

Gemeinde Bad Heilbrunn
Badstraße 3
83670 Bad Heilbrunn

AZ 19-05-13
18.06.2019

Geotechnisches Baugrundgutachten **Bauvorhaben: Bad Heilbrunn, Baugebiet Ortsmitte**

1. Vorgang
2. Morphologie, Geologische Situation, Schichtenfolge
3. Bautechnische Beschreibung der Schichten, Bodenkennwerte
4. Grundwasserverhältnisse
5. Gründung und baubegleitende Maßnahmen

Anlagen:

- 1.1 Lageplan
- 2.1-4 Geotechnische Baugrundprofile
- 3.1 Bodenmechanische Laborversuche
- 4.1-3 Chemische Analyseergebnisse
- 5.1-4 Fundamentdiagramme

Unterlagen: Geologische Karte, Lageplan

1. Vorgang

Die Gemeinde Bad Heilbrunn beauftragte das Büro des Unterzeichners mit der Baugrunderkundung und Erstellung eines ingenieurgeologischen Baugrundgutachtens mit Gründungsvorschlag für o.g. Bauvorhaben.

Zur Erkundung der Baugrund- und Grundwasserverhältnisse wurden in der Zeit vom am 27.05.2019 bis 29.05.2019 elf Rammkernsondierungen RKS 1 - 10 und RKS 8a, Tiefe 1,8 m bis 5,7 m, mit durchgehendem Gewinn von gekernten Bodenproben des Durchmessers 50 mm nach DIN 4021 sowie fünf Rammsondierungen DPH 1 - 5, Tiefe 4,3 m bis 6,8 m, (schwere Rammsonde nach DIN 4094) ausgeführt.

Die Lage der geotechnischen Aufschlüsse ist im Lageplan in der Anlage 1.1 dargestellt. Die angegebenen Höhen wurden von dem Kanaldeckel „BHSK408“ = 679,96 m ü NN, der im Lageplan dargestellt ist, eingemessen.

2. Morphologie, Geologische Situation Schichtenfolge

Morphologie

Das Baugelände liegt in der Ortsmitte von Bad Heilbrunn zwischen dem Malachias-Geiger-Weg im Norden, dem Parkweg im Süden und dem St-Kilians-Platz im Westen. Im Osten ist das Baugelände durch einen Wald begrenzt. Die Geländeoberkante ist in Hügel und Mulden gegliedert zwischen denen eine Höhendifferenz von bis zu 3,0 m auftritt. Das Gelände wird derzeit als Grünfläche genutzt. Im Osten grenzt an das Baugebiet ein Moor, das gemäß dem Verlauf der Geländeoberkante in südliche Richtung hin zum Schellenbach entwässert.

Geologische Situation

Der tiefere Untergrund des Baugeländes besteht aus glazialen Ablagerungen, die während des Hoch-Würms vor ca. 20 000 Jahren unter dem Eis abgelagert wurden. Die Gletscher schoben sich aus den Alpen vor und brachten auf ihrem Weg zerriebenes Gesteinsmaterial und Geschiebe mit sich, das nach dem Abtauen als sog. Geschiebemergel liegen blieb. Mit der fortschreitenden Klimaerwärmung nach dem Ende der letzten Eiszeit setzte verstärkt die Verwitterung ein und zersetzte das anstehende Sediment. Der Verwitterungslehm entstand. Zeitgleich bildete sich ein See, wo vor allem im Uferbereich Torfe aufwachsen konnten. Mit der Bebauung wurde die natürliche Schichtenfolge zum Teil mit einer Auffüllung überdeckt.

Schichtenfolge

Entsprechend der geologischen Situation wurde in den Sondierungen das folgende Baugrundprofil angetroffen:

- : Mutterboden
- : Auffüllung
- : Torf
- : Verwitterungslehm
- : Geschiebemergel

Das geologische Normalprofil baut sich von oben nach unten wie folgt auf:

Mutterboden

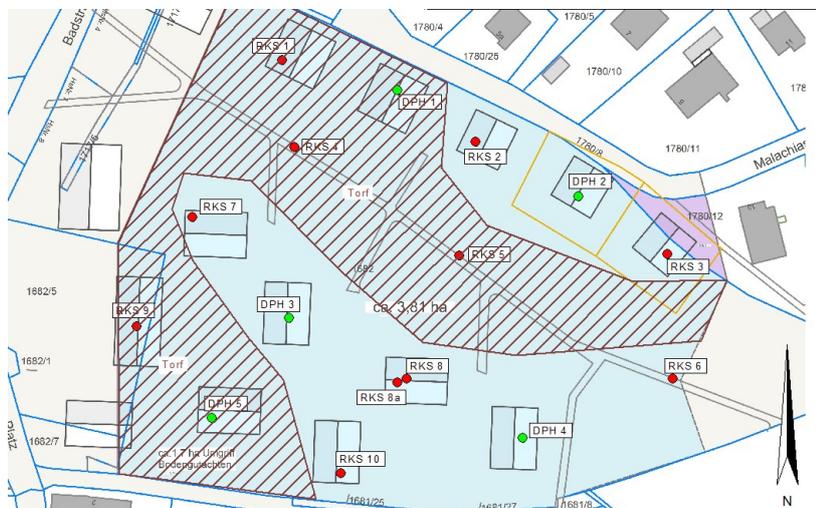
Der Mutterboden bedeckt das gesamte Gelände und wird 0,2 m bis 0,4 m dick.

Auffüllung

Eine Auffüllung wurde nur im Nordwesten, im Bereich der Sondierungen RKS 1 und DPH 1, sowie im Südosten, im Bereich der Sondierungen RKS 8 a und DPH 4, angetroffen. Dort setzt die Auffüllung unter dem Mutterboden in 0,3 m Tiefe ein. Die Basis der Auffüllung liegt zwischen 0,6 m und 1,3 m unter Geländeoberkante. Die Schichtdicke der Auffüllung reicht von 0,3 m bis 1,0 m. Unter der Auffüllung folgt im Nordwesten der Torf und im Südosten der Verwitterungslehm.

Torf

Der Torf ist unregelmäßig über das Baugebiet verteilt. Die nachstehende Abbildung zeigt die geschätzte Verbreitung des Torfes über das Baugebiet (braun schraffierte Fläche). Eine exakte Eingrenzung der Ausbreitung des Torfes ist mit den punktuellen Sondierungen nicht möglich. Auch kann nicht ausgeschlossen werden, dass zusätzliche Torfbereiche mit den punktuellen Sondierungen nicht getroffen wurden.



Im Nordosten und Südosten sind „Inseln“ ausgebildet, wo der Torf nicht festgestellt wurde. Vom Südosten zieht sich der torffreie Bereich nach Nordwesten bis nahe zur Westgrenze des Baugebietes.

In den übrigen Abschnitten liegt die Oberfläche des Torfes in der Regel unter dem Mutterboden in 0,3 m bis 0,4 m Tiefe. Nur im Nordosten, wo die natürliche Schichtenfolge mit einer Auffüllung überdeckt wurde, setzt der Torf zwischen 0,6 m und 1,3 m unter Geländeoberkante ein. Die Basis des Torfes ist in Rücken und Mulden gegliedert und schwankt zwischen 1,9 m und 0,6 m Tiefe. Kleinräumige Bereiche, in denen die Unterkante des Torfes in größerer Tiefe als 1,9 m liegt, können auftreten, wurden aber mit den punktuellen Sondierungen nicht angetroffen. Die festgestellte Schichtdicke des Torfes schwankt zwischen 0,3 m und 1,5 m.

Der Torf ist vom Verwitterungslehm unterlagert.

Verwitterungslehm

Der Verwitterungslehm tritt im gesamten Baugebiet auf. Die Oberfläche des Verwitterungslehmes liegt in der Regel unter dem Torf oder der Auffüllung zwischen 0,6 m und 1,9 m Tiefe. Im Nordosten und im südlichen Abschnitt, wo der Torf und die Auffüllung nicht vorhanden sind, setzt der Verwitterungslehm unter dem Mutterboden in 0,3 m bis 0,4 m Tiefe ein.

Die Basis des Verwitterungslehmes ist abhängig von der Verwitterungsintensität und schwankt größtenteils zwischen 1,8 m und 3,2 m Tiefe. Nur im mittleren Abschnitt des Baugeländes wurde die Unterkante des Verwitterungslehmes zwischen 1,2 m und 1,6 m Tiefe angetroffen.

Die Schichtdicke des Verwitterungslehmes schwankt zwischen 0,6 m im mittleren Bauabschnitt und 2,6 m im Norden.

Unter dem Verwitterungslehm liegt der Geschiebemergel.

Geschiebemergel

Der Geschiebemergel bildet den Abschluss der erschlossenen Schichtenfolge und setzt zwischen 1,2 m Tiefe im mittleren Baugebiet und 3,2 m Tiefe im Norden ein. Mit den bis zu 6,8 m tiefen Sondierungen wurde der Geschiebemergel nicht durchstoßen. Entsprechend der geologischen Situation wird sich der Geschiebemergel noch etliche Meter in die Tiefe fortsetzen.

3. Bautechnische Beschreibung der Schichten, Bodenkennwerte

Zusätzlich zur Schichtansprache, die in den geotechnischen Baugrundprofilen in der Anlage 2.1-4 dargestellt ist, werden die bautechnischen Eigenschaften der angetroffenen Bodenschichten wie folgt beurteilt:

Auffüllung

Die Auffüllung besteht gemäß der Korngrößenverteilung aus einem schluffigen bis stark schluffigen, stark sandigen und abschnittsweise steinigem Fein- bis Grobkies. Auf Grund der stark variierenden Anteile an Fremdmaterialien ist die Auffüllung in zwei Abschnitte zu untergliedern, die sich in ihrer Farbe unterscheiden. In der braunen bis roten Auffüllung treten als Fremdmaterialien zwischen 10 % und 40 % Ziegelbruchstücke auf. Der zweite Teil der Auffüllung ist schwarz gefärbt und besteht bis zu 90 % aus Schlacke.

Von der Auffüllung wurden aus den Sondierungen RKS 1 und RKS 8a von beiden Horizonten der Auffüllung Proben entnommen, die im Labor zu den Mischproben MP 1 und MP 2 zusammengeführt wurden. Die Mischproben werden vom Institut Fresenius entsprechend den Vorgaben des Eckpunktepapiers < 2 mm analysiert.

Die chemischen Analyseergebnisse finden sich in Anlage 4.2. In der Anlage 4.3 sind die chemischen Analyseergebnisse den Grenzwerten des Eckpunktepapiers gegenübergestellt. Untersucht wurde die Fraktion < 2 mm, es kam zur Überschreitung der folgenden Parameter:

MP 1 : Rote Auffüllung RKS 1 (0,3 m – 0,8 m) + RKS 8a (0,3 m - 0,6 m)

Parameter	Wert	Grenzwert überschritten	Einstufung
Nickel	16 mg/kg	15 mg/kg	Z 1.1
Quecksilber	0,2 mg/kg	0,1 mg/kg	Z 1.1
Zink	79 mg/kg	30 mg/kg	Z 1.1
pH – Wert (Eluat)	11,3	6,5 – 9	Z 1.2

MP 2 : Schwarze Auffüllung RKS 1 (0,8 m – 1,3 m)

Parameter	Wert	Grenzwert überschritten	Einstufung
Chrom	41 mg/kg	30 mg/kg	Z 1.1
Kupfer	55 mg/kg	20 mg/kg	Z 1.1
Nickel	81 mg/kg	15 mg/kg	Z 1.1
Quecksilber	0,2 mg/kg	0,1 mg/kg	Z 1.1
Zink	80 mg/kg	30 mg/kg	Z 1.1
pH – Wert (Eluat)	9	6,5 – 9	Z 1.2

Die Auffüllung ist gemäß den chemischen Analyseergebnissen in die Entsorgungsklasse Z 1.1 zu stellen. Beachte: Das alleinige Überschreiten der Z 1.1 Grenzwerte des pH-Wertes zieht keine Einstufung in die nächsthöhere Entsorgungsklasse Z 1.2 nach sich.

Dem Bohrfortschritt nach zu urteilen ist die Auffüllung als locker gelagert zu bewerten. Die Schlagzahlen der schweren Rammsondierungen sind mit $N_{10} = 0$ bis 2 pro 10 cm Eindringtiefe auf eine sehr geringe Lagerungsdichte der Auffüllung in Kombination mit dem hohen Anteil an Fremdmaterialien wie Ziegelbruch und Schlacke zurückzuführen.

Die Auffüllung ist auf Grund ihrer sehr geringen Lagerungsdichte und dem hohen Anteil an Ziegelbruch und Schlacke sowie dem abschnittsweise unterlagernden Torf als ein nicht tragfähiger Baugrund einzustufen.

Eine Versickerung von Niederschlagswasser ist in der Auffüllung nicht möglich.

Torf

Der schwarze Torf besteht aus einem Substrat unter Luftabschluss verrotteter und zersetzter Pflanzenreste. An seiner Basis kann der Torf in einen tonigen, stark sandigen und organischen Schluff übergehen.

Die Konsistenz des Torfes ändert sich, der manuellen Ansprache am Bohrgut nach zu urteilen, von einer weichen Konsistenz an der Oberfläche zu einer breiigen Konsistenz im unteren Stockwerk.

Die Schlagzahlen der schweren Rammsondierungen zeigen für den Torf im Mittel $N_{10} = 1 - 2$ Schläge pro 10 cm Eindringtiefe an, was einer breiigen Konsistenz des Torfes entspricht.

Der Torf gilt als ein nicht tragfähiger, über viele Jahre zu ergiebigen Langzeitsetzungen führender Baugrund.

Eine Versickerung von Niederschlagswasser ist im Torf nicht möglich.

Verwitterungslehm

Der Verwitterungslehm ist aus dem unterlagernden Geschiebemergel entstanden. Entsprechend seiner Genese besteht der Verwitterungslehm aus einem braunen bis grauen und stark sandigen Gemisch aus Kies und Schluff. Eine Korngrößenanalyse des Verwitterungslehmes ergab folgende Zusammensetzung (Anlage 3.1):

	RKS 10
Tiefe [m]	1,0 – 2,0
Kies	43 %
Sand	23 %
Schluff	34 %
Ungleichförmigkeit U	-
Krümmungszahl C	-
Bodengruppe	GU*
Bodenklasse	4
Frostsicherheit	F3

Nach der manuellen Ansprache am Bohrgut zeigt die schluffige Matrix des Verwitterungslehmes an der Oberfläche eine steife Konsistenz, die mit zunehmender Tiefe in eine breiige bis weiche Konsistenz übergeht. Kiesige Abschnitte wurden entsprechend dem Bohrwiderstand als locker gelagert eingestuft.

Die Schlagzahlen der schweren Rammsondierungen zeigen im Mittel $N_{10} = 2$ bis 3 Schläge pro 10 cm Eindringtiefe, was einer breiigen bis weichen Konsistenz der schluffigen Matrix bzw. einer sehr lockeren Lagerung der Kiese entspricht. Schlagzahlen von $N_{10} > 5$ Schläge pro 10 cm Eindringtiefe sind auf Steine zurückzuführen und zeigen keine steife Konsistenz der schluffigen Matrix an.

Die Diskrepanz zwischen der manuellen Ansprache der Konsistenz am Bohrgut und den gemessenen Schlagzahlen der schweren Rammsondierungen für den oberen Abschnitt des Verwitterungslehmes rührt aus der Austrocknung der oberen Bodenschichten. Durch die Verringerung des Wassergehaltes des Bodens verändert sich die Konsistenz in Richtung halbfest. Das Porenvolumen des Bodens hingegen bleibt konstant, was sich in den geringen Schlagzahlen widerspiegelt.

Eine geregelte Versickerung von Niederschlagswasser ist im Verwitterungslehm auf Grund des hohen Feinkornanteils nicht möglich. Die Durchlässigkeit des Verwitterungslehms wird an Hand der Kornzusammensetzung auf $k_f = 1 \times 10^{-7}$ m/s abgeschätzt. Nach DIN 18130 ist der Verwitterungslehm als schwach durchlässig einzustufen.

Der Verwitterungslehm ist auf Grund seiner Zusammensetzung als ein stark frostgefährdeter Baugrund einzustufen. Eine Abtragung von Tragwerkslasten ist im Verwitterungslehm wegen der breiigen bis weichen Konsistenz nicht möglich.

Für die Gründung von Straßen und Parkplätzen stellt der Verwitterungslehm einen bedingt tragfähigen Baugrund dar, dessen Tragfähigkeit durch einen Teilbodenersatzkörper zu erhöhen ist.

Geschiebemergel

Der hellgraue Geschiebemergel ist ein vom Gletschereis unsortiert abgelagertes Sediment und besteht aus einem stark sandigen Gemisch aus Schluff und Kies, in dem Steine bis hin zu Findlingsblöcken regellos eingelagert sind. Bei Aushubarbeiten im Geschiebemergel sind Meißelarbeiten einzuplanen. Zwei Korngrößenanalysen des Geschiebemergels ergaben folgende Zusammensetzungen (Anlage 3.1):

	RKS 2	RKS 5
Tiefe [m]	2,8 – 5,7	2,5 – 3,0
Kies	30 %	40 %
Sand	27 %	29 %
Schluff	43 %	31 %
Ungleichförmigkeit U	-	-
Krümmungszahl C	-	-
Bodengruppe	UL	GU*
Bodenklasse	4	4
Frostsicherheit	F3	F3

Nach der manuellen Ansprache am Bohrgut zeigt die schluffige Matrix des Geschiebemergels an der Oberfläche eine steife bzw. eine steife bis halbfeste Konsistenz, die mit zunehmender Tiefe rasch in eine halbfeste bis feste Konsistenz übergeht. Kiesige Abschnitte wurden gemäß dem Bohrwiderstand im oberen Abschnitt als mitteldicht gelagert eingestuft, die mit zunehmender Tiefe eine dichte Lagerung annehmen.

Die Schlagzahlencharakteristik in den Rammogrammen bestätigt die in den Baugrundprofilen dargestellte Wechsellagerung von Kiesen und Schluffen im Geschiebemergel. Für bindige Abschnitte im oberen Stockwerk des Geschiebemergels betragen die Schlagzahlen der schweren Rammsondierungen zwischen $N_{10} = 6$ und 10 Schläge pro 10 cm Eindringtiefe, was einer steifen bzw. einer steifen bis halbfesten Konsistenz entspricht. Für kiesige Abschnitte betragen die mittleren Schlagzahlen der schweren Rammsondierungen $N_{10} = 15$ Schläge, was einer lockeren bis mitteldichten Lagerung der Kiese entspricht.

Mit zunehmender Tiefe erhöhen sich die mittleren Schlagzahlen rasch auf $N_{10} > 35$ Schläge pro 10 cm Eindringtiefe, was eine dichte Lagerung der Kiese in Kombination mit einer halbfesten bis festen Konsistenz der schluffigen Matrix anzeigt.

Eine geregelte Versickerung von Niederschlagswasser ist im Geschiebemergel auf Grund des hohen Feinkornanteils nicht möglich. Die Durchlässigkeit des Geschiebemergels wird an Hand der Kornzusammensetzung auf $k_f = 1 \times 10^{-8}$ m/s abgeschätzt. Nach DIN 18130 ist der Geschiebemergel als sehr schwach durchlässig einzustufen.

Der Geschiebemergel ist im oberen Abschnitt auf Grund seiner Zusammensetzung und steifen Konsistenz als ein bedingt tragfähiger Baugrund zu bewerten, dessen Tragfähigkeit durch einen Teilbodenersatzkörper zu erhöhen ist.

Im tieferen Stockwerk stellt der Geschiebemergel einen überkonsolidierten, setzungsarmen und tragfähigen Baugrund dar. Er ist als sehr frost- und nässeempfindlich zu beurteilen.

Für die Standsicherheitsberechnungen dürfen die folgenden Bodenkennwerte verwendet werden.

Tabelle 1: charakteristische Bodenkennwerte

		Auffüllung	Torf	Verwitterungslehm	Geschiebemergel
Wichte γ_k	kN/m ²	18/8 17/7	13/3 12/2	19/9 18/8	22/12 20/10
Reibungswinkel φ_k	Grad	22,5 20	17,5 15	25 22,5	32,5 27,5
Kohäsion undränniert c_{uk}	kN/m ²	0 0	15 10	30 20	120 80
Kohäsion dränniert c'_k	kN/m ²	0 0	1 0	3 0	15 5
Steifezahl E_{sk}	MN/m ²	2 1	1 0,5	4 2	60 30
Bodengruppe	DIN 18196	GU*	HZ	GU* - UL	GU* - UL
Bodenklasse	DIN 18300	4	2	4	4 und 6*
Frostsicherheit	ZTVE	F3	F3	F3	F3

Obere und untere vorsichtige mittlere Schätzwerte DIN 1054 -2003.

* Bodenklasse 6 bei größeren Blöcken und Findlingen

4. Grundwasserverhältnisse

Die Grundwasserbeobachtungen im Bohrloch sind in den Bohrprofilen der Anlage 2.1-4 dargestellt. Grundwasser lief, mit Ausnahme der Sondierungen RKS 4, in allen Rammkernsondierungen zu.

4.1 Grundwasserstände, -fließrichtung, -leiter und Durchlässigkeit

Die Wasserstandsbeobachtungen sind wie folgt zusammenzustellen:

Bohrung	Grundwasser angebohrt		Grundwasser bei Bohrende	
	m unter Gelände	m ü NN	m unter Gelände	m ü NN
RKS 1	0,80	679,67	0,80	679,67
RKS 2	0,40	679,30	1,47	678,23
RKS 3	1,40	678,81	1,85	678,36
RKS 5	0,80	678,13	0,80	678,13
RKS 6	1,80	678,61	1,80	678,61
RKS 7	1,20	677,67	1,20	677,67
RKS 8	1,30	677,17	1,30	677,13
RKS 8a	0,67	677,80	0,67	677,80
RKS 9	0,70	677,28	0,70	677,28
RKS 10	0,90	677,06	0,90	677,06

Die Flurabstände schwanken zwischen 0,67 m und 1,80 m unter Geländeoberkante. Bezogen auf m ü NN schwankt der Grundwasserspiegel im Baugelände um bis zu 2,55 m. Ein einheitlicher Grundwasserspiegel hat sich nicht eingestellt.

Bei dem angetroffenen Wasser handelt es sich um Schichtenwasser, das sich in den feinteilärmeren Bereichen des Verwitterungslehmes und im Torf ansammelt. Ein Abfallen des Wasserspiegels im Bohrloch deutet darauf hin, dass wasserführenden Linsen im Verwitterungslehm zum Teil nur kleinräumig auftreten und schnell ausbluten können. Der Torf hingegen wirkt wie ein Schwamm und hat viel Wassers gespeichert. Insgesamt wird die Ergiebigkeit des Schichtenwassers als gering eingestuft.

Die Durchlässigkeit des Verwitterungslehmes wurde an Hand der Kornzusammensetzung auf $k_f = 1 \times 10^{-7}$ m/s und die Durchlässigkeit des Geschiebemergels auf $k_f = 1 \times 10^{-8}$ m/s abgeschätzt. Nach DIN 18130 ist der Verwitterungslehm als schwach durchlässig und der Geschiebemergel als sehr schwach durchlässig einzustufen.

Auf Grund des Kontaktes zum Torf ist das Grundwasser die Expositionsklasse XA1, schwach betonangreifend, zu stellen.

4.2 Überschwemmungsgebiet

Gemäß dem Informationsdienst überschwemmungsgefährdete Gebiete des bayerischen Landesamtes für Umwelt, ist das Baugebiet weder bei einem 100-jährigen Hochwasser HQ₁₀₀ noch bei einem extremen Hochwasserereignis HQ-extrem überflutungsgefährdet.

Im Osten grenzt an das Baugebiet ein wassersensibler Bereich. In wassersensiblen Bereichen kann es durch hoch stehendes Grundwasser und über die Ufer tretende Bäche zu Überschwemmungen kommen. Allerdings existieren für wassersensible Bereiche keine rechtlichen Vorschriften im Sinne des Hochwasserschutzes.



HQ100



Wassersensibler Bereich (grün)

4.3 Bemessungswasserstand

Das angetroffene Wasser ist als Schichtenwasser einzustufen. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass das Schichtenwasser nach lang anhaltenden und starken Niederschlägen bis zur Geländeoberkante ansteigt.

Nach DIN 18533 ist bei Böden mit einer Durchlässigkeit $k_f < 1 \cdot 10^{-4}$ m/s mit einem zeitweisen Aufstau von Sickerwasser in der Arbeitsraumverfüllung bis zur Geländeoberkante zu rechnen.

Der Bemessungswasserstand ist auf Grund des Anstiegs des Schichtenwassers und der geringen Durchlässigkeit der anstehenden Böden nach DIN 18533 auf die jeweilige Geländeoberkante festzulegen.

5. Gründung und baubegleitende Maßnahmen

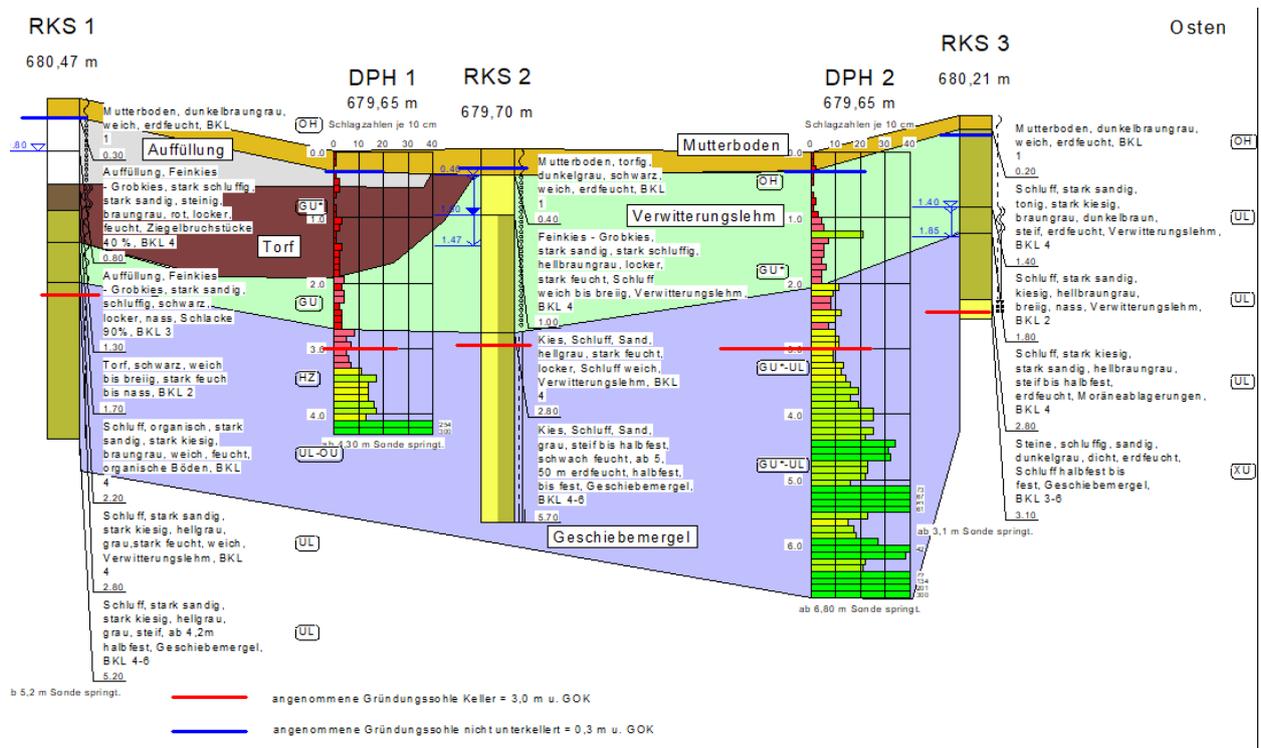
Es ist geplant die untersuchte Fläche mit Wohnhäusern, Straßen und Kanälen zu erschließen. Die Grundrissabmessungen der Häuser und die Gründungssohlen der Gebäude und Kanäle stehen noch nicht fest.

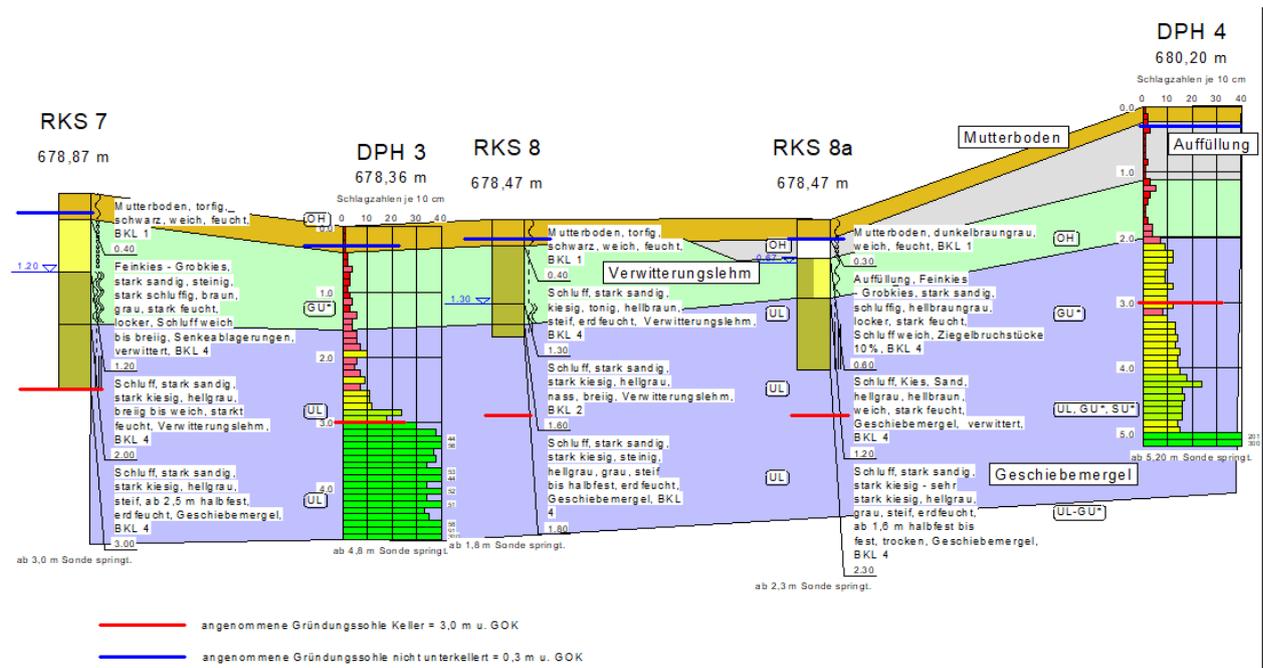
Daher ist im Folgenden eine unterkellerte und eine nicht unterkellerte Gründungsvariante ausgearbeitet. Die Gründungssohle der nicht unterkellerten Gebäude wird in 0,3 m Tiefe und die Gründungssohle der unterkellerten Gebäude in 3,0 m Tiefe angenommen. Die Gründungssohle der Kanäle schätzen wir auf 3,0 m unter Gelände ab.

Die angegebenen Höhen sind vom Planer zu kontrollieren.

5.1 Gründungstechnische Baugrundbeurteilung

Entsprechend dem vorliegenden geotechnischen Baugrundprofil vgl. Anlage 2.1-4 steht der tragfähige Baugrund in Form des Geschiebemergels im gesamten Gelände zwischen 1,2 m und 3,2 m Tiefe an.





Die Auffüllung eignet sich auf Grund ihrer sehr geringen Lagerungsdichte, dem hohen Anteil an Ziegelbruch und Schlacke sowie dem unterlagernden Torf nicht zur Abtragung von Tragwerkslasten in den Untergrund.

Der Torf ist wegen seiner Zusammensetzung und dem hohen organischen Anteil als ein nicht tragfähiger Baugrund zu bewerten, der bei zusätzlichem Lasteintrag mit sehr starken und lang anhaltenden Setzungen reagieren wird.

Der Verwitterungslehm eignet sich auf Grund seiner Zusammensetzung in Kombination mit der breiigen bis weichen Konsistenz nicht zur Abtragung von Tragwerkslasten in den Untergrund.

Die gesamten Tragwerkslasten sind in den Geschiebemergel abzusetzen. Die Auffüllung, der Torf und der Verwitterungslehm sind mit der Gründung zu durchstoßen.

5.2. Gründung

Nicht unterkellerte Gebäude

Die angenommene Gründungssohle der nicht unterkellerten Gebäude liegt in den nicht tragfähigen Böden wie dem Mutterboden, der Auffüllung, dem Torf oder dem Verwitterungslehm.

Es wird vorgeschlagen nicht unterkellerte Gebäude auf einem Trägerrost und Brunnen zu gründen, die mindestens 0,5 m in den Geschiebemergel einbinden. Die Herstellung der Brunnengründung erfolgt mit Brunnenringen, die mit Beton verfüllt werden.

In der Anlage 5.1 ist ein Fundamentdiagramm entsprechend EC 7 bei nach Setzungs- und Grundbruchberechnungen entsprechend DIN 4017 und DIN 4019 bei mittlerer Belastung für eine Brunnengründung in Abhängigkeit vom Durchmesser dargestellt.

Es wird bei der Berechnung von folgenden Vorgaben ausgegangen :

BS-P ständige Bemessungssituation (Lastfall 1)		
Teilsicherheitsbeiwert Widerstand Grundbruchwiderstand	γ_{Gr}	= 1,4
Teilsicherheit Gleiten	γ_{Gl}	= 1,10
Teilsicherheitsbeiwert ständige Einwirkungen allgemein	γ_G	= 1,35
Ungünstige veränderliche Einwirkungen	γ_Q	= 1,5
Verhältnis von veränderlichen / ständigen Einwirkungen		= 0,5
Einbindetiefe		= 2,0 m
Mittig belastete Fundamente		

Angegeben wird in Anlehnung an DIN 1054 der Bemessungswert des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ und der effektive zulässige Sohlwiderstand σ_{Ek}

Bei einer Begrenzung der Setzung auf 1,5 cm sind folgende Tragfähigkeitswerte anzusetzen:

Bemessungswert des Sohl Druck $\sigma_{R,d}$

Einzelfundament angenommen $a = 2,0 \text{ m}$ $\sigma_{R,d} = 485 \text{ kN/m}^2$

effektive zulässige Sohlwiderstand σ_{Ek}

Einzelfundament angenommen $a = 2,0 \text{ m}$ $\sigma_{Ek} = 340 \text{ kN/m}^2$

Es wird darauf hingewiesen, dass es günstiger ist einen großen Brunnenradius zu wählen, da die Lastabtragung flächig erfolgt, was in dem locker gelagerten Kies einer Verkantung der Brunnen entgegenwirkt. Weiterhin können Brunnen mit einem Durchmesser > 1,5 m von üblichen Greifbaggern ausgehoben werden. Für kleinere Radien bedarf es eines Spezialgreifers, der kostenintensiver ist.

Zur Befahrbarkeit der Baugrubensohle/Baustraße ist ein Bodenersatzkörper aus Kiessand mit einer Mindestschichtdicke von 0,6 m einzubauen. Steht an der Aushubsohle der Torf an, ist dieser komplett bis auf den Verwitterungslehm gegen einen Bodenersatzkörper aus Kiessand zu ersetzen. Auf dem Verwitterungslehm ist ein Geotextil der Robustheitsklasse GRK 4 auszulegen, das verhindert, dass sich der darüberliegende Kiessand in den breiigen bis weichen Untergrund drückt. Der Kiessand besteht aus max. 5 %, mind 25 % Sand, Größtkorn 100 mm, ist lagenweise ($d < 0,3\text{m}$) einzubauen und auf 100 % der einfachen Proctordichte zu verdichten.

Unterkellerte Gebäude

Die angenommene Gründungssohle der unterkellerten Gebäude liegt im Geschiebemergel. Es wird vorgeschlagen das Gebäudetragwerk flach auf einer biegesteifen Bodenplatte auf einem Teilbodenersatzkörper, der auf dem Geschiebemergel aufliegt, zu gründen.

Die Schichtdicke des Teilbodenersatzkörpers beträgt 0,5 m und setzt sich wie folgt zusammen. Auf dem Geschiebemergel wird ein Geotextil der Robustheitsklasse GRK 5 ausgelegt, das verhindert, dass sich der Teilbodenersatzkörper in den schluffigen Untergrund drückt. Der Teilbodenersatzkörper besteht aus Kiessand mit max. 5 % Schluff, min 25 % Sand, Größtkorn 100 mm. Er ist lagenweise $D < 0,30$ m einzubauen und auf 100 % der einfachen Proctordichte zu verdichten. Der Bodenersatzkörper reicht 0,5 m über die Bodenplatte hinaus und ist mit 60° gebösch.

Es wird darauf hingewiesen, dass bei Aushubarbeiten im Geschiebemergel auf Grund großer Steine in Kombination mit einer halbfesten Konsistenz die Herstellung eines ebenen Planums oftmals nicht realisierbar ist. Daher ist mit größeren Aushub- und Auffüllungsmengen zu rechnen.

In der Anlage 5.2 sind die Fundamentdiagramme nach obigen Vorgaben für die maßgeblichen Breiten der Bodenplatte dargestellt. Für die so gegründete Bodenplatte dürfen die folgenden Tragfähigkeitswerte angesetzt werden.

Maßgebliche Breite von 5,0 m

Bemessungswert des Sohldruckwiderstandes	$\sigma_{R,d}$	= 257 kN/m ²
Bemessungswert des Sohldrucks effektiv	$\sigma_{E,k}$	= 180 kN/m ²

Die Flachgründung auf der Bodenplatte ist bei Auslastung der o.g. Bodenpressung mit einer Setzung von 1,5 cm behaftet.

Der Wert des Bettungsmoduls beträgt

$$k_s = 0,180 / 0,015 = 12 \text{ MN/m}^3$$

Maßgebliche Breite von 3,0 m

Bemessungswert des Sohldruckwiderstandes	$\sigma_{R,d}$	= 308 kN/m ²
Bemessungswert des Sohldrucks effektiv	$\sigma_{E,k}$	= 215 kN/m ²

Die Flachgründung auf der Bodenplatte ist bei Auslastung der o.g. Bodenpressung mit einer Setzung von 1,5 cm behaftet.

Der Wert des Bettungsmoduls beträgt

$$k_s = 0,215 / 0,015 = 14,3 \text{ MN/m}^3$$

Aus konstruktiven Gesichtspunkten ist das gesamte Kellergeschoss (Gründung und tragende Wände) als biegesteifer Kasten herzustellen.

Kanäle und Schächte

Die angenommene Gründungssohle der Kanäle und Schächte liegt im Geschiebemergel. Steht an der Aushubsohle der Verwitterungslehm an, ist dieser komplett bis auf den Geschiebemergel gegen einen Bodenersatzkörper nach obigen Vorgaben zu tauschen.

Die Kanäle und Schächte können in herkömmlicher Art und Weise auf einer Ausgleichsschicht aus Sand in den Geschiebemergel gegründet werden.

In der Anlage 5.3-4 sind die Fundamentdiagramme nach obigen Vorgaben für die Kanäle und Schächte dargestellt. Angegeben wird in Anlehnung an DIN 1054 der Bemessungswert des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ und der effektive zulässige Sohlwiderstand $\sigma_{E,k}$

Bei einer Begrenzung der Setzung auf 0,5 cm sind folgende Tragfähigkeitswerte anzusetzen:

Bemessungswert des Sohldruck $\sigma_{R,d}$

Kanal angenommen DN300	$b = 0,3 \text{ m}$	$\sigma_{R,d} = 290 \text{ kN/m}^2$
Schacht angenommen	$a = 1,5 \text{ m}$	$\sigma_{R,d} = 211 \text{ kN/m}^2$

effektive zulässige Sohlwiderstand $\sigma_{E,k}$

Kanal angenommen DN300	$b = 0,3 \text{ m}$	$\sigma_{E,k} = 204 \text{ kN/m}^2$
Schacht angenommen	$a = 1,5 \text{ m}$	$\sigma_{E,k} = 148 \text{ kN/m}^2$

5.3 Grundwasserschutz und Auftriebssicherheit

Entsprechend der Ausführung im Abschnitt 4 wurde in den Sondierungen Schichtenwasser ab 0,4 m Tiefe festgestellt.

Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass das Schichtenwasser bis zur Geländeoberkante ansteigt. Daher ist die Bodenplatte bei nicht unterkellerten Gebäuden aus wasserdichten Beton herzustellen.

Unterkellerte Gebäude stehen über dem eigentlichen Grundwasser, jedoch wird sich Regenwasser und Schichtenwasser in der Arbeitsraumverfüllung ansammeln. Der Geschiebemergel ist nahezu undurchlässig und das Wasser kann nicht versickern. Eine Entwässerung der Arbeitsraumverfüllung ist wegen dem fehlenden Gefälle augenscheinlich nicht möglich. Daher muss der Keller aus wasserdichtem Beton hergestellt werden.

Zur Bemessung der Auftriebssicherheit ist der Bemessungswasserstand auf Grund des Anstiegs des Schichtenwassers und der geringen Durchlässigkeit der anstehenden Böden nach DIN 18533 auf die jeweilige Geländeoberkante festzulegen.

Auf Grund des Kontaktes zum Torf ist das Grundwasser die Expositionsklasse XA1, schwach betonangreifend, zu stellen.

5.4 Baugrubensicherung und Wasserhaltung

Nicht unterkellerte Gebäude

Bei einer Brunnengründung fällt kleine Baugrube an. Die Wasserhaltung wird sich auf das Leerpumpen der Brunnen vor dem Betonieren beschränken.

Unterkellerte Gebäude

Bei unterkellerten Gebäuden wird die Baugrube mit dem erforderlichen Bodenaustausch bis zu 3,5 m tief. Sie kann in den anstehenden Böden unter 45° frei geböscht werden. Die freien Böschungen sind konstruktiv mit Folie o.ä. gegen Erosion durch Niederschlagswasser zu schützen.

Beim Baugrubenaushub ist mit Schichtwasserzutritten zu rechnen, die unserer Einschätzung nach schnell „ausbluten“ werden. Halten die Schichtwasserzutritte an, sind die Böschungen mit Stützscheiben aus Einkornbeton zu sichern. Diese Maßnahme kann erst beim Aushub der Baugrube, wenn Schichtwasserzutritte bekannt sind, quantifiziert werden.

Steilere Böschungen sind möglich, sie sind jedoch statisch nachzuweisen und ggf. mit Spritzbeton und Erdnägeln zu sichern. Dort, wo mit Spritzbeton die Böschungen verschlossen werden, muss durch Drainöffnungen dafür Sorge getragen werden, dass sich kein Stauwasser hinter der Betonschale ansammeln kann.

Die Wasserhaltung wird sich auf das Entfernen des Schichtwassers beschränken und kann mit Pumpensäugern organisiert werden. Die zu fördernden Wassermengen werden als gering eingestuft.

Kanäle und Schächte

Die Baugrube für die Kanäle und Schächte wird bis zu 3,2 m tief. Es wird empfohlen die Baugrube mit großformatigen Verbautafeln zu sichern. Die Wasserhaltung wird sich auf das Entfernen von Schichtenwasser beschränken und kann mit mitgeführten Pumpensümpfen organisiert werden. Die zu fördernden Wassermengen werden als gering eingestuft.

5.5 Aushubklassen

Beim Baugrubenaushub ist nach DIN 18 300 mit den folgenden Bodenklassen und Auflockerungsfaktoren zu rechnen:

Böden	Bodenklasse	Auflockerung
Auffüllung	4	10 %
Torf	2	10 %
Verwitterungslehm	4	10 – 15 %
Geschiebemergel	4 – 6 *	15 - 20 %

* Bodenklasse 6 bei großen Blöcken und Findlingen

Für die Verfüllung der Arbeitsräume ist keiner der anstehenden Böden geeignet. Arbeitsräume sind mit einem Kiessand zu verfüllen.

Bei Aushubarbeiten im Geschiebemergel ist ein Meißel einzuplanen.

5.6 Homogenbereiche nach DIN 18300 2015

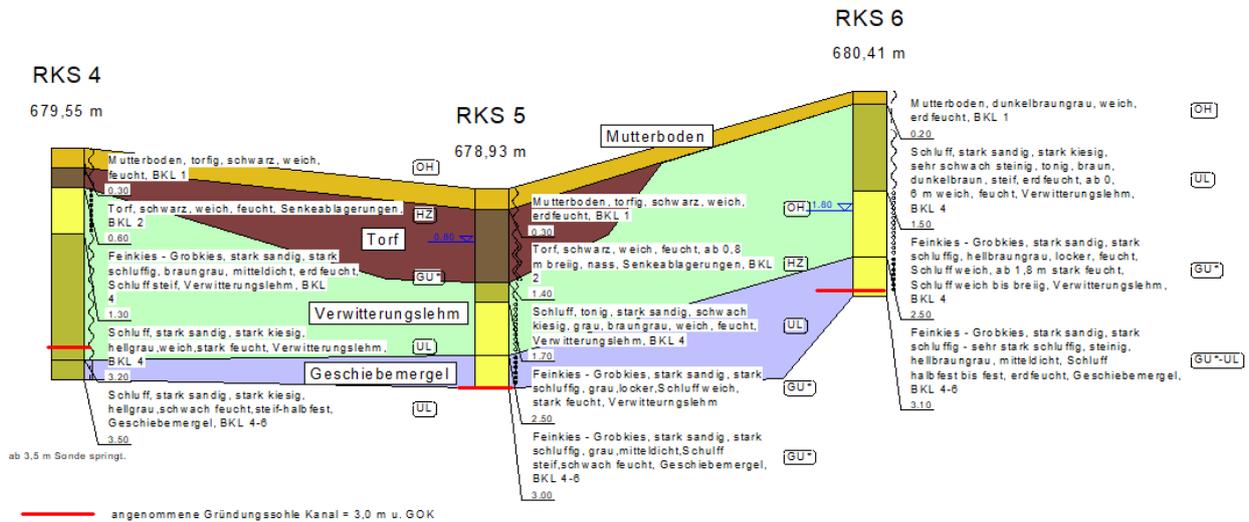
Die Böden sind in folgende Homogenbereiche zusammenzufassen:

	Mutterboden	Auffüllung	Torf	Verwitterungs- lehm	Geschiebe- mergel
Homogenbereich	O1	B1	B2	B3	B4
Korngröße	Schluff	Kies und Schluff	Schluff	Schluff und Kies	Kies und Schluff
Massenanteil Steine und Blöcke	0 %	0 %	0 %	< 5 %	5 %
Dichte in kN/m ³	15	17 - 18	12 - 13	18 - 19	19 - 21
undrainierte Scherfestigkeit in kN/m ²	40	-	10 - 15	20 - 30	80 - 120
Wassergehalt	erdfeucht	erdfeucht	nass	erdfeucht – stark feucht	erdfeucht
Plastizitätszahl	-	-	10 – 20%	15 – 25 %	25 % - 30 %
Konsistenz	weich	-	breiig - weich	breiig - weich	steif bis halbfest
Lagerungsdichte	-	sehr locker	-	sehr locker	mitteldicht - dicht
Organischer Anteil	15 %	-	30 %	-	-
Bodengruppe	OH	GU* - UL	HZ	UL - GU*	GU* - UL

5.6 Verkehrsflächen und Hofbefestigungen

Gemäß den Richtlinien der ZTVE - StB 09 (zusätzliche Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau) muss der Untergrund Mindestanforderungen bezüglich des Verformungsmoduls ($EV_2 > 45 \text{ MN/m}^2$) genügen. Im Torf und dem Verwitterungslehm werden die Anforderungen an den oben genannten EV_2 - Wert nicht erreicht werden.

Die Straßen und Parkplätze sind daher auf einen zusätzlichen Bodenersatzkörper aus Kiessand ($d > 0,40 \text{ m}$) zu gründen. Auf dem Verwitterungslehm ist ein Geotextil der Robustheitsklasse GRK 4 anzuordnen. Das Vlies verhindert, dass sich der Kies in den schluffigen Untergrund drückt. Der Torf ist komplett bis auf den Verwitterungslehm gegen einen Bodenersatzkörper zu ersetzen.



Der Bodenersatzkörper besteht aus Kiessand mit max. 5 % Schluff, min 25 % Sand und einem Größtkorn von 100 mm. Er ist lagenweise d < 30 cm einzubauen und pro Lage auf 100 % der einfachen Proctordichte zu verdichten.

Über den Bodenersatzkörper folgt der Regelaufbau aus Frostschutzkies.

5.7 Versickerung von Niederschlagswasser

Die angetroffenen Böden sind aufgrund ihrer schluffigen Zusammensetzung nach DIN 18130 als schwach durchlässig bis sehr schwach durchlässig einzustufen und eignen sich nicht zur geregelten Versickerung von Niederschlagswasser.

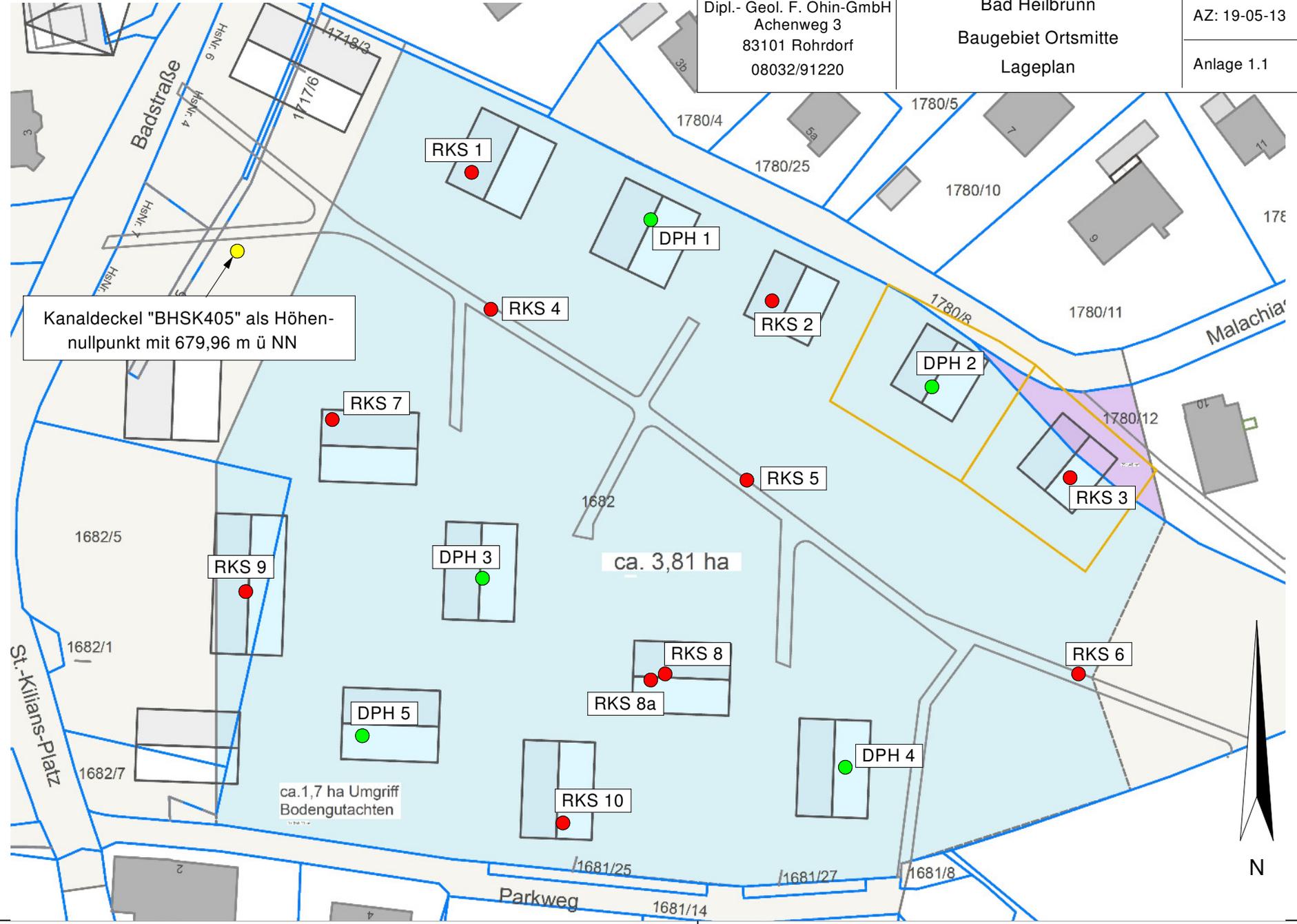
Es wird empfohlen das Niederschlagswasser in Schächten zu sammeln, das über einen Überlauf gedrosselt in den Regenwasserkanal eingeleitet wird.

MSc. D. Trojok

Dipl.- Geol. F. Ohin-GmbH
Achenweg 3
83101 Rohrdorf
08032/91220

Bad Heilbrunn
Baugebiet Ortsmitte
Lageplan

AZ: 19-05-13
Anlage 1.1



Kanaldeckel "BHSK405" als Höhen-nullpunkt mit 679,96 m ü NN

ca. 1,7 ha Umgriff Bodengutachten

ca. 3,81 ha



Westen

Dipl.- Geol. F. Ohin-GmbH
Achenweg 3
83101 Rohrdorf
08032/91220

Bad Heilbrunn
Baugebiet Ortsmitte
Geotechnisches Baugrundprofil

AZ:19-05-12
Anlage 2.1

RKS 1

680,47 m

DPH 1

679,65 m

RKS 2

679,70 m

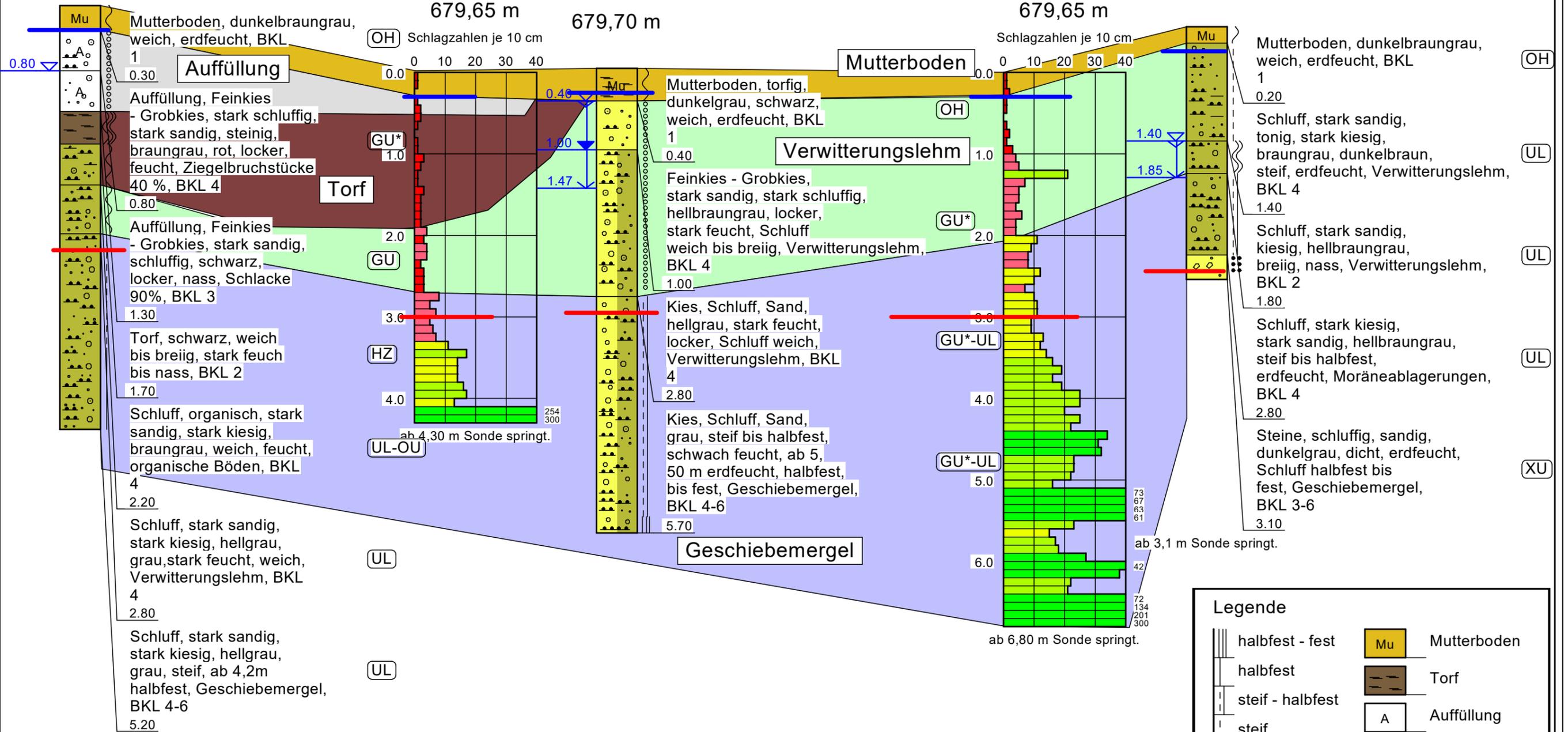
DPH 2

679,65 m

RKS 3

680,21 m

Osten



ab 5,2 m Sonde springt. — angenommene Gründungssohle Keller + Kanal = 3,0 m u. GOK
— angenommene Gründungssohle nicht unterkellert = 0,3 m u. GOK

Legende

	halfest - fest		Mutterboden
	halfest		Torf
	steif - halfest		Auffüllung
	steif		Kies
	weich		Schluff
	breiig - weich		
	breiig		
	locker		
	dicht		

Maßstab der Höhe M 1 : 50

Westen

Dipl.- Geol. F. Ohin-GmbH
Achenweg 3
83101 Rohrdorf
08032/91220

Bad Heilbrunn
Baugebiet Ortsmitte
Geotechnisches Baugrundprofil

AZ:19-05-13

Anlage 2.2

Osten

RKS 6

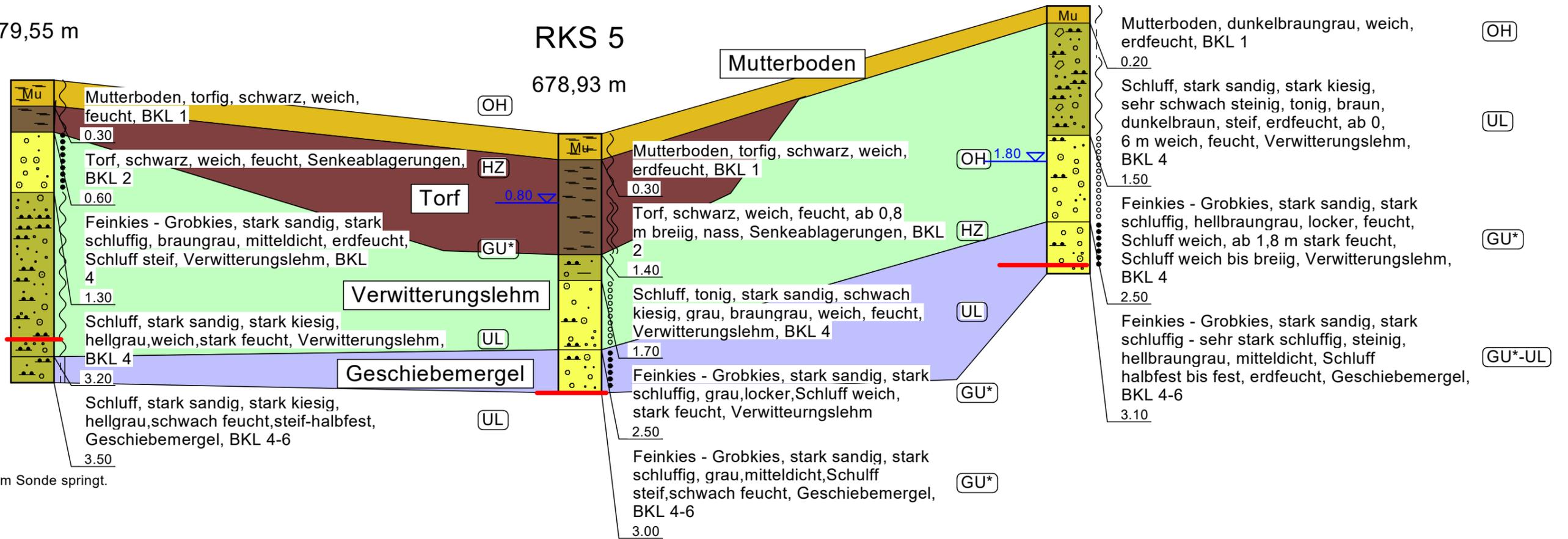
680,41 m

RKS 4

679,55 m

RKS 5

678,93 m



ab 3,5 m Sonde springt.

angenommene Gründungssohle Kanal = 3,0 m u. GOK

Maßstab der Höhe M 1 : 50

Legende

	steif - halbfest		Mutterboden
	steif		Torf
	weich		Kies
	breiig		Schluff
	locker		
	mitteldicht		

Westen

Dipl.- Geol. F. Ohin-GmbH
Achenweg 3
83101 Rohrdorf
08032/91220

Bad Heilbrunn
Baugebiet Ortsmitte
Geotechnisches Baugrundprofil

AZ:19-05-13
Anlage 2.3

Osten

DPH 4
680,20 m

Schlagzahlen je 10 cm

0 10 20 30 40

RKS 7
678,87 m

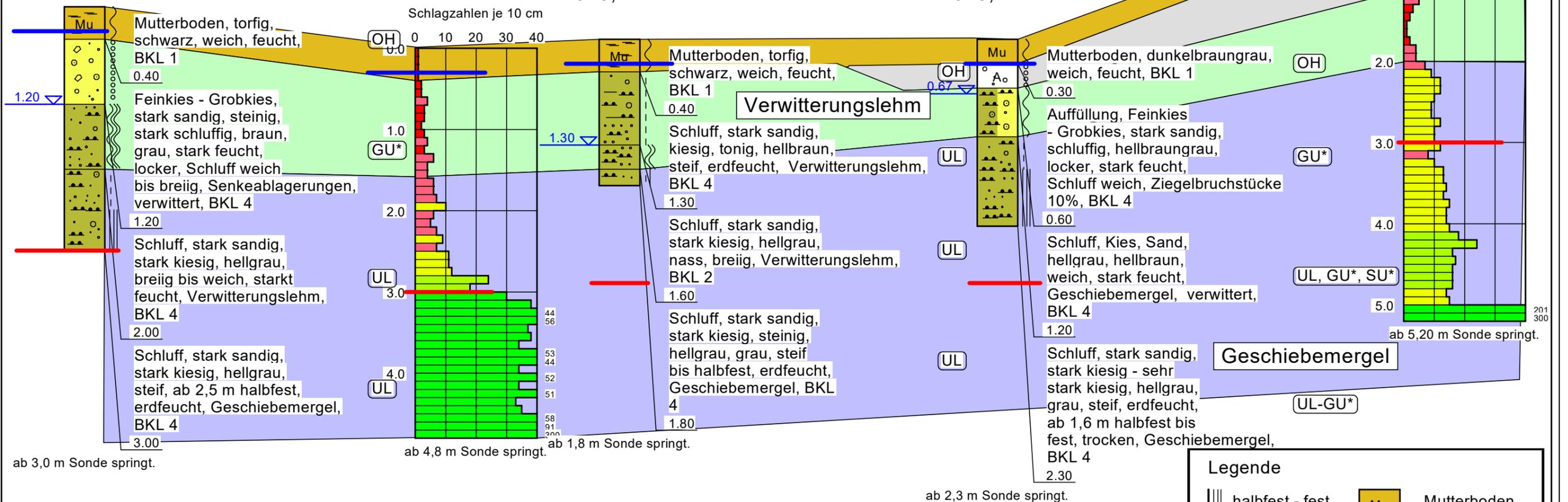
DPH 3
678,36 m

RKS 8
678,47 m

RKS 8a
678,47 m

Mutterboden

Auffüllung



ab 3,0 m Sonde springt.

ab 4,8 m Sonde springt.

ab 1,8 m Sonde springt.

ab 2,3 m Sonde springt.

- angenommene Gründungssohle Keller + Kanal = 3,0 m u. GOK
- angenommene Gründungssohle nicht unterkellert = 0,3 m u. GOK

Maßstab der Höhe M 1 : 50

Legende

	halbfest - fest		Mutterboden
	steif - halbfest		Kies
	steif		Schluff
	weich		
	breiig - weich		
	breiig		
	locker		

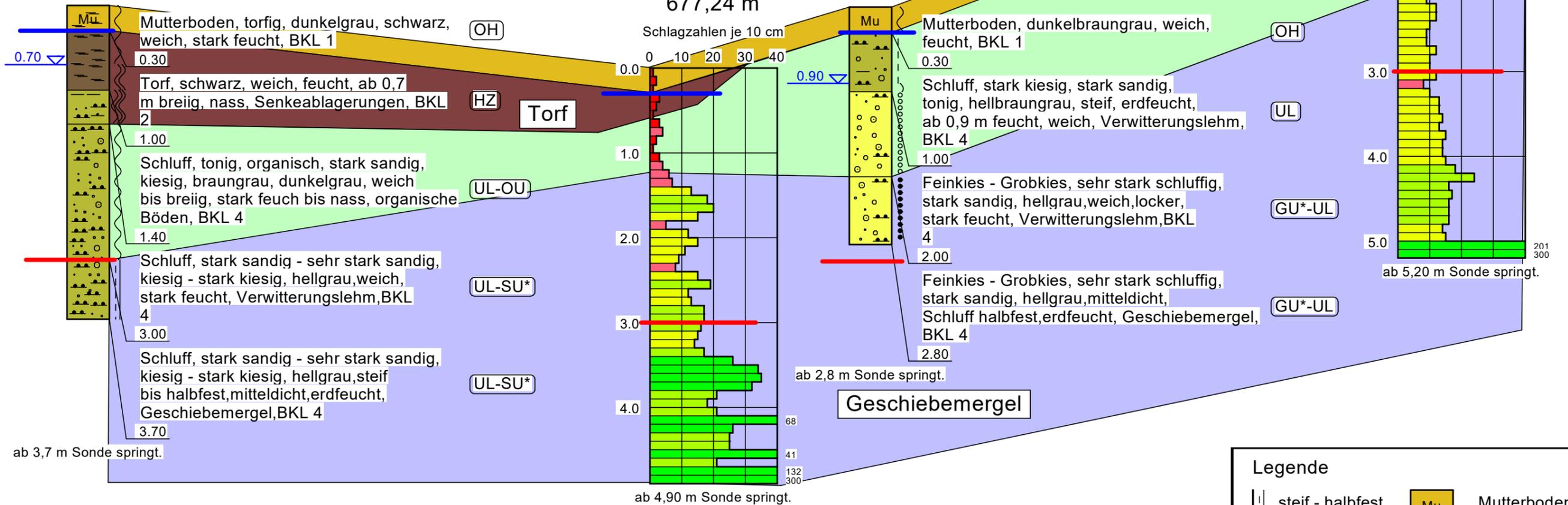
Westen

Osten
 DPH 4
 680,20 m

RKS 9
 677,98 m

RKS 10
 677,96 m

DPH 5
 677,24 m



— angenommene Gründungssohle Keller + Kanal = 3,0 m u. GOK
 — angenommene Gründungssohle nicht unterkellert = 0,3 m u. GOK

Legende

	steif - halbfest		Mutterboden
	steif		Torf
	weich		Kies
	breiig - weich		Schluff
	breiig		
	locker		
	mitteldicht		

Maßstab der Höhe M 1 : 50

Dipl.Geol.F.Ohin GmbH
 Achenweg 3
 83101 Rohrdorf
 Tel.: 08032 91220

Bearbeiter: Fr. Klotz

Datum: 07.06.2019

Körnungslinie

DIN 18123

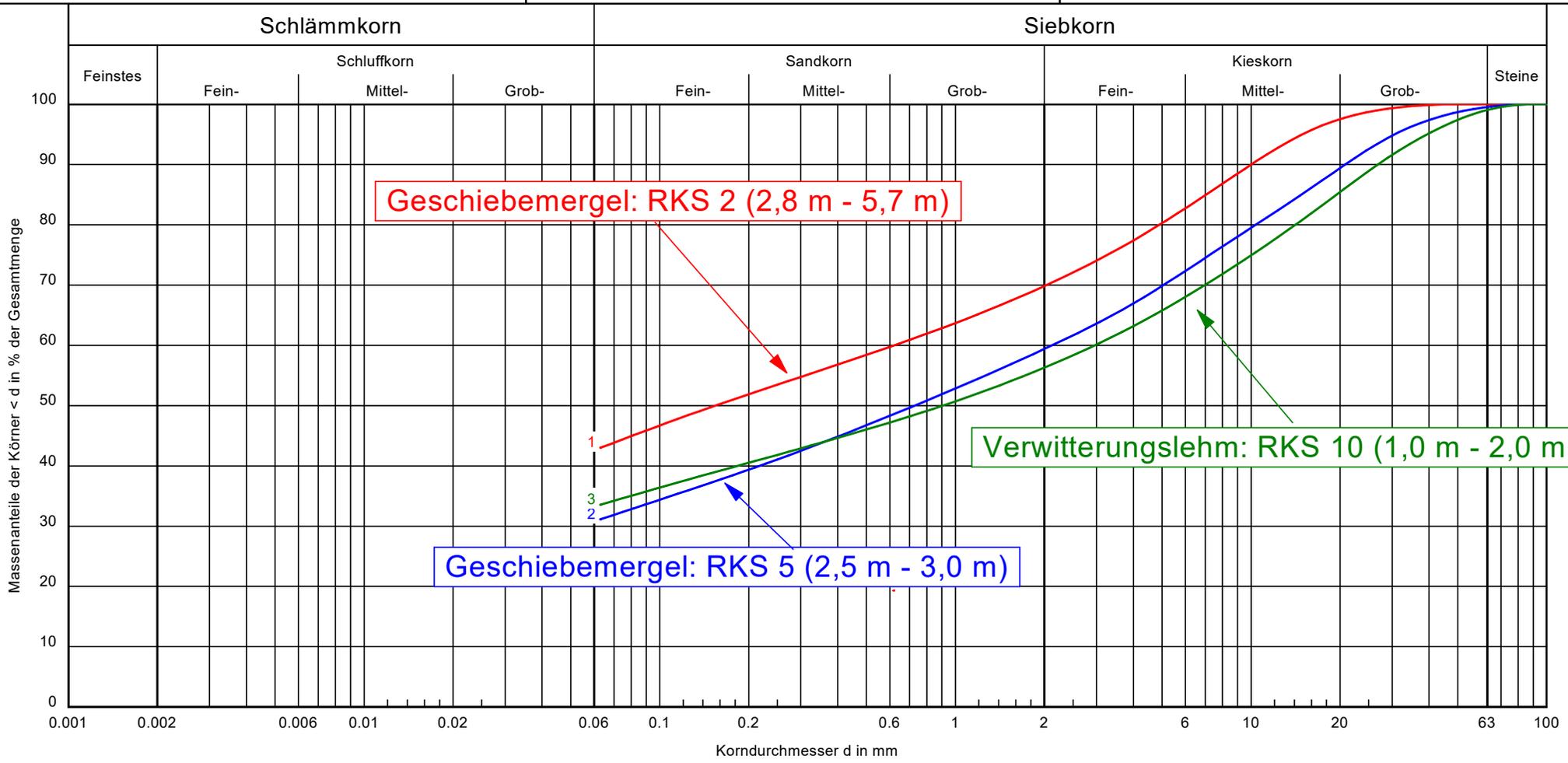
BV Bad Heilbrunn Baugebiet Ortsmitte

Prüfungsnummer:

Probe entnommen am: 27.-29.05.2019

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Nasssieb- und Schlämmanalyse



Signatur:			
Entnahmestelle:	RKS 2	RKS 5	RKS 10
Tiefe:	2,8 m - 5,7 m	2,5 m - 3,0 m	1,0 m - 2,0 m
Bodenart	U, g, s	G, u, s	G, u, s
U/Cc	-/-	-/-	-/-
k [m/s] (Hazen):	-	-	-
T/U/S/G [%]:	- /43,0/26,8/30,2	- /31,1/28,3/40,1	- /33,6/22,7/42,7
Frostsicherheit	-	F3	F3
Reibungswinkel	36,5	37,4	37,3
Bodengruppe	GU*	GU*	GU*
Kornkennzahl	0433	0334	0324

Bemerkungen:
 Zu- und Abschläge Reibungswinkel:
 Korrektur für Abstufung: mittel (+-0°)
 Korrektur für Lagerung: mittel (+-0°)
 Korrektur für Kornform: mittel (+-0°)

Bericht:
 19-05-13
 Anlage:
 3.1

PROTOKOLL ÜBER DIE ENTNAHME EINER FESTSTOFFPROBE

Entnehmende Stelle: Ohin GmbH	Auftraggeber: Gemeinde Bad Heilbrunn	Projektname: Bad Heilbrunn Baugebiet Ortsmitte
1. Zweck der Probenentnahme: Einstufung – Orientierung		2. Zeitpunkt der Probenahme: (Datum/Uhrzeit) 27.05.2019 – 29.05.2019
3. Probenahmestelle (Bezeichnung, Nr. im Lageplan): <u>Auffüllung</u> RKS 1 0,3 m – 0,8 m + 0,8 m – 1,3 m RKS 8a 0,3 m – 0,6 m		
4. Lage TK 25 RKS 1 Rechts 4459209 Hoch 5290007 RKS 8a Rechts 4459262 Hoch 5289912		
5. Art der Probe (gem. Teil II): <u>Auffüllung</u> MP 1 aus RKS 1 (0,3 m – 0,8 m) Eckpunktepapier < 2 mm RKS 8a (0,3 m – 0,6 m) MP 2 aus RKS 1 (0,8 m – 1,3 m) Eckpunktepapier < 2 mm		
6. Entnahmegesetz: Rammkernbohrgerät, Spaten und Schaufel		
7. Art der Probenahme: Rammkernbohrung, gestört		

8. Entnahmeform					
<u>Auffüllung</u>					
Probenbezeichnung	MP 1	MP 2			
Haufwerkgröße	/	/			
Entnahmetiefe	0,3 m – 0,8 m	0,8 m – 1,3 m			
Farbe	braungrau - rot	schwarz			
Geruch	/	/			
Probemenge	3 l	3 l			
Probenbehälter	Plastik, Eimer	Plastik, Eimer			
Probenkonservierung	/	/			

<p>9. Bemerkungen, Begleitinformationen, Anlagen: Lageplan, Baugrundprofil</p> <p>Die obere Auffüllung der RKS 1 und die Auffüllung der RKS 8a ist braungrau bis rot gefärbt und besteht aus einem schluffigen bis stark schluffigen und stark sandigen Fein- bis Grobkies, in welchen bis zu 40 % an Ziegelbruch eingelagert ist.</p> <p>Die untere Auffüllung der RKS 1 von 0,8 m bis 1,3 m Tiefe wird aus einem schluffigen und stark sandigen Fein- bis Grobkies gebildet, in welchen bis zu 90 % an Schlacke vorhanden ist.</p>		
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 45%;">10. Ort, Datum : Bad Heilbrunn, 29.05.2019</td> <td style="width: 55%;">Probennehmer (Name/Unterschrift): Klotz</td> </tr> </table>	10. Ort, Datum : Bad Heilbrunn, 29.05.2019	Probennehmer (Name/Unterschrift): Klotz
10. Ort, Datum : Bad Heilbrunn, 29.05.2019	Probennehmer (Name/Unterschrift): Klotz	

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH Oberkonnersreutherstr. 3 D-95448 Bayreuth

Dipl. Geol. F. Ohin GmbH
H. Ohin
Achenweg 3
83101 Rohrdorf

Prüfbericht 4343302
Auftrags Nr. 4988094
Kunden Nr. 10027027

Frau Waltraud Verhoeven
Telefon +49 921/53049-34
Fax +49 921/53049-35
waltraud.verhoeven@sgs.com



Environment, Health and Safety

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH
Oberkonnersreutherstr. 3
D-95448 Bayreuth

Bayreuth, den 17.06.2019

Ihr Auftrag/Projekt: 63740 Herr Ohin
Ihr Bestellzeichen: BV Bad Heilbrunn Baugebiet Ortsmitt
Ihr Bestelldatum: 03.06.2019

Prüfzeitraum von 05.06.2019 bis 13.06.2019
erste laufende Probenummer 190620717
Probeneingang am 05.06.2019

Die Untersuchung erfolgte gemäß dem Bayerischen Leitfaden zur Verfüllung von Gruben und Brüchen sowie Tagebauen (Eckpunktepapier) in der Fraktion < 2mm (Feststoff) bzw. der Gesamtfraktion (Eluat).

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH

i.V. Waltraud Verhoeven
Customer Service

i.A. Annegret Lehmann-Melzer
Customer Service

63740 Herr Ohin
 BV Bad Heilbrunn Baugebiet Ortsmitt

Prüfbericht Nr. 4343302
 Auftrag Nr. 4988094

Seite 2 von 4
 17.06.2019

Proben durch IF-Kurier abgeholt Matrix: Boden

Probennummer	190620717	190620718
Bezeichnung	Auffüllung	Auffüllung
	MP 1 aus	MP 2 aus
	RKS 1 (0,3-0,8m),	RKS 1 (0,8-1,3m)
	RKS 8a (0,3-0,6m)	
Eingangsdatum:	05.06.2019	05.06.2019

Parameter	Einheit			Bestimmungs Methode -grenze	Lab
Feststoffuntersuchungen :					
Trockensubstanz	Masse-%	85,2	79,1	0,1	DIN EN 14346 HE
Trockensubstanz LTR	Masse-%	83,1	75,2	0,1	DIN ISO 11465 HE
Anteil < 2mm	Masse-%	55,6	41,6	0,1	SOP M 195 HE
Anteil > 2mm	Masse-%	44,4	58,4	0,1	SOP M 195 HE
Cyanide, ges.	mg/kg TR	< 0,1	< 0,1	0,1	DIN EN ISO 17380 HE
Metalle :					
Königswasseraufschluß					
Arsen	mg/kg TR	4	11	2	DIN EN ISO 11885 HE
Blei	mg/kg TR	33	39	2	DIN EN ISO 11885 HE
Cadmium	mg/kg TR	0,2	< 0,2	0,2	DIN EN ISO 11885 HE
Chrom	mg/kg TR	19	41	1	DIN EN ISO 11885 HE
Kupfer	mg/kg TR	18	55	1	DIN EN ISO 11885 HE
Nickel	mg/kg TR	16	81	1	DIN EN ISO 11885 HE
Quecksilber	mg/kg TR	0,2	0,2	0,1	DIN EN 1483 HE
Zink	mg/kg TR	79	80	1	DIN EN ISO 11885 HE
KW-Index C10-C40	mg/kg TR	38	60	10	DIN EN 14039 HE
EOX	mg/kg TR	< 0,5	< 0,5	0,5	DIN 38414-17 HE

63740 Herr Ohin
BV Bad Heilbrunn Baugebiet Ortsmitt

Prüfbericht Nr. 4343302
Auftrag Nr. 4988094

Seite 3 von 4
17.06.2019

Probennummer	190620717	190620718				
Bezeichnung	Auffüllung	Auffüllung				
	MP 1 aus	MP 2 aus				
	RKS 1 (0,3-0,8m), RKS 1 (0,8-1,3m)					
PAK (EPA) :						
Naphthalin	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Acenaphthylen	mg/kg TR	< 0,1	< 0,1	0,1	DIN ISO 18287	HE
Acenaphthen	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Fluoren	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Phenanthren	mg/kg TR	0,21	0,15	0,05	DIN ISO 18287	HE
Anthracen	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Fluoranthren	mg/kg TR	0,42	0,40	0,05	DIN ISO 18287	HE
Pyren	mg/kg TR	0,35	0,31	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benz(a)anthracen	mg/kg TR	0,19	0,22	0,05	DIN ISO 18287	HE
Chrysen	mg/kg TR	0,23	0,24	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TR	0,26	0,24	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TR	< 0,05	0,15	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(a)pyren	mg/kg TR	0,18	0,20	0,05	DIN ISO 18287	HE
Dibenzo(a,h)anthracen	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(g,h,i)perylene	mg/kg TR	0,12	0,10	0,05	DIN ISO 18287	HE
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Summe PAK nach EPA	mg/kg TR	1,96	2,01		DIN ISO 18287	HE
PCB :						
PCB 28	mg/kg TR	< 0,003	< 0,003	0,003	DIN 38414-20	HE
PCB 52	mg/kg TR	< 0,003	< 0,003	0,003	DIN 38414-20	HE
PCB 101	mg/kg TR	< 0,003	< 0,003	0,003	DIN 38414-20	HE
PCB 153	mg/kg TR	< 0,003	< 0,003	0,003	DIN 38414-20	HE
PCB 138	mg/kg TR	< 0,003	< 0,003	0,003	DIN 38414-20	HE
PCB 180	mg/kg TR	< 0,003	< 0,003	0,003	DIN 38414-20	HE
Summe 6 PCB (DIN)	mg/kg TR	-	-			HE
Eluatuntersuchungen :						
Eluatansatz					DIN EN 12457-4	HE
pH-Wert		11,3	9,0		DIN 38404-5	HE
Elektr.Leitfähigkeit (25°C) µS/cm		464	315	1	DIN EN 27888	HE
Chlorid	mg/l	2,5	< 0,5	0,5	DIN EN ISO 10304-1	HE
Sulfat	mg/l	20	110	1	DIN EN ISO 10304-1	HE
Cyanide, ges.	mg/l	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 14403-2	HE
Phenol-Index, wdf.	mg/l	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 14402	HE

63740 Herr Ohin
 BV Bad Heilbrunn Baugebiet Ortsmitt

Prüfbericht Nr. 4343302
 Auftrag Nr. 4988094

Seite 4 von 4
 17.06.2019

Probnummer	190620717	190620718
Bezeichnung	Auffüllung	Auffüllung
	MP 1 aus	MP 2 aus
	RKS 1 (0,3-0,8m), RKS 1 (0,8-1,3m)	

Metalle im Eluat :

Arsen	mg/l	< 0,005	0,009	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Blei	mg/l	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Cadmium	mg/l	< 0,001	< 0,001	0,001	DIN EN ISO 11885	HE
Chrom	mg/l	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Kupfer	mg/l	0,026	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Nickel	mg/l	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Quecksilber	mg/l	< 0,0002	< 0,0002	0,0002	DIN EN 1483	HE
Zink	mg/l	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 11885	HE

Zusammenfassung der verwendeten Prüfmethode(n):

DIN 38404-5	2009-07
DIN 38414-17	1981-05
DIN 38414-20	1996-01
DIN EN 12457-4	2003-01
DIN EN 13657	2003-01
DIN EN 14039	2005-01
DIN EN 14346	2007-03
DIN EN 1483	2007-07
DIN EN 27888	1993-11
DIN EN ISO 10304-1	2009-07
DIN EN ISO 11885	2009-09
DIN EN ISO 14402	1999-12
DIN EN ISO 14403-2	2012-02
DIN EN ISO 17380	2013-10
DIN ISO 11465	1996-12
DIN ISO 18287	2006-05
SOP M 195	

Die Laborstandorte mit den entsprechenden Akkreditierungsverfahrensnummern der SGS-Gruppe Deutschland und Schweiz gemäß den oben genannten Kürzeln sind aufgeführt unter <http://www.institut-fresenius.de/filestore/89/laborstandortkuerzelsgs2.pdf>.

*** Ende des Berichts ***

Dieses Dokument wurde von der Gesellschaft im Rahmen ihrer Allgemeinen Geschäftsbedingungen für Dienstleistungen erstellt, die unter www.sgsgroup.de/agb zugänglich sind. Es wird ausdrücklich auf die darin enthaltenen Regelungen zur Haftungsbegrenzung, Freistellung und zum Gerichtsstand hingewiesen. Dieses Dokument ist ein Original. Wenn das Dokument digital übermittelt wird, ist es als Original im Sinne der UCP 600 zu behandeln. Jeder Besitzer dieses Dokuments wird darauf hingewiesen, dass die darin enthaltenen Angaben ausschließlich die im Zeitpunkt der Dienstleistung von der Gesellschaft festgestellten Tatsachen im Rahmen der Vorgaben des Kunden, sofern überhaupt vorhanden, wiedergeben. Die Gesellschaft ist allein dem Kunden gegenüber verantwortlich. Dieses Dokument entbindet die Parteien von Rechtsgeschäften nicht von ihren insoweit bestehenden Rechten und Pflichten. Jede nicht genehmigte Änderung, Fälschung oder Verzerrung des Inhalts oder des äußeren Erscheinungsbildes dieses Dokuments ist rechtswidrig. Ein Verstoß kann rechtlich geahndet werden.
 Hinweis: Die Probe(n), auf die sich die hier dargelegten Erkenntnisse (die "Erkenntnisse") beziehen, wurde(n) ggf. durch den Kunden oder durch im Auftrage des Kunden handelnde Dritte entnommen. In diesem Falle geben die Erkenntnisse keine Garantie für den repräsentativen Charakter der Probe bezüglich irgendwelcher Waren und beziehen sich ausschließlich auf die Probe(n). Die Gesellschaft übernimmt keine Haftung für den Ursprung oder die Quelle aus der die Probe(n) angeblich/tatsächlich entnommen wurde(n).

Anlage 4.3 Gegenüberstellung Analyseergebnisse mit Eckpunktepapier

BV Bad Heilbrunn Baugebiet Ortsmitte

Auffüllung

Die chemischen Analysen ergaben folgende Werte:

Bezeichnung	Einheit	MP 1 aus RKS 1 (0,3 m – 0,8 m) und RKS 8a (0,3 m – 0,6 m)	MP 2 aus RKS 1 (0,8 m – 1,3 m)	Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2
Trockensubstanz Anteil < 2 mm	%	55,6	41,6				
Trockensubstanz Anteil > 2 mm	%	44,4	58,4				
KW-Index C10-C40	mg/kg	38	60	100	300	500	1000
EOX	mg/kg	< 0,5	< 0,5	1	3	10	15
Schwermetalle		MP 1	MP 2	Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2
Arsen	mg/kg	4	11	20	30	50	150
Blei	mg/kg	33	39	40 / 70 / 100	140	300	1000
Cadmium	mg/kg	0,2	< 0,2	0,4 / 1,0 / 1,5	2	3	10
Chrom	mg/kg	19	41	30 / 60 / 100	120	200	600
Kupfer	mg/kg	18	55	20 / 40 / 60	80	200	600
Nickel	mg/kg	16	81	15 / 50 / 70	100	200	600
Quecksilber	mg/kg	0,2	0,2	0,1 / 0,5 / 1	1	3	10
Zink	mg/kg	79	80	60 / 150/200	300	500	1500
Cyanid (ges.)	mg/kg	< 0,1	< 0,1	1	10	30	100
PAK		MP 1	MP 2	Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2
Naphthalin	mg/kg	< 0,05	< 0,05				
Acenaphthylen	mg/kg	< 0,1	< 0,1				
Acenaphthen	mg/kg	< 0,05< 0,05	< 0,05				
Fluoren	mg/kg	< 0,05	< 0,05				
Phenanthren	mg/kg	0,21	0,15				
Anthracen	mg/kg	< 0,05	< 0,05				
Fluoranthren	mg/kg	0,42	0,40				
Pyren	mg/kg	0,35	0,31				
Benz a anthracen	mg/kg	0,19	0,22				
Chrysen	mg/kg	0,23	0,24				
Benzo b fluoranthren	mg/kg	0,26	0,24				
Benzo k fluoranthren	mg/kg	< 0,05	0,15				
Benz a pyren	mg/kg	0,18	0,20	< 0,3	< 0,3	< 1	< 1
Dibenzahanthracen	mg/kg	< 0,05	< 0,05				
Benzo ghi perylen	mg/kg	0,12	0,10				
Indeno123-cdpyren	mg/kg	< 0,05	< 0,05				
Summe PAK	mg/kg	1,96	2,01	3	5	15	20

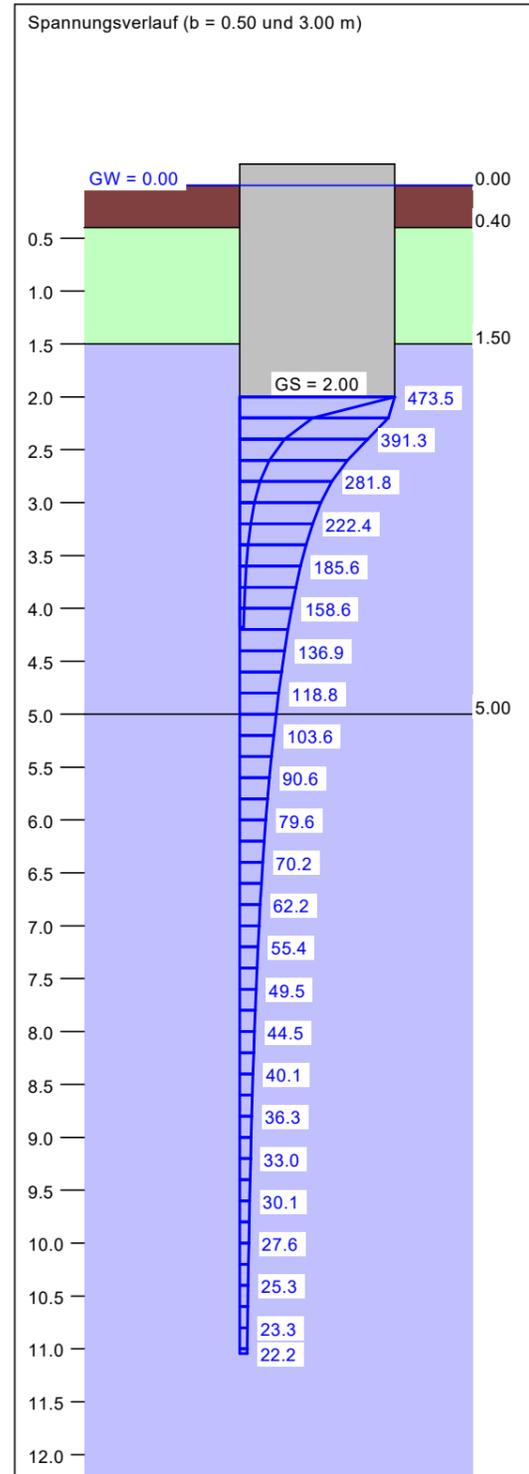
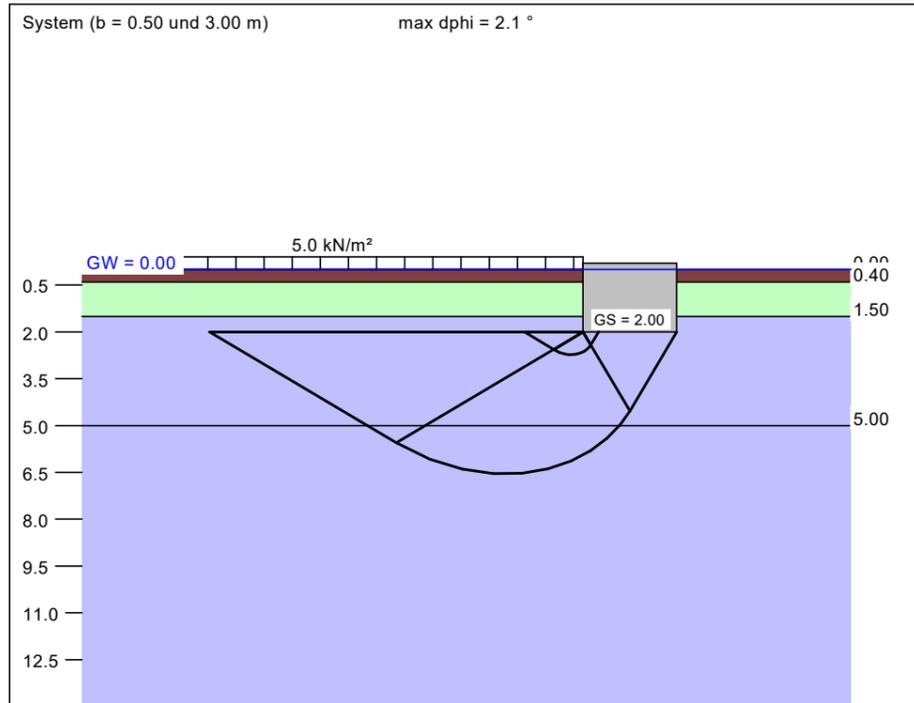
PCB		MP 1	MP 2	Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2
PCB 28	mg/kg	< 0,003	< 0,003				
PCB 52	mg/kg	< 0,003	< 0,003				
PCB 101	mg/kg	< 0,003	< 0,003				
PCB 153	mg/kg	< 0,003	< 0,003				
PCB 138	mg/kg	< 0,003	< 0,003				
PCB 180	mg/kg	< 0,003	< 0,003				
Summe PCB	mg/kg	--	--	0,05	0,1	0,5	1

Eluat

Eckpunktepapier

Parameter	Einheit	Analyse		Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2
Eluat		MP 1	MP 2				
pH - Wert		11,3	9,0	6,5 - 9	6,5 - 9	6 - 12	5,5 - 12
Leitfähigkeit	µS/cm	464	315	500	500 / 2000	1000 / 2500	1500 / 3000
Chlorid	mg/l	2,5	< 0,5	250	250	250	250
Sulfat	mg/l	20	110	250	250	250 / 300	250 / 600
Cyanid	mg/l	< 0,005	< 0,005	0,010	0,010	0,050	0,1
Phenolindex	mg/l	< 0,01	< 0,01	0,010	0,010	0,050	010
Schwermetalle		MP 1	MP 2	Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2
Arsen	µg/l	< 5	9	10	10	40	60
Blei	µg/l	< 5	< 5	20	25	100	200
Cadmium	µg/l	< 1	< 1	2	2	5	10
Chrom	µg/l	< 5	< 5	15	30/50	75	150
Kupfer	µg/l	26	< 5	50	50	150	300
Nickel	µg/l	< 5	< 5	40	50	150	200
Quecksilber	µg/l	< 0,2	< 0,2	0,2	0,2 / 0,5	1	2
Zink	µg/l	< 10	< 10	100	100	300	600
Zuordnung		Z 1.1	Z 1.1				

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	ν [-]	Bezeichnung
	12.0	2.0	15.0	0.0	0.50	0.00	Torf
	18.0	8.0	22.5	0.0	2.0	0.00	Verwitterungslehm
	20.0	10.0	27.5	5.0	30.0	0.00	Geschiebemergel steif
	21.0	11.0	30.0	10.0	60.0	0.00	Geschiebemergel halbfest

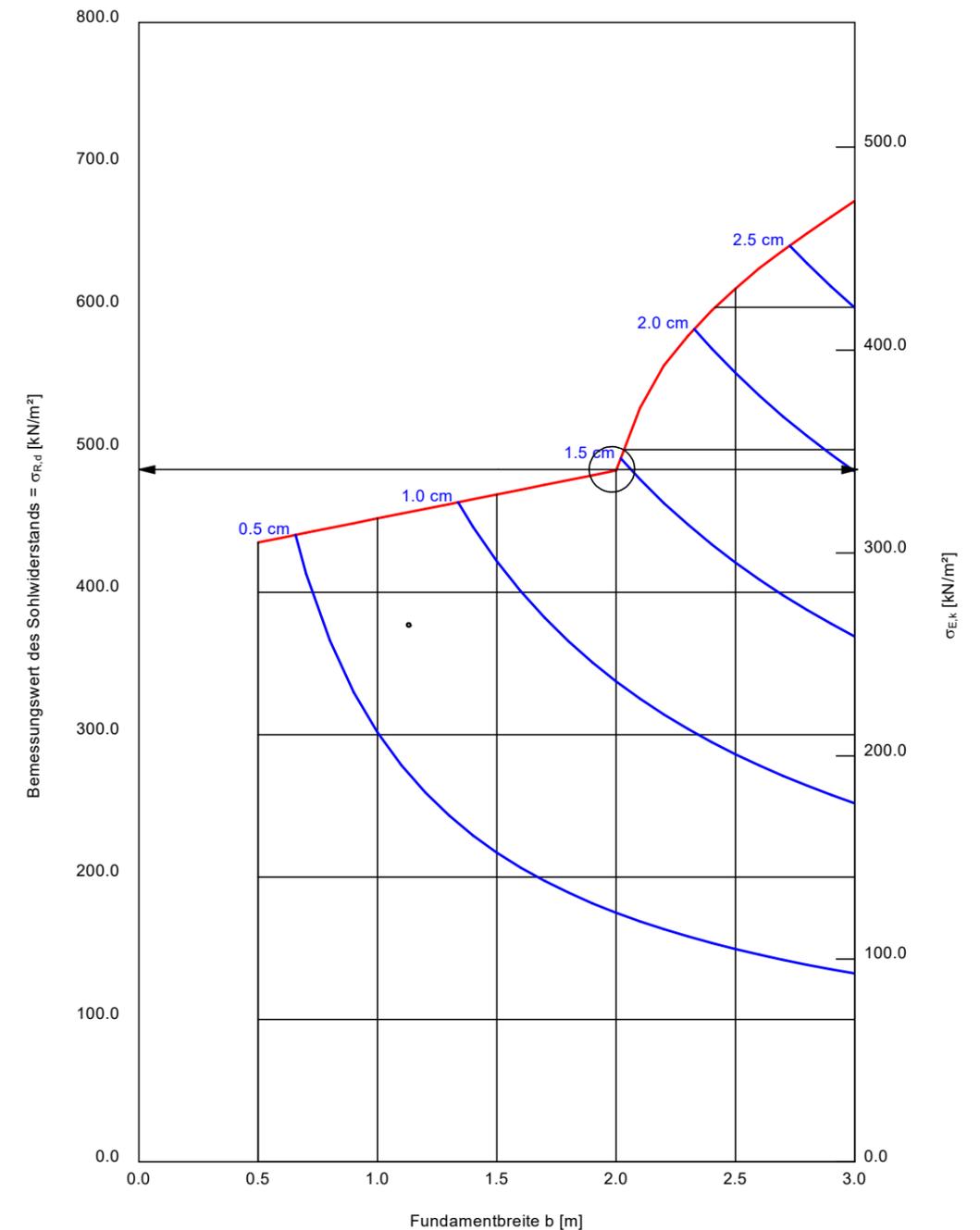


Berechnungsgrundlagen:
 Norm: EC 7
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Einzelfundament (a/b = 1.00)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500

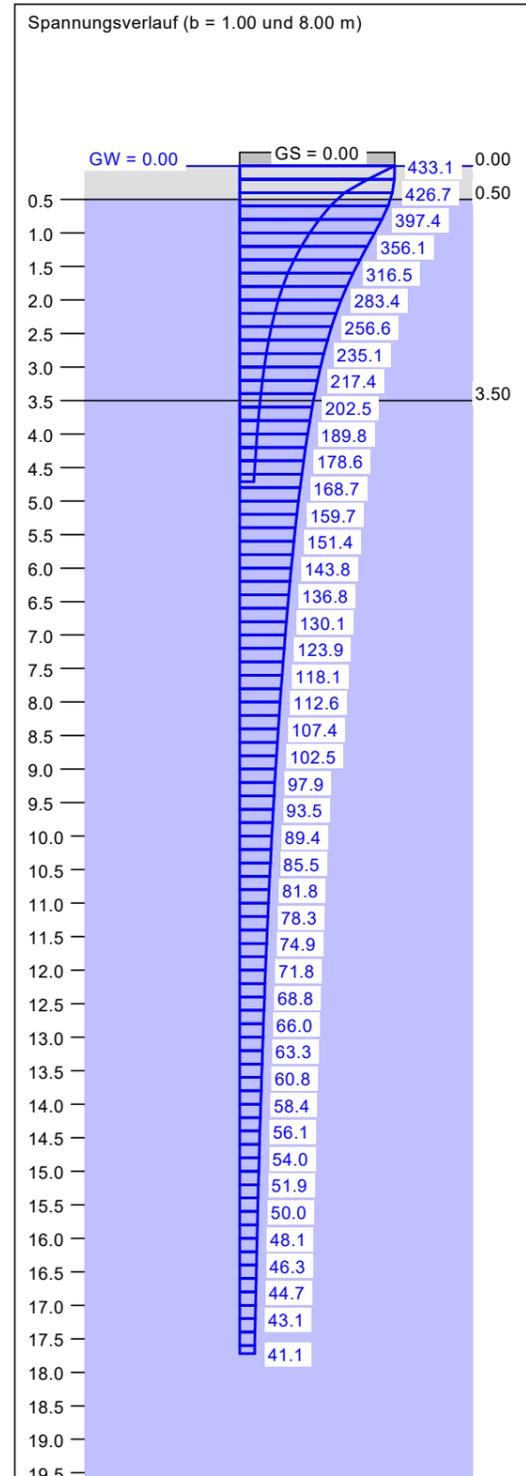
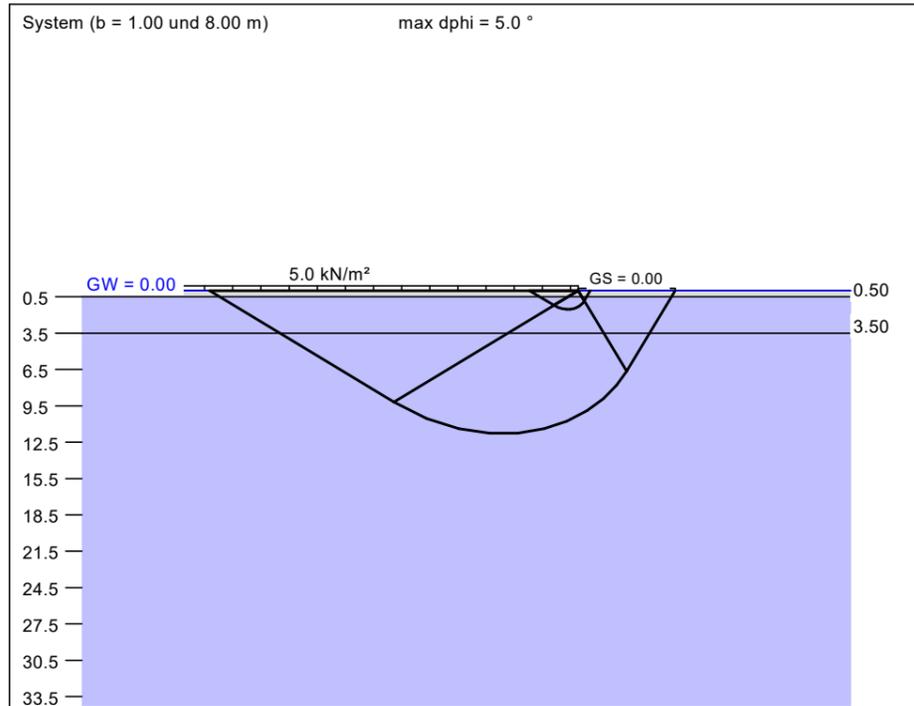
$\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 $\sigma_{R,d}$ auf 1000.00 kN/m² begrenzt
 Gründungssohle = 2.00 m
 Grundwasser = 0.00 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt
 — Sohlldruck
 — Setzungen

a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	$R_{n,d}$ [kN]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m ²]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	σ_0 [kN/m ²]	t_g [m]	UK LS [m]
0.50	0.50	434.9	108.7	305.2	0.38	27.5	5.00	10.00	19.60	4.18	2.73
0.60	0.60	438.3	157.8	307.6	0.46	27.5	5.00	10.00	19.60	4.50	2.87
0.70	0.70	441.7	216.4	309.9	0.54	27.5	5.00	10.00	19.60	4.82	3.02
0.80	0.80	445.0	284.8	312.3	0.61	27.5	5.00	10.00	19.60	5.11	3.16
0.90	0.90	448.4	363.2	314.7	0.69	27.5	5.00	10.00	19.60	5.40	3.31
1.00	1.00	451.8	451.8	317.0	0.76	27.5	5.00	10.00	19.60	5.67	3.45
1.10	1.10	455.1	550.7	319.4	0.83	27.5	5.00	10.00	19.60	5.94	3.60
1.20	1.20	458.5	660.2	321.7	0.90	27.5	5.00	10.00	19.60	6.19	3.75
1.30	1.30	461.9	780.5	324.1	0.97	27.5	5.00	10.00	19.60	6.45	3.89
1.40	1.40	465.2	911.8	326.5	1.05	27.5	5.00	10.00	19.60	6.69	4.04
1.50	1.50	468.6	1054.3	328.8	1.12	27.5	5.00	10.00	19.60	6.93	4.18
1.60	1.60	472.0	1208.2	331.2	1.19	27.5	5.00	10.00	19.60	7.17	4.33
1.70	1.70	475.3	1373.7	333.6	1.26	27.5	5.00	10.00	19.60	7.41	4.47
1.80	1.80	478.7	1551.0	335.9	1.32	27.5	5.00	10.00	19.60	7.64	4.62
1.90	1.90	482.1	1740.2	338.3	1.39	27.5	5.00	10.00	19.60	7.86	4.76
2.00	2.00	485.4	1941.7	340.7	1.46	27.5	5.00	10.00	19.60	8.09	4.91
2.10	2.10	529.4	2334.5	371.5	1.66	27.9	5.71	10.01	19.60	8.50	5.09
2.20	2.20	559.1	2706.0	392.3	1.83	28.1	6.15	10.02	19.60	8.85	5.26
2.30	2.30	579.7	3066.8	406.8	1.97	28.2	6.42	10.04	19.60	9.15	5.42
2.40	2.40	597.8	3443.3	419.5	2.10	28.3	6.65	10.07	19.60	9.44	5.59
2.50	2.50	613.1	3832.1	430.3	2.22	28.4	6.82	10.09	19.60	9.72	5.75
2.60	2.60	627.4	4241.2	440.3	2.35	28.5	6.98	10.11	19.60	10.00	5.91
2.70	2.70	639.9	4664.7	449.0	2.47	28.6	7.10	10.13	19.60	10.26	6.06
2.80	2.80	651.9	5111.1	457.5	2.59	28.6	7.22	10.16	19.60	10.53	6.22
2.90	2.90	663.5	5580.5	465.6	2.71	28.7	7.32	10.18	19.60	10.79	6.38
3.00	3.00	674.8	6073.2	473.5	2.83	28.7	7.42	10.20	19.60	11.04	6.54

$\sigma_{E,k} = \sigma_{0f,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{0f,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{0f,k} / 1.99$ (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
	20.0	10.0	35.0	0.0	80.0	0.00	Teilbodenersatzkörper
	20.0	10.0	27.0	5.0	30.0	0.00	Geschiebmergel steif
	21.0	11.0	30.0	10.0	50.0	0.00	Geschiebmergel halbfest

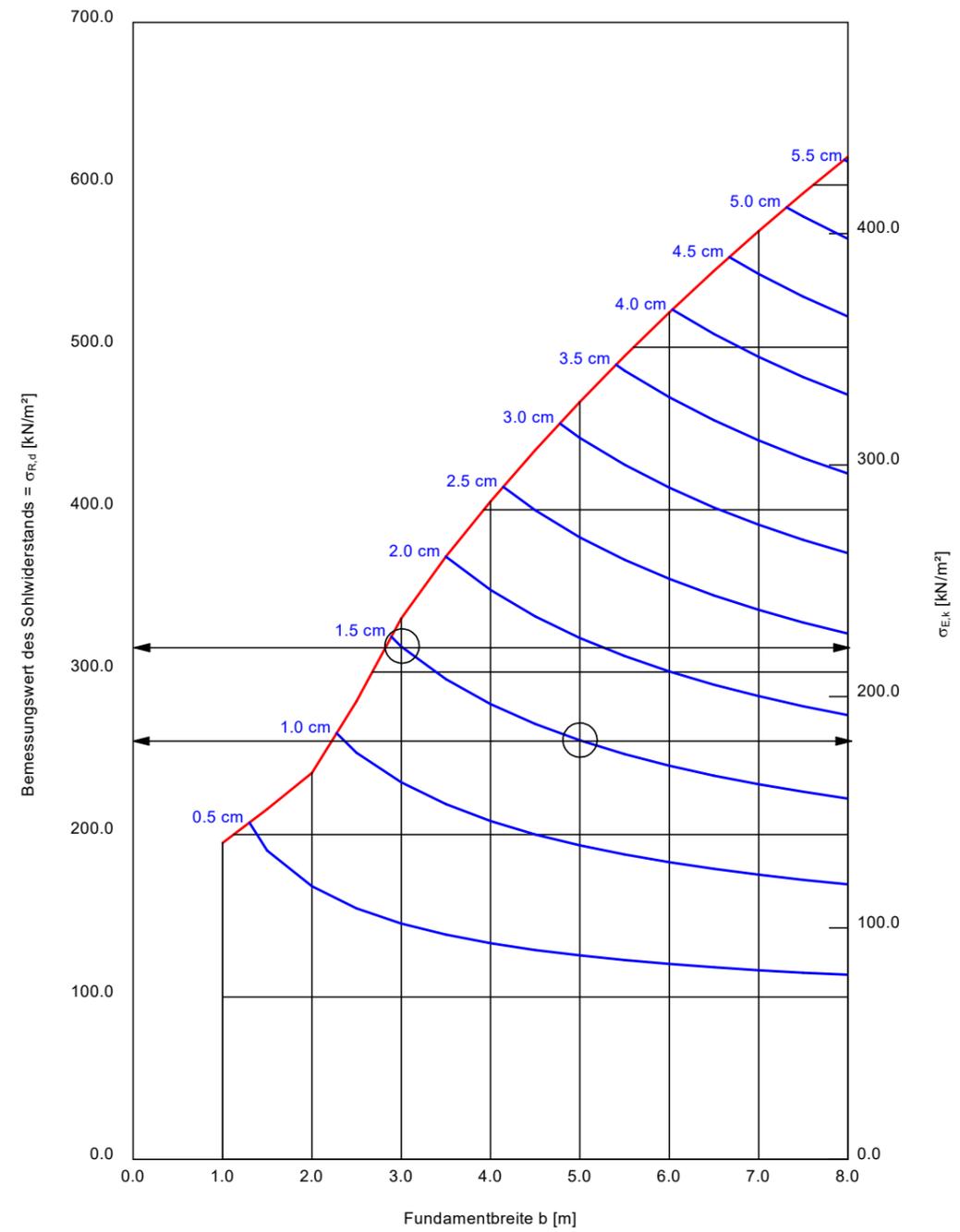


Berechnungsgrundlagen:
 Norm: EC 7
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Streifenfundament (a = 10.00 m)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500

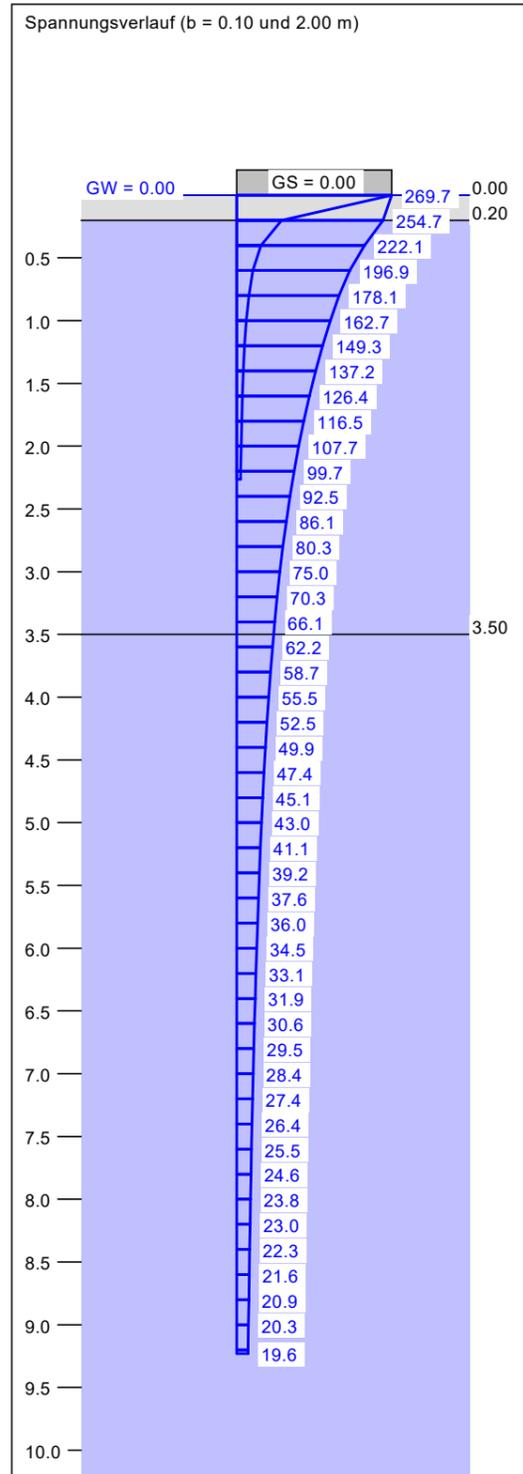
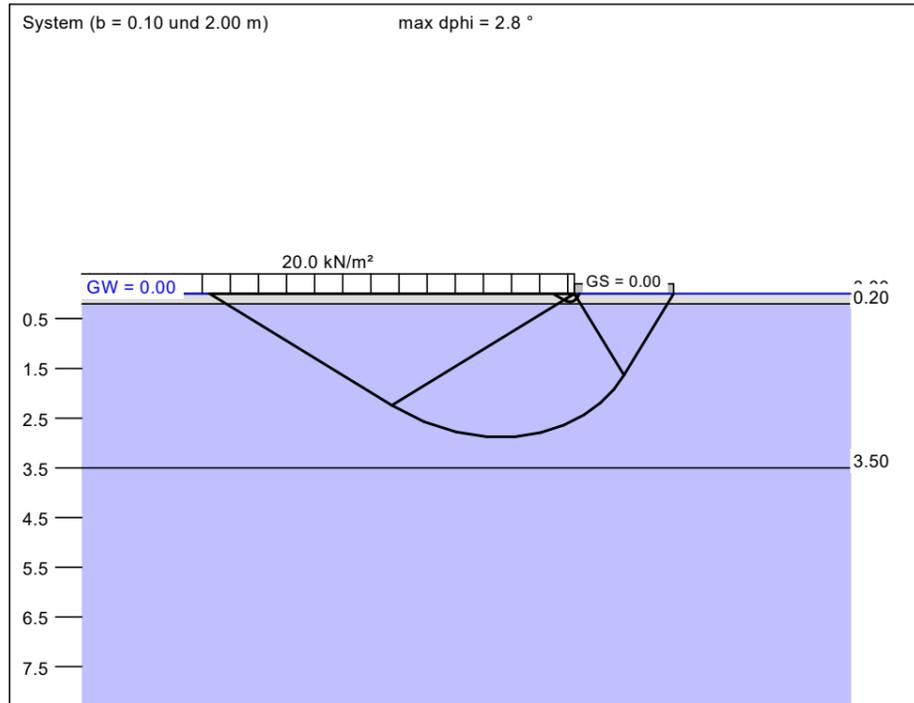
$\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 Gründungssohle = 0.00 m
 Grundwasser = 0.00 m
 Vorbelastung = 30.0 kN/m²
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt
 — Sohlldruck
 — Setzungen

a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	$R_{n,d}$ [kN/m]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m ²]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	σ_0 [kN/m ²]	t_g [m]	UK LS [m]
10.00	1.00	194.9	194.9	136.8	0.39 *	28.8 **	3.72	10.00	5.00	4.71	1.52
10.00	1.50	215.7	323.5	151.3	0.60 *	28.1 **	4.13	10.00	5.00	5.88	2.23
10.00	2.00	237.9	475.9	167.0	0.82 *	27.8 **	4.34	10.00	5.00	6.94	2.94
10.00	2.50	282.0	705.0	197.9	1.17 *	27.8 **	5.35	10.01	5.00	8.26	3.67
10.00	3.00	333.1	999.3	233.8	1.61 *	27.8 **	6.42	10.10	5.00	9.60	4.42
10.00	3.50	371.1	1299.0	260.5	2.00 *	27.8 **	6.97	10.18	5.00	10.70	5.16
10.00	4.00	405.1	1620.2	284.3	2.39 *	27.8 **	7.36	10.25	5.00	11.69	5.88
10.00	4.50	436.7	1965.1	306.4	2.79 *	27.8 **	7.65	10.32	5.00	12.60	6.62
10.00	5.00	466.4	2332.1	327.3	3.18 *	27.8 **	7.89	10.37	5.00	13.46	7.35
10.00	5.50	494.6	2720.5	347.1	3.58 *	27.8 **	8.08	10.42	5.00	14.26	8.09
10.00	6.00	521.5	3128.8	365.9	3.97 *	27.8 **	8.24	10.46	5.00	15.03	8.82
10.00	6.50	547.1	3556.0	383.9	4.37 *	27.8 **	8.37	10.50	5.00	15.75	9.56
10.00	7.00	571.5	4000.7	401.1	4.76 *	27.8 **	8.49	10.53	5.00	16.44	10.29
10.00	7.50	594.9	4461.6	417.5	5.15 *	27.8 **	8.59	10.55	5.00	17.09	11.03
10.00	8.00	617.2	4937.6	433.1	5.53 *	27.8 **	8.68	10.58	5.00	17.72	11.76

* Vorbelastung = 30.0 kN/m²
 ** phi wegen 5° Bedingung abgemindert
 $\sigma_{E,k} = \sigma_{of,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{of,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{of,k} / 1.99$ (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
	19.0	9.0	30.0	0.0	30.0	0.00	Ausgleichsschicht
	20.0	10.0	27.0	5.0	30.0	0.00	Geschiebmergel steif
	21.0	11.0	30.0	10.0	50.0	0.00	Geschiebmergel halbfest



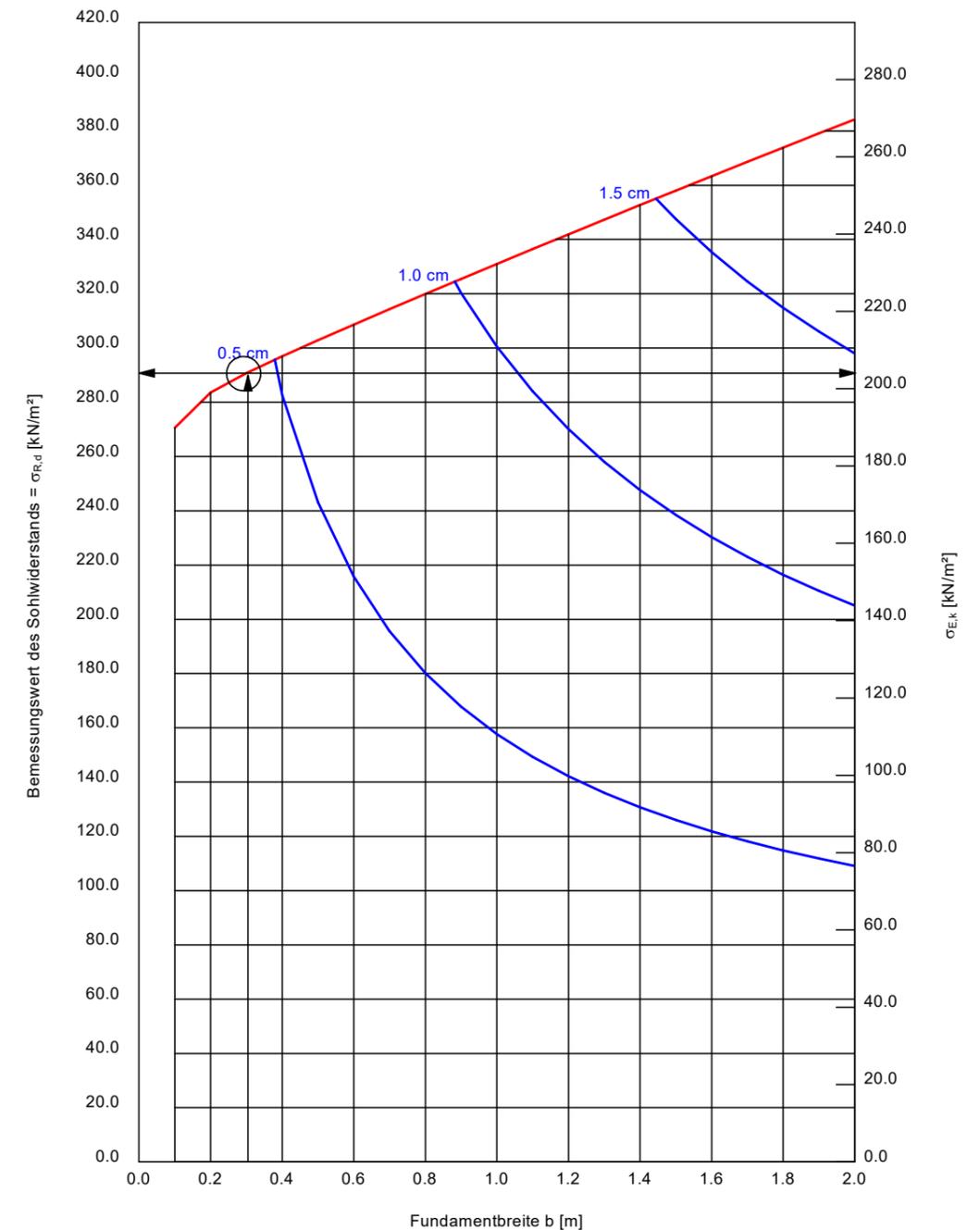
Berechnungsgrundlagen:
 Norm: EC 7
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Streifenfundament (a = 10.00 m)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500

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

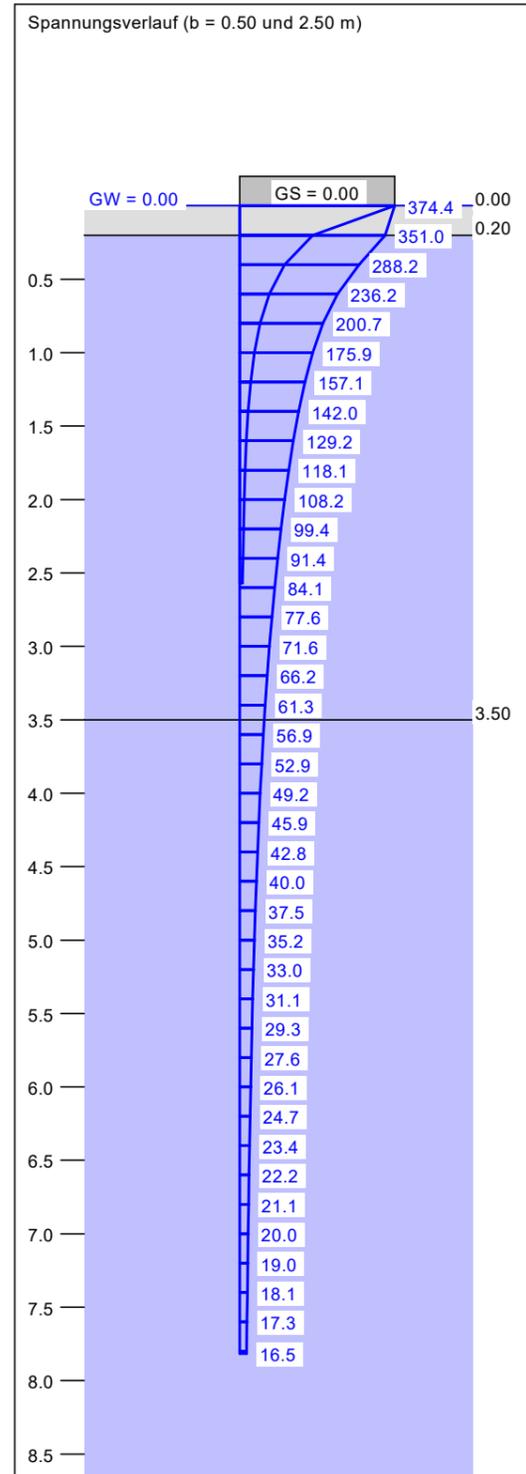
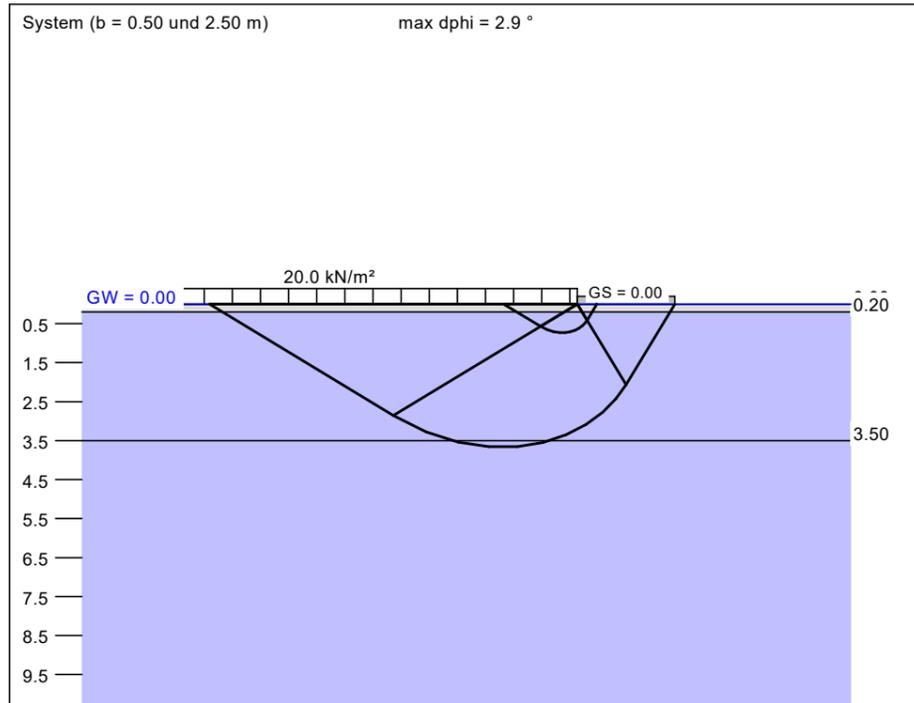
— Sohlndruck
 — Setzungen

a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	$R_{n,d}$ [kN/m]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m ²]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	σ_0 [kN/m ²]	t_g [m]	UK LS [m]
10.00	0.10	270.6	27.1	189.9	0.16	30.0	0.00	9.00	20.00	2.26	0.16
10.00	0.20	283.5	56.7	199.0	0.30	28.6	2.42	9.19	20.00	3.13	0.30
10.00	0.30	290.7	87.2	204.0	0.42	28.1	3.25	9.40	20.00	3.77	0.45
10.00	0.40	297.0	118.8	208.4	0.53	27.8	3.68	9.53	20.00	4.28	0.59
10.00	0.50	302.9	151.4	212.6	0.63	27.7	3.94	9.61	20.00	4.74	0.73
10.00	0.60	308.6	185.2	216.6	0.73	27.5	4.11	9.67	20.00	5.16	0.87
10.00	0.70	314.3	220.0	220.6	0.83	27.5	4.24	9.71	20.00	5.54	1.02
10.00	0.80	319.9	255.9	224.5	0.92	27.4	4.33	9.74	20.00	5.90	1.16
10.00	0.90	325.5	292.9	228.4	1.02	27.4	4.40	9.77	20.00	6.24	1.30
10.00	1.00	331.0	331.0	232.3	1.11	27.3	4.46	9.79	20.00	6.57	1.45
10.00	1.10	336.4	370.1	236.1	1.20	27.3	4.51	9.81	20.00	6.87	1.59
10.00	1.20	341.9	410.3	239.9	1.29	27.3	4.55	9.83	20.00	7.17	1.73
10.00	1.30	347.3	451.5	243.7	1.38	27.3	4.59	9.84	20.00	7.46	1.88
10.00	1.40	352.7	493.7	247.5	1.46	27.2	4.61	9.85	20.00	7.73	2.02
10.00	1.50	358.0	537.0	251.2	1.55	27.2	4.64	9.86	20.00	8.00	2.16
10.00	1.60	363.3	581.3	255.0	1.63	27.2	4.66	9.87	20.00	8.26	2.31
10.00	1.70	368.6	626.6	258.7	1.72	27.2	4.68	9.87	20.00	8.51	2.45
10.00	1.80	373.9	673.0	262.4	1.80	27.2	4.70	9.88	20.00	8.76	2.59
10.00	1.90	379.1	720.3	266.0	1.89	27.2	4.72	9.89	20.00	8.99	2.73
10.00	2.00	384.3	768.6	269.7	1.97	27.2	4.73	9.89	20.00	9.23	2.88

$\sigma_{E,k} = \sigma_{0R,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{0R,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{0R,k} / 1.99$ (für Setzungen)
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamlasten(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
	19.0	9.0	30.0	0.0	30.0	0.00	Ausgleichsschicht
	20.0	10.0	27.0	5.0	30.0	0.00	Geschiebmergel steif
	21.0	11.0	30.0	10.0	50.0	0.00	Geschiebmergel halbfest



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 = 0.500

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

— Sohldruck
 — Setzungen

a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	$R_{n,d}$ [kN]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m ²]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	σ_0 [kN/m ²]	t_g [m]	UK LS [m]
0.50	0.50	418.9	104.7	294.0	0.38	27.7	3.94	9.61	20.00	2.57	0.73
0.60	0.60	422.0	151.9	296.1	0.45	27.5	4.11	9.67	20.00	2.90	0.87
0.70	0.70	425.0	208.3	298.3	0.53	27.5	4.24	9.71	20.00	3.22	1.02
0.80	0.80	428.1	274.0	300.4	0.60	27.4	4.33	9.74	20.00	3.52	1.16
0.90	0.90	431.2	349.2	302.6	0.68	27.4	4.40	9.77	20.00	3.80	1.30
1.00	1.00	434.2	434.2	304.7	0.75	27.3	4.46	9.79	20.00	4.07	1.45
1.10	1.10	437.3	529.1	306.9	0.82	27.3	4.51	9.81	20.00	4.34	1.59
1.20	1.20	440.4	634.1	309.0	0.89	27.3	4.55	9.83	20.00	4.59	1.73
1.30	1.30	443.5	749.4	311.2	0.97	27.3	4.59	9.84	20.00	4.84	1.88
1.40	1.40	446.5	875.2	313.4	1.04	27.2	4.61	9.85	20.00	5.09	2.02
1.50	1.50	449.6	1011.7	315.5	1.11	27.2	4.64	9.86	20.00	5.33	2.16
1.60	1.60	452.7	1159.0	317.7	1.18	27.2	4.66	9.87	20.00	5.56	2.31
1.70	1.70	455.8	1317.3	319.9	1.25	27.2	4.68	9.87	20.00	5.80	2.45
1.80	1.80	458.9	1486.9	322.0	1.32	27.2	4.70	9.88	20.00	6.02	2.59
1.90	1.90	462.0	1667.8	324.2	1.40	27.2	4.72	9.89	20.00	6.25	2.73
2.00	2.00	465.1	1860.4	326.4	1.47	27.2	4.73	9.89	20.00	6.47	2.88
2.10	2.10	468.2	2064.7	328.6	1.54	27.2	4.74	9.90	20.00	6.69	3.02
2.20	2.20	471.3	2281.0	330.7	1.61	27.2	4.75	9.90	20.00	6.90	3.16
2.30	2.30	474.4	2509.5	332.9	1.68	27.1	4.76	9.91	20.00	7.11	3.31
2.40	2.40	477.5	2750.3	335.1	1.75	27.1	4.77	9.91	20.00	7.32	3.45
2.50	2.50	533.5	3334.3	374.4	2.04	27.6	5.63	9.92	20.00	7.81	3.66

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

