

Elterlein OT Schwarzbach

TWL Am Schwarzbach

Projekt-Nr.: BG 2025/16

Bearbeiter: Dipl.-Geologin Janin Geitz

Ort, Datum: Chemnitz, 24.04.2025

Geotechnischer Bericht

Baugrunderkundung * Bauüberwachung * Ökologische Baubegleitung * Abfalltechnik

büro für baugrund und geologie
Inhaberin: Dipl.-Geol. Janin Geitz

Mail: info@buero-bg.de
Web: www.büro-bg.de
Tel.: 0371/31592577

IBAN: DE17 8709 6214 0321 0779 51
BIC: GENODEF1CH1
Steuer-ID: 214/223/02686

Alfred-Neubert-Str. 1
09123 Chemnitz

INHALTSVERZEICHNIS

1.	Vorhaben	2
2.	Unterlagen	3
3.	Standortbedingungen und Geologie	3
4.	Schichtenbeschreibung	4
4.1.	Schichtenbeschreibung Am Schwarzbach	4
4.2.	Bodenmechanische Laboruntersuchungen	5
5.	Kennwerte, Klassifikation und Homogenbereiche	6
5.1.	Bodenmechanische Kennwerte	6
5.2.	Geotechnische Klassifikation	7
5.3.	Homogenbereiche	8
6.	Hydrogeologische Situation	11
6.1.	Betonaggressivität	12
6.2.	Korrosionswahrscheinlichkeit gegenüber Stahl der Grundwasserprobe	13
7.	Gründungstechnische Empfehlungen für die neue Trinkwasserleitung	15
7.1.	Allgemeine Hinweise	15
7.2.	Tragfähigkeit der Böden / Gründung der Trinkwasserleitung in offener Bauweise	15
7.3.	Tragfähigkeit der Böden / Gründung der Trinkwasserleitung in geschlossener Bauweise	16
7.4.	Sicherung der Baugruben bzw. Start- und Zielgruben	19
7.5.	Wasserhaltung	20
8.	Wiederverwendbarkeit der Aushubmassen	21
8.1.	Wiederverwertbarkeit unter bodenmechanischen Gesichtspunkten	21
8.2.	Wiederverwertbarkeit unter abfalltechnischen Gesichtspunkten	22
8.2.1.	Abfalltechnische Untersuchung von Asphalt	23
8.2.2.	Abfalltechnische Untersuchung von Materialien nach LAGA-Richtlinie	24
8.2.3.	Abfalltechnische Untersuchung von Bodenmaterialien nach Ersatzbaustoffverordnung	25
9.	Ergebnisse der ODL-Messungen	26
10.	Schlussbemerkung	28
11.	Anlagen	29

1. Vorhaben

Der Zweckverband Wasserwerke Westerkgebirge beabsichtigt die Erneuerung der Trinkwasserleitung im Bereich Am Schwarzbach in Elterlein im Ortsteil Schwarzbach in offener bzw. geschlossener Bauweise. Um den Baugrund im Bereich des geplanten Bauvorhabens zu überprüfen, wurde das Büro für Baugrund und Geologie mit einer Baugrunderkundung beauftragt. Im Zuge dieser Baugrunderkundung wurden insgesamt drei Rammkernsondierungen bis in eine maximale Tiefe von ~ 4,0 m unter GOK abgeteuft. Anhand der entnommenen Bodenproben wurden bodenmechanische und chemische Laboruntersuchungen durchgeführt.

Die Anzahl der Aufschlusspunkte wurde im Zuge der Angebotserstellung in Abhängigkeit von der Lage der Medien vor Ort durch das zuständige Planungsbüro festgelegt. Der geotechnische Bericht basiert auf den zur Verfügung gestellten Planunterlagen (Stand: Februar 2025). Er orientiert sich an der DIN 4020 / EC 7 und enthält folgende Aussagen:

- Darstellung des Schichtenaufbaus nach DIN EN ISO 14688 / DIN 4023
- Darstellung und Auswertung der Feld- und Laborarbeiten
- Aussagen zur hydrogeologischen Situation im Untersuchungsgebiet
- Angaben zu beton- und stahlangreifenden Stoffen des angetroffenen Wassers
- Einstufung der angetroffenen Schichten in Bodengruppen nach DIN 18196 (2011) und ATV-DVWK-A 127 (2000), Bodenklassen nach DIN 18300 (2010) / 18301 (2012) / 18319 (2010) und Frostempfindlichkeits- und Verdichtbarkeitsklassen nach ZTV E-StB 17
- Ermittlung von Bodenkennwerten sowie Einstufung der angetroffenen Schichten in Homogenbereiche (VOB Teil-C:2012 und VOB Teil-C: 2019)
- Baugrundbeurteilung und Gründungsempfehlung für die Trinkwasserleitung in offener und geschlossener Bauweise
- Setzungsberechnungen und Angaben zum Bemessungswert des Sohlwiderstandes für die Trinkwasserleitung
- Wiederverwertbarkeit der Aushubmaterialien unter bodenmechanischen und abfalltechnischen Gesichtspunkten (RuVA-StB 01, EBV, LAGA)

2. Unterlagen

Für die Erstellung des geotechnischen Berichtes wurden nachfolgende Unterlagen genutzt:

- Geologische Karte von Sachsen, Blatt 5443 (Annaberg-Buchholz-West), M 1:25.000
- Übersichtsplan RKS, Am Schwarzbach - Elterlein OT Schwarzbach, Zweckverband Wasserwerke Westerbirge, 21.02.2025, M 1:200
- Ergebnisse der Feldarbeiten vom 14.03.2025
- Ergebnisse der bodenmechanischen Laboruntersuchungen vom 14.04. bis 16.04.25
- Ergebnisse der chemischen Laboruntersuchungen vom 19.03. bis

3. Standortbedingungen und Geologie

Das Untersuchungsgebiet befindet sich südlich von Elterlein im Ortsteil Schwarzbach und erstreckt sich entlang der Straße „Am Schwarzbach“. Die eingemessenen Geländehöhen liegen zwischen ~ 520,7 m NHN (B 3) und ~ 528,1 m NHN (B 1). Vorfluter des Untersuchungsgebietes ist der östlich verlaufende Schwarzbach.

Gemäß der regionalen Gliederung Deutschlands in Frosteinwirkungszonen liegt Elterlein in der Frosteinwirkungszone III. Das Untersuchungsgebiet befindet sich im Gebiet der Erdbebenzone 0 und gehört zur Untergrundklasse R (DIN EN 1998-1/NA:2011-01).

Entsprechend der geologischen Karte sowie den durchgeführten Aufschlussarbeiten wird der Untergrund des Untersuchungsgebietes von Gesteinen der Glimmerschieferformation aufgebaut. Überlagert werden diese von grob- und gemischtkörnigen Auffüllmaterialien des Straßenober- und -unterbaus.

Der vorliegende geotechnische Bericht enthält keine Aussagen zu unterirdischen Hohlräumen. Diesbezüglich sollten im Vorfeld der Baumaßnahme Informationen beim Sächsischen Oberbergamt eingeholt werden.

Die nachfolgende Tabelle enthält die Koordinaten der abgeteuften Aufschlüsse:

Tabelle 1: Koordinaten der Aufschlüsse (UTM 33)

Aufschluss	Nordwert	Ostwert	Ansatzhöhe (m NHN)	Endteufe (m u. GOK)	Endhöhe (m NHN)
B 1	5603515.948	348984.691	528,11	4,0	524,11
B 2/ B 2A	5603360.435	348923.870	523,28	3,4/ 3,5	519,88/ 519,78
B 3	5603249.158	348934.528	520,66	3,5	517,16

Die Darstellung der Aufschlusspunkte ist der Anlage 1 zu entnehmen. Die Schichtenverzeichnisse sind in der Anlage 2 dargestellt.

Wir weisen darauf hin, dass die vom büro für baugrund und geologie durchgeführte GPS-Vermessung nicht einer Vermessung eines Vermessungsbüros entspricht und z. B. abhängig von der Tageszeit sowie den Witterungsbedingungen (z. B. Sonneneinstrahlung) ist.

4. Schichtenbeschreibung

4.1. Schichtenbeschreibung Am Schwarzbach

Entlang der Straße am Schwarzbach wurde zunächst eine ~ 10 cm (B 1) bis ~ 17 cm (B 3) starke Asphaltdecke angetroffen. Unterhalb des Asphalts stehen nachfolgende Schichten an:

- **Auffüllung (~ 0,1 m bis 1,1 m unter GOK)**

Tragschicht:

Kies, sandig bis stark sandig

- braun, graubraun
- ~ 0,4 m (B 3) bis ~ 1,0 m (B 1) mächtig
- erfahrungsgemäß locker bis mitteldicht gelagert
- lokal anthropogene Fremdbestandteile in Form von Betonresten erkundet

Auffüllung:

Kies, stark sandig, schwach schluffig

- braun
- ~ 0,3 m (B 2) bzw. ~ 0,6 m (B 1) mächtig
- erfahrungsgemäß sehr locker bis locker gelagert

- **Felsersatz bzw. Fels zersetzt bis entfestigt (~ 0,6 bis 4,0 m unter GOK)**

Felsersatz:

Kies, stark sandig, z. T. schwach schluffig bis schluffig

- braun, graubraun, dunkelgrau
- ~ 2,7 m (B 2) bzw. ~ 2,9 m (B 1, B 3) mächtig
- erfahrungsgemäß locker, mitteldicht, dicht bis sehr dicht gelagert

Sand, kiesig, schluffig

- braun
- ~ 0,4 m mächtig
- im Bereich der B 1 erkundet
- erfahrungsgemäß mitteldicht bis dicht gelagert

Fels zersetzt bis entfestigt:

Kies, stark sandig

- graubraun
- ~ 0,1 m mächtig
- im Bereich der B 2 erkundet
- erfahrungsgemäß sehr dicht gelagert

4.2. Bodenmechanische Laboruntersuchungen

In der nachfolgenden Tabelle sind die Ergebnisse der bodenmechanischen Laboruntersuchungen zusammengefasst. Dargestellt sind diese Untersuchungen in der Anlage 3.

Tabelle 2: Ergebnisse der Korngrößenverteilungen

Probe	Ton ¹⁾ (%)	Schluff ¹⁾ (%)	Sand ¹⁾ (%)	Kies ¹⁾ (%)	Bodengruppe nach DIN 18196	k _f -Wert(m/s)
B 1/2 (Tragschicht + Kies)	-	4,0	22,6	73,4	GU	1,0•10 ⁻³ m/s (HAZEN)
B 1/4 (Felszersatz + Kies)	3,9	16,1	30,5	49,5	GU*	2,5•10 ⁻⁷ m/s (BEYER)
B 2/6 (Felszersatz + Kies)	3,0	12,2	23,7	61,0	GU	1,2•10 ⁻⁶ m/s (BEYER)
B 3/5 (Felszersatz + Kies)	-	3,9	30,5	65,6	GU*	4,4•10 ⁻⁴ m/s (BEYER)

¹⁾ Ton: d < 0,002 mm, Schluff: 0,002 mm ≤ d ≤ 0,063 mm, Sand: 0,063 mm ≤ d ≤ 2 mm, Kies: d > 2 mm

5. Kennwerte, Klassifikation und Homogenbereiche

5.1. Bodenmechanische Kennwerte

Anhand der durchgeführten bodenmechanischen Laboruntersuchungen sowie aus Erfahrung heraus, können den im Untersuchungsgebiet angetroffenen Schichten nachfolgende bodenmechanische Kennwerte zugeordnet werden:

Tabelle 3: Bodenmechanische Kennwerte (angelehnt an DIN 1055 T 2)

Bodenmaterial	Lagerungsdichte/ Konsistenz	Wichte (kN/m ³)	Wichte u. Auftrieb (kN/m ³)	Kohäsion ¹⁾ (kN/m ²)	Reibungs- winkel ²⁾ (Grad)	Steife- modul (MN/m ²)
Kies, sandig bis stark sandig (Tragschicht)	locker	19,0	10,0	0	27,5 - 30,0	15 - 30
	mitteldicht	20,0	11,0	0	30,0 - 32,5	30 - 50
Kies, stark sandig, schwach schluffig (Auffüllung)	sehr locker	17,0	8,0	0	27,5	5 - 15
	locker	18,0	9,0	0	27,5 - 30,0	15 - 30
Kies, stark sandig, z. T. schwach schluffig bis schluffig	locker	19,0	9,0	0	27,5 - 30,0	15 - 30
	mitteldicht	20,0	10,0	0	30,0 - 32,5	30 - 50
	dicht	21,0	11,0	0 - 3	32,5	50 - 80
Sand, kiesig, schluffig (Felsersatz)	sehr dicht	22,0	12,0	0 - 5	32,5 - 35,0	80 - 120
Kies, stark sandig (Fels zersetzt bis entfestigt)	sehr dicht	22,0 - 23,0	12,0 - 13,0	0 - 5	35,0 - 37,5	90 - 150

¹⁾ Rechenwert für die Kohäsion des konsolidierten bindigen Bodens

²⁾ Rechenwert für den inneren Reibungswinkel des nicht bindigen und des konsolidierten bindigen Bodens

5.2. Geotechnische Klassifikation

Die geotechnische Klassifikation der angetroffenen Bodenmaterialien in Bodenklassen nach DIN 18300 (2010) / 18301 (2012) / 18319 (2010), Bodengruppen nach DIN 18196 (2011) und ATV-DVWK-A 127 (2000) sowie Frostklassen und Verdichtbarkeitsklassen (nach ZTV E-StB 17) ist in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt. Die aufgeführte Klassifikation erfolgte nach VOB-Teil C:2012.

Tabelle 4: Geotechnische Klassifikation (nach DIN 18300, DIN 18301, DIN 18319 und DIN 18196)

Bodenmaterial	Bodenklasse (DIN 18300)	Bodenklasse (DIN 18301)	Bodenklasse (DIN 18319)	Boden-gruppe (DIN 18196)	Frostklasse (ZTV E-StB 17)	Verdicht-barkeits-klasse ³⁾ (ZTV E-StB 17)	Boden-gruppe (ATV-DVWK-A 127)
Kies, sandig bis stark sandig (Tragschicht)	3, 5 ¹⁾	BN 1 BS 1 ²⁾	LNW 1 - LNW 2 S 1 ²⁾	[GE]	F 1	V 1	G 1
Kies, stark sandig, schwach schluffig (Auffüllung)	3 - 5 ¹⁾	BN 1 BS 1 ²⁾	LNW 1 S 1 ²⁾	[GU]	F 2	V 1	G 2
Kies, stark sandig, z. T. schwach schluffig bis schluffig	3 - 5 ³⁾	BN 1 - BN 2 BS 1 ²⁾	LNW 1 - LNW 3 S 1 ²⁾	GE, GU - GU* ME ⁴⁾ - VZ	F 1 - F 3	V 1 - V 2	G 2 - G 3
Sand, kiesig, schluffig (Felsersatz)	4 - 5 ³⁾	BN 2 BS 1 ²⁾	LNW 2 - LNW 3 S 1 ²⁾	SU* ME ⁴⁾ - VZ	F 3	V 1 - V 2	G 3
Kies, stark sandig (Fels zersetzt bis entfestigt)	3 - 6 ³⁾	BN 1 BS 1 - BS 3 ²⁾ FV 1, FD 1 ²⁾	LNW 3 S 1 - S 3 ²⁾ FZ 1, FD 1 ²⁾	ME ⁴⁾ - VZ ME ⁴⁾ - VE	-	-	-

¹⁾ Innerhalb dieser Materialien können einzelne Gesteinsbruchstücke vorkommen, welche möglicherweise Blockgröße erreichen. Ausgehend von ihrer Seitenlänge sind diese Materialien nach DIN 18300 in die Bodenklassen 5 bis 7 einzuordnen. Die Angaben in der DIN 18300 sind zu beachten.

²⁾ Entsprechend den durchgeführten Baugrunderkundungen können Böden der Boden- / Bohrbarkeitsklassen > BS 3, > FV 1 und > FD 1 lokal nicht ausgeschlossen werden.

³⁾ Die zersetzten Gesteine (BKL 3 - 5, 2010) gehen lokal ohne deutlich erkennbare Schichtgrenzen in einen entfestigten (BKL 6, 2010) Zustand über. Bereichsweise können auch Materialien eines geringeren Verwitterungsgrades in geringeren Tiefen anstehen. Diese angewitterten Gesteine sind der BKL 7, 2010 zuzuordnen.

⁴⁾ Felsgruppe gemäß „Merkblatt über Felsgruppenbeschreibung für bautechnische Zwecke im Straßenbau“, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen – Arbeitsgruppe „Erd- und Grundbau“

⁵⁾ V 1 = nicht bindige bis schwach bindige, grobkörnige und gemischtkörnige Böden, die relativ leicht zu verdichten sind
V 2 = bindige, gemischtkörnige Böden, die schwerer verdichtbar sind
V 3 = bindige, feinkörnige Böden, die am schwersten zu verdichten sind

5.3. Homogenbereiche

Nach VOB-Teil C:2019 werden Böden in Homogenbereiche eingeteilt. In der nachfolgenden Tabelle sind die während der Aufschlussarbeiten angetroffenen Böden in Homogenbereiche nach DIN 18300 sowie nach DIN 18324 eingeteilt. Ergeben sich während der Bauausführung bzw. in der weiteren Planungsphase Änderungen, so sind gegebenenfalls weitere Empfehlungen zur Einteilung der Homogenbereiche von einem entsprechenden Gutachter einzuholen.

Tabelle 5: Einteilung der Böden in Homogenbereiche für Gewerke nach VOB Teil C:2019

Bodenmaterial	Erdarbeiten nach DIN 18300	Horizontalspülbohrarbeiten nach DIN 18324	
Tragschicht + Kies	E.1	H.1	H.1*
Auffüllung + Kies			
Felsersatz + Kies/ Sand	E.2	H.2	
Fels zersetzt bis entfestigt + Kies			

In den nachfolgenden Tabellen sind die bodenmechanischen Kennwerte der oben beschriebenen Homogenbereiche für das Gewerk Erdarbeiten nach DIN 18300 und Horizontalspülbohren nach DIN 18324 entsprechend den Vorgaben der VOB-Teil C:2019 dargestellt:

Tabelle 6: Bodenmechanische Kennwerte der Homogenbereiche für das Gewerk Erdarbeiten in Anlehnung an DIN 18300

Kennwerte	Homogenbereiche	
	E.1	E.2
Korngrößenverteilung Ton/Schluff/Sand/Kies [%]	0/5/30/65 - 0/0/5/80	5/15/65/15 - 0/0/30/50
Anteil an Steinen [%] ²⁾	0 - 15	0 - 20
Anteil an Blöcken [%] ²⁾	0 - 5	0 - 5
Anteil an großen Blö- cken [%] ³⁾	0	0
Dichte [kN/m ²] ¹⁾	~ 16 - 21	~ 18 - 24
undrÄnierte Scherfes- tigkeit [kN/m ²] ¹⁾	0	0
Wassergehalt [%] ^{1) 4)}	n. b.	n. b.
Plastizitätszahl ¹⁾	-	-
Konsistenzzahl ¹⁾	-	-
Lagerungsdichte I _D	< 0,15 - 0,15	0,35 - 1,0
Organischer Anteil [%] ³⁾ ⁴⁾	0,55 - 1,3	0,23
Bodengruppe DIN 18196	[GE] [GU]	GE, GU - GU* SU*
Einbauklasse nach LAGA ⁴⁾	Z 2, > Z 2	Z 2
Materialklasse nach EBV ⁴⁾	> BM-F3	BM-F3
Bezeichnung	Tragschicht + Kies Auffüllung + Kies	Felsersatz + Kies/ Sand Fels zersetzt bis entfestigt

¹⁾ Kennwerte wurden zum Zeitpunkt der Feldarbeiten ermittelt. In Abhängigkeit der vorherrschenden Witterungsbedingungen können die Böden veränderte Eigenschaften (Wassergehalt, Dichte, Scherfestigkeit und Zustandsformen) aufweisen.

²⁾ Kennwerte sind als Erfahrungswerte zu betrachten und mit den angewendeten Untersuchungsmethoden nicht genau bestimmbar

³⁾ als TOC-Gehalt im Rahmen der LAGA- bzw. EBV-Untersuchung bestimmt

⁴⁾ als Teilprobe untersucht

n. b. = nicht bestimmt

Tabelle 7: Bodenmechanische Kennwerte der Homogenbereiche für das Gewerk Horizontalspülbohrverfahren in Anlehnung an DIN 18324

Kennwerte	Homogenbereiche		
	H.1	H.1*	H.2
Korngrößenverteilung Ton/ Schluff/ Sand/ Kies [%]	5/20/65/15 - 0/0/5/80		0/5/30/65 - 0/0/5/75
Anteil an Steinen [%] ²⁾	0 - 15		0 - 20
Anteil an Blöcken [%] ²⁾	0 - 5		0 - 5
Anteil an großen Blöcken [%] ²⁾	0		0
Mineralogische Zusammensetzung	n. b.		n. b.
Dichte [kN/m ²] ²⁾	~ 16 - 23		~ 21 - 24
undrÄnirierte Scherfestigkeit [kN/m ²] ¹⁾	0		0
Wassergehalt [%] ^{1) 4)}	n. b.		n. b.
PlastizitÄtzzahl ¹⁾	-		-
Konsistenzzahl ¹⁾	-		-
DurchlÄssigkeit [m/s] ^{2) 4)}	2,5•10 ⁻⁷ m/s bis 1,0•10 ⁻³ m/s		2,5•10 ⁻⁷ m/s bis 4,4•10 ⁻⁴ m/s
Lagerungsdichte I _b	< 0,15 - 0,15	0,35 - 1,0	0,85 - 1,0
Kalkgehalt [%]	n. b.		n. b.
Sulfatgehalt [M-%]	n. b.		n. b.
organischer Anteil ³⁾⁴⁾	0,23 - 1,3		0,23
AbrasivitÄt	abrasiv bis stark abrasiv		stark abrasiv
Bodengruppe	[GE], [GU] GE, GU - GU* SU*		ME - VZ ME - VE
Bezeichnung	Tragschicht + Kies Auffüllung + Kies Felsersatz + Kies/ Sand sehr locker locker	Tragschicht + Kies Auffüllung + Kies Felsersatz + Kies/ Sand mitteldicht dicht sehr dicht	Fels zersetzt bis entfestigt sehr dicht

¹⁾ Kennwerte wurden zum Zeitpunkt der Feldarbeiten ermittelt. In Abhängigkeit der vorherrschenden Witterungsbedingungen können die Böden veränderte Eigenschaften (Wassergehalt, Dichte, Scherfestigkeit und Zustandsformen) aufweisen.

²⁾ Kennwerte sind als Erfahrungswerte zu betrachten und mit den angewendeten Untersuchungsmethoden nicht genau bestimmbar

³⁾ als TOC-Gehalt im Rahmen der LAGA- bzw. EBV-Untersuchung bestimmt

⁴⁾ als Teilprobe untersucht

n. b. = nicht bestimmt

6. Hydrogeologische Situation

Im Zuge der Aufschlussarbeiten am 14.03.2025 wurde in allen Aufschlüssen Grundwasser angetroffen bzw. eingemessen.

B 1

~ 3,0 m unter GOK, angetroffen und eingemessen

B 2

~ 1,1 m unter GOK, angetroffen

~ 1,4 m unter GOK, eingemessen

B 3

~ 1,3 m unter GOK, angetroffen

~ 1,5 m unter GOK, eingemessen

In Abhängigkeit von den Niederschlagsverhältnissen kann es im gesamten Untersuchungsgebiet zu einem Anstieg des Grundwasserspiegels kommen. Weiterhin ist immer mit dem Auftreten von Schichtwasser zu rechnen. Um einen genauen Bemessungswasserstand festlegen zu können, ist bei den zuständigen Fachbehörden der Grundwasserhöchststand zu erfragen.

Das Untersuchungsgebiet ist erfahrungsgemäß bzw. auf Grundlage der durchgeführten bodenmechanischen Laborversuche hydrogeologisch durch sehr gut durchlässige Tragschichtmaterialien, mäßig bis gut durchlässige gemischtkörnige Auffüllmaterialien und mäßig bis sehr gut durchlässige gemischtkörnige Zersatzmaterialien gekennzeichnet.

Folgende hydraulische Durchlässigkeiten können für die angetroffenen Böden angenommen werden:

- Tragschicht, gemischtkörnig: ~ $1,0 \cdot 10^{-3}$ (Berechnung nach HAZEN) - $1 \cdot 10^{-1}$ m/s
- Auffüllung, gemischtkörnig: ~ $1 \cdot 10^{-5}$ - $1 \cdot 10^{-3}$ m/s
- Felsersatz, gemischtkörnig: ~ $2,5 \cdot 10^{-7}$ - $4,4 \cdot 10^{-4}$ m/s (Berechnungen nach BEYER)

Erfahrungsgemäß sind die im tieferen Untergrund anstehenden angewitterten bzw. unverwitterten Gesteine grundwasserführend. Die Gebirgsdurchlässigkeit und die Strömungsrichtung des

Kluftgrundwassers ist dabei vor allem von der Anzahl und der Öffnungsweite vorherrschender tektonischer Trennfugen (Klüfte, Schieferungsfugen, Störungen) abhängig.

6.1. Betonaggressivität

Zur Beurteilung der Betonaggressivität nach DIN 4030 wurde eine Grundwasserprobe aus dem Bereich der B 2 untersucht.

Die Grundwasserprobe **B 2** ist als **mäßig betonangreifend (XA 2)** einzustufen. Der Prüfbericht der untersuchten Grundwasserprobe ist dem Bericht als Anlage 4.1 beigelegt.

6.2. Korrosionswahrscheinlichkeit gegenüber Stahl der Grundwasserprobe

Des Weiteren wurde die Grundwasserprobe hinsichtlich Korrosionswahrscheinlichkeit gegenüber Stahl untersucht.

Tabelle 8: Analysenergebnis zur Beurteilung der Grundwasserprobe

Nr.	Merkmal und Dimension	Analyseergebnis [mmol/l]	Bewertungsziffer für		Ergebnis	
			B 2	unlegiertes Eisen	verzinkten Stahl	unlegiertes Eisen
1.	Wasserart		N1	M1	N1	M1
	fließende Gewässer	X	0	-2	0	-2
	stehende Gewässer		-1	1		
	Küste von Binnenseen		-3	-3		
	anerob. Moor, Meeresküste		-5	-5		
2.	Lage des Objektes		N2	M2	N2	M2
	Unterwasserbereich		0	0		
	Wasser-/Luftbereich	X	1	-6	1	-6
	Spritzwasserbereich		0,3	-2		
3.	c (Chlorid) + 2c (Sulfat)		N3	M3	N3	M3
	< 1		0	0		
	> 1 - 5	2,3	-2	0	-2	0
	> 5 - 25		-4	-1		
	> 25 - 100		-6	-2		
	> 100 - 300		-7	-3		
	> 300		-8	-4		
4.	Säurekapazität bis pH 4,3		N4	M4	N4	M4
	< 1		1	-1		
	> 1 - 2		2	1		
	> 2 - 4	2,5	3	1	3	1
	> 4 - 6		4	0		
	> 6		5	-1		
5.	c (Ca²⁺)		N5	M5	N5	M5
	< 0,5	0,47	-1	0	-1	0
	> 0,5 - 2		0	2		
	> 2 - 8		1	3		
	> 8		2	4		
6.	pH-Wert		N6	M6	N6	M6
	< 5,5		-3	-6		
	> 5,5 - 6,5		-2	-4		
	> 6,5 - 7	6,7	-1	-1	-1	-1
	> 7 - 7,5		0	1		
	> 7,5		1	1		

▪ **Abschätzung der Korrosionswahrscheinlichkeit von feuerverzinkten Stählen in Wässern nach DIN 50929, Tab. 5**

Aus dem Analysenergebnis der Grundwasserprobe können wie folgt WD- und WL-Werte ermittelt werden:

$$WD = M 1 + M 3 + M 4 + M 5 + M 6 = -2$$

$$WL = WD + M 2 = 8$$

Die Güte der Deckschichten kann anhand nachfolgender Tabelle eingeschätzt werden:

Tabelle 9: Beurteilung der Güte von Deckschichten auf feuerverzinkten Stählen (DIN 50929)

WD- bzw. WL-Werte	Güte der Deckschichten
≥ 0	sehr gut
- 1 bis - 4	gut
- 5 bis - 8	befriedigend
< - 8	nicht ausreichend

Die Güte der Deckschichten für die untersuchte Grundwasserprobe „B 2“ ist im Unterwasserbereich noch als **gut** und im Bereich der Wasser/Luft-Grenze als **befriedigend** einzuschätzen.

▪ **Abschätzung der Korrosionswahrscheinlichkeit von unlegierten und niedriglegierten Stählen in Wässern nach DIN 50929, Tab. 7**

Folgende W0- und W1-Werte können ermittelt werden:

$$W0 = N 1 + N 3 + N 4 + N 5 + N 6 + N 3/N 4 = -3,6$$

$$W1 = W0 - N 1 + N 2 \cdot N 3 = -5,6$$

Die Korrosionswahrscheinlichkeit der Grundwasserprobe lässt sich wie folgt abschätzen:

Tabelle 10: Abschätzung der Korrosionswahrscheinlichkeit von unlegierten und niedriglegierten Stählen im Wasser (DIN 50929)

W0- bzw. W1-Werte	Mulden- und Lochkorrosion	Flächenkorrosion
≥ 0	sehr gering	sehr gering
- 1 bis - 4	gering	sehr gering
- 5 bis - 8	mittel	gering
< - 8	hoch	mittel

Für die Grundwasserprobe „B 2“ ist die Wahrscheinlichkeit für eine Mulden-/ Lochkorrosion im Unterwasserbereich als **gering** und im Bereich der Wasser/Luft-Grenze als **mittel** zu bewerten. Die Wahrscheinlichkeit für eine Flächenkorrosion ist im Unterwasserbereich als **sehr gering** sowie im Bereich der Wasser/Luft-Grenze als **gering** einzustufen.

7. Gründungstechnische Empfehlungen für die neue Trinkwasserleitung

7.1. Allgemeine Hinweise

Grundsätzlich ist bei der Bauausführung, im Hinblick auf die Verdichtungsarbeiten zu beachten, dass es zu Schwingungen und Erschütterungen im direkten Umfeld kommen kann, wobei in der Nähe befindliche Bauwerke und Straßen mitunter Schäden in Form von z. B. Rissbildungen nehmen können. Daher empfehlen wir, im Vorfeld der Baumaßnahme ein Beweissicherungsverfahren durchzuführen.

7.2. Tragfähigkeit der Böden / Gründung der Trinkwasserleitung in offener Bauweise

Gemäß derzeitigem Planungsstand wird für die Trinkwasserleitung eine Verlegung in einer Tiefe von ~ 1,5 m bis 2,0 m unter GOK angenommen. Im Bereich der geplanten Gründungstiefen wurden folgende Böden angetroffen:

Tabelle 11: Anstehende Böden in baugrundrelevanten Tiefen

Aufschluss	Verlegetiefe (m unter GOK)	Bodenansprache	BKL (VOB-Teil C: 2012)	Bemerkung
B 1	~ 1,5 - 2,0 (TWL)	Felsersatz + Kies locker bis mitteldicht	4 - 5	nach derzeitigem Kenntnisstand sind keine bodenverbessernden Maßnahmen erforderlich lokal kann eine Nachverdichtung erforderlich werden
B 2	~ 1,5 - 2,0 (TWL)	Felsersatz + Kies locker bis mitteldicht	3 - 5	nach derzeitigem Kenntnisstand sind keine bodenverbessernden Maßnahmen erforderlich lokal kann eine Nachverdichtung erforderlich werden

Entsprechend den durchgeführten Baugrunderkundungen stehen im voraussichtlichen Gründungsbe-
reich der neuen Trinkwasserleitung (~ 1,5 bis 2,0 m unter GOK) locker bis mitteldicht gelagerte ge-
mischtkörnige Felsersatzmaterialien an.

Diese mitteldicht gelagerten Materialien sind erfahrungsgemäß als ausreichend tragfähig zu bewerten.
Werden im Zuge der Bauausführung locker gelagerte Felsersatzmaterialien angetroffen, sind diese
entsprechend nachzuverdichten um eine ausreichende Tragfähigkeit zu erreichen.

Generell ist zu beachten, dass durch den Aushub aufgelockerte Bereiche entsprechend nachzuverdich-
ten sind. Treten wieder erwarten bindige Bereiche mit breiigen oder weichplastischen Konsistenzen
auf, sind diese in einer Mächtigkeit von 30 cm auszukoffern und durch eine gut verdichtbares Mineral-
gemisch oder durch Magerbeton zu ersetzen.

Bei der Verlegung der neuen Trinkwasserleitung auf den ausreichend tragfähigen bzw. gegebenenfalls
nachverdichteten Böden sollte nachfolgender max. Bemessungswert des Sohlwiderstandes nicht über-
schritten werden:

TWL: ~ 380 kN/m² (angenommen DN 100)

Bei Inanspruchnahme des max. Bemessungswertes des Sohlwiderstandes ist mit Setzungen und Setzungsdifferenzen bis ca. 1,0 cm zu rechnen.

Die Aushubsohlen sind bei Bedarf mittels des Aufbringens einer Sauberkeitsschicht vor Aufweichungen zu schützen.

Generell sind für die Bauausführung die Empfehlungen der DIN EN 1610, speziell im Hinblick auf die Rohraufgabe und Einbettung zu beachten.

7.3. Tragfähigkeit der Böden / Gründung der Trinkwasserleitung in geschlossener Bauweise

Nach aktuellem Kenntnisstand soll eine geschlossene Verlegung der neuen Trinkwasserleitung im Bohrspülverfahren in Betracht gezogen werden. Zur Verlegung der Trinkwasserleitung (DN 100) stehen in der angenommenen Verlegetiefe von ~ 1,5 m bis 2,7 m unter GOK folgende Böden an:

Tabelle 12: Anstehende Böden in baugrundrelevanten Tiefen

Aufschluss	Verlegetiefe (m unter GOK)	Bodenansprache	BKL
B 1	~ 1,5 bis 2,0	Felsersatz + Kies, locker bis mitteldicht	4 - 5
B 2	~ 1,5 bis 2,0	Felsersatz + Kies, locker bis mitteldicht	3 - 5
B 3	~ 2,5 bis 2,7	Felsersatz + Kies, mitteldicht bis dicht	3 - 5

Bei einem unterirdischen Rohrvortrieb sind die Einstufungen der anstehenden Böden nach den Bodenklassen gemäß DIN 18319 ausschlaggebend:

Tabelle 13: Beurteilung anstehender Böden hinsichtlich der Bohrbarkeit

Aufschluss	Gründungshorizont	
	Bodenart / Bodenklassen nach DIN 18319	Bohrbarkeit / Homogenbereich
B 1	Felsersatz + Kies, locker bis mitteldicht, LNW 1 - LNW 2, S 1	mittelschwer bis schwer/ H.1/ H.1*
B 2	Felsersatz + Kies, locker bis mitteldicht, LNW 1 - LNW 2, S 1	mittelschwer bis schwer/ H.1/ H.1*
B 3	Felsersatz + Kies, mitteldicht bis dicht, LNW 2 - LNW 3, S 1	schwer bis sehr schwer / H.1*

Generell können entsprechende Bohrhindernisse, wie einzelne Steine / Gerölle (Bohrbarkeitsklasse $\geq S 3$) sowie Quarziteinschlüssen innerhalb der anstehenden Böden sowie das Antreffen der Bodenklasse 6 und 7 nicht ausgeschlossen werden. Zudem kann es im Bereich stark bindiger Böden aufgrund des hohen Ton-Schluff-Anteils zu einem Verkleben der Bohrkronen kommen.

Bei der grabenlosen Verlegung der Trinkwasserleitung in einem angenommenen Tiefenbereich von $\sim 1,5$ bis $2,7$ m unter GOK (Bachsohle im Bereich B 3 bei $\sim 1,5$ m unter GOK eingemessen, daher frost-sichere Einbindetiefe mind. $1,0$ m unter Bachsohle bei dauerhafter Wasserführung des Schwarzbaches bzw. $1,2$ m unter GOK wenn keine dauerhafte Wasserführung des Baches gewährleistet werden kann) sollte ausreichend Platz für das Anlegen von Start- und Zielgruben eingeplant werden. Die richtige Wahl der Bohrkronen ist seitens der bauausführenden Firma festzulegen.

Grundsätzlich ist beim Bohrspülverfahren zu beachten, dass für die von der ausführenden Bohrfirma eingesetzte Bohrsuspension eine wasserrechtliche Unbedenklichkeitsbescheinigung bezüglich ihrer Umweltverträglichkeit vorzulegen ist. In Bereichen mit locker gelagerten, grob- bis gemischtkörnigen Böden ist mit Verlust von Bohrsuspension zu rechnen.

Des Weiteren sind die Angaben der DWA-A 125/ DVGW GW 304:2008-12 (Rohrvortrieb und verwandte Verfahren), des DVGW Arbeitsblattes GW 321 zu berücksichtigen.

Im Bereich der Oberfläche können durch die geschlossene Verlegung geringfügig Bodenverformungen entstehen, welche unter Berücksichtigung der geometrischen und geotechnischen Randbedingungen nach SCHERLE abgeschätzt werden können:

$$S_{\max} = \frac{d_a}{1 + \frac{h}{2d_a}} \cdot B_k$$

S_{\max} : Senkungsmaß an der GOK [cm]

d_a : Rohraußendurchmesser [m]

h : Überdeckungshöhe [m]

B_k : Bodenkennziffer [-]

Im Untersuchungsgebiet ergeben sich nach Berechnung der Formel nach SCHERLE nachfolgende Setzungen:

Tabelle 14: Setzungsberechnungen im Bereich der Bohrungen

Aufschluss	Untergrundverhältnisse	Bodenkennziffer B_k	Rohraußendurchmesser d_a in m	Überdeckungshöhe h in m*	erwartete Setzung nach SCHERLE
B 1/ B 2	Tragschicht + Kies, I - md Auffüllung + Kies, sl - I Felsersatz + Kies, I - md	2,5 - 3,0 3,0 - 4,0 2,5 - 3,0	~ 0,1	~ 1,4 - 1,9	~ 0,02 bis 0,05 cm
B 3	Tragschicht + Kies, I - md Auffüllung + Kies, sl - I Felsersatz + Kies, I - d	2,5 - 3,0 3,0 - 4,0 2,0 - 3,0	~ 0,1	~ 2,4 - 2,6	~ 0,01 bis 0,03 cm

Entsprechend der Berechnung nach SCHERLE ist an der Oberfläche mit geringfügigen Setzungen bis ca. 0,1 cm zu rechnen.

7.4. Sicherung der Baugruben bzw. Start- und Zielgruben

Baugruben, welche eine Tiefe von bis zu 1,25 m aufweisen, können nach DIN 4124 oberhalb des Grundwasserspiegels senkrecht geschachtet werden. Bei Aushubtiefen > 1,25 bis max. 3 m können unverbaute Baugruben oberhalb des Grundwasserspiegels wie folgt angelegt werden:

- Auffüllungen (gemischtkörnig), erdfeucht $\beta \leq 45^\circ$
- Felsersatz (gemischtkörnig), erdfeucht $\beta \leq 45^\circ$
- Felsersatz (gemischtkörnig), nass $\beta \leq 30^\circ$

Entsprechend DIN 4123 (Bild 1 - Bodenaushubgrenzen) sind bei Baugruben, welche im Lastausbreitungsbereich von Gebäuden angelegt werden, mitunter Sicherungs- und Unterfangungsmaßnahmen erforderlich. Frei geböschte Baugrubenwände sind mittels Folien vor Witterungseinflüssen zu schützen.

Entsprechend der erkundeten geologischen Situation empfehlen wir den Einsatz eines Verbaus. Nach derzeitigem Kenntnisstand kann ein nicht wasserdichter Verbau (z. B. Trägerbohlverbau oder Gleitschienenverbau) eingesetzt werden.

Voraussetzung hierfür ist die Gewährleistung der schadlosen Abführung (filterstabil) der anfallenden Wässer. Kann dies nicht gewährleistet werden, sind wasserdichte Verbauarten einzusetzen.

Das Einbringen des Verbaus hat kontinuierlich mit dem Bodenaushub zu erfolgen. Ein Hereinbrechen oder Ausspülen der Böden in die Baugrube kann so verhindert werden.

Generell gilt für alle Verbauarten:

- die Sicherheit gegen Grundbruch und hydraulischen Grundbruch der eingebrachten Baugrubensicherung ist zu gewährleisten
- zur statischen Berechnung des Verbaus (z. B. Erddruck) können die im geotechnischen Bericht angegebenen bodenmechanischen Kennwerte verwendet werden
- sollte ein Verbau eingesetzt werden, ist dieser unter Berücksichtigung der angrenzenden Bebauung erschütterungsarm einzubringen (einzupressen/einzuvibrieren)
- verformungsarme Verbauarten sind einzusetzen
- die Angaben der DIN 4124 sind zu beachten
- bei dem Rückbau der Baugrubensicherung ist die Verbindung zwischen Füllboden und Baugrubenwand zu gewährleisten
- Verbauelemente sind abschnittsweise so zu entfernen, dass der Füllboden in dem freigelegten Baugrubenbereich sofort lagenweise eingebracht und verdichtet werden kann
- Ziehen von Verbauelementen nach der Rückverfüllung ist unzulässig

7.5. Wasserhaltung

Entsprechend den durchgeführten Baugrunderkundungen werden nach derzeitigem Kenntnisstand Wasserhaltungsmaßnahmen erforderlich.

Besonders während niederschlagsreicher Witterungsperioden und während des Winterhalbjahres ist mit auftretendem Schichtwasser bzw. einem Anstieg des Grundwassers zu rechnen. Das zufließende Schicht-, Grund- und Oberflächenwasser ist vor Eintritt in das Baufeld über einen Graben oder ein Drainsystem zu fassen, in Pumpensümpfen zu sammeln und kontrolliert abzuleiten.

Generell gilt für die Wasserhaltung:

- die anfallenden Wassermengen richten sich nach der Größe der Baugrube, der Unterschreitung des Wasserspiegels sowie den aktuellen Wasserständen des Grundwassers
- der Grundwasserstand ist jahreszeitlich bedingt
- im Zuge der Wasserhaltung dürfen keine Ausspülungen auftreten
- im Hinblick auf die anfallenden Wassermengen wird empfohlen, die Baumaßnahme während einer trockenen, niederschlagsarmen Witterungsperiode und während eines Niedrigwasserstandes im Vorfluter durchzuführen

Nach dem Aushub aufgelockerte Bereiche sind bei trockenen Witterungsbedingungen entsprechend nachzuverdichten.

Die Aushubsohlen sind bei Bedarf mittels des Aufbringens einer Sauberkeitsschicht vor Aufweichungen zu schützen.

Für das gesamte Gelände ist eine Tagwasserhaltung mittels Pumpensümpfen und Schmutzwasserpumpen vorzusehen, um das ggf. auftretende Oberflächenwasser zu fassen und kontrolliert abführen zu können.

8. Wiederverwendbarkeit der Aushubmassen

8.1. Wiederverwertbarkeit unter bodenmechanischen Gesichtspunkten

Während des geplanten Bauvorhabens in Elterlein OT Schwarzbach fallen folgende Bodenmaterialien an:

Auffüllungen

Die erkundeten Tragschicht- und Auffüllmaterialien können nach derzeitigem Kenntnisstand unter bodenmechanischen Gesichtspunkten für eine Rückverfüllung im Straßenober- und -unterbau eingesetzt werden, sofern **keine** anthropogenen oder organischen Fremdbestandteile innerhalb dieser Materialien vorhanden sind. Die im Straßenoberbau einzusetzenden Materialien müssen einen Ton-Schluff-Anteil < 7 % aufweisen.

Felsersatz

Die im Untersuchungsgebiet erkundeten gemischtkörnigen mind. mitteldicht gelagerten Felsersatzmaterialien eignen sich für einen Wiedereinbau.

Für einen Wiedereinbau ist grundsätzlich zu beachten, dass einzelne Steine bzw. Gerölle (z. B. Packlager) nicht größer als 2/3 der zulässigen Schütthöhe sein dürfen. Materialien, welche einen Durchmesser von > 0,1 m aufweisen, sind im Hinblick auf eine optimale Verdichtung vor einem Wiedereinbau auszusortieren und zu zerkleinern (gemäß ZTV E- StB 17 dürfen einzelne Steine maximal einen Durchmesser von 2/3 der Einbaustärke (0,2 m) aufweisen).

Für die Rückverfüllung der Baugruben im Straßenbereich ist andernfalls ein bindigkeitsarmes, gut verdichtbares Mineralgemisch bzw. ein Material zu verwenden, das sich an der Geologie des Gebietes orientiert. Dieses Material ist ebenso wie die während der Baumaßnahme anfallenden Erdstoffe in Lagen von max. 0,3 m einzubauen und lagenweise zu verdichten.

Die für einen Wiedereinbau einzusetzenden Erdstoffe müssen grundsätzlich umwelt- und abfalltechnisch unbedenklich sein.

8.2. Wiederverwertbarkeit unter abfalltechnischen Gesichtspunkten

Aus den im Zuge der Baugrunderkundung entnommenen Asphalt-, Tragschicht-, Auffüll- und Bodenmaterialien wurden folgende Proben zusammengestellt und gemäß RuVA-StB 01, LAGA TR Boden, sowie der neuen Ersatzbaustoffverordnung (2021) analysiert.

RuVA-StB 01:

B 1 Asp

B 1/1 (Asphalt, 0,0 - 0,1 m unter GOK)

B 3 Asp

B 3/1 (Asphalt, 0,0 - 0,17 m unter GOK)

EBV + LAGA TR Boden:

B 1 Trag + A

B 1/2 (Tragschicht + Kies, 0,1 - 0,5 m unter GOK)

B 1/3 (Auffüllung + Kies, 0,5 - 1,1 m unter GOK)

B 2 Trag + A

B 2/2 (Tragschicht + Kies, 0,11 - 0,3 m unter GOK)

B 2/3 (Auffüllung + Kies, 0,3 - 0,6 m unter GOK)

B 3 Zv

B 3/4 (Felszersatz + Kies, 1,3 - 1,7 m unter GOK)

B 3/5 (Felszersatz + Kies, 1,7 - 2,5 m unter GOK)

8.2.1. Abfalltechnische Untersuchung von Asphalt

Die Bewertung von Asphaltproben erfolgt nach den Zuordnungswerten für den eingeschränkten offenen Einbau von Boden. Als Abweichung dieser Bewertung wird für den Parameter PAK für die Einbauklasse Z 1.1 ein Grenzwert von 10 mg/kg festgelegt.

In der nachfolgenden Tabelle sind die Ergebnisse der Asphaltuntersuchung gemäß LAGA-Richtlinie (Anlage 4.2) aufgeführt.

Tabelle 15: Bewertung der Asphaltuntersuchung

Probe	PAK (mg/kg)	Phenolindex (mg/L)	Naphthalin (mg/kg)	Zuordnungswert LAGA-Richtlinie	Verwertungsklasse gemäß RuVA-StB 01
B 1 Asp	n. n.	< 0,010	< 0,5	Z 0	A
B 3 Asp	3,1	< 0,010	0,5	Z 1.1	A

n. n. = nicht nachweisbar

Die Asphaltprobe **B 1 Asp** entspricht dem Zuordnungswert **Z 0**. Die Probe **B 3 Asp** ist aufgrund des PAK-Gehaltes der Zuordnungsklasse **Z 1.1** zuzuordnen.

Beide Asphaltproben können gemäß der Abfallschlüsselnummer **17 03 02** deklariert werden.

Gemäß den Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen sowie für die Verwertung von Ausbauasphalt wird die angetroffene Asphaltdecke der **Verwertungsklasse A** zugeordnet und als nicht teerhaltig eingestuft.

Für eine Verwertung des Asphalts gemäß der Verwertungsklasse A sind die Regelungen entsprechend dem "Merkblatt für die Verwendung von Ausbauasphalt und pechhaltigem Straßenaufbruch" anzuwenden.

8.2.2. Abfalltechnische Untersuchung von Materialien nach LAGA-Richtlinie

Die untersuchten Proben „B 1 Trag + A“, „B 2 Trag + A“ und „B 3 Zv“ sind gemäß der Bodenansprache als „Kiese“ zu beschreiben und dementsprechend nach den Z 0-Werten für Sand abfalltechnisch zu bewerten.

In der nachfolgenden Tabelle sind die Überschreitungparameter der in den Proben ermittelten Konzentrationen (Anlage 4.3) im Vergleich mit den entsprechenden Zuordnungswerten nach LAGA-Richtlinie (2004) dargestellt:

Tabelle 16: Bewertung der Bodenuntersuchungen nach LAGA-Richtlinie (2004)

Probe	LAGA-Richtlinie							Einbauklasse
	> Z 0 und ≤ Z 1	> Z 0 und ≤ Z 1.1	> Z 1.1 und ≤ Z 1.2	> Z 1 und ≤ Z 2	> Z 1.2 und ≤ Z 2	> Z 2		
	Feststoff	Eluat	Eluat	Feststoff	Eluat	Feststoff	Eluat	
B 1 Trag + A	TOC, Chrom, Kupfer, Nickel, Quecksilber, Zink	-	-	-	Leitfähigkeit	Arsen	Arsen	>Z 2
B 2 Trag + A	TOC, Arsen, Chrom, Kupfer, Nickel, Zink	-	pH-Wert, Leitfähigkeit	PAK, Benzo(a)-pyren	-	-	-	Z 2
B 3 Zv	-	-	-	-	Arsen	-	-	Z 2

Z 0 = uneingeschränkter Einbau

Z 1.1 = eingeschränkt, offener Einbau

Z 1.2 = eingeschränkt, offener Einbau in hydrogeologisch günstigen Gebieten

Z 2 = eingeschränkter Einbau unter definierten technischen Sicherungsmaßnahmen

> Z 2 = kein Einbau

Die Proben können mit der Abfallschlüsselnummer **17 05 04** deklariert werden.

8.2.3. Abfalltechnische Untersuchung von Bodenmaterialien nach Ersatzbaustoffverordnung

Nachfolgend sind die Parameter der in den Proben ermittelten Konzentrationen (Anlage 4.4) im Vergleich zu den Materialwerten für BM-F0* nach der Ersatzbaustoffverordnung (2021) dargestellt:

Tabelle 17: Bewertung der Bodenprobe nach der Ersatzbaustoffverordnung Anl. 1 Tab. 3

Probe	Materialklassen für Bodenmaterial gemäß Ersatzbaustoffverordnung								Materialklasse
	> BM-0*, > BM-F0* und < BM-F1		> BM-F1 und < BM-F2		> BM-F2 und < BM-F3		> BM-F3		
	Feststoff	Eluat	Feststoff	Eluat	Feststoff	Eluat	Feststoff	Eluat	
B 1 Trag + A	-	Chrom, Quecksilber, Thallium	-	Cadmium	Arsen, Kupfer, PAK ₁₅	Blei, Nickel, Zink, Leitfähigkeit	-	Arsen, Kupfer	>BM-F3
B 2 Trag + A	Arsen, TOC	Kupfer	-	Arsen	-	Leitfähigkeit	PAK	-	>BM-F3
B 3 Zv	-	Arsen	-	-	Arsen, Kupfer, Zink	-	-	-	BM-F3

* ein zu niedriger pH-Wert allein ist nicht ausschlaggebend

Die Proben **B 1 Trag + A** und **B 2 Trag + A** sind der Materialklasse **>BM-F3** zuzuordnen.

Die Probe der Felsersatzmaterialien (**B 3 Zv**) ist der Materialklasse **BM-F3** zuzuordnen.

Alle untersuchten Proben können mit der Abfallschlüsselnummer **17 05 04** deklariert werden.

9. Ergebnisse der ODL-Messungen

Im Zuge der Außenarbeiten wurden ODL-Messungen mittels eines Dosisleistungsmessers oberflächennah entlang Am Schwarzbach durchgeführt. Die Messungen der Ortsdosisleistung erfolgten hierfür beidseitig im Straßenbereich. Die nachfolgende Tabelle beinhaltet die gemessenen Werte.

Tabelle 18: Ortsdosisleistungsmessungen oberflächennah

Messwerte in nSv/h	
B 1	128
	134
	138
	140
	129
	135
	140
	119
	128
	131
	144
	142
	128
	125
B 2	118
	120
	129
	124
	130
	132
	138
	140
	144
	148
	150
	131
132	
133	
144	
148	
120	
131	
B 3	128

Des Weiteren wurden ODL-Messungen innerhalb der Aufschlüsse bis ca. 1 m Tiefe durchgeführt. Nachfolgende Werte wurden eingemessen:

Tabelle 19: ODL-Messungen innerhalb der Aufschlusspunkte

Aufschluss	Messwerte in nSv/h
B 1	118 - 122
B 2	124 - 130
B 3	134 - 138

Es ist zu beachten, dass bei den durchgeführten ODL-Messungen (Tabelle 13 und Tabelle 14) lediglich oberflächennahe kontaminierte Bereiche vermutet werden können. Diese werden erfahrungsgemäß durch die Deckschicht der Straße beeinflusst, weshalb die gemessenen Werte lediglich Orientierungswerte darstellen.

Anhand der gemessenen Ergebnisse lässt sich erkennen, dass im Untersuchungsgebiet Ortsdosisleistungen von ~ 118 bis 150 nSv/h (oberflächennah) sowie innerhalb der Aufschlusspunkte von ~ 118 bis 138 nSv/h gemessen wurden. Entsprechend den Erläuterungen zur Berechnung mit den Berechnungsgrundlagen Bergbau (BgIBb) des Bundesamtes für Strahlenschutz wurde ein Wert von ~ 170 nSv/h als durchschnittlicher Hintergrundwert in bergbaulich genutzten Anlagen angesetzt. Als Erstverdacht auf kontaminierte Bereiche gelten ODL-Werte ab 300 nSv/h.

Im Bereich Am Schwarzbach besteht somit kein Verdacht auf eventuell kontaminiertes Material und weitere Untersuchungen (z. B. Radionuklidanalyse) wurden demzufolge nicht veranlasst.

10. Schlussbemerkung

Es ist zu beachten, dass der Baugrund des geplanten Bauvorhabens punktuell mittels drei Rammkernsondierungen untersucht wurde. Es können sich daher immer Abweichungen hinsichtlich der Schichtenbeschreibung und der angegebenen Schichtgrenzen ergeben. In Anlehnung an die DIN 4020, Abschn. 4.2 gilt, dass „Aufschlüsse in Boden und Fels als Stichproben zu bewerten sind und für zwischenliegende Bereiche nur Wahrscheinlichkeitsaussagen angegeben werden können.“

Des Weiteren können anhand der untersuchten Proben nach RuVA-StB 01, LAGA und EBV belastete bzw. kontaminierte Bereiche für die komplette Baustrecke nicht ausgeschlossen werden, da die Verfahren nur stichprobenartig durchgeführt wurden. Dies gilt ebenso für die Grundwasserverhältnisse, welche stark von den vorherrschenden Niederschlagsverhältnissen abhängig sind.

Im gesamten Untersuchungsbereich kann das Auftreten von Felsmaterialien der Bodenklasse 6 und 7 nicht ausgeschlossen werden.

Ergeben sich in der weiteren Planungsphase des Bauvorhabens Änderungen, sind zusätzliche Empfehlungen eines entsprechenden Baugrundgutachters einzuholen.

Der vorliegende geotechnische Bericht ist nur in seiner Gesamtheit gültig.

Für Rückfragen stehen wir Ihnen jederzeit zur Verfügung.

büro für baugrund und geologie

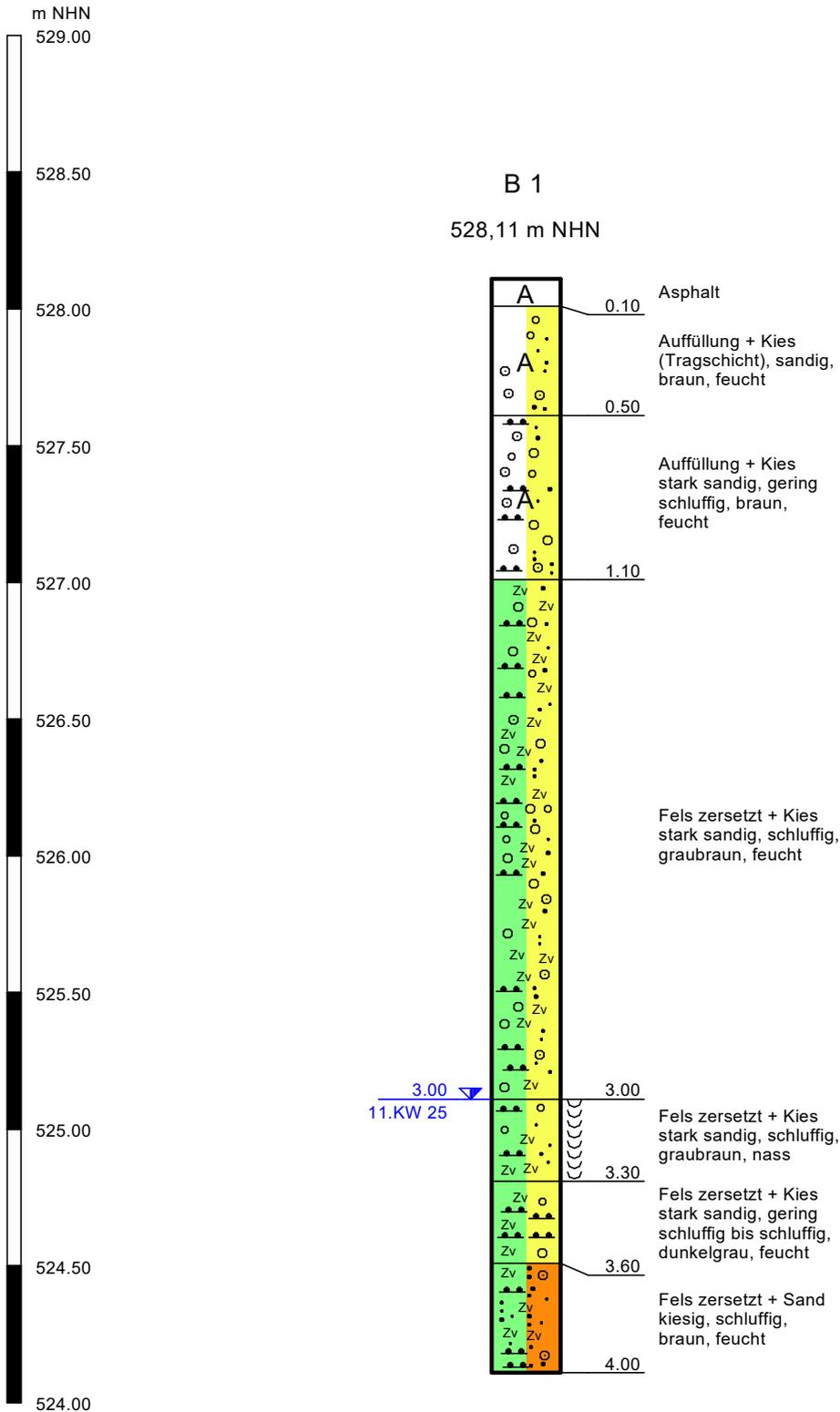
Chemnitz, 24.04.2025

Janin Geitz

Dipl.-Geol.

11. Anlagen

- Anlage 1 Lageplan mit Eintragung der Aufschlusspunkte, ohne Maßstab
- Anlage 2 Darstellung der Bohrprofile gemäß DIN EN ISO 14688
- Anlage 3 Ergebnisse der bodenmechanischen Laboruntersuchungen
- Anlage 3.1 Darstellung der Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4
- Anlage 4 Ergebnisse der chemischen Laboruntersuchungen
- Anlage 4.1 Analyse einer Wasserprobe hinsichtlich Betonaggressivität und Korrosionswahrscheinlichkeit (Prüfbericht der GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH, Freiberg, 16.04.2025)
- Anlage 4.2 Analyse von Asphalt auf Teerhaltigkeit gemäß RuVA-StB 01 (Prüfbericht der GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH, Freiberg, 07.04.2025)
- Anlage 4.3 Analyse von Tragschicht-, Auffüll- und Bodenmaterialien gemäß LAGA-Richtlinie (vorläufiger Prüfbericht der GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH, Freiberg, 23.04.2025)
- Anlage 4.4 Analyse von Tragschicht-, Auffüll- und Bodenmaterialien gemäß Ersatzbaustoffverordnung Anlage 1 Tab. 3 BM-F0* und BM-O* (vorläufiger Prüfbericht der GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH, Freiberg, 23.04.2025)
- Anlage 5 Einbaukriterien
- Anlage 5.1 Einbaukriterien nach LAGA
- Anlage 5.2 Einbaukriterien nach EBV
- Anlage 6 Fotodokumentation



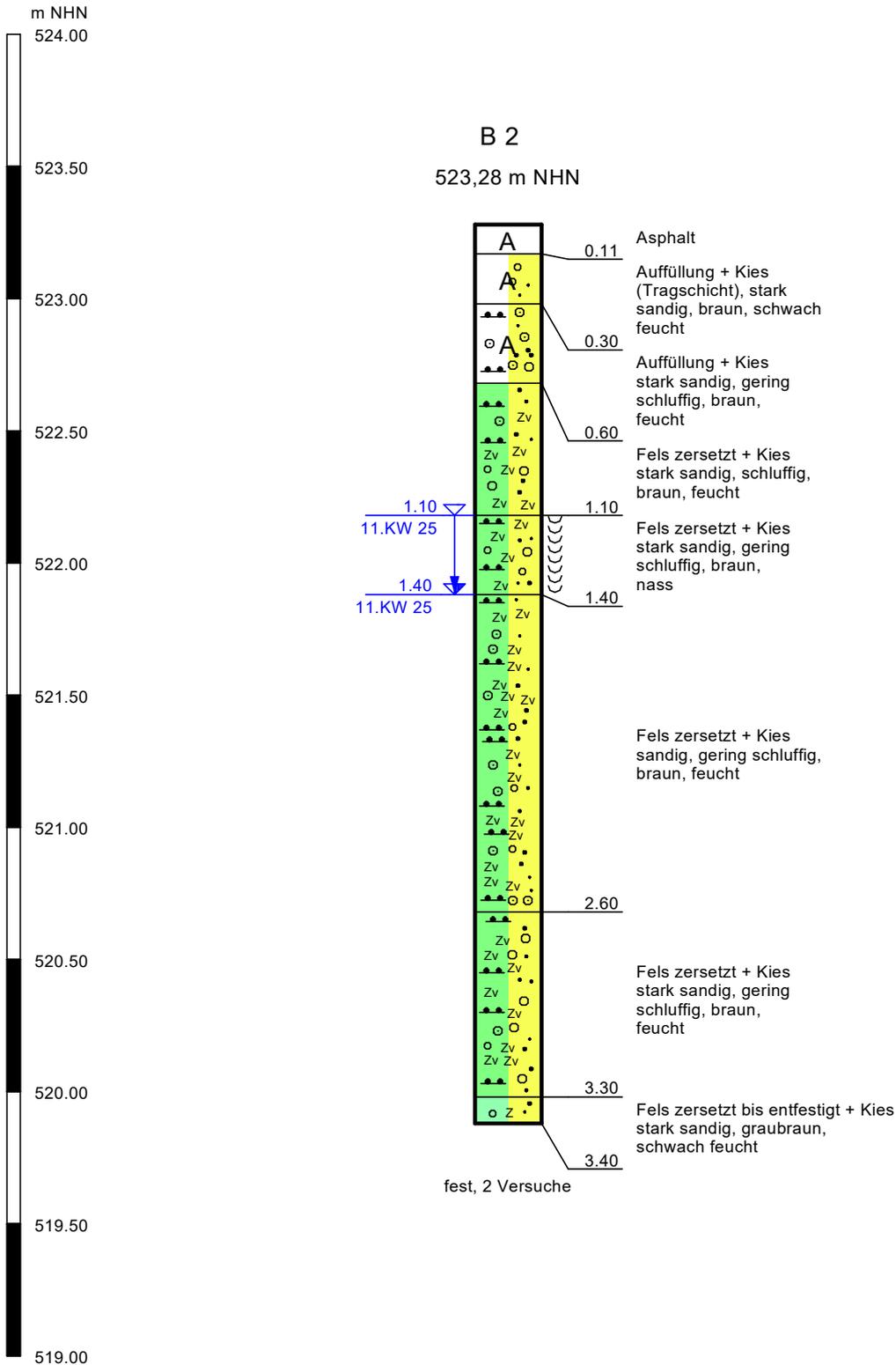
Legende

nass

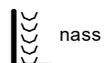
Grundwasser

3.00 m GW angetroffen
 11.KW 25

3.00 m GW nach Bohrende
 11.KW 25

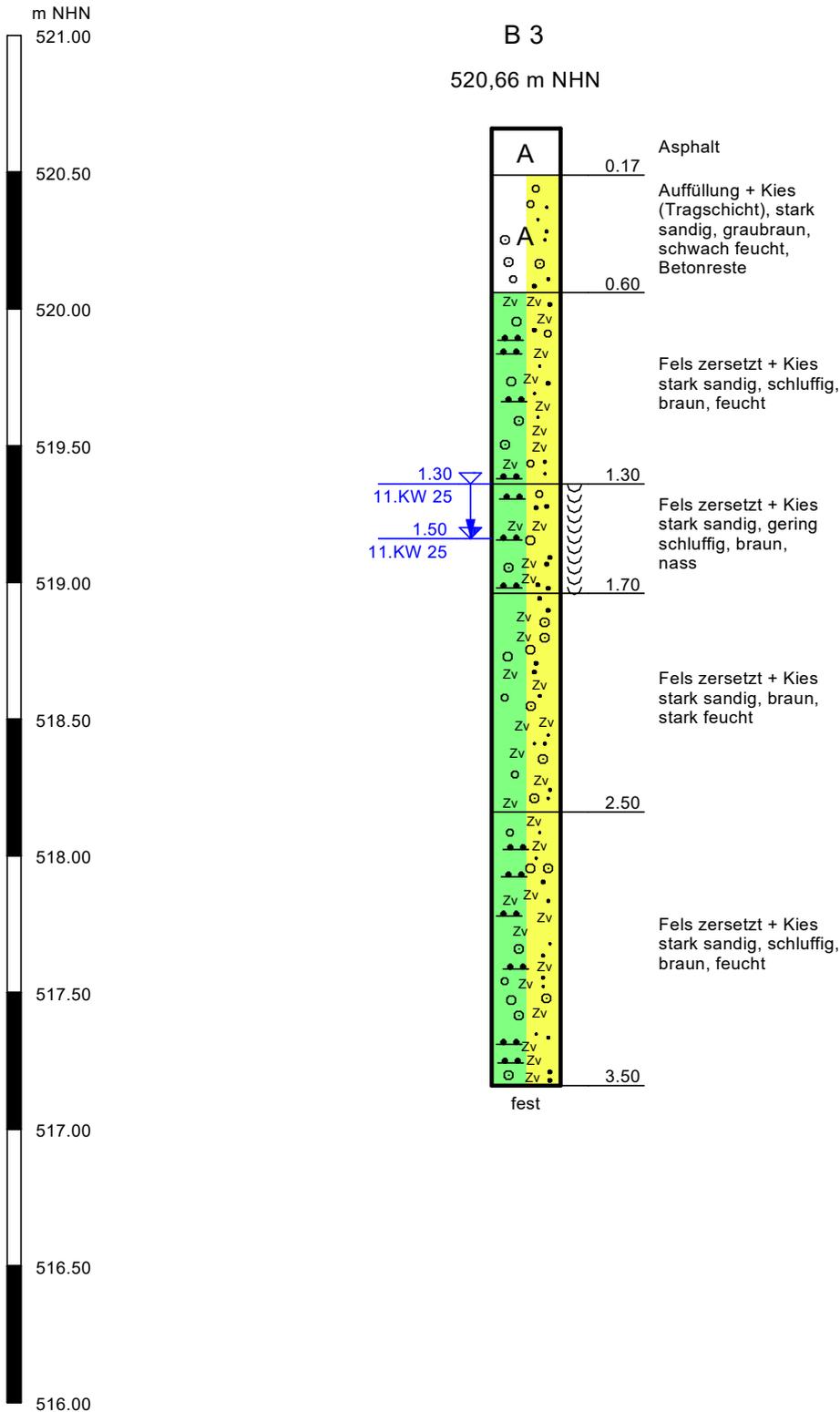


Legende



Grundwasser

1.10	GW angetroffen
1.40	GW nach Bohrende



Legende



Grundwasser

1.30	GW angetroffen
11. KW 25	
1.50	GW nach Bohrende
11. KW 25	

büro für baugrund und geologie

Alfred- Neubert- Str. 1

09123 Chemnitz

Tel.: 0371 / 31592577

Bearbeiter: Geitz

Datum: 16.04.2025

Körnungslinie

Elterlein OT Schwarzbach

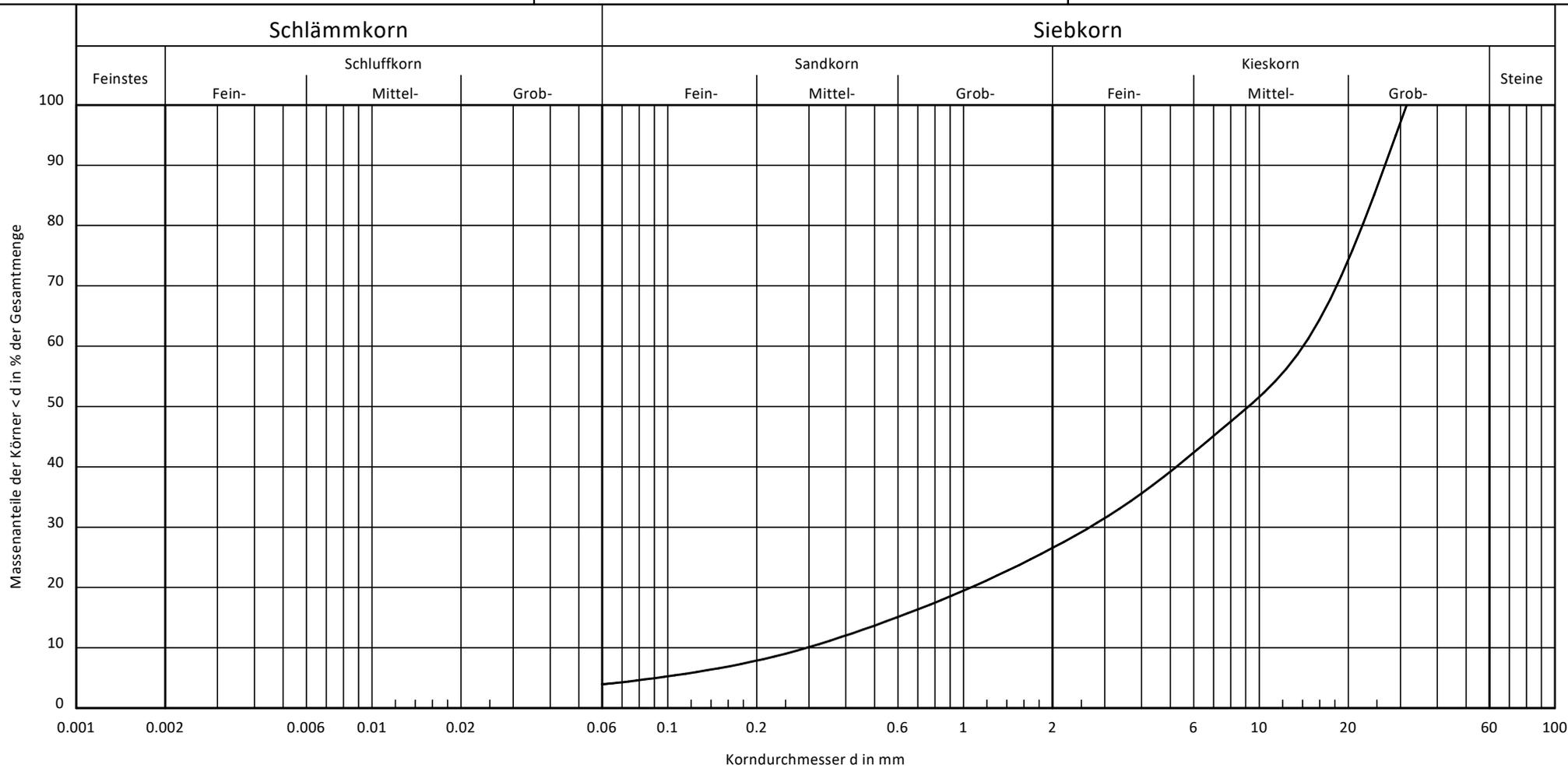
TWL Am Schwarzbach

Prüfungsnummer: BG 2025/16

Probe entnommen am: 14.03.2025

Art der Entnahme: gestört

Probenehmer: Vettermann



Bezeichnung:	B 1/2
Bodenart:	G, s
Tiefe:	0,1 - 0,5 m unter GOK
k [m/s] (Hazen):	$1.0 \cdot 10^{-3}$
Entnahmestelle:	B 1
U/Cc	47.7/1.7
T/U/S/G [%]:	- /4.0/22.6/73.4
Signatur	

Bemerkungen:

Bericht:
 BG 2025/16
 Anlage:
 3.1.1

büro für baugrund und geologie

Alfred- Neubert- Str. 1

09123 Chemnitz

Tel.: 0371 / 31592577

Bearbeiter: Geitz

Datum: 16.04.2025

Körnungslinie

Elterlein OT Schwarzbach

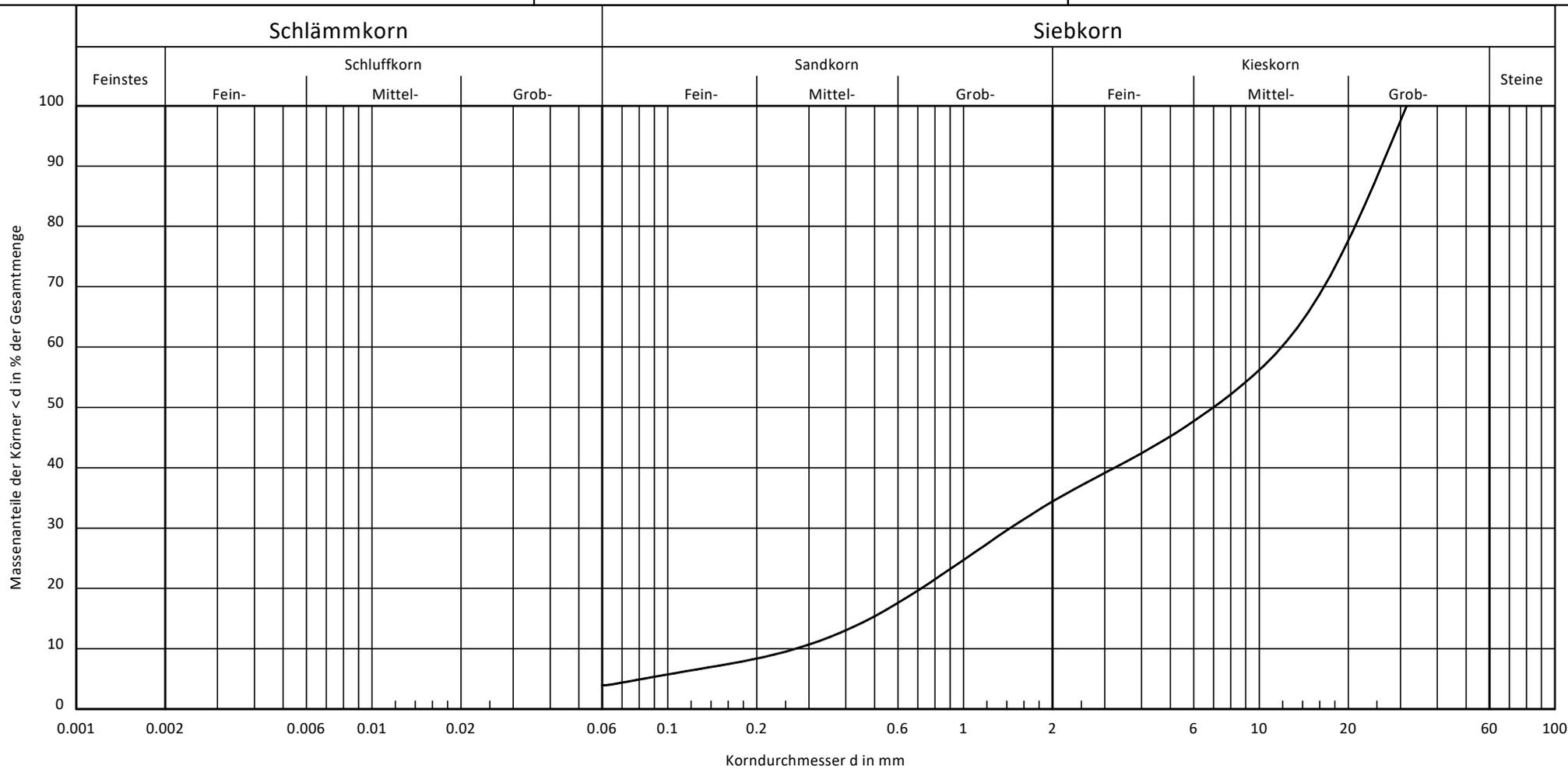
TWL Am Schwarzbach

Prüfungsnummer: BG 2025/16

Probe entnommen am: 14.03.2025

Art der Entnahme: gestört

Probenehmer: Vettermann



Bezeichnung:	B 3/5
Bodenart:	G, s
Tiefe:	1,7- 2,5 m unter GOK
k [m/s] (Beyer):	$4.4 \cdot 10^{-4}$
Entnahmestelle:	B 3
U/Cc	43.9/0.6
T/U/S/G [%]:	- /3.9/30.5/65.6
Signatur	

Bemerkungen:
Felsersatz + Kies

Bericht:
BG 2025/16
Anlage:
3.1.2

büro für baugrund und geologie

Alfred- Neubert- Str. 1

09123 Chemnitz

Tel.: 0371 / 31592577

Bearbeiter: Geitz

Datum: 16.04.2025

Körnungslinie

Elterlein OT Schwarzbach

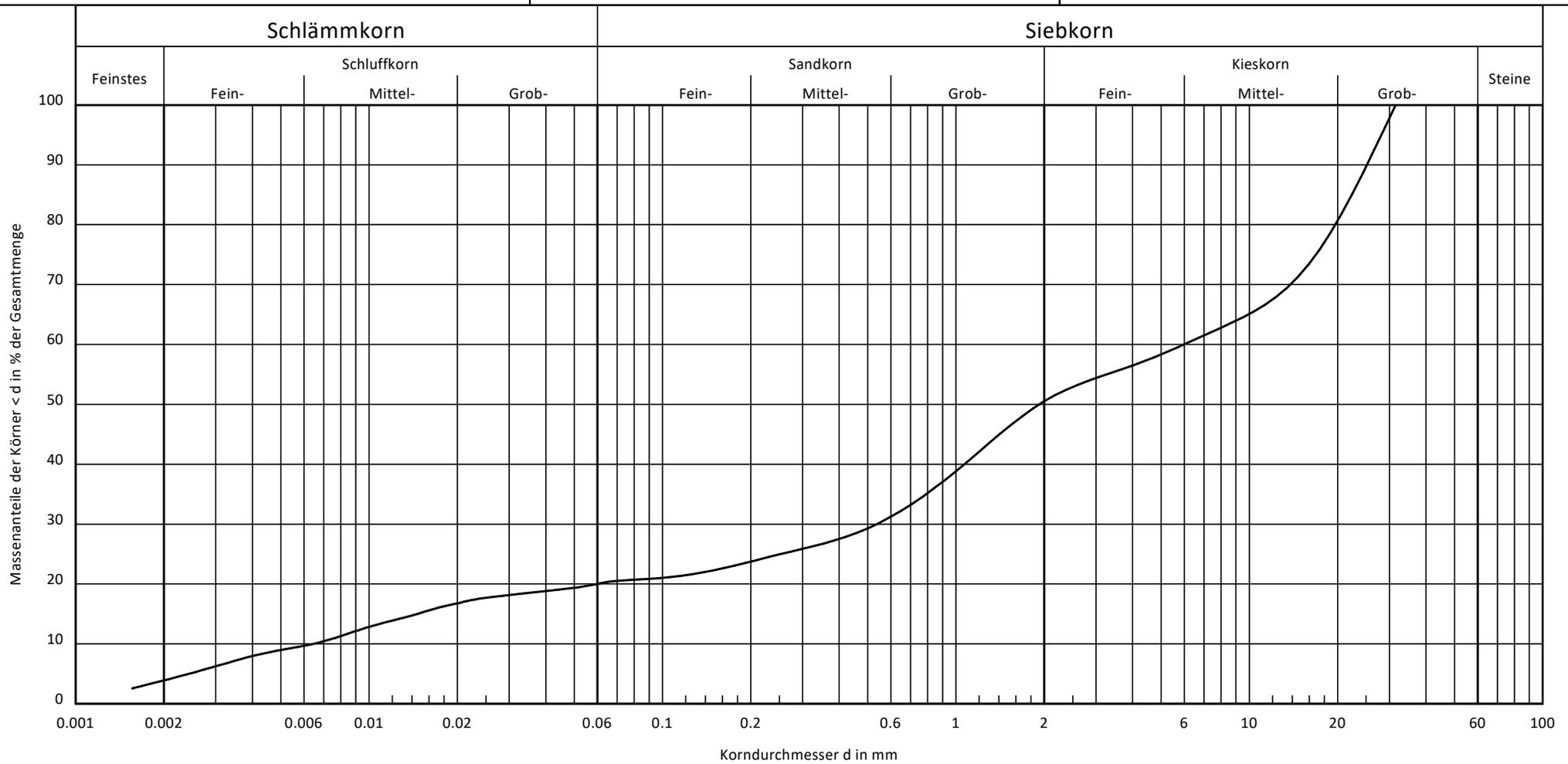
TWL Am Schwarzbach

Prüfungsnummer: BG 2025/16

Probe entnommen am: 14.03.2025

Art der Entnahme: gestört

Probenehmer: Vettermann



Bezeichnung:	B 1/4
Bodenart:	G, s, u
Tiefe:	1,1- 3,0 m unter GOK
k [m/s] (Beyer):	$2.5 \cdot 10^{-7}$
Entnahmestelle:	B 1
U/Cc	927.2/7.5
T/U/S/G [%]:	3.9/16.1/30.5/49.5
Signatur	

Bemerkungen:

Felsersatz + Kies

Bericht:
BG 2025/16
Anlage:
3.1.3

büro für baugrund und geologie

Alfred- Neubert- Str. 1

09123 Chemnitz

Tel.: 0371 / 31592577

Bearbeiter: Geitz

Datum: 16.04.2025

Körnungslinie

Elterlein OT Schwarzbach

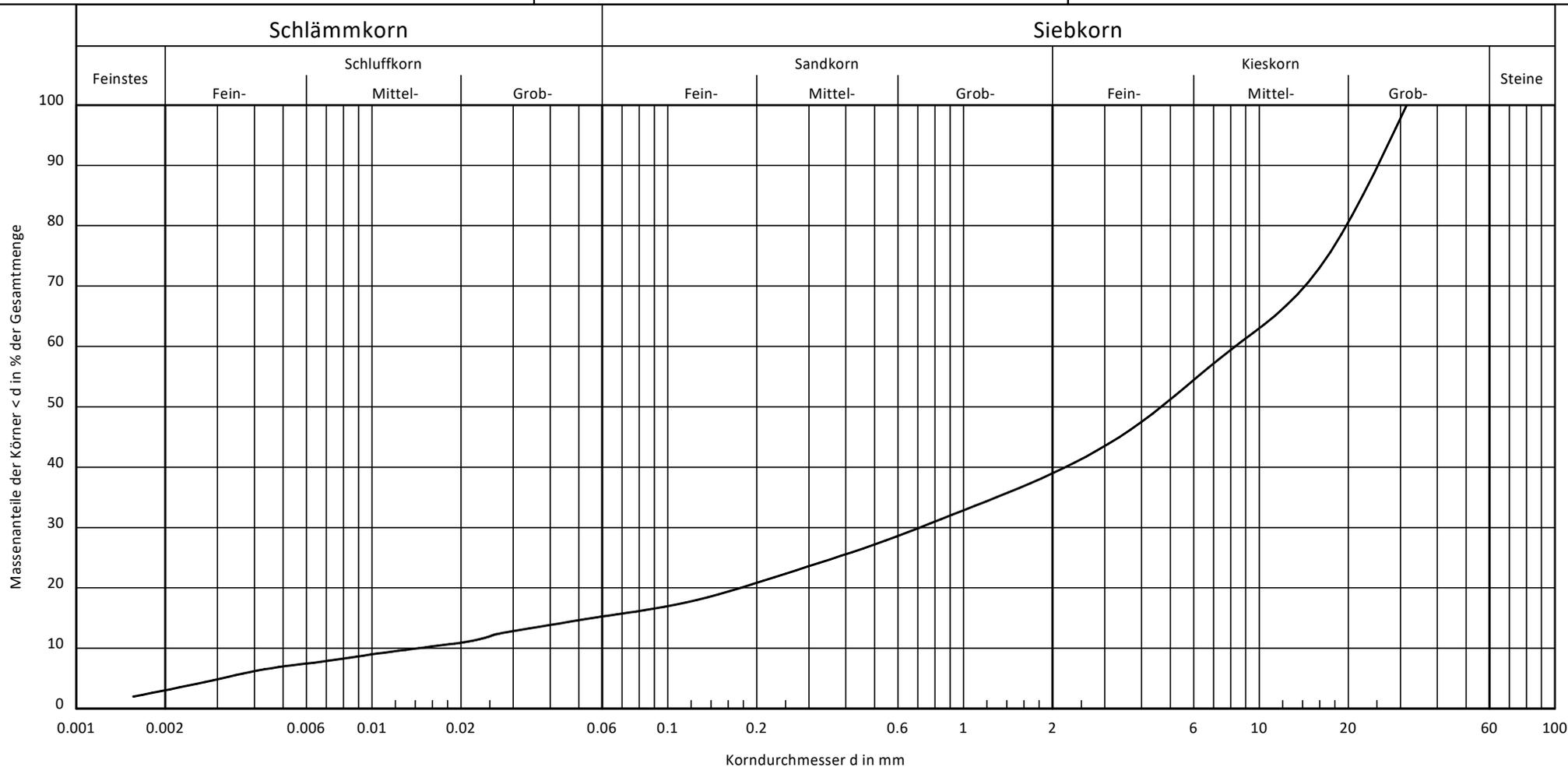
TWL Am Schwarzbach

Prüfungsnummer: BG 2025/16

Probe entnommen am: 14.03.2025

Art der Entnahme: gestört

Probenehmer: Vettermann



Bezeichnung:	B 2/6
Bodenart:	G, s, u'
Tiefe:	1,4 - 2,6 m unter GOK
k [m/s] (Beyer):	$1.2 \cdot 10^{-6}$
Entnahmestelle:	B 2
U/Cc	580.4/4.3
T/U/S/G [%]:	3.0/12.2/23.7/61.0
Signatur	

Bemerkungen:
Felszersatz + Kies

Bericht:
BG 2025/16
Anlage:
3.1.4