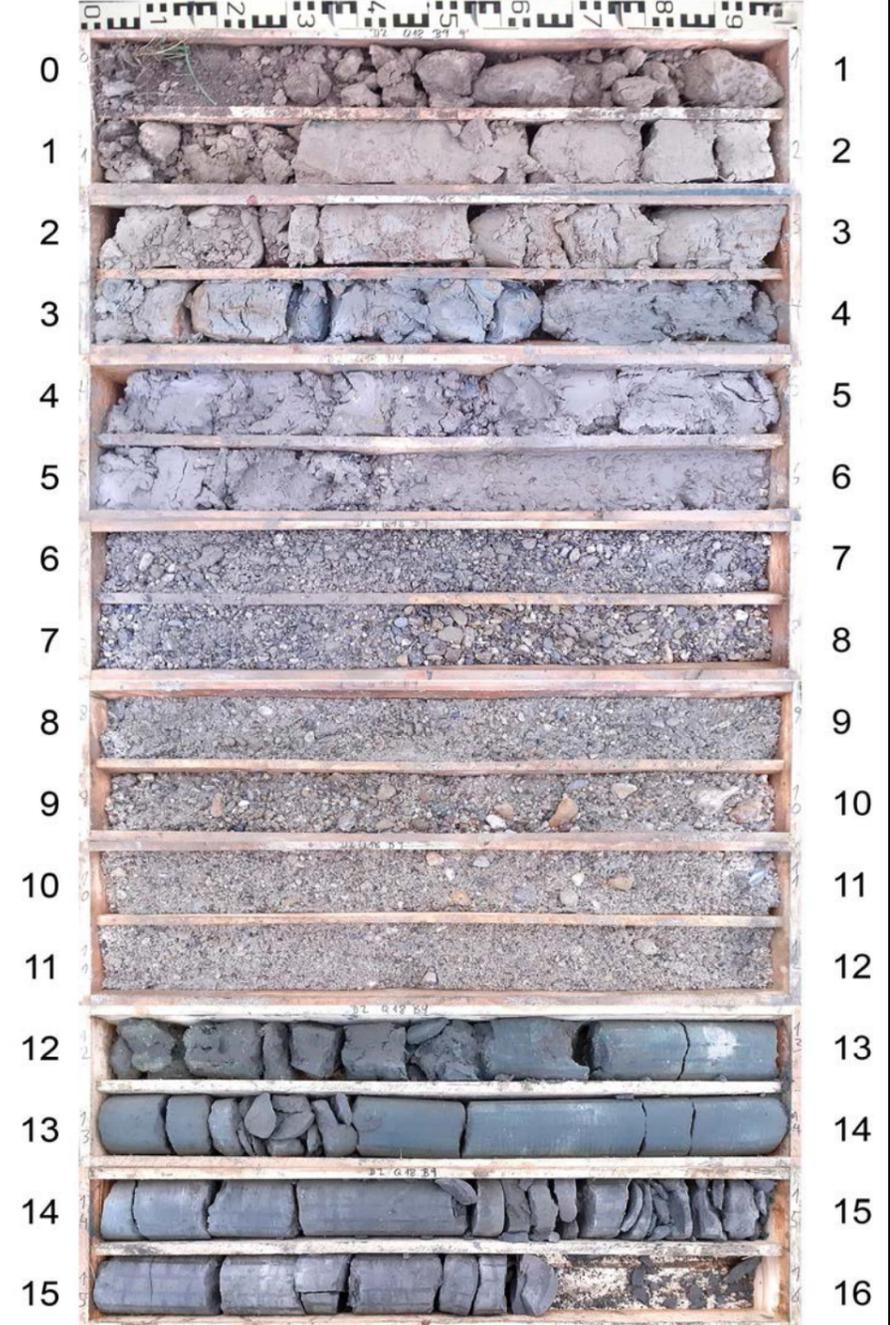
bearbeitet	Plandatum	Auftragsnummer	Version	Anlagennummer
Brunwig	17.05.2021	4529069685	1	1.10
Projekt:		Auftraggeber:		
1800-08 SuedOstLink D2 Baugrunderkundung				

GOK 323,83 m NHN

B 0192 (VT)



D2Q18B9 0 - 16 m



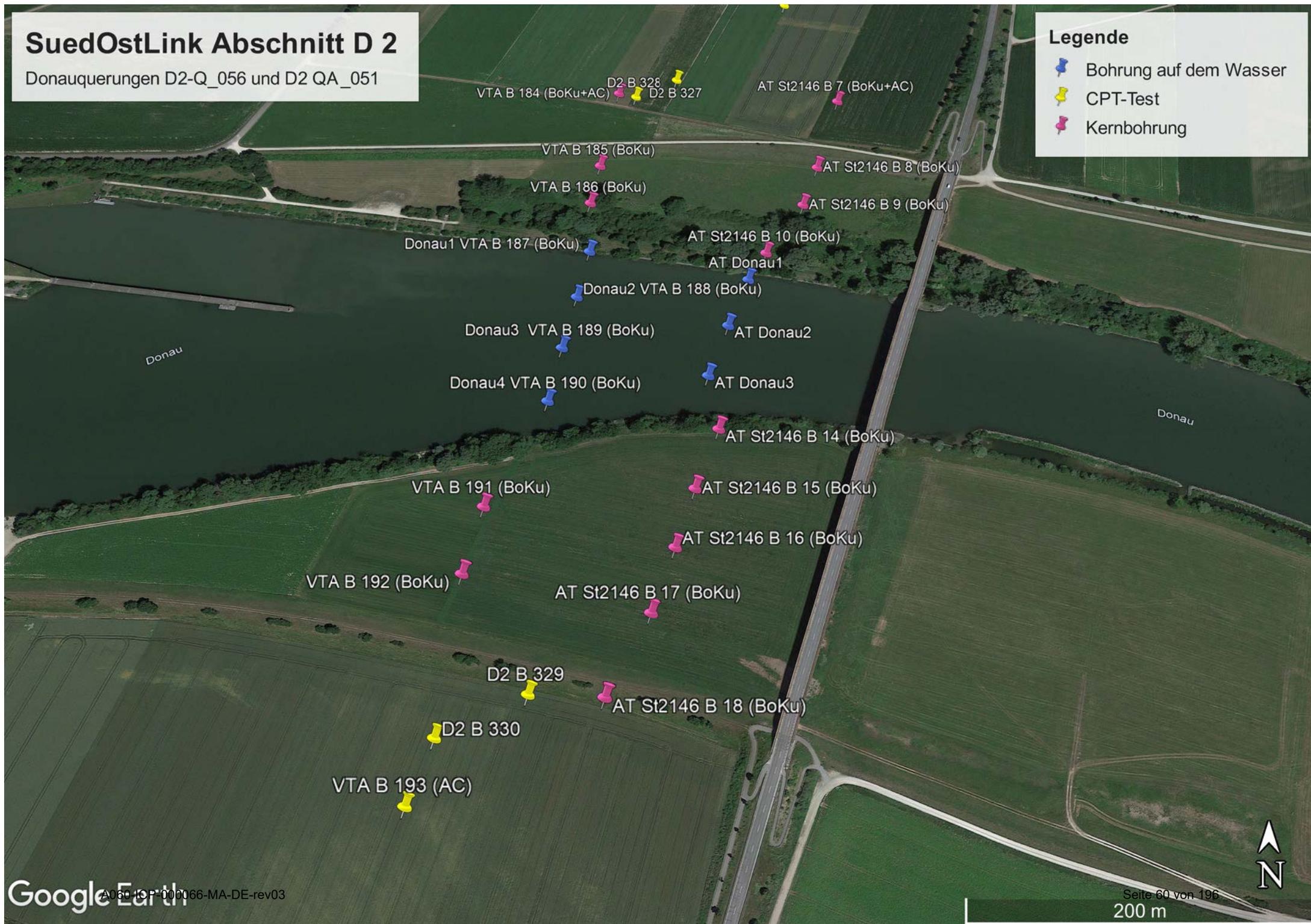
bearbeitet	Plandatum	Auftragsnummer	Version	Anlagennummer
Brunswig	17.05.2021	4529069685	1	1.11
Projekt:		Auftraggeber:		
1800-08 SuedOstLink D2 Baugrunderkundung				

# SuedOstLink Abschnitt D 2

Donauquerungen D2-Q\_056 und D2 QA\_051

## Legende

-  Bohrung auf dem Wasser
-  CPT-Test
-  Kernbohrung

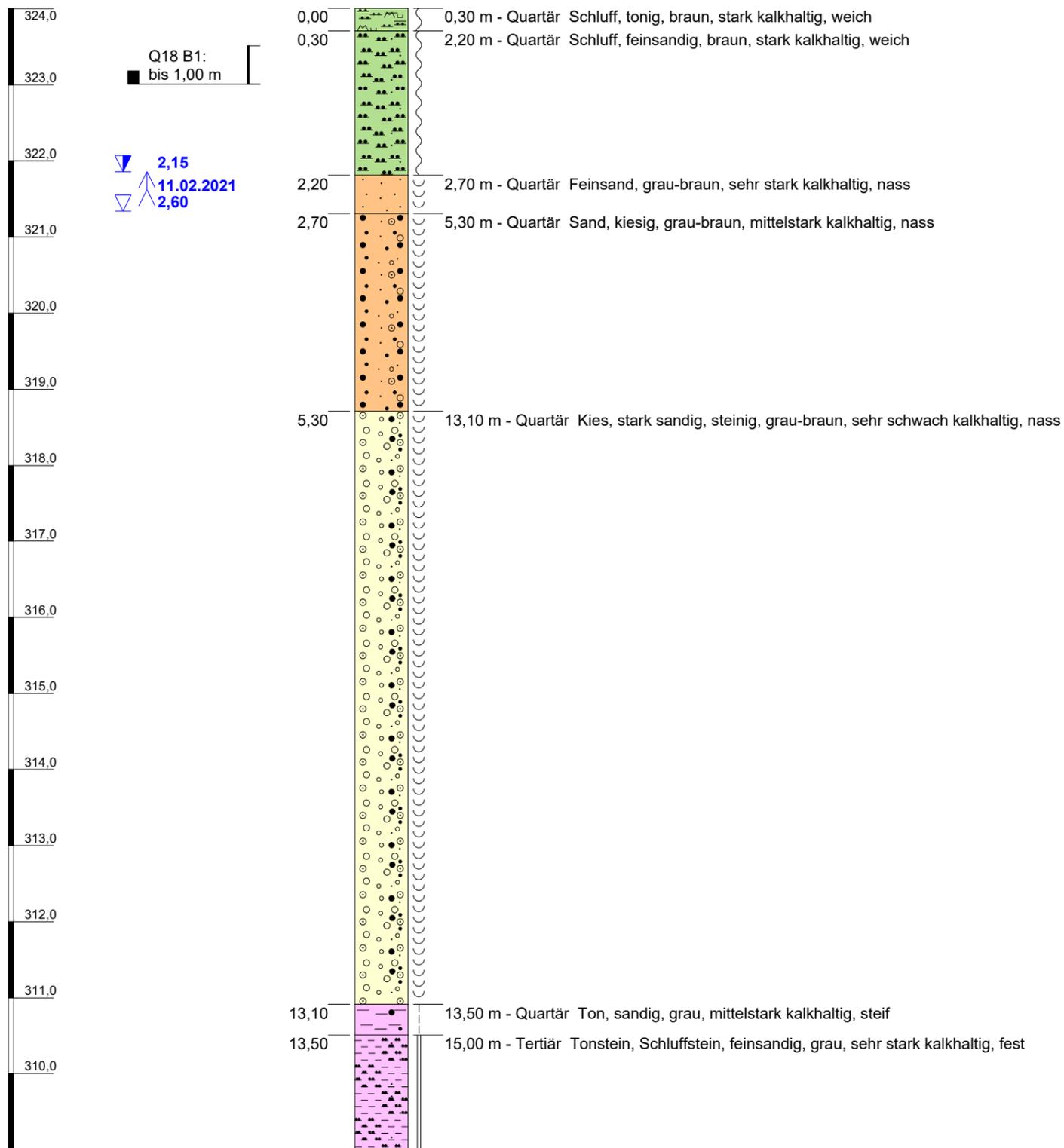


# Anlage 2

## Bohrprofile und Sondierdiagramme

- Anlage 2.1 Bohrprofil Q 18 B 1, Bohrpunkt B 0184 (VT)**
- Anlage 2.2 Bohrprofil Q 18 B 2, Bohrpunkt B 0185 (VT)**
- Anlage 2.3 Bohrprofil Q 18 B 3, Bohrpunkt B 0186 (VT)**
- Anlage 2.4 Bohrprofil Q 18 B 4, Bohrpunkt B 0187 (VT)**
- Anlage 2.5 Bohrprofil Q 18 B 5, Bohrpunkt B 0188 (VT)**
- Anlage 2.6 Bohrprofil Q 18 B 6, Bohrpunkt B 0189 (VT)**
- Anlage 2.7 Bohrprofil Q 18 B 7, Bohrpunkt B 0190 (VT)**
- Anlage 2.8 Bohrprofil Q 18 B 8, Bohrpunkt B 0191 (VT)**
- Anlage 2.9 Bohrprofil Q 18 B 9, Bohrpunkt B 0192 (VT)**
- Anlage 2.10 Profil Q 18 Donauquerung bei Pfatter**
- Anlage 2.11 Sondierdiagramme Bohrpunkte B 0327 (VT) – B 0330 (VT)**

**B 0184 (VT)**



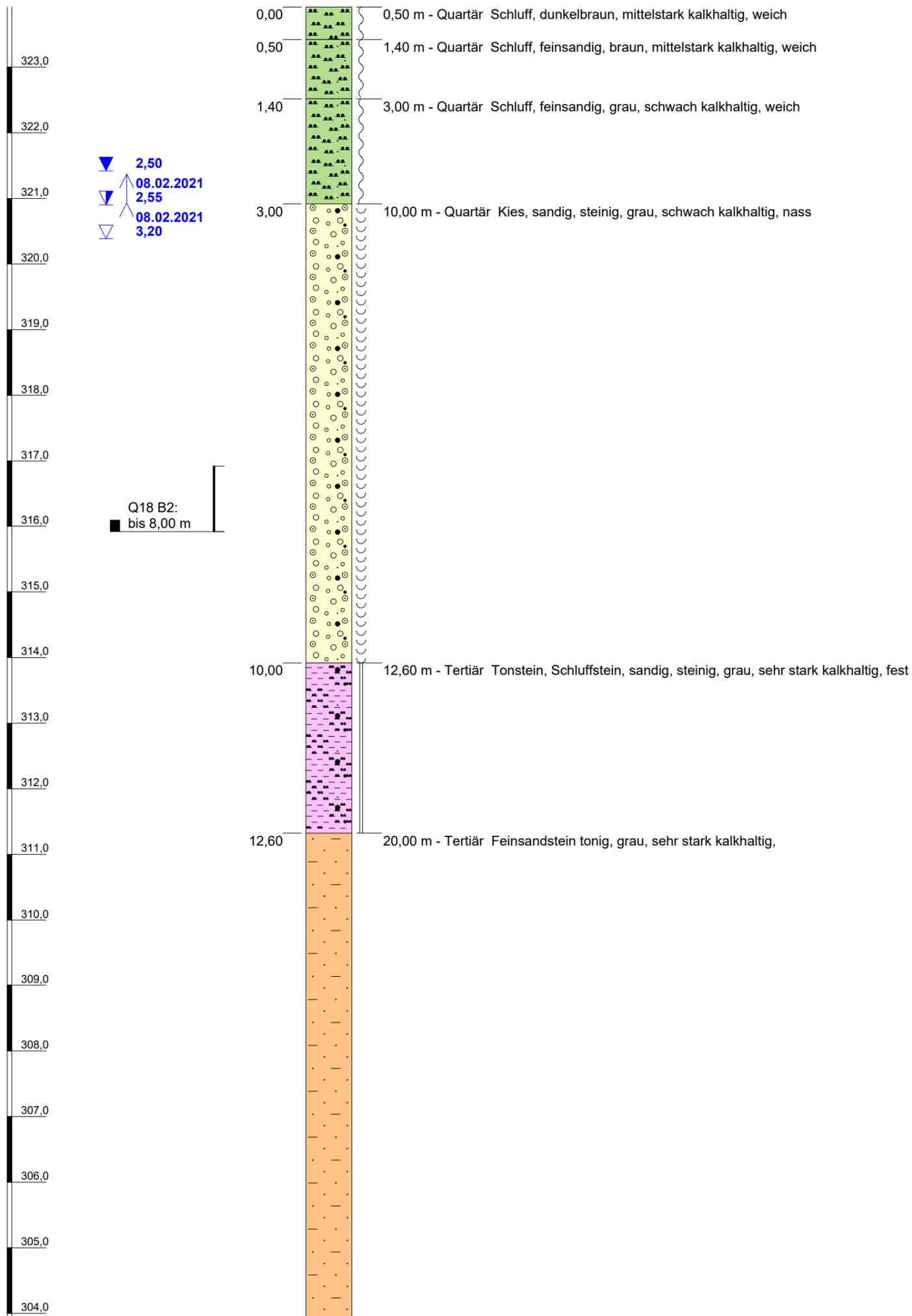
Höhenmaßstab: 1:70

Horizontalmaßstab:

<b>Projekt: SuedOstLink Abschnitt D2</b>	
<b>Bohrung: B 0184 (VT) / VT</b>	
Auftraggeber: TenneT TSO GmbH	Ostwert: 745399
Bohrfirma: Terrasond GmbH	Nordwert: 5430393
Bearbeiter: Kühn	Ansatzhöhe: 324,01 m NHN
Datum: 09.04.2021	Anlage 1
	Endtiefe: 15,00 m



**B 0185 (VT)**



Höhenmaßstab: 1:70

Horizontalmaßstab:

**Projekt: SuedOstLink Abschnitt D2**

**Bohrung: B 0185 (VT) / VT**

Auftraggeber: TenneT TSO GmbH

Bohrfirma: Terrasond GmbH

Bearbeiter: Kühn

Datum: 09.04.2021

Anlage 1

Ostwert: 745403

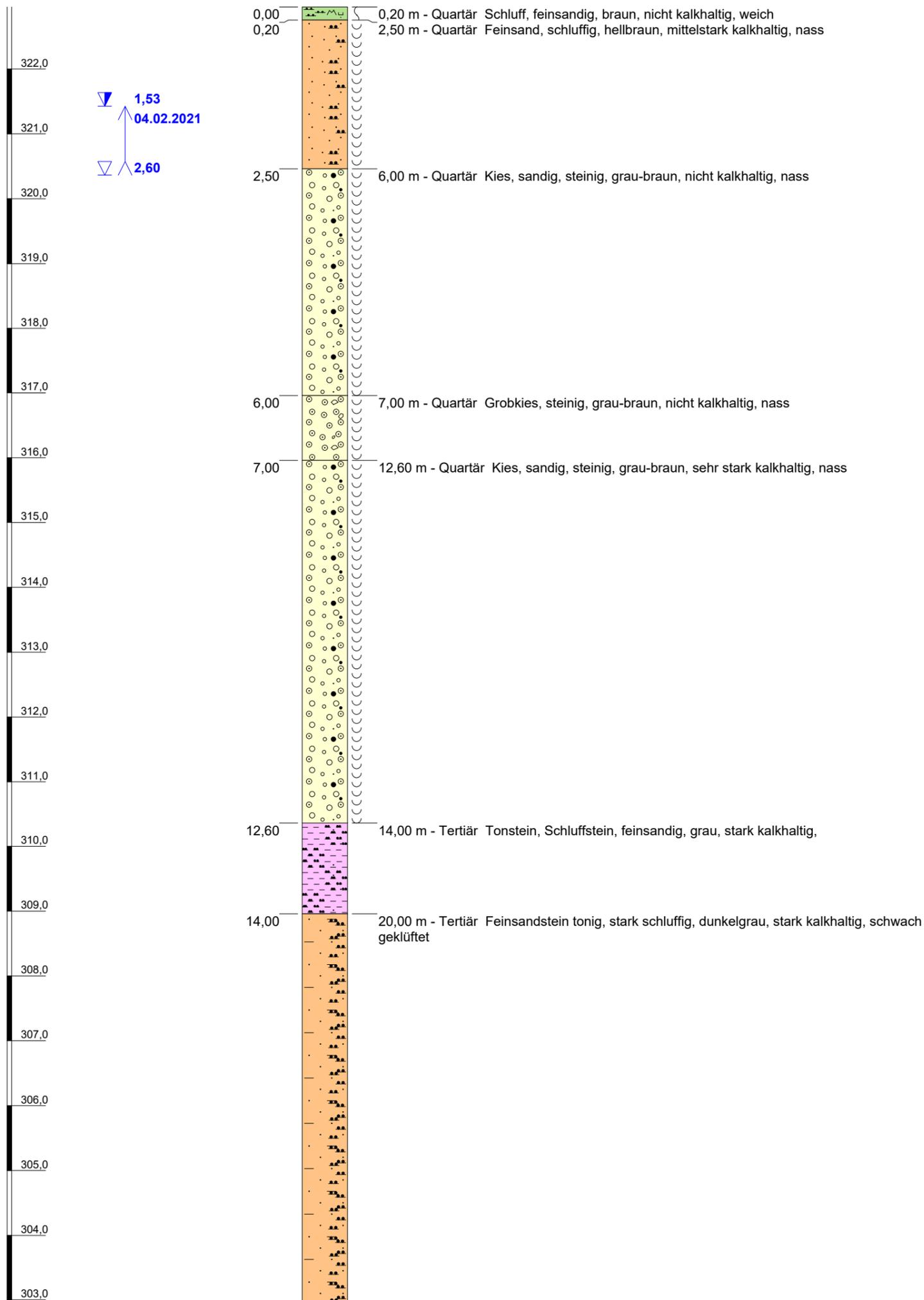
Nordwert: 5430362

Ansatzhöhe: 323,92 m NHN

Endtiefe: 20,00 m



**B 0186 (VT)**



Höhenmaßstab: 1:70

Horizontalmaßstab:

**Projekt: SuedOstLink Abschnitt D2**

**Bohrung: B 0186 (VT) / VT**

Auftraggeber: TenneT TSO GmbH

Bohrfirma: Terrasond GmbH

Bearbeiter: Kühn

Datum: 09.04.2021

Anlage 1

Ostwert: 745388

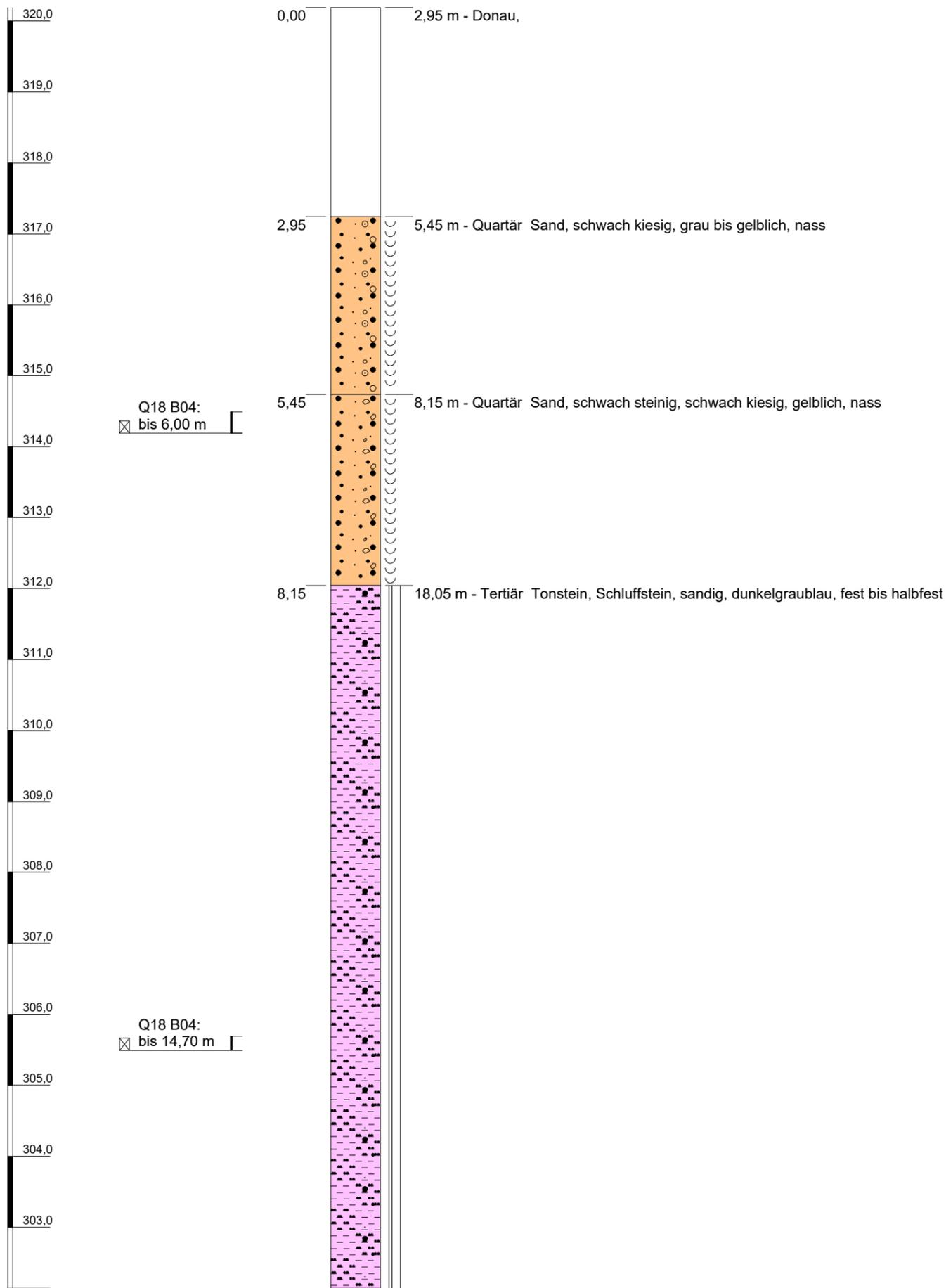
Nordwert: 5430305

Ansatzhöhe: 322,96 m NHN

Endtiefe: 20,00 m



**B 0187 (VT)**



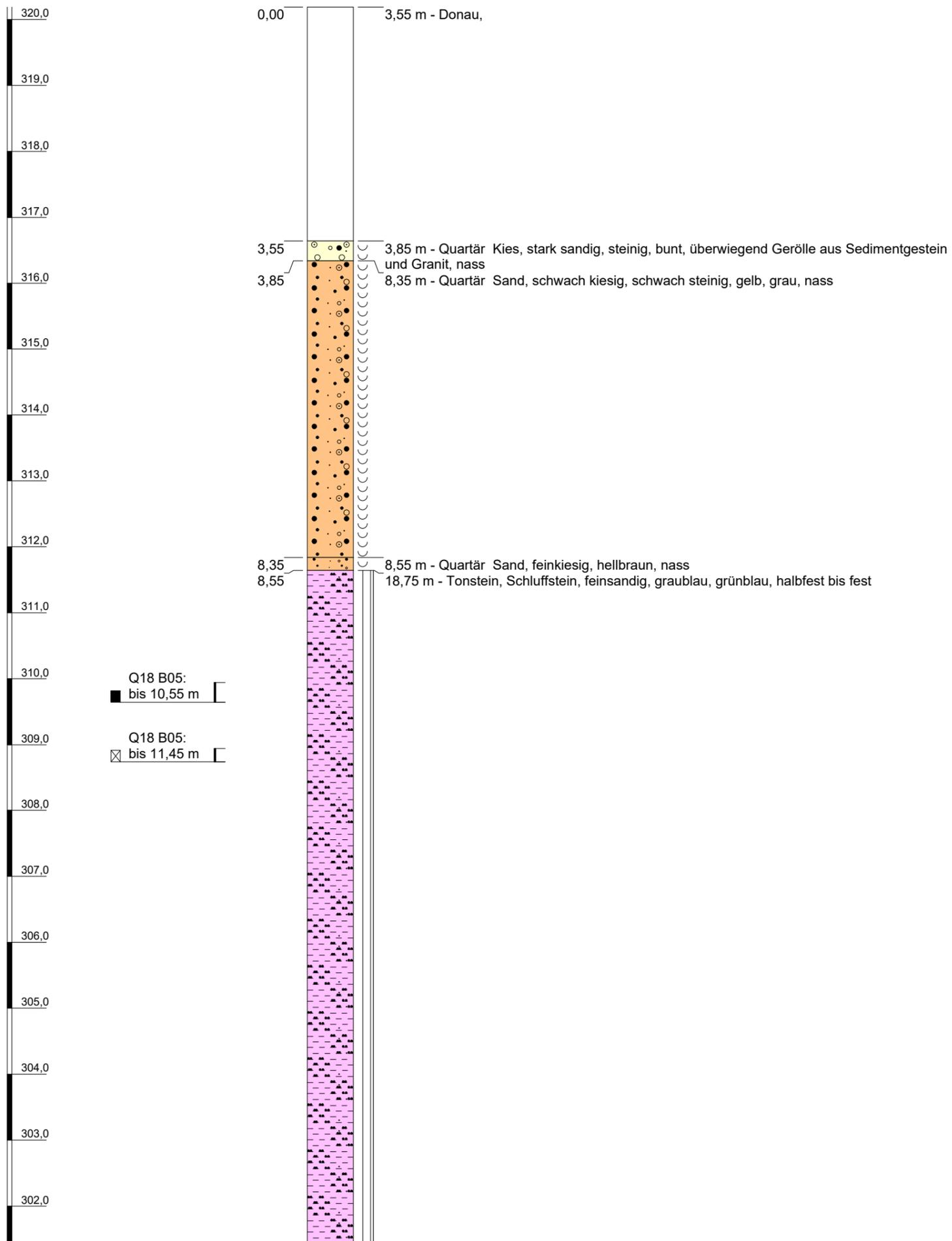
Höhenmaßstab: 1:70

Horizontalmaßstab:

<b>Projekt: SuedOstLink Abschnitt D2</b>	
<b>Bohrung: B 0187 (VT) / VT</b>	
Auftraggeber: TenneT TSO GmbH	Ostwert: 745395
Bohrfirma: Terrasond GmbH	Nordwert: 5430278
Bearbeiter: Holaschke	Ansatzhöhe: 320,19 m NHN
Datum: 27.10.2020	Anlage 1
	Endtiefe: 18,05 m



**B 0188 (VT)**



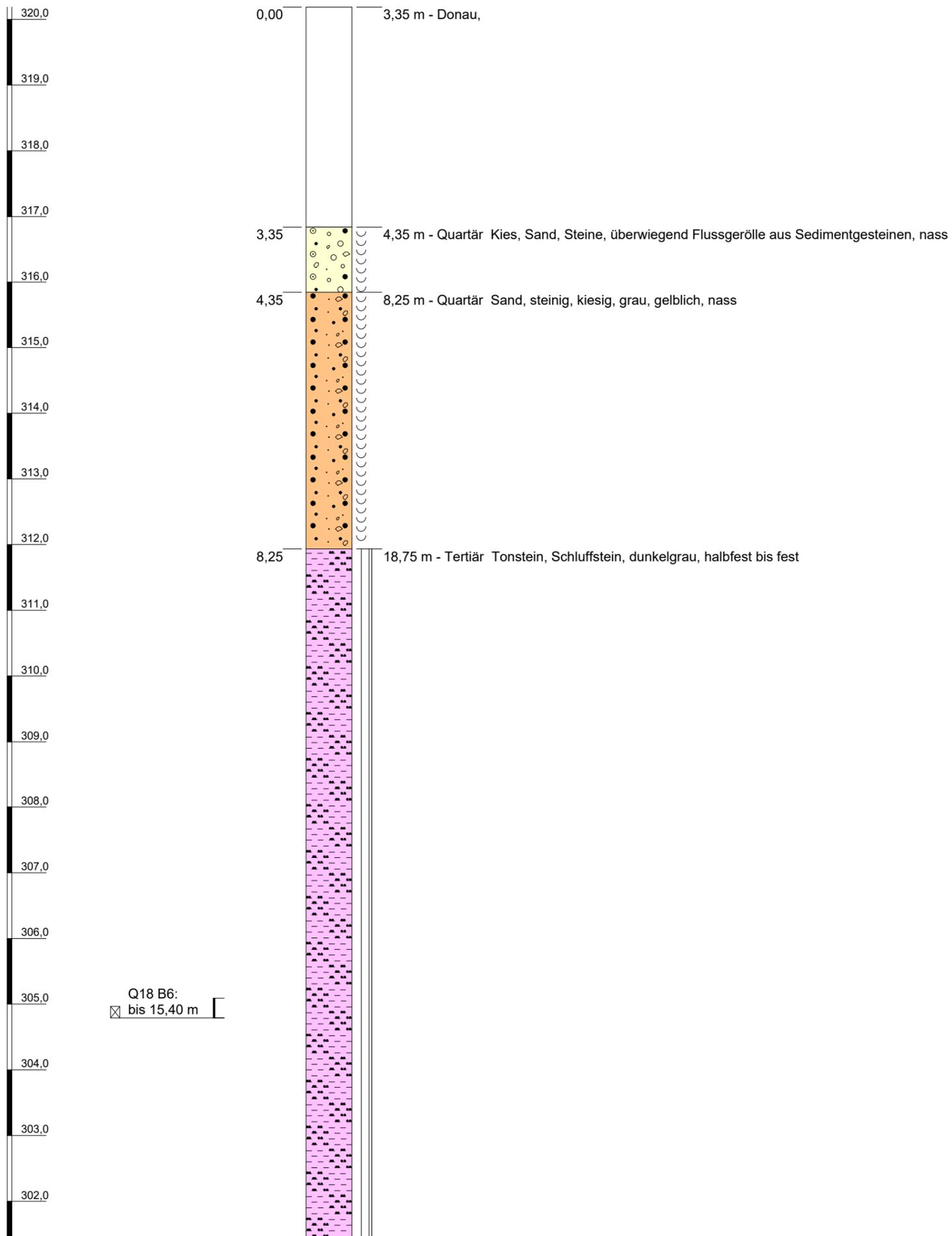
Höhenmaßstab: 1:70

Horizontalmaßstab:

<b>Projekt: SuedOstLink Abschnitt D2</b>	
<b>Bohrung: B 0188 (VT) / VT</b>	
Auftraggeber: TenneT TSO GmbH	Ostwert: 745388
Bohrfirma: Terrasond GmbH	Nordwert: 5430230
Bearbeiter: Holaschke	Ansatzhöhe: 320,19 m NHN
Datum: 27.10.2020	Anlage 1
	Endtiefe: 18,75 m



**B 0189 (VT)**



Höhenmaßstab: 1:70

Horizontalmaßstab:

**Projekt: SuedOstLink Abschnitt D2**

**Bohrung: B 0189 (VT) / VT**

Auftraggeber: TenneT TSO GmbH

Bohrfirma: Terrasond GmbH

Bearbeiter: Holaschke

Datum: 27.10.2020 Anlage 1

Ostwert: 745381

Nordwert: 5430179

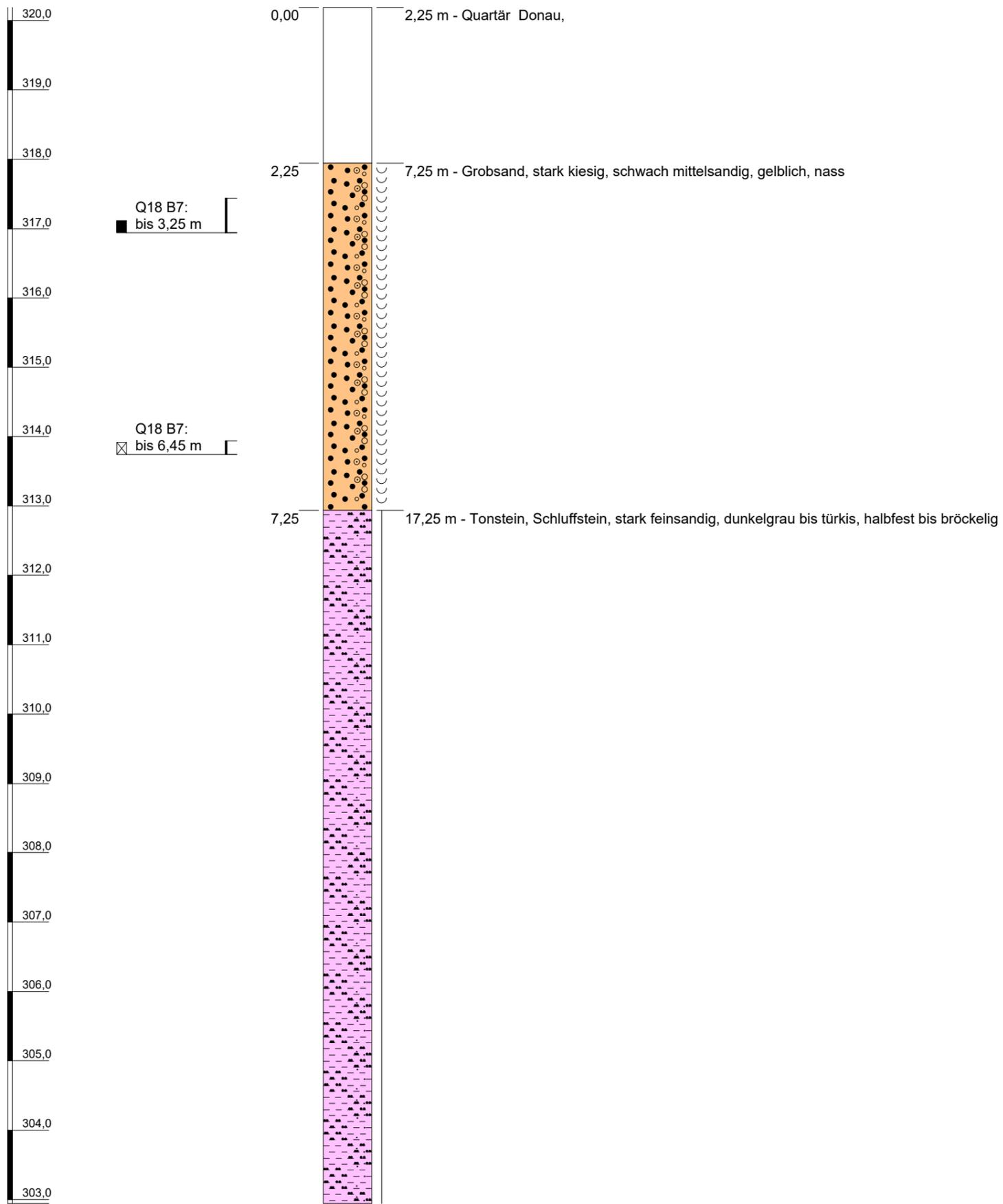
Ansatzhöhe: 320,19 m NHN

Endtiefe: 18,75 m



GOK 320,19 m NHN

**B 0190 (VT)**



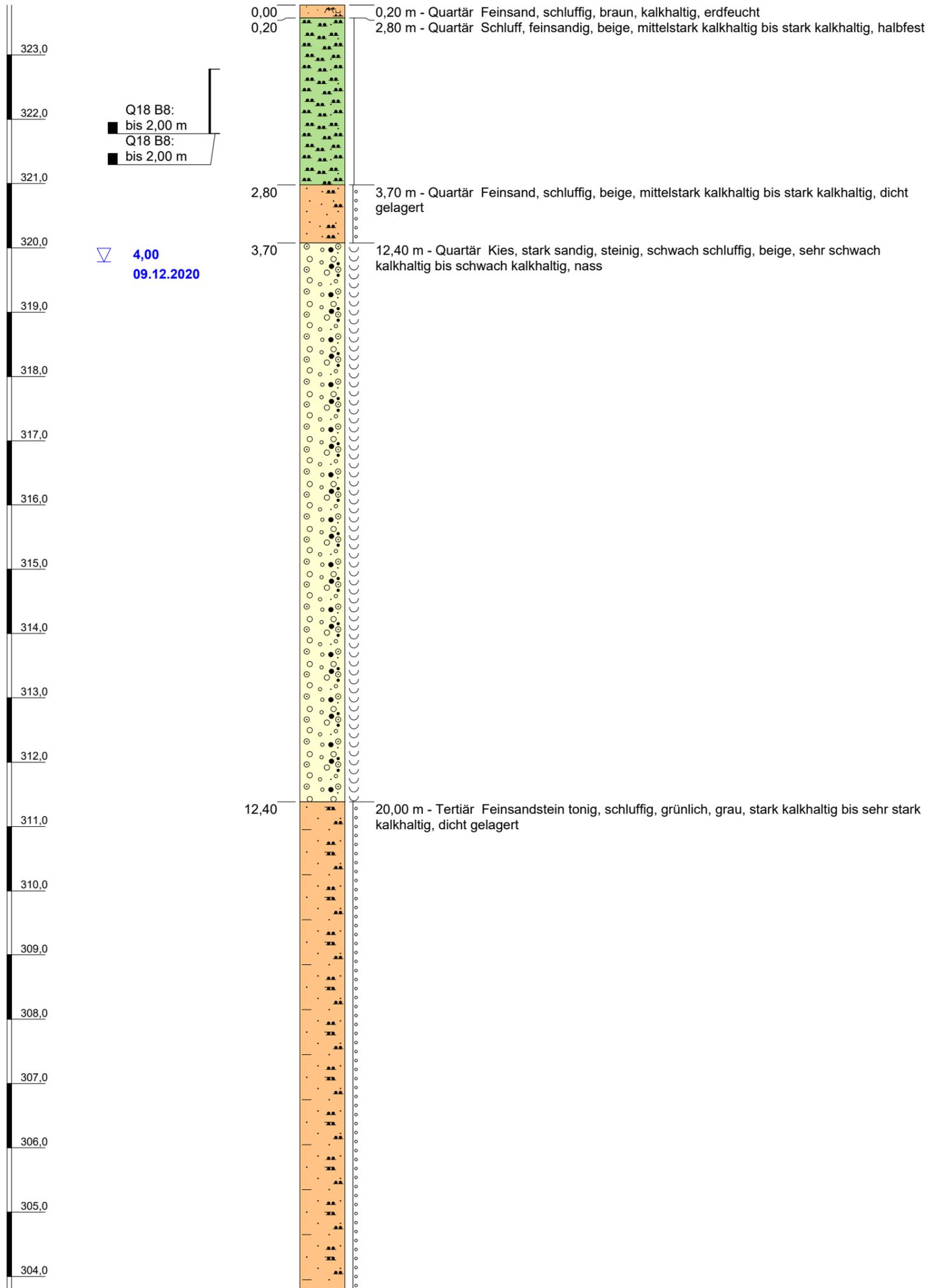
Höhenmaßstab: 1:70

Horizontalmaßstab:

<b>Projekt: SuedOstLink Abschnitt D2</b>	
<b>Bohrung: B 0190 (VT) / VT</b>	
Auftraggeber: TenneT TSO GmbH	Ostwert: 745375
Bohrfirma: Terrasond GmbH	Nordwert: 5430130
Bearbeiter: Holaschke	Ansatzhöhe: 320,19 m NHN
Datum: 27.10.2020	Endtiefe: 17,25 m
Anlage 1	



**B 0191 (VT)**



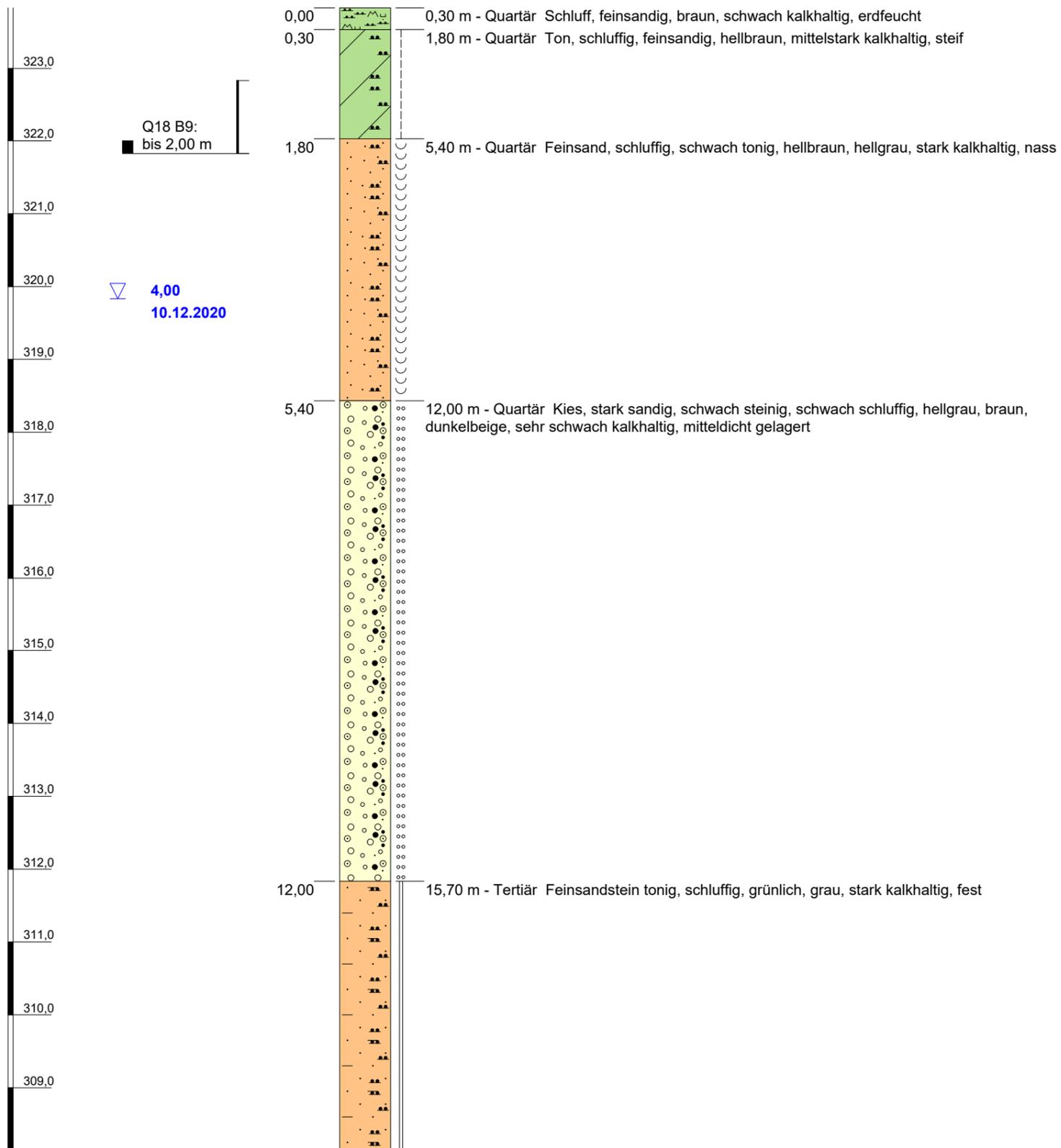
Höhenmaßstab: 1:70

Horizontalmaßstab:

<b>Projekt: SuedOstLink Abschnitt D2</b>	
<b>Bohrung: B 0191 (VT) / VT</b>	
Auftraggeber: TenneT TSO GmbH	Ostwert: 745344
Bohrfirma: Terrasond GmbH	Nordwert: 5430042
Bearbeiter: Kühn	Ansatzhöhe: 323,78 m NHN
Datum: 08.04.2021	Anlage 1
	Endtiefe: 20,00 m



**B 0192 (VT)**



Höhenmaßstab: 1:70

Horizontalmaßstab:

**Projekt: SuedOstLink Abschnitt D2**

**Bohrung: B 0192 (VT) / VT**

Auftraggeber: TenneT TSO GmbH

Bohrfirma: Terrasond GmbH

Bearbeiter: Kühn

Datum: 09.04.2021

Anlage 1

Ostwert: 745342

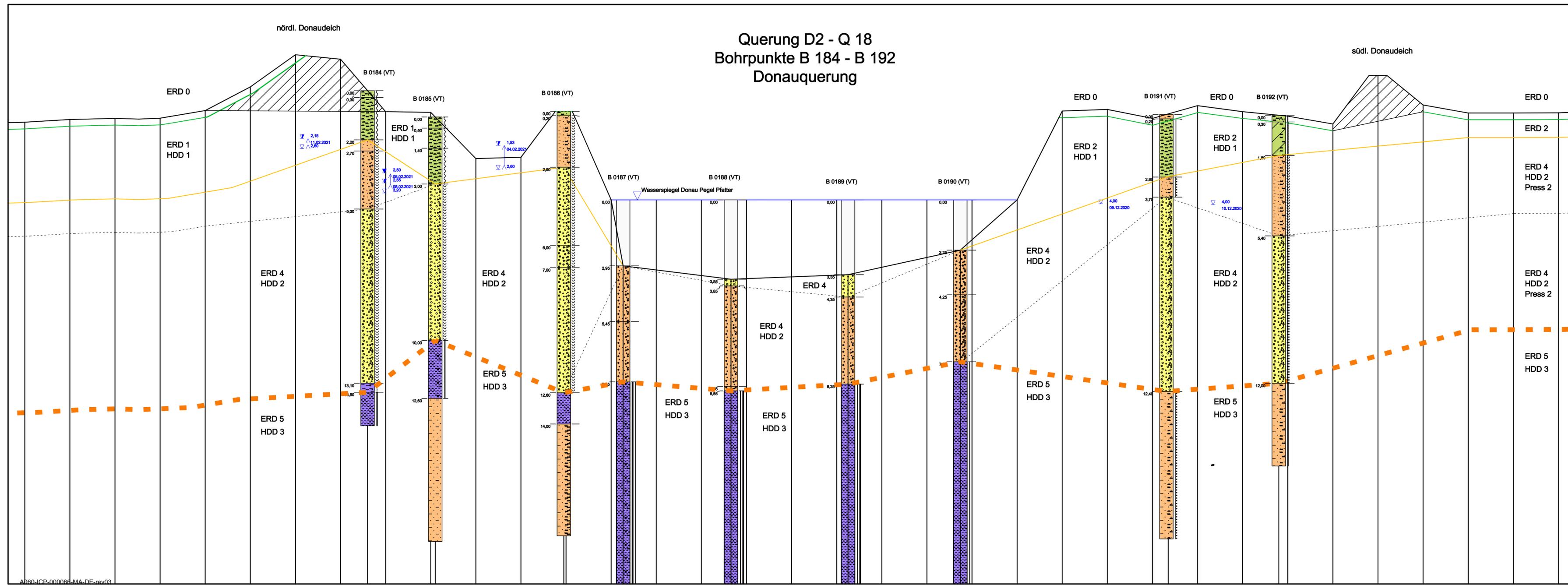
Nordwert: 5429991

Ansatzhöhe: 323,83 m NHN

Endtiefe: 15,70 m



# Querung D2 - Q 18 Bohrpunkte B 184 - B 192 Donauquerung



Plangrundlage:  
Datei:  
SOL\_D2\_20210226\_T\_00\_Trassenvorschlag\_1000\_100\_V1.0.dwg  
Längsschnitt auf Basis von Befliegungsdaten  
Stand 16.04.2021

- Schichtgrenze Homogenbereich ERD 0 / ERD 1 bzw. ERD 2
- Schichtgrenze Homogenbereich ERD 1 bzw. ERD 2 / ERD 4
- - - Übergang Sand / Kies
- Schichtgrenze DD 2 / HDD 3 = OK Festgestein
- Wasserspiegel Donau gemäß Pegel Pfalter

Bohrpunkt	Bohrung	gemessene Höhe	projizierte Höhe
B 184	Q 18 B 1	324,01	324,92
B 185	Q 18 B 2	323,92	323,74
B 186	Q 18 B 3	322,96	324,63
B 187	Q 18 B 4	320,19	320,19
B 188	Q 18 B 5	320,19	320,19
B 189	Q 18 B 6	320,19	320,19
B 190	Q 18 B 7	320,19	320,19
B 191	Q 18 B 8	323,78	323,88
B 192	Q 18 B 9	323,83	323,82

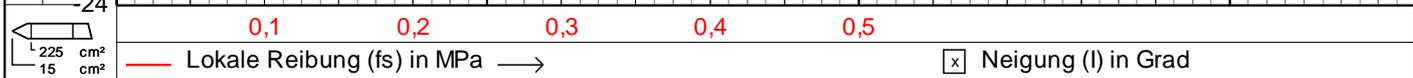
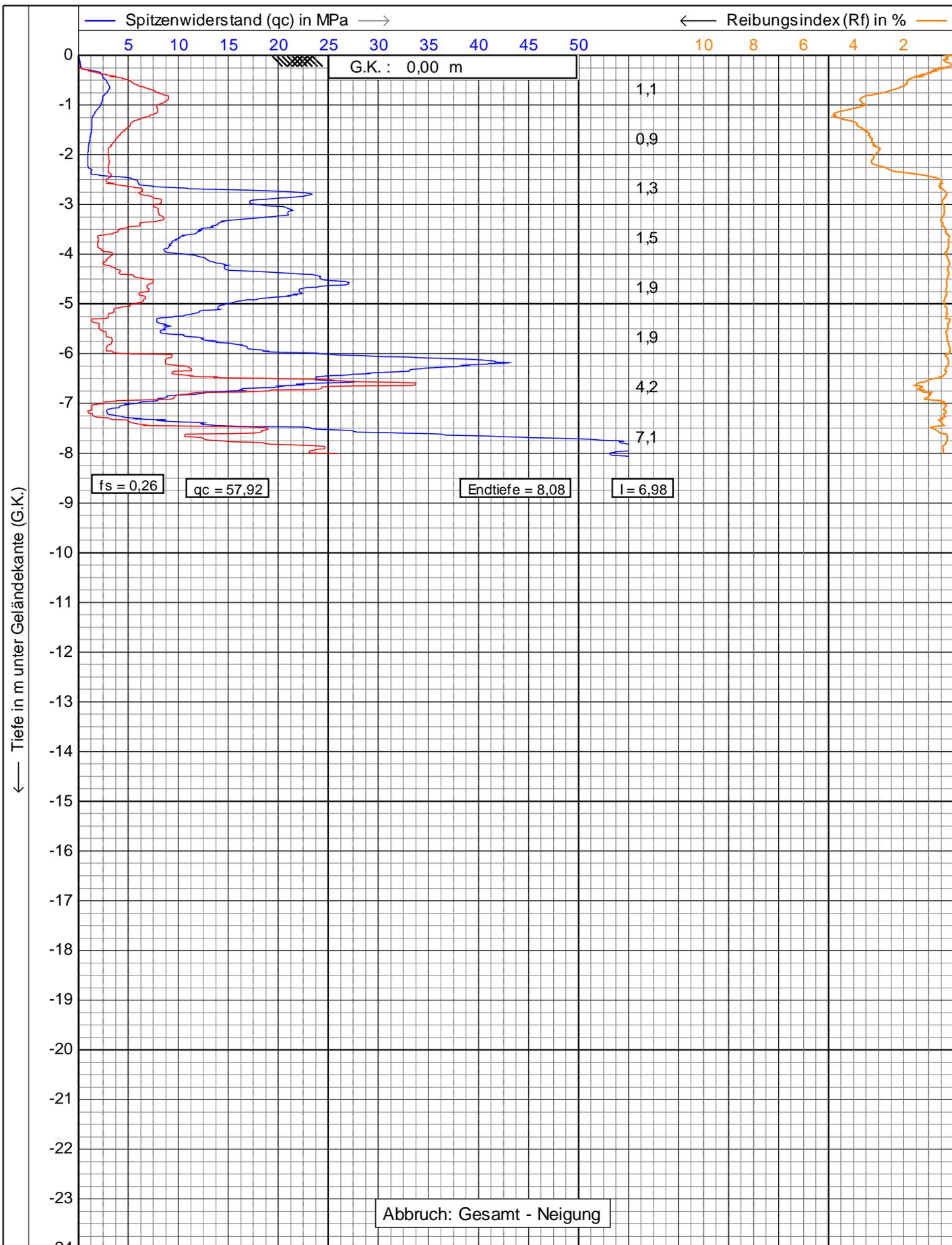
Auftraggeber: **Tennet**  
Taking power further

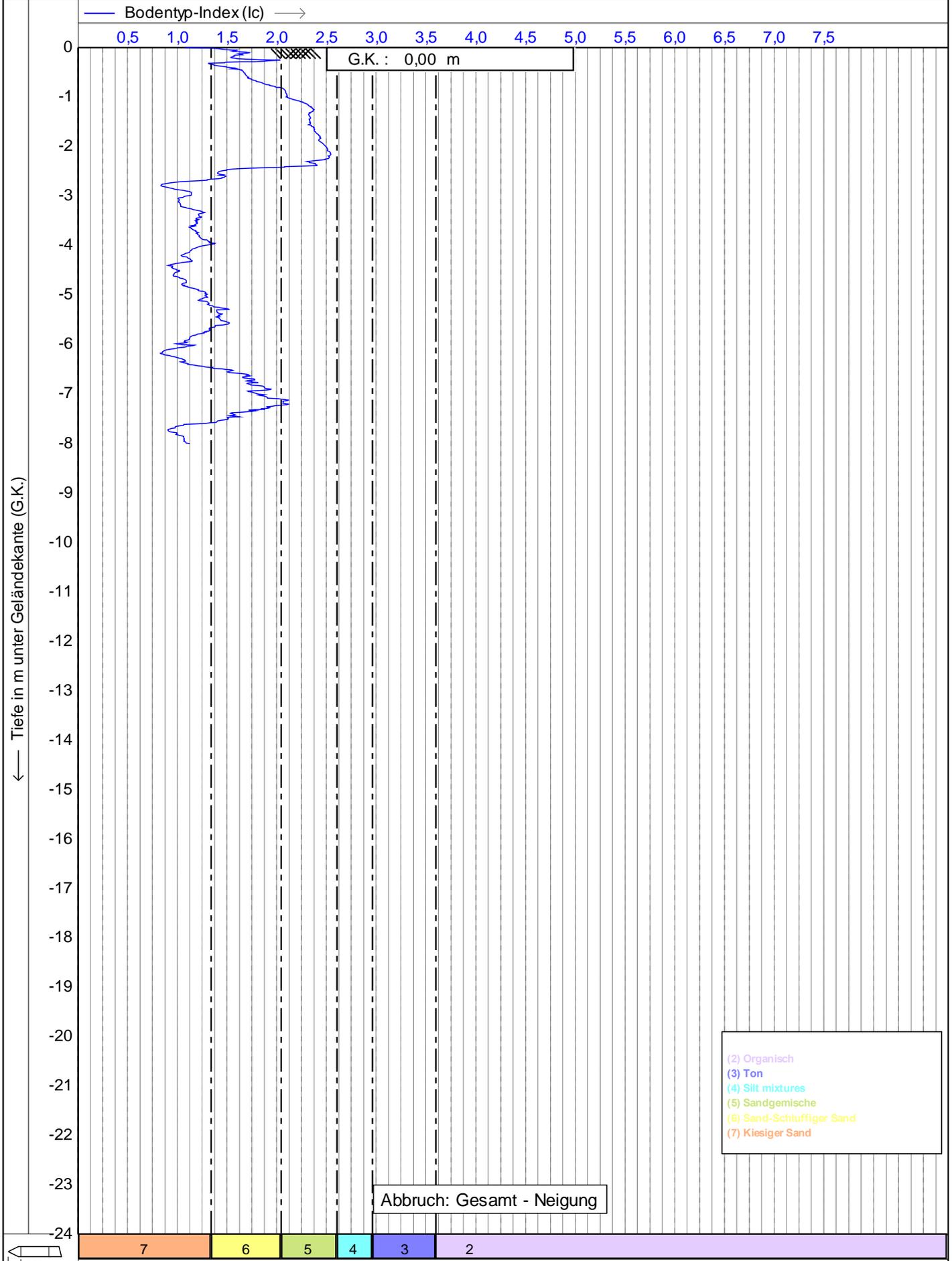
Planer:  
Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner  
ICP Braunschweig GmbH  
Beratende Ingenieure und Geologen für Wasser und Boden

ICP Braunschweig GmbH  
Berliner Straße 52J  
38104 Braunschweig  
Tel.: 0531/3540460-10  
Fax: 0531/3540460-99

**Projekt: 1800-08 SuedOstLink D2  
Baugrunderkundung**

**Anlage: 2.10 Profil Querung Q 18  
Donauquerung  
Maßstab Länge 1:1000  
Maßstab Höhe 1:100**

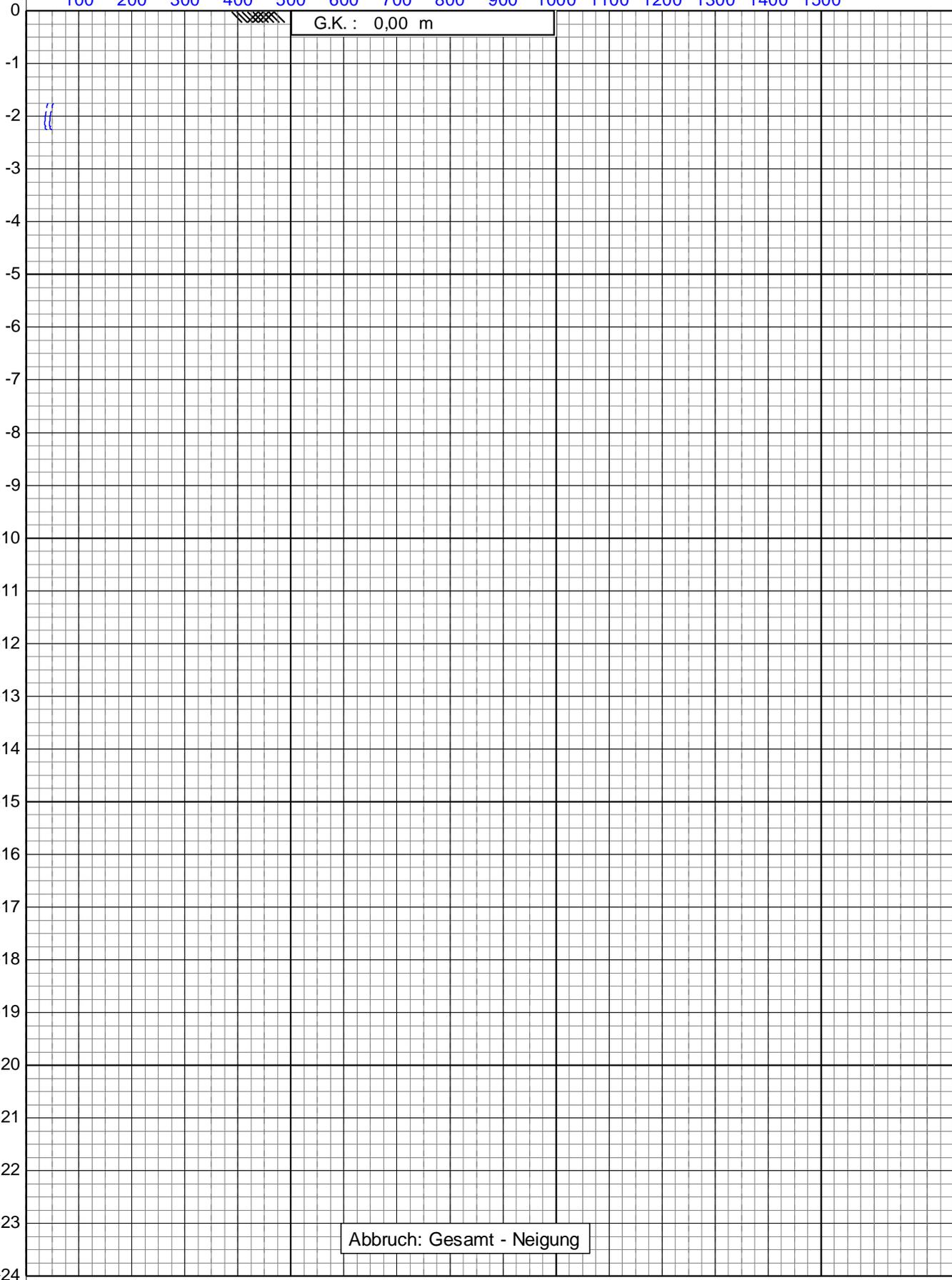




225 cm<sup>2</sup>  
 15 cm<sup>2</sup>

— Undrainierte Scherfestigkeit (Su) in kPa —>

100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500



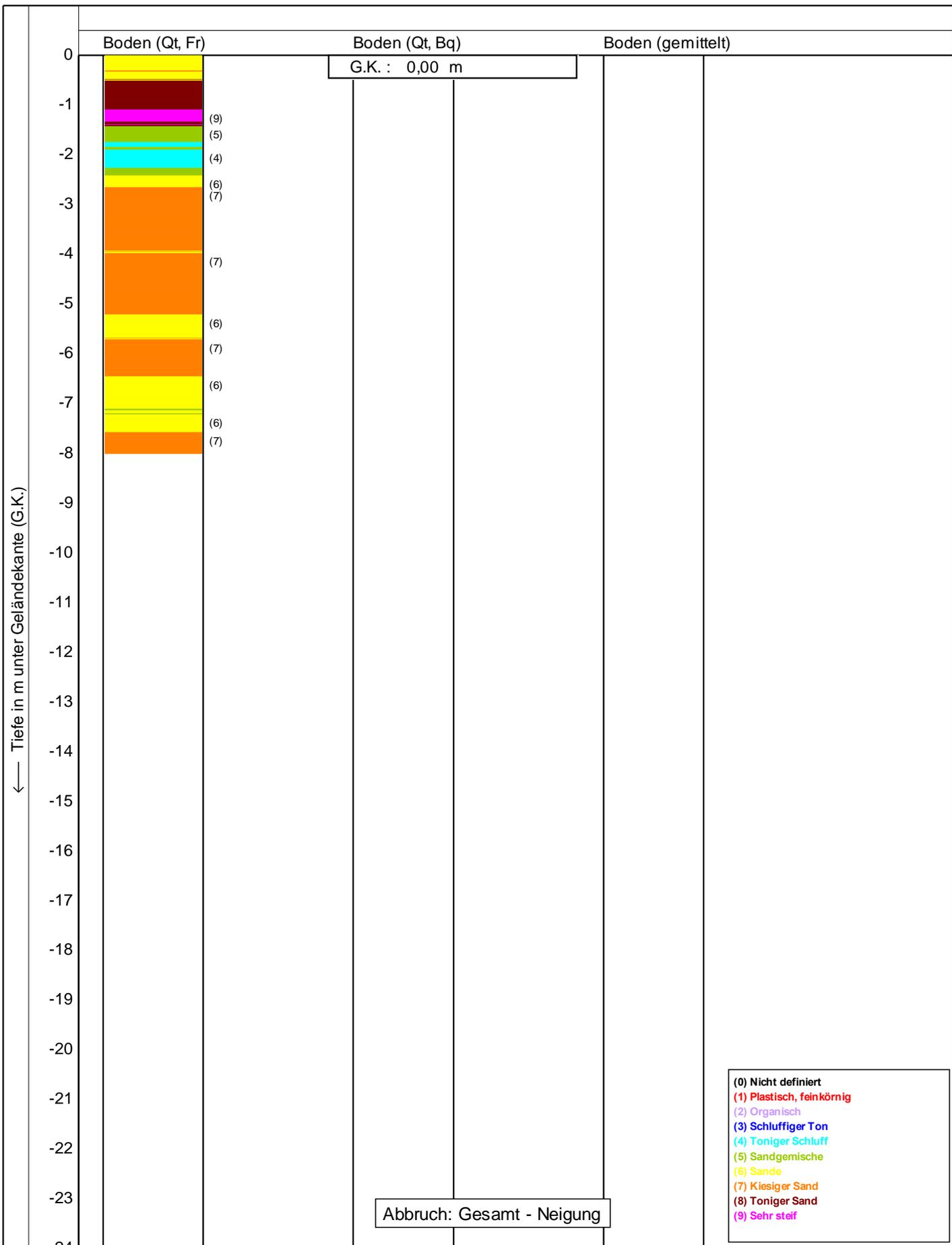
Tiefe in m unter Geländekante (G.K.)

225 cm<sup>2</sup>  
15 cm<sup>2</sup>



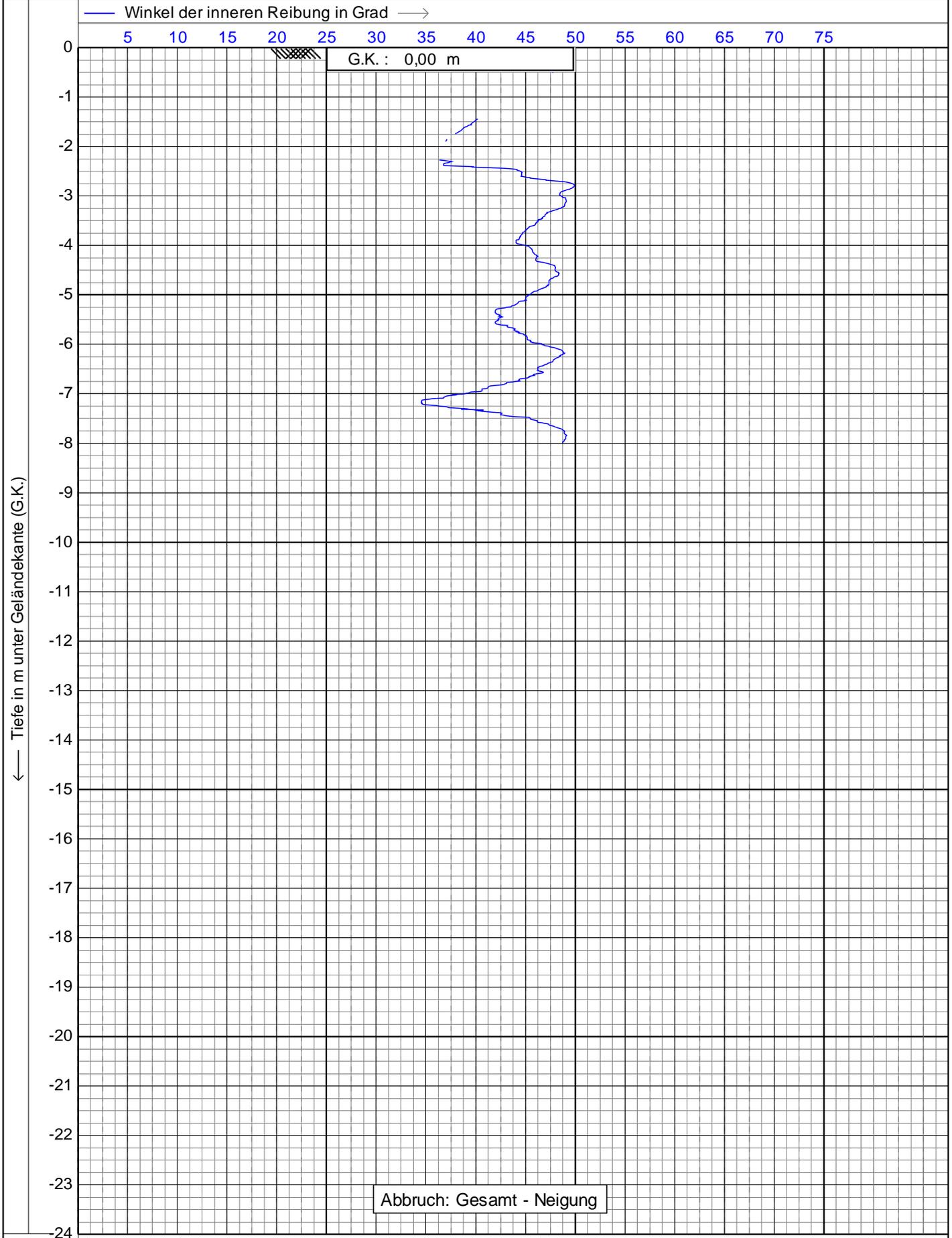
Drucksondierungen nach DIN EN ISO 22476-1 (2013)  
 Projekt : **Südlink**  
 Ort : **Pfatter**

Datum : **01.12.2021**  
 Konus Nr. : **S15CFIL.S20322**  
 Projekt Nr. : **20180523-10002**  
 CPT Nr. : **D2 B327** 3/5



Bodenklassifikation nach Robertson 1990

<p style="font-size: small;">heiligenstadt gmbh Beratende Ingenieure VBI</p>	Drucksondierungen nach DIN EN ISO 22476-1 (2013)	Datum : <b>01.12.2021</b>
	Projekt : <b>Südlink</b>	Konus Nr. : <b>S15CFIL.S20322</b>
	Ort : <b>Pfatter</b>	Projekt Nr. : <b>20180523-10002</b>
		CPT Nr. : <b>D2 B327</b> 4/5



225 cm<sup>2</sup>  
 15 cm<sup>2</sup>

**geo**  
**technik**  
 heiligenstadt gmbh  
 Beratende Ingenieure VBI

Drucksondierungen nach DIN EN ISO 22476-1 (2013)

Projekt : **Südlink**

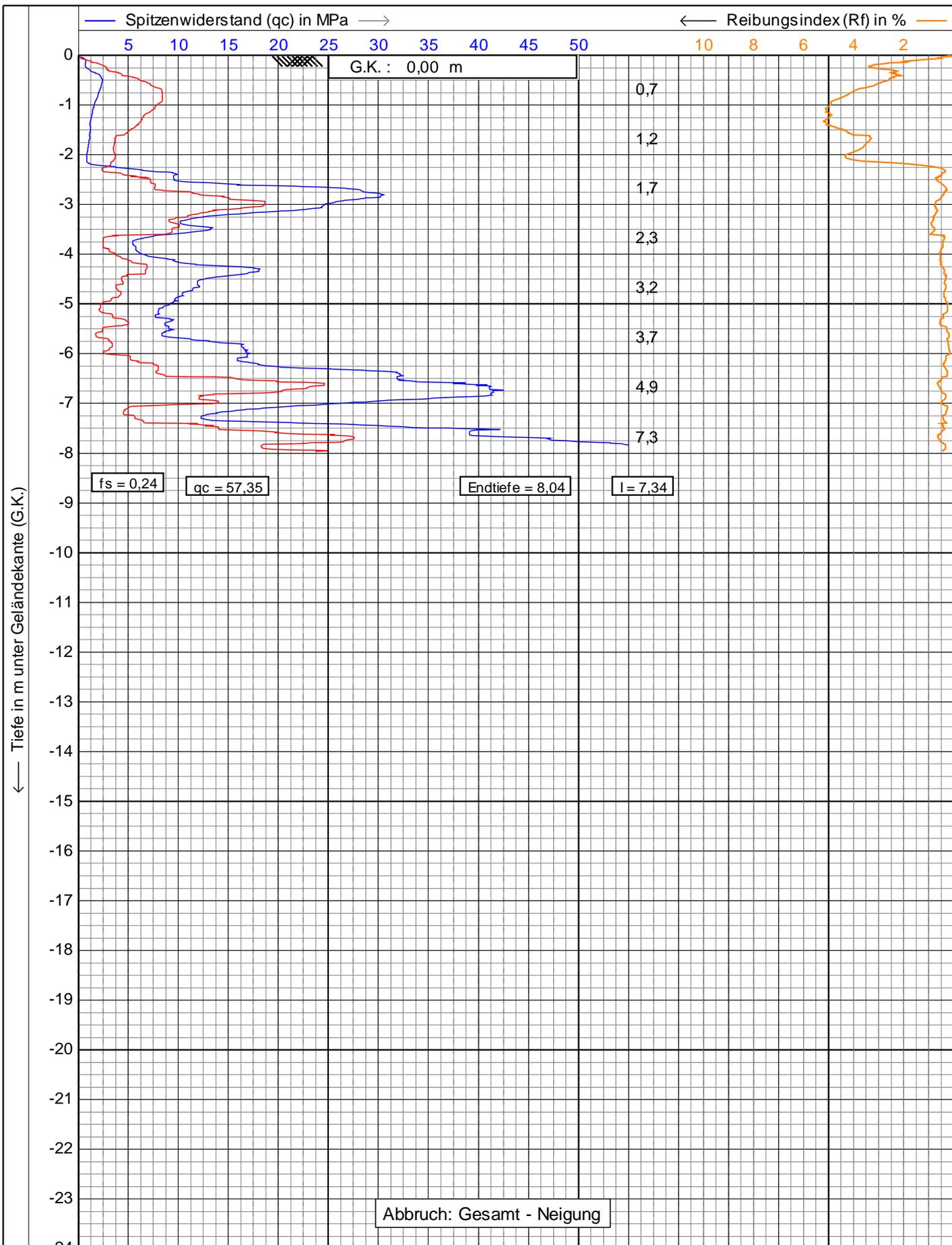
Ort : **Pfatter**

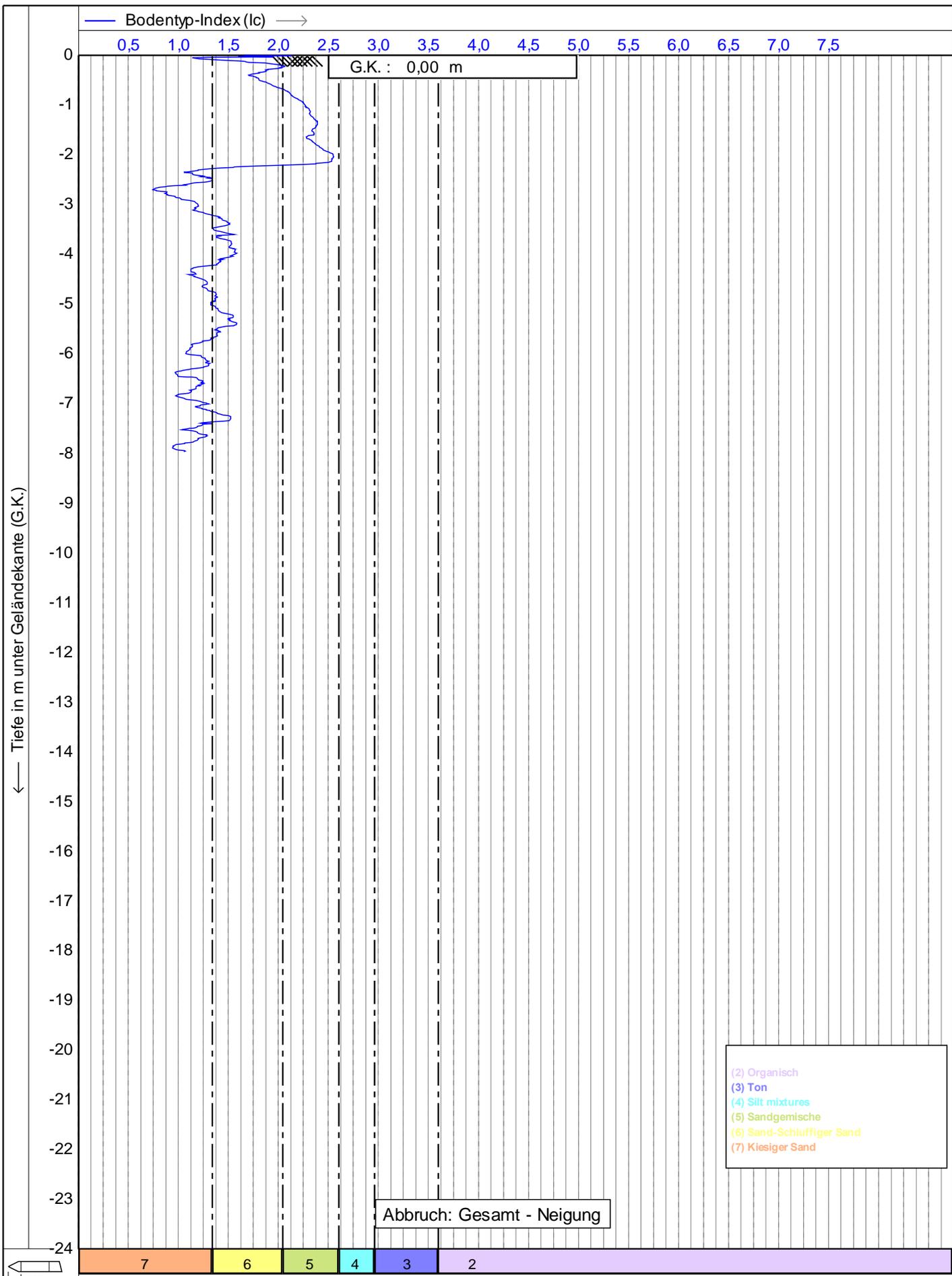
Datum : **01.12.2021**

Konus Nr. : **S15CFIL.S20322**

Projekt Nr. : **20180523-10002**

CPT Nr. : **D2 B327** 5/5





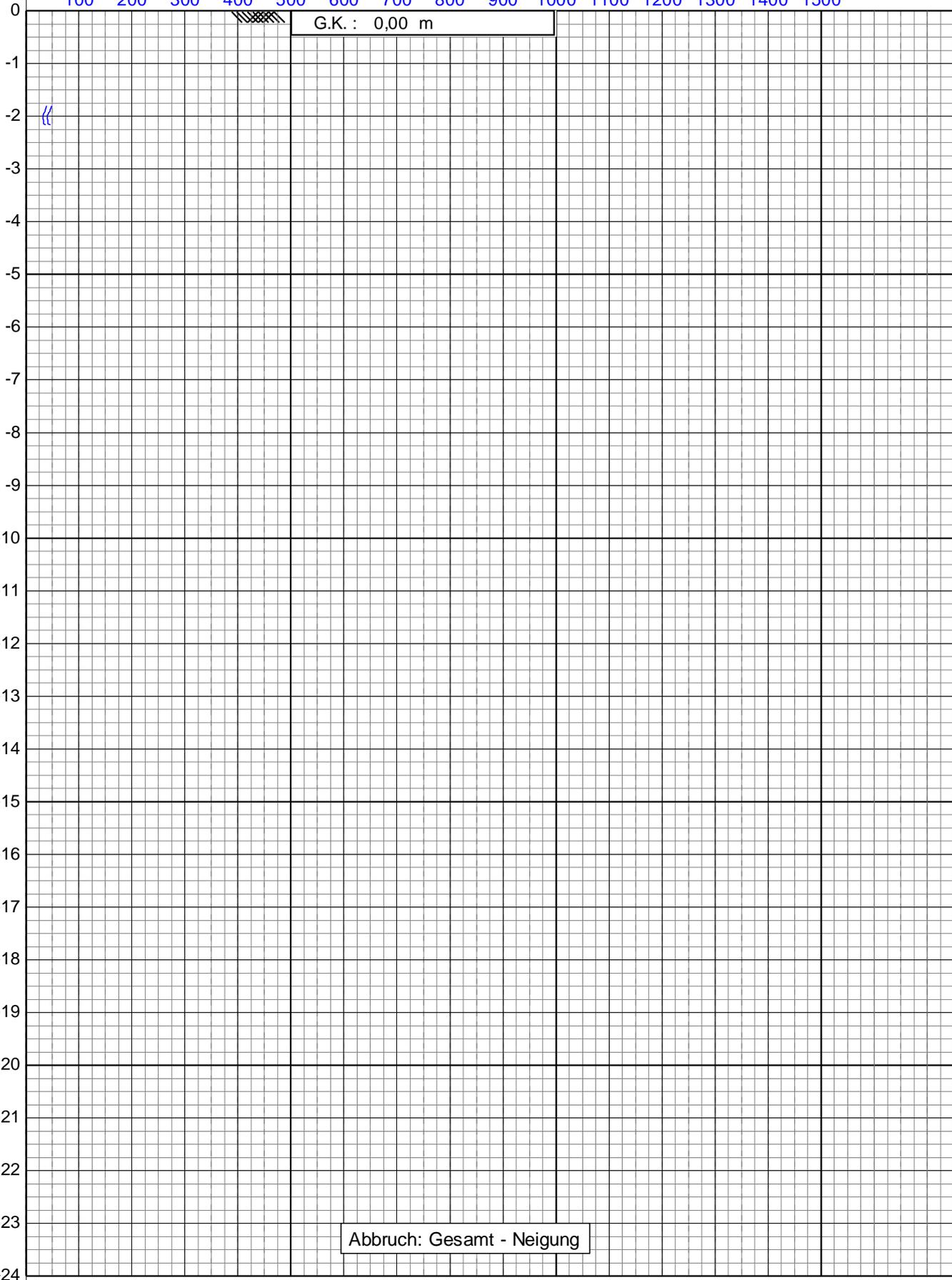
- (2) Organisch
- (3) Ton
- (4) Silt mixtures
- (5) Sandgemische
- (6) Sand-Schluffiger Sand
- (7) Kiesiger Sand

Abbruch: Gesamt - Neigung

225 cm<sup>2</sup>  
 15 cm<sup>2</sup>

— Undrainierte Scherfestigkeit (Su) in kPa —>

100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500



Tiefe in m unter Geländekante (G.K.)

225 cm<sup>2</sup>
  
 15 cm<sup>2</sup>



Drucksondierungen nach DIN EN ISO 22476-1 (2013)

Projekt : **Südlink**

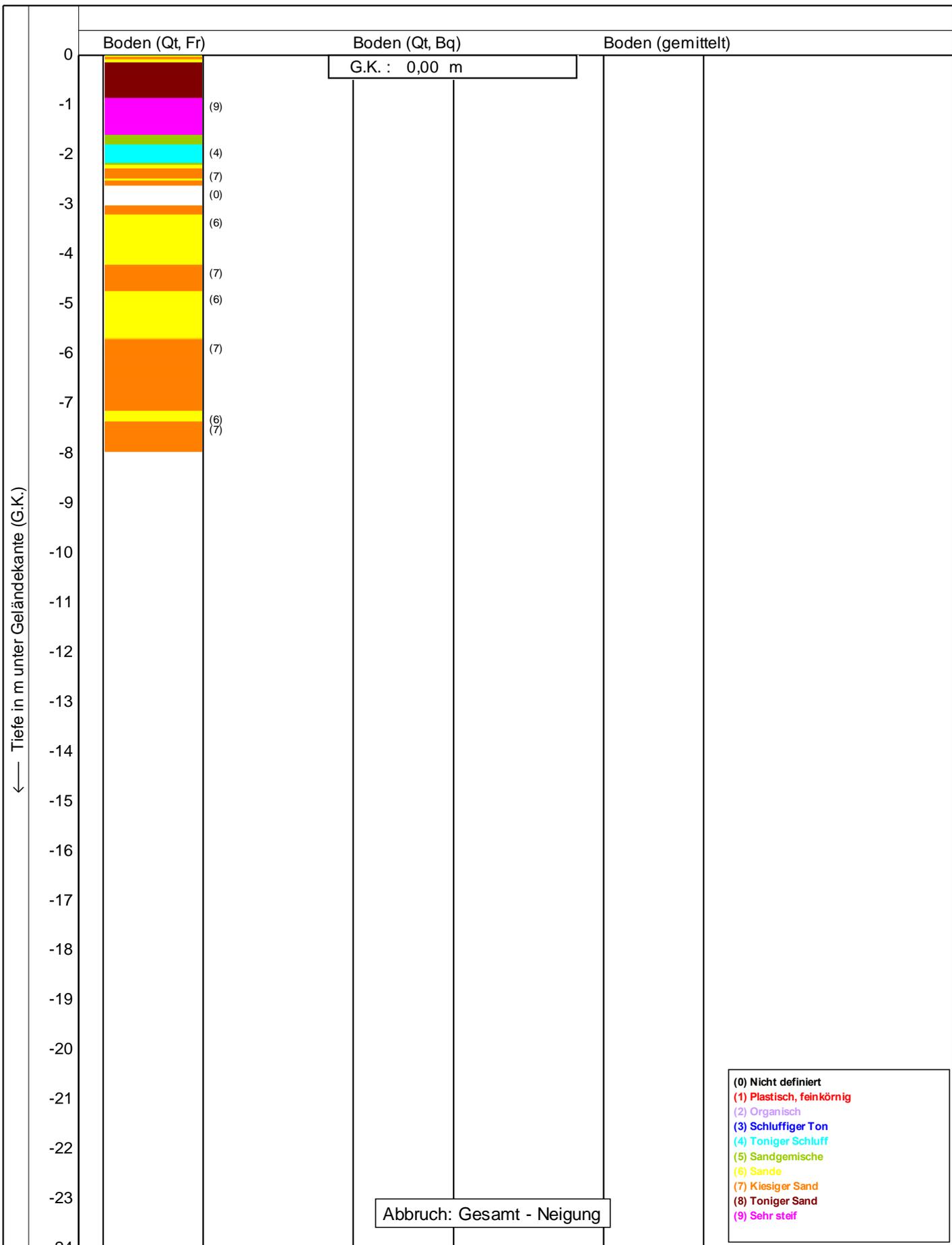
Ort : **Pfatter**

Datum : **01.12.2021**

Konus Nr. : **S15CFIL.S20322**

Projekt Nr. : **20180523-10002**

CPT Nr. : **D2 B328** 3/5



Bodenklassifikation nach Robertson 1990

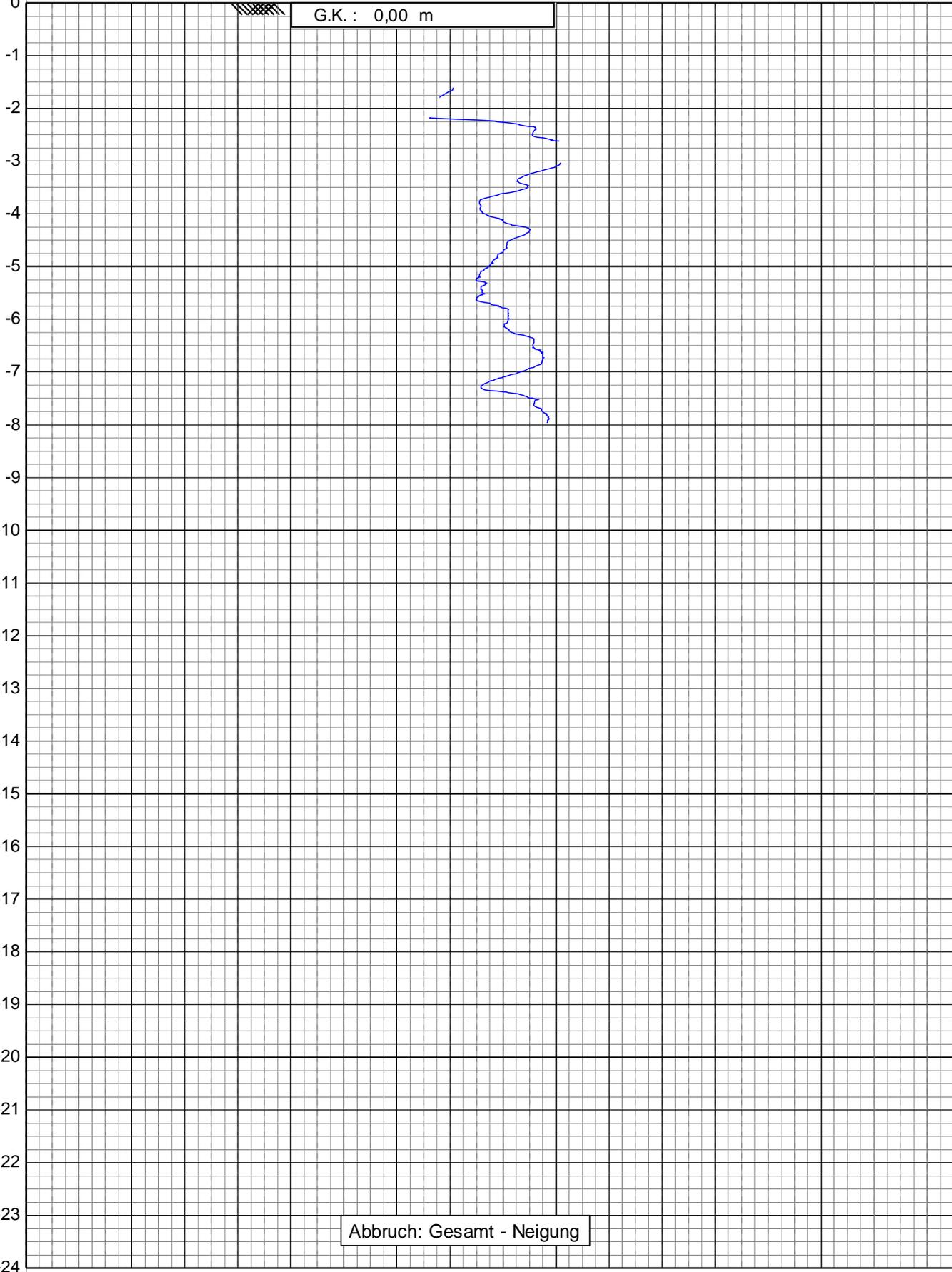
	Drucksondierungen nach DIN EN ISO 22476-1 (2013)		Datum : <b>01.12.2021</b>	
	Projekt : <b>Südlink</b>		Konus Nr. : <b>S15CFIL.S20322</b>	
	Ort : <b>Pfatter</b>		Projekt Nr. : <b>20180523-10002</b>	
			CPT Nr. : <b>D2 B328</b> 4/5	

— Winkel der inneren Reibung in Grad —>

5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75

G.K. : 0,00 m

Tiefe in m unter Geländekante (G.K.)



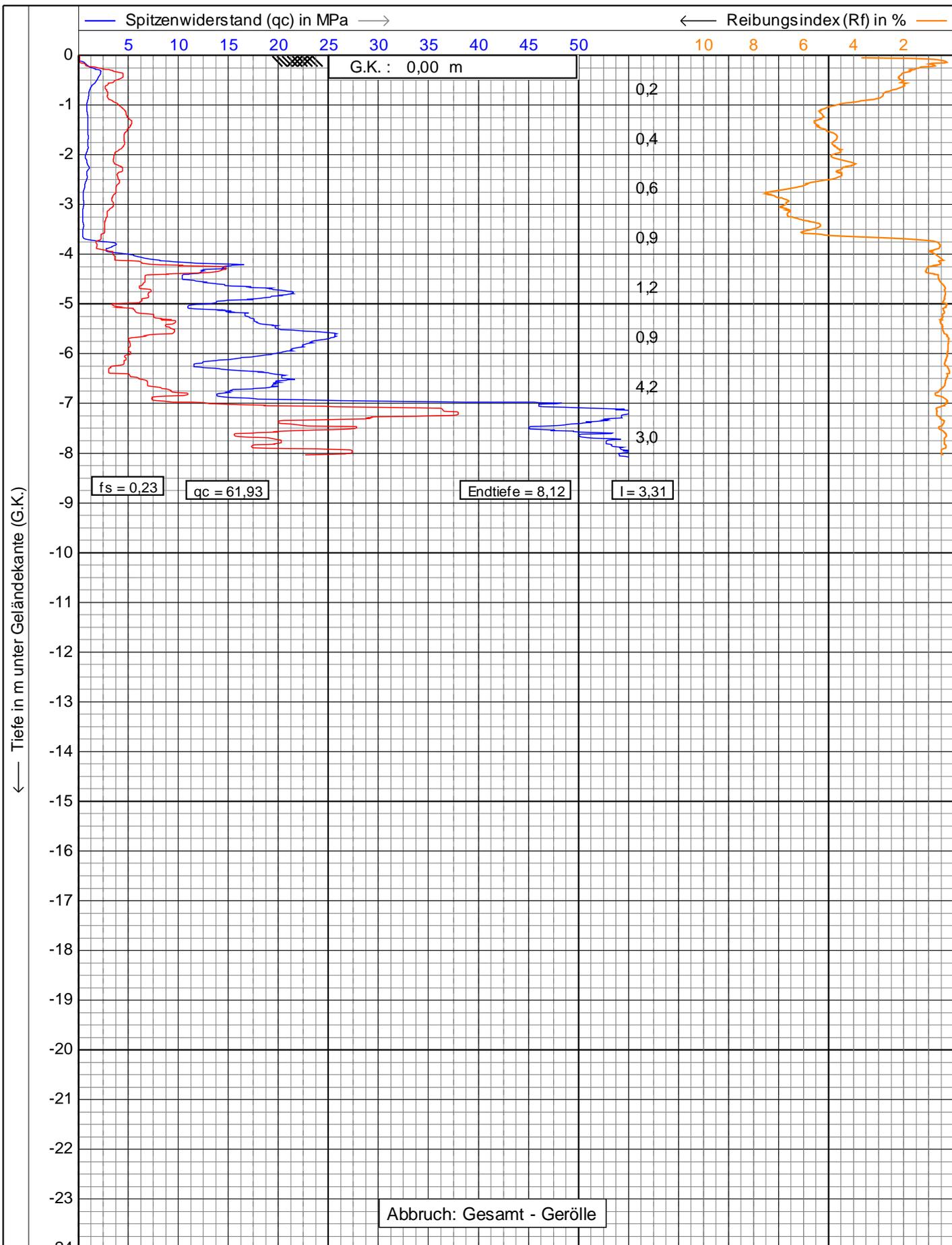
Abbruch: Gesamt - Neigung

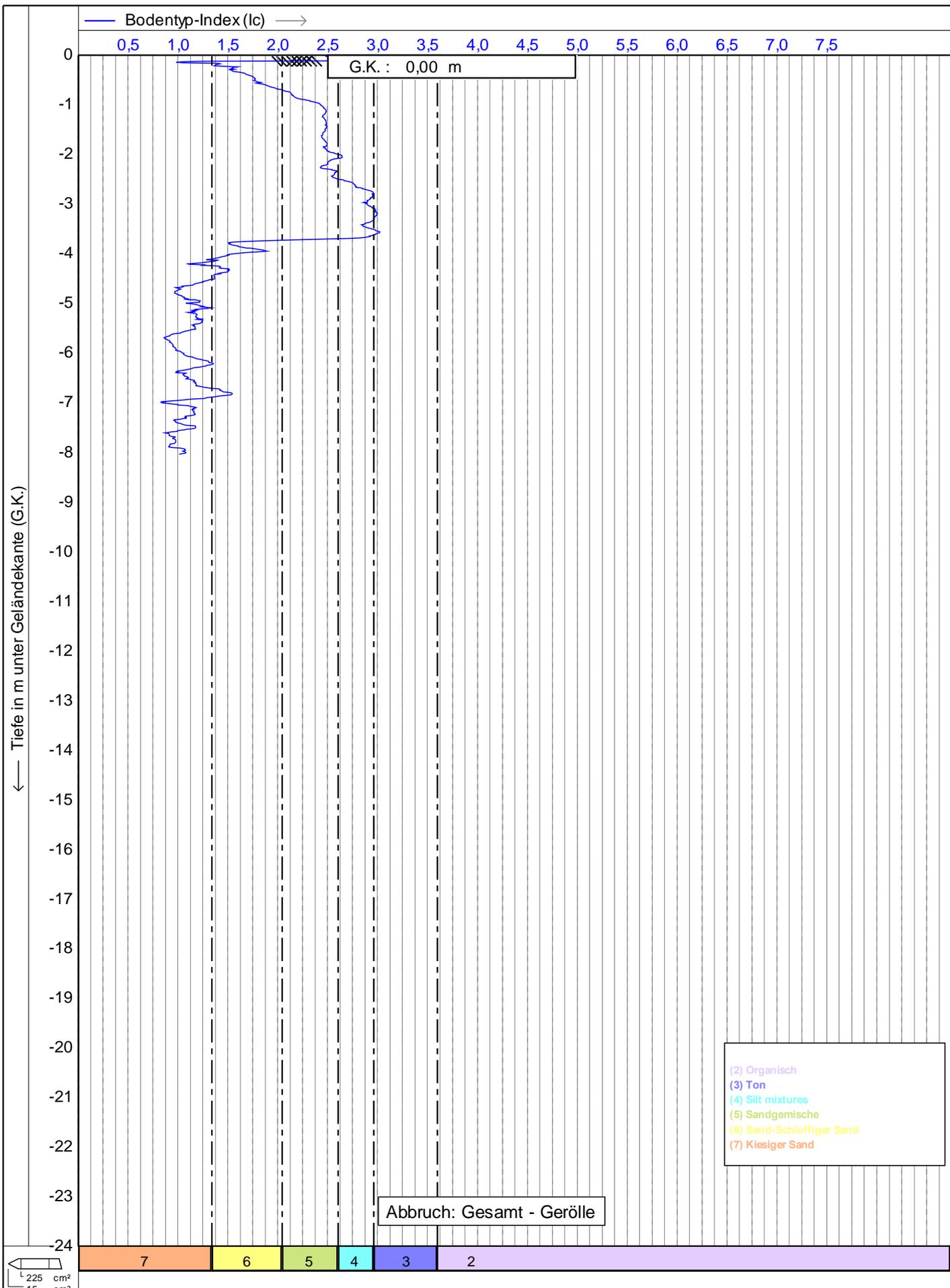
225 cm<sup>2</sup>  
15 cm<sup>2</sup>

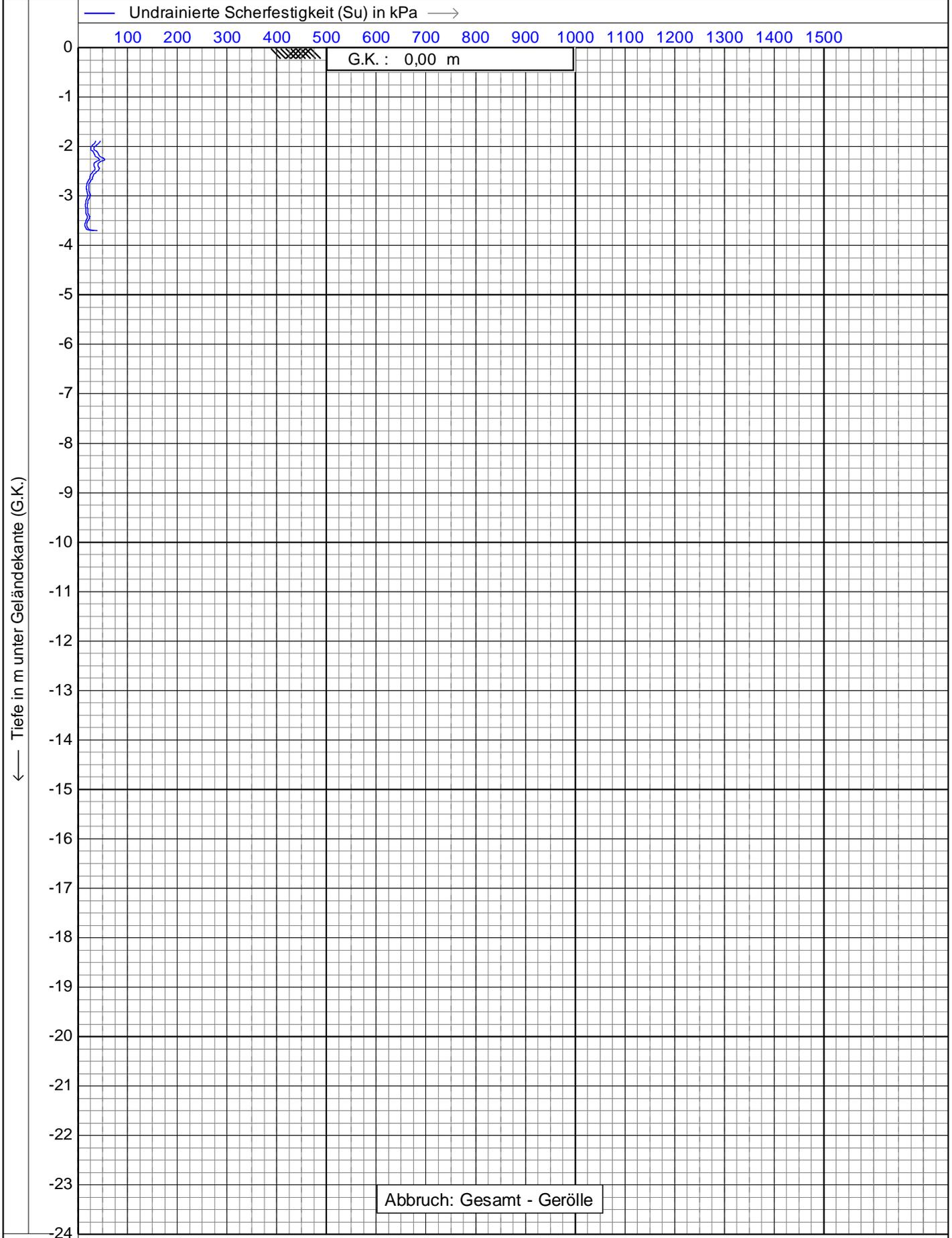


Drucksondierungen nach DIN EN ISO 22476-1 (2013)  
 Projekt : **Südlink**  
 Ort : **Pfatter**

Datum : **01.12.2021**  
 Konus Nr. : **S15CFIL.S20322**  
 Projekt Nr. : **20180523-10002**  
 CPT Nr. : **D2 B328** 5/5







Tiefe in m unter Geländekante (G.K.)

225 cm<sup>2</sup>
  
 15 cm<sup>2</sup>

**geo**  
**technik**  
heiligenstadt gmbh  
Beratende Ingenieure VBI

Drucksondierungen nach DIN EN ISO 22476-1 (2013)

Projekt : **Südlink**

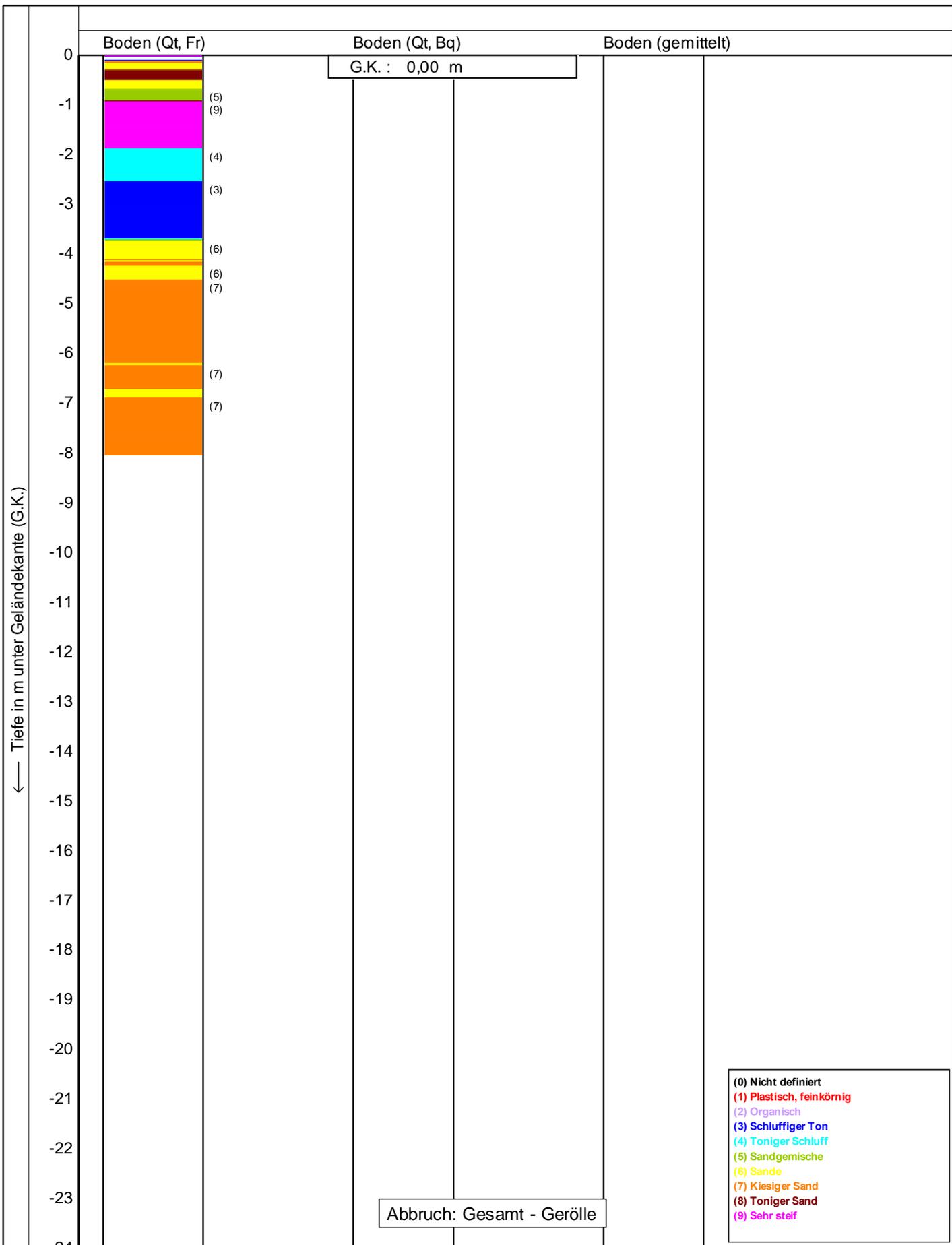
Ort : **Pfatter**

Datum : **01.12.2021**

Konus Nr. : **S15CFIL.S20322**

Projekt Nr. : **20180523-10002**

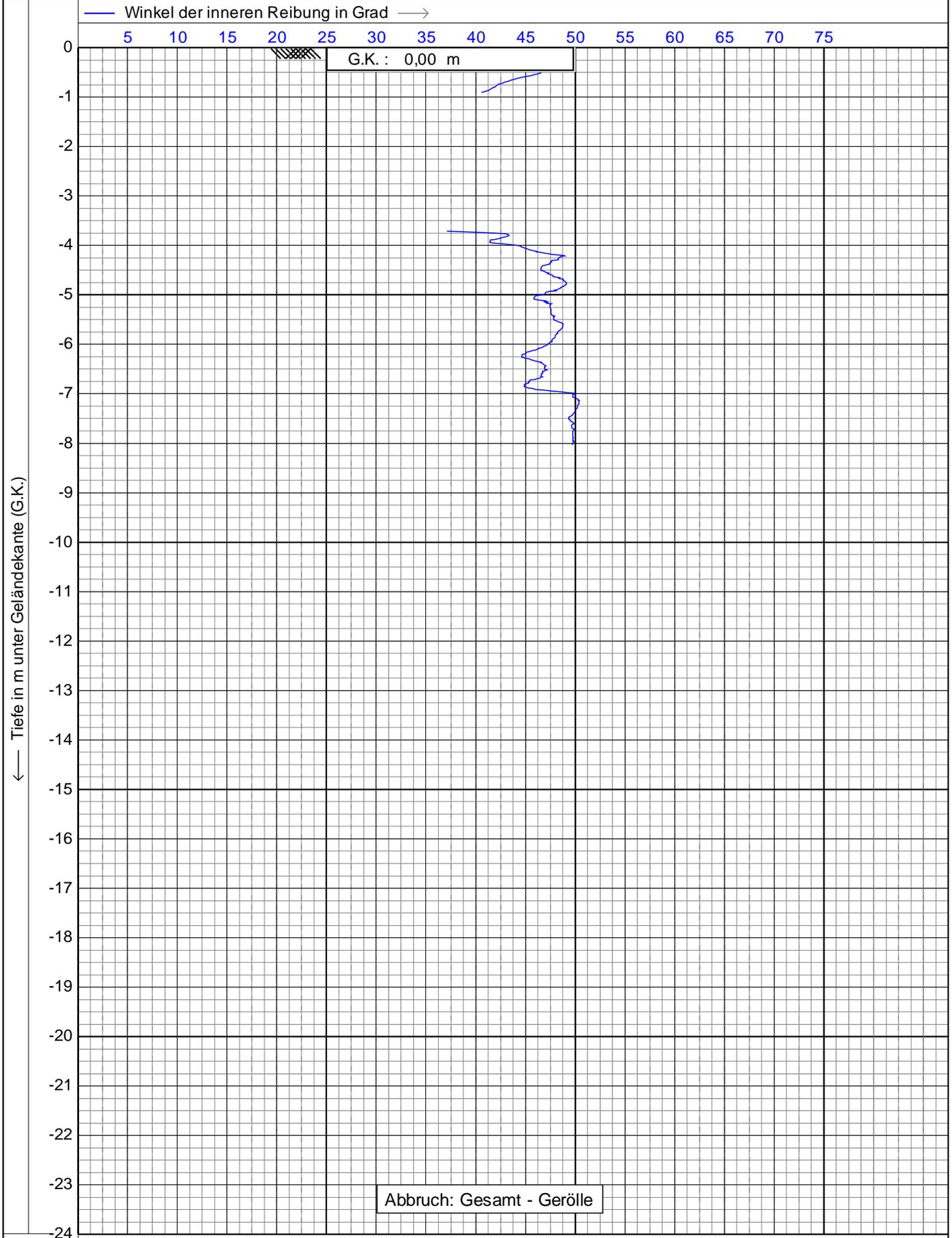
CPT Nr. : **D2 B329** 3/5



- (0) Nicht definiert
- (1) Plastisch, feinkörnig
- (2) Organisch
- (3) Schluffiger Ton
- (4) Toniger Schluff
- (5) Sandgemische
- (6) Sande
- (7) Kiesiger Sand
- (8) Toniger Sand
- (9) Sehr steif

Bodenklassifikation nach Robertson 1990

<p style="font-size: small; margin: 0;">heiligenstadt gmbh Beratende Ingenieure VBI</p>	Drucksondierungen nach DIN EN ISO 22476-1 (2013)	Datum : <b>01.12.2021</b>
	Projekt : <b>Südlink</b>	Konus Nr. : <b>S15CFIL.S20322</b>
	Ort : <b>Pfatter</b>	Projekt Nr. : <b>20180523-10002</b>
		CPT Nr. : <b>D2 B329</b> 4/5



225 cm<sup>2</sup>  
 15 cm<sup>2</sup>

**geo**  
**technik**  
 heiligenstadt gmbh  
 Beratende Ingenieure VBI

Drucksondierungen nach DIN EN ISO 22476-1 (2013)

Projekt : **Südlink**

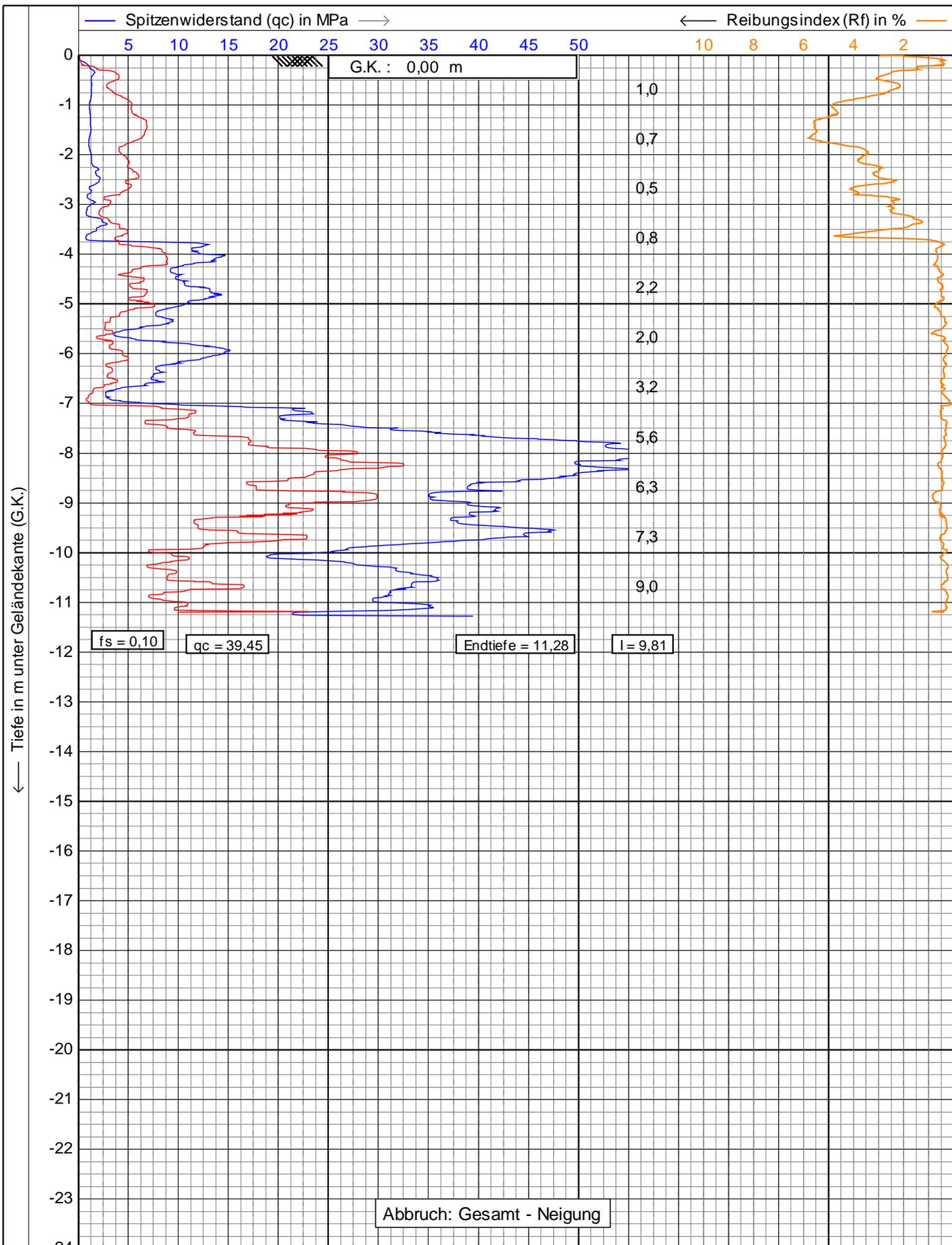
Ort : **Pfatter**

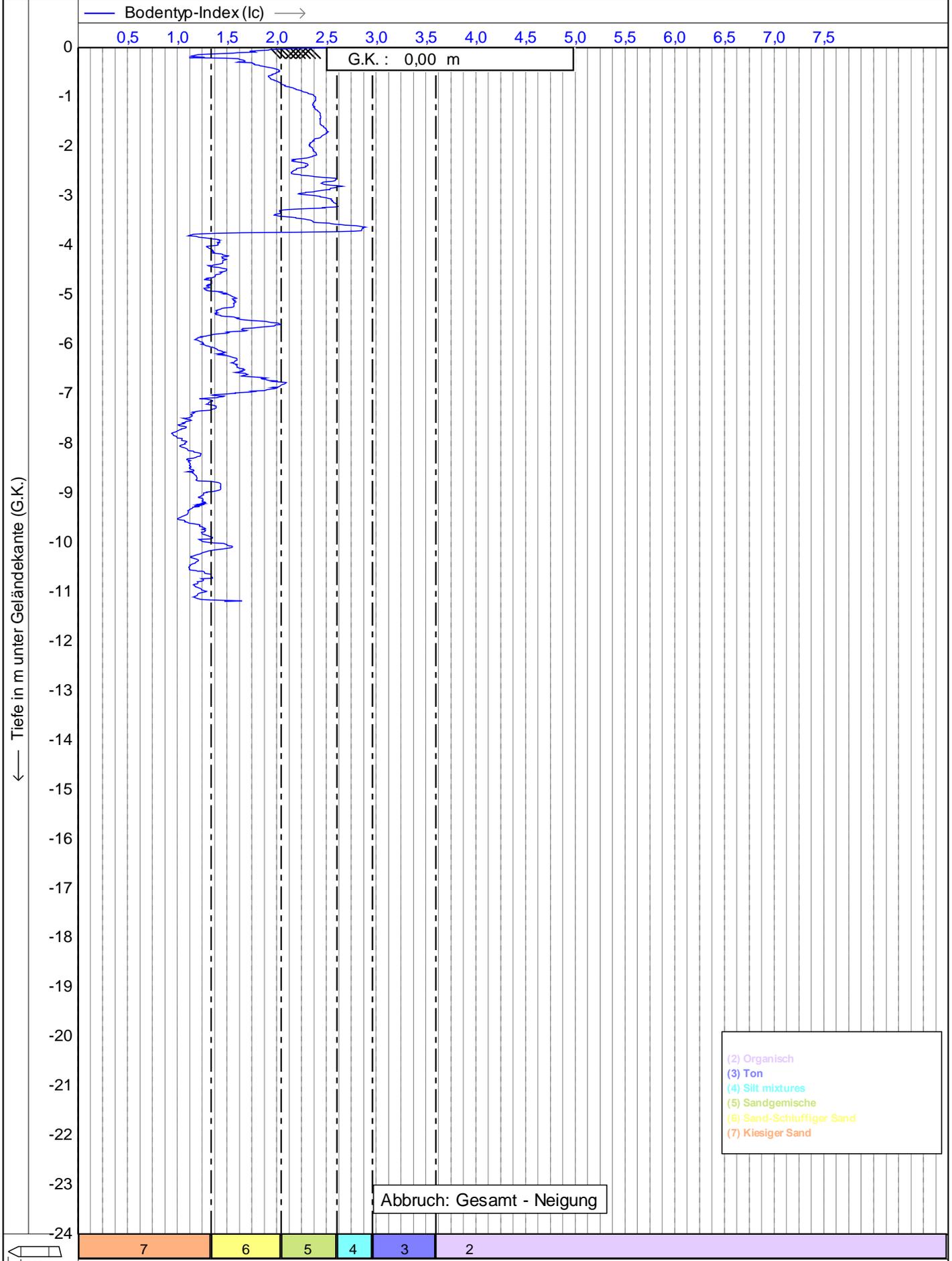
Datum : **01.12.2021**

Konus Nr. : **S15CFIL.S20322**

Projekt Nr. : **20180523-10002**

CPT Nr. : **D2 B329** 5/5

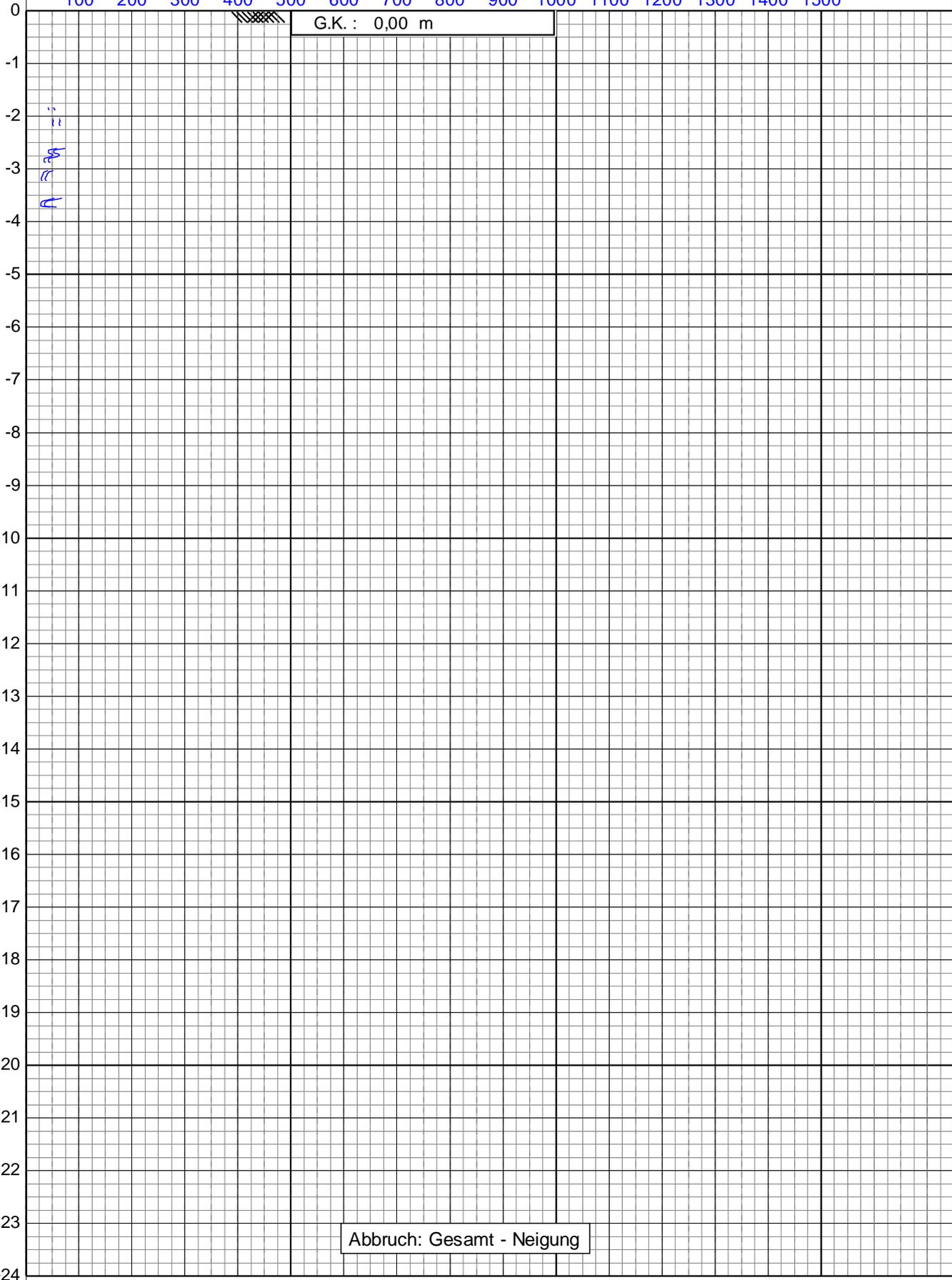




$\frac{1}{225} \frac{\text{cm}^2}{\text{cm}^2}$   
 $\frac{1}{15} \frac{\text{cm}^2}{\text{cm}^2}$

— Undrainierte Scherfestigkeit (Su) in kPa —>

100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500



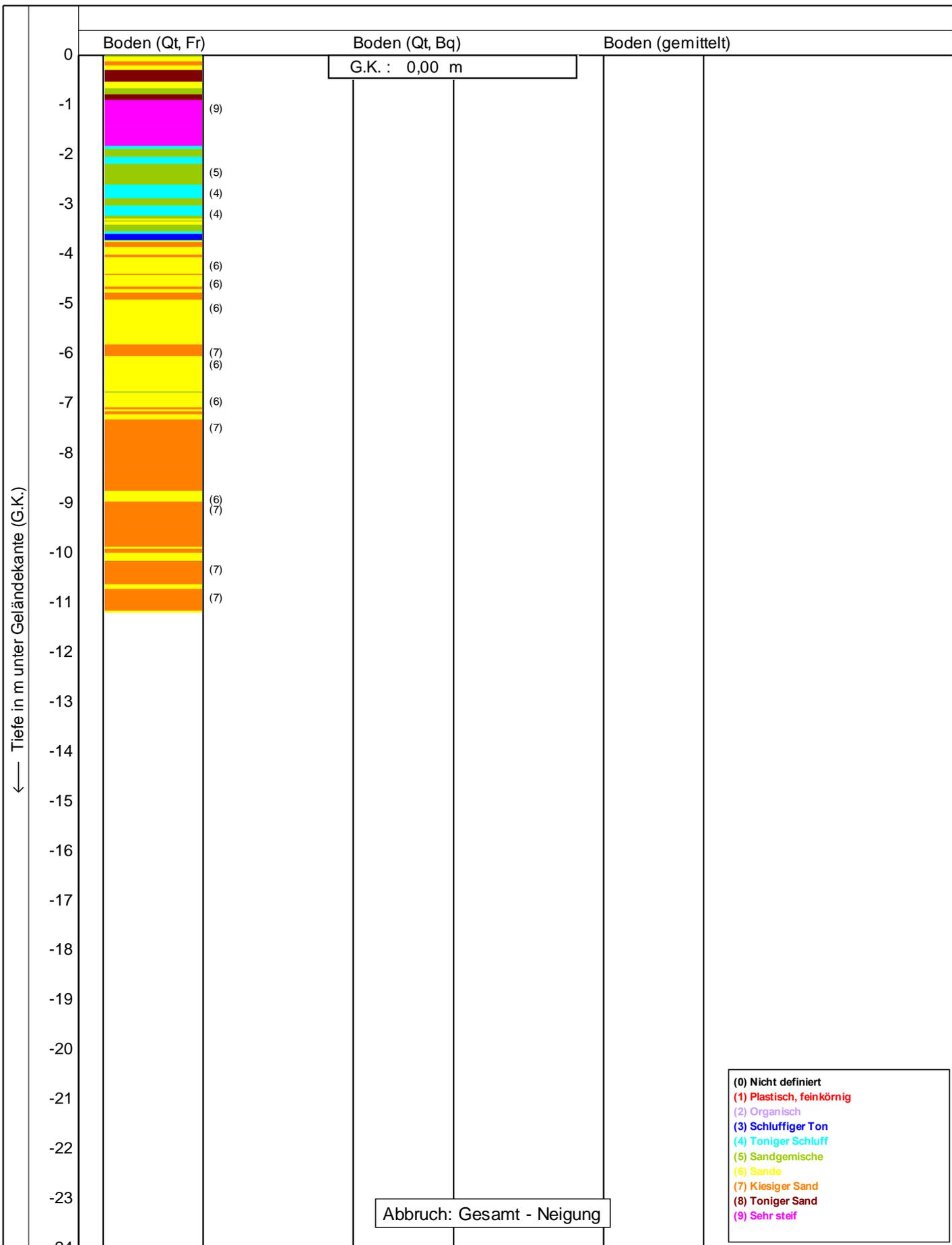
Tiefe in m unter Geländekante (G.K.)

225 cm<sup>2</sup>  
15 cm<sup>2</sup>



Drucksondierungen nach DIN EN ISO 22476-1 (2013)  
 Projekt : **Südlink**  
 Ort : **Pfatter**

Datum : **01.12.2021**  
 Konus Nr. : **S15CFIL.S20322**  
 Projekt Nr. : **20180523-10002**  
 CPT Nr. : **D2 B330** 3/5



Bodenklassifikation nach Robertson 1990

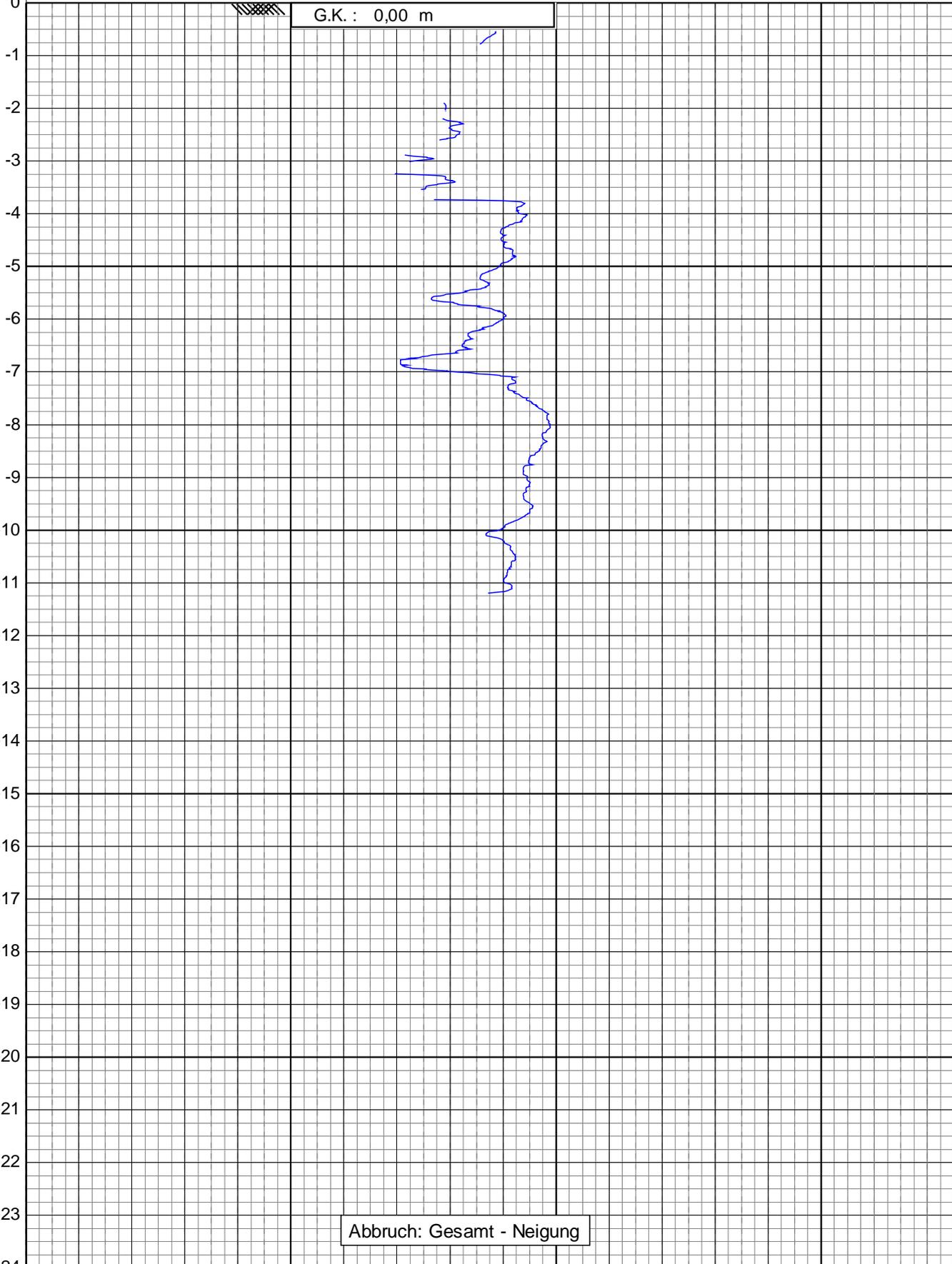
<p>heiligenstadt gmbh Beratende Ingenieure VBI</p>	Drucksondierungen nach DIN EN ISO 22476-1 (2013)	Datum : <b>01.12.2021</b>
	Projekt : <b>Südlink</b>	Konus Nr. : <b>S15CFIL.S20322</b>
	Ort : <b>Pfatter</b>	Projekt Nr. : <b>20180523-10002</b>
		CPT Nr. : <b>D2 B330</b>   <b>4/5</b>

— Winkel der inneren Reibung in Grad —>

5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75

G.K. : 0,00 m

Tiefe in m unter Geländekante (G.K.)



Abbruch: Gesamt - Neigung

225 cm<sup>2</sup>  
15 cm<sup>2</sup>

# Anlage 3

## Schichtenverzeichnisse

- Anlage 3.1 Schichtenverzeichnis Q 18 B 1, Bohrpunkt B 0184 (VT)**
- Anlage 3.2 Schichtenverzeichnis Q 18 B 2, Bohrpunkt B 0185 (VT)**
- Anlage 3.3 Schichtenverzeichnis Q 18 B 3, Bohrpunkt B 0186 (VT)**
- Anlage 3.4 Schichtenverzeichnis Q 18 B 4, Bohrpunkt B 0187 (VT)**
- Anlage 3.5 Schichtenverzeichnis Q 18 B 5, Bohrpunkt B 0188 (VT)**
- Anlage 3.6 Schichtenverzeichnis Q 18 B 6, Bohrpunkt B 0189 (VT)**
- Anlage 3.7 Schichtenverzeichnis Q 18 B 7, Bohrpunkt B 0190 (VT)**
- Anlage 3.8 Schichtenverzeichnis Q 18 B 8, Bohrpunkt B 0191 (VT)**
- Anlage 3.9 Schichtenverzeichnis Q 18 B 9, Bohrpunkt B 0192 (VT)**

Name des Unternehmens: Terrasond GmbH Name des Auftraggebers: TenneT TSO GmbH Projektbezeichnung: SuedOstLink Abschnitt D2					Seite: 1 von 2	
Bohrverfahren: Datum: Durchmesser: Neigung:					Aufschluss: B 0184 (VT)	
			Name / Unterschrift des Technikers: Kipping		Projekt-Nr.: 1800-08	
1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis (m)	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen  Geol. Benennung (Stratigraphie)	Farbe  Kalkgehalt	Beschreibung der Probe - Konsistenz, Plastizität, Härte, einachsige Festigkeit  - Kornform, Matrix  - Verwitterung	Beschreibung des Bohrfortschritts  - Bohrbarkeit/Kernform  - Meißeleinsatz  - Beobachtungen usw.	Proben Versuche  - Typ  - Nr.  - Tiefe	Bemerkungen: - Wasserführung  - Bohrwerkzeuge/Verrohrung  - Kernverlust  - Kernlänge
0,30	Schluff, tonig  - Mutterboden - Quartär	braun stark kalkhaltig	weich			
2,20	Schluff, feinsandig  - fluviatil - Quartär	braun stark kalkhaltig	weich	mäßig schwer zu bohren		
2,70	Feinsand  - fluviatil - Quartär	grau-braun sehr stark kalkhaltig	nass			
5,30	Sand, kiesig  - fluviatil - Quartär	grau-braun mittelstark kalkhaltig	nass			
13,10	Kies, stark sandig, steinig  - fluviatil - Quartär	grau-braun sehr schwach kalkhaltig	nass			

Name des Unternehmens: Terrasond GmbH Name des Auftraggebers: TenneT TSO GmbH Projektbezeichnung: SuedOstLink Abschnitt D2			<b>Schichtenverzeichnis nach          ISO 14688-1 und ISO 14689-1</b>		 Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner <b>ICP</b> Braunschweig GmbH Ingenieure und Geologen für Wasser und Boden		Seite: 2 von 2
Bohrverfahren: Datum: Durchmesser: Neigung:							Aufschluss: B 0184 (VT)
			Name / Unterschrift des Technikers: Kipping				Projekt-Nr.: 1800-08
1	2	3	4	5	6	7	
Tiefe bis (m)	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen  Geol. Benennung (Stratigraphie)	Farbe  Kalk- gehalt	Beschreibung der Probe  - Konsistenz, Plastizität, Härte, einachsige Festigkeit  - Kornform, Matrix  - Verwitterung	Beschreibung des Bohrfortschritts  - Bohrbarkeit/Kernform  - Meißeleinsatz  - Beobachtungen usw.	Proben Versuche  - Typ  - Nr.  - Tiefe	Bemerkungen:  - Wasserführung  - Bohrwerkzeuge/Verrohrung  - Kernverlust  - Kernlänge	
13,50	Ton, sandig  - Quartär	grau mittelstark kalkhaltig	steif				
15,00	Tonstein, Schluffstein, feinsandig  - Tertiär	grau sehr stark kalkhaltig	fest				

Name des Unternehmens: Terrasond GmbH Name des Auftraggebers: TenneT TSO GmbH Projektbezeichnung: SuedOstLink Abschnitt D2					Seite: 1 von 2	
Bohrverfahren: Datum: Durchmesser: Neigung:					Aufschluss: B 0185 (VT)	
					Projekt-Nr.: 1800-08	
			Name / Unterschrift des Technikers: Kipping			
1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis (m)	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen  Geol. Benennung (Stratigraphie)	Farbe  Kalk- gehalt	Beschreibung der Probe  - Konsistenz, Plastizität, Härte, einachsige Festigkeit  - Kornform, Matrix  - Verwitterung	Beschreibung des Bohrfortschritts  - Bohrbarkeit/Kernform  - Meißeleinsatz  - Beobachtungen usw.	Proben Versuche  - Typ  - Nr.  - Tiefe	Bemerkungen:  - Wasserführung  - Bohrwerkzeuge/Verrohrung  - Kernverlust  - Kernlänge
0,50	Schluff  - Mure - Quartär	dunkelbraun mittelstark kalkhaltig	weich			
1,40	Schluff, feinsandig  - Mure - Quartär	braun mittelstark kalkhaltig	weich	mäßig schwer zu bohren		
3,00	Schluff, feinsandig  - Quartär	grau schwach kalkhaltig	weich	mäßig schwer zu bohren		
10,00	Kies, sandig, steinig  - Quartär	grau schwach kalkhaltig	nass	schwer zu bohren		
12,60	Tonstein, Schluffstein, sandig, steinig  - Tertiär	grau sehr stark kalkhaltig	fest	schwer zu bohren		

Name des Unternehmens: Terrasond GmbH Name des Auftraggebers: TenneT TSO GmbH Projektbezeichnung: SuedOstLink Abschnitt D2			<b>Schichtenverzeichnis nach          ISO 14688-1 und ISO 14689-1</b>		 Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner <b>ICP</b> Braunschweig GmbH Ingenieure und Geologen für Wasser und Boden		Seite: 2 von 2
Bohrverfahren: Datum: Durchmesser: Neigung:							Aufschluss: B 0185 (VT)
			Name / Unterschrift des Technikers: Kipping				Projekt-Nr.: 1800-08
1	2	3	4	5	6	7	
Tiefe bis (m)	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen  Geol. Benennung (Stratigraphie)	Farbe  Kalk- gehalt	Beschreibung der Probe - Konsistenz, Plastizität, Härte, einachsige Festigkeit  - Kornform, Matrix  - Verwitterung	Beschreibung des Bohrfortschritts - Bohrbarkeit/Kernform  - Meißeleinsatz  - Beobachtungen usw.	Proben Versuche - Typ  - Nr.  - Tiefe	Bemerkungen: - Wasserführung  - Bohrwerkzeuge/Verrohrung  - Kernverlust  - Kernlänge	
20,00	Feinsandstein tonig  - Tertiär	grau sehr stark kalkhaltig		schwer zu bohren			

Name des Unternehmens: Terrasond GmbH Name des Auftraggebers: TenneT TSO GmbH Projektbezeichnung: SuedOstLink Abschnitt D2					Seite: 1 von 2	
Bohrverfahren: Datum: Durchmesser: Neigung:					Aufschluss: B 0186 (VT)	
			Name / Unterschrift des Technikers: Kipping		Projekt-Nr.: 1800-08	
1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis (m)	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen  Geol. Benennung (Stratigraphie)	Farbe  Kalkgehalt	Beschreibung der Probe  - Konsistenz, Plastizität, Härte, einachsige Festigkeit  - Kornform, Matrix  - Verwitterung	Beschreibung des Bohrfortschritts  - Bohrbarkeit/Kernform  - Meißeleinsatz  - Beobachtungen usw.	Proben Versuche  - Typ  - Nr.  - Tiefe	Bemerkungen:  - Wasserführung  - Bohrwerkzeuge/Verrohrung  - Kernverlust  - Kernlänge
0,20	Schluff, feinsandig  - Mutterboden - Quartär	braun nicht kalkhaltig	weich			
2,50	Feinsand, schluffig  - Quartär	hellbraun mittelstark kalkhaltig	nass	mäßig schwer zu bohren		
6,00	Kies, sandig, steinig  - fluviatil - Quartär	grau-braun nicht kalkhaltig	nass	mäßig schwer zu bohren		
7,00	Grobkies, steinig  - fluviatil - Quartär	grau-braun nicht kalkhaltig	nass	mäßig schwer zu bohren		
12,60	Kies, sandig, steinig  - fluviatil - Quartär	grau-braun sehr stark kalkhaltig	nass	schwer zu bohren		

Name des Unternehmens: Terrasond GmbH Name des Auftraggebers: TenneT TSO GmbH Projektbezeichnung: SuedOstLink Abschnitt D2			<b>Schichtenverzeichnis nach          ISO 14688-1 und ISO 14689-1</b>		 Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner <b>ICP</b> Braunschweig GmbH Ingenieure und Geologen für Wasser und Boden		Seite: 2 von 2	
Bohrverfahren:                      Datum: Durchmesser:                      Neigung:							Name / Unterschrift des Technikers: Kipping	
1	2	3	4	5	6	7		
Tiefe bis (m)	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen  Geol. Benennung (Stratigraphie)	Farbe  Kalkgehalt	Beschreibung der Probe  - Konsistenz, Plastizität, Härte, einachsige Festigkeit  - Kornform, Matrix  - Verwitterung	Beschreibung des Bohrfortschritts  - Bohrbarkeit/Kernform  - Meißeleinsatz  - Beobachtungen usw.	Proben Versuche  - Typ  - Nr.  - Tiefe	Bemerkungen:  - Wasserführung  - Bohrwerkzeuge/Verrohrung  - Kernverlust  - Kernlänge		
14,00	Tonstein, Schluffstein, feinsandig  - Tertiär	grau stark kalkhaltig						
20,00	Feinsandstein tonig, stark schluffig  - Tertiär	dunkelgrau stark kalkhaltig	schwach geklüftet					

Name des Unternehmens: Terrasond GmbH Name des Auftraggebers: TenneT TSO GmbH Projektbezeichnung: SuedOstLink Abschnitt D2			 <p>Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner</p> <p><b>ICP</b> Braunschweig GmbH Ingenieure und Geologen für Wasser und Boden</p>		Seite: 1 von 1	
Bohrverfahren: Datum: 20.10.2020 Durchmesser: Neigung:					Aufschluss: B 0187 (VT)	
			Name / Unterschrift des Technikers: Kipping		Projekt-Nr.: 1800-08	
1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis (m)	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen  Geol. Benennung (Stratigraphie)	Farbe  Kalk- gehalt	Beschreibung der Probe - Konsistenz, Plastizität, Härte, einachsige Festigkeit  - Kornform, Matrix  - Verwitterung	Beschreibung des Bohrfortschritts - Bohrbarkeit/Kernform  - Meißeleinsatz  - Beobachtungen usw.	Proben Versuche - Typ  - Nr.  - Tiefe	Bemerkungen: - Wasserführung  - Bohrwerkzeuge/Verrohrung  - Kernverlust  - Kernlänge
2,95	Donau - Terrasse					
5,45	Sand, schwach kiesig  - fluviatil - Quartär	grau bis gelblich	nass	mäßig schwer zu bohren		
8,15	Sand, schwach steinig, schwach kiesig  - fluviatil - Quartär	gelblich	nass	mäßig schwer zu bohren		
18,05	Tonstein, Schluffstein, sandig  - Tertiär	dunkelgrau	fest bis halbfest			

Name des Unternehmens: Terrasond GmbH Name des Auftraggebers: TenneT TSO GmbH Projektbezeichnung: SuedOstLink Abschnitt D2			 <p><b>Schichtenverzeichnis nach ISO 14688-1 und ISO 14689-1</b></p>		Seite: 1 von 1	
Bohrverfahren: Datum: 19.10.2020 Durchmesser: Neigung:					Aufschluss: B 0188 (VT)	
			Name / Unterschrift des Technikers: Kipping		Projekt-Nr.: 1800-08	
1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis (m)	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen  Geol. Benennung (Stratigraphie)	Farbe  Kalkgehalt	Beschreibung der Probe - Konsistenz, Plastizität, Härte, einachsige Festigkeit  - Kornform, Matrix  - Verwitterung	Beschreibung des Bohrfortschritts - Bohrbarkeit/Kernform  - Meißeleinsatz  - Beobachtungen usw.	Proben Versuche - Typ  - Nr.  - Tiefe	Bemerkungen: - Wasserführung  - Bohrwerkzeuge/Verrohrung  - Kernverlust  - Kernlänge
3,55	Donau			mäßig schwer zu bohren		
3,85	Kies, stark sandig, steinig überwiegend Gerölle aus Sedimentgestein und Granit - fluviatil - Quartär	bunt	nass	mäßig schwer zu bohren		
8,35	Sand, schwach kiesig, schwach steinig  - fluviatil - Quartär	gelb, grau	nass	mäßig schwer zu bohren		
8,55	Sand, feinkiesig  - fluviatil - Quartär	hellbraun	nass	mäßig schwer zu bohren		
18,75	Tonstein, Schluffstein, feinsandig	graublau, grünblau	halbfest bis fest	mäßig schwer zu bohren		

Name des Unternehmens: Terrasond GmbH Name des Auftraggebers: TenneT TSO GmbH Projektbezeichnung: SuedOstLink Abschnitt D2			 <p><b>Schichtenverzeichnis nach ISO 14688-1 und ISO 14689-1</b></p>		Seite: 1 von 1	
Bohrverfahren: Datum: 15.10.2020 Durchmesser: Neigung:					Aufschluss: B 0189 (VT)	
			Name / Unterschrift des Technikers: Kipping		Projekt-Nr.: 1800-08	
1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis (m)	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen  Geol. Benennung (Stratigraphie)	Farbe  Kalk- gehalt	Beschreibung der Probe - Konsistenz, Plastizität, Härte, einachsige Festigkeit  - Kornform, Matrix  - Verwitterung	Beschreibung des Bohrfortschritts - Bohrbarkeit/Kernform  - Meißeleinsatz  - Beobachtungen usw.	Proben Versuche - Typ  - Nr.  - Tiefe	Bemerkungen: - Wasserführung  - Bohrwerkzeuge/Verrohrung  - Kernverlust  - Kernlänge
3,35	Donau					
4,35	Kies, Sand, Steine überwiegend Flussgerölle aus Sedimentgesteinen - fluviatil - Quartär		nass	mäßig schwer zu bohren		
8,25	Sand, steinig, kiesig  - fluviatil - Quartär	grau, gelblich	nass	mäßig schwer zu bohren		
18,75	Tonstein, Schluffstein  - Tertiär	dunkelgrau	halbfest bis fest	mäßig schwer zu bohren		

Name des Unternehmens: Terrasond GmbH Name des Auftraggebers: TenneT TSO GmbH Projektbezeichnung: SuedOstLink Abschnitt D2			 <p><b>Schichtenverzeichnis nach ISO 14688-1 und ISO 14689-1</b></p>			Seite: 1 von 1	
Bohrverfahren: Datum: 14.10.2020 Durchmesser: Neigung:						Aufschluss: B 0190 (VT)	
			Name / Unterschrift des Technikers: Kipping				
1	2	3	4	5	6	7	
Tiefe bis (m)	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen  Geol. Benennung (Stratigraphie)	Farbe  Kalk- gehalt	Beschreibung der Probe - Konsistenz, Plastizität, Härte, einachsige Festigkeit  - Kornform, Matrix  - Verwitterung	Beschreibung des Bohrfortschritts - Bohrbarkeit/Kernform  - Meißeleinsatz  - Beobachtungen usw.	Proben Versuche - Typ  - Nr.  - Tiefe	Bemerkungen: - Wasserführung  - Bohrwerkzeuge/Verrohrung  - Kernverlust  - Kernlänge	
2,25	Donau - fluviatil - Quartär						
7,25	Grobsand, stark kiesig, schwach mittelsandig	gelblich	nass	mäßig schwer zu bohren			
17,25	Tonstein, Schluffstein, stark feinsandig	dunkelgrau bis türkis	halbfest bis bröckelig	mäßig schwer zu bohren			

Name des Unternehmens: Terrasond GmbH Name des Auftraggebers: TenneT TSO GmbH Projektbezeichnung: SuedOstLink Abschnitt D2					Seite: 1 von 2	
Bohrverfahren: Datum: 09.02.2021 Durchmesser: Neigung:					Aufschluss: B 0191 (VT)	
			Name / Unterschrift des Technikers: Kipping		Projekt-Nr.: 1800-08	
1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis (m)	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen  Geol. Benennung (Stratigraphie)	Farbe  Kalkgehalt	Beschreibung der Probe  - Konsistenz, Plastizität, Härte, einachsige Festigkeit  - Kornform, Matrix  - Verwitterung	Beschreibung des Bohrfortschritts  - Bohrbarkeit/Kernform  - Meißeleinsatz  - Beobachtungen usw.	Proben Versuche  - Typ  - Nr.  - Tiefe	Bemerkungen:  - Wasserführung  - Bohrwerkzeuge/Verrohrung  - Kernverlust  - Kernlänge
0,20	Feinsand, schluffig  - Mutterboden - Quartär	braun kalkhaltig	erdfeucht			
2,80	Schluff, feinsandig  - Quartär	beige mittelstark kalkhaltig bis stark kalkhaltig	halbfest	leicht zu bohren		
3,70	Feinsand, schluffig  - Quartär	beige mittelstark kalkhaltig bis stark kalkhaltig	dicht gelagert	leicht zu bohren		
12,40	Kies, stark sandig, steinig, schwach schluffig  - fluviatil - Quartär	beige sehr schwach kalkhaltig bis schwach kalkhaltig	nass	mäßig schwer zu bohren		

Name des Unternehmens: Terrasond GmbH Name des Auftraggebers: TenneT TSO GmbH Projektbezeichnung: SuedOstLink Abschnitt D2			<b>Schichtenverzeichnis nach          ISO 14688-1 und ISO 14689-1</b>		 Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner <b>ICP</b> Braunschweig GmbH Ingenieure und Geologen für Wasser und Boden		Seite: 2 von 2
Bohrverfahren: Datum: 09.02.2021 Durchmesser: Neigung:							Aufschluss: B 0191 (VT)
			Name / Unterschrift des Technikers: Kipping				Projekt-Nr.: 1800-08
1	2	3	4	5	6	7	
Tiefe bis (m)	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen  Geol. Benennung (Stratigraphie)	Farbe  Kalkgehalt	Beschreibung der Probe  - Konsistenz, Plastizität, Härte, einachsige Festigkeit  - Kornform, Matrix  - Verwitterung	Beschreibung des Bohrfortschritts  - Bohrbarkeit/Kernform  - Meißeleinsatz  - Beobachtungen usw.	Proben Versuche  - Typ  - Nr.  - Tiefe	Bemerkungen:  - Wasserführung  - Bohrwerkzeuge/Verrohrung  - Kernverlust  - Kernlänge	
20,00	Feinsandstein tonig, schluffig  - Tertiär	grünlich, grau stark kalkhaltig bis sehr stark kalkhaltig	dicht gelagert	schwer zu bohren			

Name des Unternehmens: Terrasond GmbH Name des Auftraggebers: TenneT TSO GmbH Projektbezeichnung: SuedOstLink Abschnitt D2					Seite: 1 von 1	
Bohrverfahren: Datum: 09.02.2021 Durchmesser: Neigung:					Aufschluss: B 0192 (VT)	
			Name / Unterschrift des Technikers: Kipping		Projekt-Nr.: 1800-08	
1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis (m)	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen  Geol. Benennung (Stratigraphie)	Farbe  Kalkgehalt	Beschreibung der Probe  - Konsistenz, Plastizität, Härte, einachsige Festigkeit  - Kornform, Matrix  - Verwitterung	Beschreibung des Bohrfortschritts  - Bohrbarkeit/Kernform  - Meißeleinsatz  - Beobachtungen usw.	Proben Versuche  - Typ  - Nr.  - Tiefe	Bemerkungen:  - Wasserführung  - Bohrwerkzeuge/Verrohrung  - Kernverlust  - Kernlänge
0,30	Schluff, feinsandig  - Mutterboden - Quartär	braun schwach kalkhaltig	erdfeucht	leicht zu bohren		
1,80	Ton, schluffig, feinsandig  - Auelehm - Quartär	hellbraun mittelstark kalkhaltig	steif	leicht zu bohren		
5,40	Feinsand, schluffig, schwach tonig  - Quartär	hellbraun, hellgrau stark kalkhaltig	nass	leicht zu bohren		
12,00	Kies, stark sandig, schwach steinig, schwach schluffig  - Quartär	hellgrau, braun, dunkelbeige sehr schwach kalkhaltig	mitteldicht gelagert	mäßig schwer zu bohren		
15,70	Feinsandstein tonig, schluffig  - Zersatz - Tertiär	grünlich, grau stark kalkhaltig	fest	schwer zu bohren		

# Anlage 4

## Laboranalytische Untersuchungen

**Anlage 4.1 Kornverteilungen**

**Anlage 4.2 Thermische Leitfähigkeit**

**Anlage 4.3 Felsmechanische Untersuchungen**

**Anlage 4.4 Chemische Analysen**

ICP Braunschweig GmbH  
 Berliner Straße 52j  
 38104 Braunschweig

# Körnungslinie

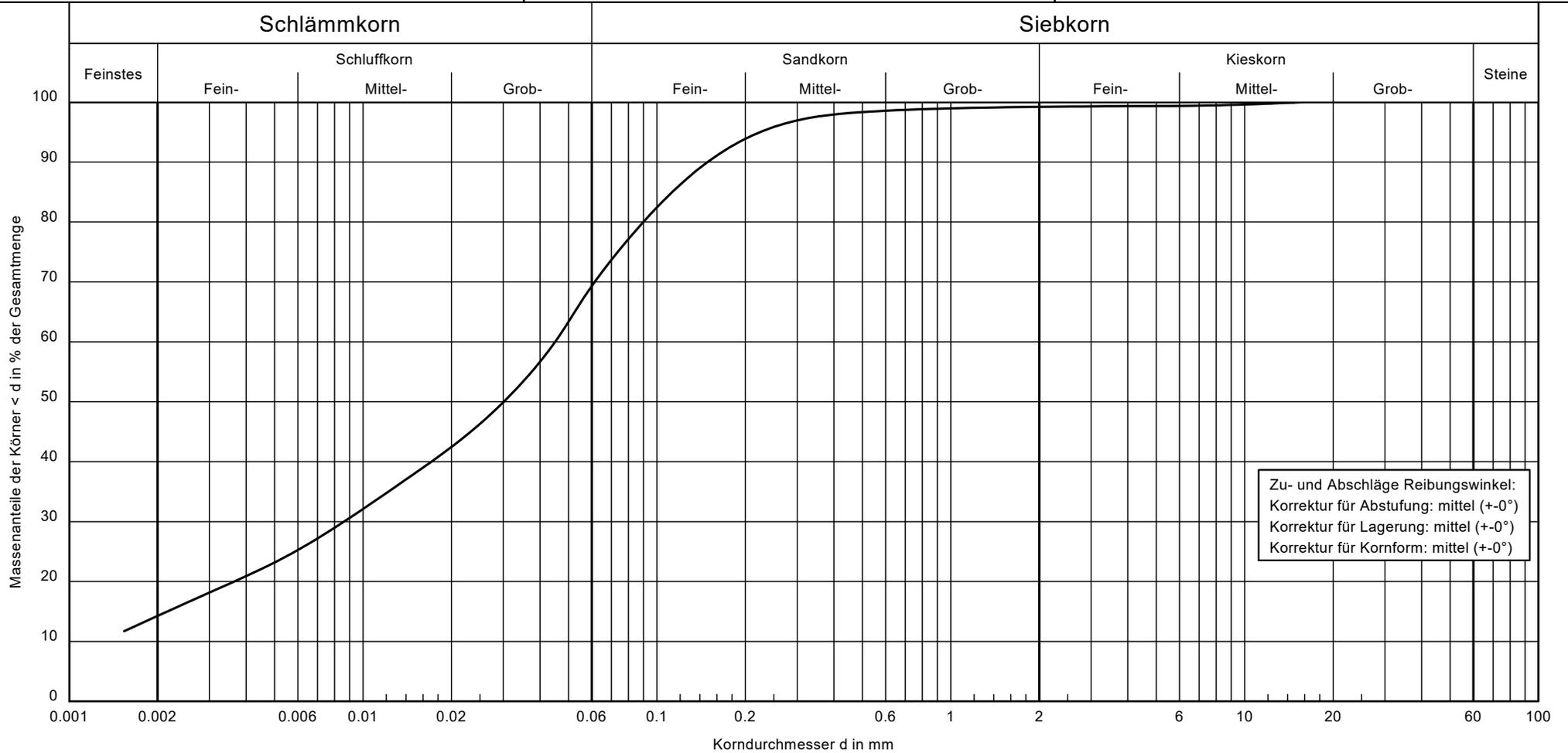
## SOL D2

### Eigenprüfung

Labornummer: 21419  
 Probe entnommen am: 29.03.2021  
 Art der Entnahme: gestört  
 Arbeitsweise: DIN EN ISO 17892 - 4

Bearbeiter: LFr

Datum: 08.04.2021



Bezeichnung:	D2 Q18 B1
Bodenart:	U, fs, t'
Tiefe:	0,5 - 1,0 m
U/Cc:	-/-
Entnahmestelle:	
k-Wert nach USBR:	-
T/U/S/G [%]:	14.3/55.0/29.9/0.8
Bodengruppe:	AG60-ICP-000066-MA-DE-rev03
Reibungswinkel:	28.6

**Bemerkungen:**

Projektnummer:  
1800-08  
Anlage:

ICP Braunschweig GmbH  
 Berliner Straße 52j  
 38104 Braunschweig

# Körnungslinie

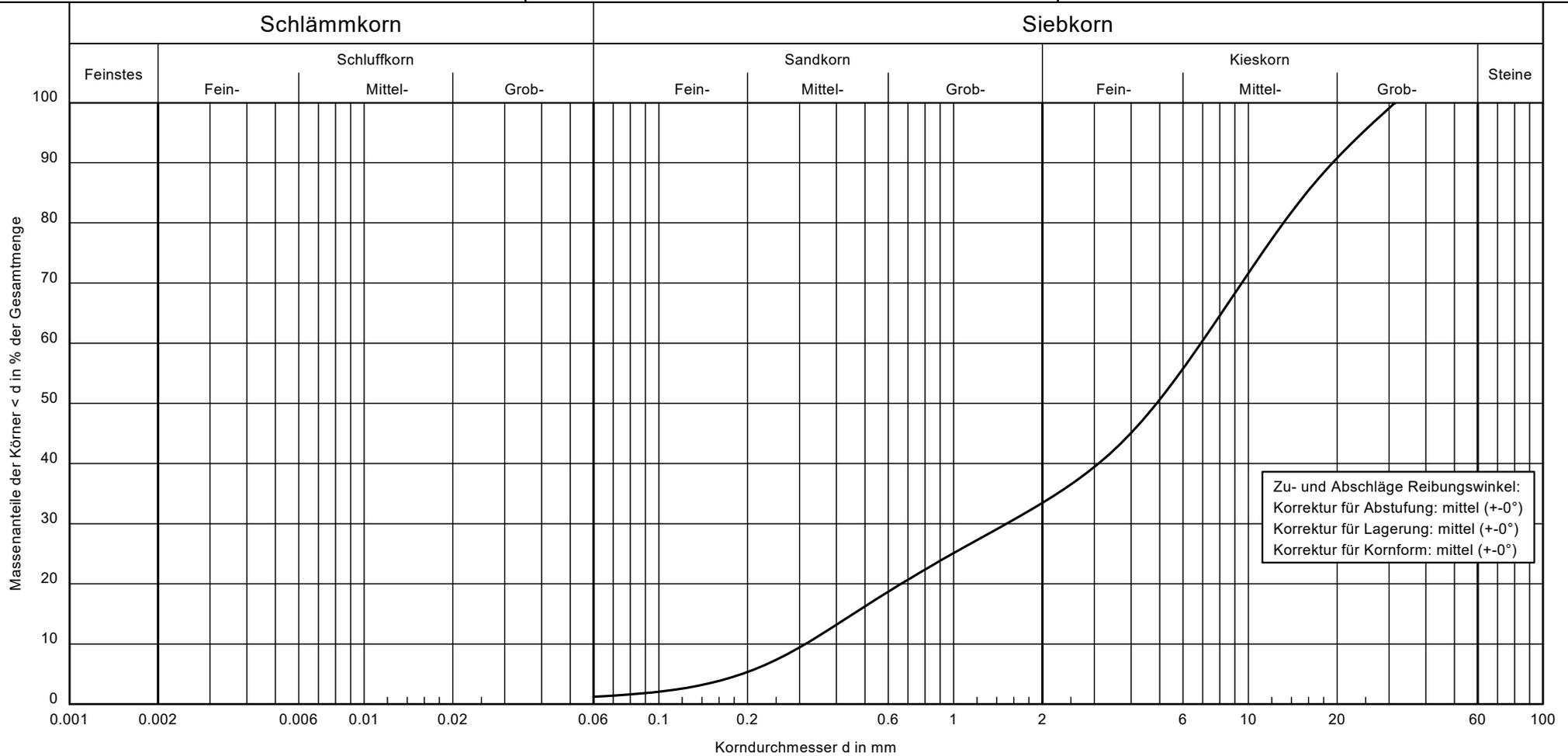
## SOL D2

### Eigenprüfung

Labornummer: 21482  
 Probe entnommen am: 08.02.2021  
 Art der Entnahme: gestört  
 Arbeitsweise: DIN EN ISO 17892 - 4

Bearbeiter: Dör

Datum: 13.04.2021



Bezeichnung:	D2 Q18 P2.2	Bemerkungen:	Projektnummer: 1800-08 Anlage:
Bodenart:	G, ms', gs'		
Tiefe:	7,0 - 8,0 m		
U/Cc:	22.0/1.1		
Entnahmestelle:	D2 Q18 B02		
k-Wert nach USBR:	-		
T/U/S/G [%]:	- /1.2/32.2/66.5		
Bodengruppe:	GW		
Reibungswinkel:	39.6	Seite 108 von 196	

ICP Braunschweig GmbH  
 Berliner Straße 52j  
 38104 Braunschweig

# Körnungslinie

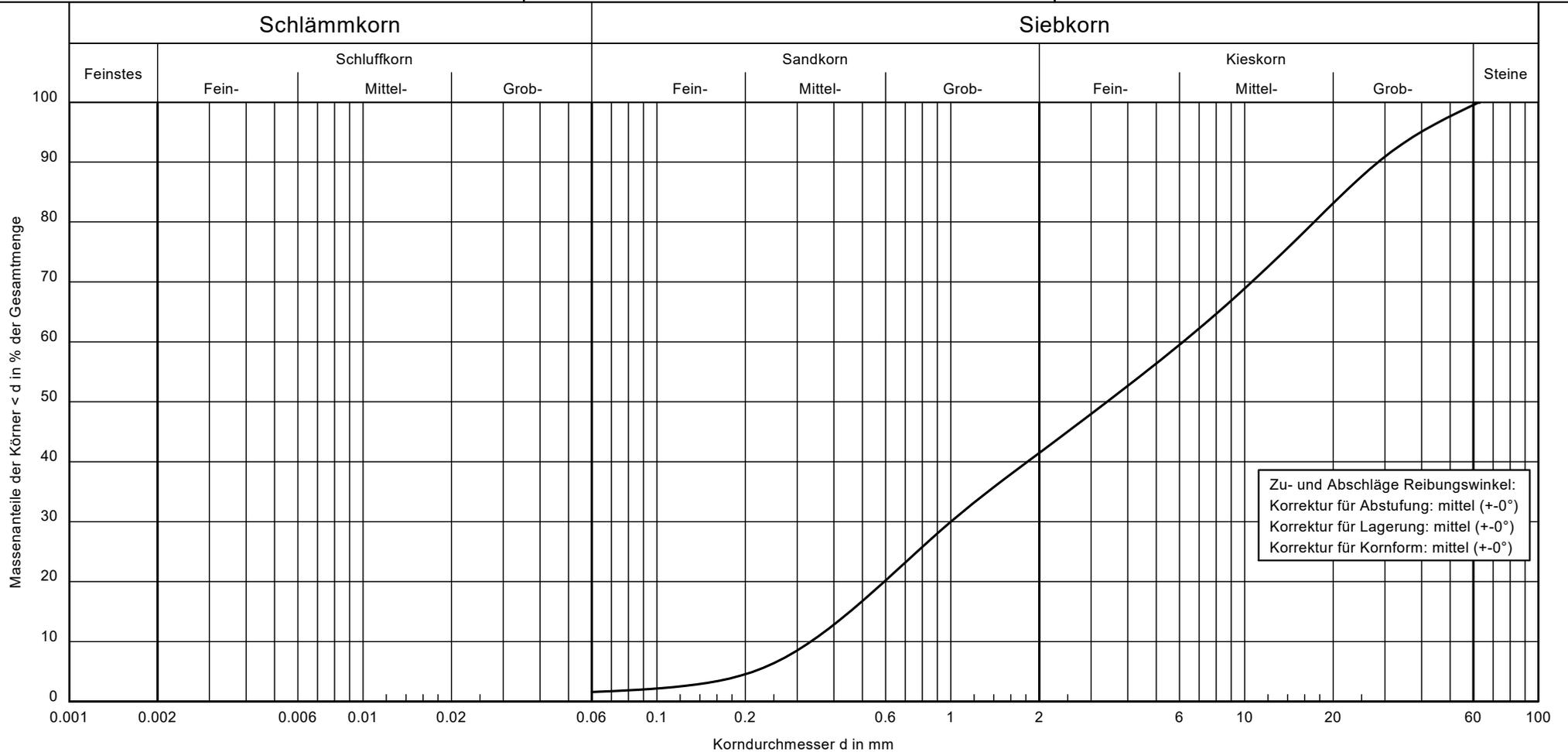
## SOL D1

### Eigenprüfung

Labornummer: 21718  
 Probe entnommen am: 17.05.2021  
 Art der Entnahme: gestört  
 Arbeitsweise: DIN EN ISO 17892 - 4

Bearbeiter: Hor

Datum: 18.05.2021



Bezeichnung:	D2 Q18 B7a	Bemerkungen:	Projektnummer: 1800-08 Anlage:
Bodenart:	G, ms, gs		
Tiefe:	0,5 - 1,0 m		
U/Cc:	18.5/0.5		
Entnahmestelle:	Donau 4		
k-Wert nach USBR:	-		
T/U/S/G [%]:	- /1.6/39.9/58.0		
Bodengruppe:	GI		
Reibungswinkel:	39.7	Seite 109 von 196	

ICP Braunschweig GmbH  
 Berliner Straße 52j  
 38104 Braunschweig

# Körnungslinie

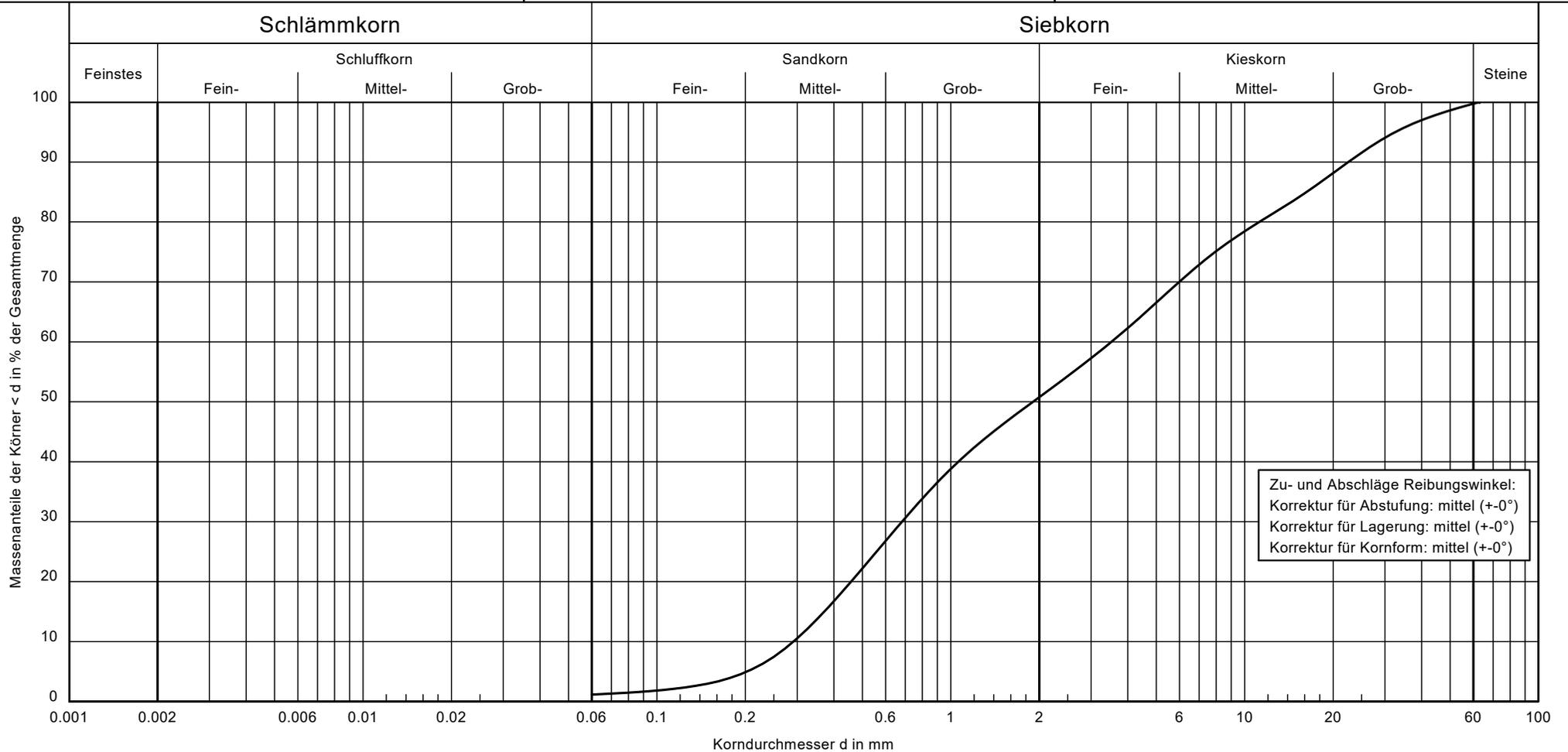
## SOL D1

### Eigenprüfung

Labornummer: 21719  
 Probe entnommen am: 17.05.2021  
 Art der Entnahme: gestört  
 Arbeitsweise: DIN EN ISO 17892 - 4

Bearbeiter: Hor

Datum: 18.05.2021



Bezeichnung:	D2 Q18 B7b	Bemerkungen:	Projektnummer: 1800-08 Anlage:
Bodenart:	S, G		
Tiefe:	4,0 - 4,5 m		
U/Cc:	12.1/0.5		
Entnahmestelle:	Donau 4		
k-Wert nach USBR:	-		
T/U/S/G [%]:	- /1.2/49.6/48.9		
Bodengruppe:	GI		
Reibungswinkel:	39.7	Seite 110 von 196	

ICP Braunschweig GmbH  
 Berliner Straße 52j  
 38104 Braunschweig

# Körnungslinie

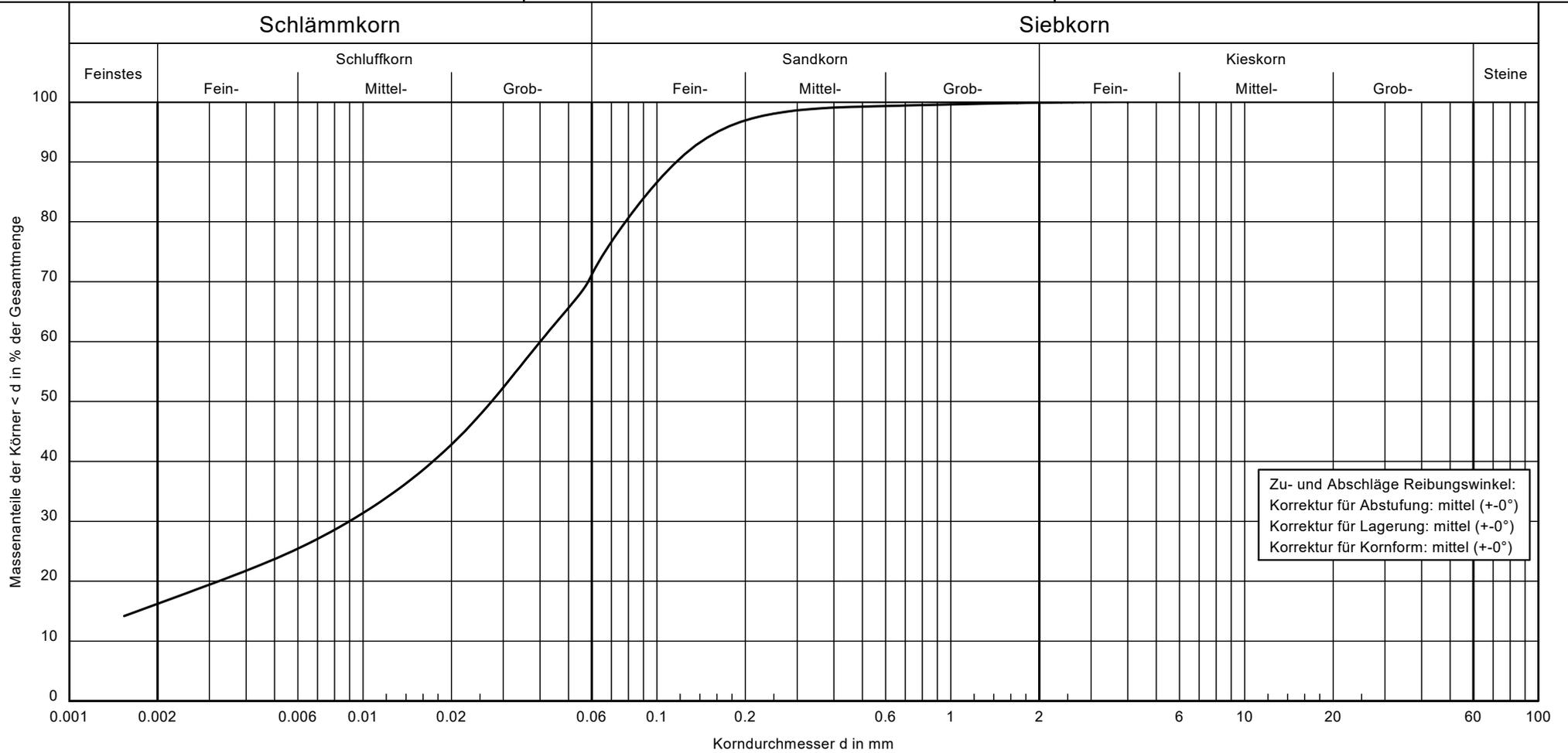
## SOL D2

### Eigenprüfung

Labornummer: 21112  
 Probe entnommen am: 28.01.2021  
 Art der Entnahme: gestört  
 Arbeitsweise: DIN EN ISO 17892 - 4

Bearbeiter: AWi

Datum: 15.02.2021



Bezeichnung:	D2 Q18 B8	Bemerkungen:	Projektnummer: 1800-08 Anlage:
Bodenart:	U, t, fs		
Tiefe:	1,0 - 2,0 m		
U/Cc:	-/-		
Entnahmestelle:			
k-Wert nach USBR:	-		
T/U/S/G [%]:	16.2/54.9/28.7/0.1		
Bodengruppe:	AG60-ICP-000066-MA-DE-rev03		
Reibungswinkel:	28.4	Seite 111 von 196	

ICP Braunschweig GmbH  
 Berliner Straße 52j  
 38104 Braunschweig

# Körnungslinie

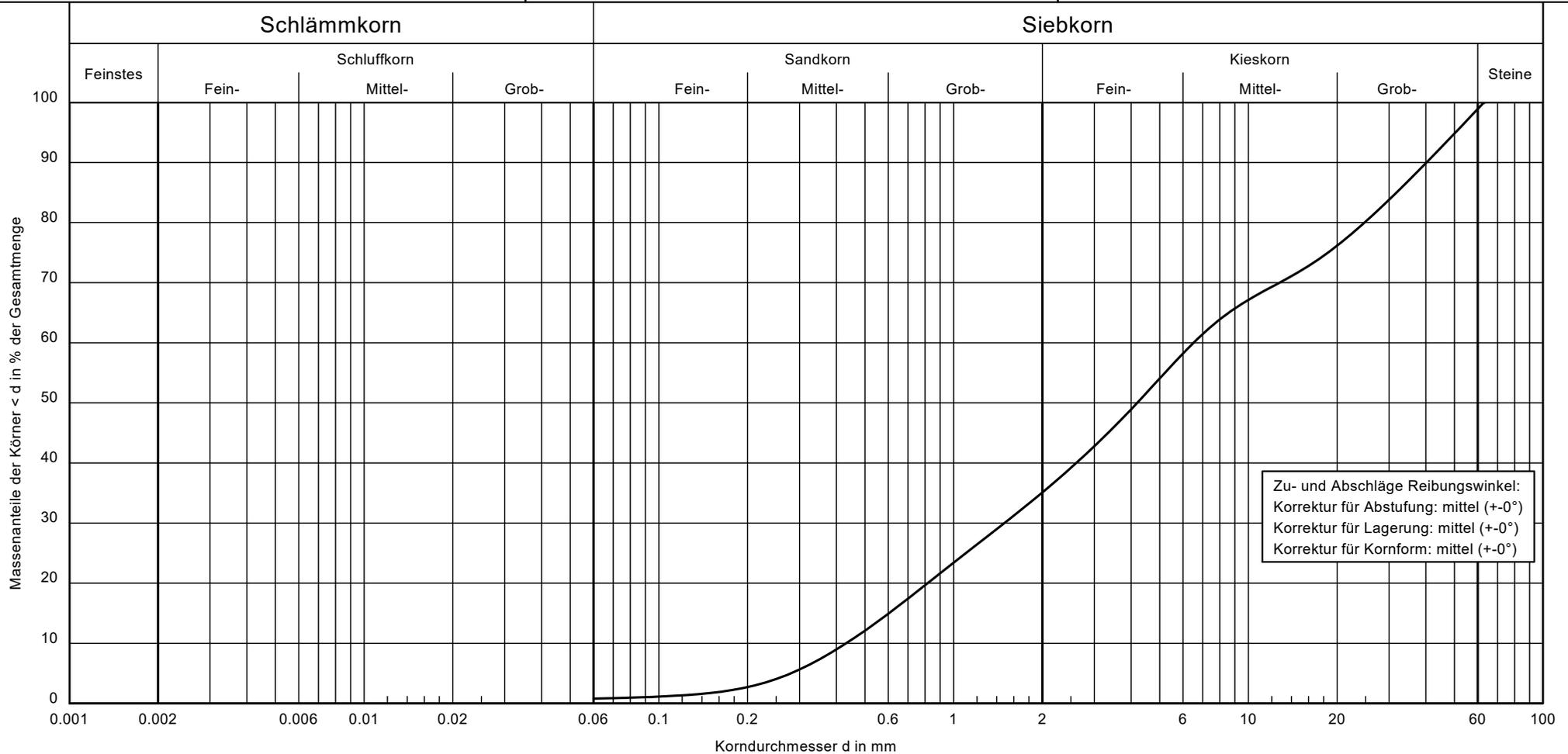
## SOL D2

### Eigenprüfung

Labornummer: 21471  
 Probe entnommen am: 07.04.2021  
 Art der Entnahme: gestört  
 Arbeitsweise: DIN EN ISO 17892 - 4

Bearbeiter: Dör

Datum: 09.04.2021



Bezeichnung:	D2 Q18 P8.2	Bemerkungen:	Projektnummer: 1800-08 Anlage:
Bodenart:	G, gs, ms'		
Tiefe:	10,0 - 12,0 m		
U/Cc:	15.1/0.8		
Entnahmestelle:	D2 Q18 B08		
k-Wert nach USBR:	-		
T/U/S/G [%]:	- /0.8/34.3/63.8		
Bodengruppe:	GI		
Reibungswinkel:	39.8	Seite 112 von 196	

ICP Braunschweig GmbH  
 Berliner Straße 52j  
 38104 Braunschweig

# Körnungslinie

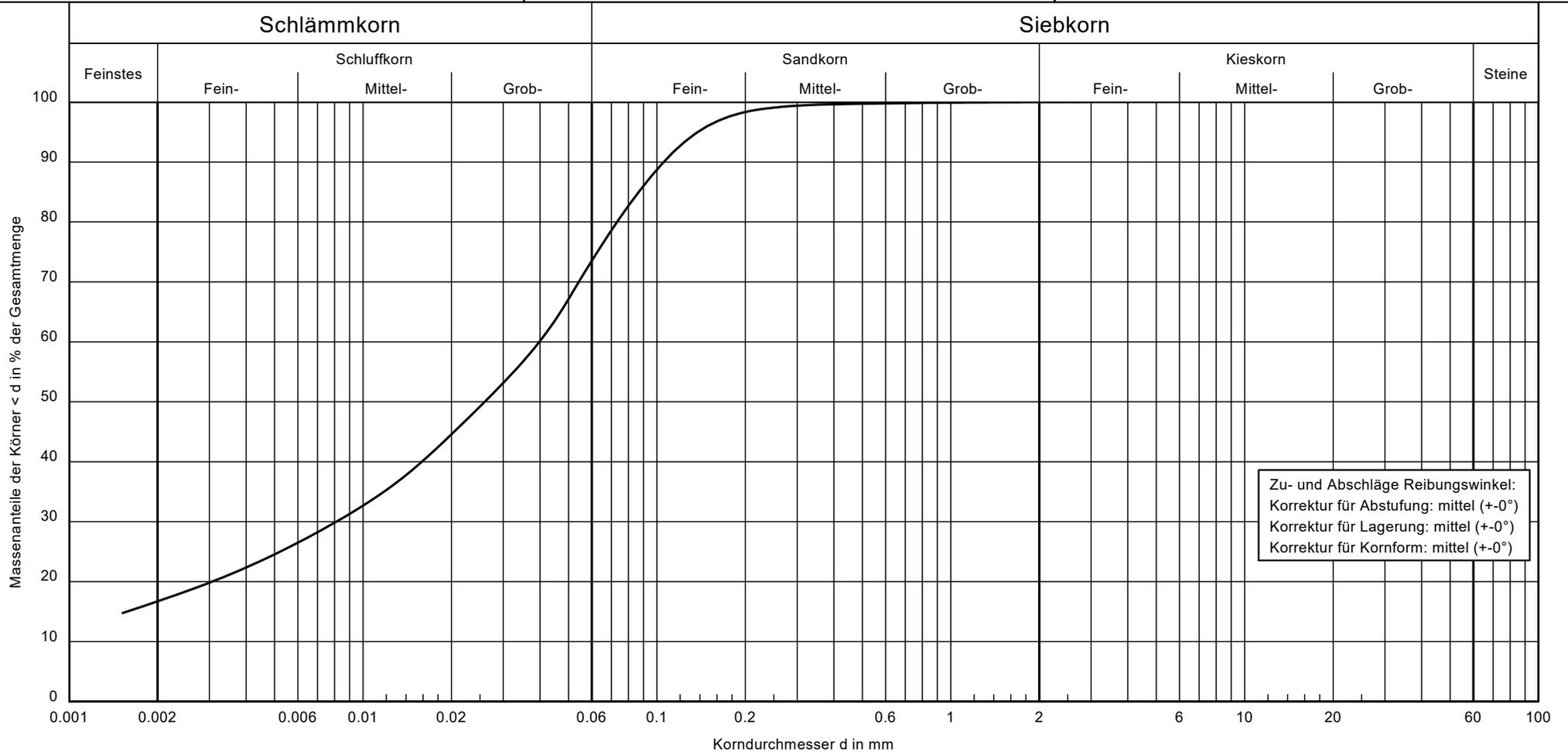
## SOL D2

### Eigenprüfung

Labornummer: 21470  
 Probe entnommen am: 07.04.2021  
 Art der Entnahme: gestört  
 Arbeitsweise: DIN EN ISO 17892 - 4

Bearbeiter: LFr

Datum: 09.04.2021



Bezeichnung:	D2 Q18 P9.1	Bemerkungen:	Projektnummer: 1800-08 Anlage:
Bodenart:	U, t, fs		
Tiefe:	1,0 - 2,0 m		
U/Cc:	-/-		
Entnahmestelle:	D2 Q18 B09		
k-Wert nach USBR:	-		
T/U/S/G [%]:	16.7/56.8/26.5/0.0		
Bodengruppe:	AG60-ICP-000066-MA-DE-rev03		
Reibungswinkel:	28.1	Seite 113 von 196	

# Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

## SOL D2 Eigenprüfung

Bearbeiter: Hor

Datum: 15.03.2021

Labornummer: 21112

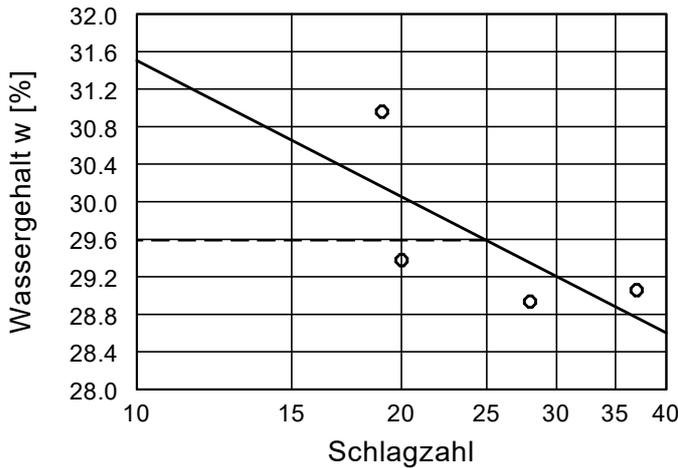
Probenbezeichnung: D2 Q18 B8

Tiefe: 1,0 - 2,0 m

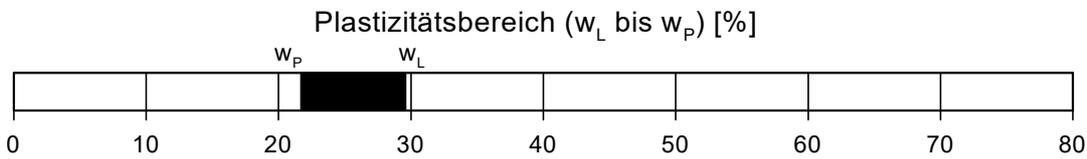
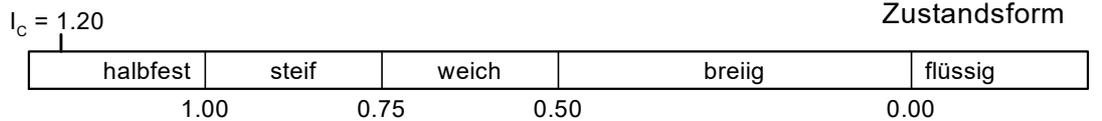
Art der Entnahme: gestört

Bodenart:

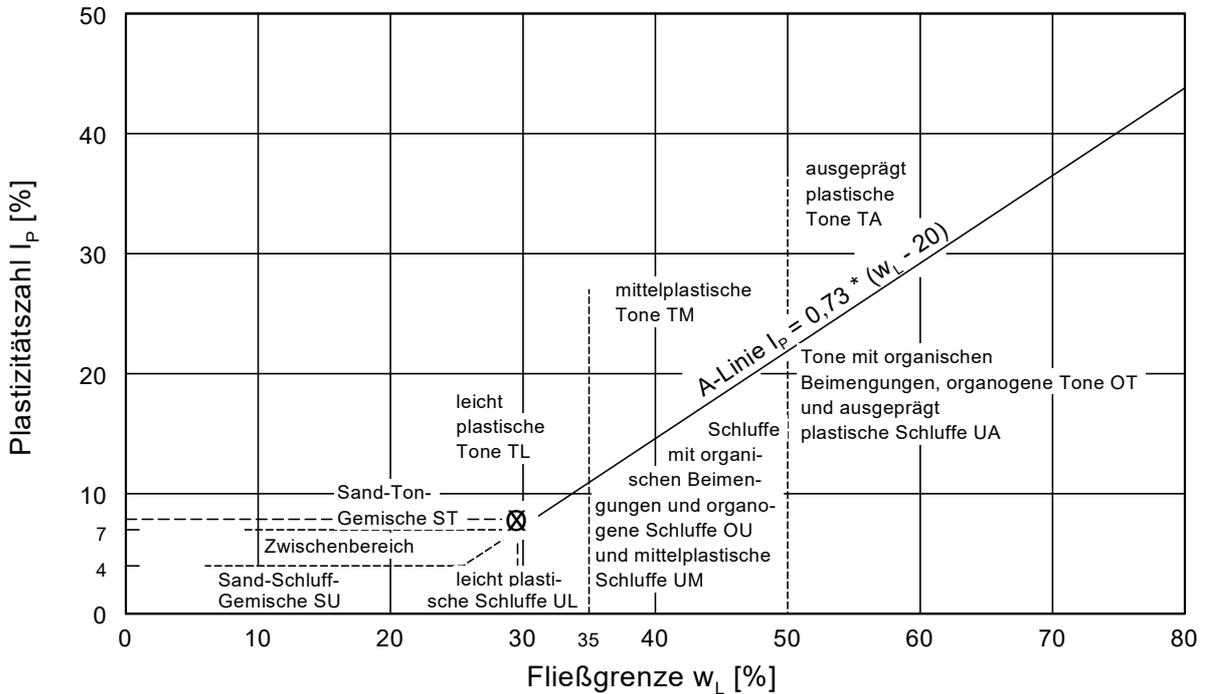
Probe entnommen am: 28.01.2021



Wassergehalt w =	19.9 %
Fließgrenze $w_L$ =	29.6 %
Ausrollgrenze $w_P$ =	21.7 %
Plastizitätszahl $I_P$ =	7.9 %
Konsistenzzahl $I_C$ =	1.20
Anteil Überkorn $\ddot{u}$ =	0.9 %
Wassergeh. Überk. $w_{\ddot{u}}$ =	0.0 %
Korr. Wassergehalt =	20.1 %



### Plastizitätsdiagramm



## Zusammenstellung der geomechanischen Versuchsergebnisse (Fels)

Entnahmedaten	Proben-Nr.		Zeilen-Nr.:	D2	D2	D2	D2			
	Entnahmestelle			Q18a-B06	Q18a-B07	Q18-B04	Q18-B06			
	Zusätzliche Angaben			(AT Donau2)	(AT Donau3)	(Donau1)	(Donau3)			
	Entnahmetiefe	von		m	14,60	14,30	14,50	15,10		
		bis		m	14,80	14,50	14,70	15,40		
Entnahmeart			ungestört	ungestört	ungestört	ungestört				
Probenbeschreibung			Tst	Mst	Mst	KSst				
Stratigraphie										
Dichtebestimmung	Korndichte	$\rho_s$	t/m <sup>3</sup>	31						
	Feuchtdichte	$\rho$	t/m <sup>3</sup>	32						
	Wassergehalt	w	%	33	6,9					
	Trockendichte	$\rho_d$	t/m <sup>3</sup>	34						
Einaxialer Druckversuch	Einax. Druckfestigkeit		$\sigma_u$	MN/m <sup>2</sup>	35	3,850	8,779	17,131		
	Belastungsmodul		B			145	885	1602		
	Wiederbelastungsmodul		V							
	Entlastungsmodul		E							
Dreiaxialer Druckversuch	Poisson-zahlen	für Belastung,		$\nu_B$						
		Wiederbelastung		$\nu_V$						
		und Entlastung		$\nu_E$						
Vers. Typ/Probendurchm.			- / cm	37						
Anzahl der Zyklen			-							
Reibungswinkel			$\varphi$	38						
technische Kohäsion			c							
Punktlastindex diametral axial			$I_{S(50)}$	39		0,087				
Spaltzugversuch			$\sigma_z$	40						
Reibungsversuch	Probenfläche		A	cm <sup>2</sup>	41					
	Anzahl der Laststufen		-							
	Trennflächentyp		-							
	Trennflächengeometrie		-		42					
	Reibungswinkel		$\varphi$	°						
technische Kohäsion			c							
Quellversuche	Quellspannung		$\sigma_q$	MN/m <sup>2</sup>	43					
	Versuchsdauer		d		44					
	Quelldehnung		$\epsilon_{q,0}$	%	45	8,76				
	Versuchsdauer		d		46	25				
	Quellversuch nach Huder und Amberg		K	%	47					
	Versuchsdauer		$\sigma_0$	MN/m <sup>2</sup>	48					
DIN 52103	Wasseraufnahme			%	49					
	Absplitterung									
	Kennziffer der Absplitt.		-		50					
Veränderlichk. in Wasser DIN 4022			-	51						
Cerchar CAI			-	53		1,10	1,08			
Abrasivitätsindex Klassifizierung			-	54		niedrig	niedrig			
Frostversuch nach Absplitt.			%	55						
DIN 52104 / 4226 Kennzi.			-	56						
Einaxialer Kriechversuch	% von einax. Druckfestigkeit			%	57					
	Kriechrate am 10. Tag (LS 1)			%						
	% von einax. Druckfestigkeit			%						
	Kriechrate am 10. Tag (LS 2)			%						
	% von einax. Druckfestigkeit			%						
Kriechrate am 10. Tag (LS 3)			%							
Slake Durability Test			$I_{d1}$	%	58					
			$I_{d2}$	%						

zu Zeile 51: w- / w' / w / w\* = nicht veränderlich / mäßig veränderlich / veränderlich / stark veränderlich

zu Zeile 54 u. 56: Kennziffer der Absplitter.

Bemerkungen:

## Einaxialer Druckversuch

Felsprobe ohne Messung der Querdehnung  
nach DGGT-Empfehlung Nr. 1

Entnahmestelle D2 Q18-B04 (Donau1)
---------------------------------------

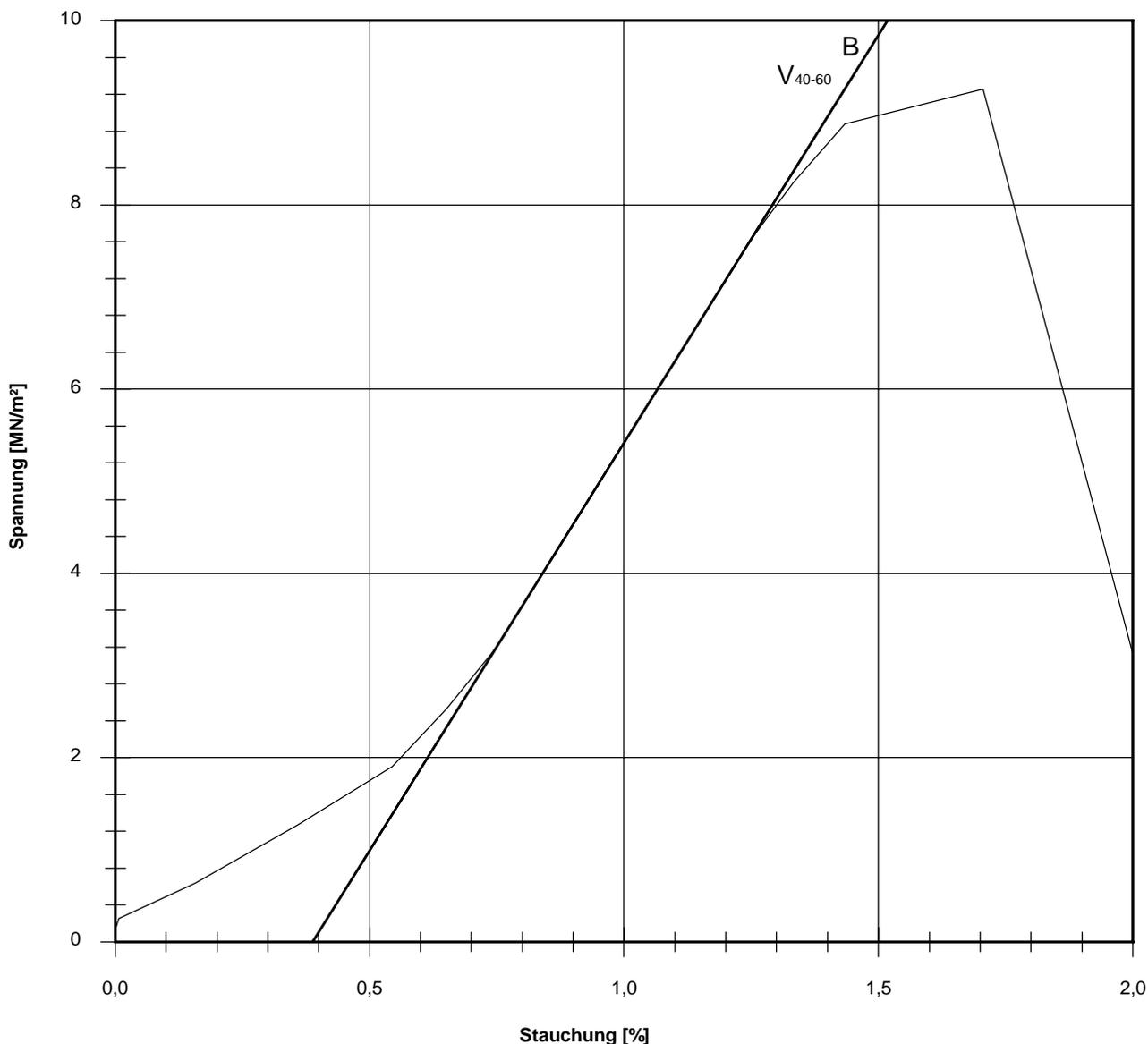
Tiefe unter GOK:	14,50 - 14,70 m
------------------	-----------------

Entnahmeart:	ungestört
--------------	-----------

Probenbeschreibung: Mst	Bodengruppe:	Stratigraphie:
----------------------------	--------------	----------------

Enthn. am: 20.10.2020	von: ICP
-----------------------	----------

Ausgeführt von: Walter	am: 19.04.2021	Gepr.:
Ausgewertet von: Rhode	am: 11.05.2021	
Probenhöhe: 139,5 mm	Feuchtdichte: 2,215 t/m <sup>3</sup>	Verformungsgeschwindigkeit: 0,20 mm/min
Durchmesser: 100,2 mm	Wassergehalt: %	Höhen/Durchmesser Verhältnis(h/d): 1,39
Querschnittsfläche: 78,85 cm <sup>2</sup>	Trockendichte: t/m <sup>3</sup>	Korrekturfaktor; $f = 8/(7+2d/h)$ : 0,948



Bruchspannung $\sigma$ :	9,258 MN/m <sup>2</sup>	Verformungsmoduli:		Poissonzahl:
Einaxiale Druckfestigkeit		Belastungsmodul $V_{40-60}$ :	885 MN/m <sup>2</sup>	
$f \cdot \sigma = q_u$ bzw. $\sigma_u$ :	8,779 MN/m <sup>2</sup>	Modul d. einaxialen Druckf. $E_u$ :		
Stauchung beim Bruch:	1,71 %	Belastungsmodul B :	885 MN/m <sup>2</sup>	für Belastung $v_B$ :
Querdehnung beim Bruch:		Wiederbelastungsmodul V :		für Wiederbelastung $v_V$ :
		Entlastungsmodul E :		für Entlastung $v_E$ :

Bemerkungen:

## Cerchar - Abrasivitätsindex (CAI) nach DGGT Empfehlung Nr. 23

Entnahmestelle:	D2 Q18-B04 (Donau1)	
Tiefe :	14,50 - 14,70 [m]	
Entnahmeart:	ungestört	
Probenbeschreibung:	Bodengruppe:	Stratigraphie:
Mst		
Entn. am:	20.10.2021	von: ICP

Ausgeführt von:	Bergen	am:	19.04.2021	Gepr.:
Ausgewertet von:	Bergen	am:	19.04.2021	

Gesteinbeschreibung: fest

Korrekturfaktor  $f_s=1,1$        $D_m = f_s \times D_{m^*}$   
 ( $D_{m^*}$  : durchschnittlicher Durchmesser der Verschleißphase bei Versuchen auf sägerauher Oberfläche)

Zustand der Probenoberfläche:     bruchrauh                       sägerauh

Einzelversuch-Nr.:	1	2	3	4	5
Prüfstift-Nr.:	100	45	26	20	3
Ablesung $d_1$ [mm]	0,11	0,11	0,09	0,11	0,09
Ablesung $d_2$ [mm]	0,11	0,09	0,09	0,09	0,11
Ablesung $d_3$ [mm]	0,11	0,11	0,09	0,11	0,09
Ablesung $d_4$ [mm]	0,11	0,09	0,09	0,09	0,11
Prüfstiftabnutzung $D_j$ [mm]	<b>0,11</b>	<b>0,10</b>	<b>0,09</b>	<b>0,10</b>	<b>0,10</b>

**mittlere Prüfstiftabnutzung  $D_m$  [mm]**                      =    **0,11**

**Cerchar-Abrasivitäts-Index (CAI) [ ]**                      =    **1,10**

Standardabweichung (SD)                                      =    0,13

Standardfehler (SEM)    =    0,06

CAI	Klassifizierung
0,1-<0,5	extrem niedrig
0,5-<1,0	sehr niedrig
<b>1,0-&lt;2,0</b>	<b>niedrig</b>
2,0-<3,0	mittel
3,0-<4,0	hoch
4,0-<5,0	sehr hoch
≥ 5,0	extrem hoch

Fotodokumentation:



Gerätespezifikation:      Prüfgerät Typ 2 nach West (1989)  
                                     Prüfpitzen Rockwell Härte 54/56 HRC

Bemerkungen:

## Einaxialer Druckversuch

Felsprobe ohne Messung der Querdehnung  
nach DGGT-Empfehlung Nr. 1

Entnahmestelle D2 Q18-B06 (Donau3)
---------------------------------------

Tiefe unter GOK:	15,10 - 15,40 m
------------------	-----------------

Entnahmeart:	ungestört
--------------	-----------

Probenbeschreibung: KSst	Bodengruppe:	Stratigraphie:
-----------------------------	--------------	----------------

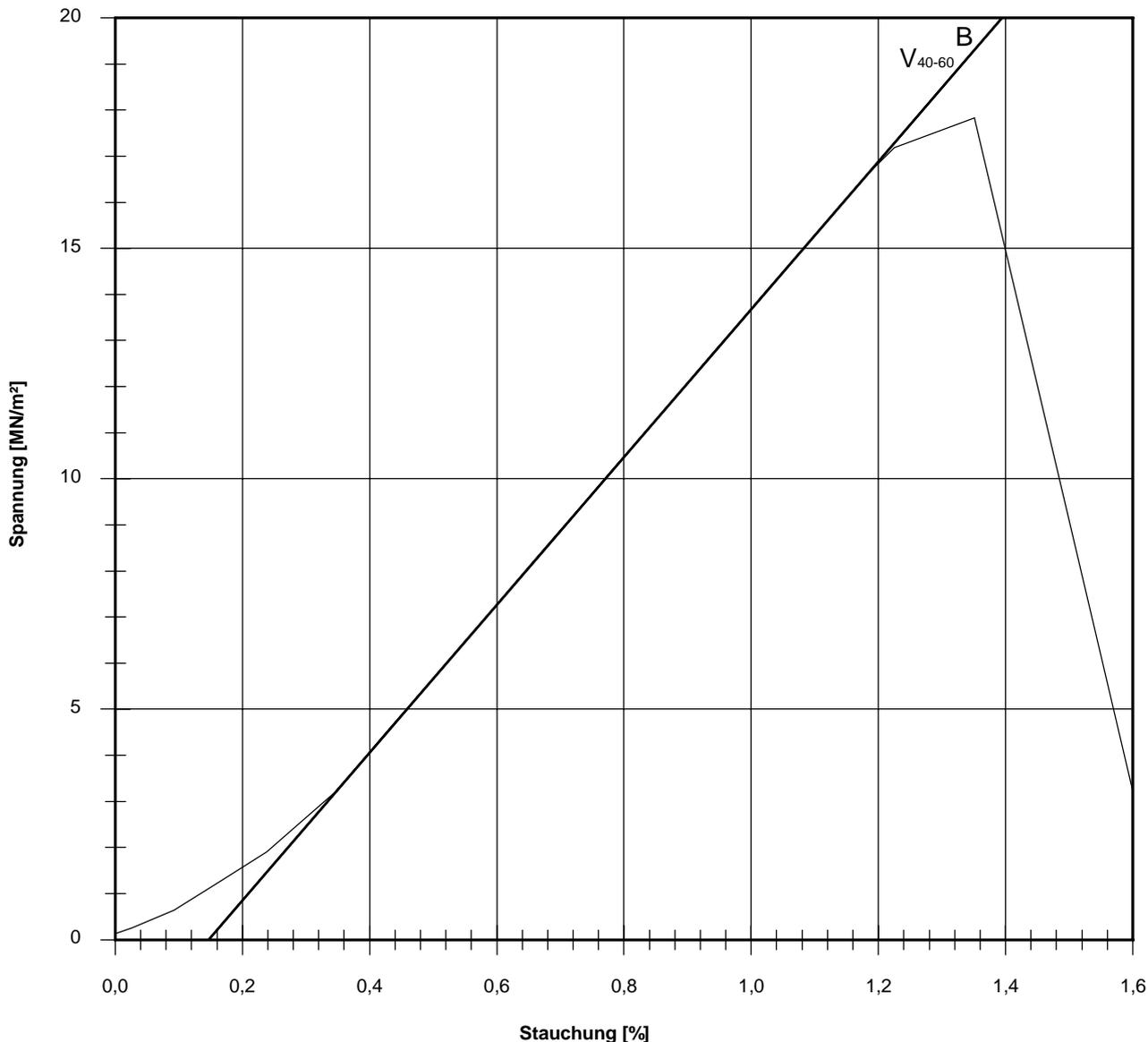
Entrn. am: 15.10.2020	von: ICP
-----------------------	----------

Ausgeführt von: Walter	am: 19.04.2021	Gepr.:
Ausgewertet von: Rhode	am: 11.05.2021	
Probenhöhe: 151,0 mm	Feuchtdichte: 2,313 t/m <sup>3</sup>	Verformungsgeschwindigkeit: 0,20 mm/min
Durchmesser: 100,0 mm	Wassergehalt: %	
Querschnittsfläche: 78,54 cm <sup>2</sup>	Trockendichte: t/m <sup>3</sup>	

Verformungsgeschwindigkeit:	0,20 mm/min
-----------------------------	-------------

Höhen/Durchmesser Verhältnis(h/d):	1,51
------------------------------------	------

Korrekturfaktor; $f = 8/(7+2d/h)$ :	0,961
-------------------------------------	-------



Bruchspannung $\sigma$ :	17,825 MN/m <sup>2</sup>	Verformungsmoduli:		Poissonzahl:
Einaxiale Druckfestigkeit		Belastungsmodul $V_{40-60}$ :	1602 MN/m <sup>2</sup>	
$f \cdot \sigma = q_u$ bzw. $\sigma_u$ :	17,131 MN/m <sup>2</sup>	Modul d. einaxialen Druckf. $E_u$ :		für Belastung $v_B$ :
Stauchung beim Bruch:	1,35 %	Belastungsmodul $B$ :	1602 MN/m <sup>2</sup>	für Wiederbelastung $v_V$ :
Querdehnung beim Bruch:		Wiederbelastungsmodul $V$ :		für Entlastung $v_E$ :
		Entlastungsmodul $E$ :		

Bemerkungen:

## Cerchar - Abrasivitätsindex (CAI) nach DGGT Empfehlung Nr. 23

Ausgeführt von: Bergen	am: 19.04.2021	Gepr.:
Ausgewertet von: Bergen	am: 19.04.2021	

Entnahmestelle:	D2 Q18-B06 (Donau3)	
Tiefe :	15,10 - 15,40 [m]	
Entnahmeart:	ungestört	
Probenbeschreibung:	Bodengruppe:	Stratigraphie:
KSst		
Entn. am: 15.10.2020	von: ICP	

Gesteinbeschreibung: fest

Korrekturfaktor  $f_s=1,1$   $D_m = f_s \times D_{m^*}$   
( $D_{m^*}$  : durchschnittlicher Durchmesser der Verschleißphase bei Versuchen auf sägerauher Oberfläche)

Zustand der Probenoberfläche:  bruchrauh  sägerauh

Einzelversuch-Nr.:	1	2	3	4	5
Prüfstift-Nr.:	31	9	43	7	51
Ablesung $d_1$ [mm]	0,09	0,11	0,11	0,09	0,09
Ablesung $d_2$ [mm]	0,11	0,09	0,09	0,09	0,11
Ablesung $d_3$ [mm]	0,09	0,11	0,11	0,09	0,09
Ablesung $d_4$ [mm]	0,11	0,09	0,09	0,09	0,11
Prüfstiftabnutzung $D_j$ [mm]	<b>0,10</b>	<b>0,10</b>	<b>0,10</b>	<b>0,09</b>	<b>0,10</b>

mittlere Prüfstiftabnutzung  $D_m$  [mm] = **0,11**

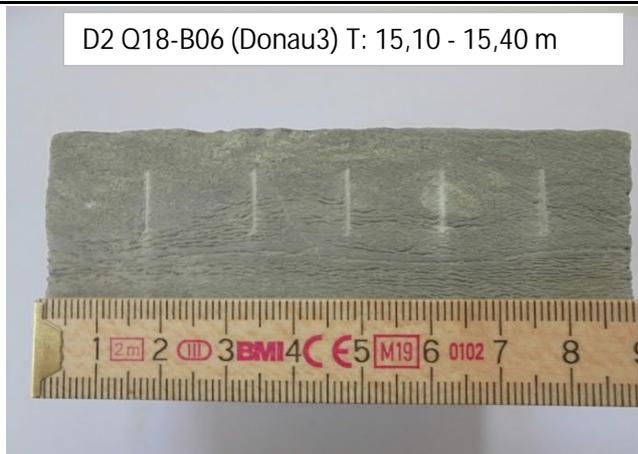
Cerchar-Abrasivitäts-Index (CAI) [ ] = **1,08**

Standardabweichung (SD) = 0,12

Standardfehler (SEM) = 0,05

CAI	Klassifizierung
0,1-<0,5	extrem niedrig
0,5-<1,0	sehr niedrig
<b>1,0-&lt;2,0</b>	<b>niedrig</b>
2,0-<3,0	mittel
3,0-<4,0	hoch
4,0-<5,0	sehr hoch
≥ 5,0	extrem hoch

Fotodokumentation:



Gerätespezifikation: Prüfgerät Typ 2 nach West (1989)  
Prüfspitzen Rockwell Härte 54/56 HRC

Bemerkungen:

## Zusammenstellung der geomechanischen Versuchsergebnisse

Entnahmedaten		Proben-Nr.		Zeilen-Nr.:											
Entnahmestelle					<b>D2-Q18</b>										
Zusätzliche Angaben					<b>B04</b>										
Entnahmetiefe		von	m		<b>5,70</b>										
		bis	m		<b>6,00</b>										
Entnahmeart				<b>ungestört</b>											
Entnahmeart				<b>Sst</b>											
Probenbeschreibung															
Bodengruppe nach DIN18196															
Penetrometerablesung		q <sub>p</sub>	MN/m <sup>2</sup>												
Stratigraphie															
Kom- vertig.	Kennziffer = T/U/S/G - Anteil		%	1											
	bzw. --T/U--/S/G		Vers.-Typ												
Dichte- bestimmung	Korndichte		ρ <sub>s</sub> t/m <sup>3</sup>	2											
	Feuchtdichte		ρ t/m <sup>3</sup>	3											
	Wassergehalt		w %	4											
	Trockendichte		ρ <sub>d</sub> t/m <sup>3</sup>	5											
Verdichtungsg. / Lagerungsd. D <sub>Pr</sub> / I <sub>D</sub>				% / -	6										
Atterberg Grenzen	w-Feinteile		w %	7											
	Fließgrenze		w <sub>L</sub> %	8											
	Ausrollgrenze		w <sub>p</sub> %	8											
	Plastizitätsz. / Konsistenz.		I <sub>p</sub> / I <sub>c</sub> % / -												
Glühverlust				V <sub>gl</sub> %	9										
Kalkgehalt nach SCHEIBLER				V <sub>Ca</sub> %	9										
Durchlässigkeitsbeiwert				k <sub>10°</sub> m/s	10										
Versuchsspannung				σ MN/m <sup>2</sup>	10										
KD-Versuch	Vorhandene Erdauflast		p <sub>n</sub> MN/m <sup>2</sup>	11											
	Steifemodul		E <sub>s</sub> (p <sub>n</sub> , Δp) / Δp MN/m <sup>2</sup>												
	Konsolidierungsbeiwert		c <sub>v</sub> cm <sup>2</sup> /s												
Anzahl Lastst. / Zeit-Setzungs-Kurven				12											
Quellversuche	Quellspannung		σ <sub>q</sub> MN/m <sup>2</sup>	13											
	Versuchsdauer		d	14											
	Quelldehnung		ε <sub>q,0</sub> %	15											
	Versuchsdauer		d	16											
	Quellversuch nach Huder und Amberg		K %	17											
		σ <sub>0</sub> MN/m <sup>2</sup>	17												
Versuchsdauer		d	18												
Einaxiale Druckfestigk./-modul				q <sub>u</sub> / E <sub>u</sub> MN/m <sup>2</sup>	19										
Probendurchmesser				cm											
Scherwiderst. d. Flügelsonde				τ <sub>FS</sub> MN/m <sup>2</sup>	20										
Scher- versuche	Vers.Typ/Probendurchm.		- / cm	21											
	Reibungswinkel		φ °	22											
	Kohäsion		c MN/m <sup>2</sup>												
Einfache Proctordichte				ρ <sub>Pr</sub> t/m <sup>3</sup>	23										
Optimaler Wassergehalt				W <sub>Pr</sub> %											
LAK		LAK	g/t		<b>260</b>										
LCPC Abrasivität		Bezeichnung	-	24	<b>abrasiv</b>										
		LBR	%		<b>77,0</b>										
Lockerste Lagerung				ρ <sub>d min</sub> t/m <sup>3</sup>	25										
Dichteste Lagerung				ρ <sub>d max</sub> t/m <sup>3</sup>	25										
Versuchsgerät / Durchmesser				-/cm											
CBR-Versuch	Versuchstyp (Feld/Labor)		F/L	26											
	W-Geh. Einbau/n. W.-Lagerg.		% / %												
	Schwellmaß / Dauer		% / d												
	CBR <sub>o</sub> ohne Wasserlagerung		%												
CBR <sub>w</sub> mit Wasserlagerung		%		27											
PDV	Verformungs- modul		E <sub>v1</sub> MN/m <sup>2</sup>	28											
			E <sub>v2</sub> MN/m <sup>2</sup>												
	Verhältnis		E <sub>v2</sub> / E <sub>v1</sub> -												
dyn. Verformungsmodul		E <sub>vd</sub> MN/m <sup>2</sup>													

Bemerkungen:

## Zusammenstellung der geomechanischen Versuchsergebnisse (Fels)

Entnahmedaten		Proben-Nr.		Zeilen-Nr.:	D2-Q18	D2-Q18a					
		Entnahmestelle			B07	B05					
Zusätzliche Angaben											
Entnahmetiefe	von	m			7,00	6,50					
	bis	m			7,20	6,80					
Entnahmeart					ungestört	ungestört					
Probenbeschreibung					Tst,s	Tst					
Stratigraphie											
Dichte- bestimmung	Korndichte	$\rho_s$	t/m <sup>3</sup>	31							
	Feuchtdichte	$\rho$	t/m <sup>3</sup>	32							
	Wassergehalt	w	%	33	6,6	10,5					
	Trockendichte	$\rho_d$	t/m <sup>3</sup>	34							
Einaxialer Druckversuch	Einax. Druckfestigkeit	$\sigma_u$	MN/m <sup>2</sup>								
	Belastungsmodul	B		35							
	Wiederbelastungsmodul	V	MN/m <sup>2</sup>								
	Entlastungsmodul	E									
Poisson- zahlen	für Belastung, Wiederbelastung und Entlastung	$\nu_B$		36							
		$\nu_V$									
		$\nu_E$									
Dreiaxialer Druckversuch	Vers. Typ/Probendurchm.	- / cm		37							
	Anzahl der Zyklen	-									
	Reibungswinkel	$\varphi$	°	38							
	technische Kohäsion	c	MN/m <sup>2</sup>								
Punktlastindex	diametral axial	$I_{S(50)}$	MN/m <sup>2</sup>	39	0,672	0,048					
Spaltzugversuch		$\sigma_z$	MN/m <sup>2</sup>	40							
Reibungsversuch	Probenfläche	A	cm <sup>2</sup>	41							
	Anzahl der Laststufen	-									
	Trennflächentyp	-									
	Trennflächengeometrie	-		42							
	Reibungswinkel	$\varphi$	°								
	technische Kohäsion	c	MN/m <sup>2</sup>								
Quellversuche	Quellspannung	$\sigma_q$	MN/m <sup>2</sup>	43							
	Versuchsdauer	d		44							
	Quelldehnung	$\epsilon_{q,0}$	%	45	1,65	2,68					
	Versuchsdauer	d		46	43	43					
	Quellversuch nach Huder und Amberg	K $\sigma_0$	% MN/m <sup>2</sup>		47						
	Versuchsdauer	d		48							
DIN 52103	Wasseraufnahme		%	49							
	Absplitterung										
	Kennziffer der Absplitt.	-		50							
Veränderlichk. in Wasser DIN 4022	-			51							
Cerchar	CAI	-		53							
Abrasivitätsindex	Klassifizierung	-		54							
Frostversuch nach DIN 52104 / 4226	Absplitt. Kennzi.	% -		55 56							
Einaxialer Kriechversuch	% von einax. Druckfestigkeit		%								
	Kriechrate am 10. Tag (LS 1)		%	57							
	% von einax. Druckfestigkeit		%								
	Kriechrate am 10. Tag (LS 2)		%								
	% von einax. Druckfestigkeit		%								
Kriechrate am 10. Tag (LS 3)		%									
Slake Durability Test	$I_{d1}$		%	58							
	$I_{d2}$		%								

zu Zeile 51: w - / w' / w / w\* = nicht veränderlich / mäßig veränderlich / veränderlich / stark veränderlich

zu Zeile 54 u. 56: Kennziffer der Absplitt.

Bemerkungen:

Aktenzeichen: <b>F200979</b>	Anlage:	Blatt:
Projekt: <b>1800-08</b>		

## LCPC - Abrasivitätsversuch nach NF P18-579

Entnahmestelle:		D2-Q18 B04	
Tiefe :		5,70 - 6,00 [m]	
Entnahmearart:		gestört	
Probenbeschreibung:	Bodengruppe:	Stratigraphie:	
Sst			
Entrn. am:	von:	ICP	

Ausgeführt von: Titzmann	am: 02.03.2021	Gepr.:
Ausgewertet von: Rhode	am: 23.04.2021	

Ausgangskörnung 0 - 6,3 mm: 0,0 %    Ausgangskörnung auf 4 - 6,3 mm gebrochenes Korn: ### %

### Bestimmung LAK

$$LAK = \frac{m_v - m_n}{M(t)}$$

Einwaage (m): 500,00 g  
 Metallflügel vor Versuch (m<sub>v</sub>): 45,54 g  
 Metallflügel nach Versuch (m<sub>n</sub>): 45,41 g  
 Abrieb (Δm): 0,13 g

**LAK: 260 g/t**  
**Abrasivität: abrasiv**

LAK [g/t]	Abrasivitätsbezeichnung
0 - 50	nicht abrasiv
50 - 100	kaum abrasiv
100 - 250	schwach abrasiv
250 - 500	abrasiv
500 - 1250	stark/sehr abrasiv
1250 - 2000	extrem abrasiv

Klassifikation des LCPC Abrasivitätskoeffizienten

### Bestimmung LBR

$$LBR = \frac{m_{1,6}}{m} \cdot 100\%$$

Einwaage (m): 500,00 g  
 Siebdurchgang 1,6 mm (m<sub>1,6</sub>): 384,75 g

**LBR: 77,0 %**  
**Brechbarkeit: mittelstark**

LBR [%]	Brechbarkeitsbezeichnung
0 - 25	sehr schwach
25 - 50	mittelschwach
50 - 75	mittel
75 - 100	mittelstark
	sehr stark

Klassifikation der LCPC Brechbarkeit

Bemerkungen:

## Quellhebungsversuch

nach Empfehlung Nr. 11 des  
AK 19 - Versuchstechnik Fels - der DGEG

Entnahmestelle  
D2-Q18 B07

Tiefe unter GOK: 7,00 - 7,20 m

Entnahmeart: ungestört

Probenbeschreibung: Tst,s      Bodengruppe:      Stratigraphie:

Ausgeführt von: Gottschlich      am: 04.03.2021      Gepr.:

Ausgewertet von: Rhode      am: 23.04.2021

Entrn. am:      von: ICP

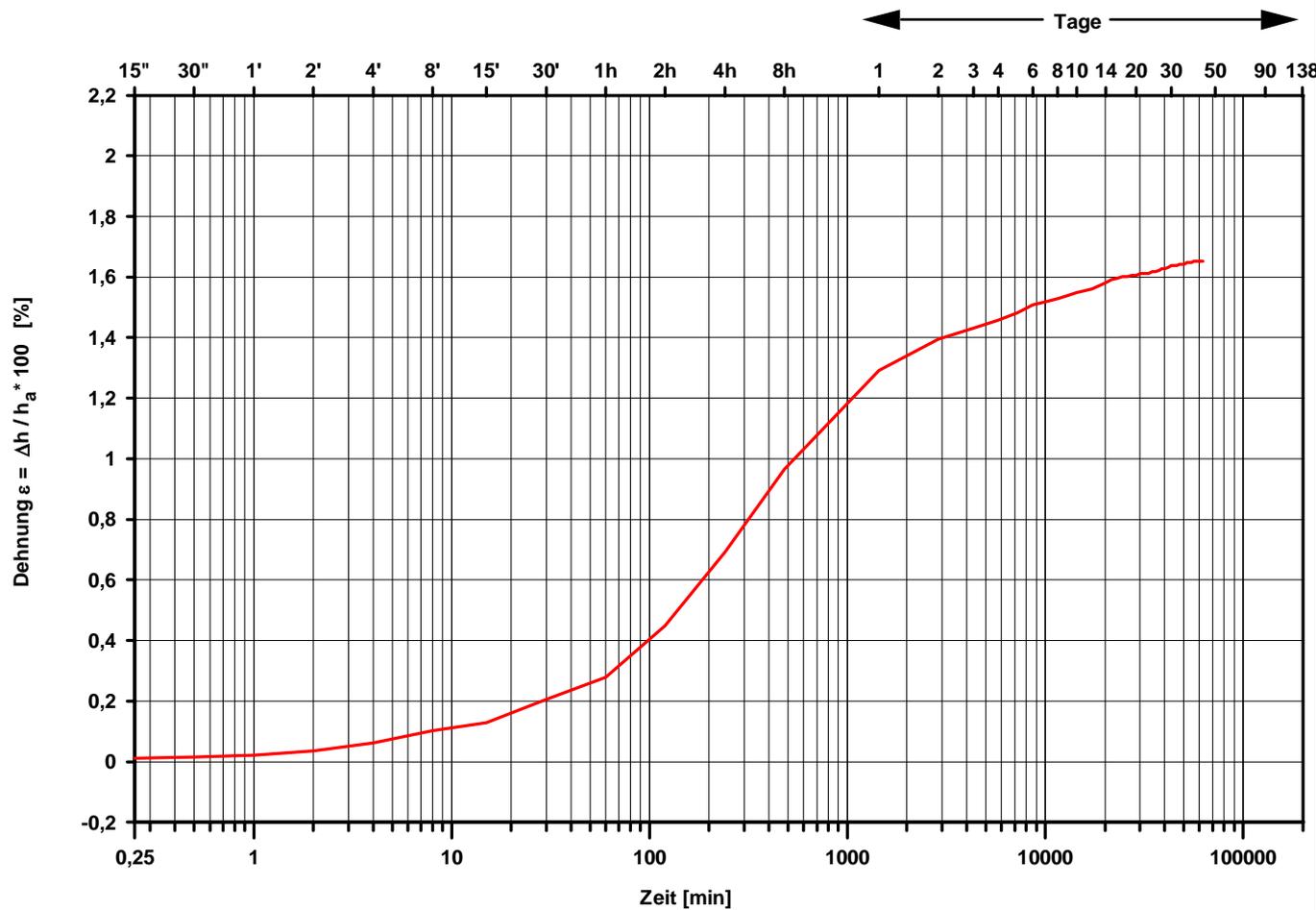
Probenhöhe: 1,950 cm      Feuchtdichte: 2,460 t/m<sup>3</sup>

Probenfläche: 50,90 cm<sup>2</sup>      Wassergehalt: 6,6 %

Probenhöhe nach Vorbelastung: 1,936 cm      Trockendichte: 2,308 t/m<sup>3</sup>

max. Vorbelastung: 0,1500 MN/m<sup>2</sup>      Ausbauwassergehalt: 8,2 %

Versuchsbelastung: 0,0050 MN/m<sup>2</sup>      Quelldehnung  $\epsilon_{q,0}$ : 1,65 %



Bemerkungen:

## Quellhebungsversuch

nach Empfehlung Nr. 11 des  
AK 19 - Versuchstechnik Fels - der DGEG

Entnahmestelle

D2-Q18a B05

Tiefe unter GOK:

6,50 - 6,80 m

Entnahmeart:

ungestört

Probenbeschreibung:

Tst

Bodengruppe:

Stratigraphie:

Ausgeführt von: Seitz

am: 04.03.2021

Gepr.:

Ausgewertet von: Rhode

am: 23.04.2021

Entrn. am:

von: ICP

Probenhöhe:

1,950 cm

Feuchtdichte:

2,254 t/m<sup>3</sup>

Probenfläche:

50,90 cm<sup>2</sup>

Wassergehalt:

10,5 %

Probenhöhe nach Vorbelastung:

1,931 cm

Trockendichte:

2,040 t/m<sup>3</sup>

max. Vorbelastung:

0,1500 MN/m<sup>2</sup>

Ausbauwassergehalt:

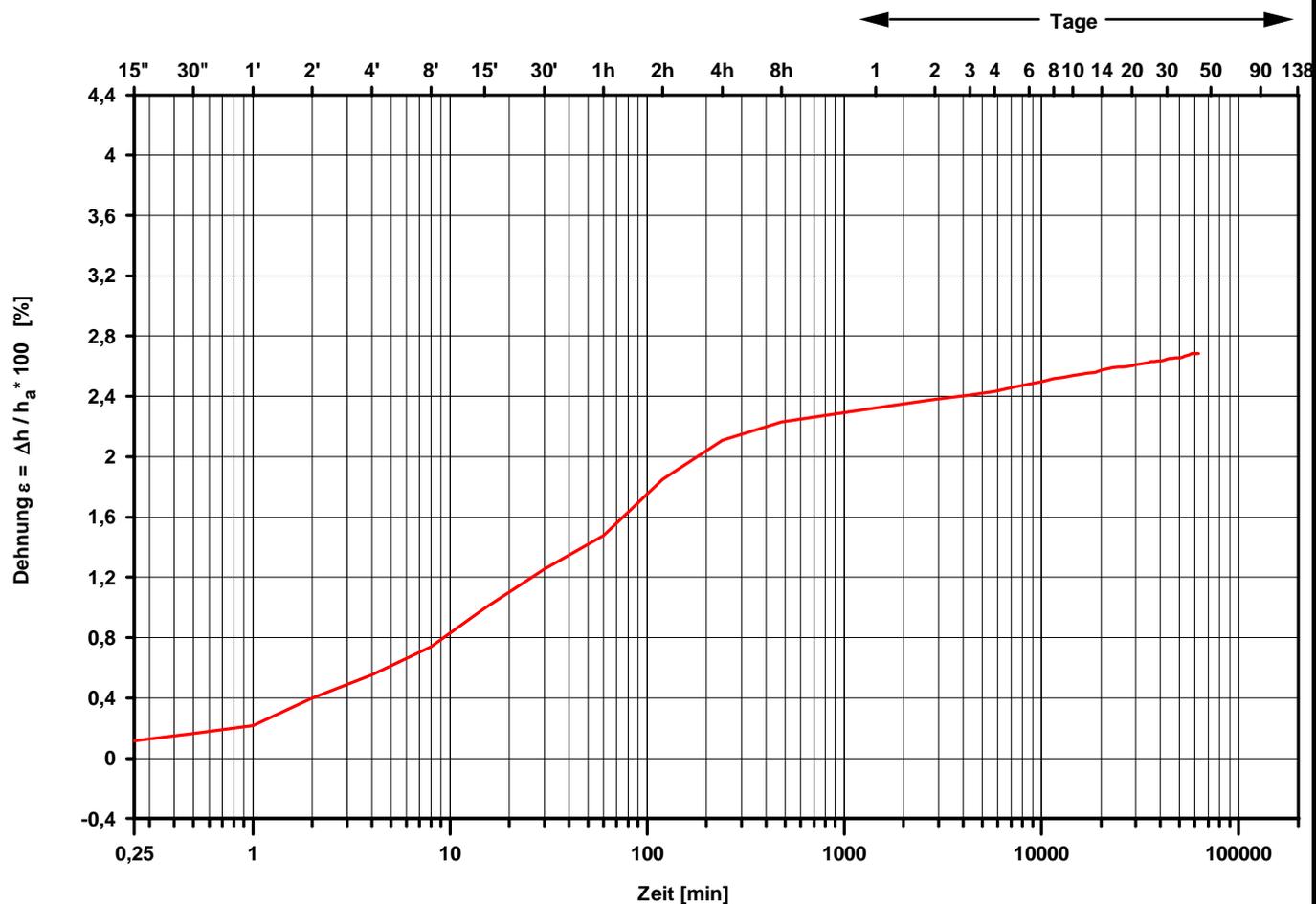
13,4 %

Versuchsbelastung:

0,0050 MN/m<sup>2</sup>

Quelldehnung  $\epsilon_{q,0}$ :

2,68 %



Bemerkungen:



Analytik Institut Rietzler GmbH | Dieter-Streng-Str. 5 | 90766 Fürth

ICP Braunschweig GmbH  
Herr Brunswig  
Berliner Straße 52 J  
38104 Braunschweig

Analytik Institut Rietzler GmbH  
Laborstandort Fürth  
Dieter-Streng-Str. 5  
90766 Fürth

Telefon 0911 971 91-111  
Telefax 0911 971 91-299

labor-fuerth@rietzler-analytik.de  
www.rietzler-analytik.de

## PRÜFBERICHT AB2103488-N/ICPBRA21-ab

Auftraggeber: ICP Braunschweig GmbH  
Auftraggeber Adresse: Berliner Straße 52 J, 38104 Braunschweig  
Ihr Zeichen:  
Probenahmeort: -  
Probenehmer: Auftraggeber  
Probenahmedatum: -  
Probeneingangsdatum: 23.03.2021  
Prüfzeitraum: 23.03.2021 - 07.04.2021

### Untersuchungsergebnis Feststoff

Der Prüfbericht darf ohne schriftliche Genehmigung des Prüflabors nicht auszugsweise vervielfältigt werden.

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die angegebenen Proben. | Die Akkreditierung gilt für die im Prüfbericht mit \* gekennzeichneten Prüfverfahren.

Zugelassen nach  
AbfKlarV, DuV

Untersuchungsstelle nach  
§18 BBodSchG

Untersuchungsstelle nach  
§6 Abs. 6 der Altholzverordnung

Akkreditiert nach  
DIN EN ISO/IEC 17025



Messstelle nach  
§29b BImSchG, §42 BImSchV

Untersuchungsstelle nach  
§15 Abs. 4 TrinkwV

Zugelassen nach  
§3 Laborverordnung

Geschäftsführer  
Arthur Hofmann

Sparkasse Nürnberg  
IBAN: DE43 7605 0101 0004 4433 33  
SWIFT-BIC: SSKNDE77XXX

Gewerbebank Ansbach  
IBAN: DE25 7656 0060 0000 1415 77  
SWIFT-BIC: GEN0DEF1ANS

Amtsgericht Fürth  
HRB 17003  
USt-IdNr. DE253074111  
Steuer-Nr. 218/121/51948

## Untersuchungsergebnis Feststoff

Probenbezeichnung			D2 Q08 B1 0,5-1,5m	D2 Q08 B4 0,5-1,5m	D2 Q11 B1 0,5m
Labornummer			AP2113427	AP2113429	AP2113431
Probenahmedatum			-	-	-
Probenahmeort					
Parameter	Methode	Einheit			
Trockenrückstand	DIN ISO 14346:2007-03*	Gew%	86,4	77,1	93,2
pH-Wert CaCl <sub>2</sub>	DIN ISO 10390:2005-12*		5,7	5,4	4,7
TOC	DIN EN 13137:2001-12*	%TS	0,5	1,3	0,4
EOX	DIN 38414-S17:2017-01*	mg/kg TS	<1	<1	<1
KW-Index	DIN EN 14039:2005-01 i.V. mit LAGA KW/04:2009-12*	mg/kg TS	<50	<50	<50
Aussehen	Sensorik		Boden	Boden	Boden
Geruch qualitativ	DIN EN 1622, Anh.C:2006-1, qualitativ*		ohne	ohne	ohne
Metalle					
Arsen	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01*	mg/kg TS	4	5	6
Blei	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01*	mg/kg TS	11	18	6
Cadmium	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01*	mg/kg TS	<0,2	<0,2	<0,2
Chrom	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01*	mg/kg TS	15	46	6
Kupfer	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01*	mg/kg TS	8	15	7
Nickel	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01*	mg/kg TS	8	20	3
Quecksilber	DIN EN ISO 12846:2012-08*	mg/kg TS	<0,1	<0,1	<0,1
Zink	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01*	mg/kg TS	44	90	38

## Untersuchungsergebnis Feststoff

Probenbezeichnung			D2 Q08 B1 0,5-1,5m	D2 Q08 B4 0,5-1,5m	D2 Q11 B1 0,5m
Labornummer			AP2113427	AP2113429	AP2113431
Probenahmedatum			-	-	-
Probenahmeort					
Parameter	Methode	Einheit			
<b>PAK</b>					
Naphthalin	DIN ISO 18287:2006-05*	mg/kg TS	<0,01	<0,01	<0,01
Acenaphthylen	DIN ISO 18287:2006-05*	mg/kg TS	<0,01	<0,01	<0,01
Acenaphthen	DIN ISO 18287:2006-05*	mg/kg TS	<0,01	<0,01	<0,01
Fluoren	DIN ISO 18287:2006-05*	mg/kg TS	<0,01	<0,01	<0,01
Phenanthren	DIN ISO 18287:2006-05*	mg/kg TS	<0,01	<0,01	<0,01
Anthracen	DIN ISO 18287:2006-05*	mg/kg TS	<0,01	<0,01	<0,01
Fluoranthen	DIN ISO 18287:2006-05*	mg/kg TS	<0,01	<0,01	<0,01
Pyren	DIN ISO 18287:2006-05*	mg/kg TS	<0,01	<0,01	<0,01
Benzo(a)anthracen	DIN ISO 18287:2006-05*	mg/kg TS	<0,01	<0,01	<0,01
Chrysen	DIN ISO 18287:2006-05*	mg/kg TS	<0,01	<0,01	<0,01
Benzo(b)fluoranthen	DIN ISO 18287:2006-05*	mg/kg TS	<0,01	<0,01	<0,01
Benzo(k)fluoranthen	DIN ISO 18287:2006-05*	mg/kg TS	<0,01	<0,01	<0,01
Benzo(a)pyren	DIN ISO 18287:2006-05*	mg/kg TS	<0,01	<0,01	<0,01
Dibenzo(a,h)anthracen	DIN ISO 18287:2006-05*	mg/kg TS	<0,01	<0,01	<0,01
Benzo(g,h,i)perylene	DIN ISO 18287:2006-05*	mg/kg TS	<0,01	<0,01	<0,01
Indeno(1,2,3,c,d)pyren	DIN ISO 18287:2006-05*	mg/kg TS	<0,01	<0,01	<0,01
Summe PAK	DIN ISO 18287:2006-05*	mg/kg TS	n.n.	n.n.	n.n.

## Untersuchungsergebnis Feststoff

Probenbezeichnung			D2 Q11 B4 0,5m	D2 Q12 B4 0,5m	D2 Q15 B4 0,5-1,0m
Labornummer			AP2113433	AP2113435	AP2113437
Probenahmedatum			-	-	-
Probenahmeort					
Parameter	Methode	Einheit			
Trockenrückstand	DIN ISO 14346:2007-03*	Gew%	91,2	81,8	86,5
pH-Wert CaCl <sub>2</sub>	DIN ISO 10390:2005-12*		5,0	5,3	7,1
TOC	DIN EN 13137:2001-12*	%TS	0,8	2,4	0,8
EOX	DIN 38414-S17:2017-01*	mg/kg TS	<1	<1	<1
KW-Index	DIN EN 14039:2005-01 i.V. mit LAGA KW/04:2009-12*	mg/kg TS	<50	<50	<50
Aussehen	Sensorik		Boden	Boden	Boden
Geruch qualitativ	DIN EN 1622, Anh.C:2006-1, qualitativ*		ohne	ohne	leicht muffig
Metalle					
Arsen	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01*	mg/kg TS	6	4	10
Blei	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01*	mg/kg TS	14	14	13
Cadmium	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01*	mg/kg TS	0,2	<0,2	<0,2
Chrom	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01*	mg/kg TS	10	13	14
Kupfer	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01*	mg/kg TS	8	8	11
Nickel	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01*	mg/kg TS	5	7	10
Quecksilber	DIN EN ISO 12846:2012-08*	mg/kg TS	<0,1	<0,1	<0,1
Zink	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01*	mg/kg TS	86	50	61

## Untersuchungsergebnis Feststoff

Probenbezeichnung			D2 Q11 B4 0,5m	D2 Q12 B4 0,5m	D2 Q15 B4 0,5-1,0m
Labornummer			AP2113433	AP2113435	AP2113437
Probenahmedatum			-	-	-
Probenahmeort					
Parameter	Methode	Einheit			
<b>PAK</b>					
Naphthalin	DIN ISO 18287:2006-05*	mg/kg TS	<0,01	<0,01	0,71
Acenaphthylen	DIN ISO 18287:2006-05*	mg/kg TS	<0,01	<0,01	0,11
Acenaphthen	DIN ISO 18287:2006-05*	mg/kg TS	<0,01	<0,01	0,49
Fluoren	DIN ISO 18287:2006-05*	mg/kg TS	<0,01	<0,01	1,2
Phenanthren	DIN ISO 18287:2006-05*	mg/kg TS	<0,01	<0,01	5,4
Anthracen	DIN ISO 18287:2006-05*	mg/kg TS	<0,01	<0,01	1,4
Fluoranthren	DIN ISO 18287:2006-05*	mg/kg TS	<0,01	<0,01	4,6
Pyren	DIN ISO 18287:2006-05*	mg/kg TS	<0,01	<0,01	2,9
Benzo(a)anthracen	DIN ISO 18287:2006-05*	mg/kg TS	<0,01	<0,01	2,2
Chrysen	DIN ISO 18287:2006-05*	mg/kg TS	<0,01	<0,01	2
Benzo(b)fluoranthren	DIN ISO 18287:2006-05*	mg/kg TS	<0,01	<0,01	1,4
Benzo(k)fluoranthren	DIN ISO 18287:2006-05*	mg/kg TS	<0,01	<0,01	1,5
Benzo(a)pyren	DIN ISO 18287:2006-05*	mg/kg TS	<0,01	<0,01	1,5
Dibenzo(a,h)anthracen	DIN ISO 18287:2006-05*	mg/kg TS	<0,01	<0,01	0,39
Benzo(g,h,i)perylene	DIN ISO 18287:2006-05*	mg/kg TS	<0,01	<0,01	0,58
Indeno(1,2,3,c,d)pyren	DIN ISO 18287:2006-05*	mg/kg TS	<0,01	<0,01	0,58
Summe PAK	DIN ISO 18287:2006-05*	mg/kg TS	n.n.	n.n.	27

## Untersuchungsergebnis Feststoff

Probenbezeichnung			D2 Q17 B4 0,5m	D2 Q18 B1 0,5-1,0m	D2 Q18a B1 0,5m
Labornummer			AP2113439	AP2113441	AP2113443
Probenahmedatum			-	-	-
Probenahmeort					
Parameter	Methode	Einheit			
Trockenrückstand	DIN ISO 14346:2007-03*	Gew%	87,8	80,8	78,6
pH-Wert CaCl2	DIN ISO 10390:2005-12*		6,9	7,7	7,5
TOC	DIN EN 13137:2001-12*	%TS	0,9	1,2	1,4
EOX	DIN 38414-S17:2017-01*	mg/kg TS	<1	<1	<1
KW-Index	DIN EN 14039:2005-01 i.V. mit LAGA KW/04:2009-12*	mg/kg TS	<50	<50	<50
Aussehen	Sensorik		Boden	Boden	Lehm
Geruch qualitativ	DIN EN 1622, Anh.C:2006-1, qualitativ*		erdig	ohne	ohne
Metalle					
Arsen	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01*	mg/kg TS	6	6	5
Blei	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01*	mg/kg TS	14	12	12
Cadmium	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01*	mg/kg TS	<0,2	0,2	0,2
Chrom	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01*	mg/kg TS	17	23	21
Kupfer	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01*	mg/kg TS	12	13	15
Nickel	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01*	mg/kg TS	12	17	15
Quecksilber	DIN EN ISO 12846:2012-08*	mg/kg TS	<0,1	<0,1	<0,1
Zink	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01*	mg/kg TS	39	45	49

## Untersuchungsergebnis Feststoff

Probenbezeichnung			D2 Q17 B4 0,5m	D2 Q18 B1 0,5-1,0m	D2 Q18a B1 0,5m
Labornummer			AP2113439	AP2113441	AP2113443
Probenahmedatum			-	-	-
Probenahmeort					
Parameter	Methode	Einheit			
<b>PAK</b>					
Naphthalin	DIN ISO 18287:2006-05*	mg/kg TS	<0,01	<0,01	<0,01
Acenaphthylen	DIN ISO 18287:2006-05*	mg/kg TS	<0,01	<0,01	<0,01
Acenaphthen	DIN ISO 18287:2006-05*	mg/kg TS	<0,01	<0,01	<0,01
Fluoren	DIN ISO 18287:2006-05*	mg/kg TS	<0,01	<0,01	<0,01
Phenanthren	DIN ISO 18287:2006-05*	mg/kg TS	<0,01	<0,01	<0,01
Anthracen	DIN ISO 18287:2006-05*	mg/kg TS	<0,01	<0,01	<0,01
Fluoranthen	DIN ISO 18287:2006-05*	mg/kg TS	<0,01	<0,01	<0,01
Pyren	DIN ISO 18287:2006-05*	mg/kg TS	<0,01	<0,01	<0,01
Benzo(a)anthracen	DIN ISO 18287:2006-05*	mg/kg TS	<0,01	<0,01	<0,01
Chrysen	DIN ISO 18287:2006-05*	mg/kg TS	<0,01	<0,01	<0,01
Benzo(b)fluoranthen	DIN ISO 18287:2006-05*	mg/kg TS	<0,01	<0,01	<0,01
Benzo(k)fluoranthen	DIN ISO 18287:2006-05*	mg/kg TS	<0,01	<0,01	<0,01
Benzo(a)pyren	DIN ISO 18287:2006-05*	mg/kg TS	<0,01	<0,01	<0,01
Dibenzo(a,h)anthracen	DIN ISO 18287:2006-05*	mg/kg TS	<0,01	<0,01	<0,01
Benzo(g,h,i)perylene	DIN ISO 18287:2006-05*	mg/kg TS	<0,01	<0,01	<0,01
Indeno(1,2,3,c,d)pyren	DIN ISO 18287:2006-05*	mg/kg TS	<0,01	<0,01	<0,01
Summe PAK	DIN ISO 18287:2006-05*	mg/kg TS	n.n.	n.n.	n.n.

## Untersuchungsergebnis Feststoff

Probenbezeichnung			D2 Q18a B12 0,5-2,0m	D2 Q19 B5 0,5-1,0m
Labornummer			AP2113445	AP2113447
Probenahmedatum			-	-
Probenahmeort				
Parameter	Methode	Einheit		
Trockenrückstand	DIN ISO 14346:2007-03*	Gew%	80,9	92,3
pH-Wert CaCl2	DIN ISO 10390:2005-12*		7,9	7,6
TOC	DIN EN 13137:2001-12*	%TS	0,7	0,4
EOX	DIN 38414-S17:2017-01*	mg/kg TS	<1	<1
KW-Index	DIN EN 14039:2005-01 i.V. mit LAGA KW/04:2009-12*	mg/kg TS	<50	<50
Aussehen	Sensorik		Boden	Boden
Geruch qualitativ	DIN EN 1622, Anh.C:2006-1, qualitativ*		ohne	ohne
Metalle				
Arsen	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01*	mg/kg TS	5	4
Blei	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01*	mg/kg TS	9	5
Cadmium	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01*	mg/kg TS	0,2	<0,2
Chrom	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01*	mg/kg TS	17	13
Kupfer	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01*	mg/kg TS	14	12
Nickel	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01*	mg/kg TS	15	12
Quecksilber	DIN EN ISO 12846:2012-08*	mg/kg TS	<0,1	<0,1
Zink	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01*	mg/kg TS	35	29

## Untersuchungsergebnis Feststoff

Probenbezeichnung			D2 Q18a B12 0,5-2,0m	D2 Q19 B5 0,5-1,0m
Labornummer			AP2113445	AP2113447
Probenahmedatum			-	-
Probenahmeort				
Parameter	Methode	Einheit		
<b>PAK</b>				
Naphthalin	DIN ISO 18287:2006-05*	mg/kg TS	<0,01	<0,01
Acenaphthylen	DIN ISO 18287:2006-05*	mg/kg TS	<0,01	<0,01
Acenaphthen	DIN ISO 18287:2006-05*	mg/kg TS	<0,01	<0,01
Fluoren	DIN ISO 18287:2006-05*	mg/kg TS	<0,01	<0,01
Phenanthren	DIN ISO 18287:2006-05*	mg/kg TS	<0,01	<0,01
Anthracen	DIN ISO 18287:2006-05*	mg/kg TS	<0,01	<0,01
Fluoranthren	DIN ISO 18287:2006-05*	mg/kg TS	<0,01	<0,01
Pyren	DIN ISO 18287:2006-05*	mg/kg TS	<0,01	<0,01
Benzo(a)anthracen	DIN ISO 18287:2006-05*	mg/kg TS	<0,01	<0,01
Chrysen	DIN ISO 18287:2006-05*	mg/kg TS	<0,01	<0,01
Benzo(b)fluoranthren	DIN ISO 18287:2006-05*	mg/kg TS	<0,01	<0,01
Benzo(k)fluoranthren	DIN ISO 18287:2006-05*	mg/kg TS	<0,01	<0,01
Benzo(a)pyren	DIN ISO 18287:2006-05*	mg/kg TS	<0,01	<0,01
Dibenzo(a,h)anthracen	DIN ISO 18287:2006-05*	mg/kg TS	<0,01	<0,01
Benzo(g,h,i)perylene	DIN ISO 18287:2006-05*	mg/kg TS	<0,01	<0,01
Indeno(1,2,3,c,d)pyren	DIN ISO 18287:2006-05*	mg/kg TS	<0,01	<0,01
Summe PAK	DIN ISO 18287:2006-05*	mg/kg TS	n.n.	n.n.

## Untersuchungsergebnis Eluat DIN EN 12457-4:2003-01

Probenbezeichnung			D2 Q08 B1 0,5-1,5m	D2 Q08 B4 0,5-1,5m	D2 Q11 B1 0,5m
Labornummer			AP2113428	AP2113430	AP2113432
Probenahmedatum			-	-	-
Probenahmeort					
Parameter	Methode	Einheit			
pH-Wert	DIN 38404-C5:2007-09*		7,8	7,4	7,4
Messtemperatur pH	DIN 38404-C4:1976-12*	°C	20,8	20,0	20,3
Leitfähigkeit (25 °C)	DIN EN 27888 (C8):1993-11*	µS/cm	28,0	40,0	17,0
<b>Anionen</b>					
Chlorid	DIN EN ISO 10304-1 (D20):2009-07*	mg/l	0,5	0,28	0,18
Sulfat	DIN EN ISO 10304-1 (D20):2009-07*	mg/l	0,56	4,2	0,62
<b>Metalle</b>					
Arsen	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01*	mg/l	<0,001	<0,001	<0,001
Blei	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01*	mg/l	<0,001	<0,001	<0,001
Cadmium	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01*	mg/l	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Chrom	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01*	mg/l	0,0011	0,0009	<0,0005
Kupfer	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01*	mg/l	<0,005	<0,005	<0,005
Nickel	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01*	mg/l	<0,002	<0,002	<0,002
Quecksilber	DIN EN ISO 12846:2012-08*	mg/l	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Zink	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01*	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01

## Untersuchungsergebnis Eluat DIN EN 12457-4:2003-01

Probenbezeichnung			D2 Q11 B4 0,5m	D2 Q12 B4 0,5m	D2 Q15 B4 0,5-1,0m
Labornummer			AP2113434	AP2113436	AP2113438
Probenahmedatum			-	-	-
Probenahmeort					
Parameter	Methode	Einheit			
pH-Wert	DIN 38404-C5:2007-09*		7,4	7,2	8,3
Messtemperatur pH	DIN 38404-C4:1976-12*	°C	20,8	20,3	20,7
Leitfähigkeit (25 °C)	DIN EN 27888 (C8):1993-11*	µS/cm	23,0	49,0	186
<b>Anionen</b>					
Chlorid	DIN EN ISO 10304-1 (D20):2009-07*	mg/l	0,15	0,17	0,21
Sulfat	DIN EN ISO 10304-1 (D20):2009-07*	mg/l	0,35	1,3	0,65
<b>Metalle</b>					
Arsen	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01*	mg/l	<0,001	<0,001	<0,001
Blei	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01*	mg/l	<0,001	<0,001	<0,001
Cadmium	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01*	mg/l	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Chrom	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01*	mg/l	<0,0005	0,0011	<0,0005
Kupfer	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01*	mg/l	<0,005	<0,005	<0,005
Nickel	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01*	mg/l	<0,002	<0,002	<0,002
Quecksilber	DIN EN ISO 12846:2012-08*	mg/l	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Zink	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01*	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01

## Untersuchungsergebnis Eluat DIN EN 12457-4:2003-01

Probenbezeichnung			D2 Q17 B4 0,5m	D2 Q18 B1 0,5-1,0m	D2 Q18a B1 0,5m
Labornummer			AP2113440	AP2113442	AP2113444
Probenahmedatum			-	-	-
Probenahmeort					
Parameter	Methode	Einheit			
pH-Wert	DIN 38404-C5:2007-09*		8,1	8,4	8,4
Messtemperatur pH	DIN 38404-C4:1976-12*	°C	19,8	20,0	19,7
Leitfähigkeit (25 °C)	DIN EN 27888 (C8):1993-11*	µS/cm	58,0	103	121
<b>Anionen</b>					
Chlorid	DIN EN ISO 10304-1 (D20):2009-07*	mg/l	0,34	0,81	0,37
Sulfat	DIN EN ISO 10304-1 (D20):2009-07*	mg/l	0,18	1,1	0,98
<b>Metalle</b>					
Arsen	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01*	mg/l	<0,001	<0,001	0,001
Blei	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01*	mg/l	<0,001	<0,001	<0,001
Cadmium	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01*	mg/l	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Chrom	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01*	mg/l	0,0008	0,0007	0,0011
Kupfer	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01*	mg/l	<0,005	<0,005	<0,005
Nickel	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01*	mg/l	<0,002	<0,002	<0,002
Quecksilber	DIN EN ISO 12846:2012-08*	mg/l	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Zink	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01*	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01

## Untersuchungsergebnis Eluat DIN EN 12457-4:2003-01

Probenbezeichnung			D2 Q18a B12 0,5-2,0m	D2 Q19 B5 0,5-1,0m
Labornummer			AP2113446	AP2113448
Probenahmedatum			-	-
Probenahmeort				
Parameter	Methode	Einheit		
pH-Wert	DIN 38404-C5:2007-09*		8,6	8,7
Messtemperatur pH	DIN 38404-C4:1976-12*	°C	19,8	20,5
Leitfähigkeit (25 °C)	DIN EN 27888 (C8):1993-11*	µS/cm	82,0	93,0
<b>Anionen</b>				
Chlorid	DIN EN ISO 10304-1 (D20):2009-07*	mg/l	0,43	0,3
Sulfat	DIN EN ISO 10304-1 (D20):2009-07*	mg/l	1,6	1,2
<b>Metalle</b>				
Arsen	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01*	mg/l	<0,001	<0,001
Blei	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01*	mg/l	<0,001	<0,001
Cadmium	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01*	mg/l	<0,0001	<0,0001
Chrom	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01*	mg/l	0,0007	0,0007
Kupfer	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01*	mg/l	<0,005	<0,005
Nickel	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01*	mg/l	<0,002	<0,002
Quecksilber	DIN EN ISO 12846:2012-08*	mg/l	<0,0001	<0,0001
Zink	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01*	mg/l	<0,01	<0,01

n.n. = nicht nachweisbar

Matrix Feststoff: Analytik Metalle im Aufschluss nach DIN ISO 11466:1997-06.

Der Bericht ersetzt Prüfbericht AB2103488 vom 29.03.2021.

Änderung: Es wurden diverse Parameter ergänzend hinzugefügt.

Analytik Institut Rietzler GmbH, Fürth, den 07.04.2021



i.V. **Matthias Köhler**  
M.Sc. Geowissenschaften  
- Laborleiter -

GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH · Daimlerring 37 · 31135 Hildesheim

ICP Braunschweig GmbH  
Herr Stöpler  
Berliner Straße 52 J

ISO 14001  
ISO 45001  
zertifiziert



**38104 Braunschweig**

**Prüfbericht-Nr.: 2021P603784 / 1**

<b>Auftraggeber</b>	ICP Braunschweig GmbH
<b>Eingangsdatum</b>	08.04.2021
<b>Projekt</b>	1800-08
<b>Material</b>	Boden
<b>Auftrag</b>	1800-08
<b>Verpackung</b>	PE-Beutel
<b>Probenmenge</b>	1 kg
<b>GBA-Nummer</b>	<b>21602758</b>
<b>Probenahme</b>	durch den Auftraggeber
<b>Probentransport</b>	Kurier (GBA)
<b>Labor</b>	GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
<b>Analysenbeginn / -ende</b>	08.04.2021 - 20.04.2021
<b>Unteraufträge</b>	
<b>Bemerkung</b>	keine
<b>Probenaufbewahrung</b>	Wenn nicht anders vereinbart, werden Feststoffproben drei Monate und Wasserproben vier Wochen aufbewahrt.

Hildesheim, 20.04.2021



i.A. O. Christel  
Projektbearbeitung

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die genannten Prüfgegenstände. Es wird keine Verantwortung für die Richtigkeit der Probenahme übernommen, wenn die Proben nicht durch die GBA oder in ihrem Auftrag genommen wurden. In diesem Fall beziehen sich die Ergebnisse auf die Probe wie erhalten. Ohne schriftliche Genehmigung der GBA darf der Prüfbericht nicht veröffentlicht sowie nicht auszugsweise vervielfältigt werden. Entscheidungsregeln der GBA sind in den AGBs einzusehen.

Seite 1 von 5 zu Prüfbericht-Nr.: 2021P603784 / 1

GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH  
Daimlerring 37, 31135 Hildesheim  
Telefon +49 (0)5121 75096-50  
Fax +49 (0)5121 75096-55  
E-Mail hildesheim@gba-group.de  
www.gba-group.com

HypoVereinsbank  
IBAN DE45 2003 0000 0050 4043 92  
SWIFT BIC HYVEDEMM300  
Commerzbank Hamburg  
IBAN DE67 2004 0000 0449 6444 00  
SWIFT-BIC COBADEHHXXX

Sitz der Gesellschaft:  
Hamburg  
Handelsregister:  
Hamburg HRB 42774  
USt-Id.Nr. DE 118 554 138  
St.-Nr. 47/723/00196

Geschäftsführer:  
Ralf Murzen,  
Dr. Roland Bernerth,  
Kai Plinke,  
Dr. Dominik Obeloer

**Prüfbericht-Nr.: 2021P603784 / 1**
**1800-08**

<b>GBA-Nummer</b>		21602758
<b>Probe-Nr.</b>		001
<b>Material</b>		Boden
<b>Probenbezeichnung</b>		<b>D2 Q18 B9 1,0 - 2,0 m</b>
<b>Probemenge</b>		1 kg
<b>Probeneingang</b>		08.04.2021
<b>Analysenergebnisse</b>	<b>Einheit</b>	
Trockenrückstand	Masse-%	82,3
Aussehen		klumpig
Geruch		unauffällig
TOC	Masse-% TM	0,30
Kohlenwasserstoffe	mg/kg TM	<100
mobiler Anteil bis C22	mg/kg TM	<50
EOX	mg/kg TM	<1,0
Summe PAK (EPA)	mg/kg TM	n.n.
Naphthalin	mg/kg TM	<0,050
Acenaphthylen	mg/kg TM	<0,050
Acenaphthen	mg/kg TM	<0,050
Fluoren	mg/kg TM	<0,050
Phenanthren	mg/kg TM	<0,050
Anthracen	mg/kg TM	<0,050
Fluoranthren	mg/kg TM	<0,050
Pyren	mg/kg TM	<0,050
Benz(a)anthracen	mg/kg TM	<0,050
Chrysen	mg/kg TM	<0,050
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TM	<0,050
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TM	<0,050
Benzo(a)pyren	mg/kg TM	<0,050
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TM	<0,050
Dibenz(a,h)anthracen	mg/kg TM	<0,050
Benzo(g,h,i)perylen	mg/kg TM	<0,050
Aufschluss mit Königswasser		
Arsen	mg/kg TM	4,3
Blei	mg/kg TM	6,7
Cadmium	mg/kg TM	<0,10
Chrom ges.	mg/kg TM	14
Kupfer	mg/kg TM	6,5
Nickel	mg/kg TM	13
Quecksilber	mg/kg TM	<0,10
Zink	mg/kg TM	26

**Prüfbericht-Nr.: 2021P603784 / 1**
**1800-08**

<b>GBA-Nummer</b>		21602758
<b>Probe-Nr.</b>		001
<b>Material</b>		Boden
<b>Probenbezeichnung</b>		<b>D2 Q18 B9</b> <b>1,0 - 2,0 m</b>
<b>Probemenge</b>		1 kg
<b>Probeneingang</b>		08.04.2021
<b>Analysenergebnisse</b>	<b>Einheit</b>	
Eluat		
pH-Wert		7,8
Leitfähigkeit	µS/cm	74
Chlorid	mg/L	<0,60
Sulfat	mg/L	5,5
Arsen	µg/L	<0,50
Blei	µg/L	<1,0
Cadmium	µg/L	<0,30
Chrom ges.	µg/L	<1,0
Kupfer	µg/L	<1,0
Nickel	µg/L	<1,0
Quecksilber	µg/L	<0,20
Zink	µg/L	<10

BG = Bestimmungsgrenze MU = Messunsicherheit n.a. = nicht auswertbar n.b. = nicht bestimmbar n.n. = nicht nachweisbar

Prüfbericht-Nr.: 2021P603784 / 1  
 1800-08

**Angewandte Verfahren und Bestimmungsgrenzen (BG)**

Parameter	BG	Einheit	Methode
Trockenrückstand		Masse-%	DIN EN 14346: 2007-03 <sup>a</sup> 6
Aussehen			visuell 6
Geruch			DIN EN 1622 Anhang C: 2006-10 <sup>a</sup> 6
TOC	0,050	Masse-% TM	DIN EN 15936: 2012-11 <sup>a</sup> 5
Kohlenwasserstoffe	100	mg/kg TM	DIN EN ISO 16703: 2011-09 <sup>a</sup> i.V.m. LAGA KW/04: 2009-12 <sup>a</sup> 6
mobiler Anteil bis C22	50	mg/kg TM	DIN EN ISO 16703: 2011-09 <sup>a</sup> i.V.m. LAGA KW/04: 2009-12 <sup>a</sup> 6
EOX	1,0	mg/kg TM	DIN 38414-17: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Summe PAK (EPA)		mg/kg TM	berechnet 6
Naphthalin	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 <sup>a</sup> 6
Acenaphthylen	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 <sup>a</sup> 6
Acenaphthen	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 <sup>a</sup> 6
Fluoren	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 <sup>a</sup> 6
Phenanthren	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 <sup>a</sup> 6
Anthracen	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 <sup>a</sup> 6
Fluoranthren	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 <sup>a</sup> 6
Pyren	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 <sup>a</sup> 6
Benz(a)anthracen	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 <sup>a</sup> 6
Chrysen	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 <sup>a</sup> 6
Benzo(b)fluoranthren	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 <sup>a</sup> 6
Benzo(k)fluoranthren	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 <sup>a</sup> 6
Benzo(a)pyren	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 <sup>a</sup> 6
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 <sup>a</sup> 6
Dibenz(a,h)anthracen	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 <sup>a</sup> 6
Benzo(g,h,i)perylene	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 <sup>a</sup> 6
Aufschluss mit Königswasser			DIN EN 13657: 2003-01 <sup>a</sup> 6
Arsen	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Blei	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Cadmium	0,10	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Chrom ges.	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Kupfer	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Nickel	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Quecksilber	0,10	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Zink	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Eluat			DIN EN 12457-4: 2003-01 <sup>a</sup> 6
pH-Wert			DIN EN ISO 10523: 2012-04 <sup>a</sup> 6
Leitfähigkeit	20	µS/cm	DIN EN 27888: 1993-11 <sup>a</sup> 6
Chlorid	0,60	mg/L	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07 <sup>a</sup> 5
Sulfat	1,0	mg/L	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07 <sup>a</sup> 5
Arsen	0,50	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Blei	1,0	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Cadmium	0,50	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 <sup>a</sup> 5

A060-ICP-000066-MA-DE\_rev03

**Prüfbericht-Nr.: 2021P603784 / 1****1800-08**

<b>Parameter</b>	<b>BG</b>	<b>Einheit</b>	<b>Methode</b>
Chrom ges.	1,0	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 <sup>a</sup> <sub>5</sub>
Kupfer	1,0	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 <sup>a</sup> <sub>5</sub>
Nickel	1,0	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 <sup>a</sup> <sub>5</sub>
Quecksilber	0,20	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 <sup>a</sup> <sub>5</sub>
Zink	10	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 <sup>a</sup> <sub>5</sub>

Die mit <sup>a</sup> gekennzeichneten Verfahren sind akkreditierte Verfahren. Die Bestimmungsgrenzen (BG) können matrixbedingt variieren.  
Untersuchungslabor: <sub>6</sub>GBA Hildesheim <sub>5</sub>GBA Pinneberg

GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH · Daimlerring 37 · 31135 Hildesheim

ICP Braunschweig GmbH  
Herr Stöpler  
Berliner Straße 52 J

ISO 14001  
ISO 45001  
zertifiziert



**38104 Braunschweig**

**Prüfbericht-Nr.: 2021P604667 / 1**

<b>Auftraggeber</b>	ICP Braunschweig GmbH
<b>Eingangsdatum</b>	29.04.2021
<b>Projekt</b>	1800-08
<b>Material</b>	Boden
<b>Auftrag</b>	1800-08
<b>Verpackung</b>	PE-Beutel
<b>Probenmenge</b>	ca. 1 kg
<b>GBA-Nummer</b>	<b>21603495</b>
<b>Probenahme</b>	durch den Auftraggeber
<b>Probentransport</b>	Kurier (GBA)
<b>Labor</b>	GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
<b>Analysenbeginn / -ende</b>	29.04.2021 - 11.05.2021
<b>Unteraufträge</b>	
<b>Bemerkung</b>	keine
<b>Probenaufbewahrung</b>	Wenn nicht anders vereinbart, werden Feststoffproben drei Monate und Wasserproben vier Wochen aufbewahrt.

Hildesheim, 11.05.2021



i. A. Dr. K. Rand

Projektbearbeitung

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die genannten Prüfgegenstände. Es wird keine Verantwortung für die Richtigkeit der Probenahme übernommen, wenn die Proben nicht durch die GBA oder in ihrem Auftrag genommen wurden. In diesem Fall beziehen sich die Ergebnisse auf die Probe wie erhalten. Ohne schriftliche Genehmigung der GBA darf der Prüfbericht nicht veröffentlicht sowie nicht auszugsweise vervielfältigt werden. Entscheidungsregeln der GBA sind in den AGBs einzusehen.

Seite 1 von 2 zu Prüfbericht-Nr.: 2021P604667 / 1

**Prüfbericht-Nr.: 2021P604667 / 1**
**1800-08**

<b>GBA-Nummer</b>		21603495	21603495	21603495	21603495
<b>Probe-Nr.</b>		001	002	003	004
<b>Material</b>		Boden	Boden	Boden	Boden
<b>Probenbezeichnung</b>		<b>D2 Q18 B2 7,0 - 8,0 m</b>	<b>D2 Q18 B5 7,7 - 7,9 m</b>	<b>D2 Q18a B6 11,5 - 11,7 m</b>	<b>D2 Q18a B8 10,00 - 12,0</b>
<b>Probemenge</b>		ca. 1 kg	ca. 1 kg	ca. 1 kg	ca. 1 kg
<b>Probeneingang</b>		29.04.2021	29.04.2021	29.04.2021	29.04.2021
<b>Analysenergebnisse</b>	<b>Einheit</b>				
Trockenrückstand	Masse-%	94,6	95,5	97,4	99,8
Calciumcarbonat	Masse-% TM	21	7,3	7,9	7,3
Aufschluss mit HCl					
Sulfat	mg/kg TM	110	1200	180	120

BG = Bestimmungsgrenze MU = Messunsicherheit n.a. = nicht auswertbar n.b. = nicht bestimmbar n.n. = nicht nachweisbar

**Prüfbericht-Nr.: 2021P604667 / 1**
**Angewandte Verfahren und Bestimmungsgrenzen (BG)**

Parameter	BG	Einheit	Methode
Trockenrückstand	0,4	Masse-%	DIN ISO 11465: 1996-12 <sup>a</sup> 6
Calciumcarbonat	0,010	Masse-% TM	VDLUF A Methodenbuch Bd. I, A 5.3.1 1991 <sup>a</sup> 5
Aufschluss mit HCl			Salzsäureaufschluss 5
Sulfat	15	mg/kg TM	DIN ISO 22036: 2009-06 <sup>a</sup> 5

 Die mit <sup>a</sup> gekennzeichneten Verfahren sind akkreditierte Verfahren. Die Bestimmungsgrenzen (BG) können matrixbedingt variieren.

 Untersuchungslabor: <sup>6</sup>GBA Hildesheim <sup>5</sup>GBA Pinneberg

## Wärmeleitfähigkeit

Labornummer

**1419**

Projekt SOL D2

Projektnummer

**1800-08**

Probe D2 Q18 B1

Entnahmedatum

29.03.2021

Entnahmeort

Entnahmetiefe

0,5 - 1,0 m

Messgerät: Decagon Devices KD2 Pro

PVC Zylinder

Sonde: TR-1

Zylindervolumen: 424,74/369,49 cm<sup>3</sup>

Raumtemperatur:

∅ = 10,4/9,9 cm Höhe = 5/4,8 cm

Probe: gestört  ungestört

Proctordichte  $\rho_{Pr}$  [g/cm<sup>3</sup>] = 0

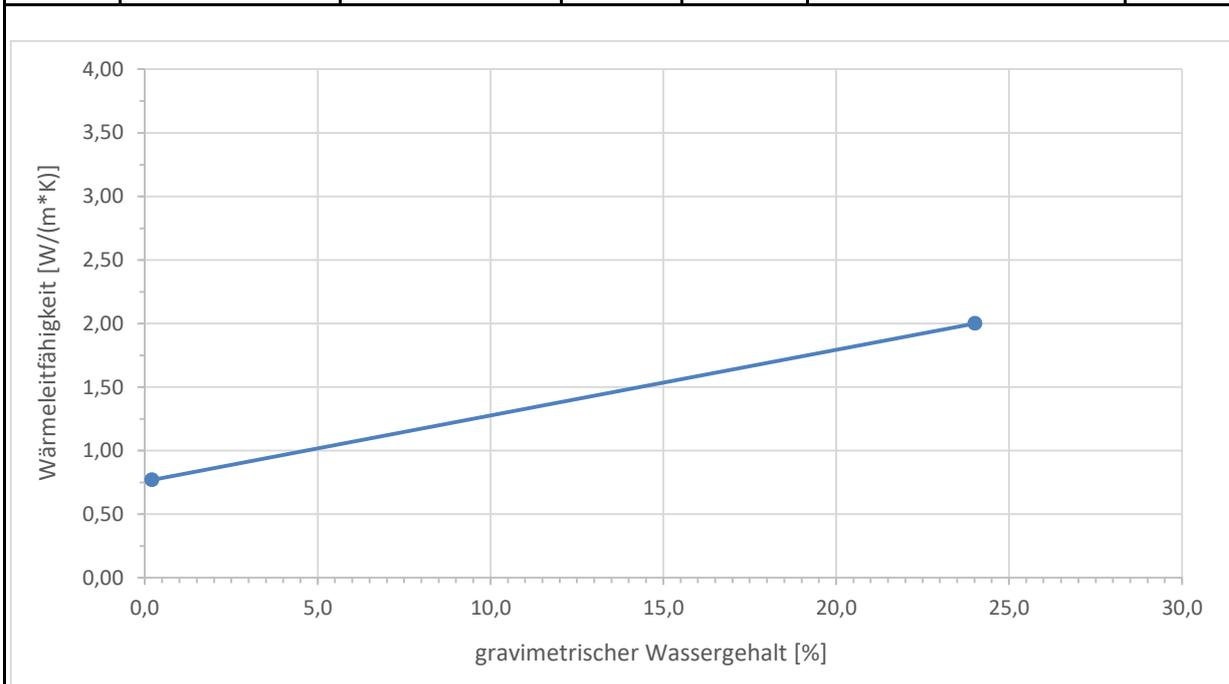
Material:

Größtkorn der Probe:

Bodenart:

Sonstiges:

Probe	Trockendichte	Verdichtungsgrad	Wassergehalt		Wärmeleitfähigkeit
	$\rho_d$ [g/cm <sup>3</sup> ]		DPr [%]	w [%]	
	1,50		24,013	36,02	2
	1,73		0,207	0,358	0,77



## Wärmeleitfähigkeit

1

Measurement Time	Sensor	K W/(m·K)	rho °C·cm/W	Err	Temp(0) °C	Sample ID	Read Time minutes	Power Mode
09.04.2021 10:46	TR-1	1,970	50,8	0,0033	20,03			10 HPM
09.04.2021 11:10	TR-1	1,997	50,1	0,0030	20,27			10 HPM
09.04.2021 11:34	TR-1	2,029	49,3	0,0033	20,50			10 HPM

Mittelwert: 2,000  
Wassergehalt grav. 24,013  
Wassergehalt vol. 36,0195  
Dichte: 1,50  
Verdichtung:

2

Measurement Time	Sensor	K W/(m·K)	rho °C·cm/W	Err	Temp(0) °C	Sample ID	Read Time minutes	Power Mode
14.04.2021 12:44	TR-1	0,756	132,3	0,0024	19,72			10 HPM
14.04.2021 13:18	TR-1	0,776	128,9	0,0030	19,65			10 HPM
14.04.2021 13:42	TR-1	0,768	130,1	0,0029	19,75			10 HPM

Mittelwert: 0,77  
Wassergehalt grav. 0,207  
Wassergehalt vol. 0,35811  
Dichte: 1,73  
Verdichtung:

## Wärmeleitfähigkeit

Labornummer 1482

Projekt <u>SOL D2</u>	Projektnummer <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1800-08</span>
Probe <u>D2 Q18 P2.2</u>	Entnahmedatum <u>08.02.2021</u>
Entnahmeort <u>D2 Q18 B02</u>	Entnahmetiefe <u>7,0 - 8,0 m</u>

Messgerät: Decagon Devices KD2 Pro	PVC Zylinder
Sonde: TR-1	Zylindervolumen: 699,79 cm <sup>3</sup>
Raumtemperatur:	∅ = 9,0 cm      Höhe = 11 cm

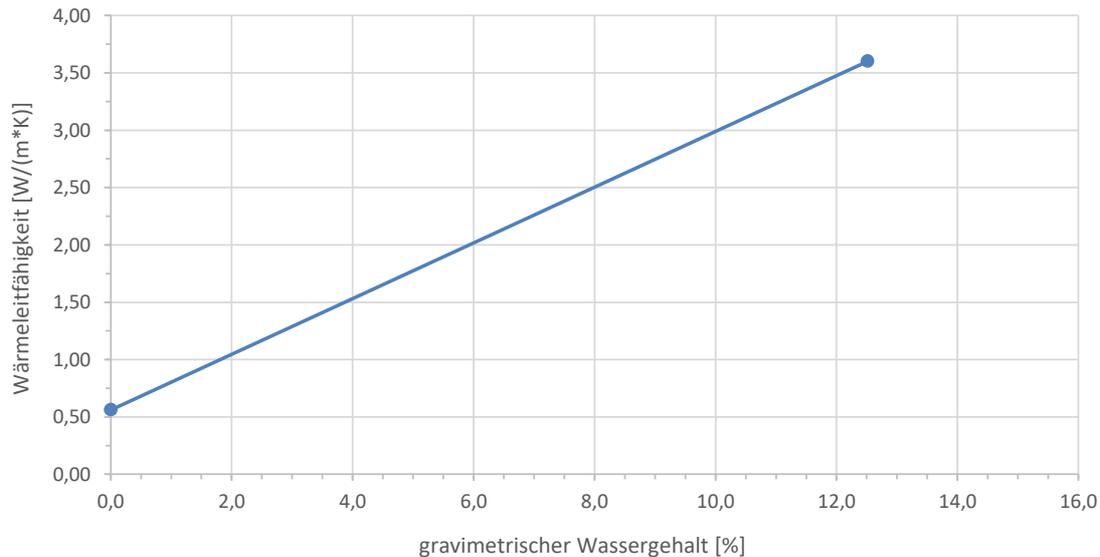
Probe:      gestört       ungestört

Proctordichte  $\rho_{Pr}$  [g/cm<sup>3</sup>] = 0

Material:      Größtkorn der Probe:      Bodenart:

Sonstiges:

Probe	Trockendichte	Verdichtungsgrad	Wassergehalt		Wärmeleitfähigkeit
	$\rho_d$ [g/cm <sup>3</sup> ]		DPr [%]	w [%]	
	1,82		0	0	0,56
	1,82		12,517	22,781	3,60



1. Messung trocken
2. Messung geflutet

## Wärmeleitfähigkeit

1

Measurement Time	Sensor	K W/(m·K)	rho °C·cm/W	Err	Temp(0) °C	Sample ID	Read Time minutes	Power Mode
15.04.2021 11:06	TR-1	0,558	179,2	0,0211	21,37			10 HPM
15.04.2021 11:30	TR-1	0,558	179,1	0,0213	21,57			10 HPM
15.04.2021 11:57	TR-1	0,557	179,7	0,0211	21,67			10 HPM

Mittelwert: 0,560  
Wassergehalt grav. 0  
Wassergehalt vol. 0  
Dichte: 1,82  
Verdichtung:

2

Measurement Time	Sensor	K W/(m·K)	rho °C·cm/W	Err	Temp(0) °C	Sample ID	Read Time minutes	Power Mode
15.04.2021 13:58	TR-1	3,735	26,8	0,0177	21,13			10 HPM
15.04.2021 14:17	TR-1	3,402	29,4	0,0229	21,08			10 HPM
15.04.2021 14:39	TR-1	3,653	27,4	0,0142	21,05			10 HPM

Mittelwert: 3,6  
Wassergehalt grav. 12,517  
Wassergehalt vol. 22,78094  
Dichte: 1,82  
Verdichtung:

## Wärmeleitfähigkeit

Labornummer 1091

Projekt <u>SOL D2</u>	Projektnummer <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1800-08 D2</span>
Probe <u>D2 Q18 Donau 2</u>	Entnahmedatum <u>18.01.2021</u>
Entnahmeort _____	Entnahmetiefe <u>6,7 - 7 m</u>

Messgerät: Decagon Devices KD2 Pro	PVC Zylinder
Sonde: TR-1	Zylindervolumen: 424,74/408,57 cm <sup>3</sup>
Raumtemperatur: _____	∅ = 10,4/10,2 cm      Höhe = 5 cm

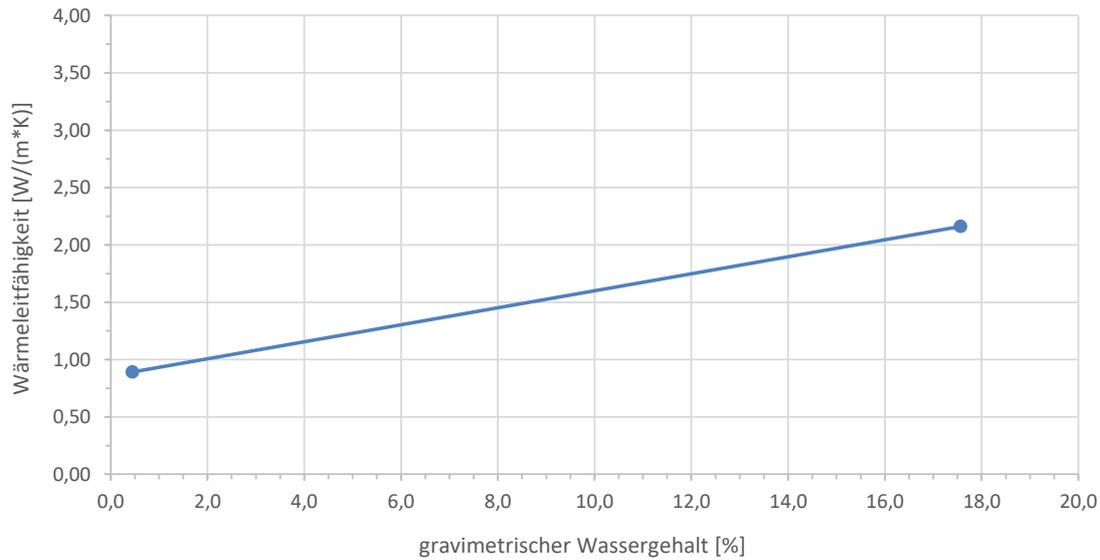
Probe:      gestört       ungestört

Proctordichte  $\rho_{Pr}$  [g/cm<sup>3</sup>] = 0

Material: \_\_\_\_\_      Größtkorn der Probe: \_\_\_\_\_      Bodenart: \_\_\_\_\_

Sonstiges: \_\_\_\_\_

Probe	Trockendichte	Verdichtungsgrad	Wassergehalt		Wärmeleitfähigkeit
	$\rho_d$ [g/cm <sup>3</sup> ]		DPr [%]	w [%]	
	1,79		17,572	31,454	2,16
	1,86		0,449	0,835	0,89



## Wärmeleitfähigkeit

1

Measurement Time	Sensor	K W/(m·K)	rho °C·cm/W	Err	Temp(0) °C	Sample ID	Read Time minutes	Power Mode
26.03.2021 7:33	TR-1	2,155	46,4	0,0055	21,85			10 HPM
26.03.2021 7:56	TR-1	2,119	47,2	0,0050	21,98			10 HPM
26.03.2021 8:19	TR-1	2,191	45,6	0,0040	22,12			10 HPM

Mittelwert: 2,160  
Wassergehalt grav. 17,572  
Wassergehalt vol. 31,45388  
Dichte: 1,79  
Verdichtung:

2

Measurement Time	Sensor	K W/(m·K)	rho °C·cm/W	Err	Temp(0) °C	Sample ID	Read Time minutes	Power Mode
31.03.2021 9:29	TR-1	0,895	111,7	0,0093	22,16			10 HPM
31.03.2021 9:52	TR-1	0,896	111,6	0,0092	22,43			10 HPM
31.03.2021 10:16	TR-1	0,892	112,1	0,0090	22,60			10 HPM

Mittelwert: 0,89  
Wassergehalt grav. 0,449  
Wassergehalt vol. 0,83514  
Dichte: 1,86  
Verdichtung:



## Wärmeleitfähigkeit

1

Measurement Time	Sensor	K W/(m·K)	rho °C·cm/W	Err	Temp(0) °C	Sample ID	Read Time minutes	Power Mode
15.04.2021 9:37	TR-1	0,524	190,7	0,0169	21,01			10 HPM
15.04.2021 10:03	TR-1	0,498	200,9	0,0203	21,28			10 HPM
15.04.2021 10:32	TR-1	0,558	179,2	0,0174	21,44			10 HPM

Mittelwert: 0,530  
Wassergehalt grav. 0  
Wassergehalt vol. 0  
Dichte: 1,73  
Verdichtung:

2

Measurement Time	Sensor	K W/(m·K)	rho °C·cm/W	Err	Temp(0) °C	Sample ID	Read Time minutes	Power Mode
15.04.2021 12:26	TR-1	2,985	33,5	0,0116	21,30			10 HPM
15.04.2021 12:51	TR-1	3,262	30,7	0,0097	21,08			10 HPM
15.04.2021 13:13	TR-1	3,354	29,8	0,0073	20,97			10 HPM

Mittelwert: 3,2  
Wassergehalt grav. 13,722  
Wassergehalt vol. 23,73906  
Dichte: 1,73  
Verdichtung:

# Wärmeleitfähigkeit

Labornummer **1470**

Projekt	SOL D2	Projektnummer	<b>1800-08</b>
Probe	D2 Q18 P9.1	Entnahmedatum	07.04.2021
Entnahmeort	D2 Q18 B09	Entnahmetiefe	1,0 - 2,0 m

Messgerät: Decagon Devices KD2 Pro	PVC Zylinder
Sonde: TR-1	Zylindervolumen: 424,74/365,766 cm <sup>3</sup>
Raumtemperatur:	∅ = 10,4/9,85 cm Höhe = 5/4,8 cm

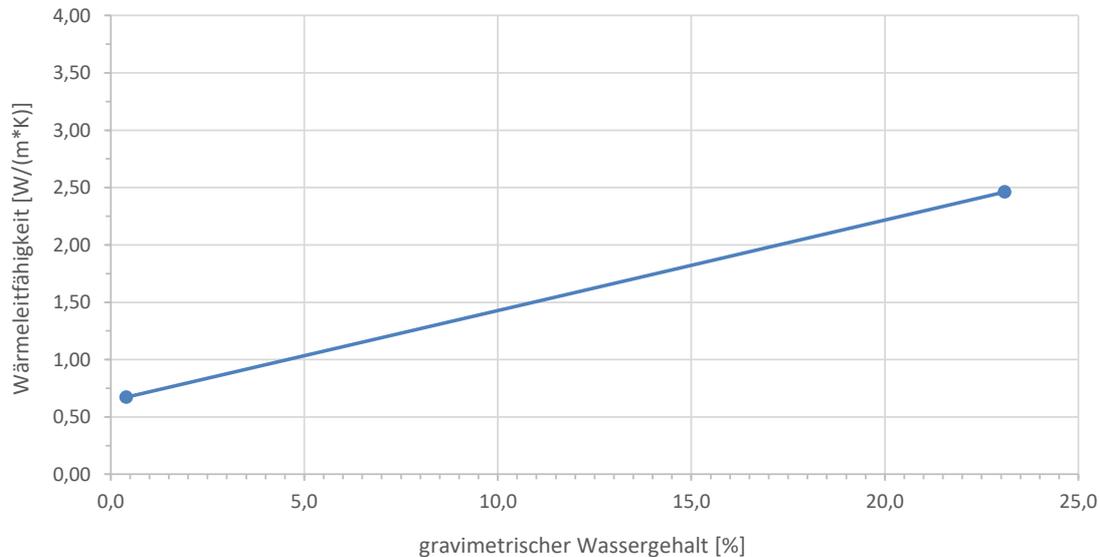
Probe: gestört  ungestört

Proctordichte  $\rho_{Pr}$  [g/cm<sup>3</sup>] = 0

Material: Größtkorn der Probe: Bodenart:

Sonstiges:

Probe	Trockendichte	Verdichtungsgrad	Wassergehalt		Wärmeleitfähigkeit
	$\rho_d$ [g/cm <sup>3</sup> ]		DPr [%]	w [%]	
	1,53		23,101	35,345	2,46
	1,77		0,401	0,71	0,67



## Wärmeleitfähigkeit

1

Measurement Time	Sensor	K W/(m·K)	rho °C·cm/W	Err	Temp(0) °C	Sample ID	Read Time minutes	Power Mode
09.04.2021 12:07	TR-1	2,409	41,5	0,0041	20,39			10 HPM
09.04.2021 12:52	TR-1	2,471	40,5	0,0048	20,48			10 HPM
09.04.2021 13:20	TR-1	2,494	40,1	0,0039	20,54			10 HPM

Mittelwert: 2,460  
Wassergehalt grav. 23,101  
Wassergehalt vol. 35,34453  
Dichte: 1,53  
Verdichtung:

2

Measurement Time	Sensor	K W/(m·K)	rho °C·cm/W	Err	Temp(0) °C	Sample ID	Read Time minutes	Power Mode
15.04.2021 8:12	TR-1	0,665	150,3	0,0080	20,74			10 HPM
15.04.2021 8:37	TR-1	0,679	147,4	0,0097	20,93			10 HPM
15.04.2021 9:03	TR-1	0,658	151,9	0,0079	21,10			10 HPM

Mittelwert: 0,67  
Wassergehalt grav. 0,401  
Wassergehalt vol. 0,70977  
Dichte: 1,77  
Verdichtung:

# Anlage 5

## Kampfmitteltechnische Untersuchungen

# KAMPFMITTELVORERKUNDUNG



Das Südennde der Trasse mit Mettenbach (Westen) und Griebenbach (Osten) am 30.05.1945  
(Flugnummer: 39-3937, #5038-5039, Ausgangsmaßstab ca. 1 : 26.000)

„TENNET, SÜD-OST-LINK, ABSCHNITT D2-D3“

# AUSWERTUNGSPROTOKOLL

Kampfmittelrisikoprüfung durch kombinierte Luftbild- und Aktenauswertung

Stufe 1: Kampfmittelvorerkundung & Stufe 2: Qualifizierte Verdachtsdokumentation

<b>Auftraggeber:</b>	Tennet TSO GmbH
<b>Projekt:</b>	Tennet, Süd-Ost-Link, Abschnitt D2-D3
<b>Datum des Auftrages:</b>	16.08.2019
<b>Abgabedatum:</b>	27.02.2020
<b>1. Gutachter LBDB<sup>1</sup>:</b>	Christopher Steffan, M. Sc.
<b>2. Gutachter LBDB:</b>	Wolfgang Müller, Dipl.-Geogr.
<b>Militärhistorische Rekonstruktion<sup>2</sup>:</b>	Jürgen Möller, Historiker
<b>Unser Zeichen:</b>	190709710
<b>Ihr Zeichen:</b>	PRC-I-GPD JT
<b>Bestellung:</b>	4529066131/3111/HH7/NB

*Dieses Gutachten bleibt unbeschadet des Nutzungsrechtes des Auftraggebers geistiges Eigentum der LUFTBILDDATENBANK DR. CARLS GMBH. Die projektbezogene Weitergabe darf ausschließlich als Gesamtwerk in unveränderter Form erfolgen.*

*Eine Veröffentlichung (z.B. online) bedarf der Rücksprache mit der LUFTBILDDATENBANK DR. CARLS GMBH.*

<sup>1</sup> Luftbilddatenbank Dr. Carls GmbH.

<sup>2</sup> Moeller History UG.

## Inhaltsverzeichnis

1.	ZUSAMMENFASSUNG .....	3
2.	AUFGABENSTELLUNG .....	3
3.	AUSWERTUNGSGRUNDLAGEN .....	5
3.1	Akten, Fachliteratur und sonstige Quellen .....	5
3.2	Luftaufnahmen .....	5
3.3	Digitales Geländemodell.....	5
3.4	Bewertung der Auswertungsgrundlagen.....	6
4.	ERGEBNISSE DER AUSWERTUNG.....	6
4.1	Akten, Fachliteratur und sonstige Quellen .....	6
4.1.1	Luftkrieg.....	6
4.1.2	Bodenkrieg .....	7
4.2	Luftaufnahmen und DGM.....	9
4.2.1	Allgemeines .....	11
4.2.2	Luftkrieg.....	11
4.2.3	Bodenkrieg .....	13
4.2.4	Sonstiges .....	14
5.	FAZIT .....	14
6.	QUELLEN- UND LITERATURVERZEICHNIS.....	16
6.1	Quellen .....	16
6.2	Literatur .....	19
6.3	Internetdokumente.....	21
	ANHANG I: LISTE DER VERWENDETEN LUFTBILDER.....	22
	ANHANG II: DOKUMENTIERTE LUFTANGRIFFE ZUM ABSCHNITT D2-D3.....	25
	ANHANG III: METHODIK DER LUFTBILDAUSWERTUNG .....	29
	Ziel der Luftbildauswertung.....	29
	Ursachen der potentiellen Kampfmittelbelastung.....	29
	Arbeitsgrundlagen und deren Beschaffung .....	29
	Vorgehensweise.....	30
	ANLAGE: ERGEBNISKARTEN I-VII	

## 1. ZUSAMMENFASSUNG

Das vorliegende Gutachten zum Projektgebiet „Tennet, Süd-Ost-Link, Abschnitt D2-D3“ wurde im Rahmen der historischen Kampfmittelvorerkundung erstellt. Es liefert Erkenntnisse über eine mögliche Belastung mit Kampfmitteln. Die Auswertung stützt sich auf 363 Luftaufnahmen vom 24.02.1944 bis 02.09.1945, ein digitales Geländemodell sowie schriftliche Quellen und führt zu folgendem Ergebnis:

---

*Im Projektgebiet „Tennet, Süd-Ost-Link, Abschnitt D2-D3“ konnte für Teilbereiche eine potentielle Kampfmittelbelastung ermittelt werden.*

*Mit Bombenblindgängern ist auf etwa 1.000 m zu rechnen.*

*Auf gut 7 km Trasse besteht die Möglichkeit auf blindgegangene Artilleriegranaten zu stoßen.*

*Eine Gefährdung durch zurückgelassene Handkampfmittel und Munition existiert auf insgesamt 2 km der Trasse.*

*Gemäß Baufachlicher Richtlinien Kampfmittelräumung besteht für die ausgewiesenen Bereiche weiterer Erkundungsbedarf (KATEGORIE 2).<sup>3</sup> Zur Klärung der weiteren Vorgehensweise empfehlen wir die Konsultation eines Fachplaners KMR oder einer Fachfirma für die Kampfmittelbeseitigung. Letztere muss über die Zulassung nach § 7 SprengG und entsprechendes Personal mit Befähigungsschein nach § 20 SprengG verfügen.*

*Für 99 % des Auswertungsgebietes besteht kein weiterer Handlungsbedarf (KATEGORIE 1).<sup>4</sup>*

---

## 2. AUFGABENSTELLUNG

Gegenstand der Luftbild- und Aktenauswertung ist ein etwa 165 km langer Trassenabschnitt (Bereich D2-D3) einer geplanten Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragungs-Leitung von Lambertsneukrichen im Norden bis Niederaichbach im Süden inklusive parallel verlaufender Trassenalternativen (vgl. Abb. 1).

Zur Prüfung der potentiellen Kampfmittelbelastung werden Unterlagen zum Zweiten Weltkrieg systematisch auf folgende Verursachungszenarien untersucht: Luftangriffe, Bodenkämpfe, Munitionsvernichtung, militärischer Regelbetrieb, Munitionsproduktion und -lagerung.<sup>5</sup> Dazu zählen unter anderem Blindgängerverdachtspunkte, Bombentrichter, bombardierte Flächen, Gebäudeschäden, Spuren von Bodenkämpfen, militärisch genutzte Areale oder potentielle Entsorgungsbereiche.

---

<sup>3</sup> BMI & BMVG 2018, BFR KMR, S. 46, Web [1].

<sup>4</sup> BMI & BMVG 2018, BFR KMR, S. 46, Web [1].

<sup>5</sup> BMI & BMVG 2018, BFR KMR, S. 151-182, Web [1].



Abb. 1: Der Verlauf des Trassenabschnitts D2-D3 (hellblau markiert) mit hinterlegtem aktuellem Luftbild (©Microsoft Corporation).

### 3. AUSWERTUNGSGRUNDLAGEN

#### 3.1 Akten, Fachliteratur und sonstige Quellen

Für die Ermittlung historischer Daten der für die Kampfmittelvorerkundung wesentlichen Kriegereignisse greift die Luftbilddatenbank Dr. Carls GmbH auf umfangreiche Bestände an Text- und Bilddokumenten verschiedener nationaler und internationaler Archive sowie eine eigene, ständig aktualisierte Bibliothek mit über 1.400 Titeln zurück. Neben der Auswertung einschlägiger Literatur ermöglicht eine interne datenbanktechnische Aufarbeitung von Archivalien einen umfassenden und schnellen Zugriff auf aussagekräftige Quellen; sie dient als Ausgangspunkt für weitere Nachforschungen in Internetdokumenten, Fachdatenbanken, Katalogen, Archiven und Sammlungen. Zur weiteren Erfassung kampfmittelrelevanter Informationen werden historische Vereine, lokale Experten und eventuelle Zeitzeugen kontaktiert.

Die Recherche der Bodenkriegereignisse erfolgte durch Herrn Jürgen Möller (Historiker; MOELLER HISTORY UG) im Auftrag der Luftbilddatenbank Dr. Carls GmbH. Das Fazit der daraus erstellten Militärgeschichtlichen Rekonstruktion (MHR) ist Kapitel 4.1 zu entnehmen.

Die Bestände folgender Archive werden für das vorliegende Gutachten „Tennet, Süd-Ost-Link, Abschnitt D2-D3“ als ausschlaggebend erachtet und herangezogen (vgl. Kap. 4.1):

- U.S. National Archives and Records Administration (**NARA**, College Park MD, US-amerikanisches Nationalarchiv)
- U.S. Air Force Historical Research Agency (**AFHRA**, Maxwell AL, Archiv der US-amerikanischen Luftstreitkräfte)
- The National Archives (**TNA**, Kew, britisches Nationalarchiv)
- Ike Skelton Combined Arms Research Library (**CARL**, Fort Leavenworth KS, Bibliothek der US-amerikanischen Streitkräfte)
- Bundesarchiv der BRD (**BArch**)

#### 3.2 Luftaufnahmen

Die Recherche der historischen Bildflüge erfolgte in den britischen Archivbeständen des **Joint Air Reconnaissance Intelligence Centre (JARIC)** und der **Allied Central Interpretation Unit (ACIU)**, der amerikanischen **NARA**, dem deutschen **Bundesarchiv (BArch)**, der kanadischen **National Air Photo Library Ottawa (NAPL)**, den niederländischen Luftbildsammlungen *Kadaster* und *Wageningen* sowie dem firmeneigenen Bestand der **Luftbilddatenbank Dr. Carls GmbH (LBDB)**.

Für das Projekt „Tennet, Süd-Ost-Link, Abschnitt D2-D3“ wurden die in ANHANG I aufgelisteten Luftbildserien ausgewertet. Die Aufnahmen liegen als digitale Scans in einer Auflösung von 1.200 dpi vor, um alle Bilddetails erfassen zu können.<sup>6</sup> Die Bildpaare können zu stereoskopischen Auswertungszwecken verwendet werden:

#### 3.3 Digitales Geländemodell

Ergänzend zu den schriftlichen Quellen und Luftbildern wurde für die bewaldeten Bereiche der Trasse ein digitales Geländemodell ausgewertet (DGM 1; Quelle: LANDESAMT FÜR DIGITALISIERUNG,

---

<sup>6</sup> BMI & BMVG 2018, BFR KMR, S. 200, Web [1].

BREITBAND UND VERMESSUNG BAYERN), das aus aktuellen flugzeuggestützten Laserscanning-Daten erzeugt wurde.

Erfahrungsgemäß bleibt die Geländebeschaffenheit eines Waldes bei geringem Einfluss durch den Menschen über Jahrzehnte hinweg nahezu unverändert. Unter der Voraussetzung, dass der zu untersuchende Waldbereich seit dem Zweiten Weltkrieg ununterbrochen besteht, können anhand eines DGMs Hohlformen wie zum Beispiel Bombentrichter beziehungsweise Vollformen wie Bunkeranlagen noch heute nachgewiesen werden.

### 3.4 Bewertung der Auswertungsgrundlagen

Die Datenbasis (Luftbilder, Akten, Literatur, Internetquellen, militärhistorische Rekonstruktion, DGM) ist gut. Eine belastbare Aussage zur potentiellen Kampfmittelbelastung kann somit getroffen werden.

An schriftlichen Quellen stehen für den Trassenverlauf alliierte Akten aus der **NARA**, der **AFHRA**, dem **CARL**, deutsche Akten aus dem **BArch** sowie regionale und überregionale Fachliteratur zur Verfügung. Diese Grundlagen liefern detaillierte Informationen zum Luft- und Bodenkrieg in der Gegend.

Es liegen 60 Luftbildserien ab Februar 1944 vor, der Großteil aus 1945. Die Situation nach der Einnahme wird ab dem 25.04.1945 durch sechzehn Befliegungen dokumentiert.

Das DGM ermöglicht im bewaldeten Teil der Trasse die Bewertung der heutigen Bodenoberfläche. Hierdurch wird eine Absicherung luftsichtiger Befunde im Wald erreicht.

## 4. ERGEBNISSE DER AUSWERTUNG

### 4.1 Akten, Fachliteratur und sonstige Quellen

#### 4.1.1 Luftkrieg

Die Analyse der Unterlagen führte zu dem Ergebnis, dass die Region zwischen Lambertsneukirchen und Niederaichbach zwischen dem 04.11.1944 und 28.04.1945 insgesamt 19 Mal Ziel strategischer und gegen Kriegsende auch taktischer<sup>7</sup> alliierter Luftangriffe war. Die Bombardements wurden von der Fifteenth (15<sup>th</sup>) Air Force (AF), dem XII und XIX Tactical Air Command (TAC) sowie der First Tactical Air Force (1<sup>st</sup> TACAF) der der United States Army Air Forces (USAAF) geflogen. Hauptangriffsziele der Attacken entlang der Trasse waren Fahrzeuge sowie Bahnanlagen. Zudem war die Region von Not-/Restabwürfen von Luftangriffen auf das 15 km westlich gelegene Regensburg mit den dortigen Messerschmittwerken in Prüfening und Obertraubling, dem Ölhafen und den Bahnanlagen betroffen. Bei den Attacken setzten die alliierten Einheiten Spreng- (Kaliber 100 lb, 250 lb, 500 lb) und Splitterbomben (Kaliber 20 & 260 lb) sowie Bordwaffen<sup>8</sup> ein.

Die Trasse war in drei Abschnitten von Bombenabwürfen betroffen. Hierbei handelte es sich um Not-/Restabwürfe von Angriffen auf Regensburg bzw. auf Ziele im süddeutschen Raum (vgl. Kap. 4.2).

Eine ausführliche Angriffsliste zum Trassenabschnitt D2-D3 ist ANHANG II zu entnehmen.

<sup>7</sup> Taktische Angriffe wurden in einem Radius von 3 km um das Projektgebiet recherchiert.

<sup>8</sup> Da die hierbei eingesetzten US-Flugzeugmuster P-47 und P-51 nicht mit Bordkanonen für bezünderte Munition ausgerüstet waren (GUNSTON 1989, S. 248 f & 254 f.), ist aus dem Beschuss keine Gefährdung abzuleiten.

#### 4.1.2 Bodenkrieg

Im Folgenden werden die für den Trassenabschnitt relevanten Bodenkriegshandlungen anhand der von Herrn Jürgen Möller erstellten Militärhistorischen Rekonstruktion zusammengefasst, bewertet und die betroffenen Abschnitte der Trasse entsprechend ausgewiesen. In der MHR recherchierte Ereignisse, aus denen sich keine potentielle Kampfmittelbelastung für den Trassenabschnitt ableitet, sind aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht aufgeführt:

Der Trassenabschnitt lag zwischen dem 25.04 und 01.05.1945 im Angriffstreifen der alliierten Truppen, welche mit Infanterie, Panzern und Artillerieeinheiten vorrückten. Dabei kam es in Teilbereichen zu Kampfhandlungen.

Für die folgenden Abschnitte konnte eine potentielle **Kampfmittelbelastung durch Granatenblindgänger** der amerikanischen Feldartillerie mit 105- und 155-mm-Munition bzw. deutscher Artilleriemunition der Kaliber 8,8, 10,5 und 15 cm sowie durch Wurfgranaten ermittelt werden (vgl. *Kampfmittelverdachtsfläche Artilleriebeschuss* in den ERGEBNISKARTEN II-III):

- Bei der Donauquerung durch 105 mm Artilleriegranaten des Typs *White Phosphor* (vgl. Abb. 2 & ERGEBNISKARTE II).
- Zwischen der Bundesstraße 8 am Südrand Geislings einschließlich des Waldstückes *Im Holzboden* südlich Geislings (vgl. Abb. 2 & ERGEBNISKARTE III).

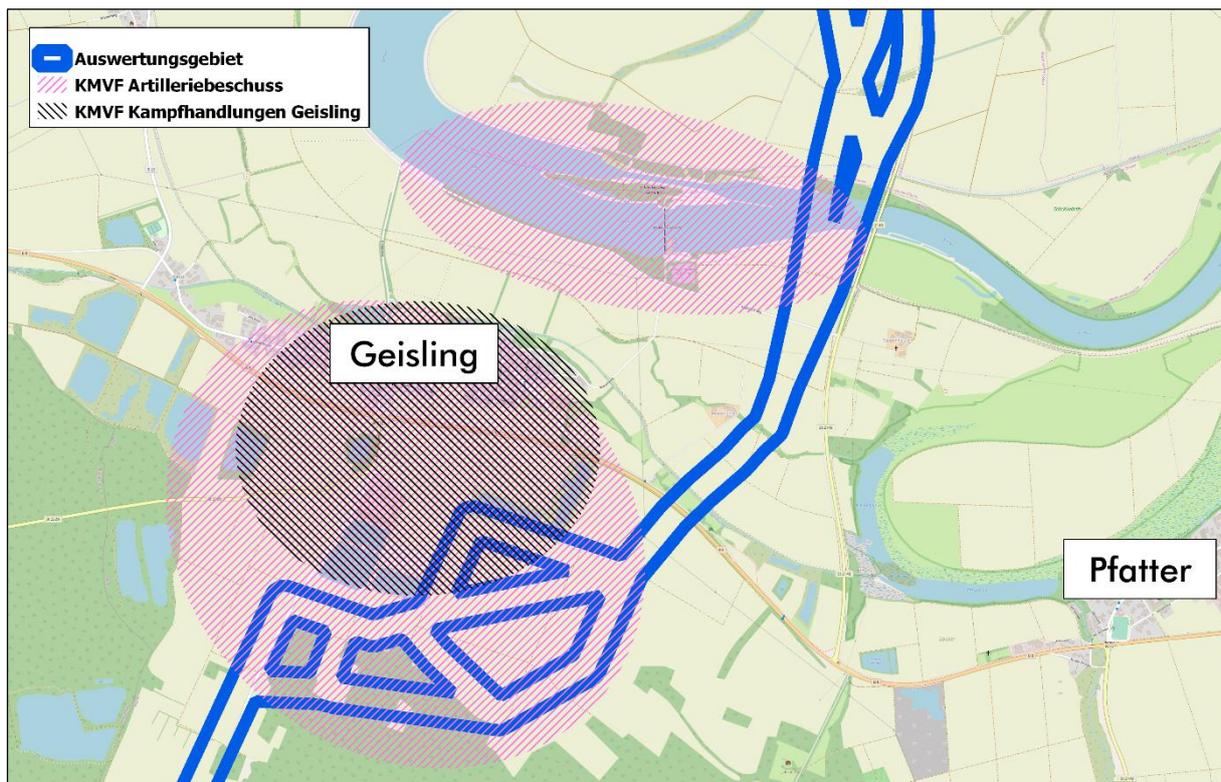


Abb. 2: Schematische Darstellung der potentiell von Kampfhandlungen sowie Artilleriebeschuss betroffenen Trassenabschnitte bei Geisling (Kartengrundlage ©OpenStreetMap).

Für das Areal südlich der Alten Donau, westlich von Pfatter sowie den Bereich des südlichen Trassenendes bei Unterahrain, welcher von deutscher Artillerie beschossen wurde bzw. in dessen Schusssektor lag, konnte anhand der vorliegenden Unterlagen keine genaue Verortung bzw. Eingrenzung

des potentiell betroffenen Bereichs erfolgen. Eine großflächige Ausweisung der dort verlaufenden Trassenabschnitte als potentielle Kampfmittelverdachtsfläche ist jedoch nicht verhältnismäßig.

Für die folgenden drei Abschnitte konnte eine potentielle **Kampfmittelbelastung durch Bodenkämpfe** unter Beteiligung von Panzern, Panzerjägern, Panzerabwehrwaffen und Infanteriekampfmitteln ermittelt werden (vgl. *Kampfmittelverdachtsfläche Bodenkämpfe* in den ERGEBNISKARTEN I, III & IV):

- Zwischen Kiefenholz und der St1245 (vgl. Abb. 3 & ERGEBNISKARTE I).
- Südlich Geislings im Zusammenhang mit den Kämpfen um Geisling und am Abzweig der Straße Geisling – Sengkofen nach Mintraching (vgl. Abb. 2 & ERGEBNISKARTE III).
- Trassenabschnitt östlich Sankt Gillas (vgl. Abb. 4 & ERGEBNISKARTE IV).

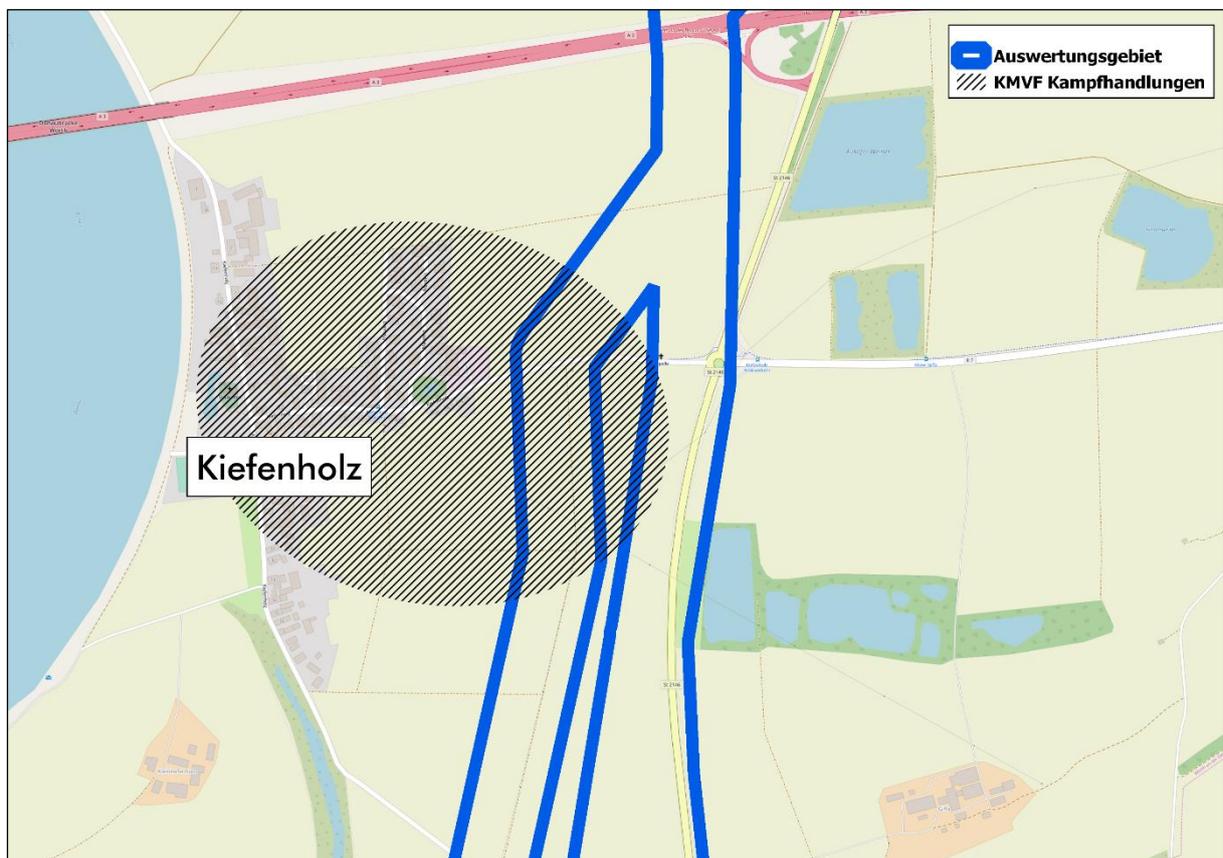


Abb. 3: Schematische Darstellung des potentiell von Kampfhandlungen betroffenen Trassenabschnitts bei Kiefenholz (Kartgrundlage ©OpenStreetMap).



Abb. 4: Schematische Darstellung des potentiell von Kampfhandlungen betroffenen Trassenabschnitts bei St. Gilla (Kartengrundlage ©OpenStreetMap).

Generell ist zu beachten, dass aufgrund der dokumentierten Kampfhandlungen in (militärischen) Hohlformen auf verschüttete oder entsorgte Kampfmittel gestoßen werden kann.

In allen genannten Gefährdungsfällen handelt es sich um Kampfmittel der Fundklasse E, F und G.

#### 4.2 Luftaufnahmen und DGM

Zur Dokumentation der Auswertung wurden aus der Liste der verwendeten Bildserien (vgl. ANHANG I) die in Tab. 1 aufgeführten Luftbilder digital aufbereitet und anhand digitaler Orthophotos georeferenziert.

Die Lage der Trasse (vgl. Abb. 1, 5-8, hellblaue Markierung) wurde auf die historischen Luftbilder übertragen und mit einem Sicherheitspuffer von 50 m versehen (vgl. Abb. 5-8, dunkelblaue Markierung).

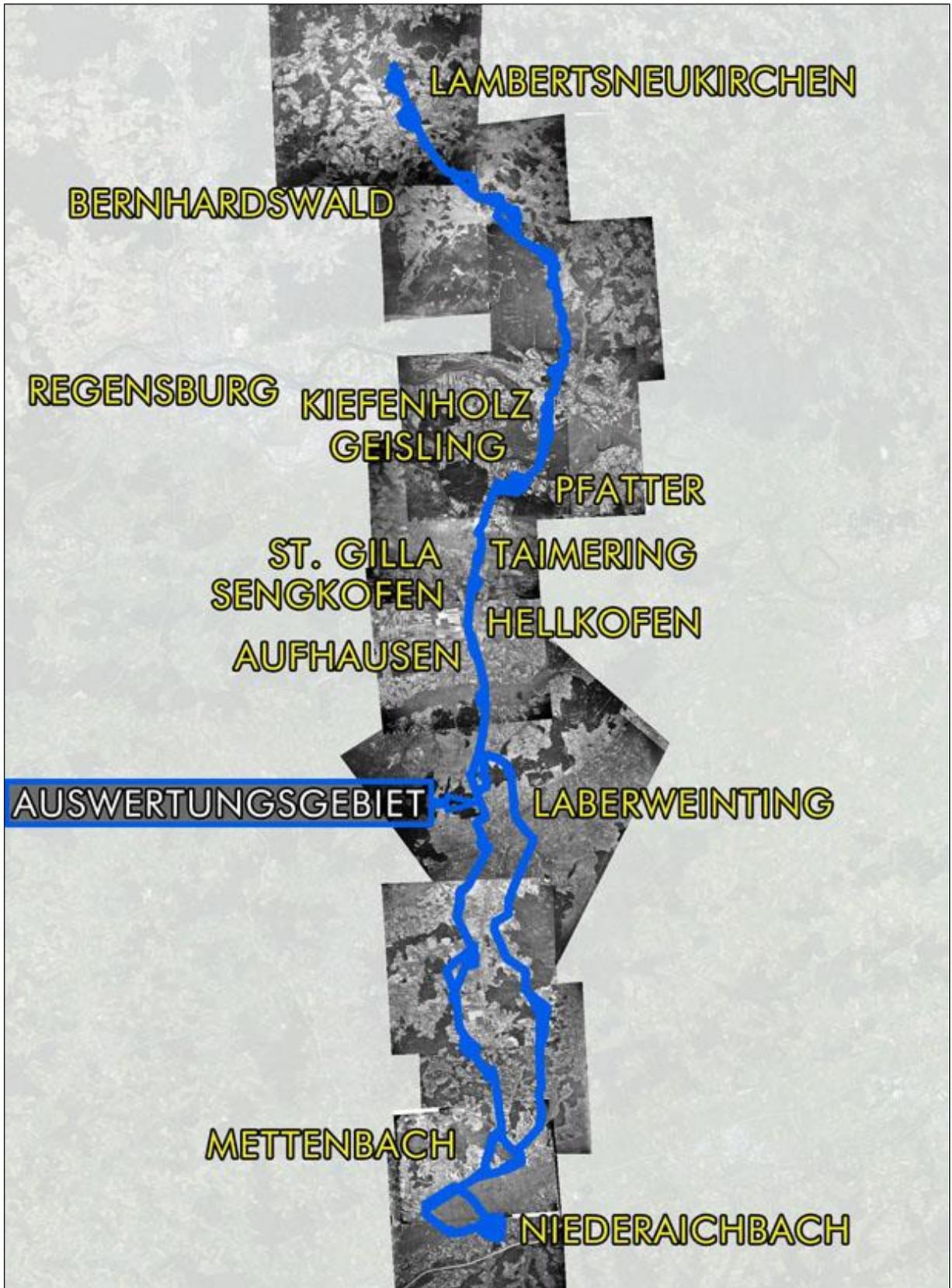


Abb. 5: Der Verlauf des Trassenabschnitts D2-D3 mit hinterlegtem historischem Luftbildmosaik.

Tab. 2: Liste der georeferenzierten Luftbilder

Lfd. Nr.	Flugdatum	Flug-Nr.	Bild-Nr.	Menge
1	12.04.1944	7-BB-021	1143-1146	4
2	12.10.1944	60-0782	7008-7011	4
3	19.11.1944	680-0060	3095	1
4	15.03.1945	7-177A	8095-8097	3
5	16.03.1945	680-0172	3030-3031	2
6	19.03.1945	7-189A	8055-8057	3
7	08.04.1945	32-0975	3025-3029	5
8	10.04.1945	7-267A	8059-8060	2
9	17.04.1945	39-3755	1141-1144	4
10	17.04.1945	31-4914	1129-1131 2022-2024	3 3
11	17.04.1945	39-3750	2031-2032 2063-2065 2085-2087 2111-2114	2 3 3 4
12	18.04.1945	104W-122C	3019-3021	3
13	20.04.1945	104W-142C	3030-3032	3
14	30.05.1945	39-3937	5038-5041	4
15	14.07.1945	365-BS-2119-12	50-51	2
16	14.07.1945	365-BS-2121-21	10-12	3
17	14.07.1945	422-BS-4103-21	6-8 92-94	3 3
18	27.08.1945	422-BS-4206-21	68-70	3
19	28.08.1945	365-BS-2235-21	86-88	3
20	28.08.1945	422-BS-4205-21	99-101	3
21	02.09.1945	104W-LIB-129	3101-3106	6
			<b>Summe:</b>	<b>82</b>

Aus der visuellen Interpretation der in ANHANG I aufgeführten Luftaufnahmen sowie des DGMs lassen sich folgende Aussagen ableiten (vgl. Abb. 5-8):

#### 4.2.1 Allgemeines

1. Der Großteil des Trassenverlaufs war bereits zur Zeit des Zweiten Weltkrieges land- und forstwirtschaftlich genutzt. Die Ausdehnung der angrenzenden Wald- und Siedlungsflächen ist nahezu unverändert (vgl. Abb. 1, 5-8).
2. Die Bodensicht ist auf den Landwirtschaftsflächen uneingeschränkt, partiell führt Vegetation zu Beeinträchtigungen, Wasserflächen verhindern sie (vgl. Abb. 5-8). Aufgrund der unterschiedlichen Aufnahmezeitpunkte der zahlreichen Luftbildserien (vgl. ANHANG I) können durch Schattenfall bedingte Erkenntnislücken minimiert werden. Ergänzend erfolgte für die bewaldeten Areale die Auswertung eines DGMs (vgl. Kap. 3.3).

#### 4.2.2 Luftkrieg

1. Mit Flug 60-0782 vom 12.10.1944 sind südöstlich Unterwattenbachs (vgl. Abb. 6) und südlich Mettenbachs (vgl. Abb. 7) zahlreiche Bombentrichter zu lokalisieren. Diese lassen sich keinem der aktenkundigen Luftangriffe (vgl. ANHANG II) zuordnen. Aufgrund der Anzahl der Trichter ist davon auszugehen, dass es sich hierbei um Not- oder Restabwürfe eines strategischen Luftangriffes handelt. Trichterdurchmesser von 10 m-12 m im Westen (Befund-Nr. 1-9) bzw. 12 m-15 m im Osten (Befund-Nr. 10-25) lassen auf den Abwurf von 500 lb bzw. 1.000 lb Sprengbomben schließen.

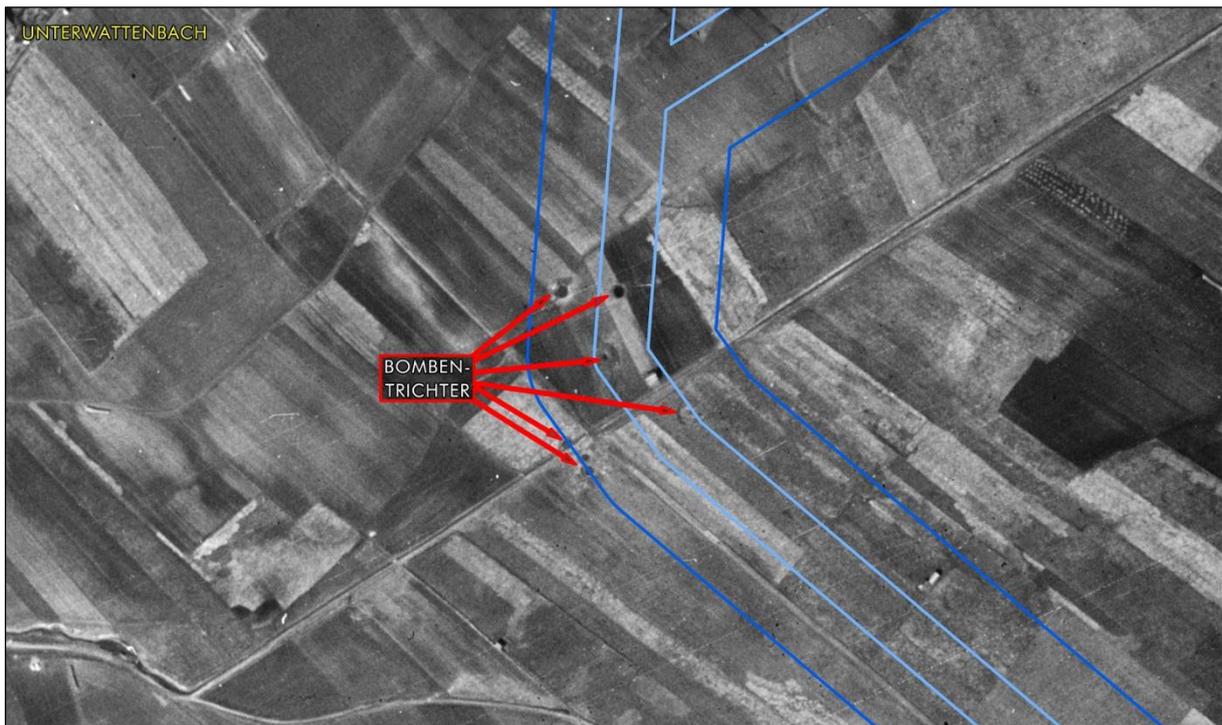


Abb. 6: Bombentrichter südöstlich Unterwattenbachs im Luftbild vom 16.03.1945 (Flug-Nr. 680-0172, #3031).

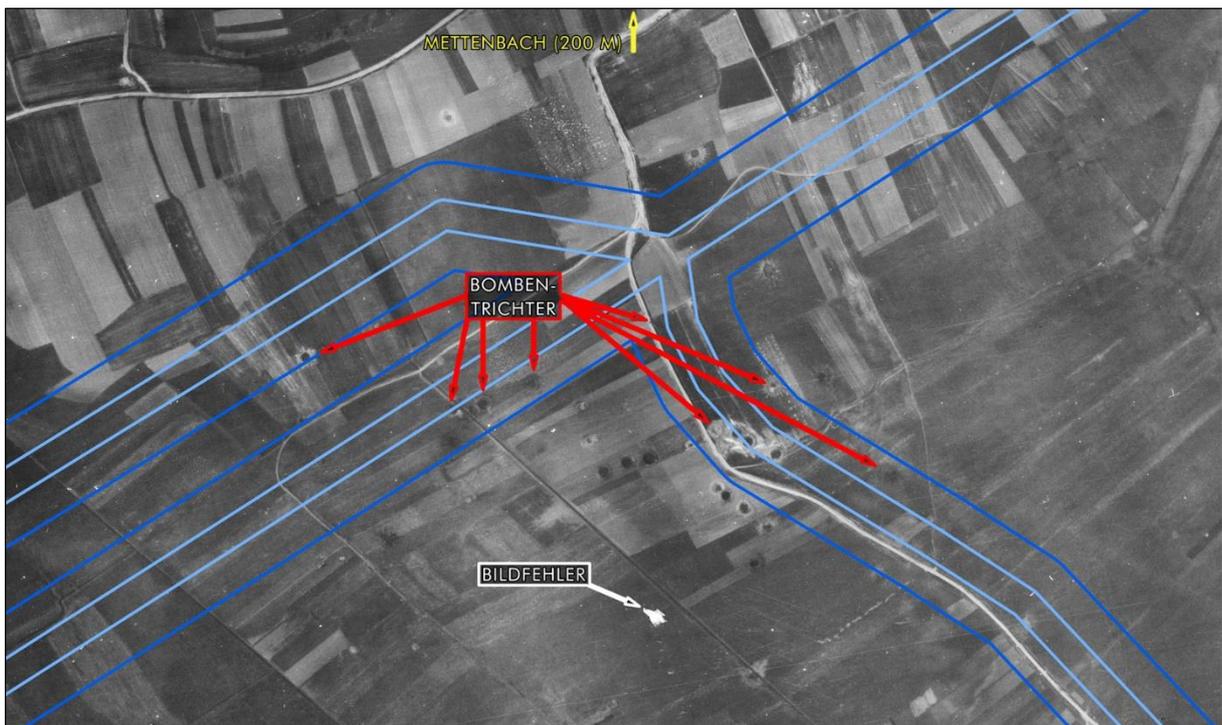


Abb. 7: Teilweise überprägte Trichter südlich Mettenbachs am 17.04.1945 (Flug-Nr. 39-3755, #1143).

2. Zwischen Taimering und Hellkofen lassen sich ab dem 19.03.1945 (Flug-Nr. 7-189A) die dokumentierten Splitterbombenabwürfe auf freiem Feld (vgl. ANHANG II) bestätigen (vgl. Abb. 8).

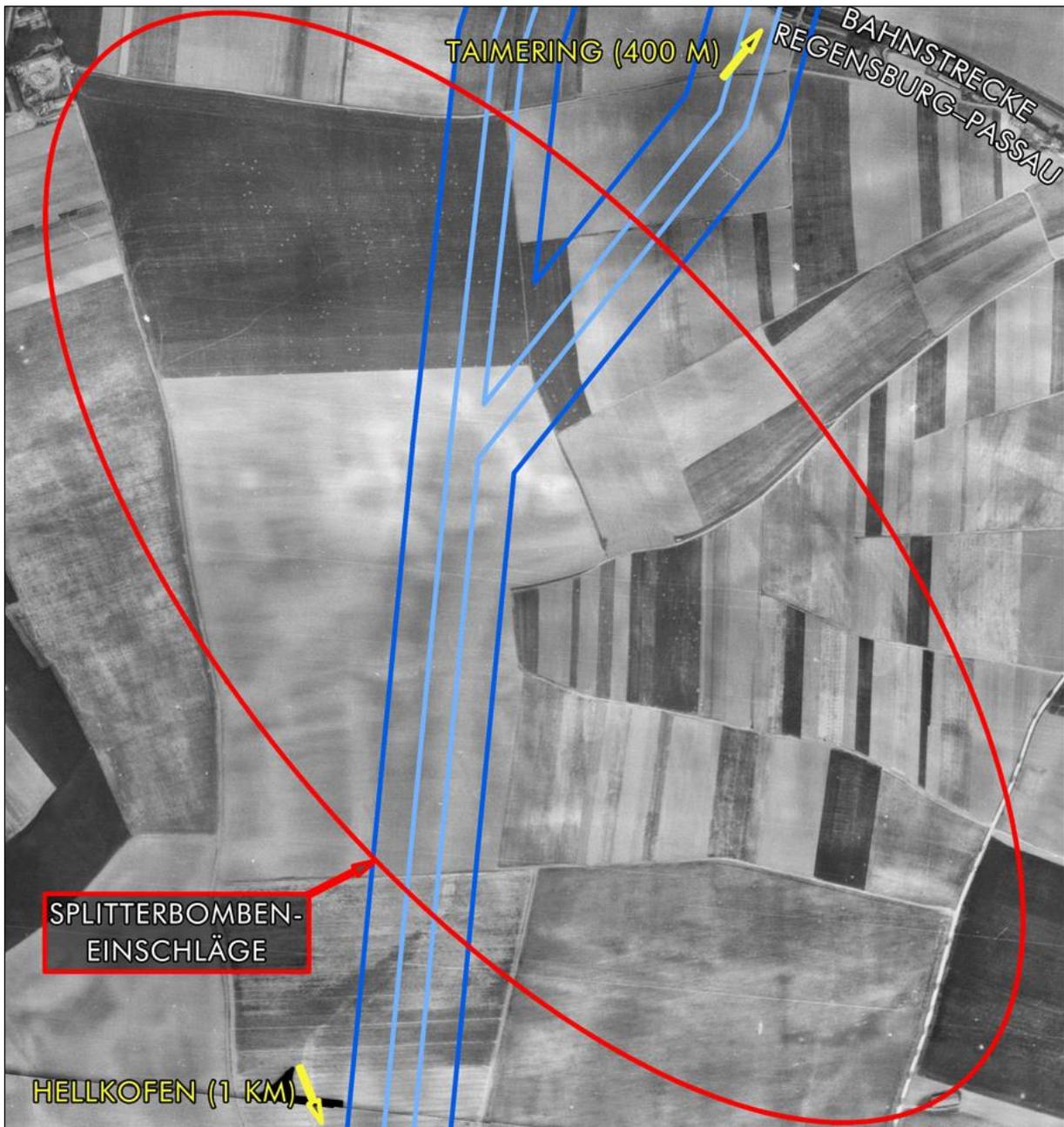


Abb. 8: Splitterbombeneinschläge (helle Punkte auf dunklen Feldern) zwischen im Luftbildmosaik vom 17.04.1945 (Flug-Nr. 39-3750, #2031-2032 & 2085-2086).

3. Innerhalb der ausgewiesenen Kampfmittelverdachtsfläche von 50 m um die ermittelten Bombardierungen ist mit Bombenblindgängern zu rechnen (vgl. ERGEBNISKARTEN V-VII: KMFV<sup>9</sup> Bombardierung).

#### 4.2.3 Bodenkrieg

Für jene Areale, für die Bodenkampfhandlungen dokumentiert, aber keine Detailluftbilder kurz nach den Kampfhandlungen verfügbar sind, werden die potentiell belasteten Areale

<sup>9</sup> Kampfmittelverdachtsfläche.

anhand der Militärgeschichtlichen Rekonstruktion ausgewiesen (vgl. Kap. 4.1.2 & ERGEBNISKARTEN I-IV).

#### 4.2.4 Sonstiges

Für die übrigen Streckenabschnitte sind weder den ausgewerteten Luftbildserien (vgl. ANHANG I) noch dem DGM (vgl. Kap. 3.3) oder der MHR Hinweise auf eine Belastung durch Kampfmittel zu entnehmen.

## 5. FAZIT

Für das Projektgebiet „Tennet, Süd-Ost-Link, Abschnitt D2-D3“ konnte nach Auswertung der vorliegenden Luftbildserien und Unterlagen für Teilbereiche eine potentielle Kampfmittelbelastung ermittelt werden.

Innerhalb der ausgewiesenen *Kampfmittelverdachtsfläche Bombardierung* ist mit Bombenblindgängern zu rechnen (Verursachungsszenario *Luftangriffe*). Dies betrifft etwa 1.000 m der Trasse.

In den als *Kampfmittelverdachtsfläche Artilleriebeschuss* ausgewiesenen Bereichen besteht das Risiko auf blindgegangene Geschützgranaten zu stoßen (Verursachungsszenario *Bodenkämpfe*). Diese umfasst ca. 7 km der Trasse.

Zurückgelassene Handkampfmittel und Munition stellen in der *Kampfmittelverdachtsfläche Bodenkämpfe* auf 2 km eine Gefährdung dar (Verursachungsszenario *Bodenkämpfe*).

Die ermittelten Befunde können den ERGEBNISKARTEN I-VII, punktuelle Befunde zudem entsprechend nummeriert der Koordinatenliste in Tabelle 3 entnommen werden.

Tab. 3: Koordinatenliste der ermittelten Befunde (UTM Zone N32, EPSG: 4647)

Lfd. Nr.	Befund	Rechtswert	Hochwert	A [m <sup>2</sup> ]
1	Bombenrichter	32739281	5390437	115
2	Bombenrichter	32739287	5390325	32
3	Bombenrichter	32739296	5390314	64
4	Bombenrichter	32739302	5390303	40
5	Bombenrichter	32739310	5390389	102
6	Bombenrichter	32739315	5390324	106
7	Bombenrichter	32739325	5390436	81
8	Bombenrichter	32739349	5390444	91
9	Bombenrichter	32739374	5390346	91
10	Bombenrichter	32740643	5391590	127
11	Bombenrichter	32740837	5391520	138
12	Bombenrichter	32740837	5391478	142
13	Bombenrichter	32740864	5391519	164
14	Bombenrichter	32740877	5391528	160
15	Bombenrichter	32740941	5391555	127
16	Bombenrichter	32741106	5391636	126
17	Bombenrichter	32741108	5391757	175
18	Bombenrichter	32741182	5391494	178
19	Bombenrichter	32741191	5391471	197
20	Bombenrichter	32741210	5391489	197
21	Bombenrichter	32741224	5391478	197
22	Bombenrichter	32741258	5391551	239
23	Bombenrichter	32741262	5391461	178
24	Bombenrichter	32741400	5391305	22

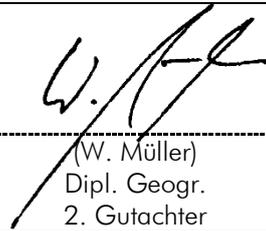
Lfd. Nr.	Befund	Rechtswert	Hochwert	A [m <sup>2</sup> ]
25	Bombentrichter	32741413	5391433	142
Kampfmittelverdachtsfläche Bombardierung				357.416
Kampfmittelverdachtsfläche Artilleriebeschuss				898.232
Kampfmittelverdachtsfläche Bodenkämpfe				260.510

Gemäß Baufachlicher Richtlinien Kampfmittelräumung besteht für die ausgewiesenen Bereiche weiterer Erkundungsbedarf (KATEGORIE 2).<sup>10</sup> Wir empfehlen die Konsultation eines Fachplaners KMR oder einer Fachfirma für die Kampfmittelbeseitigung. Letztere muss über die Zulassung nach § 7 SprengG und entsprechendes Personal mit Befähigungsschein nach § 20 SprengG verfügen.

Für 99 % des Auswertungsgebietes besteht kein weiterer Handlungsbedarf (KATEGORIE 1).<sup>11</sup>



(C. Steffan)  
 M. Sc.  
 1. Gutachter



(W. Müller)  
 Dipl. Geogr.  
 2. Gutachter



(J. Möller)  
 Historische Recherche

<sup>10</sup> BMI & BMVG 2018, BFR KMR, S. 46, Web [1].

<sup>11</sup> BMI & BMVG 2018, BFR KMR, S. 46, Web [1].

## 6. QUELLEN- UND LITERATURVERZEICHNIS

### 6.1 Quellen

Luftkrieg

Air Force Historical Research Agency (AFHRA), Maxwell Air Force Base, AL

- [1] FIFTEENTH AIR FORCE: Bombing Statistics, July 1944 – May 1945. AFHRA Roll A6434 Frame 600 - 716.
- [2] 86<sup>th</sup> FIGHTER GROUP: Daily Operations Report, 01.04.1945, Mission 3366. AFHRA Roll A6355 Frame nicht identifizierbar.
- [3] XIX TACTICAL AIR COMMAND: Operations Summary 250, 18.04.1945. AFHRA Roll A5961 Frame 107.
- [4] XIX TACTICAL AIR COMMAND: Morning Summary, 20.04.1945. AFHRA Roll B5932 Frame 1396.
- [5] XIX TACTICAL AIR COMMAND: Morning Summary, 22.04.1945. AFHRA Roll B5933 Frame 13.
- [6] XIX TACTICAL AIR COMMAND: Morning Summary, 24.04.1945. AFHRA Roll B5933 Frame 350.
- [7] XIX TACTICAL AIR COMMAND: Morning Summary, 25.04.1945. AFHRA Roll B5933 Frame 922.

Bodenkrieg

U.S. National Archives and Records Administration (NARA, College Park MD)

- [1] 3RD US ARMY: After Action Record Part 7, April 1945, NARA.
- [2] 3RD US ARMY: After Action Record Part 8, Mai 1945, NARA.
- [3] III. CORPS: After Action Report, April/Mai 1945, NARA 203-0, RG 407 E 427 Boxes 2735-2737.
- [4] III. CORPS: G-2 Periodic Report, April 1945, NARA, 203-2.1, RG 407 E 427 Boxes 2740-2741.
- [5] III. CORPS, CORPS ARTILLERY: After Action Report, April/Mai 1945, NARA, 203-0.3, RG 407 E 427 Boxes 2736-2737.
- [6] III. CORPS, CORPS ARTILLERY: After Action Report, April/Mai 1945, NARA, 203-ART-0.3, RG 407 E 427 Boxes 2799.
- [7] III. CORPS, CORPS ARTILLERY: Journal, April/Mai 1945, NARA, 203-ART-0.7, RG 407 E 427 Boxes 2806-2809.
- [8] XII. CORPS: Report of Operations G3a, April 1945, NARA 212-0.3, RG 407 Entry 427 Box 3677.
- [9] XII. CORPS: G-2/G-3 Reports, April 1945, 26th Infantry Division: G-2 Reports, April 1945, NARA 326-3.2, RG 407 Entry 427, Boxes 8216-8217.
- [10] XX. CORPS: Report of Operations, April 1945, NARA 220-0.3, RG 407, E 427 Boxes 4450.

- [11] XX. CORPS: Crossing Danube & Drive into Austria, NARA 220-0.3.0, RG 407 Entry 427 Box 4451.
- [12] XX. CORPS: G-2 Journal, April 1945, NARA 220-2.2, RG 407 E 427 Box 4455.
- [13] XX. CORPS: Corps Artillery Journal, April 1945, NARA 220-ART-0.7, RG 407 E 427 Box 4578.
- [14] 26TH INFANTRY DIVISION: After Action Report, April 1945, NARA 326-3, RG 407 Entry 427 Box 7159.
- [15] 26TH INFANTRY DIVISION: Periodic Report, April 1945, NARA 326-3.1, RG 407 Entry 427 Boxes 7153-7165.
- [16] 26TH INFANTRY DIVISION: G-2 Report, April 1945, NARA 326-3.2, RG 407 Entry 427 Boxes 8216-8217.
- [17] 26TH INFANTRY DIVISION: G-3 Journal, April 1945, NARA 326-3.2, RG 407 Entry 427 Boxes 7153-7165.
- [18] 65TH INFANTRY DIVISION: After Action Record, April 1945, NARA 365-0.3, RG 407 Entry 427 Box 9549.
- [19] 65TH INFANTRY DIVISION: G-2 Journal, April 1945, NARA 365-2.2, RG 407 Entry 427 Box 9554.
- [20] 65TH INFANTRY DIVISION: G-3 Journal, April 1945, NARA 365-3, RG 407 Entry 427 Box 9556.
- [21] 71ST INFANTRY DIVISION: G-3 Periodic Report, April 1945, NARA 371-3.1 RG 407 Entry 427 Box 9668.
- [22] 71ST INFANTRY DIVISION: G-3 Journal, April 1945, NARA 371-3.2, RG 407 Entry 427 Boxes 9622-25.
- [23] 71ST INFANTRY DIVISION, 5TH INFANTRY REGIMENT: Operational Report, April 1945, NARA 371-INF(5)-0.3, RG 407 Entry 427 Box 9674.
- [24] 71ST INFANTRY DIVISION, 5TH INFANTRY REGIMENT: S-3 Periodic Report, April 1945, NARA 371-INF(5)-0.3, RG 407 Entry 427 Box 9675.
- [25] 71ST INFANTRY DIVISION, 14TH INFANTRY REGIMENT: Unit History, April 1945, NARA 371-INF(14)-0.3, RG 407 Entry 427 Box 9675.
- [26] 71ST INFANTRY DIVISION, 66TH INFANTRY REGIMENT: Historical Summary, April 1945, NARA 371-INF(66)-0.3, RG 407 Entry 427 Box 9679.
- [27] 71ST INFANTRY DIVISION, DIVISION ARTILLERY: G-3 REPORT, April 1945, NARA 371-ART-3.1, RG 407 Entry 427 Box 9671.
- [28] 71ST INFANTRY DIVISION, DIVISION ARTILLERY: INTELLIGENCE SUMMARY, April 1945, NARA 371-ART-3.6, RG 407 Entry 427 Box 9671.
- [29] 71ST INFANTRY DIVISION, 608TH FIELD ARTILLERY BATTALION: Artillery Situation Report, April 1945, NARA 371-FA(608)-3.8, RG 407 Entry 427 Box 9673.
- [30] 80TH INFANTRY DIVISION: After Action Record, April/Mai 1945, NARA 380-0, RG 407 Entry 427 Box 10101.
- [31] 80TH INFANTRY DIVISION: G-3 Journal, April/Mai 1945, NARA 380-3.2, RG 407 Entry 427 Box 10154.

- [32] 80TH INFANTRY DIVISION: G-2 Periodic Report, April/Mai 1945, NARA 380-2.1, RG 407 Entry 427 Box 10125.
- [33] 99TH INFANTRY DIVISION: After Action Record, April/Mai 1945, NARA 399-0.3, RG 407 Entry 427 Box 11606-11609.
- [34] 99TH INFANTRY DIVISION: G-3 Report, April/Mai 1945, NARA 399-3.2, RG 407 Entry 427 Box 11621-11636.
- [35] 13TH ARMORED DIVISION: G-3 Journal, April/Mai 1945, NARA 613-3, RG 407 Entry 427 Box 13176.
- [36] 13TH ARMORED DIVISION: G-3 Air Report, April/Mai 1945, NARA 613-3, RG 407 Entry 427 Box 13176.
- [37] 13TH ARMORED DIVISION, COMBAT COMMAND A: AFTER ACTION REPORT, April 1945, NARA 613-CCA-0.3, RG 407 Entry 427 Box 13181.
- [38] 13TH ARMORED DIVISION, COMBAT COMMAND B: AFTER ACTION REPORT, April/Mai 1945, NARA 613-CCB-0.3, RG 407 Entry 427 Box 13181.
- [39] 13TH ARMORED DIVISION, COMBAT COMMAND R: AFTER ACTION REPORT, April/Mai 1945, NARA 613-CCB-0.3, RG 407 Entry 427 Box 13181.
- [40] 14TH ARMORED DIVISION: G-3 Periodic Report, Mai 1945, NARA 614-3.1, RG 407 Entry 427 Box 13212.
- [41] 14TH ARMORED DIVISION: G-3 Journal, April 1945, NARA 614-3.2, RG 407 Entry 427 Box 13214-13222.
- [42] 3RD CAVALRY GROUP: After Action Record, April 1945, NARA CAVG-3-3.0, RG 407 Entry 427 Box 14526.
- [43] 80TH INFANTRY DIVISION, 319TH INFANTRY REGIMENT: After Action Record, April 1945, NARA 380-INF(319)-0.3, RG 407 Entry 427 Box 10308.
- [44] 80TH INFANTRY DIVISION, 319TH INFANTRY REGIMENT: S-2 Journal, April 1945, NARA 380-INF(319)-0.3, RG 407 Entry 427 Box 10320.
- [45] 80TH INFANTRY DIVISION, 319TH INFANTRY REGIMENT: S-3 Journal, April 1945, NARA 380-INF(319)-0.3, RG 407 Entry 427 Box 10323.
- [46] 80TH INFANTRY DIVISION, 315TH FIELD ARTILLERY BATTALION: Unit History April 1945, NARA 380-FA(315)-0.2, RG 407 Entry 427 Box 10264.
- [47] 80TH INFANTRY DIVISION, 905TH FIELD ARTILLERY BATTALION: Unit History April 1945, NARA 380-FA(905)-0.2, RG 407 Entry 427 Box 10273.
- [48] 26TH INFANTRY DIVISION, 328TH INFANTRY REGIMENT: After Action Record, April 1945.
- [49] GENERALMAJOR RUDOLF FREIHERR VON GERSDORFF, 7. ARMEE: A-893, Publication M1035, RG 338, Fiche 0040G.
- [50] OBERST I.G. LUDWIG GRAF VON INGELHEIM, LXXXII. ARMEEKORPS: B-183, Publication M1035, RG 338, Fiche 0178G.
- [51] GENERAL DER INFANTERIE KARL WEISENBERGER, STELV. XIII. ARMEEKORPS: B-228A-C, Publication M1035, RG 338, Fiche 0221-0223G.
- [52] GENERALMAJOR WOLF-RÜDIGER HAUSER, 1. ARMEE: B-348, Publication M1035, RG 338, Fiche 0343G.

- [53] MAJOR I.G. KURT HOLD, 416. INFANTERIEDIVISION: B-357, Publication M1035, RG 338, Fiche 0352G.
- [54] GENERALLEUTNANT HEINRICH GREINER, WEHRKREIS VII: B-375, Publication M1035, RG 338, Fiche 0370G.
- [55] GENERALLEUTNANT E. FÄCKENSTEDT, STELV. XII ARMEEKORPS: B-554, Publication M1035, RG 338, Fiche 0547G.
- [56] GENERALMAJOR HELMUT KLEIKAMP, 36. VOLKSGRENADIERDIVISION: B-616, Publication M1035, RG 338, Fiche 0605G.
- [57] OBERST I.G. HORST WILUTZKY, HEERESGRUPPE G: B-703, Publication M1035, RG 338, Fiche 0692G.
- [58] OBERSTLEUTNANT D. WAFFEN-SS EKKEHARD ALBERT, XIII. SS-ARMEEKORPS: B-737, Publication M1035, RG 338, Fiche 0726G.
- [59] GENERAL DER INFANTERIE KARL WEISENBERGER, WEHRKREIS XIII: B-818, Publication M1035, RG 338, Fiche 0807G.

Ike Skelton Combined Army Research Library, Digital Library (CARL)

- [1] XII. CORPS: Combat Chronology Part 1-4, CARL.
- [2] 13TH ARMORED DIVISION, 93RD CAVALRY RECONNAISSANCE SQUADRON: AFTER ACTION REPORT, April/Mai 1945, CARL.
- [3] 14TH ARMORED DIVISION, 94TH CAVALRY RECONNAISSANCE SQUADRON: AFTER ACTION Report, April 1945, CARL.

Bundesarchiv der BRD (BArch)

- [1] Tägliche Wehrmachtsberichte des OKW, BArch RW 4/v.134.
- [2] Sicherungsmaßnahmen Wehrkreis VII München, BArch RW 17/46.

## 6.2 Literatur

### Luftkrieg

- BESENREITER, J.; HUF, K. (1997): Gemeinde Aufhausen. Heimatkundliches Geschichts- und Lesebuch. – Aufhausen.
- FENDL, J. (1974): 1200 Jahre Pfatter - Notizen und Bilder zur Geschichte einer Donaugemeinde. – Pfatter.
- SCHILLER, K. (2000): Kriegsende. In: Ringsletter, E.: Chronik des Benefiziums Haader. – Laberweinting. S. 269–272.
- SCHMOLL, P. (1995): Luftangriff - Regensburg und die Messerschmittwerke im Fadenkreuz 1939-1945. – Regensburg.
- VOIT, A. (2008): Festschrift der Freiwilligen Feuerwehr Unterwattenbach. Zum 100jährigen Gründungsfest vom 6. bis 8. Juni 2008. – Unterwattenbach.

## Bodenkrieg

- BEDESSEN, E. N. (2000): Central Europe - The U.S. Army Campaigns of World War II, U.S. Army Center of Military History CMH-Pub 72-36, (Broschüre, veröffentlicht im Internet).
- BERHARD, F. (1985): Geschichte eines Dorfes – Taimering.
- BESENREITER, J.; HUF, K. (1997): Aufhausen – Gegenwart und Vergangenheit, Gemeinde Aufhausen.
- BRÜCKNER, J. (1987): Kriegsende in Bayern 1945. –Freiburg.
- BÜRGER, R.: Regensburg in den letzten Kriegstagen des Jahre 1945, Historischer Verein für die Oberpfalz und Regensburg.
- EISER, P.; SCHIEBL, G. (2012): Kriegsende in Regensburg - Revision einer Legende. – Regensburg.
- ETTELT, R. (2005): Geschichte der Stadt Kelheim – Band II von 1933 bis 1945.
- ERWERT, H. (1998): Feuersturm, Zigarettenwährung und Demokratie, Verlag Attenkofer. – Straubing.
- FENDL, J. (1974): 1200 Jahre Pfatter - Notizen und Bilder zur Geschichte einer Donaugemeinde. – Pfatter.
- FENDL, J. (1987): Beiträge zur Geschichte des Landkreises Regensburg.
- FENDL, J. (2005): Pfatter – Großgemeinde zwischen Strom und Gäu - Ein Heimatbuch – Pfatter.
- FREIWILLIGE FEUERWEHR LAMBERTSNEUKIRCHEN (2010): Festschrift 125 Jahre.
- FREIWILLIGE FEUERWEHR SENGKOFEN (1994): Festschrift 125 Jahre.
- GLASER, M. (2006): Die letzten Kriegstage in Schwarzenfeld – Chronologie der Ereignisse zwischen Ostern und dem 26. April 1945.
- HABERL, G.; FRICKE, W (2009): Anfang und Ende des Tausendjährigen Reiches in Ostbayern. – Neckenmarkt.
- HAGE, H. (1994): Donaustauf - Moderne Marktgemeinde mit großer Vergangenheit – Donaustauf.
- KLITTA, G. (1970): Das Finale des Zweiten Weltkriegs in Schwandorf. – Schwandorf.
- KRAUSE, S. (2013): Streitsache: Kriegsende in Regensburg“, Regensburger Almanach.
- MAC DONALD, C. B. (1993): United States Army in World War II - The E.T.O, The last offensive - Chapter XVII, Sweep to the Elbe by, Center of Military History, Washington D.C.
- MEHNER, K., (1984): Die Geheimen Tagesberichte der Wehrmachtsführung im Zweiten Weltkrieg 1939–1945, Bd.12 1.1.45-8.5.45. – Osnabrück.
- MULERT, J.: Amerikanische Quellen zur Vorgeschichte der Kapitulation von Regensburg im April 1945, Historischer Verein für die Oberpfalz und Regensburg.
- NEUBAUER, K. (2007): DJK Altenthann 1957, Festschrift 50 Jahre.
- OSTERMANN, R. (1995): Kriegsende in der Oberpfalz – Ein historisches Tagebuch, Buchverlag der Mittelbayerischen Zeitung Regensburg.
- OSTERMANN, R. (1996): Die letzten Kriegstage in Regensburg, Regensburger Almanach.
- SCHILLER, K. (AUTOR); Ringelstetter, Eduard (Hrsg) (2000): Chronik des Benefiziums Haader Band II.
- SCHMAIBER, J. (2008): Die Geschichte der Gemeinde Weichs, Gemeinde Laberweinting.

- SCHMOLL, P. (1995): Luftangriff – Regensburg und die Messerschmittwerke im Fadenkreuz 1939-1945. – Regensburg.
- SCHNEIDER, R. (1997): Laberweinting unterm Hakenkreuz.
- SCHRAMM, P., GREINER, H.: Kriegstagebuch des OKW (WFS) 1940 –1945; KTB des OKW (WFS) 01. Januar 1944 –22.05.1945 Band 4. – Bonn.
- SIEGERT, T. (1995): Kriegsende '45 in Nordostbayern. – Pressrath.
- SPIWOKS, STÖBER (1976): Endkampf zwischen Mosel und Inn. – Coburg.
- TESSIN, G., (1972-79): Verbände und Truppen der deutschen Wehrmacht und Waffen-SS 1939–1945, Bd. 1-15, 2. verbesserte Auflage. – Osnabrück.
- UNITED STATES ARMY, 3RD CAVALRY RECONNAISSANCE SQUADRON (MECZ.) (HRSG., 1949): The 3rd Cavalry Reconnaissance Squadron (Mecz.) in World War II, 9 August 1944 to 9 May 1945. (=World War Regimental Histories, Band 58).
- VEEH, H. (2003): Die Kriegsfurie über Franken 1945 und das Ende in den Alpen. – Bad Windsheim.
- VOGELANG, G. (HRSG., 2015): Sie kommen! - Die letzten Kriegstage in der Oberpfalz 1945.
- WILLIAMS, M. H. (1960): United States Army in World War II - Special Studies, Chronology 1941-1945, Office of the Chief of Military History, Department of the Army, Washington D.C.

### 6.3 Internetdokumente

- [1] BUNDESMINISTERIUM DES INNEREN, FÜR BAU UND HEIMAT (BMI) & BUNDESMINISTERIUM DER VERTEIDIGUNG [BMVG] (Hrsg., 2018): Baufachliche Richtlinien Kampfmittelräumung – Arbeitshilfen zur Erkundung, Planung und Räumung von Kampfmitteln auf Liegenschaften des Bundes (BFR KMR). – Berlin & Bonn. Online abrufbar unter: <http://www.arbeitshilfen-kampfmittelraeumung.de>, [Letzter Zugriff: 06.02.2020].
- [2] ZEITAFEL REGENSTAUF. Online abrufbar unter: <http://komxcms.landkreis-regensburg.de/markt-regenstau/aktuelles/unsere-gemeinde/geschichte/zeittafel/>, [Letzter Zugriff 14.12.2019].
- [3] LEXIKON DER WEHRMACHT. Online abrufbar unter: <http://www.lexikon-der-wehrmacht.de>, diverse Einträge zu den jeweiligen Einheiten, [Letzter Zugriff 14.12.2019].

## ANHANG I: LISTE DER VERWENDETEN LUFTBILDER

Lfd. Nr.	Flug-Nr.	Flugdatum	Maßstab [ca. 1 : X]	Bild-Nr.	Menge	Bildpaare
1	60-0202	24.02.1944	15.000	3054-3060 4050-4055	7 6	6 5
2	J-440	25.02.1944	54.000	7022	1	-
3	7-BB-021	12.04.1944	48.000	1143-1146	4	3
4	60-0581	20.07.1944	58.000	5024-5025	2	1
5	60-0582	20.07.1944	60.000	5022	1	-
6	60-0631	06.08.1944	16.000 54.000	4075 5040	1 1	- -
7	60-0782	12.10.1944	56.000	7008-7011	4	3
8	680-0060	19.11.1944	15.000 50.000	3095 7033	1 1	- -
9	60-0906	27.12.1944	48.000	7023	1	-
10	32-0659	12.01.1945	14.000 54.000	4062-4063 5040	2 1	1 -
11	60-0998	14.02.1945	48.000	7026	1	-
12	32-0829	12.03.1945	50.000	5013	1	-
13	32-0880	14.03.1945	12.000	4076	1	-
14	60-1062	14.03.1945	50.000	7042	1	-
15	7-177A	15.03.1945	48.000	8027-8030 8097-8100 8195-8197	4 4 3	3 3 2
16	7-178A	15.03.1945	50.000	8015-8018 8190	4 1	3 -
17	7-179A	15.03.1945	52.000	8016-8018 8199	3 1	2 -
18	680-0172	16.03.1945	16.000	3030-3031	2	1
19	7-189A	19.03.1945	36.000	8055-8057	3	2
20	7-190A	19.03.1945	36.000	8071-8072	2	1
21	682-1028	21.03.1945	8.000	3047-3050 3076-3077 3079-3081 4052-4055 4082-4084	4 2 3 4 3	3 1 2 3 2
22	7-198A	21.03.1945	49.000	8099-8101	3	2
23	7-200A	22.03.1945	49.000	8084-8085 8126 8128	2 1 1	1 - -
24	7-201A	22.03.1945	13.000 50.000	3073 8152-8153 8210	1 2 1	- 1 -
25	7-202A	23.03.1945	49.000	8144-8146	3	2
26	32-0923	25.03.1945	10.000	3158-3159 4157-4158	2 2	1 1
27	32-0975	08.04.1945	13.000 58.000	3024-3030 5006-5010	7 5	6 4
28	32-0981	09.04.1945	12.000 48.000	3054-3058 3142-3147 4055-4059 4139-4147 5011 5039	5 6 5 9 1 1	4 5 4 8 - -
29	32-0989	10.04.1945	46.000	5035	1	-
30	60-1132	10.04.1945	50.000	7032	1	-
31	7-267A	10.04.1945	50.000	8057 8059-8060	1 2	- 1

Lfd. Nr.	Flug-Nr.	Flugdatum	Maßstab [ca. 1 : X]	Bild-Nr.	Menge	Bildpaare												
32	32-1015	16.04.1945	12.000	3124-3126 4122 4124 4128	3 1 1 1	2 - - -												
			48.000	5049-5050	2	1												
33	34-3863	16.04.1945	11.000	3056-3059 4059-4062	4 4	3 3												
34	31-4914	17.04.1945	10.000	1023-1024 1064 1069-1071 1105-1106 1109 1112 1129-1131 1172-1177 2023-2024 2069-2071 2105 2140	2 1 3 2 1 1 3 6 2 3 1 1	1 - 2 1 - - 2 5 1 2 - -												
				35	31-4918	17.04.1945	10.000	2064-2066	3	2								
				36	39-3750	17.04.1945	12.000	2016-2019 2031-2032 2063-2065 2085-2087 2111-2114 2137-2140 2156-2157	4 2 3 3 4 4 2	3 1 2 2 3 3 1								
								37	39-3755	17.04.1945	12.000	1014-1018 1051-1055 1080-1085 1120-1124 1141-1144	5 5 6 5 4	4 4 5 4 3				
												38	104W-122C	18.04.1945	8.500	3019-3021 4020-4022	3 3	2 2
																39	39-3757	18.04.1945
												40	31-4965	19.04.1945	10.000	1026-1027 1080-1084 2026-2027 2080-2082	2 5 2 3	1 4 1 2
								41	104W-142C	20.04.1945	9.000					3030-3032 4032	3 1	2 -
				42	32-1035	20.04.1945	13.000									3154-3161 4049-4050 4154-4158	8 2 5	7 1 4
								50.000	5027	1	-							
43	34-3947	20.04.1945	10.000	3032 4031-4032	1 2	- 1												
				44	680-0214	20.04.1945	13.000 42.000	3017-3020 7006-7007	4 2	3 1								
45	680-0220	25.04.1945	52.000					7042	1	-								
46	30-6100	17.05.1945	28.000	7036-7037	2	1												
47	39-3937	30.05.1945	26.000	5002 5038-5041	1 4	- 3												
				48	366-BS-3084-21	10.07.1945	40.000	87-89	3	2								
49	365-BS-2118-21	14.07.1945	36.000	98-100	3	2												
50	365-BS-2119-12	14.07.1945	42.000	6-8 50-51	3 2	2 1												
				51	365-BS-2121-21	14.07.1945	40.000	10-12	3	2								

Lfd. Nr.	Flug-Nr.	Flugdatum	Maßstab [ca. 1 : X]	Bild-Nr.	Menge	Bildpaare
52	365-BS-2125-21	14.07.1945	40.000	9-11 79-80	3 2	2 1
53	422-BS-4103-21	14.07.1945	37.000	6-8 78-79 92-94	3 2 3	2 1 2
54	365-BS-2222-11	27.08.1945	40.000	46-47 109-110 135-137	2 2 3	1 1 2
55	422-BS-4206-21	27.08.1945	40.000	68-70 131-134	3 4	2 3
56	365-BS-2235-12	28.08.1945	38.000	33-34	2	1
57	365-BS-2235-21	28.08.1945	40.000	86-88	3	2
58	422-BS-4205-21	28.08.1945	40.000	98-101	4	3
59	104W-LIB-125	29.08.1945	15.000	3095-3098 4097-4100	4 4	3 3
60	104W-LIB-129	02.09.1945	15.000	3101-3106 4100-4105	6 6	5 5
<b>Summe:</b>					<b>363</b>	<b>233</b>

## ANHANG II: DOKUMENTIERTE LUFTANGRIFFE ZUM ABSCHNITT D2-D3

### Abkürzungen:

<b>Bewaffnung:</b>	
Angabe Beladung	"Anzahl" x "Gewicht" "Abwurfmittel" ("Zünder vorne" x "Zünder hinten") z.B.: 10 x 100 lb GP (NN x 1/100)
	oder
	„Bewaffnung“ z.B.: Bordwaffen

### Gewicht

lb	Gewichtsangabe Pfund
----	----------------------

### Abwurfmittel

FRAG	Fragmentation Bomb, Splitterbomben
GP	General Purpose, Sprengbomben
RDX	Research Department Explosive, Sprengbomben mit erhöhter Sprengkraft

### Zünderangaben

1/X	Zeitverzögerung in Bruchteilen von Sekunden
inst	Instant, sofortige Auslösung
LZZ	Langzeitzünder

### Einheiten:

1 <sup>st</sup> TACAF	First Tactical Air Force (provisional) der United States Army Air Forces USAAF
US 9 AF	Ninth Air Force der United States Army Air Forces USAAF
US 15 AF	Fifteenth Air Force der United States Army Air Forces USAAF
XII TAC	XII Tactical Air Command der 1 <sup>st</sup> TACAF
XIX TAC	XIX Tactical Air Command der US 9 AF

### Flugzeuge:

P-47	Jagdbomber P-47 Thunderbolt, Bordwaffenmunition nicht explosiv
P-51	Jagdbomber P-51 Mustang, Bordwaffenmunition nicht explosiv

Lfd. Nr.	Datum	Einheit	Anzahl/ Typ der Flugzeuge	Bewaffnung	Ziel	Bemerkung	Quelle
1	04.11.1944	US 15 AF		250 lb GP (1/10 x 1/100)	Regensburg	Treffer auch in folgender Gemeinde: Essenbach: „Im Landkreis Landshut schlugen 4 Sprengbomben bei Essenbach ein und verursachten Flurschaden.“ (SCHMOLL 1995, S. 148)	AFHRA [1]; SCHMOLL 1995
2	22.11.1944	US 15 AF		500 lb GP (1/10 x 1/100)	Regensburg	Treffer auch in folgenden Gemeinden: Wiesent: „Im Landkreis Regensburg wurde der Abwurf von 12 Sprengbomben bei Kruckenberg gemeldet, die aber nur Waldschaden verursachten.“ (SCHMOLL 1995, S. 151)	AFHRA [1]; SCHMOLL 1995

Lfd. Nr.	Datum	Einheit	Anzahl/ Typ der Flugzeuge	Bewaffnung	Ziel	Bemerkung	Quelle
						Postau: „Aus dem Landkreis Landshut wurde der Abwurf einer Sprengbombe bei Oberköllnbach registriert, die ein Wohnhaus schwer beschädigte.“ (SCHMOLL 1995, S. 152)	
3	20.12.1944	US 15 AF		500 lb RDX (1/10 x 1/40 oder 1/10 x 1/100)	Regensburg	Treffer auch in folgender Gemeinde: Brennberg: „Durch eine Bombe auf Brennberg wurden 10 Wohn- und 9 Nebengebäude leicht beschädigt.“ (SCHMOLL 1995, S. 160)	AFHRA [1]; SCHMOLL 1995
4	20.01.1945	US 15 AF		500 lb RDX (1/10 x 1/40, LZZ), 100 lb GP (1/10 x 1/40 oder 1/10 x 1/100 oder inst x 1/40)	Regensburg	Treffer auch in folgenden Gemeinden: Mintraching: Flurschäden durch 8 Sprengbomben bei Moosham. (SCHMOLL 1995, S. 174)  Hagelstadt: Flurschäden durch 28 Sprengbomben bei Langenerling. (SCHMOLL 1995, S. 174);  Langzeitzünderverwendung bei einigen 500 lb RDX Bomben. Zünderverzögerung von 2 bis 36 Stunden. (AFHRA [1])	AFHRA [1]; SCHMOLL 1995
5	05.02.1945	US 15 AF		500 lb GP (1/10 x 1/100, LZZ), 500 lb RDX (1/10 x 1/100), 250 lb GP (1/10 x 1/100)	Regensburg	Treffer auch in folgenden Gemeinden: Pfatter: Flurschäden durch 2 Sprengbomben in der Gemeinde Pfatter. (SCHMOLL 1995, S. 182)  Mintraching: Flurschäden durch 17 Sprengbomben bei Moosham. (SCHMOLL 1995, S. 183)  Hagelstadt: Flurschäden durch 1 Sprengbombe bei Langenerling. (SCHMOLL 1995, S. 183);  Langzeitzünderverwendung bei einigen 500 lb GP Bomben. Zünderverzögerung von 12 bis 72 Stunden. (AFHRA [1])	AFHRA [1]; SCHMOLL 1995
6	16.02.1945	US 15 AF		500 lb RDX (1/10 x 1/100), 20 lb FRAG	Regensburg Obertraubling	Treffer auch in folgenden Gemeinden: Brennberg: Abwurf von 20 Splitterbomben bei Frauenzell (SCHMOLL 1995, S. 187)  Riekofen:	AFHRA [1]; SCHMOLL 1995

Lfd. Nr.	Datum	Einheit	Anzahl/ Typ der Flugzeuge	Bewaffnung	Ziel	Bemerkung	Quelle
						Flurschäden durch 200 Splitterbomben bei Taimering. (SCHMOLL 1995, S. 187)  Aufhausen: Flurschäden durch 2 Spreng- und 300 Splitterbomben bei Hellkofen. Flurschäden durch 3 Splitterbomben bei Irnkofen. (SCHMOLL 1995, S. 187)	
7	31.03.1945				Geiselhöring Sallach - Geiselhöring Bahnverkehr	„So wurde z.B. am 31. März 1945 der von Straubing kommende Personenzug zwischen Geiselhöring und Sallach von Tieffliegern angegriffen.“ (S. 269)	SCHILLER 2000
8	01.04.1945	1 <sup>st</sup> TA-CAF, XII TAC	8 P-47	Bordwaffen	Bernhardswald Aperterszwing Bahnverkehr	„Flight strafed 30 R.R. cars at U-2966; 15 R.R. cars damaged, 2 R.R. cars destroyed which burned and one R.R. car which blew up as though loaded with ammo. Three large fires were started.“  Beschiessung von Eisenbahnwagen bei der Koordinate wU2966 nahe des Bernhardswalder Ortsteils Aperterszwing. Ein Wagen explodierte, als ob er Munition geladen hätte. Drei große Brände wurden ausgelöst.	AFHRA [2]
9	13.04.1945				Essenbach Oberahrain Bahnhof	„Bei einem Fliegerangriff auf den Bahnhof Ahrain am 13. April 1945 kamen 3 Häftlinge um, die ebenfalls auf dem Friedhof begraben wurden.“ (S. 193)	VOIT 2008
10	18.04.1945	US 9 AF, XIX TAC	12 P-47	Bordwaffen	Wörth an der Donau Umgebung Fahrzeuge	„[...] des 2 trucks U-4156.“ Angriff auf Lastwagen bei der Koordinate wU4156 nahe Wörth an der Donau.	AFHRA [3]
11	20.04.1945	US 9 AF, XIX TAC	9 P-47	Bordwaffen	Wörth an der Isar Umgebung Bahnverkehr	„Dam 1 loco U-3813.“ Angriff auf eine Lokomotive bei der Koordinate wU3813 nahe Wörth an der Isar	AFHRA [4]
12	21.04.1945				Aufhausen Fahrzeug	„Am 21. April 1945 verfolgte ein amerikanischer Tiefflieger einen Wehrmachtssanka, der durch Aufhausen fuhr. Ohne Rücksicht auf die zivile Bevölkerung wurde das Auto beschossen.“ (S. 309)	BESENREITER HUF 1997
13	22.04.1945	US 9 AF, XIX TAC	12 P-51	Bordwaffen	Essenbach Umgebung Fahrzeug	„Des 1 M/T U-3111.“ Angriff auf ein Fahrzeug bei der Koordinate wU3111 nahe Essenbach.	AFHRA [5]
14	24.04.1945	US 9 AF, XIX TAC	8 P-47	3 x 500 lb GP	Wörth an der Donau Umgebung Fahrzeuge,	„1 GP & strafed, des 3 M/T at U-4255. 2 GP des 1 barge U-4052. Strafed & dam 1 M/T & 7 assorted boats U-4052 [...]“	AFHRA [6]

Lfd. Nr.	Datum	Einheit	Anzahl/ Typ der Flugzeuge	Bewaffnung	Ziel	Bemerkung	Quelle
					Pfatter Umgebung Schiffverkehr und Fahrzeug	Abwurf einer Bombe und Beschuss auf Kraftfahrzeuge bei der Koordinate wU4255 nahe Wörth an der Donau. Abwurf zweier Bomben auf einen Kahn bei der Koordinate wU4052 nahe Pfatter. Beschuss auf ein Kraftfahrzeug und mehrerer Boote bei derselben Koordinate.	
15	25.04.1945	US 9 AF, XIX TAC	8 P-47	5 x 500 lb GP, 2 x 260 lb FRAG	Ergoldsbach Dürrenhettenbach Umgebung Waldgebiet	„5 GP & 2 frags des 3 M/T in woods, U-3322.“  Bombardierung mehrerer Fahrzeuge in einem Waldgebiet bei der Koordinate wU3322 nahe des Ergoldsbacher Ortsteils Dürrenhettenbach.	AFHRA [7]
16	25.04.1945	US 9 AF, XIX TAC	8 P-47	2 x 500 lb GP	Pfatter Leiterkafen Umgebung Fahrzeuge	„2 GP des 3 M/T U-3352.“  Bombardierung mehrerer Kraftfahrzeuge bei der Koordinate wU3352 nahe des Pfatterer Ortsteils Leiterkafen.	AFHRA [7]
17	26.04.1945				Pfatter	„Am 26. April gingen Stadel und Stall des Gastwirts Meier sowie die Aumer-Scheune in Flammen auf. Mehrere Stück Vieh und die landwirtschaftlichen Maschinen verbrannten.“ (S. 146)	FENDL 1974
18	28.04.1945				Laberweinting Bahnhof	„Am 28. April 1945 wurde der Bahnhof in Laberweinting von Tieffliegern beschossen, als mehrere Bauern Rohöl ausluden.“ (S. 269)	SCHILLER 2000
19	28.04.1945				Mallersdorf- Pfaffenberg Fahrzeug	„Auf der Straße von Laberweinting nach Mallersdorf wurde ein Kraftwagen in Brand geschossen.“ (S. 269)	SCHILLER 2000

#### Anmerkungen:

Es wurde nicht für jeden Angriff die Bezüderung ermittelt.

## ANHANG III: METHODIK DER LUFTBILDAUSWERTUNG

### *Ziel der Luftbildauswertung*

Die vorliegende Luftbildinterpretation im Zuge der Kampfmittelvorerkundung hat die Erfassung und Lokalisierung von luftsichtigen Kriegsschäden und Belastungen des Untergrundes infolge von Kriegsereignissen des Zweiten Weltkriegs zum Ziel.

### *Ursachen der potentiellen Kampfmittelbelastung*

Die Ursachen für mögliche Belastungen des Untergrundes mit Kampfmitteln lassen sich in erster Linie auf Angriffe der alliierten strategischen und taktischen Bomberverbände zurückführen. Aufgrund des hohen Gefahrenpotentials, das auch heute noch besonders von Sprengbombenblindgängern ausgeht, ist in den von diesem Bombentyp betroffenen Bereichen von einer hohen potentiellen Kampfmittelbelastung auszugehen. Im Gegensatz dazu ist die Gefährdung, die durch Blindgänger von Brandbomben verursacht wird, als wesentlich geringer einzuschätzen.

Aus der Fachliteratur geht hervor, dass ca. 10-15 % aller im Zweiten Weltkrieg abgeworfenen Sprengbomben nicht zur Detonation gelangten. In einem nachweislich bombardierten Gebiet muss deshalb immer mit Blindgängern gerechnet werden, auch wenn sie luftsichtig nicht (mehr) zu erkennen sind. Die bei der Luftbildauswertung ermittelten Sprengbombeneinwirkungen (Blindgängerverdachtspunkte, Bombenrichter, zerstörte Bausubstanz, bombardierte Flächen) werden in der Regel um 50 m gepuffert, um eine erhöhte Sicherheit der Befunde gewähren zu können. In dieser *Kampfmittelverdachtsfläche Bombardierung* muss mit Blindgängern gerechnet werden, die in das Erdreich eingedrungen sein können. Der Puffer kann in begründeten Fällen, z.B. aufgrund einer großen Streuung der Bombardierung, erweitert werden. Bei Brandbomben, insbesondere in dichtbesiedelten Gebieten, ist zu berücksichtigen, dass diese auflösungsbedingt oder infolge eingeschränkter Bodensicht anhand der Luftbilder nicht immer nachgewiesen werden können.

Neben den Auswirkungen der Luftangriffe müssen im Rahmen einer räumlich differenzierten Beurteilung der möglichen Kampfmittelbelastung auch kampfmittelrelevante Flächennutzungen berücksichtigt werden. Dabei handelt es sich insbesondere um Teilflächen, auf denen mit Munition bzw. konventionellen Sprengstoffen jedweder Art umgegangen wurde oder umgegangen worden sein könnte. Aus diesem Grund werden bei der Erfassung der potentiellen Kampfmittelbelastung auch militärisch genutzte Areale (Flakstellungen, Kasernen, Übungsgelände, etc.) und potentielle Entsorgungsbereiche (z.B. Hohlformen, geschobene Flächen, Bombenrichter) sowie Bodenkämpfe berücksichtigt. Generell ist zu berücksichtigen, dass Brücken im Vorfeld der Einnahme häufig zur Sprengung vorbereitet und an den Widerlagern Sprengmittel angebracht, jedoch nicht gezündet wurden. Bei gesprengten Brücken besteht in einem Radius von 50 m die Möglichkeit, auf nicht detonierte oder versprengte Explosivstoffe zu stoßen.

### *Arbeitsgrundlagen und deren Beschaffung*

#### *Luftbilder*

Für die multitemporale Luftbildauswertung werden, soweit verfügbar, mehrere Luftbildserien aus der Zeit des Zweiten Weltkrieges als hochauflöste Scans (1.200 dpi) beschafft.

Dem Erwerb der Luftbilder geht eine EDV-gestützte Luftbildrecherche voraus. Die zugrunde liegenden Daten stammen aus dem Bestand der nationalen und internationalen Luftbildarchive (englische Archive JARIC, ACIU, MAPRW, amerikanisches Archiv NARA, Archiv Kanada, Archiv Holland, Bundesarchiv Koblenz und firmeneigener Bestand der Luftbilddatenbank).

Auf Basis der Recherche wird eine Bildauswahl getroffen, die eine möglichst gute zeitliche Abdeckung (multitemporal) des gesamten Kriegszeitraums gewährleisten soll. Hierdurch können Schäden an Gebäuden sowie Veränderungen der Bodenoberfläche dokumentiert werden, welche einen Hinweis auf Bombardierungen liefern. Bombardierungsschäden wurden nach einem Luftangriff teilweise sehr rasch behoben. Je länger die Zeitspanne zwischen einem Angriff und verfügbaren Luftaufnahmen ist, umso schwieriger sind Bombardierungsschäden nachzuweisen. In manchen Fällen wurden Schäden annähernd spurlos beseitigt. Neben einer möglichst zeitlich differenzierten Abdeckung wird die Beschaffung von Bildflügen kurz nach dokumentierten Bombardierungen angestrebt. Erkenntnislücken können aus nicht verfügbaren Luftbildserien bzw. nicht beflogenen Zeiträumen resultieren. Um die letzten Kriegseinwirkungen durch Bodenkämpfe innerhalb eines Untersuchungsgebietes erfassen und den Endbombardierungszustand feststellen zu können, werden – soweit verfügbar – frühestmögliche Bildflüge aus der Nachkriegszeit beschafft.

### *Quellen und Literatur*

Zusätzlich zur Luftbildauswertung werden schriftliche Dokumentationen zu verschiedenen Kriegseignissen hinzugezogen sowie eine Internet- und Gemeinderecherche durchgeführt. Die Ergebnisse liefern hilfreiche Ergänzungen zur multitemporalen Luftbildauswertung. Sie verhelfen zu einem schlüssigen Gesamtbild der Kriegsgeschehnisse innerhalb einer Region bzw. einer Ortschaft.

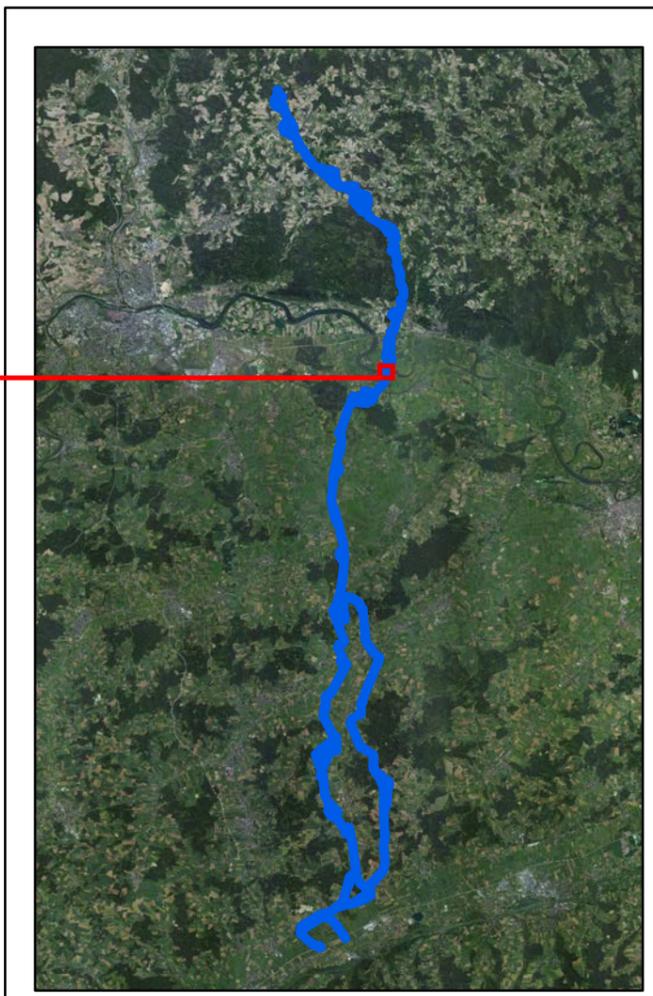
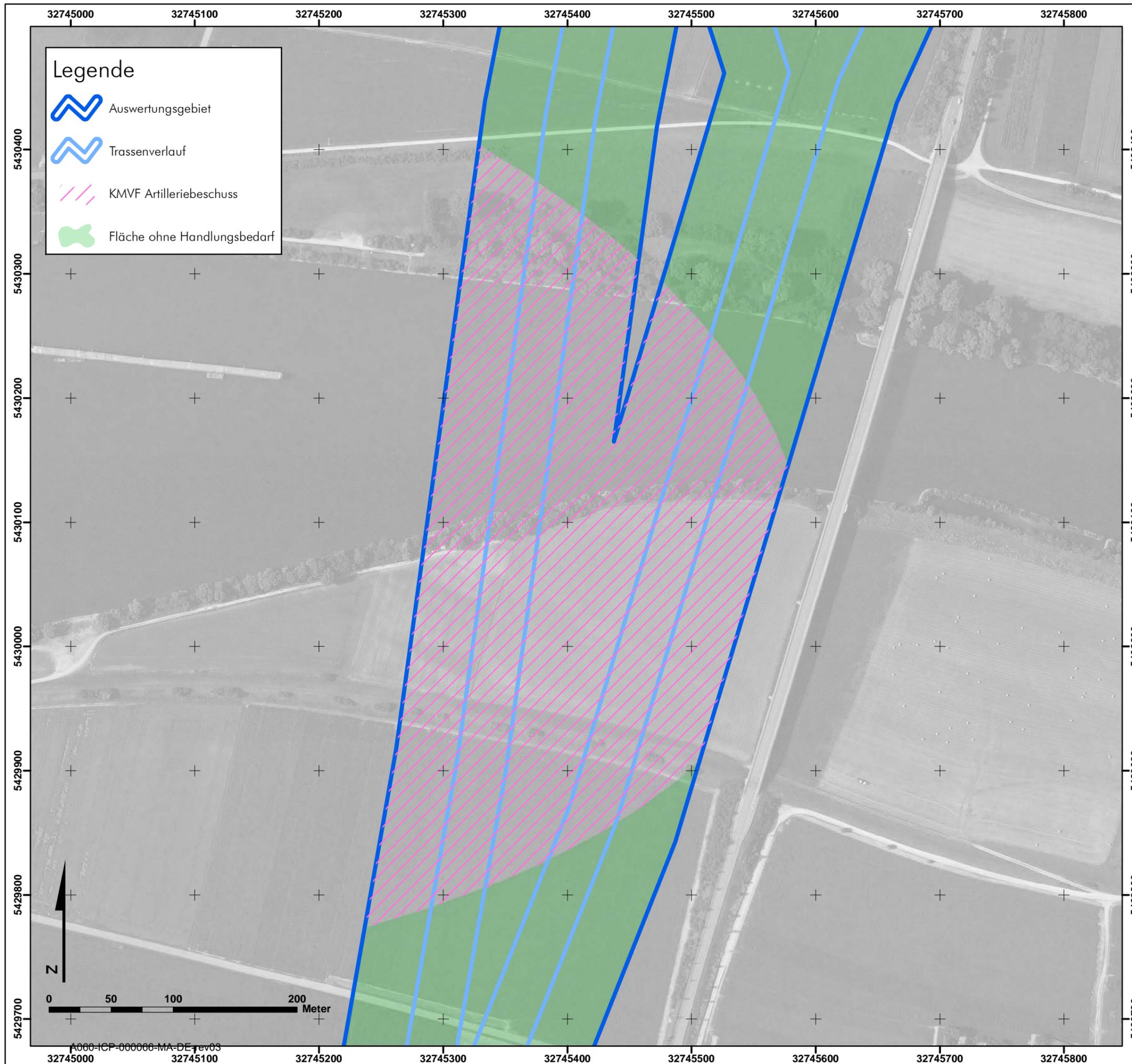
Die historischen Akten des US-Nationalarchives (NARA), des britischen Nationalarchives (TNA) und der Air Force Historical Research Agency (AFHRA) geben Informationen zu im Zweiten Weltkrieg durchgeführten Aufklärungsflügen sowie zu strategischen und taktischen Luftangriffen. Zum Teil wurden die Akten der taktischen Lufteinheiten verortet und können über ein geographisches Informationssystem (GIS) abgefragt werden. In Kombination mit den gewonnenen Luftbildbefunden dienen sie als wichtige Interpretationshilfe.

### **Vorgehensweise**

Die visuelle Interpretation der Kriegsluftbilder erfolgt unter Verwendung des geographischen Informationssystems ArcGIS 10.6 (ESRI, digital). Mit Hilfe von Bildpaaren kann eine stereoskopische Auswertung durchgeführt werden, wodurch Bildfehler aufgedeckt und Bombardierungsschäden infolge des räumlichen Eindrucks gut identifiziert werden können. Im Vorfeld wird eine digitale Aufbereitung der Luftbilder mittels Adobe Photoshop durchgeführt.

Im Fokus der Luftbildauswertung stehen neben Blindgängerverdachtspunkten unter anderem Bombentrichter, beschädigte Gebäude, Flakstellungen, Flächen mit Hinweisen auf Artilleriebeschuss und Laufgräben. Das hierbei abgeleitete Schadenspotential soll Hinweise auf räumliche Schwerpunkte möglicher Belastungen mit Kampfmitteln geben. In manchen Fällen können bzgl. der potentiellen Kampfmittelbelastung lediglich Verdachtsflächen festgehalten werden. Anschließend werden die Befunde der Luftbildauswertung mit Hilfe des GIS digital in die Kartengrundlage übertragen.

Die Ergebnisse der Luftbildauswertung werden mit den Ergebnissen der Akten- und Literaturlauswertung abgeglichen. Daraus erfolgt eine Bewertung der potentiellen Kampfmittelbelastung für das Projektgebiet sowie eine Empfehlung zum weiteren Vorgehen.



**Auftraggeber:**  
Tennet TSO GmbH

---

**Tennet, Süd-Ost-Link, Abschnitt D2-D3**  
190709710  
Ergebniskarte II

---

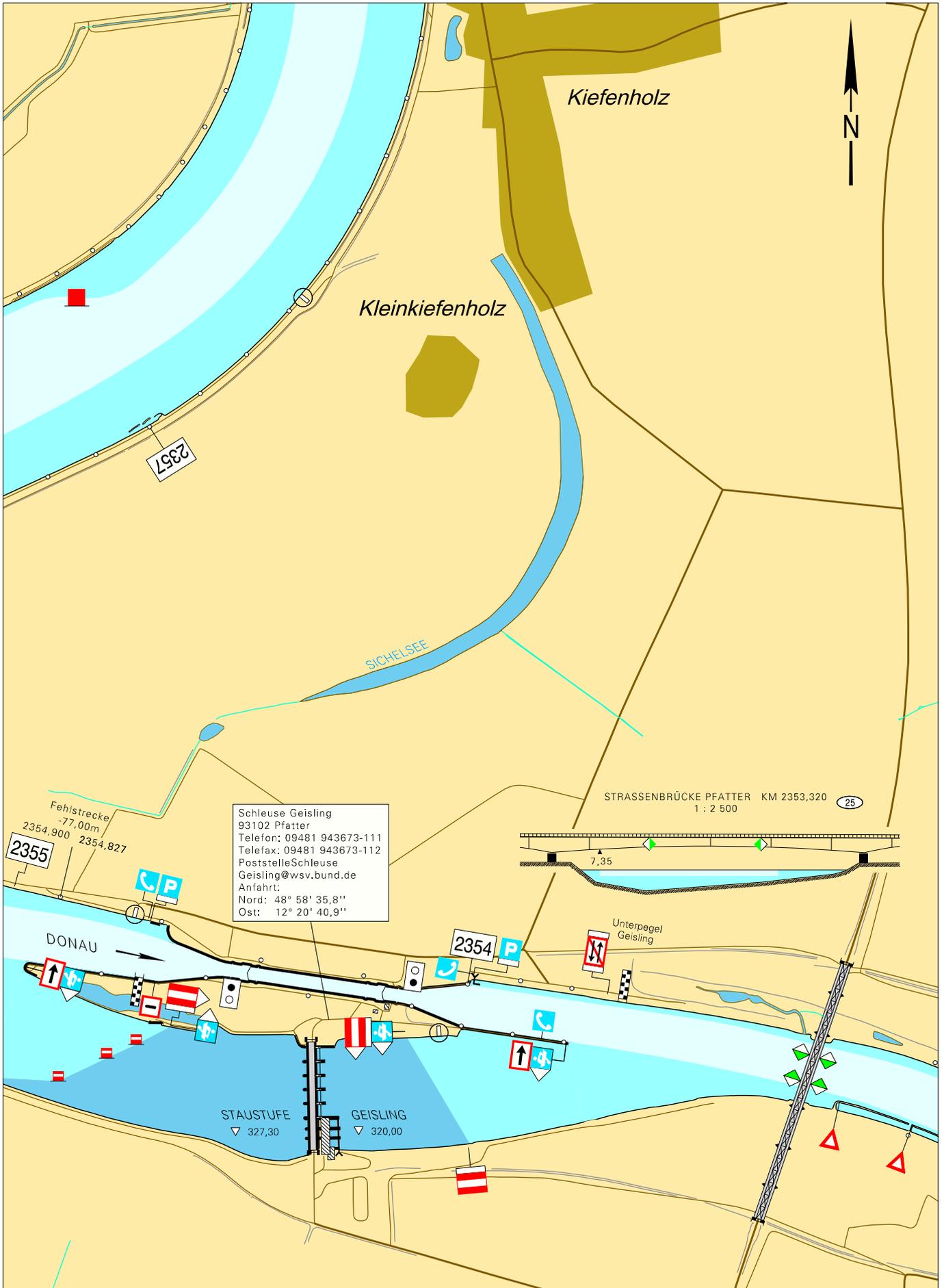
Anlage  
zur multitemporalen Luftbilddatenbank  
1 : 3.000

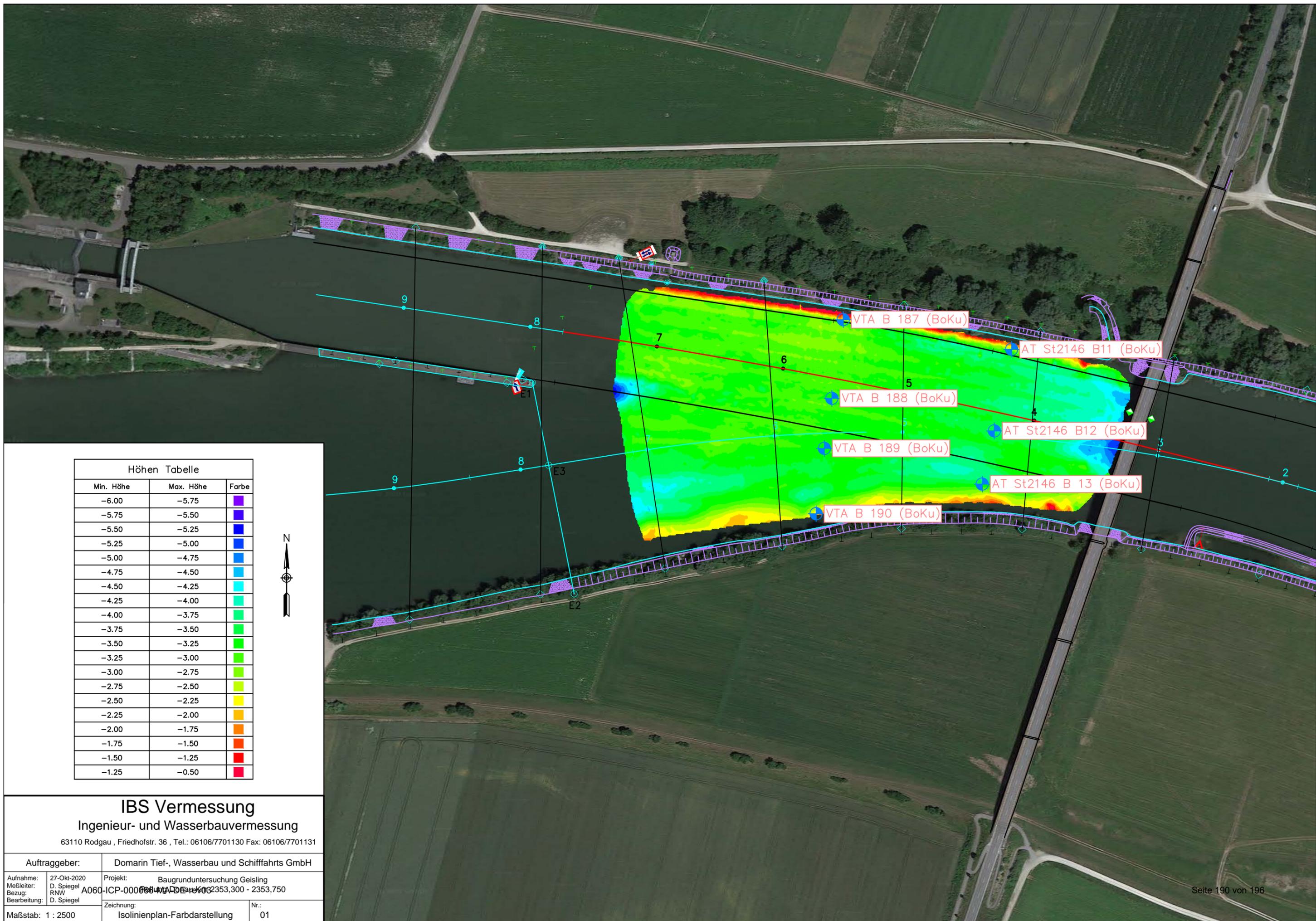
---

<b>Auswertegrundlagen:</b> Luftaufnahmen der Alliierten zwischen 1944-1945, DGM	<b>Karteninhalt:</b> Befunde der Kampfmittelvorerkundung
<b>Geodätische Grundlagen:</b> UTM Zone N32 EPSG-Code: 4647	<b>Bearbeitung:</b> Luftbilddatenbank Dr. Carls GmbH
<b>Kartengrundlagen:</b> Digitale Orthophotos	<b>Datum:</b> Februar 2020

# Anlage 6

**Vermessung – Peilung Donau**





Höhen Tabelle		
Min. Höhe	Max. Höhe	Farbe
-6.00	-5.75	Purple
-5.75	-5.50	Dark Purple
-5.50	-5.25	Blue
-5.25	-5.00	Light Blue
-5.00	-4.75	Light Cyan
-4.75	-4.50	Cyan
-4.50	-4.25	Light Green
-4.25	-4.00	Green
-4.00	-3.75	Light Green
-3.75	-3.50	Green
-3.50	-3.25	Light Green
-3.25	-3.00	Green
-3.00	-2.75	Light Green
-2.75	-2.50	Light Green
-2.50	-2.25	Yellow
-2.25	-2.00	Orange
-2.00	-1.75	Light Orange
-1.75	-1.50	Orange
-1.50	-1.25	Red
-1.25	-0.50	Dark Red



**IBS Vermessung**  
**Ingenieur- und Wasserbauvermessung**

63110 Rodgau , Friedhofstr. 36 , Tel.: 06106/7701130 Fax: 06106/7701131

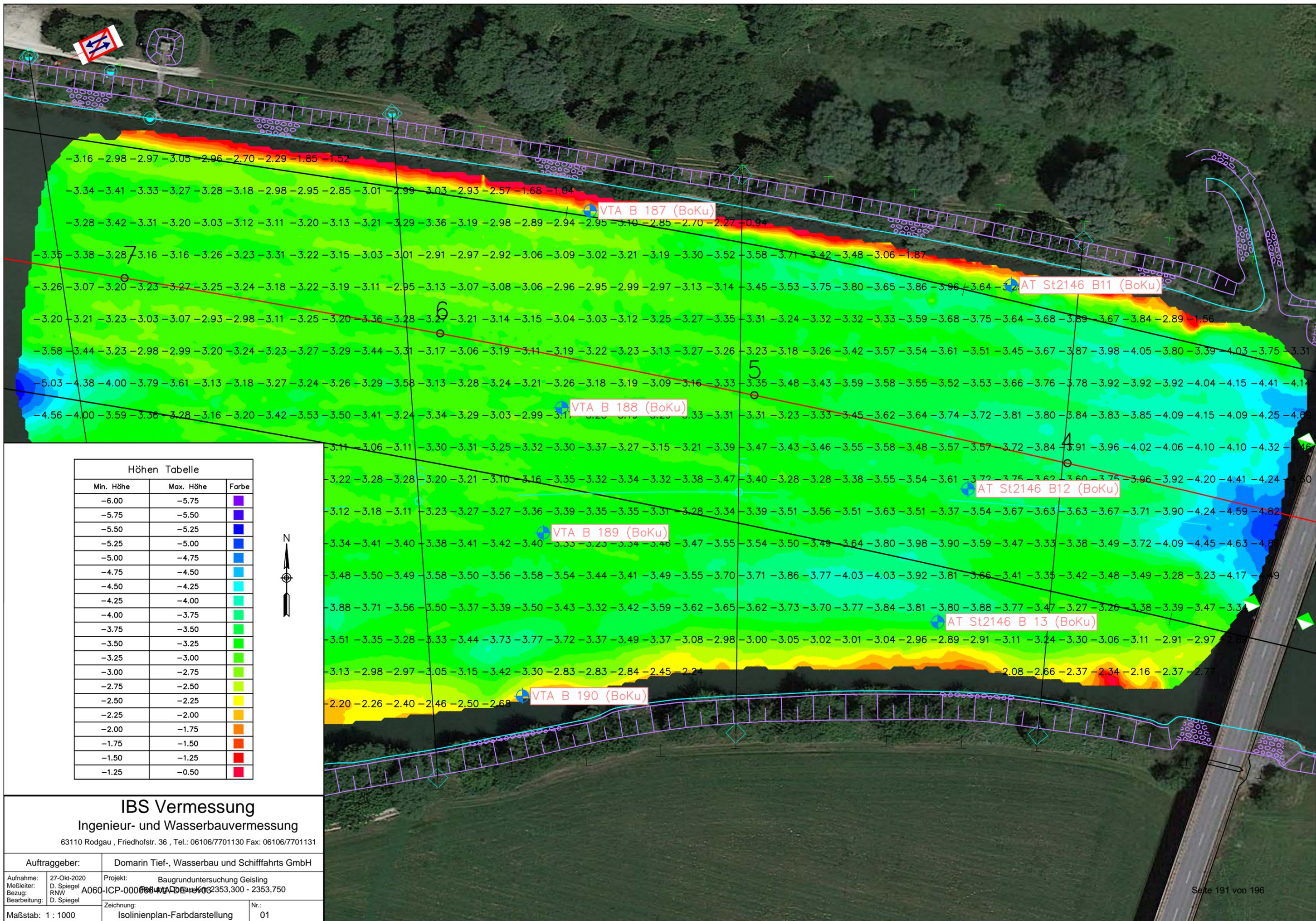
Auftraggeber: Domarin Tief-, Wasserbau und Schifffahrts GmbH

Aufnahme: 27-Okt-2020  
 Meßleiter: D. Spiegel  
 Bezug: RNW  
 Bearbeitung: D. Spiegel

Projekt: Baugrunduntersuchung Geisling  
 A060-ICP-000064-MADE-BOG-2353,300 - 2353,750

Zeichnung: Nr.: 01

Maßstab: 1 : 2500  
 Isolinienplan-Farbdarstellung



Höhen Tabelle		
Min. Höhe	Max. Höhe	Farbe
-6.00	-5.75	■
-5.75	-5.50	■
-5.50	-5.25	■
-5.25	-5.00	■
-5.00	-4.75	■
-4.75	-4.50	■
-4.50	-4.25	■
-4.25	-4.00	■
-4.00	-3.75	■
-3.75	-3.50	■
-3.50	-3.25	■
-3.25	-3.00	■
-3.00	-2.75	■
-2.75	-2.50	■
-2.50	-2.25	■
-2.25	-2.00	■
-2.00	-1.75	■
-1.75	-1.50	■
-1.50	-1.25	■
-1.25	-0.50	■



**IBS Vermessung**  
**Ingenieur- und Wasserbauvermessung**

63110 Rodgau , Friedhofstr. 36 , Tel.: 06106/7701130 Fax: 06106/7701131

Auftraggeber:		Domarin Tief-, Wasserbau und Schifffahrts GmbH	
Aufnahme:	27-Okt-2020	Projekt:	Baugrunduntersuchung Geisling
Meßleiter:	D. Spiegel	Bezug:	A060-ICP-000064-1-1-2353,300 - 2353,750
Bearbeitung:	D. Spiegel	Zeichnung:	Isolinienplan-Farbdarstellung
Maßstab:	1 : 1000	Nr.:	01

# Anlage 7

## Fotodokumentation



Bild 1: Querung Q 18, Schwimmponton an Schleusenanlage Geisling



Bild 2: Querung Q 18 Blick über die Donau on Süd nach Nord



Bild 3: Querung Q 18 Blick über die Donau von Nord nach Süd



Bild 4: Querung Q 18 nördliches Donauufer



Bild 5: Querung Q 18 Bohrpunkt B 184, Blickrichtung nach Osten



Bild 6: CPT-Test, Bohrpunkt B 327, Blickrichtung nach Süden zur Donau



Bild 7: CPT-Test, Bohrpunkt B 328, Blickrichtung nach Norden



Bild 8: CPT-Test, Bohrpunkt B 330, Blickrichtung nach Norden zur Donau