

**BV Neubau
Lärmschutzwand (LSW)
„Kleineschholz“**

Freiburg i. Br.

**Geotechnische Vorerkundung,
Baugrundbewertung und
Begutachtung mit Gründungsberatung**

Stand: 25. Juni 2021

Projektnr.: 20.089

Auftraggeber: Theobald + Partner Ingenieure mbB, Alte Säge 1, 79199 Kirchzarten

Dieser Bericht enthält 12 Seiten Text, 9 Anlagen und 5 Tabellen



INHALTSVERZEICHNIS

1	Veranlassung	3
1.1	Vorgehen	3
1.2	Verwendete Unterlagen	3
2	Baugrunderkundung	4
2.1	Lage des Bauvorhabens	4
2.2	Geologischer Überblick	5
2.3	Hydrogeologie	5
2.4	Untergrundaufbau	6
2.5	Bodenklassen und Bodenkennwerte	6
3	Geotechnische Beratung	8
3.1	Vorbemessung Lärmschutzwand	8
3.1.1	<i>Lastannahmen</i>	8
3.1.2	<i>Empfehlungen für die Ausführung der Pfahllängen</i>	9
3.2	Böschungsbruchsicherheit bei Flachgründung (aufgestellt und verankert)	10
3.3	Grundbruchsicherheit	11
3.4	Baugruben	11
4	Zusammenfassung	11

ANLAGENVERZEICHNIS

1	Übersichtskarte OpenStreetMap im Maßstab 1:25.000 (N+S)
2.1-2.3	Detaillagepläne mit Lage der Sondierungen und Leitungen im Maßstab 1:500 (N+S)
3	Dokumentation Rammkernsondierungen (RKS) und Schwere Rammsondierungen (DPH) im Maßstab 1:50 (N+S)
4	Übersicht Homogenbereiche mit erdstatischen Kennwerten (N+S)
5	Grundwassergleichenplan mit MHW-Situation im Maßstab 1:2.000 (Stadt Freiburg)
6	Prinzipiskizze Eidechsen-Lärmschutzwand, schematisch, ohne Maßstab (faktorgrün)
7	Querprofil der Bahn-Böschung im Maßstab 1:100 (Stadt Freiburg)
8.1	Standortsicherheitsnachweis für Bohrpfahlgründung und Stahlpfosten Lsw nach EC (N+S)
8.2	Böschungsbruchberechnung nach EC 7 (N+S)
8.3	Grundbruchberechnung nach EC 7 (N+S)
9	Protokoll der Kampfmittelvorerkundung (Hettmannsperger Bohrgesellschaft mbH)

TABELLENVERZEICHNIS

1	Angaben zum Standort
2	Angaben zu Grundwasserständen
3	Übersicht durchgeführte Feldarbeiten
4	Übersicht Homogenbereiche / baugrundtechnische Bewertung
5	Spezifische Anforderungen an Ersatzboden



1 Veranlassung

Die Stadt Freiburg plant über die Theobald + Partner Ingenieure mbB aus Kirchzarten den Bau einer Lärmschutzwand (Lsw) im zukünftigen Baugebiet „Kleineschholz“ entlang der Fahrradroute FR2 zwischen der Lehener Straße und der Sundgaullee in Freiburg. Die Wand soll als kombinierte Mauereidechsenhabitat-Lärmschutzwand auf einer Länge von ca. 300 m errichtet werden. Alternativ ist eine konventionelle Lärmschutzwand mit einer Gründung über Bohrpfähle zu bewerten. Auf der Überbauungsfläche „Kleineschholz“ soll ein neues Wohnquartier mit Park entstehen. Momentan befinden sich dort noch die Kleingärten.

Im Rahmen der hier vorgelegten Baugrunderkundung sind Angaben zum Gründungskonzept, d. h. zur zulässigen Bodenpressung bzw. nach der neuen DIN 1054:2010 dem Bemessungs-Sohlwiderstand, dem Bettungsmodul für die Bemessung einer Bodenplatte bzw. Streifenfundamentgründung, für die alternative Gründung mittels Bohrpfähle die zulässigen Spitzendruckwiderstände und die Grenzmantelreibungswerte, dem Bemessungswasserspiegel, zur Bodenverbesserung, zur Trockenhaltung der Baugrube und zur Abdichtung des Baukörpers / Bauwerks zu machen. Eine umwelttechnische Bewertung des Bodenaushubs war nicht Gegenstand des Gutachtens.

Die Ergebnisse der hier vorgelegten geotechnischen Bewertung dienen als fachplanerische Grundlage für die Tragwerksplanung sowie die Ausschreibung der Bauleistungen zur Gründung der geplanten Lärmschutzwand bzw. der dazu erforderlichen Erdarbeiten.

Die Ingenieurpartnerschaft Neumann + Schweizer in Freiburg wurde am 07.07.2021 durch die Theobald + Partner Ingenieure mbB auf Basis des Angebotes vom 17.11.2020 mit der Ausführung der erforderlichen Arbeiten beauftragt.

1.1 Vorgehen

Aufgrund des Kampfmittelverdachts im Baufeld wurde zunächst an den 3 ausgewählten Sondierpunkten je eine Schneckenbohrung zur Kampfmittelfreimessung ausgeführt. Alle Bohrpunkte wurden freigegeben (Anlage 9). Zur Bewertung der Untergrundverhältnisse wurden dann entlang der geplanten Lärmschutzwand (LSW) an den freigemessenen Punkten je eine Rammkernsondierung bis in eine Tiefe von max. 2,0 m durchgeführt, in geotechnischer Hinsicht aufgenommen und der Bodenaufbau gemäß DIN EN ISO 14688-1/2 und DIN EN ISO 14689-1 (DIN 4022 alt) protokolliert. Zur Bewertung der Lagerungsdichte wurden zusätzlich 3 schwere Rammsondierungen als DPH gemäß DIN EN ISO 22476-2 (DIN 4094 alt) bis in Tiefen von max. 4,50 m ausgeführt. Daraus wurden auf Erfahrungswerten basierend Bemessungsgrößen abgeleitet und festgelegt, Homogenbereiche ausgewiesen sowie ein standsicheres Gründungskonzept erstellt.

1.2 Verwendete Unterlagen

Vom Auftraggeber wurden unserem Büro folgende Unterlagen zur Verfügung gestellt:

- Stadt Freiburg: Lageplan Sundgaullee im Maßstab 1:500 (Stand 14.12.2020) sowie diverse Pläne: Leitungspläne, Lageplan und Schnitte Bahndamm (20.05.2021);
- Fichtner Water & Transportation: Schalltechnische Untersuchung (Stand 09/2019);
- Weiß-Ingenieure: Baugrunderkundung und Beurteilung von Niederschlagswasserversickerung (Stand 15.08.2019);
- Möhler & Partner: Erschütterungstechnisches Gutachten „Kleineschholz Nord“ (Stand 05.05.2020);



- Stadt Freiburg/faktorgrün: Projektdarstellung Gebiet Kleineschholz, Kombinierte Mauereidechsenhabitat-Lärmschutzwand – Informationsgespräch – Stand 01.10.2020.

Diese wurden durch Archivdaten aus dem Büro Neumann + Schweizer ergänzt:

- Topographische Karte, Blatt 7912 Freiburg NW, im Maßstab 1:25.000;
- Geologische Karte, Blatt 7912 Freiburg NW, im Maßstab 1:25.000;
- Karte der Erdbebenzonen und Untergrundklassen für Baden-Württemberg, Maßstab 1:350.000, inkl. Erläuterungen, Innenministerium Baden-Württemberg, Stuttgart, 2005;
- TÜRKE, H. (1999): Statik im Erdbau, 3. überarbeitete Auflage, Berlin: Ernst & Sohn;
- PRINZ, H. & STRAUSS, R. (2018): Ingenieurgeologie.- Springer Spektrum Verlag, Berlin;
- VOGT, N. (1988): „Vorschlag für die Bemessung der Gründung von Lärmschutzwänden“, Geotechnik 11, 1988, Heft 4, S. 210-214.
- WITT, K.-J., Hrsg. (2018): Grundbau-Taschenbuch (GBT) Teil 1 – 3.- Ernst & Sohn;
- DIN-Normen, technische Regelwerke bzw. Empfehlungen (an entsprechender Stelle genauer benannt).

2 Baugrunderkundung

2.1 Lage des Bauvorhabens

Das Bauvorhaben befindet sich entlang der Radvorrangroute FR2 zwischen der Sundgaullee und der Lehener Straße in Freiburg im Ortsteil Stühlinger-West und verläuft in NO-SW-Richtung. Das Gelände ist als eben zu bezeichnen. Zur westlich direkt angrenzenden DB-Trasse in Einschnittlage beträgt die Höhendifferenz ca. 6 m bei einer Böschungsnegung von ca. 34° (1:1,5). Zur Lage der Untersuchungsfläche verweisen wir auf die Übersichtskarte der Anlage 1 und den Detaillageplan der Anlage 2.

Tabelle 1: Angaben zum Standort

Gemeinde / Stadt	Freiburg
Straße	Radvorrangroute FR2
Flurstück	6388/2
TK 25	7912 Freiburg i. Br. -NW
Gauß-Krüger-Koordinaten	R: ³⁴ 12651 H: ⁵³ 18997 (ca. Mitte Radweg)
Mittlere NN-Höhe	ca. 256,10 müNN (Mittelwert Sondierungen)
Ehemalige Nutzung	Radvorrangroute FR2
Geplante Nutzung	Kombinierte Mauereidechsenhabitat-Lärmschutzwand + Radvorrangroute FR2
Lage zu Schutzgebieten	außerhalb
Lage zu Gewässern	Dreisam fließt ca. 570 m südwestlich



2.2 Geologischer Überblick

Das nahezu ebene Untersuchungsgebiet liegt im Bereich der jungquartären Niederterrasse innerhalb des Oberrheingrabens im Bereich der Freiburger Bucht. Das im Untergrund anstehende Lockergestein des Quartärs ist ca. 75 m mächtig und lässt sich in zwei Horizonte untergliedern:

Oberflächennah sind frische, d. h. unverwitterte, überwiegend schluffarme, durchlässige Kiese mit einer Mächtigkeit von bis ca. 20 m zu erwarten. Sie werden als so genannte „Jüngere Schotter“ (qJS) bzw. aktuell als Neuenburg-Formation bezeichnet (qN) und dem jüngeren Quartär (q) zugeordnet.

Darunter befinden sich schluffreiche, stark verwitterte Schotter und Sande mit einer Mächtigkeit von ca. 50 m. Die Kristallingerölle dieser alten Schwarzwaldschotter sind zum Teil zu Grus, Sand und Schluff verwittert und werden nach ihrem typischen Verbreitungsgebiet als so genannte „Breisgauschichten“ (qBS) oder „Fauler Kies“ bezeichnet und dem Alt-Quartär (q) zugeordnet. Diese Schotter sind meist als geringdurchlässig, d. h. als Grundwasserstauer einzustufen. In einer Übergangszone zwischen den beiden lithologischen Formationen sind auch durchlässigere Breisgauschichten nachgewiesen.

2.3 Hydrogeologie

Der Grundwasserleiter in der Freiburger Bucht wird durch die so genannten „jüngeren Schotter“ (qJS) bzw. aktuell der Neuenburg-Formation (qN) gebildet: frische, gut durchlässige sandige Kiese mit geringem Schluffgehalt. Mit einem hydraulischen Gefälle von ca. 12 ‰ ($i = 0,012$) fließt das Grundwasser in Richtung NNW dem Rhein als Vorfluter zu (parallel zur Dreisam bzw. dem Leopoldskanal). Der mittlere Flurabstand beträgt im Untersuchungsgebiet ca. 7 bis 9 m. Da das Gelände relativ eben ist und sich nicht in Hanglage befindet, wurde bei den durchgeführten Bohrungen kein Grundwasser angetroffen.

Gemäß dem aktuellen Grundwasser-Gleichenplan für den mittleren Grundwasserhochstand vom 11.05.2021 (Stadt Freiburg, Anlage 5) schwankt der Grundwasserstand zwischen 246,90 müNN im Nordosten und 248,00 müNN im Südwesten. An Hand der nahegelegenen Grundwassermessstelle mit LfU-Nr. 0137/119-0, die ca. 1.000 m nordöstlich des Baufeldes liegt, konnte der HHW (höchster gemessener Wasserstand) extrapoliert und festgelegt werden.

Die Auswertung der amtlichen Karten der Grundwasserhöhengleichen (LfU heute LUBW) sowie der GW- Messstelle ergaben die in der folgenden Tabelle zusammengestellten Wasserspiegellagen:

Tabelle 2: Angaben zu Grundwasserständen

	Wasserspiegel [ca. in müNN]	Δs zum Baufeld [ca. in m]	GWMS 0137/119-0 [ca. in müNN]
Niedrigstes Niedrigwasser (NNW) (extrapoliert von GWMS 0137/119-0)	244,72	+ 4,0	240,72
Mittelwasser Oktober 1986 (MW)	245,80		
Synthetischer MHW (Anl. 5)	246,90 - 248,00		
Höchster gemessener Wasserstand (HHW) (extrapoliert von GWMS 0137/119-0)	247,73	+ 4,0	243,73



Bemessungswasserspiegel (BWsp.): HHW + 0,27 m Sicherheitszuschlag	248,00		
--	---------------	--	--

Der Bemessungswasserspiegel (BWsp.) wird mittels eines Sicherheitszuschlags von 0,27 m auf den HHW festgelegt: 248,00 müNN. Damit liegt er ca. 8,10 m unter SOK des bestehenden Radweges (ca. 256,10 müNN) und ist für die Bemessung des Bauwerkes nicht relevant.

2.4 Untergroundaufbau

Die Sondierungen (RKS/DPH) wurden am 05.05.2021 durchgeführt. Die Lage der Sondierungen im Baufeld ist im Detailplan der Anlage 2 dokumentiert. Der Bodenaufbau ist den Profilen der Anlage 3 zu entnehmen.

Generell folgen im Baufeld unter dem 0,1 – 0,4 mächtigen schluffig-sandigen Mutterboden teils bindige (Homogenbereich A1), teils sandige (A2) bzw. auch kiesige Auffüllungen (A3) in weicher Konsistenz bzw. lockerer bis mitteldichter Lagerung. Die Auffüllungen reichen unterschiedlich tief in den Untergrund, bei RKS1 und RKS3 ca. 1,5 m, bei RKS2/21 ist die Auffüllung mächtiger und reicht bis ca. 2,0 bzw. 3,2 muGOK. Unterhalb der bindigen bzw. rolligen Auffüllung wurde der „Dreisamkies“ angetroffen (Homogenbereich C). Der Dreisamkies (GU/GW) ist der für die Lastabtragung geeignete, tragfähige Bodenhorizont zu bewerten. Mit Schlagzahlen von $N_{10} \gg 20$ ist er als dicht bis sehr dicht gelagert einzustufen.

Tabelle 3: Übersicht durchgeführte Feldarbeiten

Sondierung	Gelände- höhe [müNN]	Sondier- tiefe [m]	Endteufe [müNN]	Entnommene Bodenproben [m von bis]	Tragfähiger Horizont / muGOK [müNN]
RKS1/21 DPH1/21	256,15	2,0 4,0	254,15 252,15	Bo1.1 (0,0 – 0,4) Bo1.2 (0,4 – 1,0) Bo1.3 (1,0 – 1,5) Bo1.4 (1,5 – 2,0)	254,65 / -1,5
RKS2/21 SCH2/21	256,07	2,0 4,1	254,07 251,97	Bo2.1 (0,0 – 0,2) Bo2.2 (0,2 – 1,0) Bo2.3 (1,0 – 1,5) Bo2.4 (1,0 – 2,0)	253,97 / -2,1
RKS3/21 DPH3/21	256,10	2,0 4,6	254,10 251,50	Bo3.1 (0,0 – 0,1) Bo3.2 (0,1 – 0,8) Bo3.3 (0,8 – 1,4) Bo3.4 (1,4 – 2,0)	254,70 / -1,4

Bei einer Flachgründung der LSW mittels Streifenfundament ist ab der frostsicheren Einbindetiefe ein zusätzlicher Bodenaustausch von ca. 0,3 m zwingend erforderlich. Die definitive Bemessung erfolgt auf der Basis des definitiven Ausführungs- bzw. Lastenplans des Bauwerkes. Breiig-Weiche, bindige Erdstoffe sowie sehr locker bis locker gelagerte Auffüllungen sind im Lastabtragungsbereich immer zwingend auszutauschen. Die alternative Bohrpfehlgründung muss mit ausreichender Einbindung in den sehr dicht gelagerten „Dreisamkiesen“ erfolgen.

2.5 Bodenklassen und Bodenkennwerte

Bei der Ausschreibung der Erdarbeiten sowie der erforderlichen erdstatischen Berechnungen kann von den in Anlage 4 angegebenen Homogenbereichen mit den



entsprechend zugewiesenen Bodenkennwerten (charakteristische Rechenwerte) und den dort tabellarisch nach DIN 18196, 18300, 18301 und 18319 dokumentierten Boden-
gruppen und Bodenklassen ausgegangen werden. Die Festlegung der Frostschutzklas-
sen erfolgte auf der Grundlage der ZTVE-StB-17-Klassifizierung. Die Verdichtbarkeits-
klassen beziehen sich auf die ZTVA-StB in der aktuellsten Fassung.

Tabelle 4: Übersicht Homogenbereiche / baugrundtechnische Bewertung

Homogenbereiche	A1	A2	A3	C
Beschreibung Bodenhorizont	Auffüllung: Mutterboden, Schluff	Auffüllung: Sand, kiesig, schwach schluffig	Auffüllung: Kies, sandig, stark schluffig	Dreisamkies: Kies, sandig, steinig
Schichtunterkante / Tiefe [m]	0,1 – 1,0	0,8 – 2,0	1,4 – 1,5	> 15 - 20
Mächtigkeit [m]	0,1 – 1,0	0,2 – 2,0	0,5 – 0,6	15 - > 20
Konsistenz, Lagerungsdichte	weich	locker – mitteldicht	locker – mitteldicht	dicht – sehr dicht
Scherfestigkeit	sehr gering	gering bis mittel	gering bis mittel	Hoch
Setzungsempfind- lichkeit	sehr hoch	hoch	hoch	sehr niedrig
Verbreitung	durchgehend heterogen	durchgehend heterogen	durchgehend heterogen	durchgehend homogen
Geotechnische Beurteilung	zur Lastabtra- gung nicht ge- eignet	zur Lastabtra- gung bedingt geeignet	zur Lastabtra- gung bedingt geeignet	zur Lastabtra- gung geeignet
Durchlässigkeit nach DIN 18130	durchlässig	durchlässig bis schw. durchlässig	durchlässig bis schw. durchlässig	stark durchlässig

Die in den Sondierungen angetroffenen Bodenschichten können nach DIN 18 196 der bindigen Bodengruppe OH/UL sowie den rolligen und gemischtkörnigen Bodengruppen GW/GU/SU/SW/GU* zugeordnet werden. Sie werden nach DIN 18 300 je nach Steinanteil den Bodenklassen Bkl. 3 – 4 (= leicht bis mittelschwer lösbarer Boden), Steinklasse S1 < 30% Grobsteinen/Blöcken Ø 200-630 mm) zugeordnet. Die Dreisamkiese sind der Bodengruppe GW und GU, Steinklasse S1/2, Bodenklasse 4-5 zuzuordnen.

Eine Übersicht über die erdstatischen Kennwerte der angetroffenen Böden ist der Tabelle in Anlage 4 zu entnehmen. Darauf basierend sind die erdstatischen Nachweise zu führen.

Für Hinterfüllungen, Arbeitsraumverfüllungen, Geländeauffüllungen, Bodenaustausch o. ä. ist ein geeignetes Bodenmaterial der Verdichtbarkeitsklasse V1 zu verwenden. Ein evtl. einzubauender Ersatzboden hat die Kriterien der Tabelle 5 zu erfüllen. Recyclingmaterial, z. B. Brechkorn-Schottergemisch der Lieferkörnung 0/45 oder 0/32 kann, wenn es den geotechnischen Anforderungen entspricht und umwelttechnisch unbedenklich ist, alternativ für den Einbau verwendet werden.

**Tabelle 5: Spezifische Anforderungen an Ersatzboden**

Bodengruppe nach DIN 18 196	nichtbindige, grobkörnige Böden GW, GI, GE, SI, SW, SE, alternativ Brechkorn-Schotter-Gemisch 0/45 oder Magerbeton der Betongüte mindestens C12/15
Schlammkornanteil ($d \leq 0.063$ mm)	≤ 5 Gew. %
Steinanteil ($d \geq 63$ mm)	≤ 10 Gew. %
Größtdurchmesser d_{max}	≤ 100 mm, in Abhängigkeit von der Schichtdicke
Glühverlust V_{GI}	≤ 3 Gew. %
Proctordichte ρ_{Pr}	≥ 1.800 kg/m ³
Einbau und Verdichtung	lagenweise
Schütthöhe	je nach Verdichtungsgerät 20 – 40 cm
Wichte erdfeucht γ	18 – 21 kN/m ³
Scherwinkel φ'	32,5 – 35°
Kohäsion c'	(0 kN/m ²)

Die Verdichtungsanforderung liegt bei 97 % der Proctordichte. Im Bereich vom Planum bis 0,5 m darunter sind $D_{Pr} \geq 103$ % zu erreichen ($E_{v2} \geq 120$ MN/m²). Für Hinterfüllungen und unter Gründungssohlen wird generell $D_{Pr} \geq 100$ % gefordert: $D_{Pr} = 103\%$ und $E_{v2} \geq 120$ MN/m².

3 Geotechnische Beratung

3.1 Vorbemessung Lärmschutzwand

Für die Gründung der geplanten ca. 300 m langen Lärmschutzwand im Bereich der Radvorrangroute FR2 wird hier aufgrund der zum Teil oberflächennah ungünstigen Bodenverhältnisse zunächst eine Vorbemessung mittels Pfahlgründung durchgeführt. Dabei wurden die für Binnenland-Verhältnisse maßgeblichen Windlasten, ohne Druck- und Sog-Lasten aus der westlich angrenzenden DB-Trasse in Einschnittlage, berücksichtigt. Die Vorbemessung erfolgte auf der Basis der Berechnung mit der GGU-Software „GGU-Slope-Pile“ nach EC in der Version 3.04 (2017).

3.1.1 Lastannahmen

Bauwerksdaten:

Lärmschutzwandhöhe (h):	3,5 m (Annahme!)
Stahlpfostenabstand (a):	6,0 m (Annahme T+P!)
Durchmesser des Pfahles (D):	0,75 m (Annahme!)
Böschungswinkel (beta 1:1,5):	34° (1:1,5) ohne Abstand zur Grenze, konservativ gerechnet!

**Lastannahmen nach EC 7 (für BS-P, dauerhaft):**Windlast horizontal (q_w):Windzone Binnenland bei Wandhöhe $h \leq 10$ m: $q_p = 0,5 \text{ kN/m}^2$

Nach Eurocode (EC)

 $W_k(\text{Bereich B}) = 0,5 \text{ kN/m}^2 * 2,1 = \mathbf{1,05 \text{ kN/m}^2}$ $W_k(\text{Bereich D}) = 0,5 \text{ kN/m}^2 * 1,2 = 0,6 \text{ kN/m}^2$ $v_{k,max}(\text{Windbereich B-D}) = \mathbf{1,05 \text{ kN/m}^2} * 3,5 \text{ m} = 3,7 \text{ kN/m} (=3,675 \text{ kN/m})$ Vertikallast $n_{k,max} \geq 50 \text{ kN/m}$ Pfahlabstand $a = 6 \text{ m}$ Last pro Pfahlelement: $N_{k,max} = 300 \text{ kN}$ $H_o = V_{k,max} = 3,7 \text{ kN/m} * 6 \text{ m} = 22,2 \text{ kN}$ $M_{k,max} = 22,2 \text{ kN} * 3,5/2 \text{ m} = 38,9 \text{ kNm}$ **Horizontallast aus Wind $H_o = 3,7 \text{ kN/m} * 6 \text{ m} = 22,2 \text{ kN}$** **Moment $M_{k,max} = 22,2 \text{ kN} * 3,5/2 \text{ m} = 38,9 \text{ kNm}$** **Charakteristische Scherparameter (Bodenkennwerte):**

Reibungswinkel (ϕ'_k):	32° (Auffüllung)
Kohäsion (c_k):	1 kN/m ²
Wichte des Bodens (γ):	18 kN/m ³
Wandreibungswinkel (δ_k):	$\phi'_k = 32^\circ$

Berechnungsergebnisse (siehe Anlage 8.1)

Böschungsneigung β (β):	34° (33,7° = 1:1,5)
Reibungswinkel ϕ (ϕ'):	32°
Kohäsion c' kN/m ² :	1,0 kN/m ²
Wichte γ (γ'):	18 kN/m ³
Wandreibungswinkel δ (δ):	32°
Breite des Pfahles (b):	0,75 m
Teilsicherheitsbw. Erdwiderstand (γ_{Ep}):	1,4
Teilsicherheitsbw. veränderl. Einwirkungen (γ_q):	1,5
einwirkende charakteristische H_o -Last:	22,2 kN
einwirkendes charakt. Moment $M_{k,max}$:	38,9 kNm

erforderliche Pfahllänge $l = 3,64 \text{ m}$, mindestens 4 m**3.1.2 Empfehlungen für die Ausführung der Pfahllängen**

Da innerhalb der einzelnen Lärmschutzwandabschnitten oberflächennah inhomogene Auffüllungen bzw. Untergrundverhältnisse nachgewiesen sind, muß die Pfahllänge konservativ bemessen bzw. an den Untergrund angepasst bzw. generell eine sichere Einbindetiefe in den tragfähigen Untergrund festgelegt werden:

Lärmschutzwand Bau-km 0 + 000 bis 0 + 300: $\geq 4 \text{ m}$ (vorläufige Vorgabe!)



Einspannlänge in den dicht bis sehr dicht gelagerten „Dreisamkiesen“ mindestens 1 Meter.

Berechnungsgrundlagen

Das Programmsystem GGU-SLOPE-PILE basiert auf den Ergänzungen zu den *Zusätzlichen Technischen Vorschriften und Richtlinien für die Ausführung von Lärmschutzwänden an Straßen (ZTV-Lsw 88) der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV): Entwurfs- und Berechnungsgrundlagen für Bohrpfehlgründungen und Stahlpfosten von Lärmschutzwänden an Straßen (Ausgabe 1997)*.

Die Berechnung von Pfählen in Böschungen erfolgt gemäß ZTV-Lsw nach einem von Voigt beschriebenen Verfahren, das den räumlichen Erdwiderstand nachbildet (s. Lit.-V.). Nach EC im Unterschied zu Voigt geht die Kohäsion ohne Abminderungsfaktor ein und der Wandreibungswinkel wird mit dem Reibungswinkel gleichgesetzt.

3.2 Böschungsbruchsicherheit bei Flachgründung (aufgestellt und verankert)

An Hand aktueller Böschungsprofile aus dem direkt nach Westen angrenzenden Einschnitt der DB-Trasse konnte die Böschungsneigung mit maximal ca. 34° (1 : 1,5) ermittelt werden (siehe Anlage 7). Diese Neigung entspricht den Empfehlungen der DB-Richtlinie aus dem Jahre 1985. (DB-Vorschrift für Erdbauwerke DS 836: Einschnitt in grobkörnigen, rolligen Böden der Bodengruppe GW, GI, GE, SI, SW und SE mit einer Einschnitttiefe von maximal 0-12 m. Die Überprüfung der Böschungsbruchsicherheit mit der GGU-Software GGU-STABILITY in der Version 13.05 (2019) ergab über eine Rückwärtseichung im labilen Gleichgewichtszustand für BS-P einen Ausnutzungsgrad von $\mu = 0,99$ (=99%, siehe Anlage 8.2). Da die geplante Lärmschutzwand im ungünstigsten Fall als Flachgründung mit ca. 1 Meter Abstand zur Böschungskrone und mit einer Einbindetiefe von mindestens ca. 0,8 Meter frostsicher ausgeführt wird, konnte rechnerisch nachgewiesen werden, dass die Gründung des Bauwerks die Böschungsstandsicherheit nicht vermindert bzw. negativ beeinträchtigt. Dabei wurden Kantenpressungen angesetzt, die einer außermittigen Belastung mit $e = R/6$ (Kernrand) entsprechen: Verdopplung der charakteristischen Sohleinwirkung!

Bauwerksdaten:

Lärmschutzwandhöhe (h): 3,5 m (Annahme!)
Böschungswinkel (beta 1:1,5): 34°
Bauwerk mit 1 m Abstand zur Böschung!

Lastannahmen nach EC 7 (für BS-P):

Windlast horizontal (q_w):

Windzone Binnenland bei Wandhöhe $h \leq 10$ m $q_p = 0,5$ kN/m²

Nach Eurocode (EC)

$W_k(\text{Bereich B}) = 0,5$ kN/m² * 2,1 = **1,05 kN/m²**

$W_k(\text{Bereich D}) = 0,5$ kN/m² * 1,2 = 0,6 kN/m²

$v_{k,max}$ (Windbereich B-D) = **1,05 kN/m²** * 3,5 m = 3,7 kN/m (=3,675 kN/m)

Horizontallast aus Wind $H_o = 3,7$ kN

Moment $M_{k,max} = 3,7$ kN * 3,5/2 m = 6,5 kNm

Vertikallast $n_{k,max} \geq 52,5$ kN/m



Fundamentbreite $b = 1,5 \text{ m}$

Charakteristische Sohleinwirkung: $\sigma_{E,\max,G} = 52,5 \text{ kN/m} / 1,5 \text{ m} = 35 \text{ kN/m}^2$

Charakt. Sohleinwirkung aus Wind: $\sigma_{E,\max,Q} = 3,7 \text{ kN/m} / 1,5 \text{ m} = 2,5 \text{ kN/m}^2$

Charakteristische Gesamt-Sohleinwirkung: $\sigma_{E,\max,G+Q} = 37,5 \text{ kN/m}^2$

Maximale Kantenpressung $\sigma_{E,\max,\text{kant}} = 37,5 * 2 = 75 \text{ kN/m}^2$

Die ungünstigen Gleitkreise verlaufen oberflächennah und schneiden die Gründungsebene nicht! **Bei der Durchführung der Baumaßnahme ist eine Beweissicherung des Böschungsverlaufs zu empfehlen. Im Bereich der Böschungskrone und am Böschungsfuß sind entsprechende Roller-Barrieren einzurichten, die eine Beeinträchtigung der Gleislage durch Roller verhindern müssen. Die Vorschriften der Bahn (Ril 836) sind entsprechend zu beachten. Die Maßnahmen sind mit der DB AG im Vorfeld abzustimmen und durch diese freizugeben.**

3.3 Grundbruchsicherheit

In der Anlage 8.3 ist der Nachweis zur Grundbruchsicherheit nach EC 7 dokumentiert. Unter Berücksichtigung der angrenzenden Böschung zur DB-Trasse mit einem Abstand von 1,0 m, einer Fundamentbreite von 1,5 m und einer Einbindetiefe von 0,8 m in Verbindung mit einem minimalen Bodenaustausch von 0,3 m, kann die Grundbruchsicherheit für die Bemessungs-Situation BS-P nachgewiesen werden. Die Setzungen liegen rechnerisch im Bereich von 4-5 mm ($\ll 1 \text{ cm}$) bei einem Bettungsmodul von 15 – 20 MN/m³. Für die vorläufige Bemessung darf eine k_s -Wert von 15 MN/m³ angesetzt werden.

3.4 Baugruben

Freie Baugrubenböschungen sind je nach bodenmechanischen Eigenschaften des örtlichen Untergrunds nur bis zu einem bestimmten Grenzneigungswinkel ohne Verbau ausreichend standsicher. Grundsätzlich sind bei der Planung und Ausführung von Baugruben die Angaben der DIN 4124 (Baugruben und Gräben, Böschungen, Arbeitsraumbreiten, Verbau) zu beachten.

Eine temporäre offene Wasserhaltung zum Leerpumpen von Baugruben und zum Trockenhalten des Erdplanums bzw. des durch den eventuell erforderlichen Bodenaustausch vertieften Erdplanums nach Starkniederschlagsereignissen ist vorzuhalten: Flächen-Filterkiesdränage mit Filterkieskörnung 8/16 mit Pumpensämpfen (Schmutzwasserpumpen $Q < 3 - 5 \text{ l/s}$).

4 Zusammenfassung

Unter Berücksichtigung der vorliegenden Untersuchungsergebnisse und der daraus ableitbaren erdstatischen Kennwerte und vorgeschlagenen erdbau- und gründungstechnischen Maßnahmen kann die geplante Lärmschutzwand mittels Flachgründung in Verbindung mit einem Schotterpolster als Bodenaustauschhorizont standsicher und setzungsarm und damit gebrauchstauglich hergestellt werden.

Die geplante ca. 300 m lange Lärmschutzwand kann alternativ auf Bohrpfählen mit einer Mindestlänge von 4 m und mind. 1 Meter Einbindung in den dicht gelagerten Dreisamkies gegründet werden.

Sollten bei der Öffnung der Baugrube bzw. beim Herstellen notwendiger Fundamentsohlflächen Abweichungen von den o. g. erdstatischen Annahmen zu Tage treten, ist der



Bodengutachter hinzuzuziehen. Wir empfehlen für die Freigabe der Baugrube bzw. für das Rohplanum eine fachtechnische Abnahme durch den Bodengutachter.

Vor der Ausführung sind die vorläufigen Aussagen zur Standsicherheit durch entsprechende Grundbruchsicherheits- und Setzungsberechnungen auf der Basis des definitiven Ausführungs- bzw. Lastenplans nachzuweisen. Sämtliche Höhenangaben sind entsprechend zu verifizieren und falls erforderlich an die hier beschriebenen Untergrundverhältnisse entsprechend anzupassen.

Neumann + Schweizer
Ingenieurpartnerschaft

Freiburg, 25.06.2021



Dr. Thomas Schweizer
Dipl.-Geol., BI IngK B-W



Anlage 1

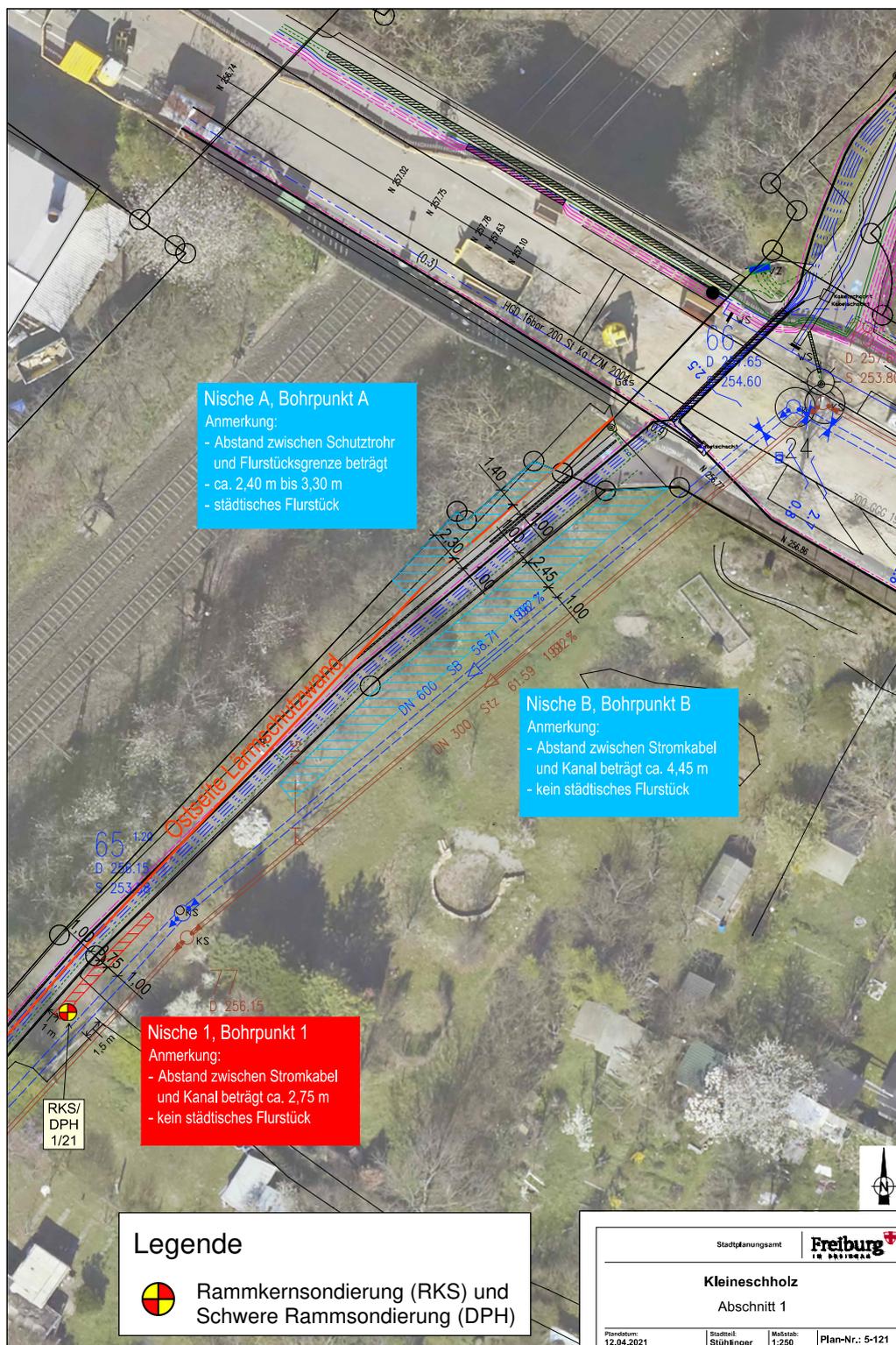


Projekt: 20.089 BV Neubau LSW Kleinescholz, Freiburg

Karte: Open Street Map

Maßstab: 1 : 25.000





Nische A, Bohrpunkt A
 Anmerkung:
 - Abstand zwischen Schutzrohr
 und Flurstücksgrenze beträgt
 - ca. 2,40 m bis 3,30 m
 - städtisches Flurstück

Nische B, Bohrpunkt B
 Anmerkung:
 - Abstand zwischen Stromkabel
 und Kanal beträgt ca. 4,45 m
 - kein städtisches Flurstück

Nische 1, Bohrpunkt 1
 Anmerkung:
 - Abstand zwischen Stromkabel
 und Kanal beträgt ca. 2,75 m
 - kein städtisches Flurstück

Legende

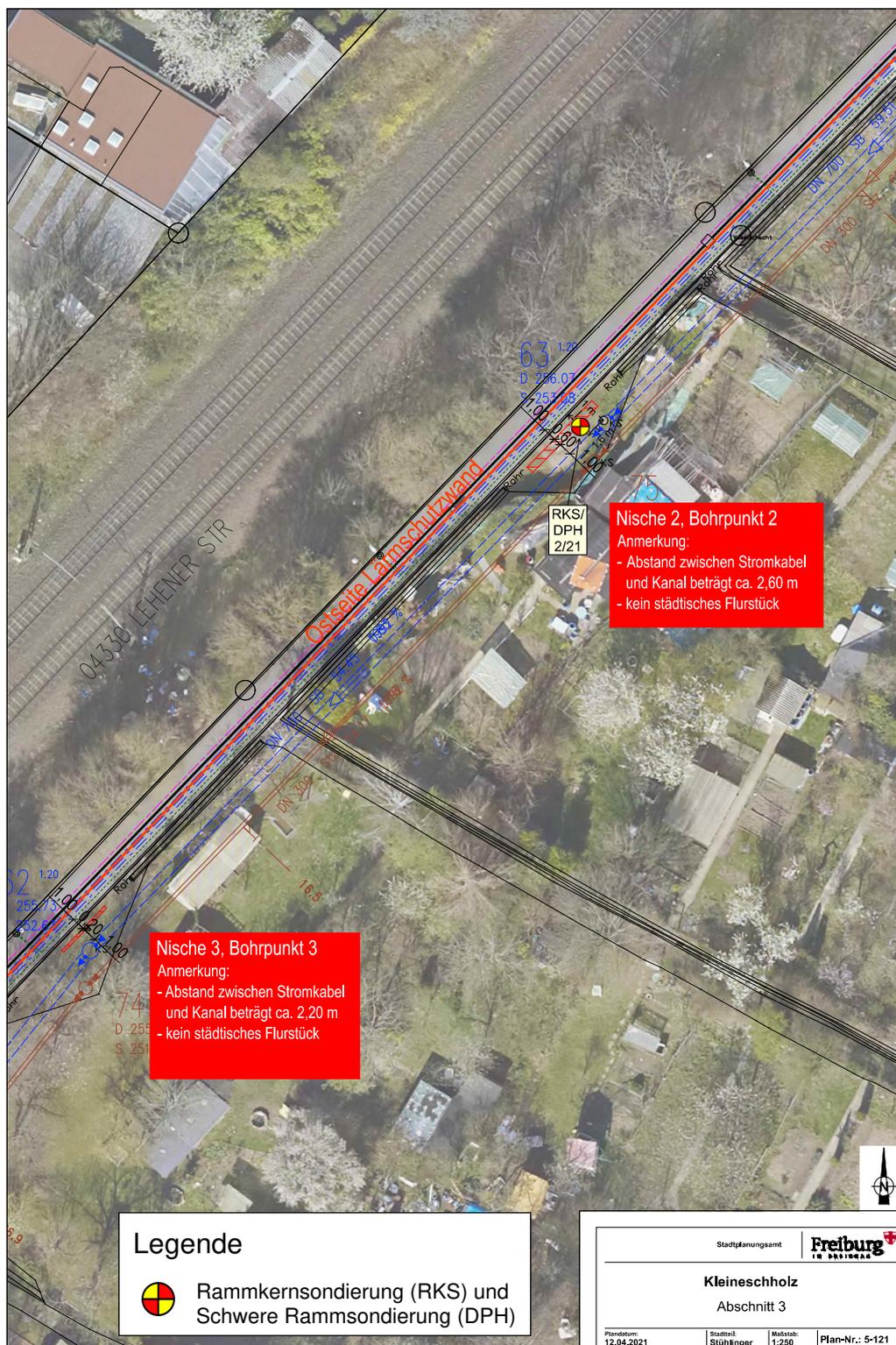
 Rammkernsondierung (RKS) und
 Schwere Rammsondierung (DPH)

Stadtplanungsamt **Freiburg**
 im bbs/bau

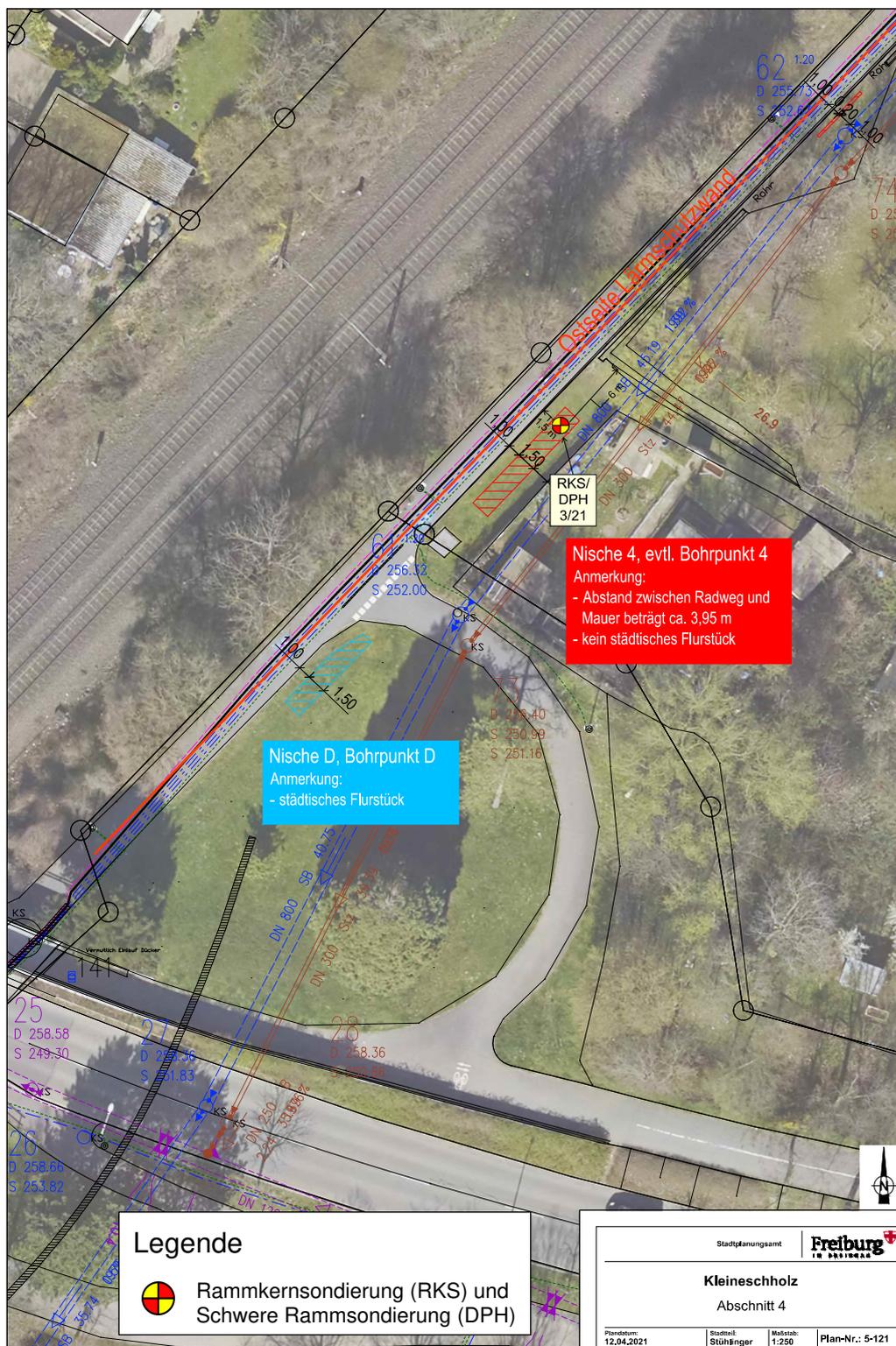
Kleineschholz
 Abschnitt 1

Planndatum: 12.04.2021 | Stadtteil: Stühlinger | Maßstab: 1:250 | Plan-Nr.: 5-121

 Ingenieurpartnerschaft Neumann + Schweizer	Projekt: 20.089 BV Neubau LSW Kleineschholz, Freiburg	Titel: Detaillageplan Sondierung RKS/DPH1/21		
	Auftraggeber: Theobald + Partner Ingenieure mbB, Alte Säge 1, 79199 Kirchzarten	Bearbeiter: KF	Datum: 11.05.2021	
		Zeichner:	Datum:	
		Maßstab: 1 : 500	Anlage 2.1	



 Ingenieurpartnerschaft Neumann + Schweizer	Projekt: 20.089 BV Neubau LSW Kleineschholz, Freiburg	Titel: Detaillageplan Sondierung RKS/DPH2/21	
	Auftraggeber: Theobald + Partner Ingenieure mbB, Alte Säge 1, 79199 Kirchzarten	Bearbeiter: KF	Datum: 11.05.2021
		Zeichner:	Datum:
		Maßstab: 1 : 500	Anlage 2.2

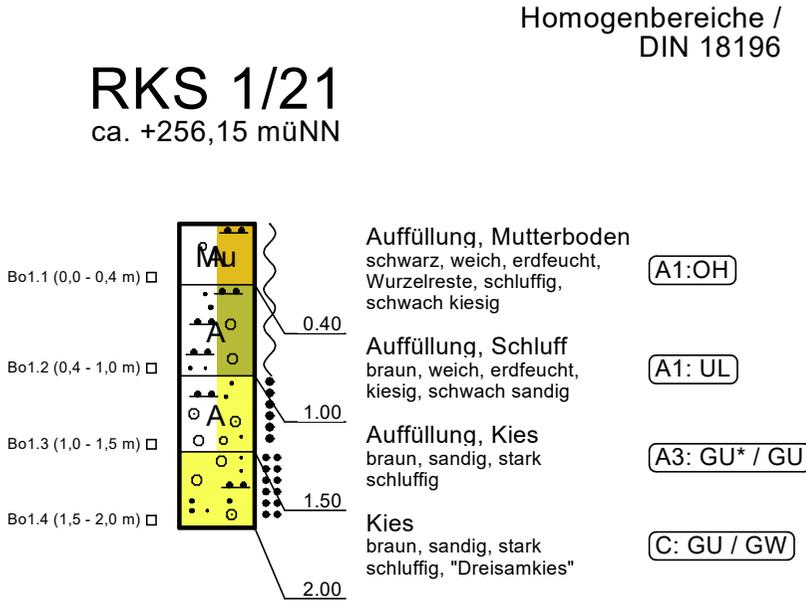
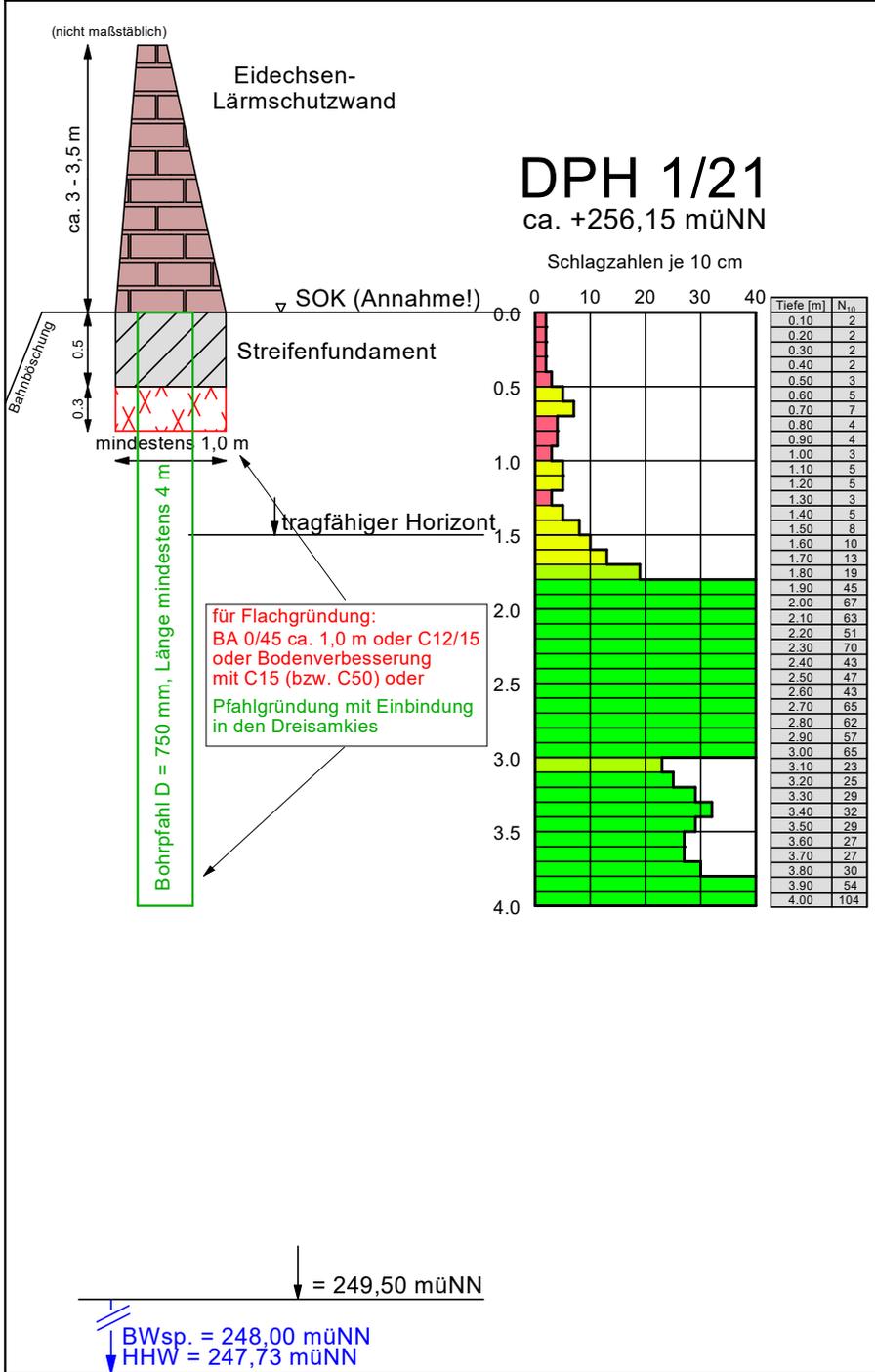


Legende

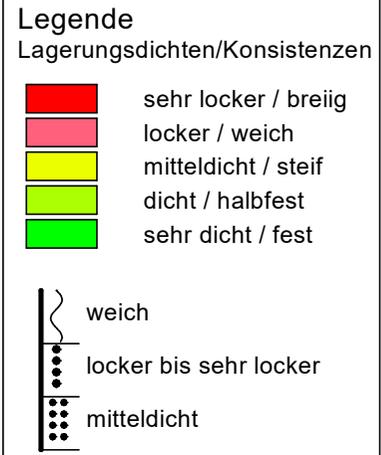
 Rammkernsondierung (RKS) und Schwere Rammsondierung (DPH)

Stadtplanungsamt **Freiburg**
 Kleineschholz
 Abschnitt 4
 Pfanddatum: 12.04.2021 | Stadtteil: Stühlinger | Maßstab: 1:250 | Plan-Nr.: 5-121

 Ingenieurpartnerschaft Neumann + Schweizer	Projekt: 20.089 BV Neubau LSW Kleineschholz, Freiburg	Titel: Detaillageplan Sondierung RKS/DPH3/21	
	Auftraggeber: Theobald + Partner Ingenieure mbB, Alte Säge 1, 79199 Kirchzarten	Bearbeiter: KF	Datum: 11.05.2021
		Zeichner:	Datum:
		Maßstab: 1 : 500	Anlage 2.3

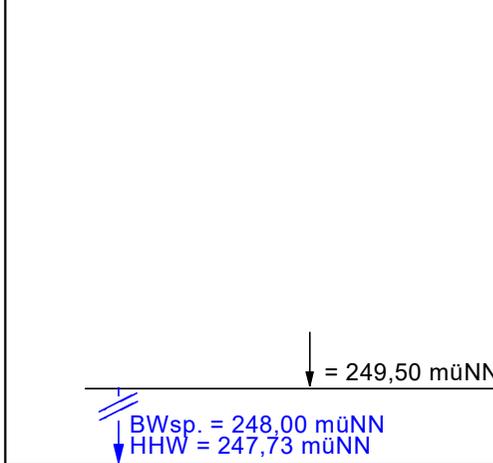
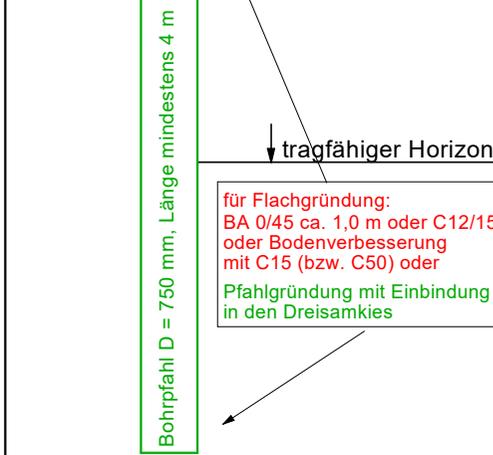
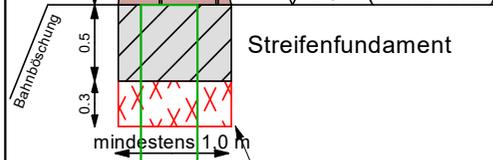
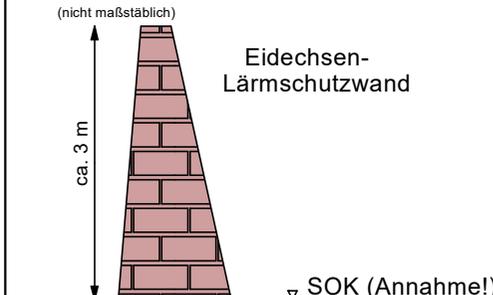


**Ingenieurpartnerschaft
Neumann + Schweizer**
Nelly-Sachs-Str. 1
79111 Freiburg i. Br.
Tel.: 0761 4562769
Fax: 0761 45369936
info@neumann-schweizer.de
www.neumann-schweizer.de



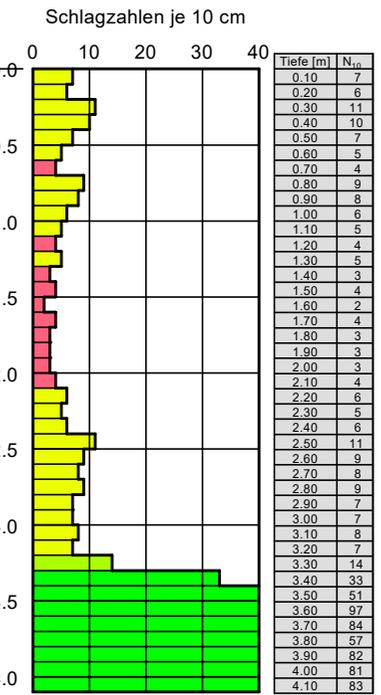
Grundwasserhochstände [müNN]
BWsp. = 248,00
HHW = 247,73
MHW = 246,9 - 248,0
MW = 245,80
NNW = 244,72

Maßstab: 1 : 50
Datei: 20.089 A3 RKS_DPH1_21.bop
Datum: 25.06.2021
Uhrzeit: 09:38:58



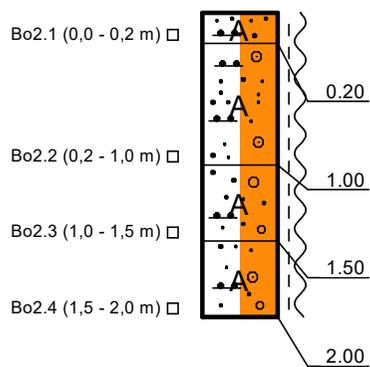
DPH 2/21

ca. +256,07 müNN



RKS 2/21

ca. +256,07 müNN



- Bo2.1 (0,0 - 0,2 m) □ Auffüllung, Sand braun, Wurzelreste, kiesig, schwach schluffig (A2: SU / SW)
- Bo2.2 (0,2 - 1,0 m) □ Auffüllung, Sand braun, kiesig, schwach schluffig (A2: SU / SW)
- Bo2.3 (1,0 - 1,5 m) □ Auffüllung, Sand braun, kiesig, schwach schluffig (A2: SU / SW)
- Bo2.4 (1,5 - 2,0 m) □ Auffüllung, Sand braun, kiesig, schwach schluffig (A2: SU / SW)

"Dreisamkies"

Homogenbereiche /
DIN 18196

**Ingenieurpartnerschaft
Neumann + Schweizer**
Nelly-Sachs-Str. 1
79111 Freiburg i. Br.
Tel.: 0761 4562769
Fax: 0761 45369936
info@neumann-schweizer.de
www.neumann-schweizer.de

Legende

Lagerungsdichten/Konsistenzen

- sehr locker / breiig
- locker / weich
- mitteldicht / steif
- dicht / halbfest
- sehr dicht / fest
- weich - steif

Grundwasserhochstände [müNN]
BWsp. = 248,00
HHW = 247,73
MHW = 246,9 - 248,0
MW = 245,80
NNW = 244,72

Maßstab: 1 : 50

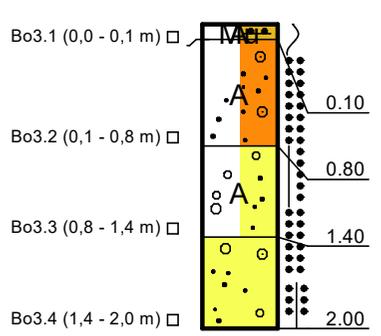
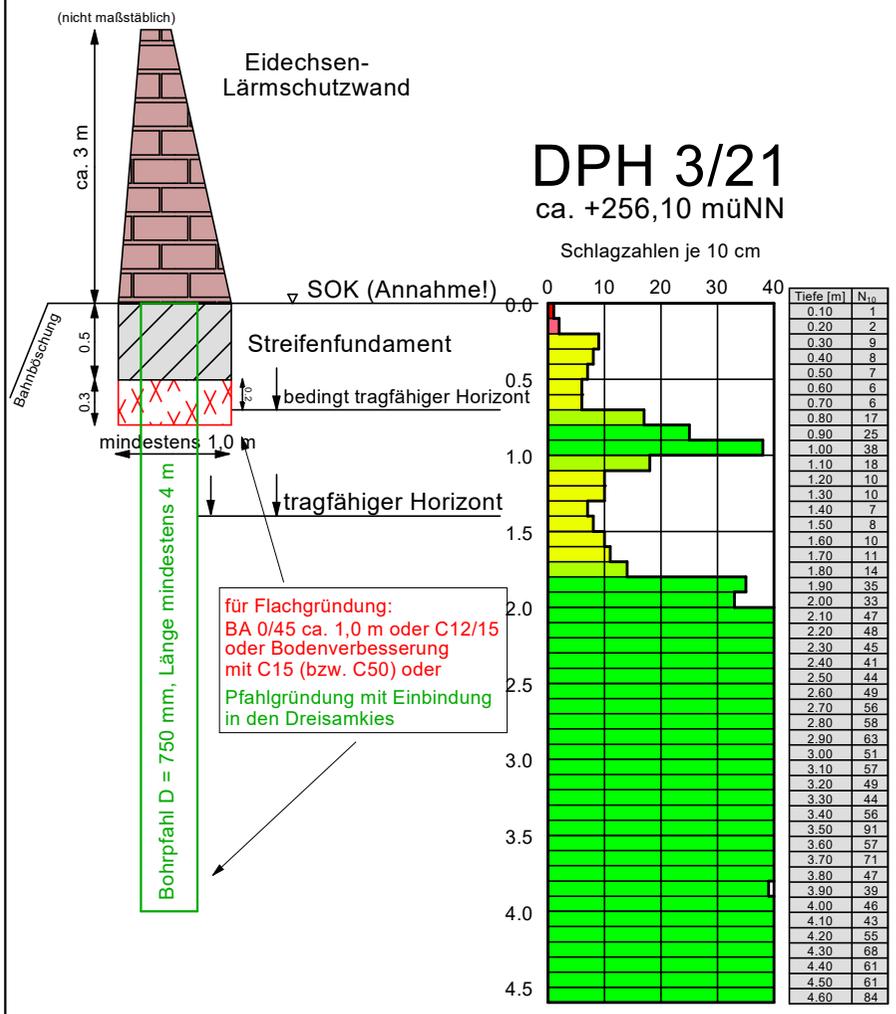
Datei: 20.089 A3 RKS_DPH2_21.bop
Datum: 25.06.2021
Uhrzeit: 09:38:54

**Ingenieurpartnerschaft
Neumann + Schweizer**
 Nelly-Sachs-Str. 1
 79111 Freiburg i. Br.
 Tel.: 0761 4562769
 Fax: 0761 45369936
 info@neumann-schweizer.de
 www.neumann-schweizer.de

Homogenbereiche /
DIN 18196

DPH 3/21
ca. +256,10 müNN

RKS 3/21
ca. +256,10 müNN



Legende
Lagerungsdichten/Konsistenzen



Grundwasserhochstände [müNN]
 BWsp. = 248,00
 HHW = 247,73
 MHW = 246,9 - 248,0
 MW = 245,80
 NNW = 244,72

Maßstab: 1 : 50

Datei: 20.089 A3 RKS_DPH3_21.bop
 Datum: 25.06.2021
 Uhrzeit: 09:38:43

↓ = 249,50 müNN

BWsp. = 248,00 müNN
 HHW = 247,73 müNN



Übersicht erdstatische Kennwerte

	Homogenbereich	A1 Auffüllung/Oberboden	A2 Auffüllung	A3 Auffüllung	C Dreisamkies
	Bodenart	Schluff, schw. kiesig, schw. sandig	Sand, schw. schluffig kiesig	Kies, sandig, z. T. stark schluffig	Kies, sandig, schluffig, steinig
	DIN- Bodenkenngröße				
Klassifikation	Konsistenz, Lagerungsdichte	weich	locker - mitteldicht	locker - mitteldicht	dicht - sehr dicht
	Verwitterungsgrad ^I	-	-	-	-
	Bodengruppe nach DIN 18 196	OH / UL	SU / SW	GW / GU / GU*	GW / GU
	Bodenklasse nach DIN 18 300 ^{II}	1 / 3	3	3 - 4	4 - 5
	Bodenklasse nach DIN 18 301	BB2	BN1	BN1-2, BB2	BN1
	Boden-/Felsklasse nach DIN 18 319	LBM 1	LNW 1-2	LNW 2, LBM2	LNW 2-3
	Steinklasse nach DIN 18 319	-	-	-	S1 - S2
	Frostempfindlichkeit nach ZTVE-StB 94/97	F3	F1	F1 - F3	F1
	Verdichtbarkeit nach ZTV A-StB 89	V3	V1	V1 - V2	V1
Rechenwerte^{III}	Feuchtraumwichte $cal \gamma$ (kN/m ³)	17 - 18	18 - 20	19 - 21	21 - 22
	Wichte unter Auftrieb $cal \gamma'$ (kN/m ³)	7 - 8	10 - 11	11 - 12	12 - 13
	Reibungswinkel φ' (°)	25	30 - 32,5	30 - 35	37,5 - 40
	Kohäsion $cal c'$ (kN/m ²)	0	0 - 2	0 - 1	0 - 2
	Mittleres Steifemodul $cal E_s$ (MN/m ²)	-	15 - 30	25 - 50	120 - 150
	Durchlässigkeits-Beiwert k_f in [m/s]	$10^{-4} - 10^{-6}$	$10^{-4} - 10^{-7}$	$10^{-4} - 10^{-8}$	$10^{-4} - 10^{-3}$
	undrännierte Scherfestigkeit in kN/m ²	-	-	-	-

^I Verwitterungsgrad für Festgesteine gemäß Merkblatt über Felsgruppenbeschreibung für bautechnische Zwecke im Straßenbau:
f = frisch; a = angewittert; v = verwittert; z = zersetzt

^{II} je nach Anteil an Steinen und Blöcken (DIN 18300),
BKL 3: Steine (63 mm bis 200 mm), Anteil ≤ 30%
BKL 4: Steine (63 mm bis 200 mm), Anteil ≤ 30%
BKL 5: Steine (63 mm bis 200 mm), Anteil > 30%; Blöcke (200 mm bis 630 mm), Anteil ≤ 30%
BKL 6: Blöcke (> 200 mm), Anteil > 30%
BKL 7: Haufwerke aus großen Blöcken mit Korngrößen über 630 mm

Steinklassen
nach DIN 18301 nach DIN 18319
BS1 S1 63 mm bis 200 mm, Anteil ≤ 30%
BS2 S2 63 mm bis 200 mm, Anteil > 30%
BS3 S3 200 mm bis 630 mm, Anteil ≤ 30%
BS4 S4 200 mm bis 630 mm, Anteil > 30%
Blöcke > 630 mm sind hinsichtlich ihrer Größe und ihres Anteils gesondert anzugeben

^{III} Für Berechnungen nach dem neuen Sicherheitskonzept können die angegebenen Rechenwerte als charakteristische Kennwerte eingeführt werden.



Homogenbereiche Untersuchungsumfang nach VOB/C

Homogenbereich	A1	A2	A3	C	
Ortsübliche Bezeichnung	Auffüllung/Oberboden	Auffüllung	Auffüllung	Dreisamkies	
Eigenschaft/Kennwert					
Boden	Korngrößenverteilung mit Körnungsbändern nach DIN 18123	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.
	Massenanteile Steine und Blöcke nach DIN EN ISO 14688-1	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.
	Massenanteile großer Blöcke nach DIN EN ISO 14688-1	n.b.	n.b.	n.b.	n.u.
	Dichte nach DIN EN ISO 17892-2 oder DIN 18125-2	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.
	undrainierte Scherfestigkeit DIN 4094-4 oder DIN 18136 oder DIN 18137-2	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
	Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.
	Plastizitätszahl nach DIN 18122-1	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
	Konsistenzzahl nach DIN 18122-1	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
	Lagerungsdichte: Definition nach DIN EN ISO 14688-2, Bestimmung nach DIN 18126	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.
	organischer Anteil nach DIN 18128	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.
Bodengruppen nach DIN 18196	OH / UL	SU / SW	GW / GU / GU*	GW / GU	
Fels	Benennung von Fels nach DIN EN ISO 14689-1	---	---	18 - 20	19 - 21
	Dichte DIN EN ISO 17892-2 oder DIN 18125-2	---	---	---	---
	Verwitterung und Veränderungen, Veränderlichkeit nach DIN EN ISO 14689-1	---	---	---	---
	einaxiale Druckfestigkeit des Gesteins nach DIN 18141-1	---	0	0 - 2	0 - 1
	Trennflächenrichtung, Trennflächenabstand, Gesteinskörperform nach DIN EN ISO 14689-1	---	---	---	---

n.u. nicht untersucht

n.b. nicht bestimmbar



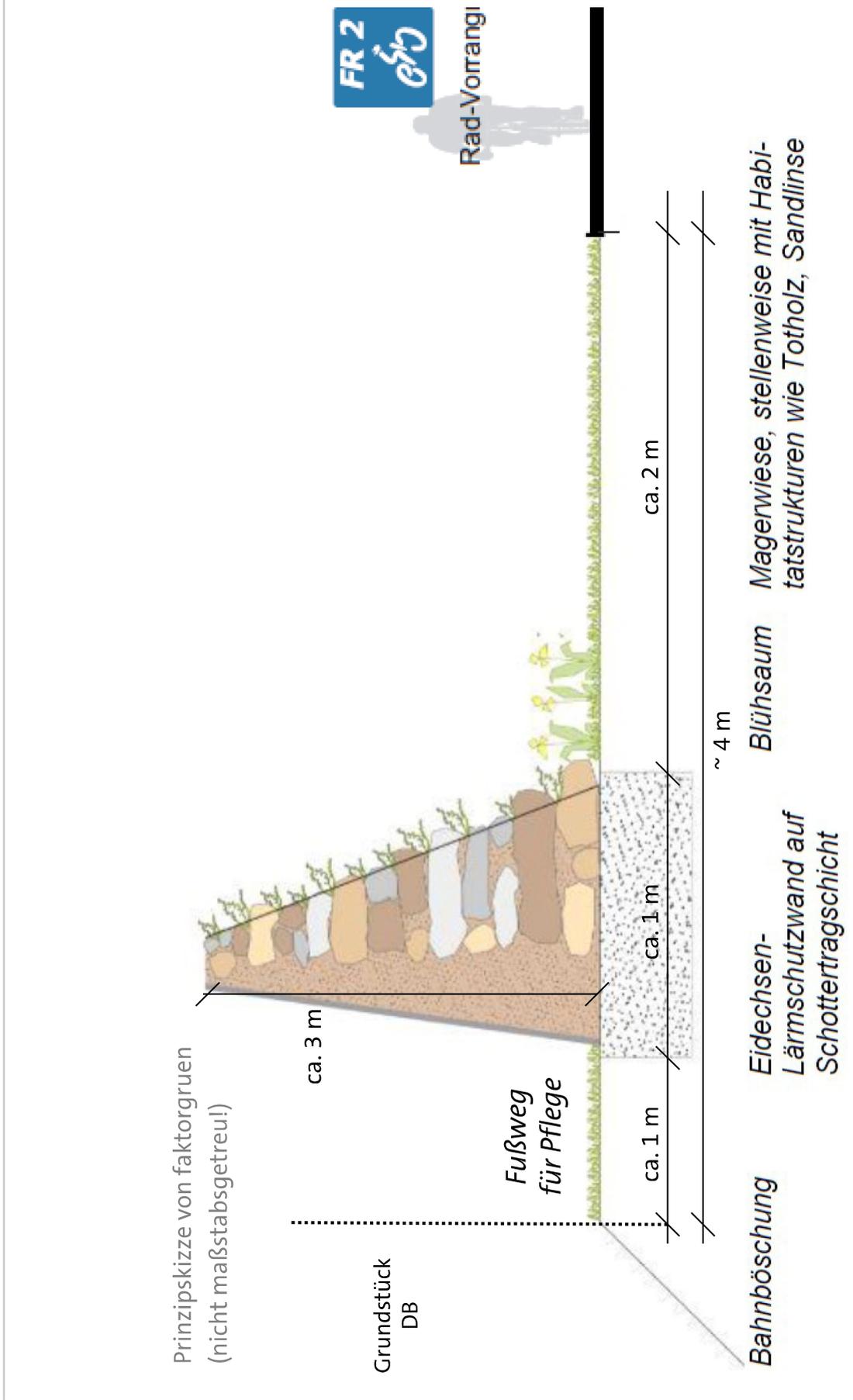
Legende

Mittlerer Grundwasserhochstand (n ü NN)

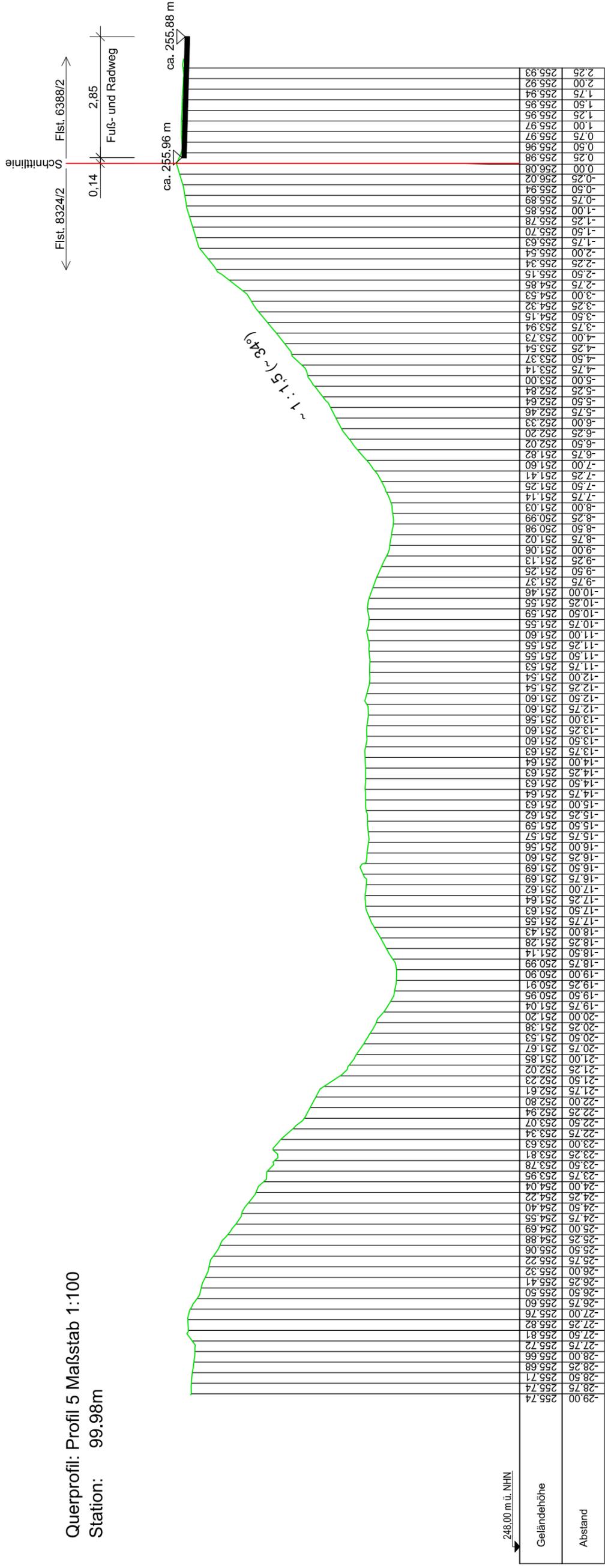
MHW Isolinien

MHW Isolinien (unsicher)

aktuelle Skizzen



Querprofil: Profil 5 Maßstab 1:100
 Station: 99.98m




Freiburg
 im Breisgau

Stadtplanungsamt
Kleineschholz
 Querprofil 5 / Station 99.98 m

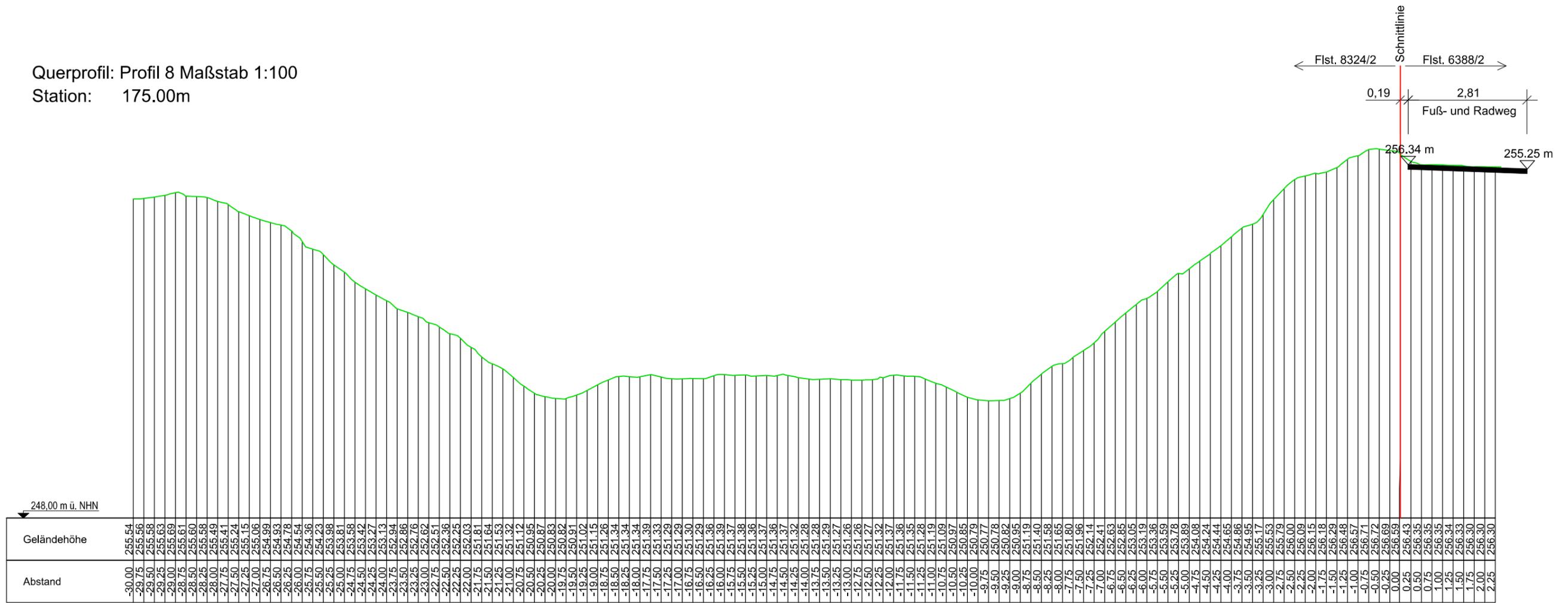
Plandatum: 20.05.2021
 Stadtteil: Stühlinger
 Maßstab: 1:100
 Plan 5


Ingenieurepartnerschaft
Neumann + Schweizer

Projekt: 20.089 BV Neubau LSW Kleineschholz, Freiburg
 Auftraggeber: Theobald + Partner Ingenieure mbB, Alte Säge 1, 79199 Kirchzarten

Titel: Querprofil Nr. 5 Bahn-Böschung
 Bearbeiter: KF
 Zeichner:
 Maßstab: 1 : 100
 Datum: 15.06.2021
 Datum:
Anlage 7

Querprofil: Profil 8 Maßstab 1:100
 Station: 175.00m



Ingenieurpartnerschaft
 Neumann + Schweizer

Projekt:	Titel:	
	Bearbeiter:	Datum: 15.06.2021
Auftraggeber:	Zeichner:	Datum:
	Maßstab:	Anlage 7

Stadtplanungsamt

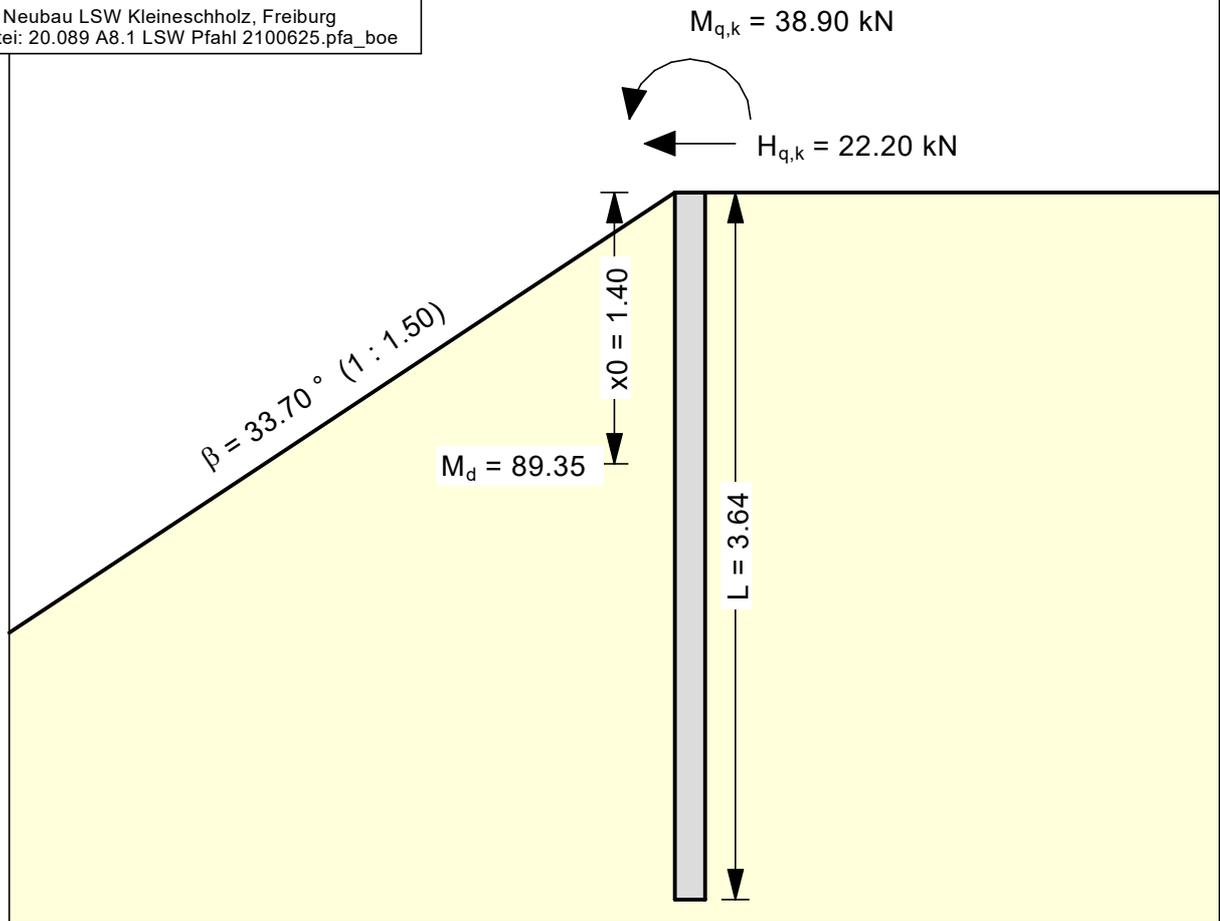


Kleinescholz

Querprofil 8 / Station 175.00 m

Plandatum: 20.05.2021	Stadtteil: Stühlinger	Maßstab: 1:100	Plan 8
--------------------------	--------------------------	-------------------	--------

BV Neubau LSW Kleineschholz, Freiburg
Datei: 20.089 A8.1 LSW Pfahl 2100625.pfa_boe



Nachweis der vertikalen Tragfähigkeit	von	bis	$q_{s,k}$ [kN/m ²]	-----	$N_k = 192.94 - 40.16 - 0.5 \cdot 243.50 \cdot \tan(32.0) - 0.00$
$q_{b,k}$ und $q_{s,k}$ "von Hand"	0.00	2.00	0.00	Nachweis mit Mantelreibung	N_k [kN]: 76.70 < 0.0 ==> Zug
Spitzendruck $q_{b,k} = 3.00$ MN/m ²	2.00	3.64	150.00	Mantelreibung [kN/m ²]: 70.00	Mantelreibungskraft $N_{qs,k}$ [kN]: 289.16
Mantelreibung $q_{s,k} = 150.00$ MN/m ²	$R_{s2,d} = 206.54$ kN			Angesetzte Mantelfläche $A_m = 1.178$ m ²	$N_k <= N_{qs,k}$ (Nachweis geführt.)
$R_{b,d} = A \cdot q_{b,k} / \gamma_{Ep}$	$R_d = R_{b,d} + R_{s2,d} = 1153.23$ kN			$A_m = \text{halber Pfahlfumfang}$	
$R_{b,d} = 0.4418 \cdot 3.00 \cdot 1000 / 1.40 = 946.69$ kN	Einwirkungen			Eigengewicht (Pfahl) G_k [kN]: 40.16	
$R_{b,d} = 0.4418 \cdot 3.00 \cdot 1000 / 1.40 = 946.69$ kN	$N_d = G_d + E_{sv,d} + N_{k,W} = 54.22 + 0.00 + 0.00 = 54.22$ kN			γ (Beton) [kN/m ³]: 25.00	
Mantelreibung	$N_d = G_d + E_{sv,d} + N_{k,W} = 54.22 + 0.00 + 0.00 = 54.22$ kN			$N_k = E_{pv,k} - G_k - 0.5 \cdot E_{ph2,k} \cdot \tan(\delta) + N_{k,Wand}$	
Mantelfläche (Seiten) bis 3.64 m = 1.178 m ² /m ==> $R_{s2,d}$	$\Rightarrow \mu = N_d / R_d = 54.22 / 1153.23 = 0.05$				

Nachweis Beton	$d1 = 0.0750$ m
Bewehrung EC 2	$m(Sd) = 0.0159 / n(Sd) = -0.0028$
Beton C 30/37	$\omega_{tot} = 0.0312$
Stahl BSt 500/550	$\text{sig}1(l) = 2.11 / \text{sig}2(l) = -2.20$ MN/m ²
$M_{d,d} = 89.4$ kN · m	$Q_{d,d} = VSd = 33.3$ kN ($bw = 0.433$ m $z = 0.375$ m)
$N_{d,d} = -20.8$ kN	$\tau_{Rd,max} = 3.83$ N/mm ² ($\tau_{Sd} / \tau_{Rd,max} = 0.0536$)
$\text{eps}(c2)$ [o/oo] = -2.8	$As(\text{Schub}) = 7.0$ cm ² /m (Mindestbew.)
$\text{ep}(s1)$ [o/oo] = 25.0	
As [cm ²] = 22.1 (Mindestbew.)	
Pfahldurchmesser = 0.750 m	

Eingabedaten:
mit Seitenkräften
Böschungsneigung β [°]: 33.70
Reibungswinkel φ [°]: 32.00
Kohäsion c [kN/m²]: 1.00
Wichte γ [kN/m³]: 18.00
Wandreibungswinkel δ [°]: 32.0
D Bohrpfahl [m]: 0.750
 γ_q [-]: 1.50
 γ_{Ep} [-]: 1.40
Horizontalkraft H_k [kN]: 22.20
Moment M_k [kN·m]: 38.90

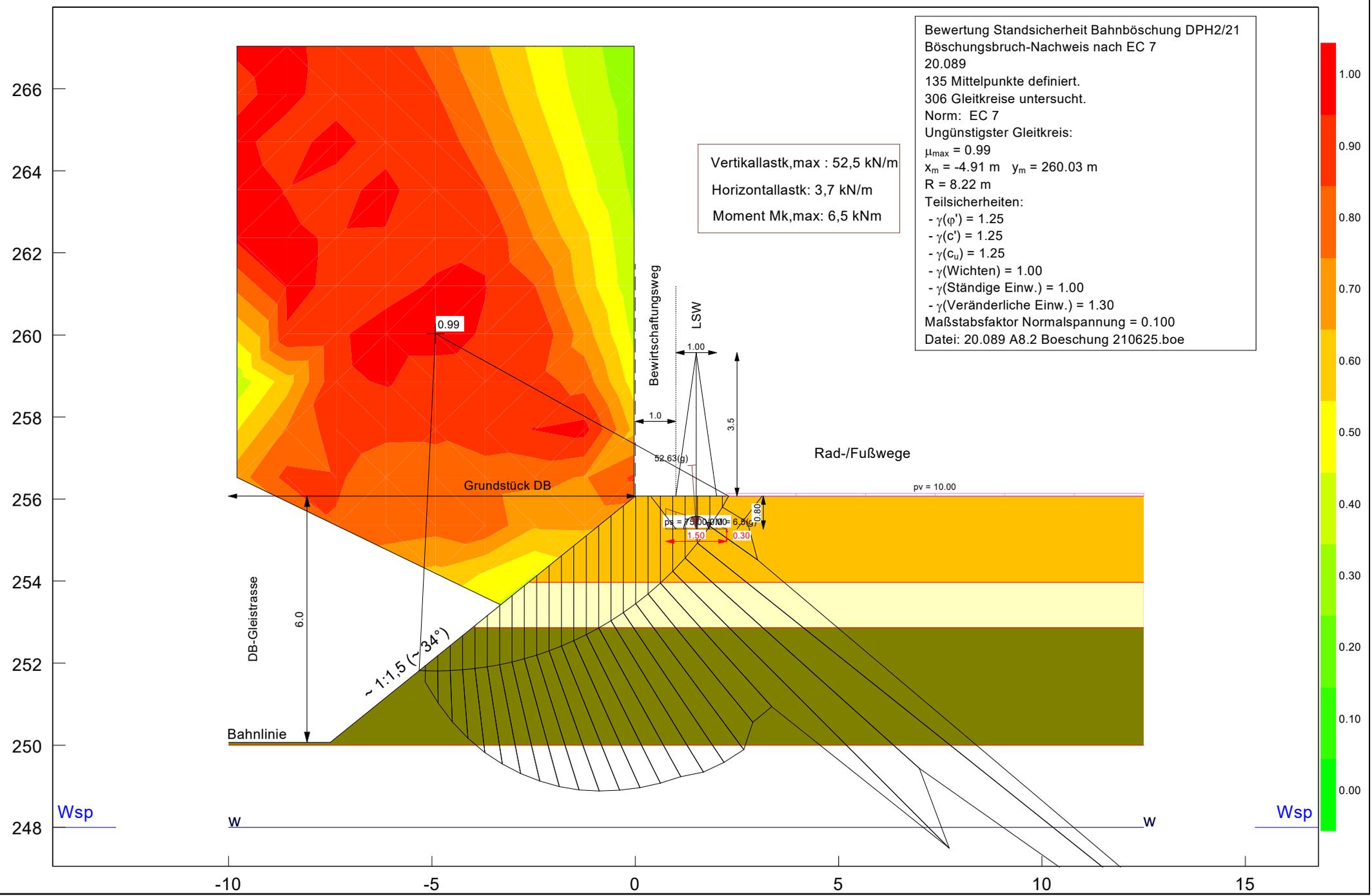
Ergebnisse:
Gleitflächenwinkel ϑ [°]: -10.32
Fugenlänge l [m]: 6.37
Fläche A [m²]: 9.51
Erdwiderstand $E_{ph,d} / E_{ph,k}$ [kN]: 220.5 / 308.8
Erdwiderstand $E_{pv,k}$ [kN]: 192.9
Gleichgewichtskraft $E_{ph2,d} / E_{ph2,k}$ [kN]: 173.9 / 243.5
 Δt für Summe H [m]: 0.60
Drehpunkttiefe [m]: 3.04
Moment M_d [kN·m]: 89.4
in einer Tiefe von [m]: 1.40
Erforderliche Pfahllänge [m]: 3.64

Boden	ϕ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	32.00	2.00	19.00	Auffüllung: SU/SW, lo-md
	35.00	1.00	20.00	Auffüllung GU*/GU: G,u', md
	37.50	2.00	21.00	Kies: G,s,u, d. - s.d.

Neumann + Schweizer
Nelly-Sachs-Straße 1
79111 Freiburg i. Br.
Tel.: 0761-4562769

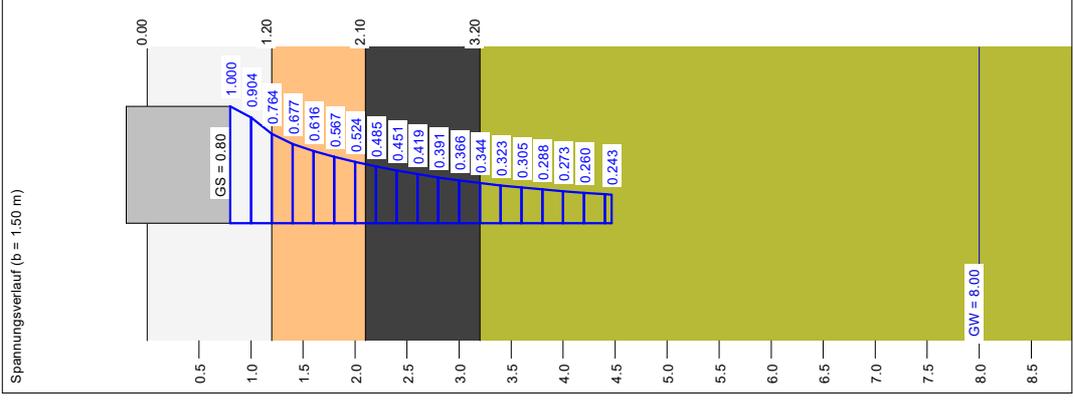
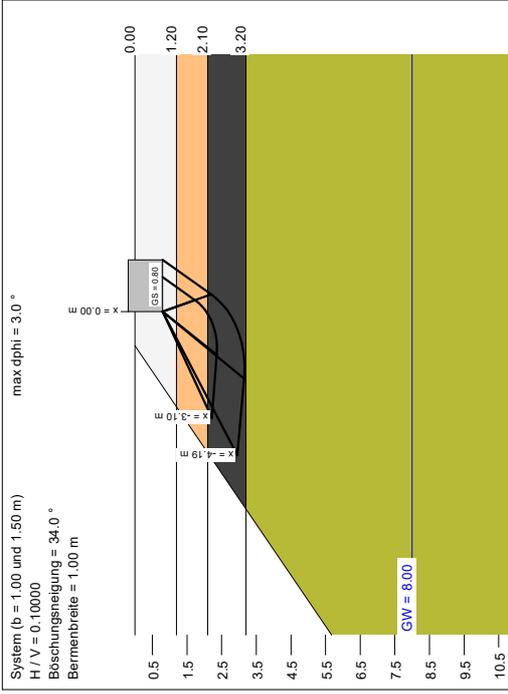
BV Neubau LSW Kleineschholz,
Freiburg
Böschungsbruch-Nachweis nach EC 7

Projekt Nr. **20.089**
Anlage Nr. **8.2**



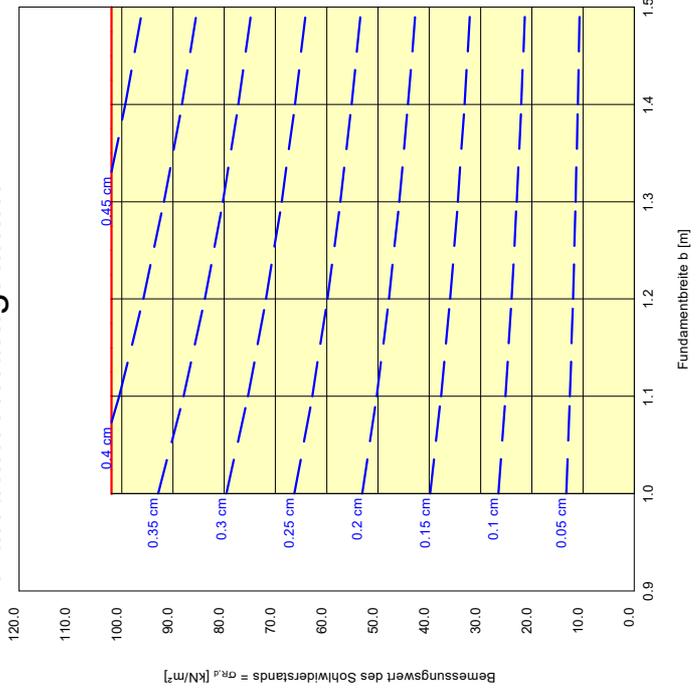
Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	v [-]	Bezeichnung
1	21.0	11.0	37.5	0.0	60.0	0.00	BA: G, s, u', md - dicht gel.
2	19.0	9.0	32.0	2.0	15.0	0.00	Auffüllung: SU/SW, locker-md gel.
3	20.0	10.0	35.0	1.0	25.0	0.00	Auffüllung: GU*/GU, md gelagert
4	21.0	12.0	37.5	2.0	120.0	0.00	GW/GU, dicht - sehr dicht gelagert

Einbindetiefe d=0,8 m, BA 0/45 0,3 m: standsicher!



GGU-FOOTING / Version 9.02 / 15.03.2019
Berechnungsgrundlagen:
Flachgründung mit SF mit Bodenaustausch 0,3 m
Gründungsformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
Streifenfundament (a = 300,00 m)
 $\gamma_{R,v} = 1,40$
 $\gamma_G = 1,35$
 $\gamma_Q = 1,50$
Anteil Veränderliche Lasten = 0,100
 $\gamma_{(G,Q)} = 0,100 \cdot \gamma_G + (1 - 0,100) \cdot \gamma_Q$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1,365$
HIV = 0,1000
 $\sigma_{R,d}$ auf 102,00 kN/m² begrenzt
Gründungssohle = 0,80 m
Grundwasser = 8,00 m
Böschungneigung = 34,0 °
Bermenbreite = 1,00 m
Grenztiefe mit p = 20,0 %
Datei: 20.089 A8.3 Grundbruch 210625.gdg
Datum: 25.06.2021
Uhrzeit: 13:52:47
— Sohlendruck

Fundamentdiagramm



a	b	$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m ²]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ²]	σ_0 [kN/m ²]	t_g [m]	UKLS [m]	k_g [MN/m ²]
300,00	1,00	102,0	102,0	0,38	34,5	1,15	19,52	20,87	3,77	2,36	19,4
300,00	1,10	102,0	112,2	0,41	34,6	1,13	19,61	20,88	3,92	2,53	18,4
300,00	1,20	102,0	122,4	0,43	34,6	1,11	19,88	20,88	4,07	2,69	17,5
300,00	1,30	102,0	132,6	0,44	34,7	1,10	19,73	20,88	4,21	2,85	16,8
300,00	1,40	102,0	142,8	0,46	34,7	1,10	19,75	20,99	4,34	3,00	16,2
300,00	1,50	102,0	153,0	0,48	34,7	1,09	19,76	21,13	4,47	3,16	15,6

$\sigma_{R,d} = \sigma_{R,d} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{R,d} / (1,40 \cdot 1,365) = \sigma_{R,d} / 1,91$ (für Setzungen)
Verhältnis Veränderlich(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [] = 0,10



Protokoll

Anlage 9

über die Kampfmittelsondierungen
Protokoll: HB-Nr. 7210108

Auftraggeber: Ingenieurpartnerschaft Neumann + Schweizer
Einsatzort: Freiburg, LSW Kleinescholz
Ausführungszeit: 05.05.2021

Auftragsziel: KME- Sondierungen zur Freigabe für drei
Bodenuntersuchungen

Vermutete Objekte: Alliierte Abwurfmunition II.WK

Sondenart: Eisendetektor Typ: Ferex 4.032
DLM-Nummer: 333

Luftbilddauswertung: KMBD-BW, AZ.: unbekannt

Die laut Auftrag untersuchten Bohrpunkte werden freigegeben.

Siehe Bemerkungen und Einschränkungen zur Freigabe (Seite 3/3)

**Es wurde auf dem heutigen Stand der Technik gearbeitet.
Nach den Messergebnissen und unseren Erfahrungen ist auf den überprüften
Bohrpunkten, in einem Radius von 75 cm, nicht mehr mit Kampfmitteln zu
rechnen; eine Gewähr für absolute Kampfmittelfreiheit kann jedoch
grundsätzlich nicht übernommen werden!**



**Bemerkungen und Einschränkungen zur Kampfmittelfreiheit nach
ATV DIN 18299 Abschnitt 0. 1. 17 VOB/C**

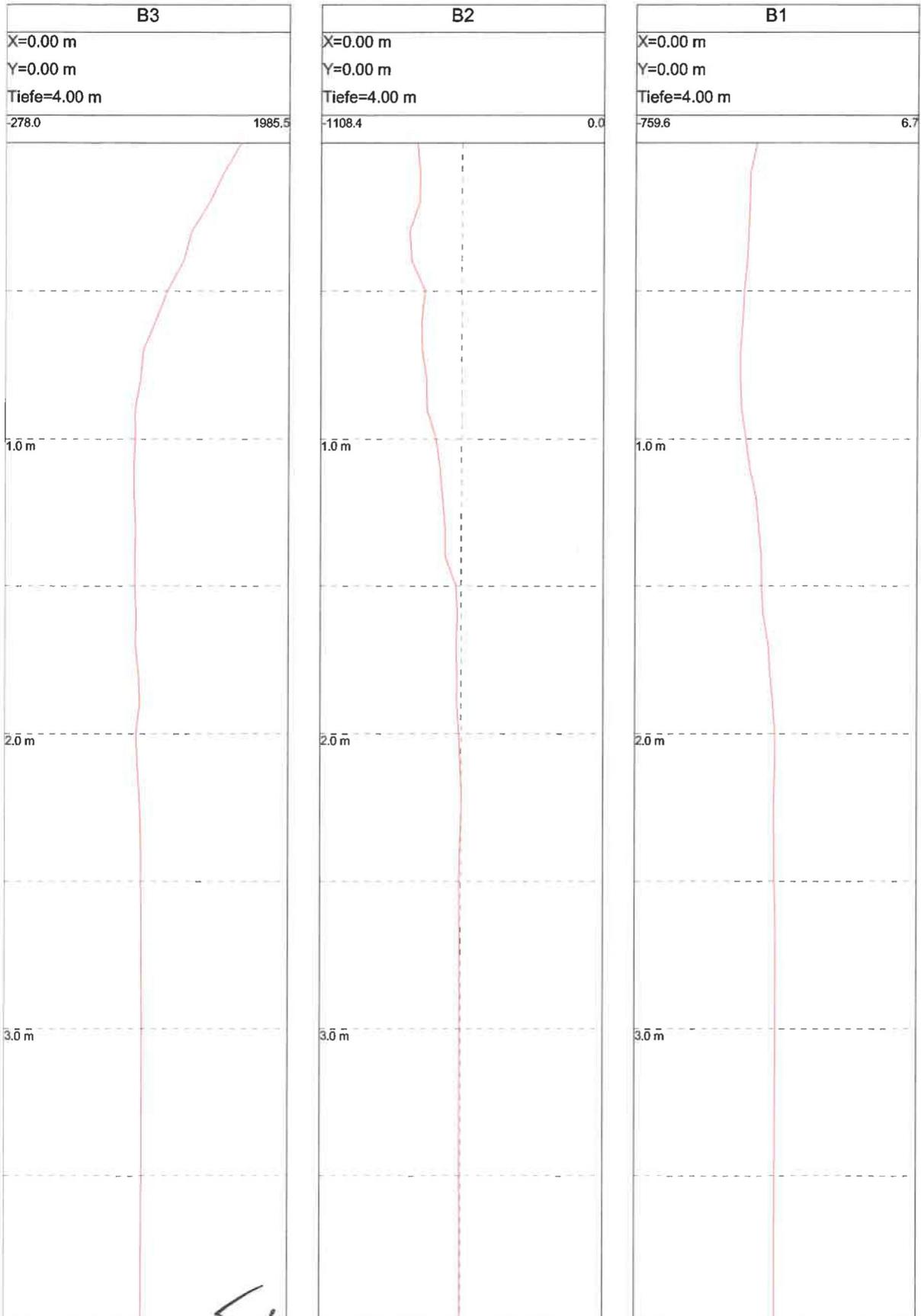
1. Eine Freigabe gilt nicht in Bezug auf Kabel und Leitungen.
2. Für die Bohransatzpunkte B1- B3 wurde jeweils eine Tiefensondierung bis 4,0 m abgeteuft und freigemessen.
3. Die Bohransatzpunkte werden hiermit freigegeben und sind punktgenau einzuhalten.

Karlsruhe/ Ötigheim 05.05.2021

Volker Tetz
Befähigter gem. §20SprengG.

Breite Gerhard
Befähigter gem. §20SprengG.
Koordinator Kampfmittel

Meßbereich der Anzeige: 3000.0 nT/m



Freigabe U. Tetz