

GEOTECHNISCHER BERICHT

FÜR DAS BAUVORHABEN

KEMPTEN LENZFRIED, FL. NR. 94/1

FLURNUMMER: 94/1

GEMARKUNG: SANKT MANG

BISCHOF-HANEBERG-STRASSE

STADT: KEMPTEN (ALLGÄU)

LANDKREIS: KEMPTEN (ALLGÄU)

Bauherr und Auftraggeber:

Hubert Schmid Bauunternehmen GmbH
Iglauer Straße 2
87616 Marktoberdorf

26. März 2019

INHALTSVERZEICHNIS

(A) VORGANG	4
(B) FELD – UND LABORARBEITEN.....	5
B.1 Feldarbeiten.....	5
B.2 Laborarbeiten	7
(C) ERGEBNISSE DER FELD- UND LABORUNTERSUCHUNGEN	8
C.1 Beschreibung des Untergrunds	8
C.2 Grund- und Schichtwasser	9
C.3 Gliederung des Untergrundes - Homogenbereiche	10
C.4 Bodenmechanische Klassifizierung	12
(D) BEURTEILUNG DER UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE	17
D.1 Errichtung der Gebäude.....	17
D.1.1 Baugrube.....	17
D.1.2 Gründung	19
D.1.3 Abdichtung des Bauwerks	21
D.2 Straßenbau	22
D.2.1 Straßenaufbau in den Decklagen (Homogenbereich 2).....	22
D.2.2 Straßenaufbau in den Torfen (Homogenbereich 3).....	23
D.3 Bau von Kanal- und Leitungstrassen.....	24
D.4 Verwertung und Entsorgung von Aushubmaterial.....	26
D.5 Versickerung von Niederschlagswasser	26
D.6 Erdbebenzonen.....	26
D.7 Frosteindringtiefe	27
D.8 Beweissicherungsmaßnahmen	27
(E) SCHLUSSBEMERKUNGEN	28

ANLAGEN

- (1) Lagepläne
 - (1.1) Übersichtslageplan M= 1:25.000
 - (1.2) Detaillageplan
 - (1.3) Schnitte
- (2) Profile
- (3) Labor- und Feldversuche
 - (3.1) Normverdichtung nach Proctor
 - (3.2) Analytik nach EPP Homogenbereich B2 Decklagen
 - (3.3) Analytik nach EPP Homogenbereich B3 Torfe
- (4) Gründung Vorabbemessungen
 - (4.1) Bemessungswert Sohlwiderstand Einzelfundament
 - (4.2) Bemessungswert Sohlwiderstand Streifenfundament
- (5) Frostsicherer Straßenaufbau nach RSTO 12
 - (5.1) in Homogenbereich B2 Decklagen
 - (5.2) in Homogenbereich B3 Torfe nach Bodenaustausch

(A) VORGANG

Die Hubert Schmid Bauunternehmen GmbH, Marktoberdorf plant auf dem Grundstück Gemarkung Sankt Mang Flurstück 94/1 den Neubau von mehreren Mehrfamilienhäusern und Einfamilienhäusern mit gemeinsamer Erschließung. Zum derzeitigen Planungsstand ist die genaue Menge an Gebäuden noch nicht festgelegt. Es sollen circa drei bis vier Mehrfamilienhäuser, zwei bis drei Zweifamilienhäuser und ein bis zwei Einfamilienhäuser errichtet werden. Es soll voraussichtlich eine Stichstraße mit Wendeanlage errichtet werden.

Im Zuge der Planung der Gebäude und der Erschließung soll der Untergrund auf dem Baugrundstück aus geotechnischer Sicht bewertet werden. Unser Geotechnisches Büro wurde mit der Erkundung und Bewertung des Untergrundes und der Durchführung entsprechender Feldarbeiten und Versuche im Bereich des Grundstücks beauftragt.

Im vorliegenden Bericht werden die Ergebnisse der Feldarbeiten dokumentiert und in Bezug auf die Fragestellung bewertet.

Das zu untersuchende Gelände befindet sich am nordöstlichen Ortsrand von Kempten (OT: Lenzfried) und umfasst circa 7400 m². Das Grundstück ist unbebaut und lag zum Untersuchungszeitpunkt als Wiese vor. Eine weitere Vornutzung ist nicht bekannt. Im digitalen Höhenmodell (dgm1) sind jedoch zwei linienförmige Geländestrukturen erkennbar, die in NW-SO und NO-SW verlaufen. Hierbei handelt es sich wahrscheinlich um ehemalige Feldwege.

Das Untersuchungsgebiet liegt verhältnismäßig eben vor und weist in der Regel eine Höhendifferenz von circa 0,5 m auf. Im äußeren Randbereich erhöht sich diese auf bis zu circa 1,5 m.

(B) FELD – UND LABORARBEITEN

B.1 Feldarbeiten

Auf dem Baugelände wurden drei verschiedene Aufschlussverfahren verwendet:

- Es wurden zunächst von Seiten des Auftraggebers in Begleitung unseres geotechnischen Büros versucht Baggerschürfe in den Untergrund niederzubringen. Da die anstehenden Böden nicht standfest waren, der Schurf also bereits beim Ausheben seitlich einstürzte, mussten diese Arbeiten abgebrochen werden.
- Durch unser Geotechnisches Büro wurden sechs schwere Rammsondierungen (DPH nach DIN EN ISO 22476-1) auf dem Baufeld niedergebracht. Die Ausführung erfolgte am 20.02.2019.
- Von Werner Aumann, Geologische Felduntersuchungen wurden drei großkalibrige Bohrungen ($\varnothing = 178$ mm) in den Untergrund niedergebracht. Die Ausführung der Bohrungen wurde durch unser Geotechnisches Büro begleitet. Die Aufnahme erfolgte gemeinsam durch unser geotechnisches Büro und dem Bohrmeister. Die Ausführung erfolgte am 05.02.2019.

Die zugehörigen Profile sind den Anlagen (2) zu entnehmen.

In den folgenden Tabellen werden die maßgeblichen Daten der Aufschlüsse dargestellt

Tabelle (1) Maßgebliche Daten der schweren Rammsondierungen (DPH)

DPH	Lage in ETRS 1989/UTM		GOK m ü. NN	Grundwasser m u. GOK	Endtiefe m u. GOK	Schlagzahlen $n_{10} > 8$ ab m u. GOK
	RW	HW				
DPH 1	600773,75	5287067,76	725,80	1,38	5,3	2,8
DPH 2	600752,69	5287040,90	725,61	1,65	5,1	4,0
DPH 3	600744,78	5287012,42	725,83	1,58	4,1	2,5
DPH 4	600764,41	5286992,98	726,08	zugefallen	5,4	2,3
DPH 5	600783,03	5287015,22	725,86	zugefallen	4,8	3,3
DPH 6	600818,42	5287045,31	725,46	zugefallen	6,6	3,4

Die zugehörigen Schlagzahldiagramme sind den Anlagen (2) zu entnehmen.

Tabelle (2) Maßgebliche Daten der Bohrungen ($\varnothing = 178 \text{ mm}$)

Bohrung	Lage in ETRS 1989/UTM		GOK m ü. NN	Endtiefe m u. GOK	Grundwasser m u. GOK	Oberfläche Kies oder Molasse m u. GOK
	RW	HW				
B 1	600774,13	5287050,90	725,59	6,0	2,68*	2,8
B 2	600744,36	5287012,93	725,82	6,0	2,25 Anstieg auf 1,37	2,2
B 3	600783,18	5287014,42	725,88	7,0	nicht messbar	3,0

*keine längere Stillstandzeit der Bohranlage – kein Ruhewasserspiegel

Die Positionen der Aufschlüsse sind im Detailplan (Anlage 1.2) eingetragen. Es gilt dabei zu beachten, dass uns die zur Verfügung gestellten Planunterlagen im pdf-Format vorlagen, die Positionierung daher von Hand erfolgte. Geringe Abweichungen von den in den Tabellen genannten genauen Koordinaten sind daher möglich.

Die Einmessung erfolgte mittels eines Präzisions-GNSS-Empfängers und liegt in einem Genauigkeitsbereich von ~ 1 cm vor.

B.2 Laborarbeiten

An den aus den Bohrungen gewonnen Bodenproben wurden im bodenmechanischen Labor sowie im chemischen Labor (BVU, Bioverfahrenstechnik und Umweltanalytik GmbH, Markt Rettenbach) folgende Versuche durchgeführt:

Tabelle (3): durchgeführte Laborversuche

Aufschluss	Probenname	Tiefe m u. GOK	Versuch	Anlage
B 2	GBPL 2/1	1,0 - 1,5	- Normverdichtung nach Proctor DIN 18127	3.1
B 1	GBPL 1/1	1,0 - 1,5	Analytik nach Parameter- vorgaben EPP + TOC + DOC	3.2
B 3	GBPL 3/1	1,0 - 2,0	Analytik nach Parameter- vorgaben EPP + TOC + DOC	3.3

Die Ergebnisse des Proctorversuchs werden bei den später folgenden Beurteilungen und Empfehlungen berücksichtigt. Die chemische Analyse wird bei der Beschreibung des zugehörigen Homogenbereiches und des möglichen Entsorgungsweges berücksichtigt.

(C) ERGEBNISSE DER FELD- UND LABORUNTERSUCHUNGEN

C.1 Beschreibung des Untergrunds

Nach der geologischen Karte 1: 200.000 Blatt Nr. CC 8726 Kempten (Allgäu) stehen im Untersuchungsgebiet Sedimente der Oberen Süßwassermolasse und glaziäre Ablagerungen an. Die Grenze zwischen den beiden Einheiten verläuft im Bereich des Untersuchungsgebiet.

Nach den angetroffenen Böden können hier die Angaben der geologischen Karte grundsätzlich bestätigt werden, müssen jedoch um alluviale und moorige Ablagerungen ergänzt werden.

In den Bohrungen B1 und B2 sind unter dem Mutterboden zunächst sehr weiche bis weiche Schluffe (Decklagen) angetroffen worden. Diese enthalten als Nebenanteile Tone, Sande, Kiese und torfiges teilweise hölzernes Material. Unterhalb der Decklagen sind vorwiegend schwach sandige, schwach schluffige glaziale Kiese angetroffen worden. In der Bohrung B2 ist an der Basis der Schicht eine geringmächtige Steinlage angetroffen worden. Die Basis der glazialen Kiese liegt in einer Tiefe von 4,5 bzw. 4,2 m unter Gelände. Diese liegen einem halbfesten bis festen Schluff mit Nebenmengen an Ton und Sand auf. Diese Lage ist bis zur erkundeten Endtiefe von 7,0 m angetroffen worden. Nach den Erfahrungen in der Region setzen sich diese halbfesten bis festen Schluffe in große Tiefen fort.

Die Bohrung B3 divergiert zu den eben beschriebenen Bohrungen. Hier ist zunächst unter dem Mutterboden bis 2,5 m unter Gelände Torf angetroffen worden. Dieser liegt einer 0,5 m mächtigen Schicht aus den oben beschriebenen Decklagen auf. Im Folgenden sind analog zu den anderen Aufschlüssen halbfeste bis feste Schluffe angetroffen worden. Bis zu einer Tiefe von 5,8 m sind diese zusätzlich sandig, steinig und kiesig.

C.2 Grund- und Schichtwasser

Die glazigenen Kiese bilden den örtlichen Porengrundwasserstauer. Die Kiese sind vollständig wassergesättigt und stark durchlässig. Das Grundwasser liegt leicht gespannt vor. In den Bohrungen wurde Grundwasser in einer Tiefe von 2,68 m unter Gelände (B1) und 2,25 m unter Gelände (B2) angetroffen. Bei Bohrung B2 wurde eine längere Ruhezeit eingehalten. Das Grundwasser ist hier bis auf 1,37 m unter Gelände gestiegen. In der Bohrung B3 ist trotz der verhältnismäßig geringen Entfernung zu den anderen beiden Bohrungen kein Grundwasser angetroffen worden. Dieses konnte sich hier voraussichtlich durch die anstehenden Torfe in der veranschlagten Zeit nicht als freie Wassersäule im Bohrloch ausbilden. Entsprechend ist auch hier mit Grundwasser zu rechnen, dabei ist jedoch mit einem deutlich geringeren Grundwasserandrang zu rechnen.

Als Grundwasserstauer fungieren die halbfesten und festen Schluffe. Der Grundwasserstauer liegt mindestens in Tiefen zwischen 2,5 m (B3) und circa 4,5 m (B1). Im Bereich der Sondierungen DPH 6 und DPH 4 ist auch mit Tiefen des Grundwasserstauers bei circa 5 m unter Gelände zu rechnen. Die Schlagzahldiagramme sind hier in der Interpretation jedoch nicht eindeutig.

Bemessungsgrundwasserstand:

Auf dem Baufeld ist bei den Erkundungen der höchste Grundwasserstand bei 1,37 m unter Gelände ($\cong 724,45$ m ü. NN) angetroffen worden. Den Verfassern sind keine nahegelegenen Grundwassermessstellen bekannt, die langfristig beobachtet wurden. Die einschlägigen Dienste wurden abgerufen. Hier sind keine nahegelegenen Grundwassermessstellen eingetragen. Entsprechend kann der Grundwasserstand nur über die generelle Tendenz der Grundwasserstände in der Region interpretiert werden. Zum Zeitpunkt der Untersuchungen lagen niedrige Grundwasserstände vor. Folglich ist damit zu rechnen, dass Grundwasser bei sehr hohen Grundwasserständen bis knapp unter der Geländeoberfläche anzutreffen ist.

Als Bemessungsgrundwasserstand ist die Geländeoberfläche anzusetzen.

C.3 Gliederung des Untergrundes - Homogenbereiche

Im Folgenden wird auf Basis der Untersuchungsergebnisse und den weiteren Daten aus der Region der Bodenaufbau dargestellt und die zugehörigen Homogenbereiche definiert:

0,0 bis ca. 0,3 m unter GOK	Homogenbereich O1 Oberboden	Mutterboden
0,3 bis ca. 3,0 m unter GOK	Homogenbereich B2 Decklagen	Schluff, tonig, sandig bis stark sandig, schwach steinig, mit geringen Mengen an zersetztem Torf, sehr weich bis weich, olivgrau bis grau
0,3 bis ca. 2,5 m unter GOK	Homogenbereich B3 Torf	Torf, feucht - nass, weich, dunkelbraun
2,2 bis circa 4,5 m unter GOK	Homogenbereich B4 Glazigene Kiese	Kies, schwach sandig bis sandig, schwach schluffig bis schluffig, grau, mitteldicht bis sehr dicht, vereinzelt auch Steine, sehr dicht
3,0 bis >> 7,0 m unter GOK	Homogenbereich B5 Halbfeste bis feste Schluffe	vorwiegend Schluff, tonig, feinsandig, vereinzelt auch sandig, kiesig und steinig, halbfest bis fest, olivgrau bis braungrau

in rot: Lage nur in Bohrung B3 enthalten.

in blau: Lage nur in den Bohrungen B1 und B2 enthalten.

Die für die jeweiligen Schichten typischen Schlagzahlen für die Schwere Rammsonde (DPH) sind der folgenden Tabelle zu entnehmen.

Tabelle (4) Typische Schlagzahlen n_{10} für die Homogenbereiche

maßgebliche Schlagzahlen der Homogenbereiche			
HB B2 Decklagen	HB B3 Torf	HB B4 Glazigene Kiese	HB B5 Halbfeste bis Feste Schluffe
1	1	Nähe Schichtoberkante 10 - 20 mit zunehmender Tiefe > 100	Nähe Schichtoberkante 8 - 20 mit zunehmender Tiefe > 100

Die sich daraus ableitenden Bewertungen sind im Abschnitt C.4 enthalten.

C.4 Bodenmechanische Klassifizierung

Alle Bodenschichten wurden nach DIN 4022 vom Geologen vor Ort während der Feldarbeiten angesprochen. In Tabelle (5) und in den Profilen in Anlage (2) werden die maßgeblichen Beurteilungen und die Zuordnung der angetroffenen Schichten in Bodengruppen dokumentiert. Daraus ergeben sich die Erfordernisse für den Erdbau und die maßgeblichen Festlegungen für die Kalkulation der Erdarbeiten.

In der folgenden Tabelle sind die angetroffenen Homogenbereiche mit ihrer maßgeblichen Klassifizierung zusammengefasst.

Tabelle (5) Bodenmechanische Klassifizierung

Homogenbereich/ Schicht	Tiefe m. u. GOK	Ansprache DIN 4022	Bodengruppe DIN 18196	Bodenklasse¹ DIN 18 300	Plastizität/ Lagerungsdichte
O1 Mutterboden	0,0 - 0,3	Mu	OH	1	-
B2 Decklagen	0,3 - 3,0	U, t, s - s*, x', h'	TM/TL	4	sehr weich bis weich
B3 Torf	0,3 - 2,5	H	HN/HZ	3	-
B4 Glazigene Kiese	2,2 - 4,5	G, s'-s, u'-u auch X	GU	3 ²	mitteldicht bis sehr dicht
B5 Halbfeste bis feste Schluffe	3,0 - > 7,0	U, t, fs auch U,s, g, x	TM/TL	4 ³	halbfest bis fest

1: ehemalig - informativ

2: Auch 5 angetroffen (x), mit 7 (Nagelfluh) zu rechnen.

3: Verhalten teilweise wie 6

Aus den Untersuchungen und Erfahrungswerten von ähnlichen Gesteinen aus der Region können den aufgeschlossenen Schichten die Bodenparameter der nachfolgenden Tabelle (6) zugewiesen werden.

Tabelle (6) Maßgebliche Bodenkennwerte der untersuchten Gestein

Homogenbereich/ Schicht DIN 18 300	Boden- gruppe DIN 18 196	γ kN/m ³	γ' kN/m ³	φ' Grad	c' kN/m ²	E_s MN/m ²	k_f m/s
B2 Decklagen	TM/TL	19,5	9,5	22,5 - 27,5 (25)	0	1-3 (1,5)	$<1 \cdot 10^{-7}$
B3 Torf	HN/HZ	11	1	15 - 22,5 (17,5)	5	0,5	$\sim 1 \cdot 10^{-5}$
B4 Glazigene Kiese	GU	21	11	37,5	0	120	$\sim 5 \cdot 10^{-3}$ bis $\sim 5 \cdot 10^{-5}$
B5 Halbfeste bis feste Schluffe	TM/TL	20,5	10,5	25 - 32,5 (27,5)	20-30 (25)	*	$<1 \cdot 10^{-7}$

* Unterteilung nach Tiefe:

bis ~ 4,0 unter GOK → 20 - 45 (25) MN/m²

bis ~ 5,0 m unter GOK → 40 - 80 (45) MN/m²

ab ~ 5,0 m unter GOK → 55 - 130 (75) MN/m²

Für die Dimensionierung von Bohrpfählen können für die maßgeblichen Böden folgende Kennwerte angesetzt werden.

Tabelle (7) Kennwerte für Bohrpfähle

Homogenbereich	Spitzendruck q_c in MN/m² nicht bindig	Scherfestigkeit $c_{u,k}$ in kN/m² bindig
B4 Glazigene Kiese	45	-
B5 Halbfeste bis feste Schluffe	-	bis ~ 4,0 m unter GOK 55 bis ~ 5,0 m unter GOK 125 ab ~ 5,0 m unter GOK 250

Mit den angegebenen Werten können die für den jeweiligen Pfahltyp maßgeblichen Pfahlspitzenwiderstände und Pfahlmantelreibungen über die dem Pfahltyp zugehörigen Tabellen nach EA-Pfähle (2012) ermittelt werden. Bei Verwendung einer Softwarelösung sind in der Regel direkt die in der Tabelle gelisteten Werte einzusetzen. Die Tabellenwerte der EA-Pfähle sind hier hinterlegt.

Die in diesem Abschnitt angegebenen Bodenkennwerte können in den maßgeblichen Standsicherheitsberechnungen und statischen Dimensionierungen als charakteristische Kennwerte im Sinne des Eurocode 7 verwendet werden. Die genannten Parameter gelten dabei für die angetroffenen Böden im ungestörten Zustand. Im Zuge der Baumaßnahme können sich diese zum Beispiel durch Aufweichungen deutlich reduzieren. Hier sind dann die Verfasser zu informieren und ggf. Anpassungen vorzunehmen. Grundsätzlich sind in Zweifelsfällen die Werte nochmals mit dem Bodengutachter abzustimmen.

Die Homogenbereiche können wie folgt charakterisiert werden:

Homogenbereich O1 – Mutterboden

Mutterboden ist nicht zur Gründung von Bauwerken geeignet. Organische Böden sind vollständig aus dem Gründungsbereich zu entfernen. Entsprechend dem Baugesetzbuch §202 unterliegt der Mutterboden einem besonderen Schutz „Mutterboden, der bei der Errichtung und Änderung baulicher Anlagen sowie bei wesentlichen anderen Veränderungen der Erdoberfläche ausgehoben wird, ist in nutzbarem Zustand zu erhalten und vor Vernichtung oder Vergeudung zu schützen“. Folglich darf dieser nicht als Baugrubenfüllung oder als Abfallstoff verwendet werden.

Homogenbereich B2 – Decklagen

- Lösbarkeit: mittelschwer
- Tragfähigkeit: gering
- Kompressibilität: hoch
- Wasserempfindlichkeit: stark
- Erschütterungsempfindlichkeit: stark
- Wasserdurchlässigkeit: schwach bis sehr schwach durchlässig
- Frostempfindlichkeitsklasse: F 3 nach ZTVE-StB 17

Erläuterungen/Besonderheit: Die Decklagen sind für die Gründung von Gebäuden nicht geeignet. Für die Errichtung von Straßen sind diese im Planum ebenfalls ungeeignet. Hier sind Bodenaustauschmaßnahmen oder Bodenverbesserungen auszuführen.

Homogenbereich B3 – Torfe

- Lösbarkeit: leicht
- Tragfähigkeit: sehr gering
- Kompressibilität: sehr hoch
- Wasserempfindlichkeit: stark
- Erschütterungsempfindlichkeit: mittel
- Wasserdurchlässigkeit: durchlässig
- Frostempfindlichkeitsklasse: F 3 nach ZTVE-StB 17

Erläuterungen/Besonderheit: Die Torfe sind für die Gründung von Gebäuden und Straßen nicht geeignet und müssen auch im Tieferen vollständig entfernt werden. Alternativ können diese im Untergrund verbleiben, wenn die Bauwerklast in den tieferen tragfähigen Untergrund, zum Beispiel über Ramm- oder Bohrpfähle, niedergebracht wird.

Homogenbereich B4 – glaziale Kiese

- Lösbarkeit: leicht, vereinzelt auch schwer (Bodenklasse 5)
- Tragfähigkeit: hoch bis sehr hoch
- Kompressibilität: gering
- Wasserempfindlichkeit: gering, jedoch unter Wasser nicht standfest
- Erschütterungsempfindlichkeit: gering
- Wasserdurchlässigkeit: stark durchlässig
- Frostempfindlichkeitsklasse: F2 nach ZTVE-StB 17

Erläuterungen/Besonderheit: Die Glazialen Kiese sind für Gründungszwecke geeignet. Über dem Grundwasser sind die Kiese standfest. Unter dem Grundwasser ist die Standfestigkeit sehr gering.

Homogenbereich B5 – Halbfeste bis feste Schluffe

- Lösbarkeit: mittelschwer bis schwer
- Tragfähigkeit: mittel bis hoch
- Kompressibilität: mittel bis gering
- Wasserempfindlichkeit: stark
- Erschütterungsempfindlichkeit: mittel bis stark
- Wasserdurchlässigkeit: sehr schwach durchlässig
- Frostempfindlichkeitsklasse: F3 nach ZTVE-StB 17

Erläuterungen/Besonderheit: Die halbfesten bis festen Schluffe sind für Gründungszwecke geeignet. Die Oberfläche ist jedoch nach dem Ausheben empfindlich gegenüber dynamische Belastungen und Witterungseinflüssen. Im ungünstigen Fall können die baugrundtechnisch günstigen Eigenschaften irreversibel geschädigt werden.

Die halbfesten bis festen Schluffe sind nur bedingt rammbaar. Ab circa 5,0 m unter Gelände sind hohe Einbringwiderstände zu erwarten. Entsprechend sind hier dann Spühl- oder Bohrhilfen einzuplanen.

(D) BEURTEILUNG DER UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

Nach den uns vorliegenden Planunterlagen ist die genaue Höhenlage der Gebäude noch nicht festgelegt. Es wird von uns angenommen, dass keine größeren Geländemodellierungen vorgenommen werden. Wie uns mündlich mitgeteilt wurde, ist eine Ausführung der Gebäudebebauungen mit Unterkellerung vorgesehen.

D.1 Errichtung der Gebäude

Die geplante Ausführung mit Kellergeschoss ist hier aus geotechnischer Sicht grundsätzlich für sinnvoll zu erachten. Bei einer Ausführung ohne Kellergeschoss wäre ein großvolumiger Bodenaustausch oder eine Pfahlgründung auch für kleinere Gebäude von Nöten. Bei eventuellen alternativen Überlegungen gilt es dies zu berücksichtigen. Im Folgenden wird nur die geplante Ausführung mit Unterkellerung behandelt.

D.1.1 Baugrube

Für die Erstellung der Gebäude werden Baugruben bis circa 3,0 m unter Gelände benötigt. Ein ausreichender Platz für die Erstellung von Böschungen ist nach den uns vorliegenden Planunterlagen in der Regel gegeben.

Geböschte Baugruben nach DIN 4124 können ohne weitere Maßnahmen nicht errichtet werden. Grundwasser wurde ab 724,45 m ü. NN erkundet, steht also deutlich über eine von uns grob abgeschätzten Baugrubensohle von 723,00 m ü NN an. Unter Grundwasser sind geböschte Baugruben nicht standfest. Die in den Bohrungen B1 und B2 angetroffenen glazigenen Kiese sind unter Grundwasser auch temporär nicht standfest.

Für die Erstellung der Baugruben bieten sich zwei Varianten an:

- Errichtung einer Bauwasserhaltung außerhalb der geplanten Baugruben - anschließende Erstellung einer geböschten Baugrube.

oder

- Errichtung eines wasserdichten Verbaus, der bis in den Grundwasserstauer einbindet.

Im Folgenden werden beide Verfahren näher erläutert:

Errichtung einer Bauwasserhaltung

Bei diesem Verfahren ist je nach Bauwerk zunächst zu prüfen, ob hier die glazigenen Kiese (Bohrung B1 und B2) anstehen oder dieser Homogenbereich hier im Schichtenprofil nicht auftritt.

Stehen die glazigenen Kiese im Untergrund flächig an, kann direkt innerhalb dieser eine offene Wasserhaltung eingerichtet werden. Hierfür sind an den Ecken der Baugrube Bohr- oder Schachtbrunnen in den Untergrund niederzubringen. Je nach Grundwasserstand während der Bauphase ist hier mit einem hohen Grundwasserandrang von mehreren Dekalitern zu rechnen.

Sofern die glazigenen Kiese im Untergrund nicht vorliegen (Bohrung B3), kann hier eine umlaufende Drainage errichtet werden. Die auszuhebenden Gräben sind hier vermutlich temporär standfest. Hier kann also in kleinen Abschnitten bis zur benötigten Endtiefe des Grabens ausgehoben werden und anschließend dieser direkt mit einem stark durchlässigen Kies (Filterkies oder einen Kies der Bodengruppe GW nach DIN 18196) verfüllt werden. In der Drainage kann dann eine offene Wasserhaltung eingerichtet werden. Hier ist dann mit einem Grundwasserandrang in einer Größenordnung von 5 l/s zu rechnen. Mit Abweichungen des Schätzwertes ist je nach Variation des Untergrundes und der Baugrubengrößen zu rechnen.

Den Unterzeichnern ist nicht bekannt, ob der anliegende Graben grundsätzlich für das Einleiten von Wasser geeignet ist. Dies ist mit den zuständigen Behörden frühzeitig zu klären und eine wasserrechtliche Genehmigung zum Einleiten des geförderten Wassers einzuholen.

Um ein möglichst klares Wasser zum Einleiten zu gewährleisten sind alle eingesetzten Pumpen in Filterkies einzubauen. Bei sehr hohen Einleitanforderungen in Bezug auf mögliche Trübungen sind statt Schachtbrunnen Bohrbrunnen zu setzen.

Die Grundwasserhaltung ist bis zu einer Sicherung der Bauwerke gegen Auftrieb aufrechtzuerhalten. Alternativ kann eine gezielte Flutung des teilfertiggestellten Kellers erfolgen.

Errichtung eines wasserdichten Verbaus

Für die Errichtung eines wasserdichten Verbaus können beispielsweise Spundwände mit wasserdichten Schlössern eingesetzt werden. Hierbei ist zu beachten, dass bereits in den glazigenen Kiesen mit höheren Rammwiderständen zu rechnen ist. In den Grundwasserstauer (Homogenbereich B5 halb feste bis feste Schluffe) wird ein tieferes Einrammen nicht möglich sein. Dies ist insbesondere zu beachten, wenn der Verbau auch statischen Anforderungen (Verzicht auf Baugrubenböschungen) genügen muss. Zum Erreichen der benötigten Endtiefe sind dann Spülhilfen oder sonstige Einbringhilfen einzuplanen.

Im Bereich der Punkte B2/ DPH 3 ist mit einer gering mächtigen Lage aus verbackenen Kiesen zu rechnen. Diese Lage ist nicht rammbaar. Einbringhilfen sind hier einzuplanen.

Weiterhin gilt:

Für den Notfall (wie zum Beispiel Pumpenausfall bei Stromausfall etc.) ist eine Möglichkeit zur schnellen Flutung des Rohbaus einzuplanen, um ein Aufschwimmen, z.B. von teilfertiggestellten Tiefgaragen, zu verhindern.

Sofern durch die beschriebenen Maßnahmen in den Böschungen kein Wasser mehr ansteht, dürfen diese nach den vorliegenden Informationen zumindest im Bereich der Bohrung B1 und B2 in einem Böschungswinkel von 45° bis zu einer maximalen Höhe von 5 m errichtet werden. Im Bereich der Bohrung B3 stehen stark organische Böden an. Hier ist das Erstellen von Böschungen ohne Standsicherheitsnachweis im Sinne der DIN 4124 nach Abschnitt 4.2.7 d) voraussichtlich nicht zulässig. Es ist daher jeweils zu prüfen im welchen Umfang stark organische Böden im Bereich der Böschungen vorliegen. Gegebenfalls ist dann ein gesonderter Standsicherheitsnachweis in der Regel nach DIN 4084 auszuführen.

D.1.2 Gründung

Auf Höhe der vermuteten Gründungssohlen liegen nach den vorliegenden Erkundungsergebnisse primär die Homogenbereiche B4 glazigene Kiese und B5 halb feste bis feste Schluffe vor. Diese Homogenbereiche sind für die Gründung von Bauwerken grundsätzlich geeignet.

Vereinzelt ist auch damit zu rechnen, dass die für die Gründung ungeeigneten Homogenbereiche B2 (zum Beispiel auf Höhe der DPH 2) und B3 im Bereich der Gründungssohle anstehen. Hier sind diese dann vollständig zu entfernen und mittels einem geeigneten Bodenaustauschkörper (zum Beispiel ein Austausch mit an anderer Stelle auf dem Baufeld ausgebautem glazigenen Kies oder ein Boden der Bodengruppe GW/GU nach DIN 18196) zu ersetzen. Der Bodenaustauschkörper ist in Lagen à 0,3 m einzubauen und auf $D_{Pr} \geq 100\%$ zu verdichten.

Bei einer Gründung im Homogenbereich B5 halb feste und feste Schluffe ist zu beachten, dass diese Böden stark überkonsolidiert vorliegen. Diese Überkonsolidierung ist zu erhalten. Die Schicht darf nicht verdichtet werden. Je nach Überkonsolidierungsgrad ist es notwendig die Lage vor Witterungseinflüssen zu schützen. Ein Befahren oder sonstige dynamische Belastungen dürfen nicht erfolgen. Sofern die Sohle längere Zeit offen liegen soll, ist folglich zunächst zu prüfen ob die Überkonsolidierung durch Befahrungen oder Witterungseinflüssen Schaden nimmt. Sofern bei der Prüfung ein Verlust der Überkonsolidierung zu beobachten ist, sind die Böden vor Witterungseinflüssen zu schützen. Ein direktes Befahren der Sohle darf dann nicht erfolgen. Hier ist dann unmittelbar nach dem Aushub eine geringmächtige Kieslage auf den Schluffen aufzubringen, die fortan als Arbeitsfläche genutzt werden kann.

Bei Gründungen über eine **elastisch gebettete Bodenplatte** kann als **Startbettungsmodul** ein $k_s \sim 15 \text{ MN/m}^3$ angesetzt werden. Im Randbereich (ein Meter breiter Randstreifen) kann dieser auf 25 MN/m^3 erhöht werden. Die Ansetzung des Startbettungsmoduls setzt voraus, dass die zuvor genannten Punkte umgesetzt werden.

Genauere Auswertungen (Einzelberechnungen für die einzelnen Gebäude, Isolinien des Bettungsmoduls oder Isolinien der Setzung) können nachträglich bei genauen Angaben erfolgen.

Für die Angaben des Startbettungsmoduls ist zu beachten, dass den Baugrundgutachtern keine näheren Angaben zu den Bauwerken vorliegen. Im Zweifel hat daher eine Rücksprache mit dem Bodengutachter zu erfolgen.

Sofern auch **Einzel- und Streifenfundamente** benötigt werden, können bei diesen nach Anlage (4.1) und (4.2) die in den folgenden Tabellen genannten Vorbemessungswerte angesetzt werden. Dabei werden Gründungen angesetzt, die in die Baugrubensohle bei Unterkellerungen einbinden. Die in den Tabellen genannten Werte wurden soweit abgemindert, dass diese sowohl für eine Gründung in Homogenbereich B4 und B5 als auch bei den zu erwartenden Schwankungen innerhalb dieser Homogenbereiche gelten. Bei oberflächennahen Gründungen sind gesonderte Berechnungen und ggf. auch weitere Felduntersuchungen von Nöten.

Tabelle (8) Vorbemessungswerte der Sohlwiderstände für Einzelfundamente

max. Setzung cm	Vorbemessungswerte des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d}$ für Einzelfundamente mit Breiten $a = b$ [m] bei einer Einbindung von 0,5 m in die tragfähige Schicht				
	kN/m ²				
breite	1,0	1,4	1,8	2,2	2,6
1	500	420	310	280	250
2	650	660	600	550	500

Tabelle (9) Vorbemessungswerte der Sohlwiderstände für Streifenfundamente

max. Setzung cm	Vorbemessungswerte des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d}$ für Streifenfundamente mit Breiten $a = 10$ [m] bei einer Einbindung von 0,5 m in die tragfähige Schicht				
	kN/m ²				
breite	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6
1	320	290	270	250	230
2	450	470	490	490	450

D.1.3 Abdichtung des Bauwerks

Nach Abschnitt C.2 liegt der Bemessungsgrundwasserstand auf Höhe der Geländeoberkante

Der Bemessungsgrundwasserstand entspricht hier dem Bemessungswasserstand. Eine technische Absenkung des Bemessungswasserstandes mittels einer Errichtung einer Drainage nach DIN 4095 ist aufgrund von anstehendem Grundwasser nicht zulässig.

Nach DIN 18533-1 liegt demnach für Tiefen bis 3,0 m unter Gelände die Einstufung W2.1-E „mäßige Einwirkung von drückendem Wasser“ vor. Folglich ist eine Abdichtung nach W2.1-E nach DIN 18533-1 zu errichten oder eine Ausführung als weiße Wanne vorzusehen.

D.2 Straßenbau

Für den Straßenbau sind die Homogenbereiche 2 (Decklagen) und 3 (Torfe) relevant.

Die angesetzte Belastungsklasse nach RStO 12 ist von uns mit 0,3 abgeschätzt worden. Sollte eine höhere Belastungsklasse gewählt werden, muss die erforderliche Stärke des frostsicheren Oberbaus entsprechend den Anlagen (5) erhöht werden.

D.2.1 Straßenaufbau in den Decklagen (Homogenbereich 2)

Die Decklagen (Homogenbereich 2) sind der Frostsicherheitsklasse F3 der ZTV-E StB 17 zuzuordnen.

Auf dem Planum ist bei Ansatz der maßgebenden Frostzone II und der geschätzten Belastungsklasse von 0,3 gemäß RStO 12 bei einem Untergrund der Frostempfindlichkeitsklasse F3 (sehr frostempfindlich) ein frostsicherer Oberbau gemäß Anlage (5.1) mit einer Stärke von 0,55 m unter fertiger Fahrbahnoberfläche erforderlich.

Damit der Aufbau des frostsicheren Oberbaus erfolgen darf, muss im Planum ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ nachgewiesen werden. In den Decklagen wird dies selbst unter günstigsten Bedingungen nicht nachweisbar sein. Weitere Maßnahmen zur Herstellung eines ausreichend tragfähigen Planums sind folglich auszuführen.

Zum Erreichen des Sollwerts $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ im Planum schlagen wir folgende Maßnahmen vor:

- Bodenaustausch durch weitgestufte Kies-Sand-Gemische (GW nach DIN 18196) oder Kies-Schluff-Gemische (GU) mit 5 bis 15 Gew.-% $\leq 0,063 \text{ mm}$ (GU nach DIN 18196), um ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ zu erreichen. **Hierfür können auch die glazigenen Kiese des Homogenbereiches 4 verwendet werden.** Die erforderliche Stärke wird vom Verformungsmodul des Untergrundes bestimmt. Die Stärke ist mit 0,4 m als Startwert abzuschätzen. Im Zweifel ist die Stärke über ein Probefeld und anschließenden statischen Lastplattendruckversuchen festzulegen. Über den Fahrbahnrand hinaus ist auf beiden Seiten der Austausch auf eine Breite von jeweils der gewählten Stärke vorzunehmen.
- Alternativ: Bodenverbesserung des anstehenden Untergrundes im Erdplanum in einer Stärke von 0,4 mit einem Kalk-Zementgemisch (z. B. Dorosol C30 oder BoBi 300) mit einer Dosierung von circa 4 % (circa 32 kg/m^2) bis zum Erreichen eines Verformungsmoduls von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$. Die geschätzte Dosierung von 4% ergibt sich nach unserer Erfahrung nach der in Anlage (3.1) dargestellten Proctorkurve und des ermittelten natürlichen Wassergehalts. Im Zweifelsfall ist die Dosierung über ein Probefeld und anschließenden statischen Lastplattendruckversuchen festzulegen. Über den Fahrbahnrand hinaus ist auf beiden Seiten die Verbesserung auf einer Breite von jeweils der gewählten Stärke vorzunehmen.

Anschließend ist eine Frostschuttschicht in erforderlicher Stärke nach RStO 12 für die Frostsicherheitsklasse F 3 im Planum aufzubringen (frostsicherer Oberbau 0,55 m incl. Schwarzdecke). Hierfür ist ein Baustoffgemisch für Frostschuttschichten gem. TL SOB-StB 04 mit einem max. Überkornanteil von 10 Gew.-%, der den maximalen Siebdurchmesser um maximal das 1,4 fache überschreiten darf, zulässig. Auf der Frostschuttschicht muss ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$ erreicht werden, sowie ein Verhältnis von $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,3$ oder ein $E_{v1} \geq 72 \text{ MN/m}^2$ (60% Soll-Wert E_{v2}). Dies muss durch Ausführung von statischen Plattendruckversuchen auf der Frostschuttschicht nachgewiesen werden. Grundsätzlich empfehlen wir vor der Durchführung von Lastplattendruckversuchen eine Ruhezeit von mehreren Tagen einzuhalten.

Abschließend kann die Fahrbahndecke aufgebracht werden.

D.2.2 Straßenaufbau in den Torfen (Homogenbereich 3)

Die Torfe sind für den Straßenbau ungeeignet. Das Vorhandensein von Torf kann, selbst wenn diese nur im tieferen Untergrund auftreten, zu größeren Schäden an Verkehrswegen führen.

Die Torfe sind daher vollständig zu entfernen oder mittels Pfähle zu überbrücken.

In der Regel ist eine Pfahlgründung im Straßenbau erst bei Tiefen eines Torfkörpers von $> 4 \text{ m}$ wirtschaftlich. Da diese Tiefen nach den bisherigen Untersuchungen nicht vorliegen, wird dieses Verfahren hier nicht näher erläutert.

Nach den vorliegenden Ergebnissen ist folglich ein vollständiger Bodenaustausch auszuführen. Hierfür können weitgestufte Kies-Sand-Gemische (GW nach DIN 18196) oder Kies-Schluff-Gemische (GU) mit 5 bis 15 Gew.-% $\leq 0,063 \text{ mm}$ (GU nach DIN 18196), verwendet werden. **Es können auch die glazigenen Kiese des Homogenbereiches 4 verwendet werden.** Bei diesem Vorgehen liegt dann ein Untergrund der Frostsicherheitsklasse F2 der ZTV-E StB 17 vor.

Auf dem Planum ist bei Ansatz der maßgebenden Frostzone II und der geschätzten Belastungsklasse von 0,3 gemäß RStO 12 bei einem Untergrund der Frostempfindlichkeitsklasse F2 (gering bis mittel frostempfindlich) ein frostsicherer Oberbau gemäß Anlage (4.2) mit einer Stärke von 0,45 m unter fertiger Fahrbahnoberfläche erforderlich.

Diese Frostschuttschicht kann anschließend direkt auf das verdichtete Planum aufgebaut werden. Hierfür ist ein Baustoffgemisch für Frostschuttschichten gem. TL SOB-StB 04 mit einem max. Überkornanteil von 10 Gew.-%, der den maximalen Siebdurchmesser um maximal das 1,4 fache überschreiten darf, zulässig. Auf der Frostschuttschicht muss ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$ erreicht werden, sowie ein Verhältnis von $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,3$ oder ein $E_{v1} \geq 72 \text{ MN/m}^2$ (60% Soll-Wert E_{v2}). Dies muss durch Ausführung von statischen Plattendruckversuchen auf der

Frostschuttschicht nachgewiesen werden. Grundsätzlich empfehlen wir vor der Durchführung von Lastplattendruckversuchen eine Ruhezeit von mehreren Tagen einzuhalten.

Abschließend kann die Fahrbahndecke aufgebracht werden.

D.3 Bau von Kanal- und Leitungstrassen

Kanal- und Leitungstrassen können bei den gegebenen Untergrundverhältnissen nicht einheitlich gegründet werden. Hier ist der Bodenaufbau analog zur Bohrung B3 von dem Bodenaufbau analog zu B1 und B2 zu unterscheiden.

Bei einer Gründung im Bereich von Homogenbereich B3 Torfe (Bohrung B3) sind diese wie auch im Abschnitt D 2.2 erläutert vollständig zu entfernen.

Innerhalb des Homogenbereiches B2 Decklagen (Bohrung B1 und B2) kann eine Gründung ab ca. einer Tiefe von 1 m auf einem Kieskoffer ($\geq 0,5$ m aus Wandkies der Bodengruppen GW/GU nach DIN 18196 oder gefördertes Material aus Homogenbereich 4 glazigene Kiese mit $D_{Pr} \geq 100$ %) gegründet werden. Für den Kieskoffer kann dann ein Steifemodul von $E_s = 100$ MN/m² angesetzt werden.

Sofern der Homogenbereich B4 glazigene Kiese aufgeschlossen wird, kann die Gründung ohne zusätzlichen Kieskoffer erfolgen.

Liegt die Grabensohle unter dem Grundwasser ist ein hierfür geeigneter Verbau (zum Beispiel Gleitschienen- oder Kanaldielenverbau jeweils mit Stirnplatte) vorzusehen. Die Wasserhaltung ist analog zum Gebäudebau auszuführen. Ggf. empfiehlt sich auch hier ein wasserdichter Verbau, der beispielsweise als senkrechter Grabenverbau mit wasserdichten Schlössern ausgeführt werden kann.

Sofern glazigene Kiese aufgeschlossen werden, können diese bis OK Planum wieder zur Verfüllung der Kanalgräben herangezogen werden.

Die Decklagen sind nur dann zur Wiederverfüllung zu verwenden, wenn diese vor Witterungseinflüssen geschützt werden und diese mithilfe einer Bodenverbesserung (Kalk-Zementgemisch z. B. Dorosol C30 oder BoBi 300) aufgewertet werden. Nach dem hier dokumentiertem Wassergehalt, ist mit einer Zugabeempfehlung von circa 4% auszugehen. Die genaue Dossierung muss vor Ort auf Basis aktueller Wassergehaltsbestimmungen und Proctorversuchen nach DIN 18127 festgelegt werden.

Die Verdichtung der Verfüllung der Kanaltrasse kann in Anlehnung an die ZTV-A-StB 12 bei der Wiederverwendung der ausgehobenen Materialien bei obiger Ausführung nach der folgenden Tabelle ausgeführt werden.

Tabelle (10) Anhaltswerte für den Geräteeinsatz zur Verdichtung der Verfüllzone im Bereich von Verkehrsflächen

Geräteart	Betriebsgewicht	Homogenbereich					
		Homogenbereich 2			Austauschkörper für Homogenbereich 3		
		kg	Eignung	Schütt-höhe [cm]	Zahl Überg.	Eignung	Schütt-höhe [cm]
Vibrationsstampfer/ Schnellschlag- stampfer	-50	+	-15	2-4	0	15-20	3-7
	50-80	+	10-20	2-4	0	20-30	3-7
	>80	+	20-30	2-4	0	30-35	3-7
Vibrationsplatten/ Flächenrüttler	-150		-	-	+	15-20	4-6
	150-400		-	-	+	20-30	4-6
	> 400	0	20-30	6-8	+	30-40	4-6
Vibrationswalzen - Walzenzug/ Tandemwalze	- 3000	+	-15 ¹	4-8	+	15-20	4-8
	3000-7000	0	20-30 ¹	4-8	+	20-30	4-8
	> 7000	0	20-30 ¹	4-8	+	30-50	4-8

¹) mit Stampffußbandage

+ empfohlen

0 meist geeignet

Wir empfehlen zur Verdichtung im Kanalgraben den Einsatz einer ausreichend dimensionierten Anbau-Rüttelplatte.

D.4 Verwertung und Entsorgung von Aushubmaterial

Das Baufeld liegt derzeit als grüne Wiese vor. Informationen zu einer ehemaligen Bebauung liegen den Unterzeichnern nicht vor. Im digitalen Höhenmodell sind Reliefformen erkennbar, die auf eine historische Straße schließen lassen (2 linienartige dammartige Strukturen). In diesen Bereichen hat daher eine besondere Sorgfalt auf eventuelle Fremdbestandteile im Aushub zu erfolgen.

Von den zu partiell zu entsorgenden Decklagen (Homogenbereich B2) ist vorab eine Probe nach den Parametervorgaben des Eckpunktepapiers (EPP) untersucht worden. Ergänzend wurde hier wie bei Böden üblich, die organische Beimengungen enthalten der TOC und DOC ermittelt. Die Probe weist keine Auffälligkeiten auf und hält die Z 0 Grenzwerte nach EPP ein. Die TOC und DOC Werte sind gering, so dass hier in der Regel eine Verwertung in Gruben, Brüchen und Tagebauen möglich ist. Die Decklagen sind demnach voraussichtlich nach Z 0 nach EPP zu verwerten.

Von den Torfen (Homogenbereich B3) wurde vorab ebenfalls eine Probe nach den Parametervorgaben des Eckpunktepapiers (EPP) analysiert. Ergänzend wurde hier wie bei organischen Böden üblich der TOC und DOC ermittelt. Die Sulfatkonzentration liegt im Z 1.1 Bereich. Alle weiteren EPP- Parameter liegen im Z 0 Bereich. Die bei Torfen häufig anzutreffenden hohen Arsenkonzentrationen liegen nicht vor. Es liegen sehr hohe TOC und DOC Werte vor. Eine Entsorgung der Torfe über Gruben und Brüche oder eine Deponierung wird hier in der Regel nicht zugelassen. Es sind folglich andere Verwertungsmöglichkeiten, zum Beispiel als Rekultivierungsmaterial auf Gruben und Brüchen, anzustreben.

D.5 Versickerung von Niederschlagswasser

Eine Versickerung von Niederschlagswasser im Untersuchungsgebiet ist nach den Vorgaben der DWA-A 138 nicht möglich.

Von den angetroffenen Böden weisen zwar die glazigenen Kiese des Homogenbereich B4 einen für die Errichtung von Versickerungsanlagen ausreichend hohen Durchlässigkeitsbeiwert auf, jedoch steht in den genannten Kiesen oberflächennah Grundwasser an. Folglich müsste hier eine direkte Einleitung von Sickerwasser in das Grundwasser erfolgen. Dies ist nach den Vorgaben der DWA-A 138 nicht zulässig.

D.6 Erdbebenzonen

Das Untersuchungsgebiet liegt nach Abfrage am Helmholtz-Zentrum Potsdam - DeutschenGeo-Forschungs- Zentrum GFZ nach DIN 4149 in keiner Erdbebenzone. Es sind demnach keine zusätzlichen Maßnahmen für Erdbebensicherheit erforderlich.

D.7 Frosteindringtiefe

Die Frosteindringtiefe am Standort beträgt 1,0 m. Entsprechende Maßnahmen zum Vermeiden von Frostschäden sind vorzusehen.

D.8 Beweissicherungsmaßnahmen

Bei der Nachbarbebauung muss zumindest damit gerechnet werden, dass vereinzelt Torfe oder andere gering tragfähige Böden unterhalb der Gründungssohle vorliegen. Bei einer fachgerechten Ausführung sollten diese zwar vollständig entfernt worden sein, mit Mängeln in der Ausführung ist nach unserer Erfahrung aber zu rechnen. Da insbesondere bei Torfen mit Setzungen durch Grundwasserabsenkungen oder durch dynamische Belastungen (Einrammen von Spunddielen etc.) zu rechnen ist, empfehlen wir hier eine Beweissicherung.

Sofern eine Grundwasserabsenkung ausgeführt werden soll, empfehlen wir ein Grundwassermodell erstellen zu lassen, in dem die Reichweite des Absenkungstrichters ermittelt wird. Anhand dieses Modells kann dann das Gefährdungspotential abgeschätzt und die benötigte Reichweite der Beweissicherungsmaßnahmen festgelegt werden.

(E) SCHLUSSBEMERKUNGEN

Im Rahmen des vorliegenden Berichtes wurden die Ergebnisse der durchgeführten Feldarbeiten für die Baugrunderkundung hinsichtlich der geplanten Baumaßnahme zusammengestellt und dokumentiert.

Vorrangiges Ziel des Gutachtens war es, die vor Ort relevanten Untergrunddaten durch Beschreibung der Bodenschichten, Zuordnung von Homogenbereichen und physikalischen Bodenparametern für den Planer und für die Baufirma aufzubereiten.

Generell ist es unabdingbar, dass die an Planung und Bauausführung Beteiligten unter Zugrundelegung der hier aufgezeichneten Untergrunddaten alle erforderlichen Nachweise für die Bauwerke entsprechend den Regeln der Bautechnik führen und bei offenen Fragestellungen hinsichtlich Baugrund und Gründung an den Baugrundsachverständigen herantreten.

Bei den weiteren Gründungsarbeiten sind die anstehenden Bodenschichten mit den vorliegenden Erkundungsergebnissen sorgfältig zu vergleichen. Bei Abweichungen der Untergrundverhältnisse oder generell in Zweifelsfällen bezüglich Baugrund und Gründung ist ein Baugrundsachverständiger einzuschalten.

Da den Baugrundsachverständigen zum derzeitigen Planungsstand nicht alle Gesichtspunkte der Planung und Bauausführung bekannt sein können, sei weiterhin darauf hingewiesen, dass in Detailpunkten ggf. noch weiterer Abstimmungsbedarf besteht.

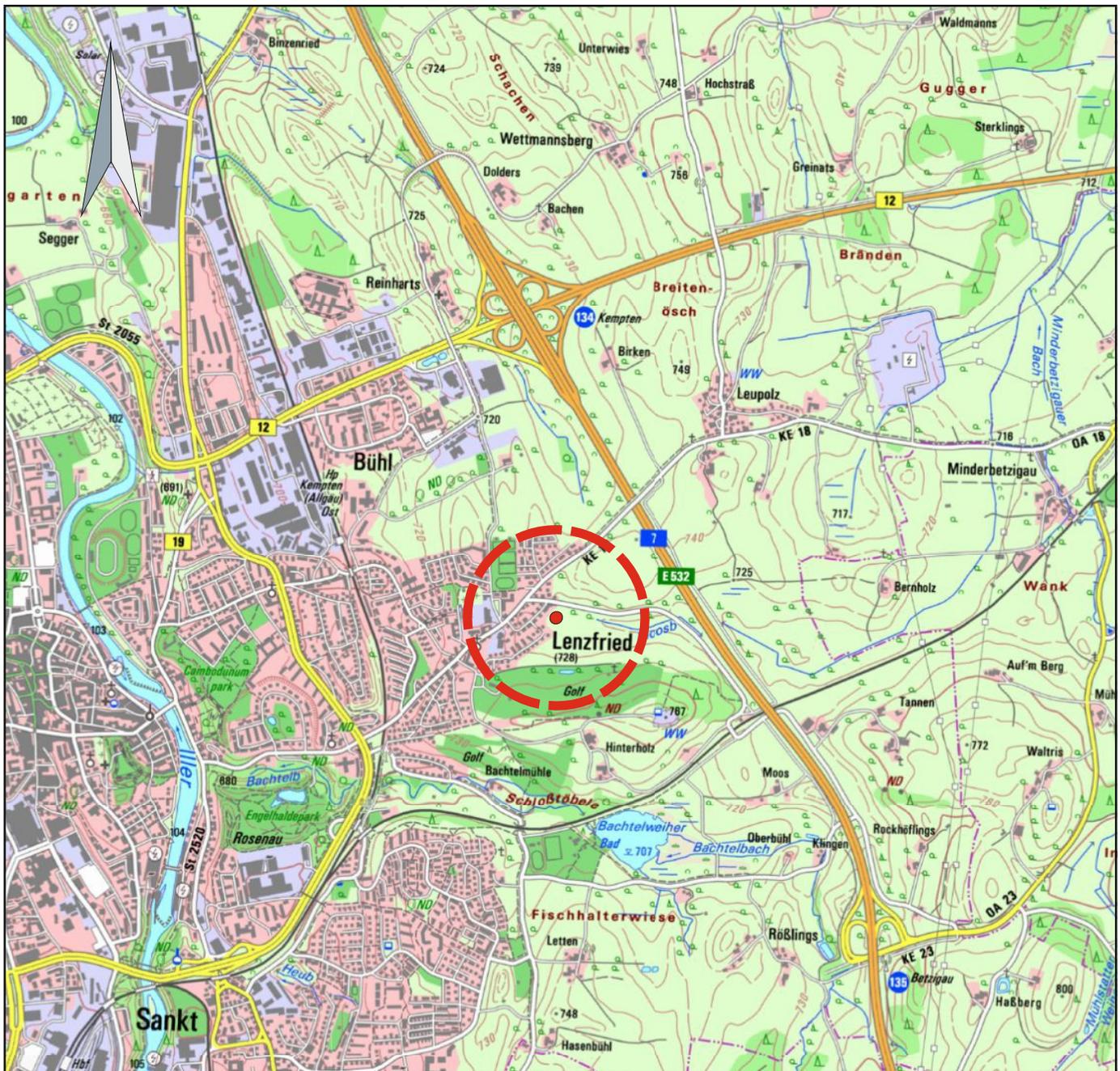
Markt Rettenbach, den 26.03.2019



Dipl.-Geol. Paul-David Lind



Dipl.-Geol. Udo Bosch



Standort

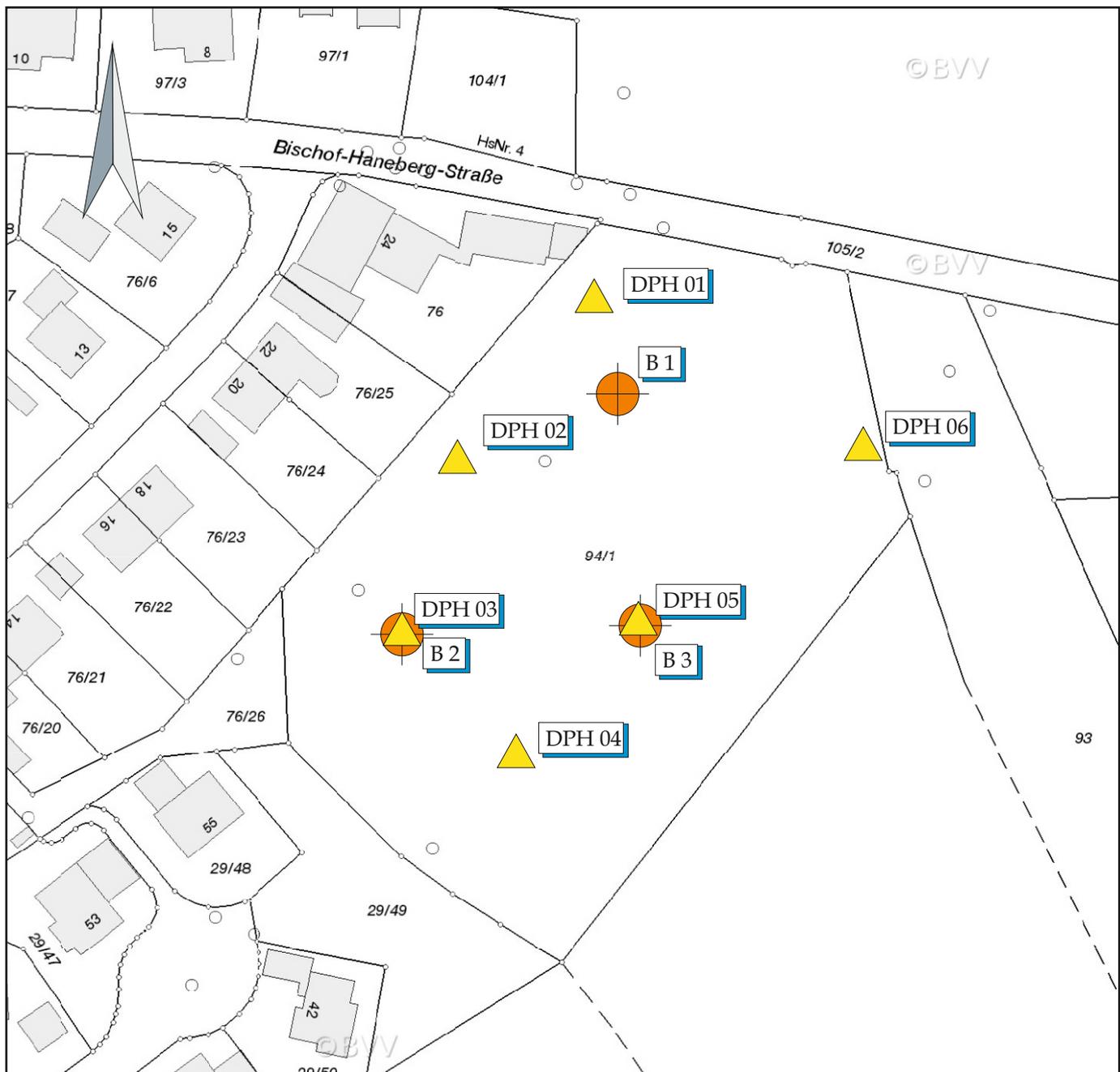


UDO BOSCH
Diplom Geologe

GEOTECHNISCHES BÜRO

Fuggerring 21
87733 Markt Rettenbach
Tel.: 08392/934634
Fax: 08392/934635
post@bosch-geotechnik.de

Auftraggeber:	Hubert Schmid Bauunternehmen GmbH	
Projekt:	Kempten Lenzfried Fl.Nr. 94/1	
Planinhalt:	Übersichtslageplan	
M= 1:25.000	Plan: 1	Anlage: 1.1
Datum: 26.03.2019	gez.: PL	gepr.: <i>Udo Bosch</i>



UDO BOSCH
Diplom Geologe

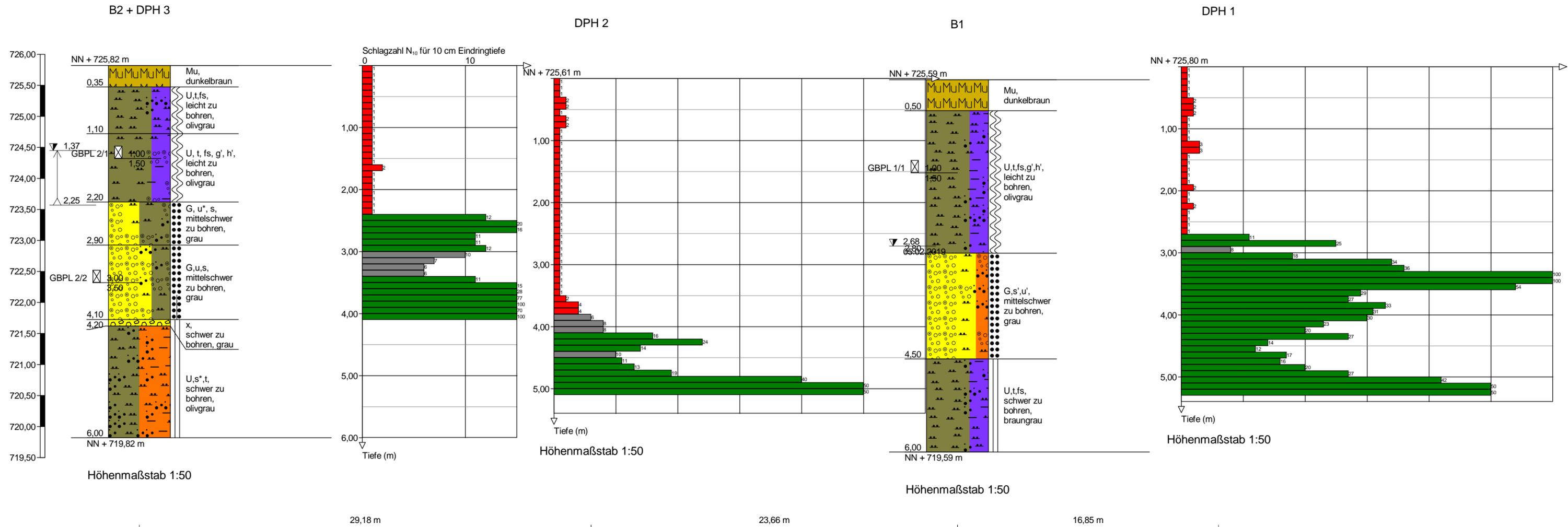
GEOTECHNISCHES BÜRO

Fuggerring 21
87733 Markt Rettenbach
Tel.: 08392/934634
Fax: 08392/934635
post@bosch-geotechnik.de

Auftraggeber:		Hubert Schmid Bauunternehmen GmbH	
Projekt:		Kempten Lenzfried Fl.Nr. 94/1	
Planinhalt:		Detaillageplan	
M=	1:1.000	Plan: 2	Anlage: 1.2
Datum: 26.03.2019		gez.: PL	gepr.: <i>Udo Bosch</i>

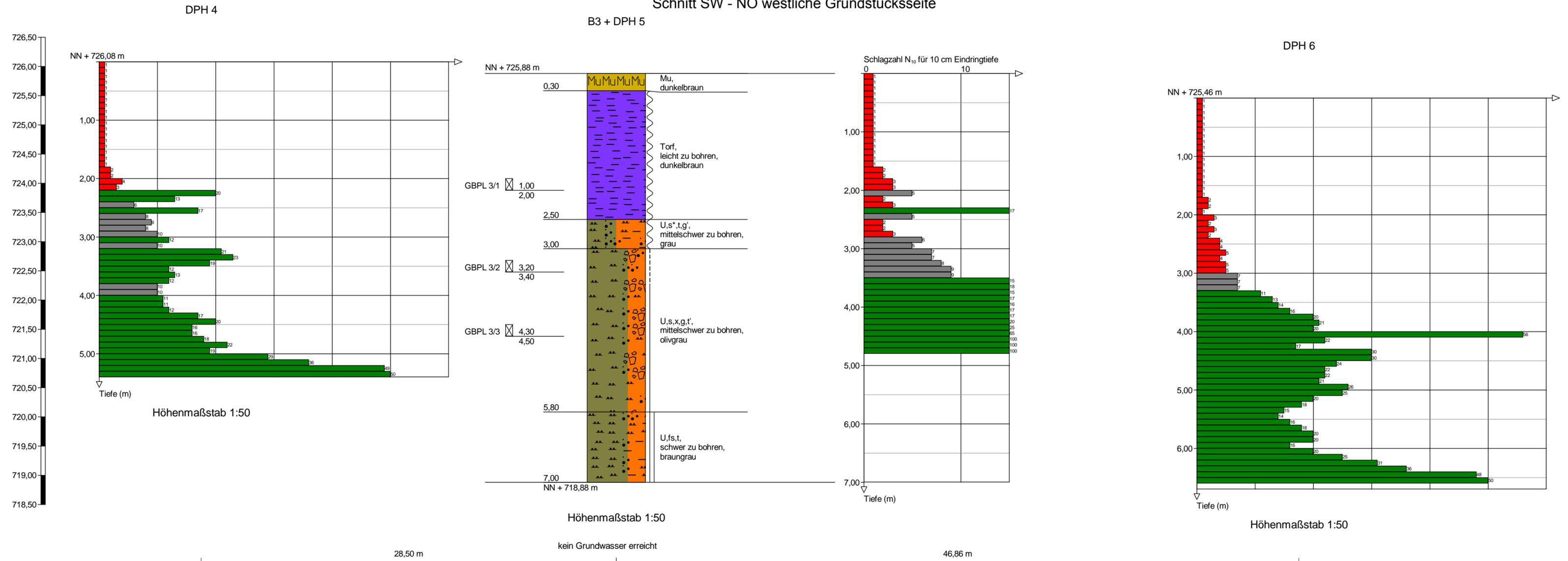
Profilschnitt - Bohrprofile nach DIN 4023

Schnitt SW - NO östliche Grundstücksseite



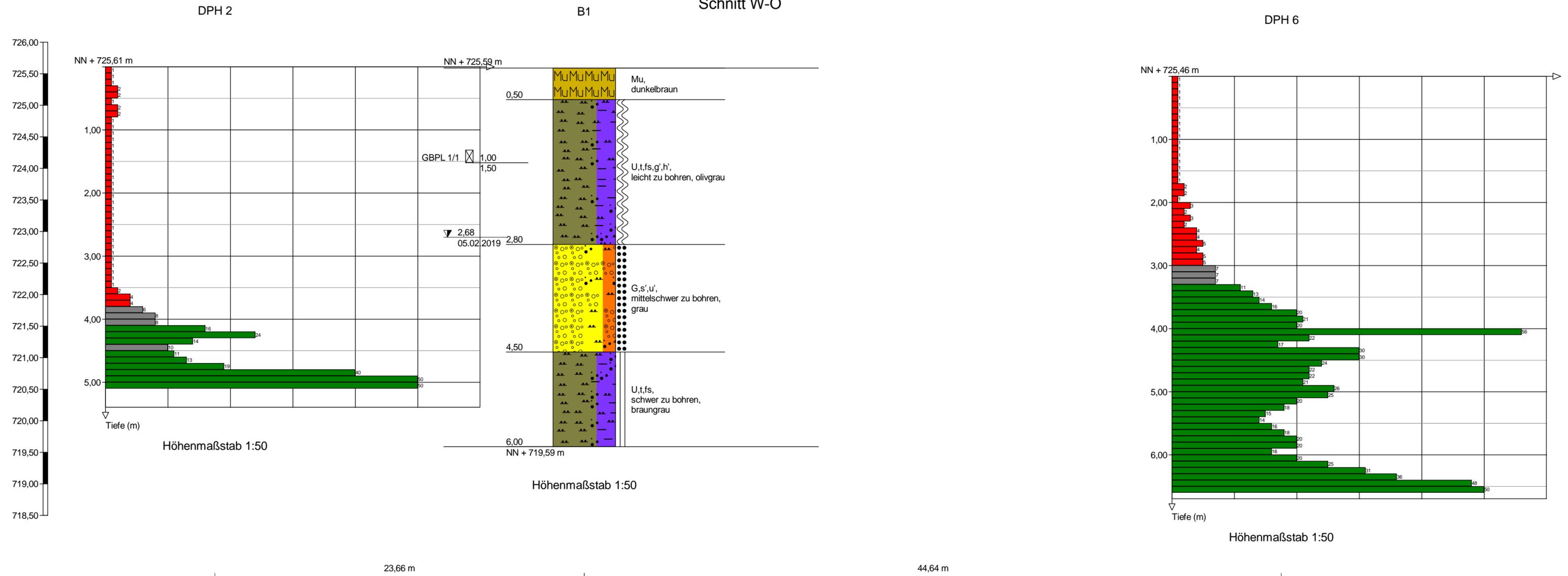
Profilschnitt - Bohrprofile nach DIN 4023

Schnitt SW - NO westliche Grundstücksseite



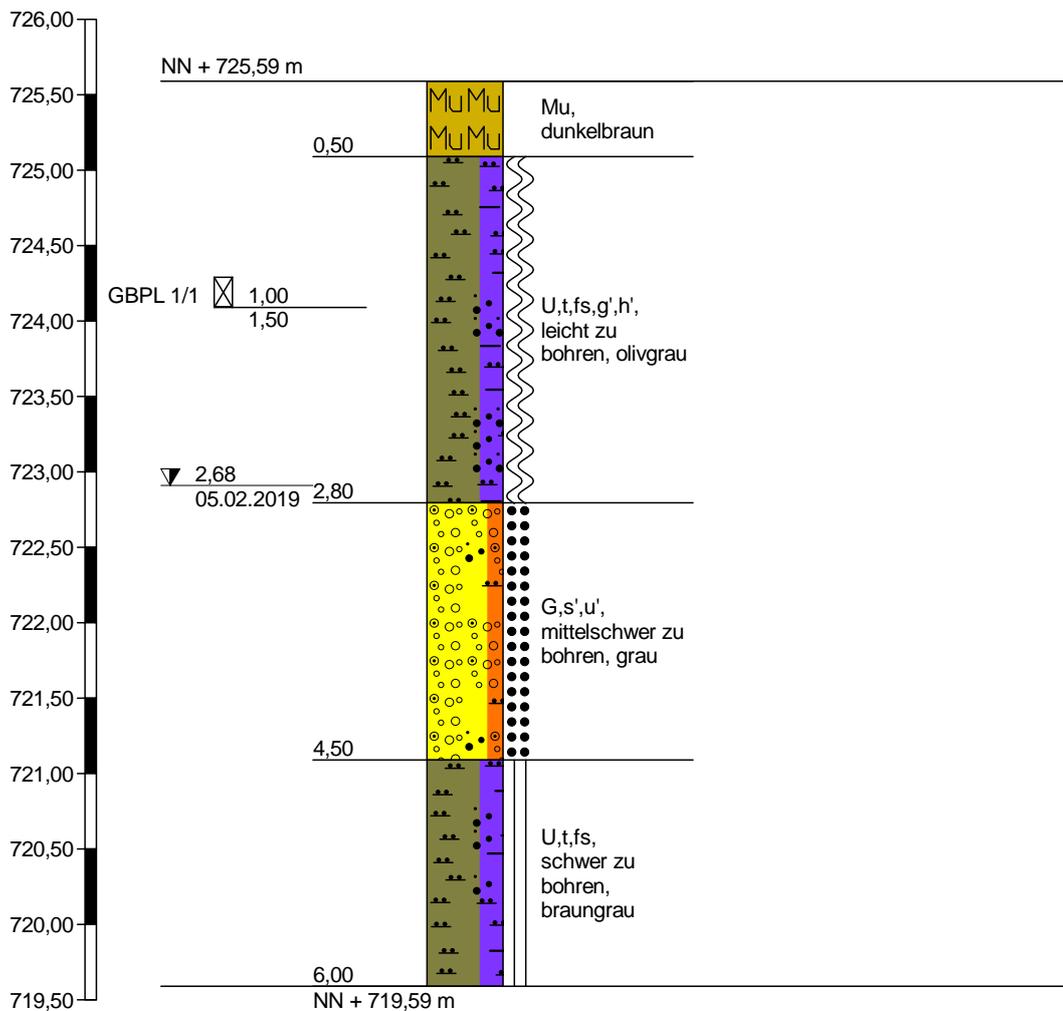
Profilschnitt - Bohrprofile nach DIN 4023

Schnitt W-O



Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

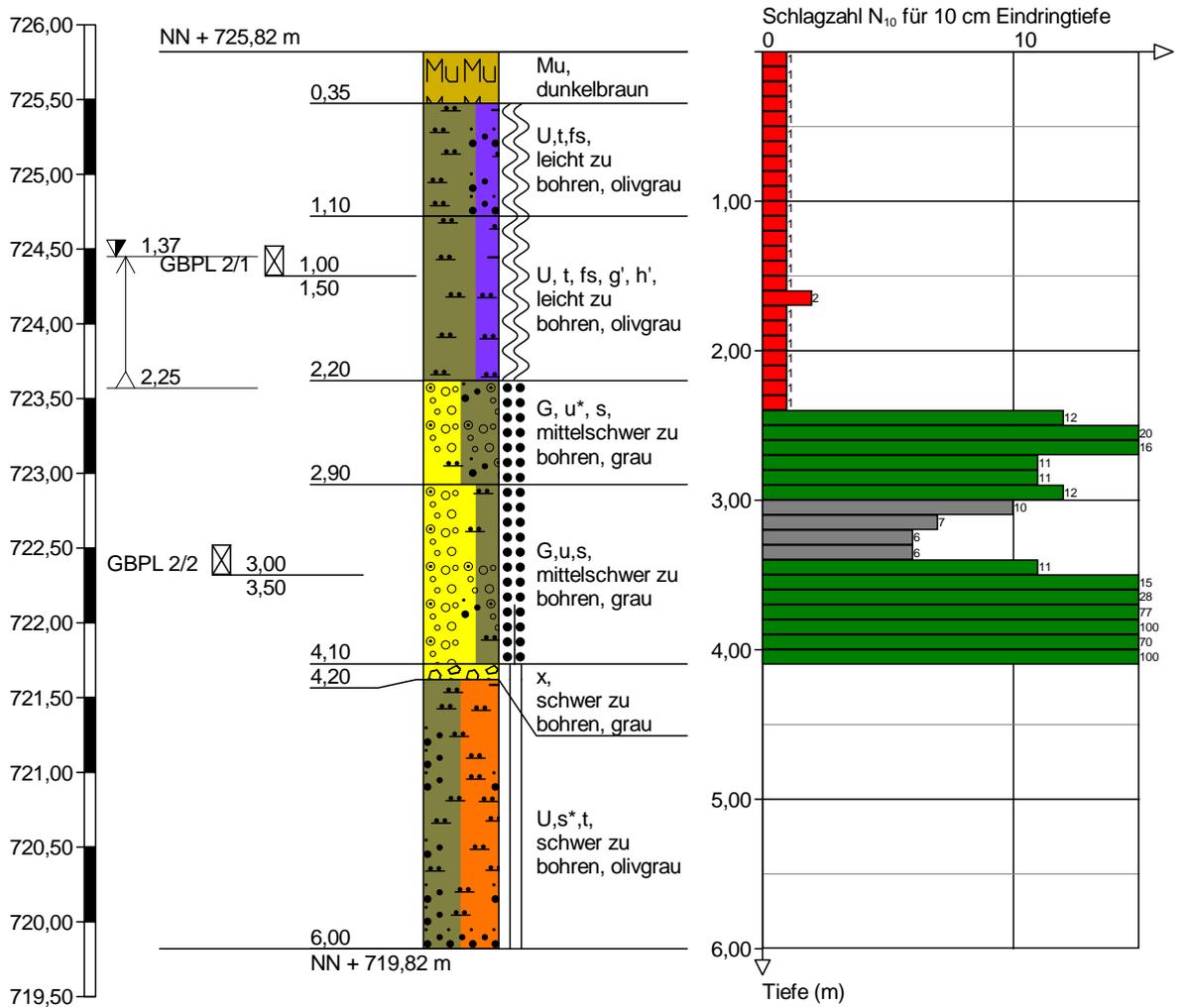
B1



Höhenmaßstab 1:50

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

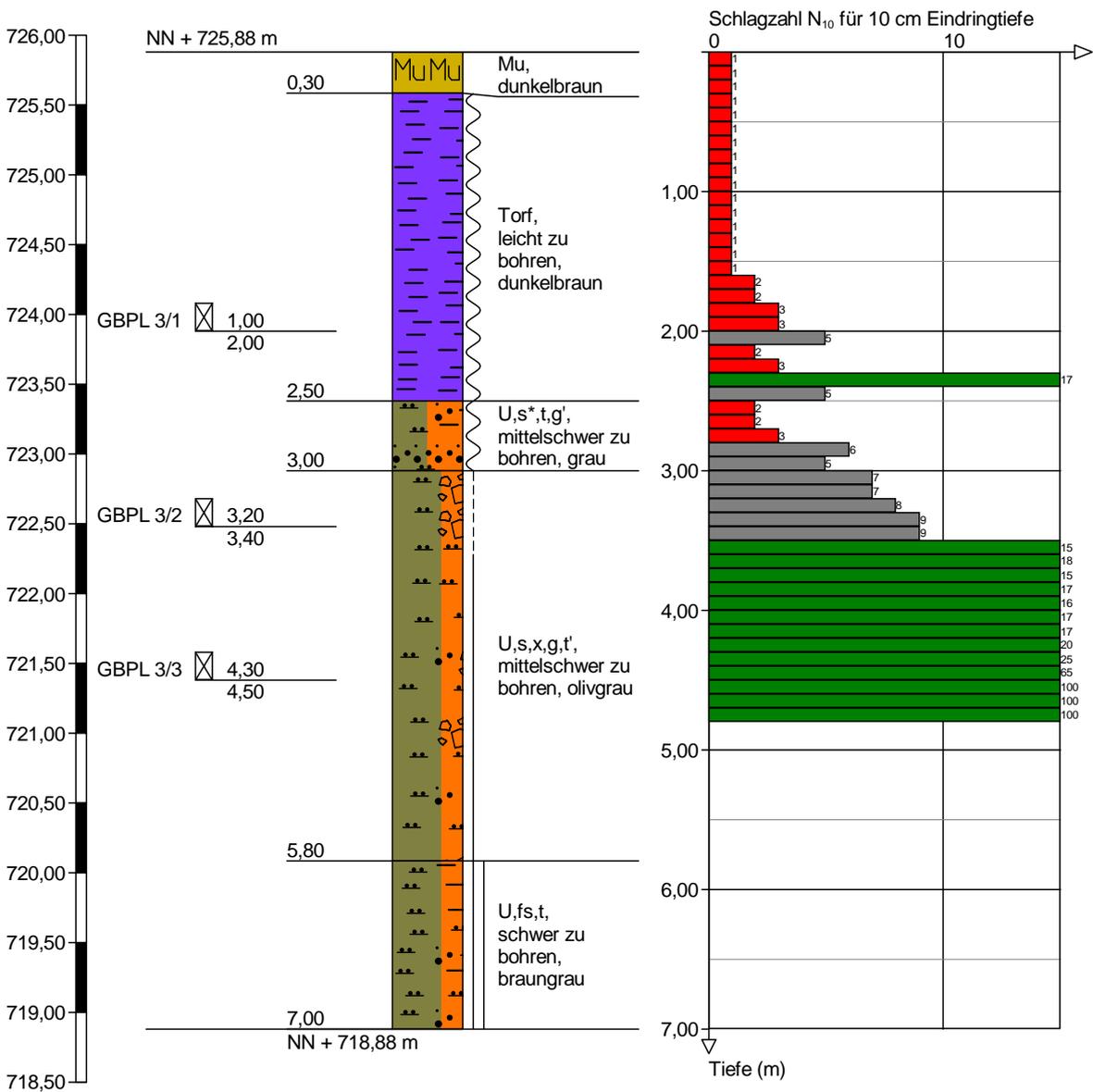
B2 + DPH 3



Höhenmaßstab 1:50

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

B3 + DPH 5

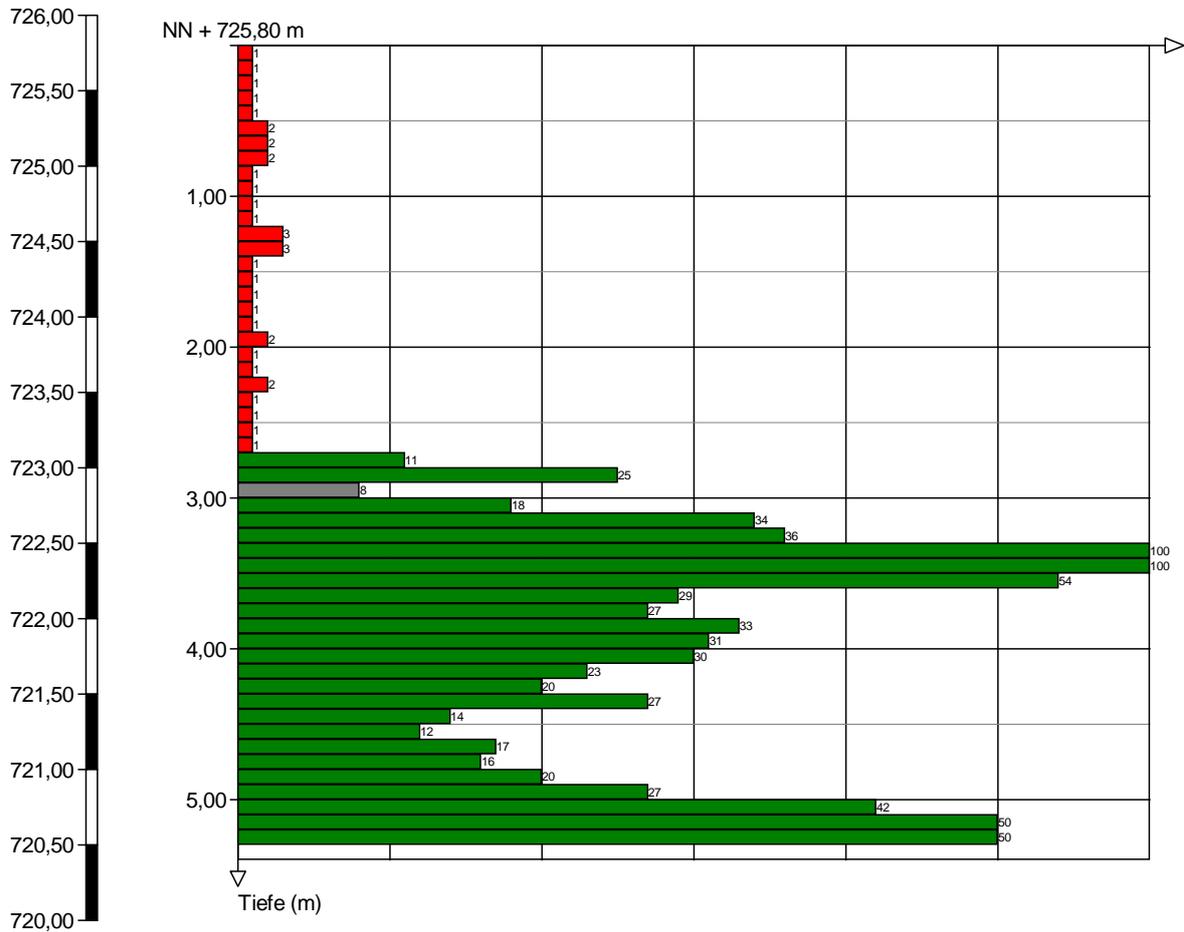


Höhenmaßstab 1:50

kein Grundwasser erreicht

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

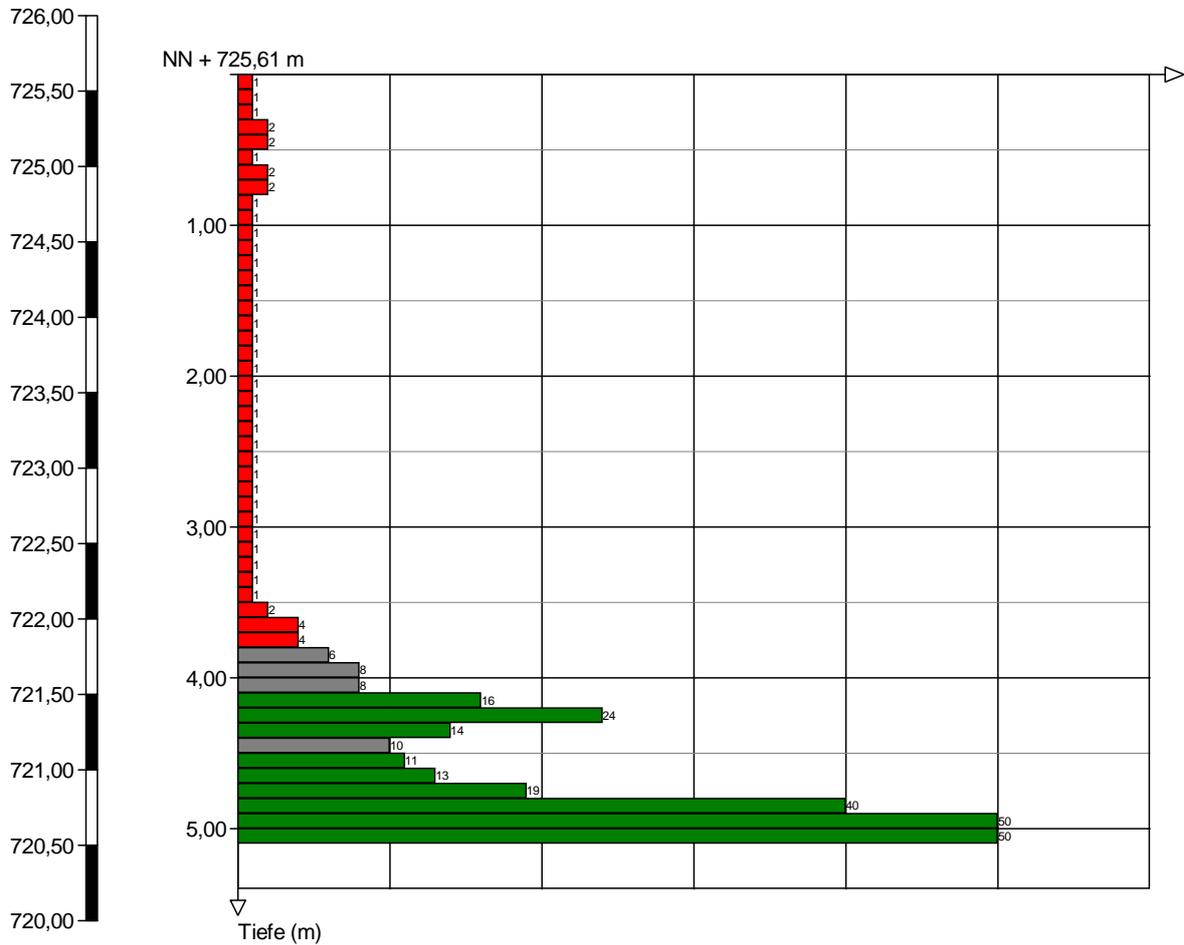
DPH 1



Höhenmaßstab 1:50

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

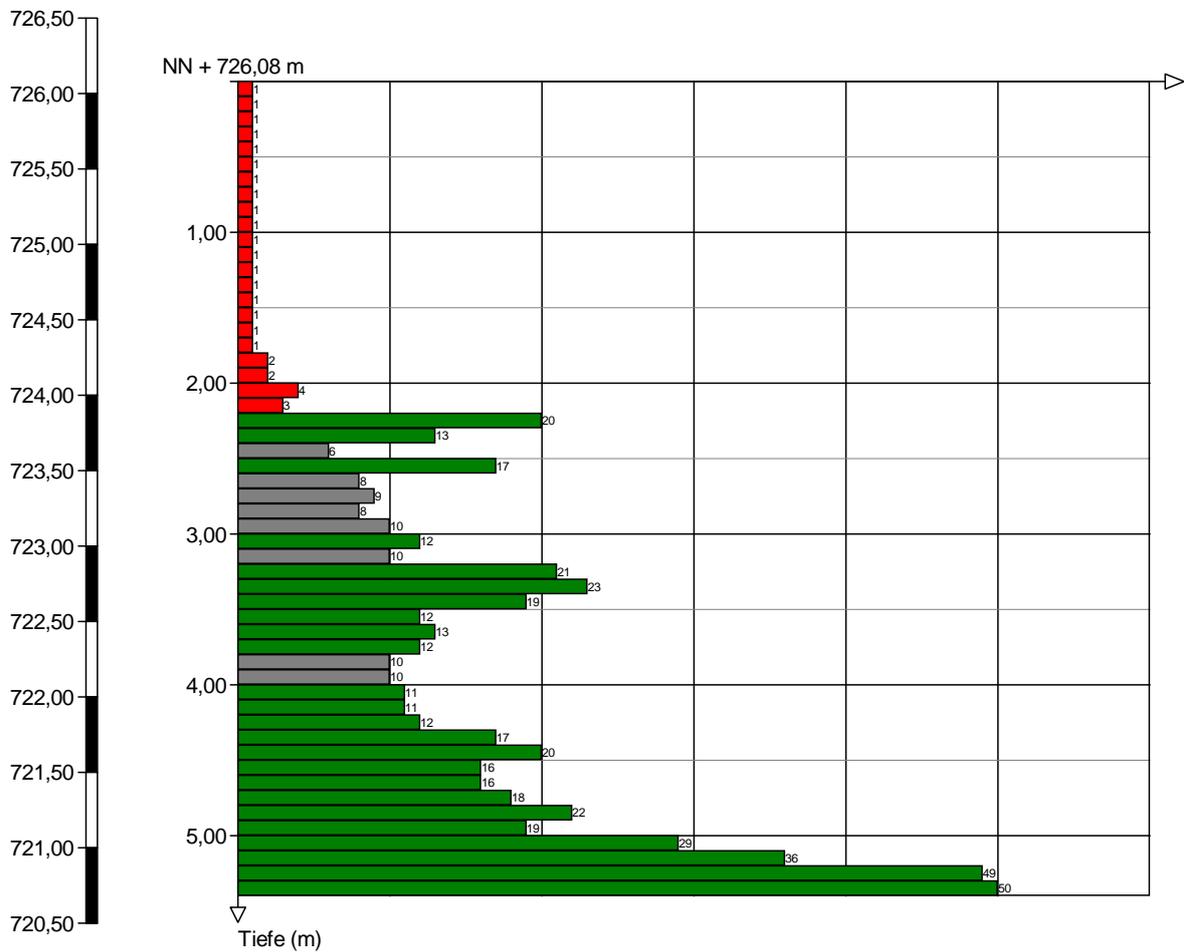
DPH 2



Höhenmaßstab 1:50

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

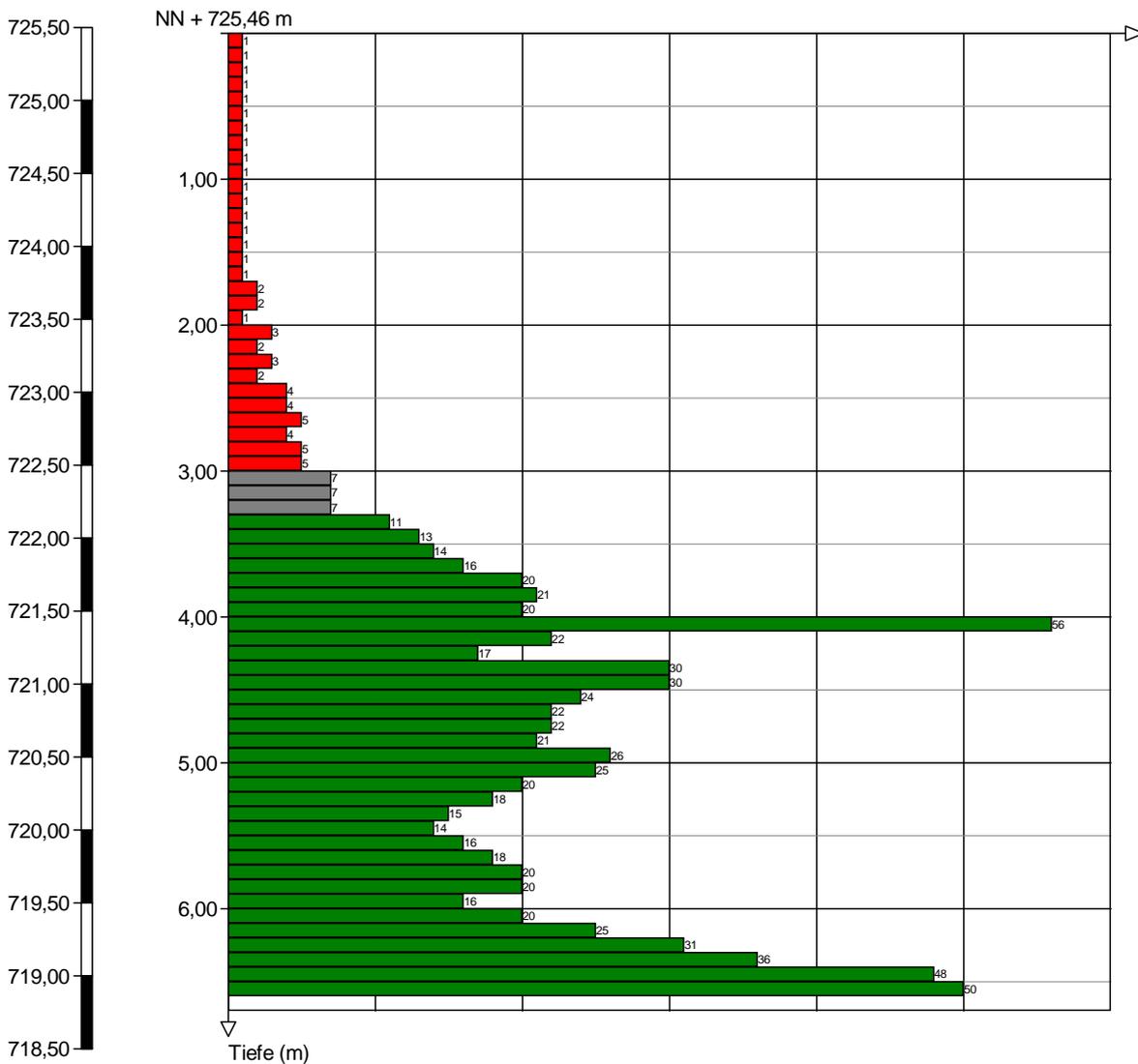
DPH 4



Höhenmaßstab 1:50

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

DPH 6



Höhenmaßstab 1:50

Proctorkurve nach DIN 18 127

Kempten Lenzfried
Bodenverbesserung

Bearbeiter: LD

Datum: 12.03.2019

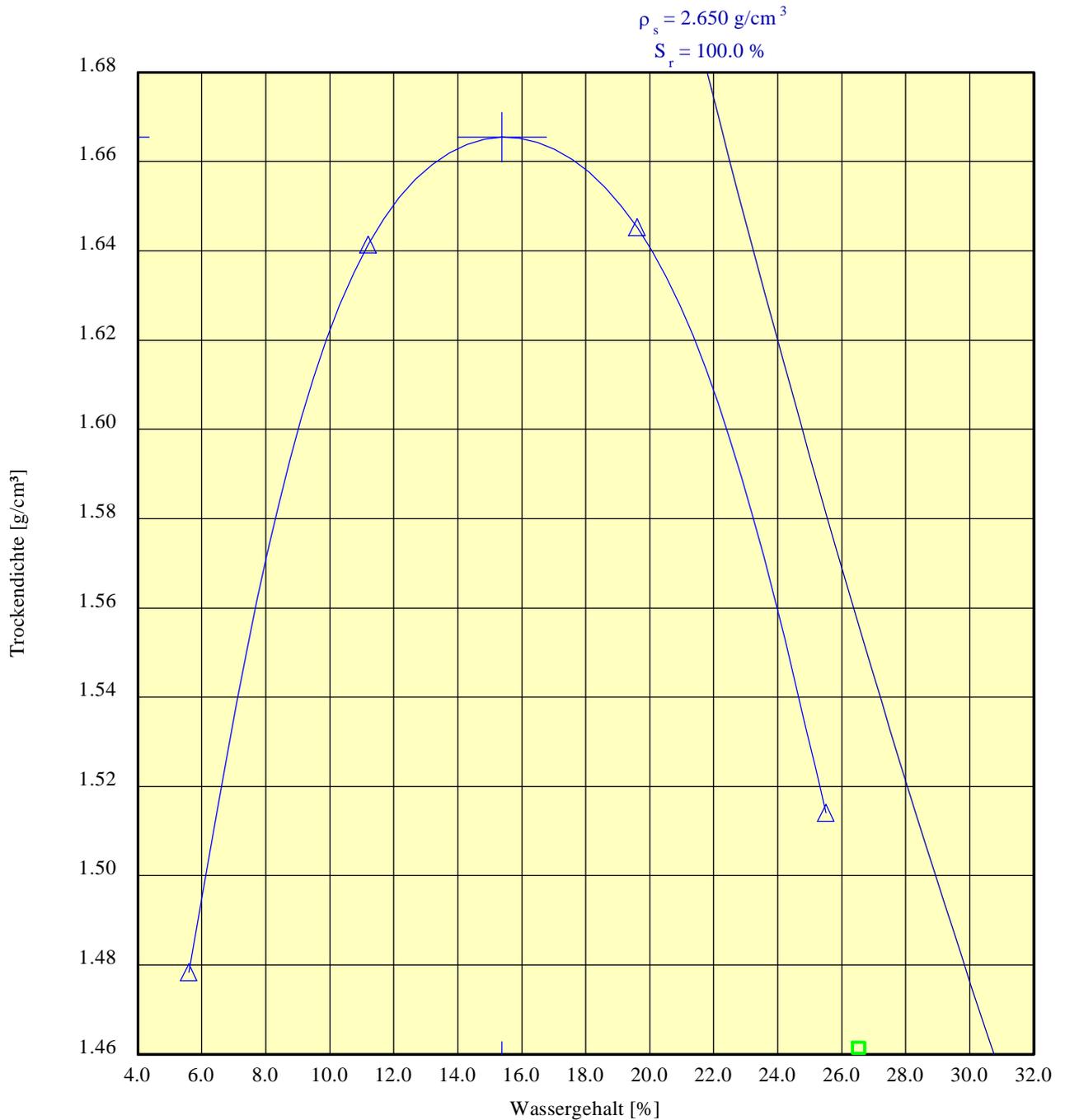
Prüfungsnummer: EL 23/18

Entnahmestelle: B 2 (1,0 - 1,5 m)

Bodengruppe: TL/TM

Probe entnommen am: 05.02.2019

Überkornanteil: -



100 % der Proctordichte $\rho_{Pr} = 1.665 \text{ g/cm}^3$

Optimaler Wassergehalt $w_{Pr} = 15.4 \%$

□ Natürlicher Wassergehalt $w_{nat.} = 26.6 \%$

Bestimmung des WASSERGEHALTES durch Ofentrocknung nach DIN 18121

Projekt:	Kempten Lenzfried	Entnahme durch:	PL
Probennummer:	B 2	Entnahme am:	05.02.19
Bodenart:	TL/TM	Ausgeführt durch:	LD
Entnahmestelle:	B 2	Datum:	12.03.19
Entnahmetiefe:	1,0 - 1,5 m		

Probenbezeichnung			B 2-1	B 2-P		
Behälter		[Nr.]	1	2		
Feuchte Probe + Behälter	$m_2 + m_{BI}$	[g]	856,7	2141,80		
Trockene Probe + Behälter	$m_3 + m_{BI}$	[g]	748,2	1863,2		
Behälter	m_{BI}	[g]	336	830,30		
Wasser	$m_w = m_2 - m_3$	[g]	108,50	278,60		
Trockene Probe	m_d	[g]	412,20	1032,90		
Wassergehalt	$w = m_w / m_d$	[%]	26,3	27,0		

Mittelwert:

26,6

Geotechnisches Büro Dipl. Geologe Udo Bosch
 Fuggerring 21
 87733 Markt Rettenbach

Analysenbericht Nr.	235/4016	Datum:	11.03.2019
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

Allgemeine Angaben

Auftraggeber : Geotechnisches Büro Dipl. Geologe Udo Bosch
 Projekt : Kempten Lenzfried - Hubert Schmid
 Projekt-Nr. : Kst.-Stelle :
 Art der Probe : Boden Art der Probenahme : PN 98
 Entnahmestelle : 1,5 Entnahmedatum : 05.02.2019
 Originalbezeich. : Bo 1 GBPL 1/1 Probeneingang : 07.03.2019
 Probenbezeich. : 235/4016 Probenehmer : von Seiten des Auftraggebers
 Untersuchungszeitraum : 07.03.2019 - 11.03.2019

1 Ergebnisse der Untersuchung aus der Ges.-Fraktion (EPP)

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0 (S L/L)				Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe										
Trockensubstanz	[%]	78,1	-	-	-	-	-	-	DIN EN 14346 : 2017-09	
Fraktion < 2 mm	[Masse %]	68	-	-	-	-	-	-	Siebung	
Glühverlust	[Masse %]	3,1	-	-	-	-	-	-	DIN EN 15169 : 2007-05	
TOC	[Masse %]	1,45	-	-	-	-	-	-	DIN EN 13137 : 2001-12	

2 Ergebnisse der Untersuchung aus der Fraktion < 2mm (EPP)

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0 (S L/L)				Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Methode
Arsen	[mg/kg TS]	2,2	20	20	30	50	150	EN ISO 11885 : 2009-09		
Blei	[mg/kg TS]	14	40	70	140	300	1000	EN ISO 11885 : 2009-09		
Cadmium	[mg/kg TS]	0,17	0,4	1	2	3	10	EN ISO 11885 : 2009-09		
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	33	30	60	120	200	600	EN ISO 11885 : 2009-09		
Kupfer	[mg/kg TS]	15	20	40	80	200	600	EN ISO 11885 : 2009-09		
Nickel	[mg/kg TS]	30	15	50	100	200	600	EN ISO 11885 : 2009-09		
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,03	0,1	0,5	1	3	10	DIN EN ISO 12846 : 2012-08		
Vanadium	[mg/kg TS]	30						EN ISO 11885 : 2009-09		
Zink	[mg/kg TS]	70	60	150	300	500	1500	EN ISO 11885 : 2009-09		
Aufschluß mit Königswasser										
EOX	[mg/kg TS]	< 0,5	1	3	10	15	DIN 38 409 -17 : 1984-09			
MKW (C10 – C22)	[mg/kg TS]	< 30					DIN EN 14039 : 2005-01			
MKW (C10 – C40)	[mg/kg TS]	< 50	100	300	500	1000	DIN EN 14039 : 2005-01			
Cyanid (gesamt)	[mg/kg TS]	< 0,25	1	10	30	100	DIN EN ISO 17380 : 2013-10			

2.1 Summenparameter, PCB, PAK

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Methode
PCB 28	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 52	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 101	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 138	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 153	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 180	[mg/kg TS]	< 0,01					
Σ PCB (6):	[mg/kg TS]	n.n.	0,05	0,1	0,5	1,0	DIN EN 15308 :2016-12
Naphthalin	[mg/kg TS]	< 0,04		0,5	1,0		
Acenaphthen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Fluoren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Phenanthren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Pyren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Chrysen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(b)fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(k)fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04		0,3	1,0	1,0	
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(g,h,i)perylen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Σ PAK (EPA Liste):	[mg/kg TS]	n.n.	3	5	15	20	DIN ISO 18287 :2006-05

3 Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Methode
Eluatherstellung aus Fraktion < 12							DIN EN 12457-4 : 2003-01
pH-Wert	[-]	7,47	6,5-9	6,5-9	6-12	5,5-12	DIN 38 404 - C5 :2009-07
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	44	500	500 2000 ²⁾	1000 2500 ²⁾	1500 3000 ²⁾	DIN EN 27 888 : 1993
Arsen	[µg/l]	3	10	10	40	60	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Blei	[µg/l]	5	20	25	100	200	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Cadmium	[µg/l]	< 0,2	2	2	5	10	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Chrom (gesamt)	[µg/l]	< 5	15	30/50 ³⁾	75	150	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Kupfer	[µg/l]	7	50	50	150	300	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Nickel	[µg/l]	5	40	50	150	200	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Quecksilber	[µg/l]	< 0,15	0,2	0,2/0,5 ³⁾	1	2	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[µg/l]	< 1	< 1	1	3	10	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Vanadium	[µg/l]	< 3					DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Zink	[µg/l]	17	100	100	300	600	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Phenolindex	[µg/l]	< 10	10	10	50	100	DIN EN ISO 14402:1999-12
Cyanid (gesamt)	[µg/l]	< 5	10	10	50	100	EN ISO 14403 :2012-10
DOC	[mg/l]	10,9					DIN EN 1484:1997-08
Chlorid	[mg/l]	< 2	10	10 125 ²⁾	20 125 ²⁾	30 150 ²⁾	EN ISO 10304: 2009-07
Sulfat	[mg/l]	< 5	50	50 250 ²⁾	100 300 ²⁾	150 600 ²⁾	EN ISO 10304 :2009-07

2) Im Rahmen der erlaubten Verfüllung mit Bauschutt ist eine Überschreitung der Zuordnungswerte für Chlorid, Sulfat, die elektrische Leitfähigkeit, Chrom (ges.) und Quecksilber bis zu den jeweils höheren Werten zulässig. Darüber hinaus darf das Verfüllmaterial keine anderen Belastungen beinhalten.

Markt Rettenbach, den 11.03.2019

 Onlinedokument ohne Unterschrift
Dipl.-Ing. (FH) E. Schindele

Geotechnisches Büro Dipl. Geologe Udo Bosch
 Fuggerring 21
 87733 Markt Rettenbach

Analysenbericht Nr.	235/4017	Datum:	11.03.2019
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

Allgemeine Angaben

Auftraggeber : Geotechnisches Büro Dipl. Geologe Udo Bosch
 Projekt : Kempten Lenzfried - Hubert Schmid
 Projekt-Nr. : Kst.-Stelle :
 Art der Probe : Boden Art der Probenahme : PN 98
 Entnahmestelle : 1,5 Entnahmedatum : 05.02.2019
 Originalbezeich. : Bo 1 GBPL 3/1 Probeneingang : 07.03.2019
 Probenbezeich. : 235/4017 Probenehmer : von Seiten des Auftraggebers
 Untersuchungszeitraum : 07.03.2019 - 11.03.2019

1 Ergebnisse der Untersuchung aus der Ges.-Fraktion (EPP)

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0 (S L/L)				Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe										
Trockensubstanz	[%]	42,2	-	-	-	-	-	-	DIN EN 14346 : 2017-09	
Fraktion < 2 mm	[Masse %]	100	-	-	-	-	-	-	Siebung	
Glühverlust	[Masse %]	47,9	-	-	-	-	-	-	DIN EN 15169 : 2007-05	
TOC	[Masse %]	26,20	-	-	-	-	-	-	DIN EN 13137 : 2001-12	

2 Ergebnisse der Untersuchung aus der Fraktion < 2mm (EPP)

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0 (S L/L)				Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Methode
Arsen	[mg/kg TS]	4,9	20	20	30	50	150	EN ISO 11885 : 2009-09		
Blei	[mg/kg TS]	6	40	70	140	300	1000	EN ISO 11885 : 2009-09		
Cadmium	[mg/kg TS]	0,27	0,4	1	2	3	10	EN ISO 11885 : 2009-09		
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	12	30	60	120	200	600	EN ISO 11885 : 2009-09		
Kupfer	[mg/kg TS]	15	20	40	80	200	600	EN ISO 11885 : 2009-09		
Nickel	[mg/kg TS]	11	15	50	100	200	600	EN ISO 11885 : 2009-09		
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,04	0,1	0,5	1	3	10	DIN EN ISO 12846 : 2012-08		
Vanadium	[mg/kg TS]	14						EN ISO 11885 : 2009-09		
Zink	[mg/kg TS]	24	60	150	300	500	1500	EN ISO 11885 : 2009-09		
Aufschluß mit Königswasser										
EOX	[mg/kg TS]	< 0,5	1	3	10	15	DIN 38 409 -17 : 1984-09			
MKW (C10 – C22)	[mg/kg TS]	< 30					DIN EN 14039 : 2005-01			
MKW (C10 – C40)	[mg/kg TS]	< 50	100	300	500	1000	DIN EN 14039 : 2005-01			
Cyanid (gesamt)	[mg/kg TS]	0,32	1	10	30	100	DIN EN ISO 17380 : 2013-10			

2.1 Summenparameter, PCB, PAK

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Methode
PCB 28	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 52	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 101	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 138	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 153	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 180	[mg/kg TS]	< 0,01					
Σ PCB (6):	[mg/kg TS]	n.n.	0,05	0,1	0,5	1,0	DIN EN 15308 :2016-12
Naphthalin	[mg/kg TS]	< 0,04		0,5	1,0		
Acenaphthen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Fluoren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Phenanthren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Pyren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Chrysen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(b)fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(k)fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04		0,3	1,0	1,0	
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(g,h,i)perylen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Σ PAK (EPA Liste):	[mg/kg TS]	n.n.	3	5	15	20	DIN ISO 18287 :2006-05

3 Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Methode
Eluatherstellung aus Fraktion < 12							DIN EN 12457-4 : 2003-01
pH-Wert	[-]	7,14	6,5-9	6,5-9	6-12	5,5-12	DIN 38 404 - C5 :2009-07
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	448	500	500 2000 ²⁾	1000 2500 ²⁾	1500 3000 ²⁾	DIN EN 27 888 : 1993
Arsen	[µg/l]	5	10	10	40	60	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Blei	[µg/l]	15	20	25	100	200	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Cadmium	[µg/l]	< 0,2	2	2	5	10	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Chrom (gesamt)	[µg/l]	< 5	15	30/50 ³⁾	75	150	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Kupfer	[µg/l]	< 5	50	50	150	300	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Nickel	[µg/l]	< 5	40	50	150	200	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Quecksilber	[µg/l]	< 0,15	0,2	02/05 ³⁾	1	2	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[µg/l]	< 1	< 1	1	3	10	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Vanadium	[µg/l]	< 3					DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Zink	[µg/l]	20	100	100	300	600	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Phenolindex	[µg/l]	< 10	10	10	50	100	DIN EN ISO 14402:1999-12
Cyanid (gesamt)	[µg/l]	< 5	10	10	50	100	EN ISO 14403 :2012-10
DOC	[mg/l]	48,8					DIN EN 1484:1997-08
Chlorid	[mg/l]	2	10	10 125 ²⁾	20 125 ²⁾	30 150 ²⁾	EN ISO 10304: 2009-07
Sulfat	[mg/l]	86	50	50 250 ²⁾	100 300 ²⁾	150 600 ²⁾	EN ISO 10304 :2009-07

2) Im Rahmen der erlaubten Verfüllung mit Bauschutt ist eine Überschreitung der Zuordnungswerte für Chlorid, Sulfat, die elektrische Leitfähigkeit, Chrom (ges.) und Quecksilber bis zu den jeweils höheren Werten zulässig. Darüber hinaus darf das Verfüllmaterial keine anderen Belastungen beinhalten.

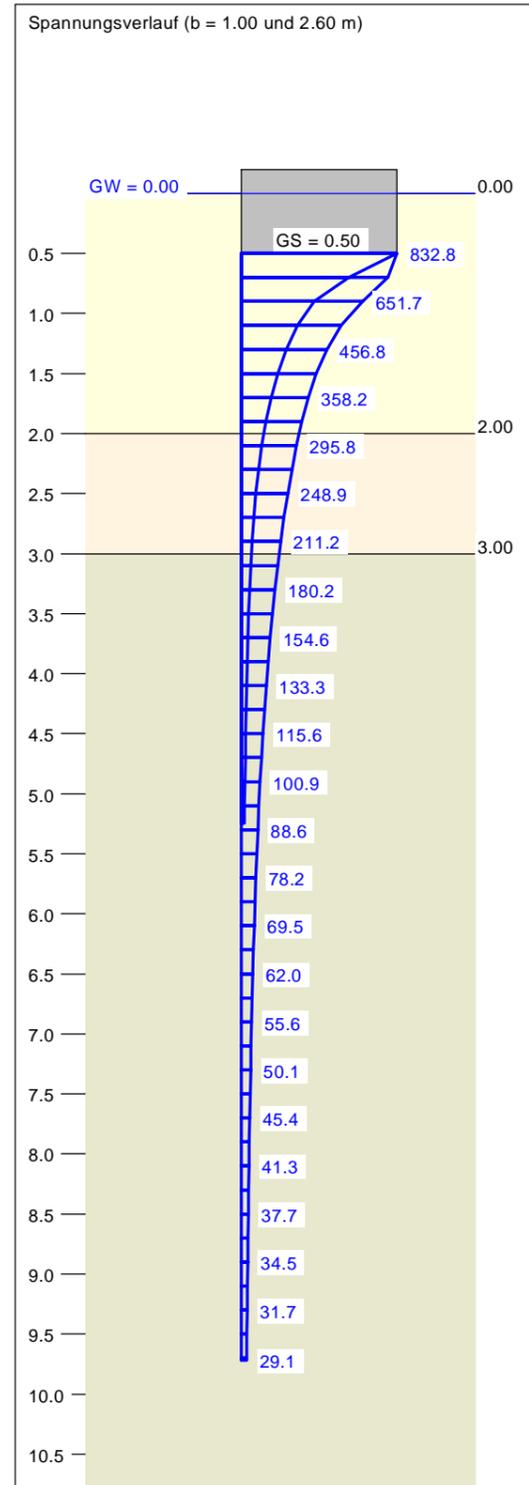
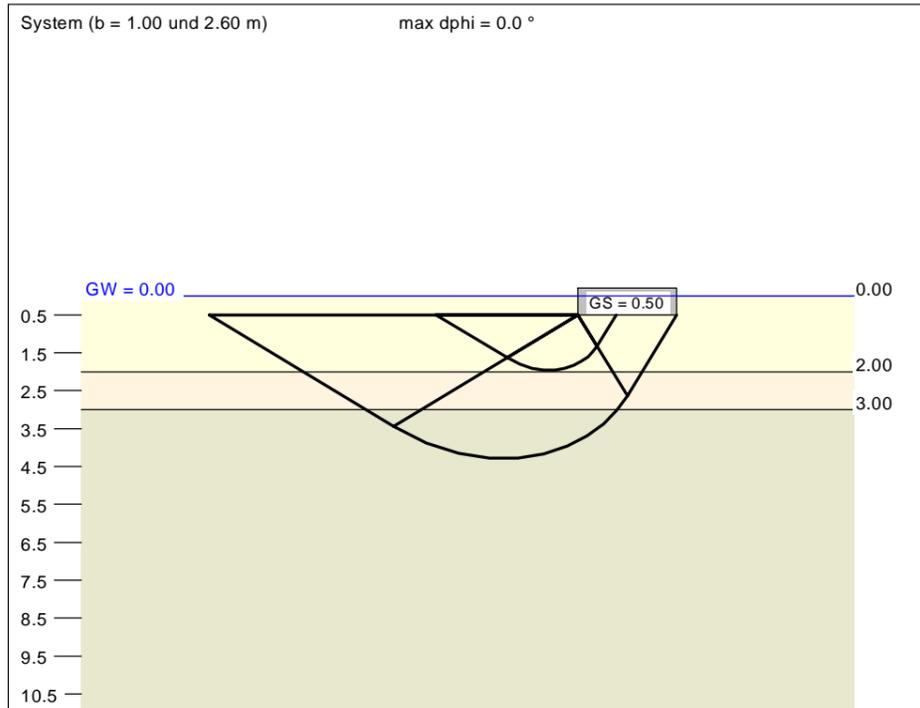
Markt Rettenbach, den 11.03.2019

 Onlinedokument ohne Unterschrift
Dipl.-Ing. (FH) E. Schindele

BVU GmbH · Gewerbestraße 10 · 87733 Markt Rettenbach

Gewerbestraße 10
87733 Markt Rettenbach
Tel. 0 83 92/9 21-0
Fax 0 83 92/9 21-30
bvu@bvu-analytik.de

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	v [-]	Bezeichnung
	20.5	10.5	27.5	25.0	25.0	0.00	HB B5 halbfeste bis feste Schluffe
	20.5	10.5	27.5	25.0	45.0	0.00	HB B5 halbfeste bis feste Schluffe
	20.5	10.5	27.5	25.0	75.0	0.00	HB B5 halbfeste bis feste Schluffe

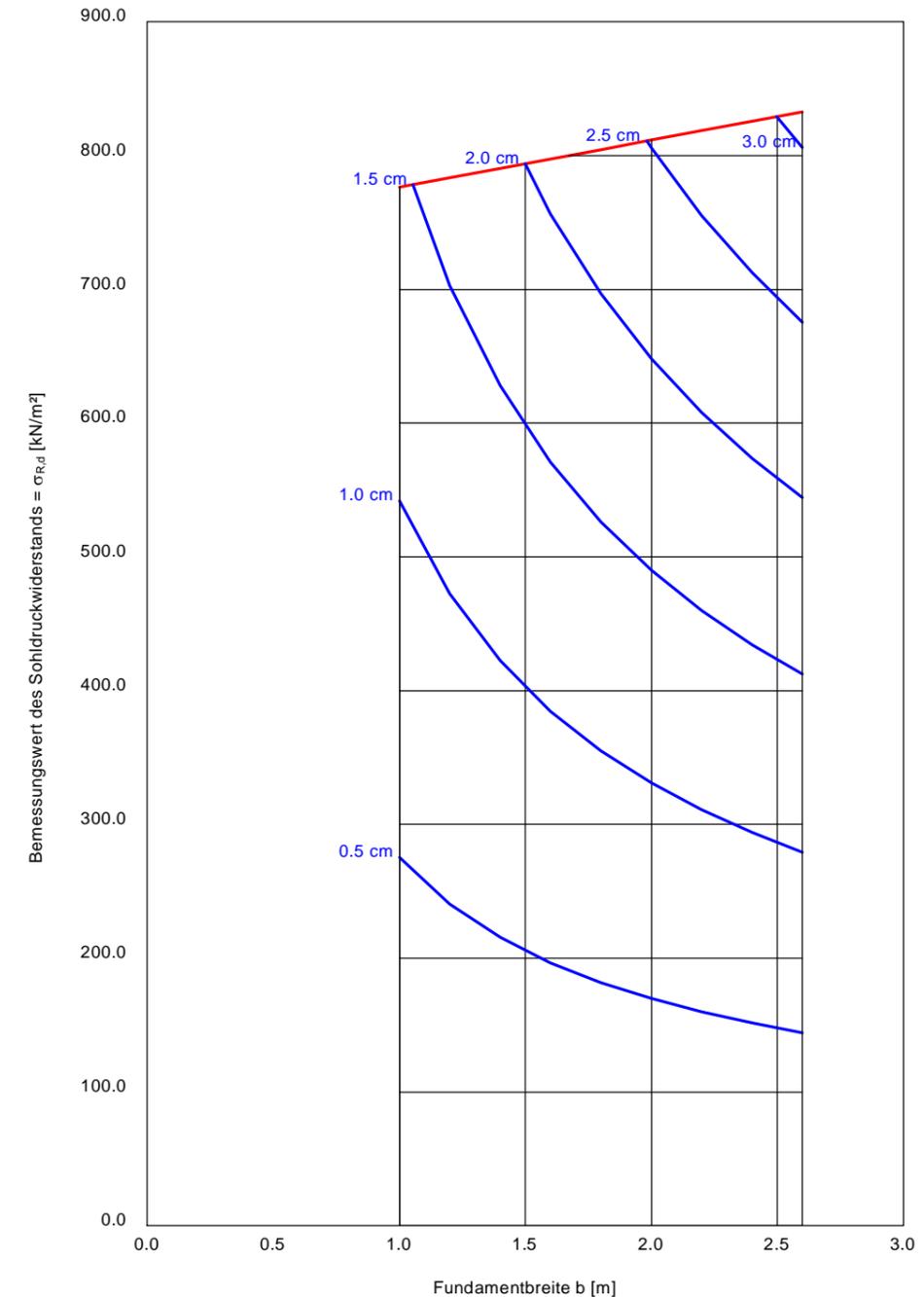


Berechnungsgrundlagen:
 Norm: EC 7
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Einzelfundament (a/b = 1.00)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.50

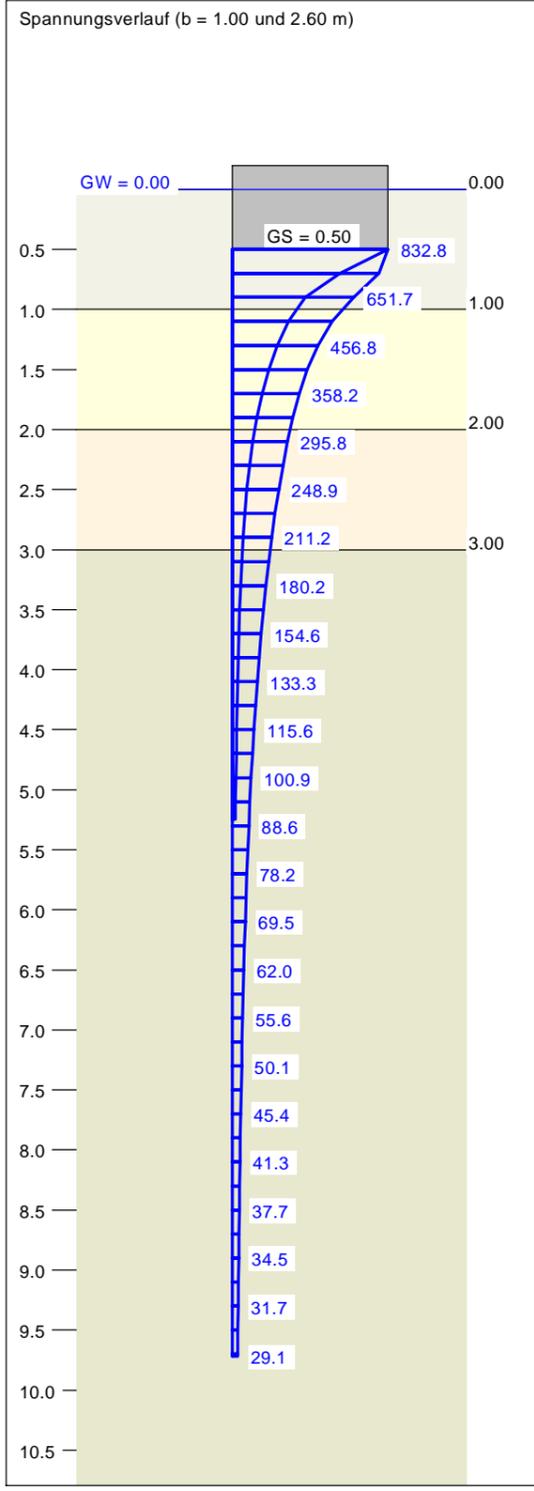
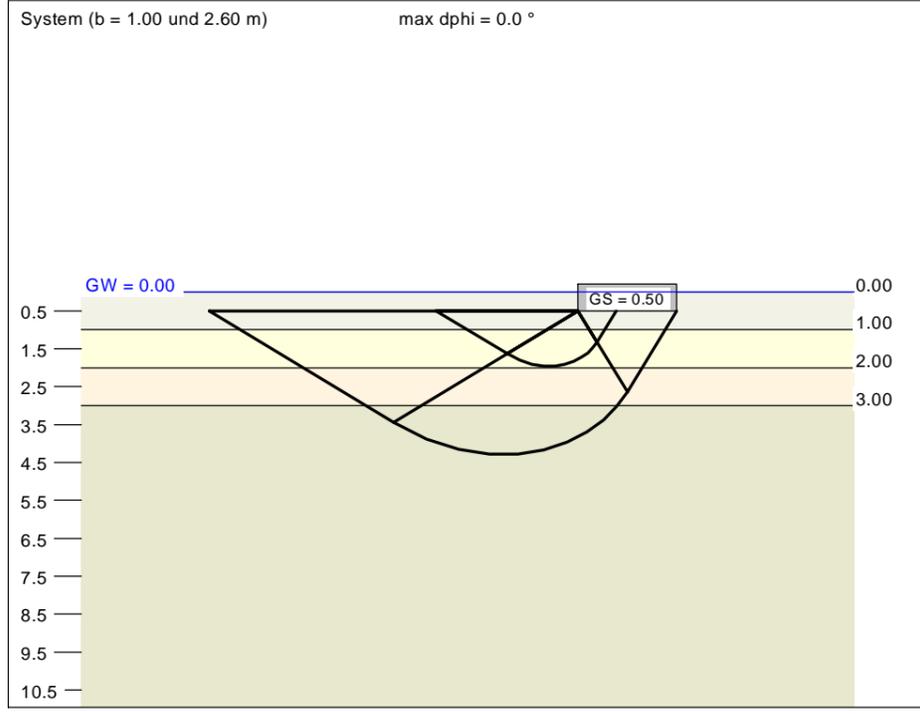
$\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 Gründungssohle = 0.50 m
 Grundwasser = 0.00 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt
 — Sohldruck
 — Setzungen

a	b	$\sigma_{R,d}$	$R_{n,d}$	$\sigma_{E,k}$	s	cal φ	cal c	γ_2	$\sigma_{\dot{u}}$	t_g	UK LS	k_s
[m]	[m]	[kN/m ²]	[kN]	[kN/m ²]	[cm]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	[kN/m ²]	[m]	[m]	[MN/m ³]
1.00	1.00	776.2	776.2	544.7	1.44	27.5	25.00	10.50	5.25	5.25	1.95	37.8
1.20	1.20	783.3	1128.0	549.7	1.68	27.5	25.00	10.50	5.25	5.89	2.25	32.8
1.40	1.40	790.4	1549.1	554.6	1.90	27.5	25.00	10.50	5.25	6.49	2.54	29.2
1.60	1.60	797.4	2041.4	559.6	2.11	27.5	25.00	10.50	5.25	7.08	2.83	26.5
1.80	1.80	804.5	2606.6	564.6	2.32	27.5	25.00	10.50	5.25	7.64	3.12	24.4
2.00	2.00	811.6	3246.3	569.5	2.52	27.5	25.00	10.50	5.25	8.18	3.41	22.6
2.20	2.20	818.7	3962.3	574.5	2.72	27.5	25.00	10.50	5.25	8.71	3.70	21.1
2.40	2.40	825.7	4756.2	579.5	2.91	27.5	25.00	10.50	5.25	9.22	3.99	19.9
2.60	2.60	832.8	5629.7	584.4	3.10	27.5	25.00	10.50	5.25	9.72	4.28	18.8

$\sigma_{E,k} = \sigma_{0,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{0,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{0,k} / 1.99$ (für Setzungen)
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50



Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	v [-]	Bezeichnung
	20.5	10.5	27.5	25.0	75.0	0.00	HB B5 halbfeste bis feste Schluffe
	20.5	10.5	27.5	25.0	25.0	0.00	HB B5 halbfeste bis feste Schluffe
	20.5	10.5	27.5	25.0	45.0	0.00	HB B5 halbfeste bis feste Schluffe
	20.5	10.5	27.5	25.0	75.0	0.00	HB B5 halbfeste bis feste Schluffe



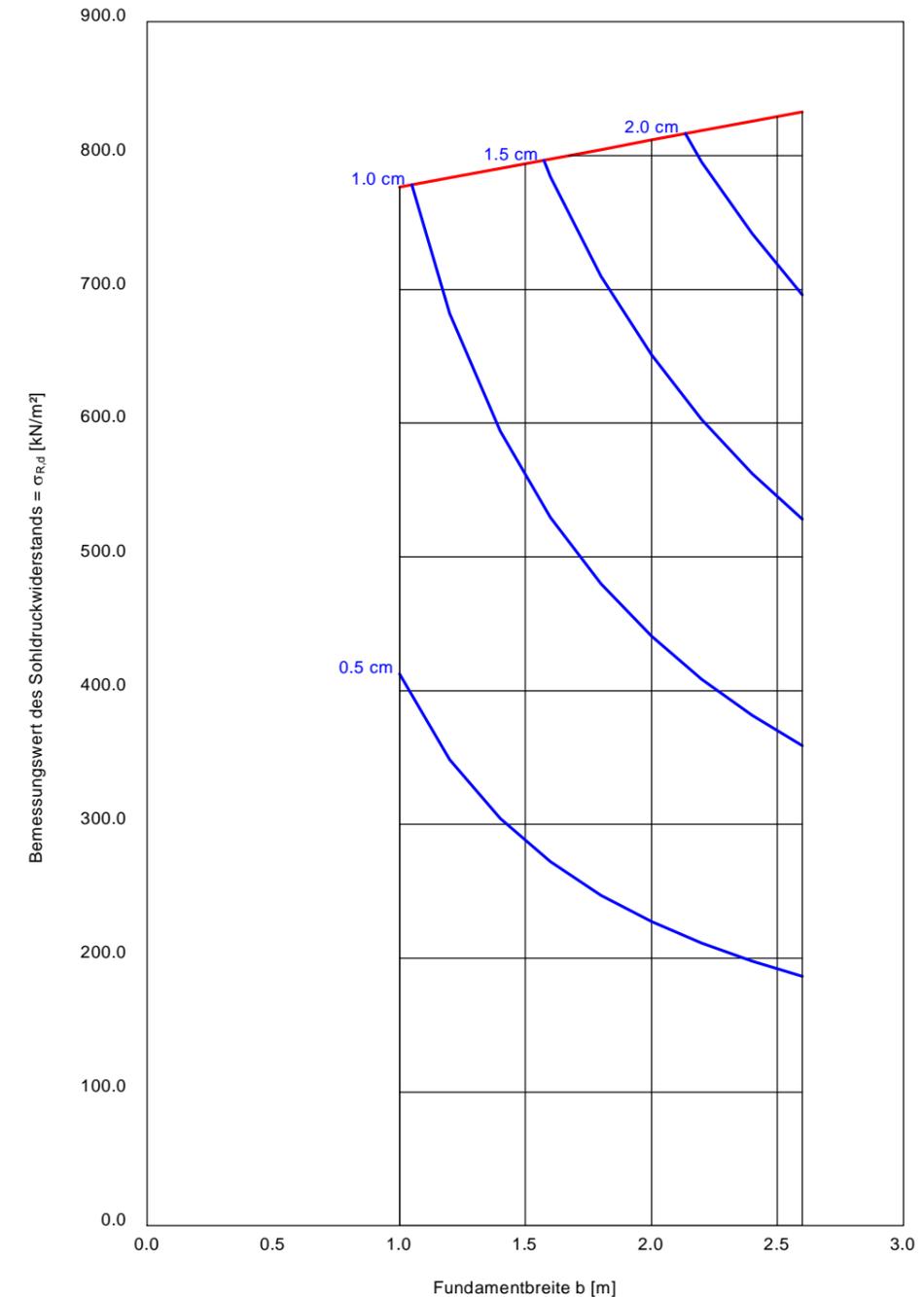
Berechnungsgrundlagen:
 Norm: EC 7
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Einzelfundament (a/b = 1.00)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.50

$\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 Gründungssohle = 0.50 m
 Grundwasser = 0.00 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt

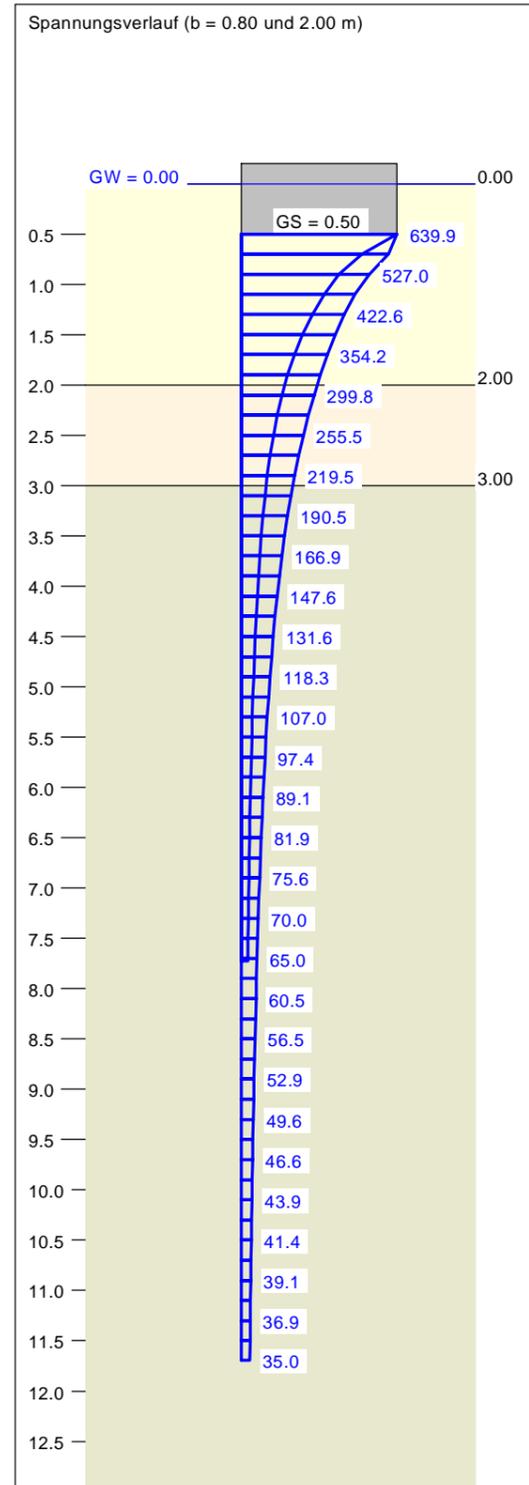
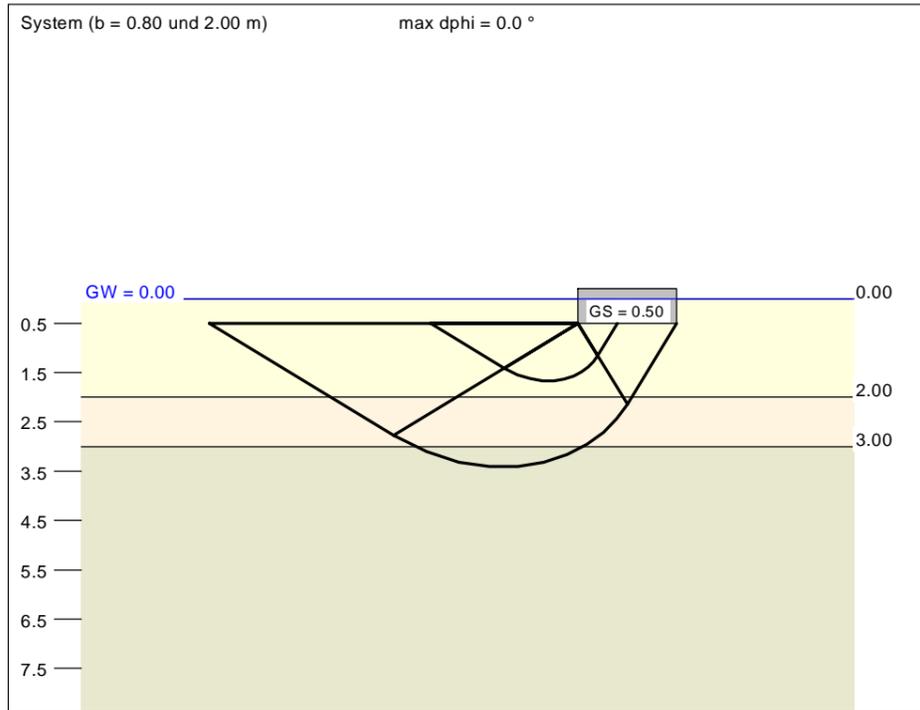
— Sohldruck
 — Setzungen

a	b	$\sigma_{R,d}$	$R_{n,d}$	$\sigma_{E,k}$	s	cal φ	cal c	γ_2	$\sigma_{\dot{u}}$	t_g	UK LS	k_s
[m]	[m]	[kN/m ²]	[kN]	[kN/m ²]	[cm]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	[kN/m ²]	[m]	[m]	[MN/m ³]
1.00	1.00	776.2	776.2	544.7	0.96	27.5	25.00	10.50	5.25	5.25	1.95	56.8
1.20	1.20	783.3	1128.0	549.7	1.15	27.5	25.00	10.50	5.25	5.89	2.25	47.7
1.40	1.40	790.4	1549.1	554.6	1.34	27.5	25.00	10.50	5.25	6.49	2.54	41.3
1.60	1.60	797.4	2041.4	559.6	1.53	27.5	25.00	10.50	5.25	7.08	2.83	36.7
1.80	1.80	804.5	2606.6	564.6	1.71	27.5	25.00	10.50	5.25	7.64	3.12	33.1
2.00	2.00	811.6	3246.3	569.5	1.88	27.5	25.00	10.50	5.25	8.18	3.41	30.2
2.20	2.20	818.7	3962.3	574.5	2.06	27.5	25.00	10.50	5.25	8.71	3.70	27.9
2.40	2.40	825.7	4756.2	579.5	2.24	27.5	25.00	10.50	5.25	9.22	3.99	25.9
2.60	2.60	832.8	5629.7	584.4	2.41	27.5	25.00	10.50	5.25	9.72	4.28	24.3

$\sigma_{E,k} = \sigma_{01,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{01,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{01,k} / 1.99$ (für Setzungen)
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50



Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	ν [-]	Bezeichnung
	20.5	10.5	27.5	25.0	25.0	0.00	HB B5 halbfeste bis feste Schluffe
	20.5	10.5	27.5	25.0	45.0	0.00	HB B5 halbfeste bis feste Schluffe
	20.5	10.5	27.5	25.0	75.0	0.00	HB B5 halbfeste bis feste Schluffe



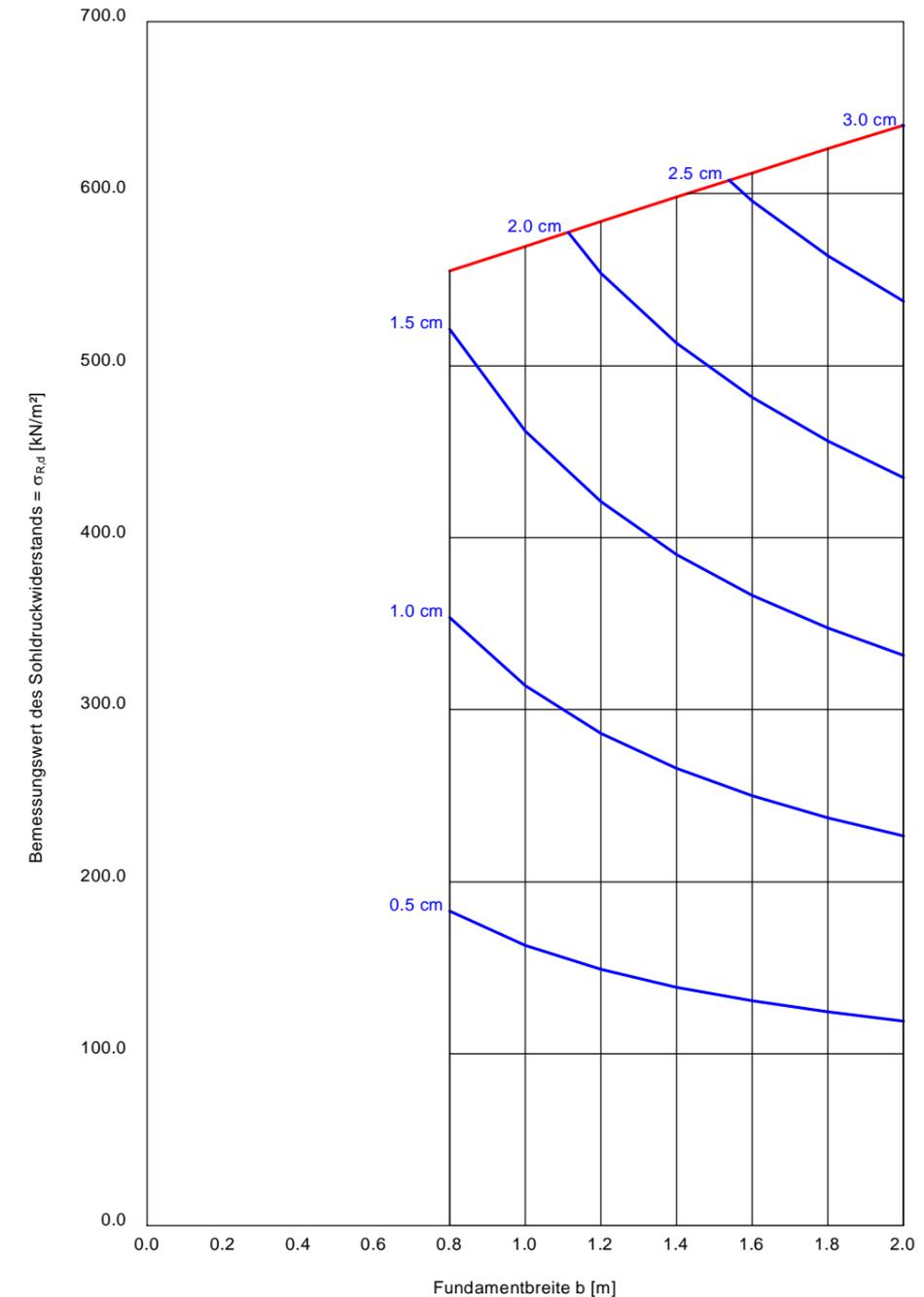
Berechnungsgrundlagen:
 Norm: EC 7
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Streifenfundament (a = 10.00 m)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.50

$\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 Gründungssohle = 0.50 m
 Grundwasser = 0.00 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt

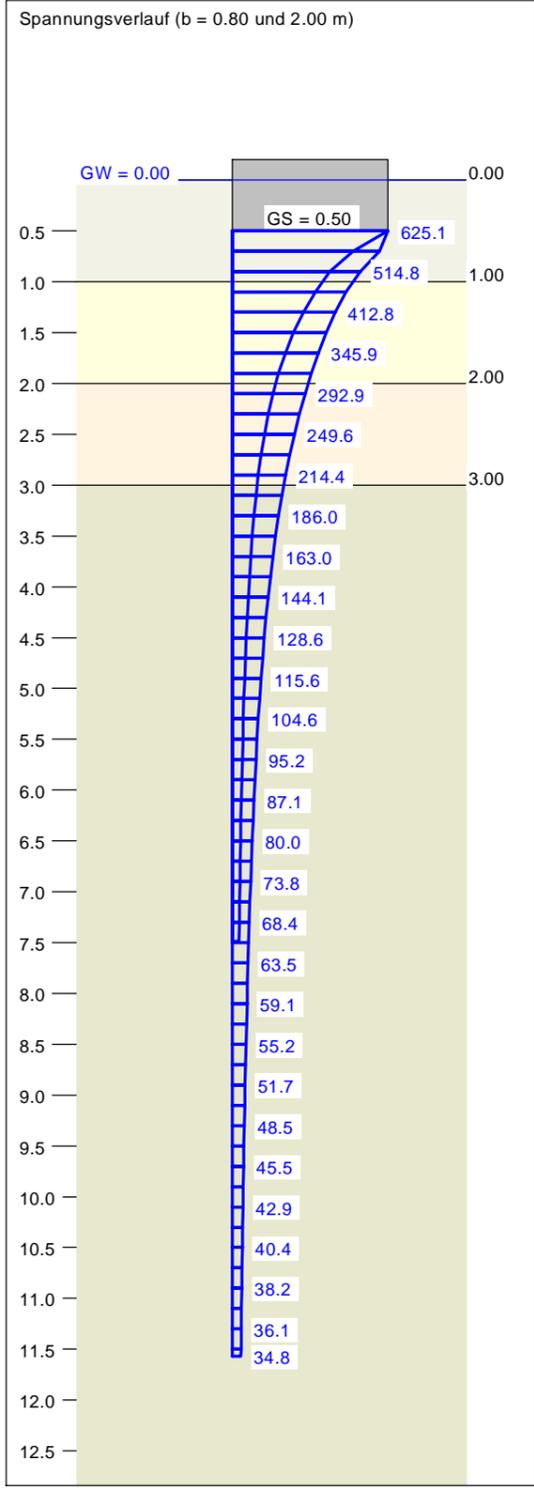
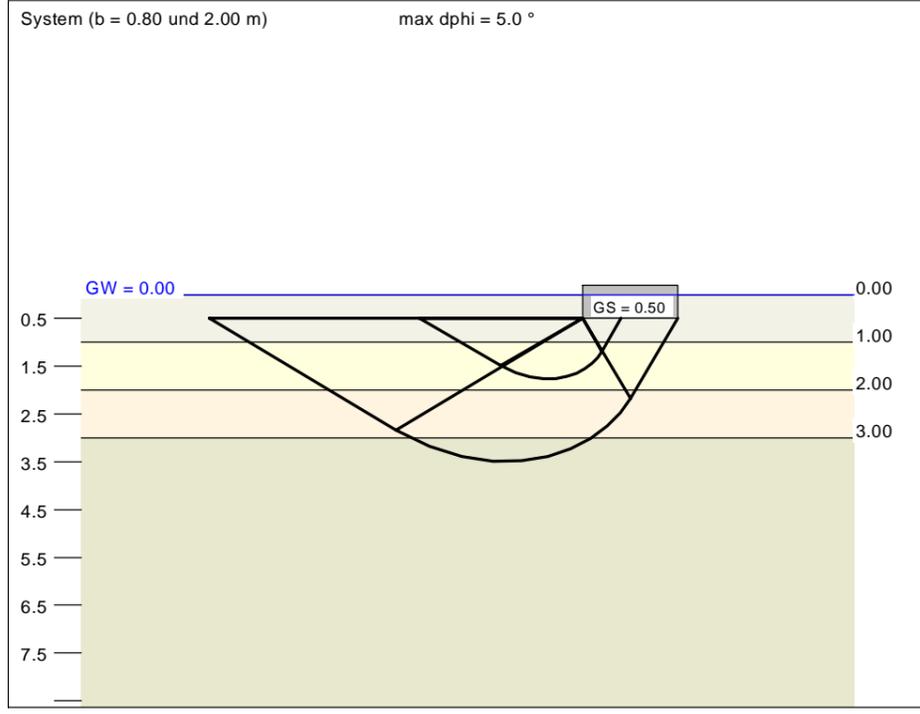
— Sohldruck
 — Setzungen

a	b	$\sigma_{R,d}$	$R_{n,d}$	$\sigma_{E,k}$	s	cal φ	cal c	γ_2	$\sigma_{\dot{u}}$	t_g	UK LS	k_s
[m]	[m]	[kN/m ²]	[kN/m]	[kN/m ²]	[cm]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	[kN/m ²]	[m]	[m]	[MN/m ³]
10.00	0.80	555.0	444.0	389.5	1.60	27.5	25.00	10.50	5.25	7.73	1.66	24.3
10.00	1.00	569.5	569.5	399.6	1.87	27.5	25.00	10.50	5.25	8.54	1.95	21.4
10.00	1.20	583.8	700.6	409.7	2.11	27.5	25.00	10.50	5.25	9.27	2.25	19.4
10.00	1.40	598.0	837.2	419.7	2.35	27.5	25.00	10.50	5.25	9.94	2.54	17.9
10.00	1.60	612.1	979.4	429.6	2.57	27.5	25.00	10.50	5.25	10.56	2.83	16.7
10.00	1.80	626.1	1126.9	439.4	2.79	27.5	25.00	10.50	5.25	11.14	3.12	15.7
10.00	2.00	639.9	1279.9	449.1	3.00	27.5	25.00	10.50	5.25	11.70	3.41	15.0

$\sigma_{E,k} = \sigma_{01,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{01,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{01,k} / 1.99$ (für Setzungen)
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50



Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	v [-]	Bezeichnung
	21.0	11.0	37.5	0.0	120.0	0.00	HB B4 Glazigene Kiese
	20.5	10.5	27.5	25.0	25.0	0.00	HB B5 halbfeste bis feste Schluffe
	20.5	10.5	27.5	25.0	45.0	0.00	HB B5 halbfeste bis feste Schluffe
	20.5	10.5	27.5	25.0	75.0	0.00	HB B5 halbfeste bis feste Schluffe



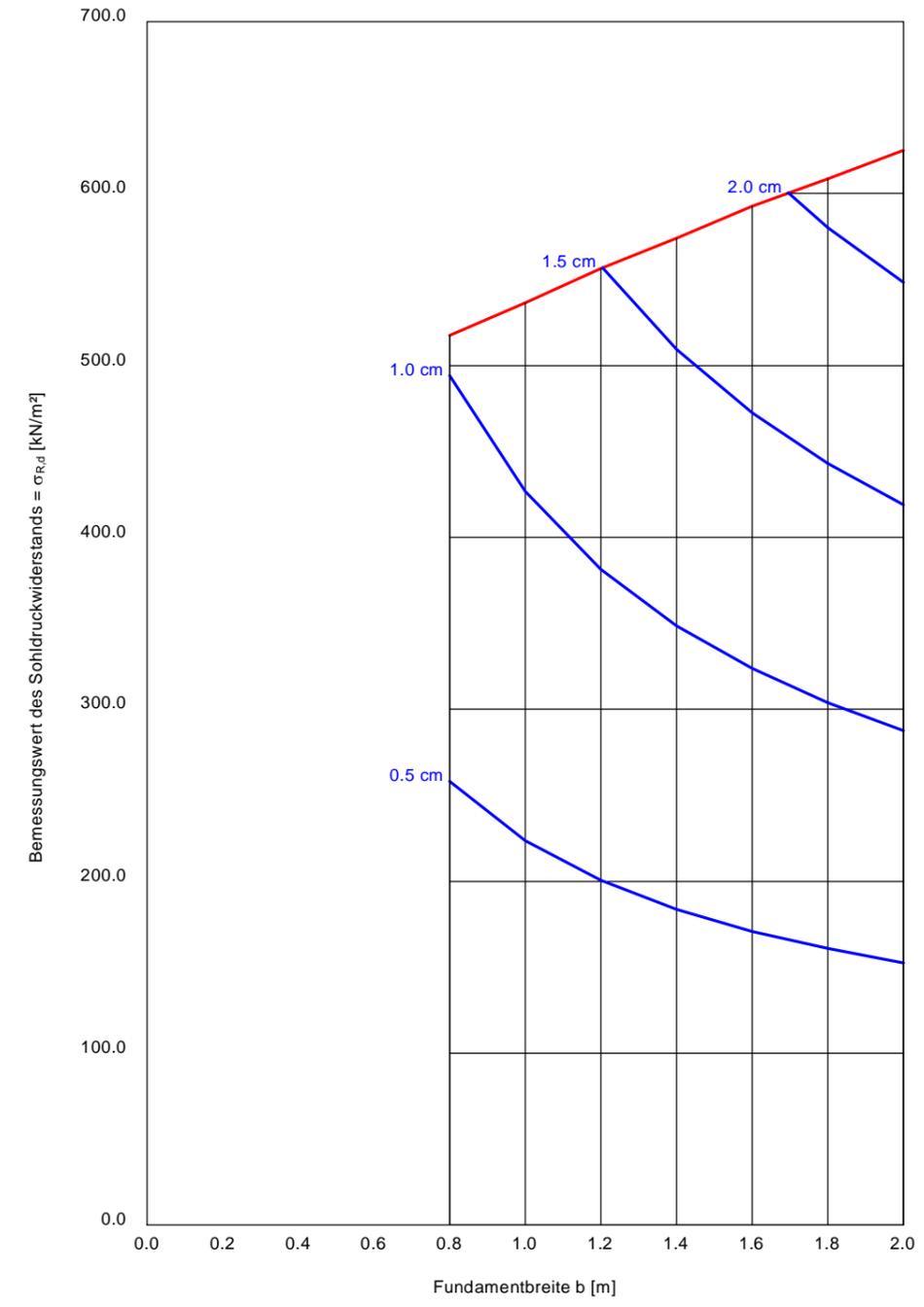
Berechnungsgrundlagen:
 Norm: EC 7
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Streifenfundament (a = 10.00 m)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.50

$\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 Gründungssohle = 0.50 m
 Grundwasser = 0.00 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt

— Sohldruck
 — Setzungen

a	b	$\sigma_{R,d}$	$R_{n,d}$	$\sigma_{E,k}$	s	cal ϕ	cal c	γ_2	$\sigma_{\dot{u}}$	t_g	UK LS	k_s
[m]	[m]	[kN/m ²]	[kN/m]	[kN/m ²]	[cm]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	[kN/m ²]	[m]	[m]	[MN/m ³]
10.00	0.80	517.4	413.9	363.1	1.05	29.9 *	17.32	10.77	5.50	7.49	1.76	34.6
10.00	1.00	536.6	536.6	376.5	1.28	29.3 *	18.72	10.73	5.50	8.31	2.05	29.5
10.00	1.20	556.6	667.9	390.6	1.50	28.9 *	19.70	10.69	5.50	9.07	2.33	26.1
10.00	1.40	574.3	804.0	403.0	1.70	28.7 *	20.42	10.67	5.50	9.76	2.62	23.7
10.00	1.60	592.6	948.2	415.9	1.91	28.5 *	20.97	10.65	5.50	10.41	2.91	21.8
10.00	1.80	608.8	1095.8	427.2	2.11	28.4 *	21.40	10.64	5.50	11.00	3.20	20.3
10.00	2.00	625.1	1250.2	438.7	2.30	28.3 *	21.75	10.62	5.50	11.57	3.49	19.1

* phi wegen 5° Bedingung abgemindert
 $\sigma_{E,k} = \sigma_{01,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{01,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{01,k} / 1.99$ (für Setzungen)
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamlasten(G+Q) [-] = 0.50



Erschließung Kempten Lenzfried Fl.Nr. 94/1

**Berechnung der erforderlichen Stärke des frostsicheren Straßenaufbaus
nach RStO 12 in Homogenbereich II Decklagen**

Zeile	Parameter	Örtliche Verhältnisse	A [m]	B [m]	C [m]	D [m]	E [m]	
1.1	Frosteinwirkung	Zone I	0,00					
1.2		Zone II	0,05					
1.3		Zone III	0,15					
2.1	kleinräumige Klimaunterschiede	ungünstige Klimaeinflüsse z.B. durch Nordhang oder in Kammlagen von Gebirgen		0,05				
2.2		keine besonderen Klimaeinflüsse		0,00				
2.3		günstige Klimaeinflüsse bei geschlossener seitlicher Bebauung entlang der Straße		-0,05				
3.1	Wasserverhältnisse	kein Grund- und Schichtenwasser bis in eine Tiefe von 1,5 m unter Planum			0,00			
3.2		Grundwasser- oder Schichtenwasser dauernd oder zeitweise höher als 1,5 m unter Planum			0,05			
4.1	Lage der Gradiente	Einschnitt, Anschnitt				0,05		
4.2		Geländehöhe bis Damm \leq 2m				0,00		
4.3		Damm > 2 m				-0,05		
5.1	Entwässerung der Fahrbahn/ Ausführung der Randbereiche	Entwässerung der Fahrbahn über Mulden, Gräben bzw. Böschungen					0,00	
5.3		Entwässerung der Fahrbahn und Randbereiche über Rinnen bzw. Abläufe und Rohrleitungen					-0,05	
Sollwert (RStO 01)			BK1 00 - Bk 10	Bk 3,2 - Bk 1,0	Bk 0,3			
		F 2	0,55	0,50	0,40			
		F 3	0,65	0,60	0,50			
Berechnung								
	Sollwert (RStO 01)						0,50	
	1+2+3+4+5		0,05	-0,05	0,05	0,00	0,00	
			Summe erforderlicher frostsicherer Aufbau					0,55

Erschließung Kempten Lenzfried Fl.Nr. 94/1

**Berechnung der erforderlichen Stärke des frostsicheren Straßenaufbaus
nach RStO 12 bei Homogenbereich III Torfe nach Bodenaustausch**

Zeile	Parameter	Örtliche Verhältnisse	A [m]	B [m]	C [m]	D [m]	E [m]
1.1	Frosteinwirkung	Zone I	0,00				
1.2		Zone II	0,05				
1.3		Zone III	0,15				
2.1	kleinräumige Klimaunterschiede	ungünstige Klimaeinflüsse z.B. durch Nordhang oder in Kammlagen von Gebirgen		0,05			
2.2		keine besonderen Klimaeinflüsse		0,00			
2.3		günstige Klimaeinflüsse bei geschlossener seitlicher Bebauung entlang der Straße		-0,05			
3.1	Wasserverhältnisse	kein Grund- und Schichtenwasser bis in eine Tiefe von 1,5 m unter Planum			0,00		
3.2		Grundwasser- oder Schichtenwasser dauernd oder zeitweise höher als 1,5 m unter Planum			0,05		
4.1	Lage der Gradiente	Einschnitt, Anschnitt				0,05	
4.2		Geländehöhe bis Damm \leq 2m				0,00	
4.3		Damm $>$ 2 m				-0,05	
5.1	Entwässerung der Fahrbahn/ Ausführung der Randbereiche	Entwässerung der Fahrbahn über Mulden, Gräben bzw. Böschungen					0,00
5.3		Entwässerung der Fahrbahn und Randbereiche über Rinnen bzw. Abläufe und Rohrleitungen					-0,05
Sollwert (RStO 01)			BK1 00 - Bk 10	Bk 3,2 - Bk 1,0	Bk 0,3		
		F 2	0,55	0,50	0,40		
		F 3	0,65	0,60	0,50		
Berechnung							
	Sollwert (RStO 01)						0,40
	1+2+3+4+5		0,05	-0,05	0,05	0,00	0,00
Summe erforderlicher frostsicherer Aufbau							0,45