

Markt Neubeuern
Schlossstraße 4

83115 Neubeuern

AZ 23-11-06
07.12.2023

Geotechnisches Baugrundgutachten **Bauvorhaben: Neuberer, Heft Nord**

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

Anlagen:

- 1.1 Lageplan
- 2.1-5 geotechnische Baugrundprofile
- 3.1-8 bodenmechanische Laborversuche
- 4.1-5 Fundamentdiagramme

Unterlagen: Geologische Karte, Städtebaulicher Entwurf

1. Vorgang

Der Markt Neubeuern 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 21.11.2023 bis 28.11.2023 elf Bohrungen B 1 - B 11, Tiefe 8,0 m bis 12 m, mit durchgehendem Gewinn von gekernten Bodenproben des Durchmessers 200 mm nach DIN 4021 sowie neun Rammsondierungen DPH 1 – 9, Tiefe 7,0 m bis 10 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 = 473,08 m ü NN, der im Lageplan dargestellt ist, eingemessen.

2. Morphologie, Geologische Situation Schichtenfolge

Morphologie

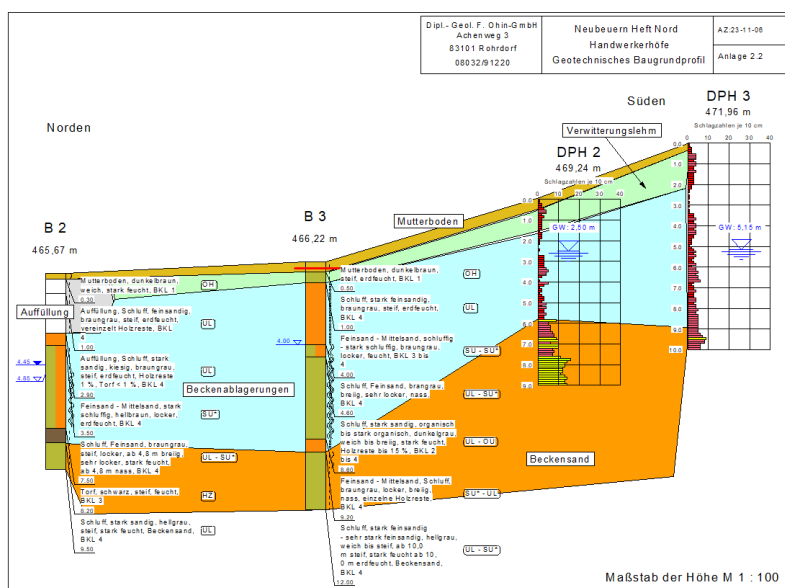
Das Baugelände liegt im Osten von Neubeuern und schließt nordöstlich an das Gewerbegebiet Heft an. Morphologisch gesehen befindet sich das Untersuchungs-gelände am nördlichen Hangfuß des Dandlberges. Die Geländeoberkante fällt von der Pinswanger Straße im Südosten zur Staatsstraße St2359 im Nordwesten um ca. 20 m ab. Nach augenscheinlicher Schätzung beträgt die Geländeneigung in der Regel in etwa 5°. Im nordwestlichen Abschnitt der Untersuchungsfläche ist eine Geländestufe ausgebildet, an der sich die Neigung auf ca. 15° erhöht. Der Aubach mit seinen Seitengraben verläuft ca. 50 m nördlich der Untersuchungsfläche. Das Grundstück wird derzeit als Grünfläche genutzt.

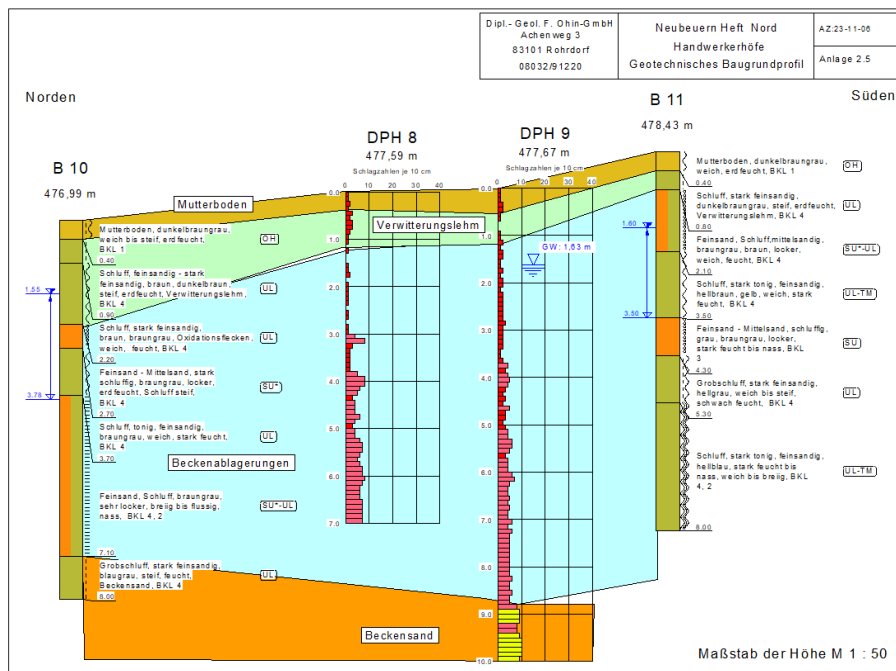
Geologische Situation

Der tiefere Untergrund des Baugeländes besteht aus dem Beckensand, der gegen Ende der letzten Eiszeit im Randbereich des Rosenheimer Sees abgelagert wurde. Darüber folgen Beckenablagerungen die im Uferbereich des ehemaligen Sees sedimentiert wurde. Mit dem Durchbrechen des Endmoränenwalls leerte sich der See. Durch die fortschreitende Klimaerwärmung nach dem Ende der letzten Eiszeit setzte verstärkt die Verwitterung ein und entfestigte das anstehende Material oberflächlich. Der Verwitterungslehm bildete sich. Kleinräumig wurde die natürliche Schichtenfolge mit einer Auffüllung überdeckt.

Schichtenfolge

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





Südlicher Abschnitt

Die Bohrungen und Sondierungen haben sehr unterschiedliche Schichtenabfolgen im Bereich der jeweiligen Untersuchungspunkte ergeben. Die dargestellte Schichtenfolge und unten folgende Beschreibung der Schichten ist daher als großflächiger Überblick zu verstehen. Aufgrund der großen Fläche des Untersuchungsgebietes und der stark ungleichmäßigen Ausbildung ist bei einer Bebauung der einzelnen Parzellen die nachfolgende Schichtenabfolge und bautechnische Einstufung der Böden mit zusätzlichen Sondierungen zu verifizieren.

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

Mutterboden

Der Mutterboden bedeckt das gesamte Gelände und wird 0,3 m bis 0,5 m dick.

Auffüllung

Eine Auffüllung wurde nur im Norden im Bereich der Bohrung B 2 erschlossen. Dort setzt die Auffüllung unter dem Mutterboden ein 0,3 m Tiefe ein und reicht bis 2,9 m unter Geländeoberkante. Die Auffüllung ist 2,6 m dick. Unter der Auffüllung folgen die Beckenablagerungen.

Verwitterungslehm

Mit Ausnahme des aufgefüllten Bereichs im Norden ist der Verwitterungslehm auf dem gesamten Grundstück vorhanden.

Der Verwitterungslehm setzt unter dem Mutterboden in 0,4 m bis 0,5 m Tiefe ein. Seine Unterkante ist abhängig von der Verwitterungsintensität und schwankt zwischen 0,8 m Tiefe im Süden und 2,5 m Tiefe im mittleren Abschnitt. Die Schichtdicke des Verwitterungslehmes variiert zwischen 0,4 m und 2,0 m. Unter dem Verwitterungslehm liegen die Beckenablagerungen.

Beckenablagerungen

Die Beckenablagerungen sind auf dem gesamten Grundstück vorhanden. Ihre Oberfläche liegt in der Regel unter dem Verwitterungslehm in 0,8 m bis 2,5 m Tiefe. Im Norden, wo das Gelände aufgefüllt wurde, setzen die Beckenablagerungen in 2,9 m Tiefe ein.

Die Basis der Beckenablagerungen ist rinnenförmig strukturiert und schwankt zwischen 4,2 m im Nordwesten und 10,5 m im mittleren Abschnitt. Die Schichtdicke der Beckenablagerungen beträgt im Bereich tiefer eingeschnittener Rinnen bis zu 8,0 m und reduziert sich im Nordwesten auf bis zu 2,0 m. Unter den Beckenablagerungen folgt der Beckensand.

Beckensand

Der Beckensand bildet den Abschluss der erschlossenen Schichtenfolge. Seine Oberkante ist stark unregelmäßig ausgebildet und befindet sich im tiefer gelegenen nordwestlichen Abschnitt zwischen 4,2 m und 9,2 m Tiefe. Im höher liegenden mittleren und südöstlichen Abschnitt setzt der Beckensand zwischen 7,1 m und 10,5 m Tiefe ein. Der Beckensand wurde mit den bis zu 12 m tiefen Bohrungen und Sondierungen nicht durchstoßen. Entsprechend den geologischen Begebenheiten wird sich der Beckensand noch etliche Meter in die Tiefe fortsetzen.

3. Bautechnische Beschreibung der Schichten, Bodenkennwerte

Zusätzlich zur Schichtansprache, die in den geotechnischen Baugrundprofilen in der Anlage 2.1-5 dargestellt ist, werden die bautechnischen Eigenschaften der angetroffenen Bodenschichten wie folgt beurteilt:

Auffüllung

Die braun bis grau gefärbte Auffüllung setzt sich aus einem sandigen und kiesigen Schluff zusammen. Nach der manuellen Einstufung am Bohrgut zeigt die Auffüllung eine steife Konsistenz.

Als Fremdbestandteile wurden in der Auffüllung Holz und Torfreste gefunden, deren prozentualer Anteil nach der augenscheinlichen Schätzung am Bohrgut 1 % nicht übersteigt. Von der Auffüllung wurden Proben entnommen, die im Labor zu einer Mischprobe zusammengeführt wurde.

Die Mischprobe wird vom Institut Fresenius nach den Vorgaben des Leitfadens analysiert. Die chemischen Analyseergebnisse werden nachgereicht.

Die Auffüllung ist aufgrund ihrer Zusammensetzung, den Torfresten und den unterlagernden Auenablagerungen nicht zur Abtragung von Tragwerkslasten in den Untergrund geeignet.

Straßen und Parkplätze können auf der Auffüllung gegründet werden, wenn ihre Tragfähigkeit mit einem Teilbodenersatzkörper erhöht wird.

Eine Versickerung von Niederschlagswasser ist in der Auffüllung aufgrund des hohen Feinkornanteils nicht möglich.

Verwitterungslehm

Der braun gefärbte Verwitterungslehm ist aus den unterlagernden Beckenablagerungen entstanden. Entsprechend seiner Genese besteht der Verwitterungslehm aus einem feinsandigen bis stark feinsandigen und abschnittsweise tonigen Schluff.

Nach der manuellen Ansprache am Bohrgut zeigt der Verwitterungslehm eine steife Konsistenz. Die Schlagzahlen der schweren Rammsondierungen zeigen mit $N_{10} = 1$ bis 2 Schlägen pro 10 cm Eindringtiefe eine sehr geringe Lagerungsdichte des Verwitterungslehmes an.

Der Verwitterungslehm ist aufgrund seiner Zusammensetzung und der sehr geringen Lagerungsdichte nicht zur Abtragung von Tragwerkslasten in den Untergrund geeignet. Straßen und Parkplätze können auf dem Verwitterungslehm gegründet werden, wenn seine Tragfähigkeit mit einem Teilbodenersatzkörper erhöht wird. Eine Versickerung von Niederschlagswasser ist im Verwitterungslehm aufgrund des hohen Feinkornanteils nicht möglich.

Beckenablagerungen

Die Beckenablagerungen sind braun bis grau gefärbt und bauen sich über weite Strecken aus einem Gemenge aus Schluff und Feinsand auf. Immer wieder treten in den Beckenablagerungen Sandlinsen auf, die aus einem schluffigen bis stark schluffigen Fein- bis Mittelsand bestehen. Vereinzelt wurden organische Bestandteile und Holzreste angetroffen. An der Basis gehen die Beckenablagerungen größtenteils in einen tonigen und feinsandigen Schluff über. Im Norden wurden an der Basis der Beckenablagerungen bis zu 0,7 m dicke Torflinsen und bis zu 15 % Holzreste festgestellt.

Neben der enggestuften Körnungslinie ist der hohe Wassergehalt verantwortlich für das bei Erschütterungen, Vibrationen oder Entlastung zur Verflüssigung neigende Verhalten dieser Ablagerungen.

Vier Korngrößenanalysen der sandigen Abschnitte der Beckenablagerungen ergaben folgende Zusammensetzungen (Anlage 3.1):

	B 1	B 7	B 10	B 11
Tiefe [m]	2,3 – 4,2	1,2 – 3,0	3,7 – 7,1 m	3,5 – 4,3
Kies	0 %	0 %	2 %	0 %
Grobsand	0 %	1 %	0 %	0 %
Mittelsand	20 %	30 %	10 %	8 %
Feinsand	53 %	54 %	45 %	41 %
Schluff	27 %	15 %	43 %	51 %
Ungleichförmigkeit U	-	-	-	-
Krümmungszahl C	-	-	-	-
Bodengruppe	SU*	SU*	SU* - UL	SU* - UL
Bodenklasse	4	4	4	4
Frostsicherheit	F3	F3	F3	F3
Durchlässigkeit k_f	-	-	-	-

Die sandigen Beckenablagerungen sind nach Angabe des Bohrgeräteführers größtenteils locker und kleinräumig mitteldicht gelagert. Die schluffige Matrix der Beckenablagerungen schwankt, nach der manuellen Prüfung am Bohrgut, zwischen einer breiigen und einer breiigen bis weichen Konsistenz.

Die Schlagzahlen der schweren Rammsondierungen schwanken im oberen Abschnitt in nicht vorhersehbaren Abständen zwischen $N_{10} = 0$ bis 2 Schläge und $N_{10} = 4$ bis 5 Schläge pro 10 cm Eindringtiefe. Dies ist auf die chaotische Wechsellagerung zwischen den Sandlinsen und dem Schluff zurückzuführen. An der Basis vereinheitlichen sich die mittleren Schlagzahlen in der Regel auf $N_{10} = 5$ Schläge pro 10 cm Eindringtiefe.

Die niedrigen Schlagzahlen im oberen Abschnitt bestätigen die breiige Konsistenz in Kombination mit den organischen Bestandteilen. Im Bereich der Sandlinsen mit erhöhten Schlagzahlen liegt die Lagerungsdichte D nach DIN 4094 4.7 zwischen 0,29 und 0,34. Nach DIN 1054 Tabelle A 6.3 sind die Sandlinsen im Übergangsbereich von locker nach mitteldicht gelagert. An der Basis, wo sich die Schlagzahlen der Rammsondierungen vereinheitlichen, nehmen die Beckenablagerungen größtenteils eine weiche Konsistenz an.

Im Labor wurde die Konsistenz der Beckenablagerungen zwischen 5,3 m bis 8,0 m Tiefe bestimmt (Anlage 3.3). Mit einem Wassergehalt von 39 % ergab sich eine flüssige Konsistenz, bei einer Einstufung als leichtplastischer Schluff UL. Der Plastizitätsbereich ist mit 6,7 % sehr eng, sodass eine geringe Änderung des Wassergehaltes sehr große Auswirkungen auf die Konsistenz der Beckenablagerungen nach sich zieht.

Die Diskrepanz zwischen der manuellen Ansprache am Bohrgut sowie dem Laborversuch und den gemessenen Schlagzahlen der schweren Rammsondierungen ist auf die thixotrope Eigenschaft des Beckenablagerungen zurückzuführen. Durch die starken Erschütterungen der Bohrungen in Kombination mit dem hohen Wassergehalt verflüssigen sich die Beckenablagerungen.

Die Ableitung der Durchlässigkeit aus dem Siebast der Korngrößenverteilung nach Hazen und Beyer ist ab einem Schluffgehalt > 10 % nicht zulässig. Die Durchlässigkeit der Beckenablagerungen wird an Hand der Korngrößenverteilung auf im Mittel $k_f = 1 \times 10^{-6}$ m/s abgeschätzt.

Im Grundwasser zeigen die Beckenablagerungen wegen ihrer enggestuften Körnungslinie und geringen Plastizität thixotropes Verhalten. Dies bedeutet z.B. eine randliche Verflüssigung infolge Spundwandrammung oder Aushubentlastung. Beim Aushub im Grundwasser werden die Sandlinsen zu fließen beginnen. Eine Wasserhaltung in den Beckenablagerungen ist aufgrund der geringen Korngrößen nur mit einer Vakuum-Wasserhaltung möglich.

Die Beckenablagerungen sind aufgrund ihrer stark variierenden Zusammensetzung, den organischen Bestandteilen und der zum Teil breiigen Konsistenz nicht als Gründungsunterlage für Gebäude geeignet. Werden höhere Tragwerkslasten direkt oder über einen Teilbodenersatzkörper in die Beckenablagerungen abgesetzt, ist mit lang anhaltenden und starken Setzungen zu rechnen. Die Setzungen werden aufgrund der unterschiedlichen Ausbildung und Schichtdicke der Beckenablagerungen nicht gleichmäßig verlaufen.

Kanäle, Straßen und Verkehrsflächen können auf den Beckenablagerungen gegründet werden, wenn ihre Tragfähigkeit mit einem Teilbodenersatzkörper erhöht wird.

Beckensand

Der Beckensand ist grau gefärbt und besteht aus einer eng begrenzten Kornfraktion aus Grobschluff und Feinsand. Zwei Korngrößenanalysen des Beckensandes ergaben folgende Zusammensetzung (Anlage 3.2):

	B 1	B 3
Tiefe [m]	4,2 – 8,0	9,2 – 12,0
Grobsand	0 %	0 %
Mittelsand	7 %	3 %
Feinsand	56 %	24 %
Schluff	37 %	73 %

Ungleichförmigkeit U	-	-
Krümmungszahl C	-	-
Bodengruppe	SU*-UL	UL
Bodenklasse	4	4
Frostsicherheit	F3	F3
Durchlässigkeit k_f	-	-

Nach der manuellen Prüfung am Bohrgut zeigt die schluffige Matrix des Beckensandes eine steife Konsistenz. Sandige Abschnitte schwanken, dem Bohrwiderstand nach zu urteilen, zwischen locker und mitteldicht gelagert.

Die Schlagzahlen der schweren Rammsondierungen zeigen für den Beckensand im Mittel $N_{10} = 7$ bis 9 Schläge pro 10 cm Eindringtiefe. Nach DIN 4094 4.7 liegt die Lagerungsdichte D zwischen 0,40 und 0,48. Nach DIN 1054 Tabelle A 6.3 ist der Beckensand mitteldicht gelagert. Für bindige Abschnitte zeigen die Schlagzahlen eine steife Konsistenz der schluffigen Matrix des Beckensandes an.

Im Grundwasser zeigt der Beckensand wegen seiner enggestuften Körnungslinie und geringen Plastizität thixotropes Verhalten. Dies bedeutet z.B. eine randliche Verflüssigung infolge Spundwanddrummung oder Aushubentlastung. Beim Aushub im Grundwasser wird der Beckensand zu fließen beginnen. Eine Wasserhaltung ist im Beckensand aufgrund der geringen Korngrößen nur mit einer Vakuum-Wasserhaltung möglich.

Der Beckensand ist im ungestörten Zustand als ein tragfähiger Untergrund zu beurteilen, dessen Verflüssigungsbereitschaft im Grundwasser zu beachten ist.

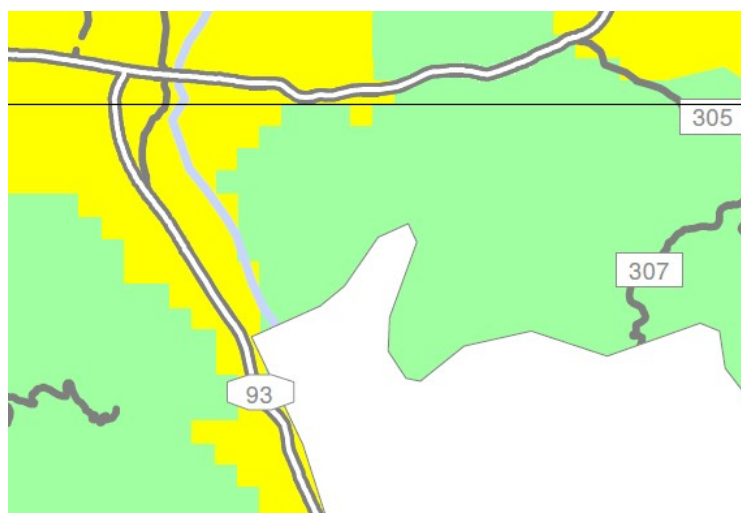
Für die Standsicherheitsberechnungen dürfen die folgenden Bodenkennwerte verwendet werden:

Tabelle 1: charakteristische Bodenkennwerte

		Auffüllung	Verwitterungs- lehm	Beckenab- lagerungen	Beckensand
Wichte γ_k	kN/m ²	18/8 17/7	18/8 17/7	19/9 18/8	20/10 19/9
Reibungswinkel φ_k	Grad	22,5 20	25 20	25 22,5	28 27
Kohäsion undrännert c_{uk}	kN/m ²	25 20	25 20	60 30	0 0
Kohäsion drännert c'_k	kN/m ²	1 0	1 0	2 1	0 0
Steifezahl E_{sk}	MN/m ²	3 2	3 2	5 3	20 15
Bodengruppe	DIN 18196	UL	UL	UL - SU*	UL - SU*
Bodenklasse	DIN 18300	4	4	4, 2	4
Frostsicherheit	ZTVE	F3	F3	F3	F3

Obere und untere vorsichtige mittlere Schätzwerte DIN 1054 -2003.

Das Baugebiet liegt in der Frosteinwirkungsklasse III



Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass über das gesamte Baugebiet sehr schwierige Baugrundverhältnisse herrschen, die sich kleinräumig stark unterscheiden.

Daher gilt: Sind die einzelnen Parzellen mit Gebäuden geplant, muss die angegebene Schichtenfolge und die Bodenkennwerte für jedes Gebäude mit zusätzlichen Sondierungen verifiziert und das bestehende Gutachten an die Anforderungen der jeweiligen Bauwerke angepasst werden.

4. Grundwasserverhältnisse

Die Grundwasserbeobachtungen im Bohrloch sind in den Bohrprofilen der Anlage 2.1-5 dargestellt. Grundwasser lief im Großteil der Bohrungen und Sondierungen zu.

4.1 Grundwasserstände, -Fließrichtung, -Leiter und Durchlässigkeit

Die Wasserstandsbeobachtungen sind wie folgt zusammenzustellen:

Bohrung	Ansatzhöhe	Grundwasser angebohrt		Grundwasser bei Bohrende	
	m ü NN	m unter Gelände	m ü NN	m unter Gelände	m ü NN
B 1	470,27	6,80	463,47	6,80	463,47
B 2	465,67	4,45	461,22	4,85	460,82
B 3	466,22	4,0	462,22	4,0	462,22
B 6	474,67	4,20	470,47	2,1	472,57
B 8	474,73	5,80	468,93	1,80	472,93
B 9	475,51	3,10	472,41	2,66	472,85
B 10	476,99	3,78	473,21	1,55	475,44
B 11	478,43	3,50	474,93	1,60	476,83
DPH 2	469,24	2,50	466,74	2,50	466,74
DPH 3	471,96	5,15	466,81	5,15	466,81
DPH 4	474,28	2,80	471,48	2,80	471,48
DPH 9	477,67	1,63	476,04	1,63	476,04

Die Flurabstände sind ungleichmäßig und schwanken zwischen 1,6 m und 6,8 m Tiefe. Die Grundwasseroberfläche fällt der Geländeneigung folgend von 476,80 m ü NN im Südosten auf 460,80 m ü NN im Nordwesten ab. Gemäß den hydrologischen Begebenheiten wird das Grundwasser in nordwestlicher Richtung dem Inn zufließen.

Ein einheitlich durchströmter Grundwasserleiter ist auf dem Untersuchungsgelände nicht vorhanden. Bei dem angetroffenen Wasser handelt es sich um Hang- und Schichtenwasser, das in den Sandlinsen der Beckenablagerungen strömt.

Die Ergiebigkeit dieser chaotischen Wasserwegsamkeiten wird aufgrund ihrer kleinräumigen Ausdehnung und schwachen Durchlässigkeit als gering eingestuft. Die Durchlässigkeit der Beckenablagerungen wurden an Hand der Korngrößenverteilung auf $k_f = 1 \times 10^{-6}$ m/s geschätzt.

Gerade im südlichen Teil des Grundstückes wurden gespannte Grundwasserhältnisse beobachtet. Hier steigt das Grundwasser im Bohrloch zum Teil um bis zu 4,0 m an (vgl. Bohrung B 8).

4.2 Versickerungsversuche

Zur Ermittlung der Durchlässigkeit der anstehenden Böden wurden insgesamt fünf Versickerungsversuche durchgeführt. Dazu wurde in das temporär ausgebaute Bohrloch mit Wasser gefüllt und die Absenkung des Wasserspiegels in definierten Zeitabständen gemessen. Die Versuchsdaten finden sich in den Anlagen 3.4-8 und ergaben folgende Ergebnisse:

Beckenablagerungen (Anlage 3.5-8)

Die schluffigen Abschnitte der Beckenablagerungen sind aufgrund ihres hohen Feinkornanteils nicht zur Versickerung von Niederschlagswasser geeignet.

Immer wieder wurden in den Beckenablagerungen Sandlinsen festgestellt, die zum Großteil Wasser führen. Um die Möglichkeit einer oberflächennahen Versickerungseinrichtung zu überprüfen, wurde in den Sandlinsen der Beckenablagerungen in den Bohrungen B 3, B 7, B 9 und B 11 jeweils ein Versickerungsversuch durchgeführt. Die ermittelten Durchlässigkeitswerte am Versuchsbeginn und Versuchsende gliedern sich wie folgt:

	B 3	B 7	B 9	B 11
k_f -Versuchsbeginn	5×10^{-5} m/s	3×10^{-5} m/s	1×10^{-4} m/s	-
k_f -Versuchsende	1×10^{-6} m/s	5×10^{-6} m/s	1×10^{-5} m/s	-

In der Bohrung B11 wurde nach einer Versuchsdauer von 5 Minuten keine Absenkung des Wasserspiegels im Bohrloch festgestellt. Wir führen dies darauf zurück, dass das Grundwasser zum Versuchszeitpunkt noch gespannt war.

Die Versickerungsversuche in den anderen Bohrungen zeigen, dass die Versickerungsleistung in den Sandlinsen der Beckenablagerungen mit fortschreitender Versuchsdauer um den Faktor 50 abfallen kann. Wir führen dies darauf zurück, dass die Sandlinsen einer chaotischen Verteilung folgen, eine kleinräumige Ausbildung haben und schnell mit Wasser gesättigt sind.

Die Ableitung eines mittleren und einheitlichen Durchlässigkeitswertes für die Sandlinsen der Beckenablagerungen lehnen wir daher ab. Auch die Sandlinsen innerhalb der Beckenablagerungen sind nicht zur geregelten Versickerung von Niederschlagswasser geeignet.

Beckensand (Anlage 3.4)

Im Nordwesten, im Bereich der Bohrungen B 1, wurde im Beckensand ein Versickerungsversuch durchgeführt und ergab folgendes Ergebnis:

B 1

k_f -Versickerungsversuch	$1,7 \times 10^{-4} \text{ m/s}$
-----------------------------	----------------------------------

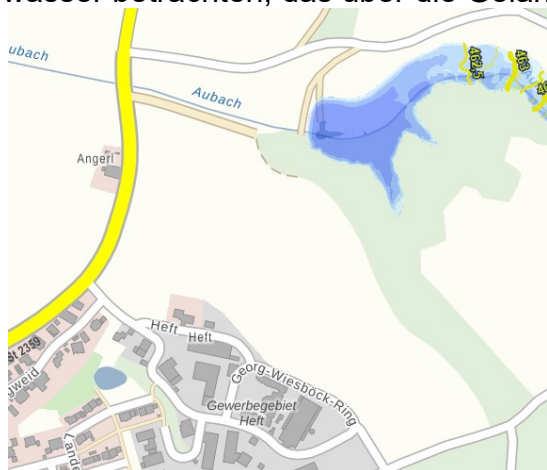
Das Ergebnis des Versickerungsversuches passt nicht zu der durchgeführten Korngrößenverteilung, die einen Feinkornanteil von 37 % ergab. Das Ergebnis des Versickerungsversuches ist nicht plausibel. Wir halten es für wahrscheinlich, dass im Einflussbereich des Versickerungsversuches eine Kieslinse ansteht, die den k_f -Wert verfälscht.

Insgesamt sind die Beckenablagerungen aufgrund des hohen Feinkornanteils nicht als Versickerungshorizont geeignet.

4.3 Überschwemmungsgebiet

Gemäß dem Informationsdienst überschwemmungsgefährdete Gebiete des bayerischen Landesamtes für Umwelt, liegt das Baugelände nicht im Einflussbereich eines 100 jährigen Hochwassers HQ100 des Aubaches. Für ein extremes Hochwasserereignis HQ- extrem wird seitens des LfU keine Überflutungsgefährdung angegeben.

Es wird darauf hingewiesen, dass die Überflutungskarte nicht den Fall von Grundwasser betrachten, das über die Geländeoberkante ansteigt.



HQ100 Aubach

4.3 Bemessungswasserstand

Vor allem im Süden des Geländes wurden gespannte Grundwasserverhältnisse beobachtet. Das Grundwasser stieg zum Ende der Bohrungen auf bis zu 1,5 m unter Gelände an. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass durch Starkniederschläge in Kombination mit der Schneeschmelze das Grundwasser über die Geländeoberkante ansteigt und auf der Geländeoberkante nach Nordwesten abfließt.

Zur Bemessung der Auftriebssicherheit ist daher die Geländeoberkante anzusetzen. Es ist dafür Sorge zu tragen, dass mit der Bebauung Mulden und Senken vermieden werden, damit ein oberflächlicher Abfluss des Wassers im gesamten Gelände möglich ist und keine Seen entstehen können.

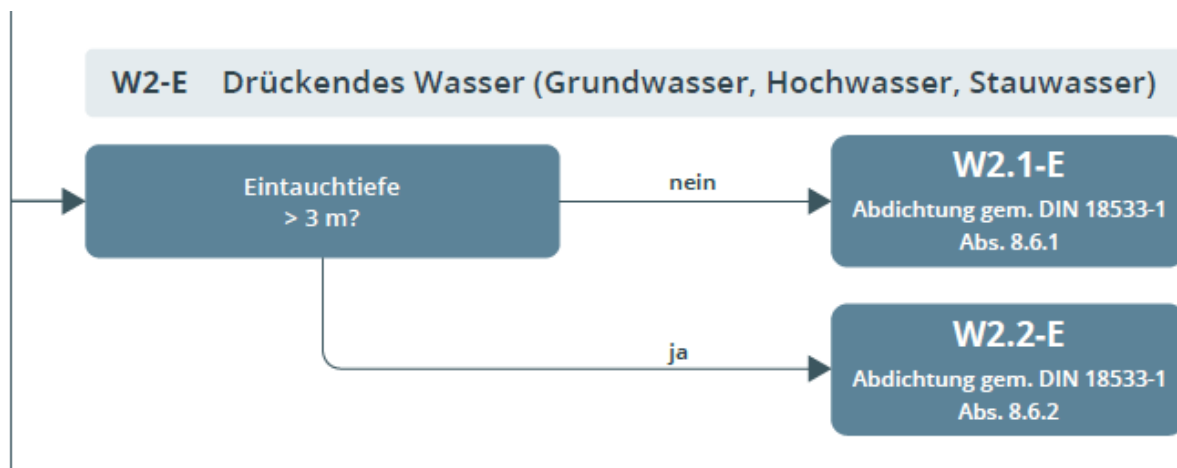
Auch im Norden, wo zum Teil keine Grundwasser angetroffen wurde, ist zur Bemessung der Auftriebssicherheit die Geländeoberkante anzusetzen. Hier greift die DIN 18533, die besagt, dass bei Böden mit einer Durchlässigkeit $k_f < 1 \times 10^{-4}$ m/s mit einem zeitweisen Aufstau von Sickerwasser in der Arbeitsraumverfüllung bis zur Geländeoberkante zu rechnen ist. Die Durchlässigkeit der anstehenden Böden ist gemäß obiger Auswertung der Versickerungsversuche $k_f < 1 \times 10^{-4}$ m/s.

Nach DIN 18533-1 sind die Böden in die Wassereinwirkungsklassen

Gründungstiefe < 3,0 m Wassereinwirkungsklasse W2.1-E

Gründungstiefe > 3,0 m Wassereinwirkungsklasse W2.2-E

zu stellen.



5. Gründung und baubegleitende Maßnahmen

Von der geplanten Baumaßnahme liegt ein städtebaulicher Entwurf vor. Auf der Untersuchungsfläche ist im Norden ein Gewerbegebiet geplant. Im Süden grenzt daran eine mögliche Erweiterungsfläche des Gewerbegebiets an.



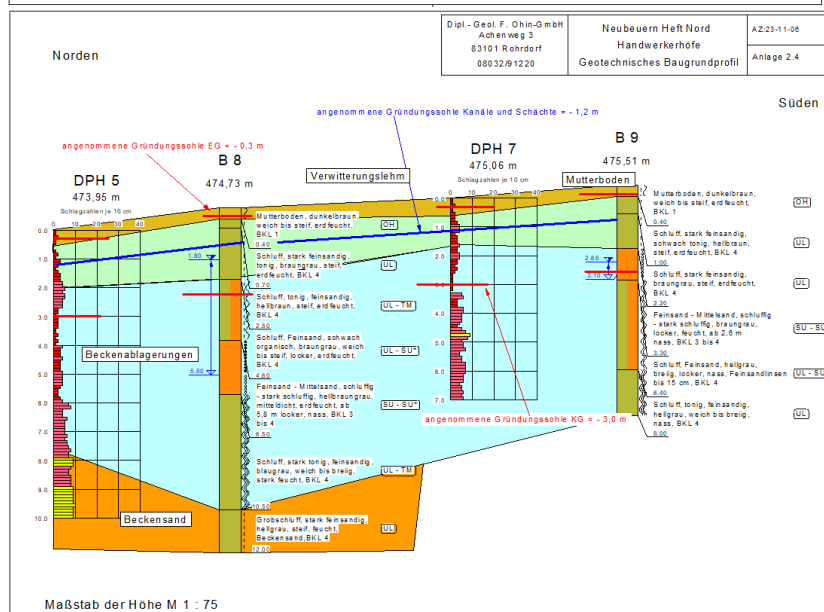
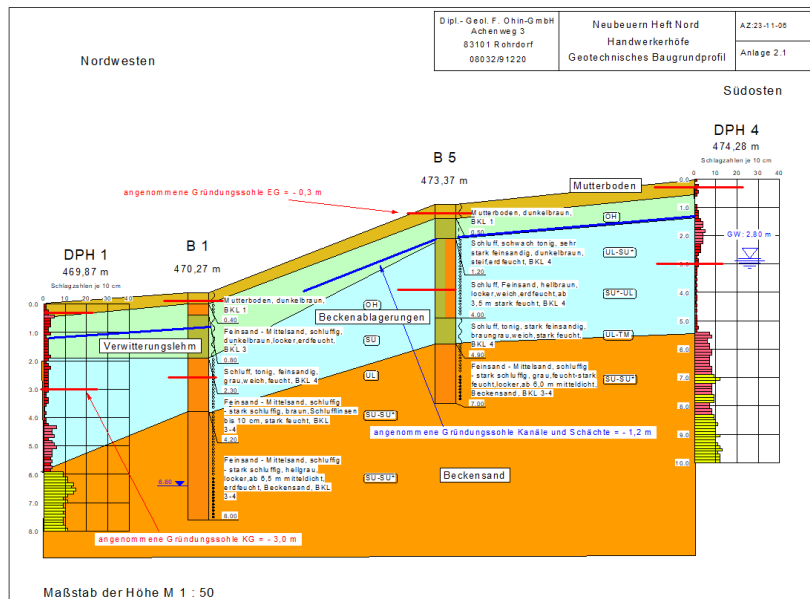
Eine Detailplanung zu den Gebäuden und der Erschließung des Geländes liegt uns nicht vor. Im Folgenden wird daher eine ebenerdige Gründung und eine unterkellerte Gründungsvariante betrachtet.

Die Gründungssohle der nicht unterkellerten Gebäude wird bei jeweils 0,3 m Tiefe und die der unterkellerten Gebäude bei jeweils 3,0 m Tiefe angenommen. Die Gründungssohle der Kanäle und Schächte wird frostsicher bei 1,2 m Tiefe angenommen. Die angenommenen Gründungssohlen sind im geotechnischen Baugrundprofilen der Anlage 2.1-5 dargestellt und vom Planer zu kontrollieren.

5.1 Gründungstechnische Baugrundbeurteilung

Entsprechend den obigen Ausführungen herrschen im Untersuchungsgebiet sehr schwierige Baugrundverhältnisse. Eine allgemeingültige Gründungsempfehlung für das gesamte Baugebiet kann daher nicht gegeben werden. Vielmehr muss das unten aufgeführte Gründungskonzept für jedes Gebäude individuell betrachtet und gegebenenfalls angepasst werden. Hierzu werden weitere Sondierungen notwendig werden.

Gemäß den vorliegenden geotechnischen Baugrundprofilen vgl. Anlage 2.1-5 setzt der tragfähige Baugrund in Form des Beckensandes zwischen 4,2 m im Nordwesten und 10,5 m im mittleren Bauabschnitt ein.



Die darüber liegenden Beckenablagerungen sind aufgrund ihrer unterschiedlichen Zusammensetzung und der breiigen Konsistenz nicht zur Abtragung größerer Tragwerkslasten in den Untergrund geeignet. Werden Tragwerkslasten direkt oder über einen Teilbodenersatzkörper in die Beckenablagerungen abgesetzt ist mit starken und lang anhaltenden Setzungen zu rechnen. Die Setzungen werden aufgrund der unterschiedlichen Zusammensetzung und Schichtdicke der Beckenablagerungen ungleichmäßig verlaufen und mit steigenden Tragwerkslasten zunehmen.

Der Verwitterungslehm und die Auffüllung stellen aufgrund ihrer Zusammensetzung und der sehr geringen Lagerungsdichte einen nicht tragfähigen Untergrund dar.

Höhere Tragwerkslasten, wie sie typischerweise bei Gebäuden auftreten, sind in den Beckensand abzusetzen. Der Verwitterungslehm, die Auffüllung und die Beckenablagerungen müssen dann mit der Gründung durchstoßen werden. Alternativ bietet sich an den Verwitterungslehm und die Beckenablagerungen mit einem Spezialtiefbauverfahren dahingehend zu verbessern, sodass sie als ein tragfähiger Untergrund bewertet werden können.

Niedrige Tragwerkslasten, wie sie typischerweise bei Kanälen und Schächten auftreten, können über einen Teilbodenersatzkörper in die Beckenablagerungen abgesetzt werden. Der Verwitterungslehm und die Auffüllung sind mit der Gründung zu durchstoßen.

5.2 Gründung

Die angenommenen Gründungssohlen des Erdgeschosses und des Kellers liegen in den nicht tragfähigen Böden in Form des Mutterbodens bzw. der Beckenablagerungen.

Der tragfähige Beckensand liegt sowohl bei einem ebenerdigen als auch bei einem unterkellerten Gebäude zu tief, als dass ein Bodenaustausch wirtschaftlich und technisch sinnvoll erscheint.

Es wird vorgeschlagen unterkellerte und nicht unterkellerte Gebäude auf einer biegesteifen Bodenplatte und einem CSV-verbesserten Baugrund zu gründen. Bei der Herstellung von CSV Säulen wird in den Boden mit dem Verdrängungsverfahren eine Säule aus Zement und Sand eingebracht, die durch die Bodenfeuchte abbindet. Die CSV-Säulen stehen auf dem Beckensand auf.

Bei einem Säulendurchmesser von $D_s = 0,20$ m und einem Säulenabstand a_s von $a_s = U_s = \pi \cdot D_s = 0,60$ m wird eine Gruppenwirkung des Säulenwaldes im Sinne eines stabilisierten Bodenblockes erreicht. Der gesamte Boden verhält sich annähernd wie ein homogener Block. Zur Vorbemessung kann eine zulässige Belastung eines 10 m langen Säule mit 30 kN angesetzt werden.

In der Anlage 4.1 sind die Fundamentdiagramme entsprechend EC 7 nach Setzungs- und Grundbruchberechnungen entsprechend DIN 4017 und DIN 4019 dargestellt. Es wird bei der Berechnung von folgenden Vorgaben ausgegangen :

BS-P ständige Bemessungssituation (Lastfall 1)

Teilsicherheitsbeiwert Widerstand Grundbruchwiderstand

$\gamma_{Gr} = 1,4$

Teilsicherheit Gleiten

$\gamma_{Gl} = 1,10$

Teilsicherheitsbeiwert ständige Einwirkungen allgemein

$\gamma_G = 1,35$

Ungünstige veränderliche Einwirkungen

$\gamma_Q = 1,5$

Verhältnis von veränderlichen / ständigen Einwirkungen

$= 0,5$

Einbindetiefe

$= 0,30$ m

Mittig belastete Fundamente

Für die so gegründete Bodenplatte dürfen **zur Vorbemessung** die folgenden Tragfähigkeitswerte angesetzt werden.

Maßgebliche Breite von 8,0 m – in der Fläche

Bemessungswert des Sohldruckwiderstandes	$\sigma_{R,d}$	= 105 kN/m ²
Bemessungswert des Sohldrucks effektiv	$\sigma_{E,k}$	= 73 kN/m ²

Die Flachgründung auf der Bodenplatte ist bei Auslastung der o.g. Bodenpressung mit einer Setzung von 1,0 cm behaftet.

Der Wert des Bettungsmoduls beträgt

$$k_s = 0,073 / 0,01 = 7,3 \text{ MN/m}^3$$

Maßgebliche Breite von 3,0 m – im Randbereich

Bemessungswert des Sohldruckwiderstandes	$\sigma_{R,d}$	= 165 kN/m ²
Bemessungswert des Sohldrucks effektiv	$\sigma_{E,k}$	= 115 kN/m ²

Die Flachgründung auf der Bodenplatte ist bei Auslastung der o.g. Bodenpressung mit einer Setzung von 1,0 cm behaftet.

Der Wert des Bettungsmoduls beträgt

$$k_s = 0,115 / 0,01 = 11,5 \text{ MN/m}^3$$

Ausdrücklich wird darauf hingewiesen, dass die o.g. Werte nur zur Vorbemessung verwendet werden dürfen. Die zugrunde gelegte Baugrundsituation ist für jedes Gebäude mit zusätzlichen Sondierungen zu verifizieren.

Für die Befahrbarkeit der Baugrubensohle zur Ausführung der CSV Säulen ist ein Schotterplanum mit einer Schichtdicke von 1,0 m auf einem Geotextil der Robustheitsklasse GRK 4 und einem darauf liegenden Geogitter der Festigkeit 30/30 vorzusehen.

Einzel und Streifenfundamente

In den Anlagen 4.2-3 sind die Fundamentdiagramme entsprechend EC 7 nach Setzungs- und Grundbruchberechnungen entsprechend DIN 4017 und DIN 4019 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		= 1,20 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 0,5 cm sind folgende Tragfähigkeitswerte anzusetzen:

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

Streifenfundament angenommen	b = 0,60 m	$\sigma_{R,d} = 200 \text{ kN/m}^2$
Einzelfundament angenommen	a = 1,5 m	$\sigma_{R,d} = 264 \text{ kN/m}^2$

effektive zulässige Sohlwiderstand σ_{Ek}

Streifenfundament angenommen	b = 0,60 m	$\sigma_{Ek} = 140 \text{ kN/m}^2$
Einzelfundament angenommen	a = 1,5 m	$\sigma_{Ek} = 185 \text{ kN/m}^2$

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 zum Großteil im Übergangsbereich vom Verwitterungslehm zu den Beckenablagerungen. Es wird empfohlen, die Kanäle und Schächte auf einem Teilbodenersatzkörper, der auf den Beckenablagerungen aufliegt, zu gründen. Steht an der Aushubsohle der Verwitterungslehm an, ist dieser komplett bis auf die Beckenablagerungen gegen einen Bodenersatzkörper zu ersetzen.

Die Schichtdicke des Bodenersatzkörpers beträgt im Bereich der Kanäle 0,5 m und erhöht sich unter den Schächten auf 1,0 m.

Auf den Beckenablagerungen ist ein Geotextil der Robustheitsklasse GRK 4 anzuordnen das verhindert, dass sich der Bodenersatzkörper in die Beckenablagerungen drückt. Der Bodenersatzkörper ist in das Geotextil einzuschlagen, sodass sich der Bodenersatzkörper seitlich nicht in die Beckenablagerungen drückt. Der Verbau ist mit dem Einbau des Bodenersatzkörpers sukzessive zu ziehen, sodass der Bodenersatzkörper seitlich am anstehenden Erdreich anliegt. Der Bodenersatzkörper 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.

In der Anlage 4.4-5 sind die Fundamentdiagramme entsprechend EC 7 nach Setzungs- und Grundbruchberechnungen entsprechend 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 σ_{Ek}

Bei einer Begrenzung der Setzung auf 1,0 cm sind folgende Tragfähigkeitswerte anzusetzen:

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

Kanal angenommen DN300	$b = 0,3 \text{ m}$	$\sigma_{R,d} = 143 \text{ kN/m}^2$
Schacht angenommen	$a = 1,5 \text{ m}$	$\sigma_{R,d} = 107 \text{ kN/m}^2$

effektive zulässige Sohlwiderstand σ_{Ek}

Kanal angenommen DN300	$b = 0,3 \text{ m}$	$\sigma_{Ek} = 100 \text{ kN/m}^2$
Schacht angenommen	$a = 1,5 \text{ m}$	$\sigma_{Ek} = 75 \text{ kN/m}^2$

5.3 Grundwasserschutz und Auftriebssicherheit

Entsprechend der Ausführung im Abschnitt 4 wurde in den Bohrungen Grundwasser ab 1,5 m Tiefe beobachtet.

Die Kellergeschosse und die Gründung nicht unterkellelter Gebäude liegt im Einflussbereich des Grundwassers. Die Kellergeschosse sind daher aus wasserdichten Beton als so genannte weiße Wanne auszuführen. Die Gründung der Erdgeschosse und erdberührenden Bauteile sind aus wasserdichten Beton herzustellen.

Zur Bemessung der Auftriebssicherheit ist aufgrund des ansteigenden Grundwasser die Geländeoberkante anzusetzen.

Es ist dafür Sorge zu tragen, dass mit der Bebauung Mulden und Senken vermieden werden, damit ein oberflächlicher Abfluss des Wassers im gesamten Gelände möglich ist und keine Seen entstehen können.

5.4 Baugrubensicherung und Wasserhaltung

Gebäude

Das Untersuchungsgelände liegt am Hang. Je nach Größe des Gebäudes und Gründungssohle werden unterschiedlich tiefe Baugruben entstehen. Der anstehende Baugrund zeigt eine inhomogene Zusammensetzung, zum Teil gespannte Grundwasserverhältnisse und eine starke Verflüssigungsbereitschaft der anstehenden Böden durch den Aushub.

Freie Baugrubenböschungen oder ein Verbaukonzept werden diskutiert, sobald eine detaillierte Planung des Gebäudes vorliegt und das zugrunde gelegte Baugrundmodell mit zusätzlichen Sondierungen verifiziert wurde.

Kanäle und Schächte

Die Baugrube für die Kanäle und Schächte wird mit dem erforderlichen Bodenaustausch zwischen 1,7 m und 2,2 m tief. Es wird empfohlen die Baugrube mit großformatigen Verbaufeln zu sichern. Eine Wasserhaltung ist einzuplanen und wird sich auf das Entfernen von Schichtenwasser beschränken. Die Wasserhaltung kann mit mitgeführten Pumpensäumpfen organisiert werden.

Das abgepumpte Wasser ist über Absatzbecken zu leiten. Am Absatzbecken ist ein möglicher Austrag von Sand zu kontrollieren.

Aufgrund der inhomogenen Ausbreitung und unterschiedlichen Tiefe der Sandlinsen, die das Schichtenwasser führen, kann im Vorfeld keine Aussage über die zu fördernde Wassermenge getroffen werden. Erst wenn Schichtwasserzutritte bekannt sind ist eine Abschätzung der zu fördernden Wassermengen möglich.

5.5 Aushubklassen

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

Böden	Bodenklasse	Auflockerung
Auffüllung	4	10 %
Verwitterungslehm	4	10 %
Beckenablagerungen	4,2	10 - 15 %
Beckensand	4	15 - 20 %

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

5.6 Homogenbereiche nach DIN 18300 2015

Die Böden sind in folgende Homogenbereiche zusammenzufassen:

	Mutterboden	Auffüllung	Verwitterungs- lehm	Beckenab- lagerungen	Beckensand
Homogenbereich	O1	B1	B2	B3	B4
Korngröße	Schluff	Schluff und Sand	Schluff und Sand	Schluff und Feinsand	Feinsand und Schluff
Massenanteil Steine und Blöcke	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Dichte in kN/m ³	15	17 - 18	17 - 18	18 - 19	19 - 20
undrainierte Scherfestigkeit in kN/m ²	40	20 - 25	20 - 25	30 - 60	0
Wassergehalt	erdfeucht	erdfeucht	erdfeucht	erdfeucht – nass	erdfeucht - feucht
Plastizitätszahl	-	15 – 20%	15 – 20 %	6 - 7%	-
Konsistenz	weich	steif	weich bis steif	breiig, weich	steif
Lagerungsdichte	-	-	-	locker	mitteldicht
Organischer Anteil	15 %	< 1 %	-	< 1%	-
Bodengruppe	OH	UL	UL	UL – SU*	SU* - UL

5.7 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. Auf 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. Dazu ist der Mutterboden abzutragen. Auf dem Verwitterungslehm ist ein Geotextil der Robustheitsklasse GRK 4 anzuordnen. Das Fließ verhindert, dass sich der Kies in den schluffigen Untergrund drückt. Der Bodenersatzkörper besteht aus Kiessand mit max. 5 % Schluff, min 25 % Sand und einem Größtkorn von 100 mm. Er ist lagenweise $d < 30 \text{ cm}$ einzubauen und pro Lage auf 100 % der einfachen Proctordichte zu verdichten. Über dem Bodenersatzkörper folgt der Regelaufbau aus Frostschutzkies.

5.8 Versickerung von Niederschlagswasser

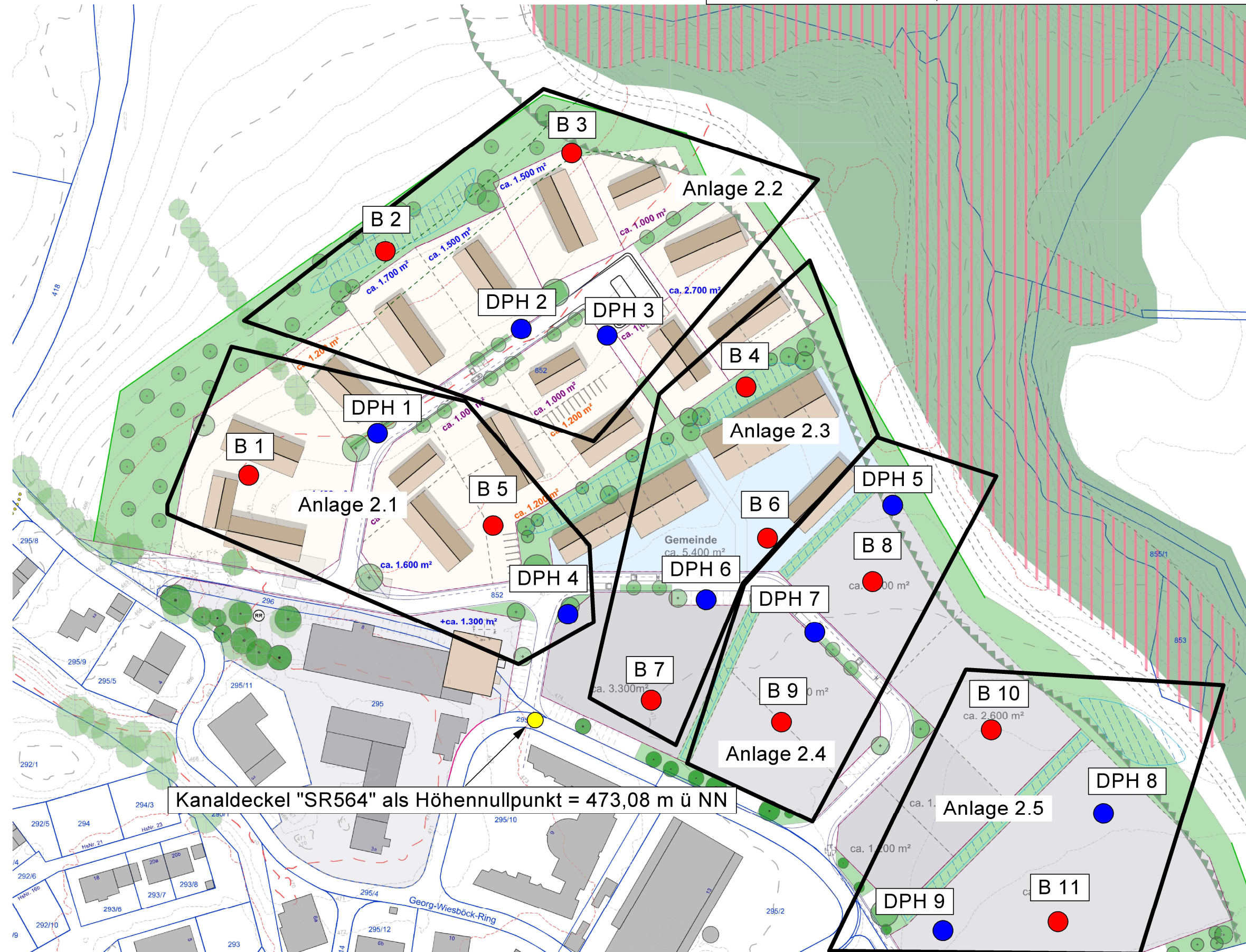
Die angetroffenen Böden sind aufgrund ihrer schluffigen Zusammensetzung als nahezu undurchlässig zu bewerten und eignen sich nicht zur geregelten Versickerung von Niederschlagswasser.

Es wird empfohlen das Niederschlagswasser über einen Schacht mit Überlauf gedrosselt in den im Norden verlaufenden Aubach einzuleiten.

Dipl.- Geol. F. Ohin

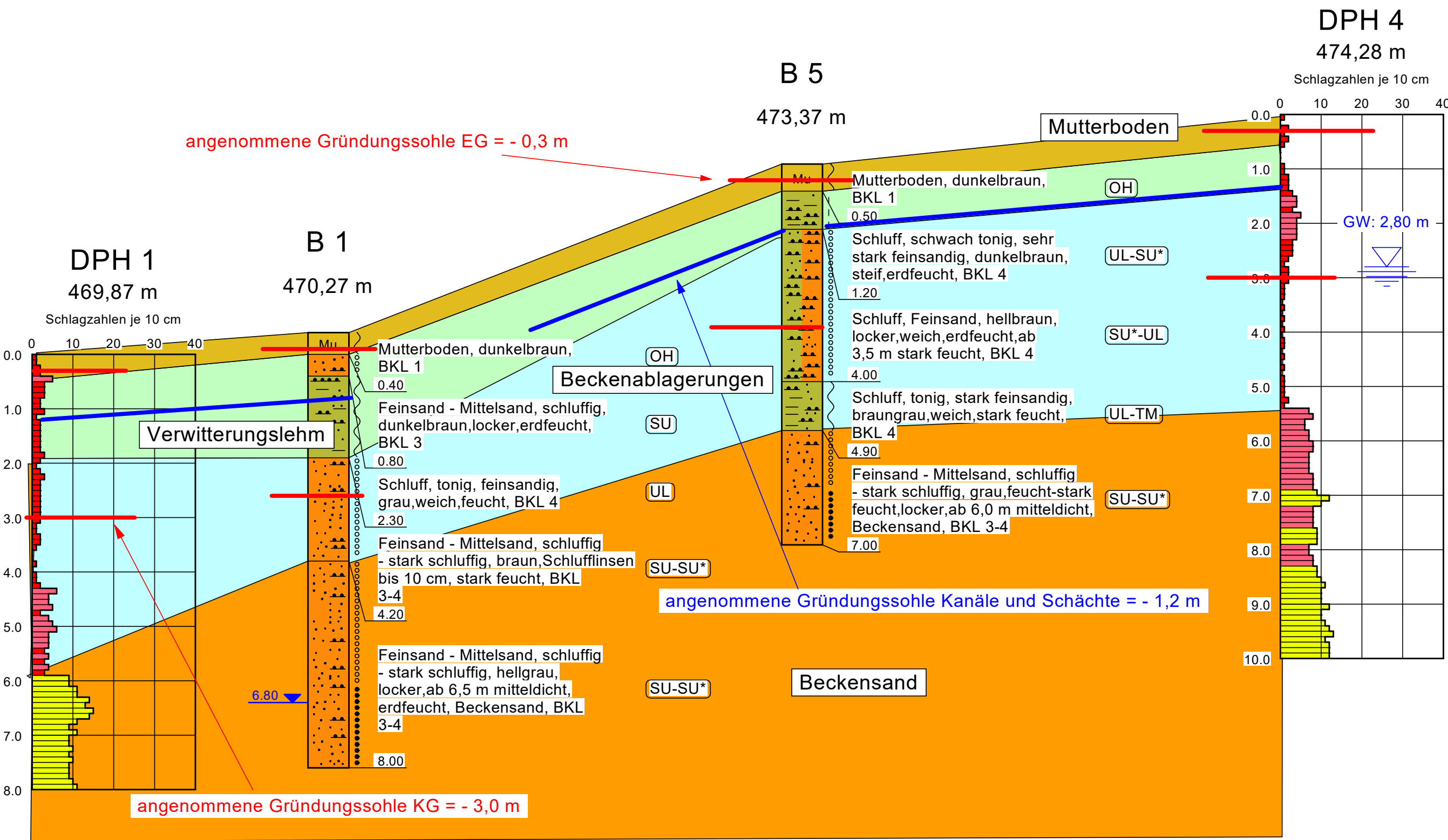
AZ: 23-11-06

Anlage 1.1



Nordwesten

Südosten

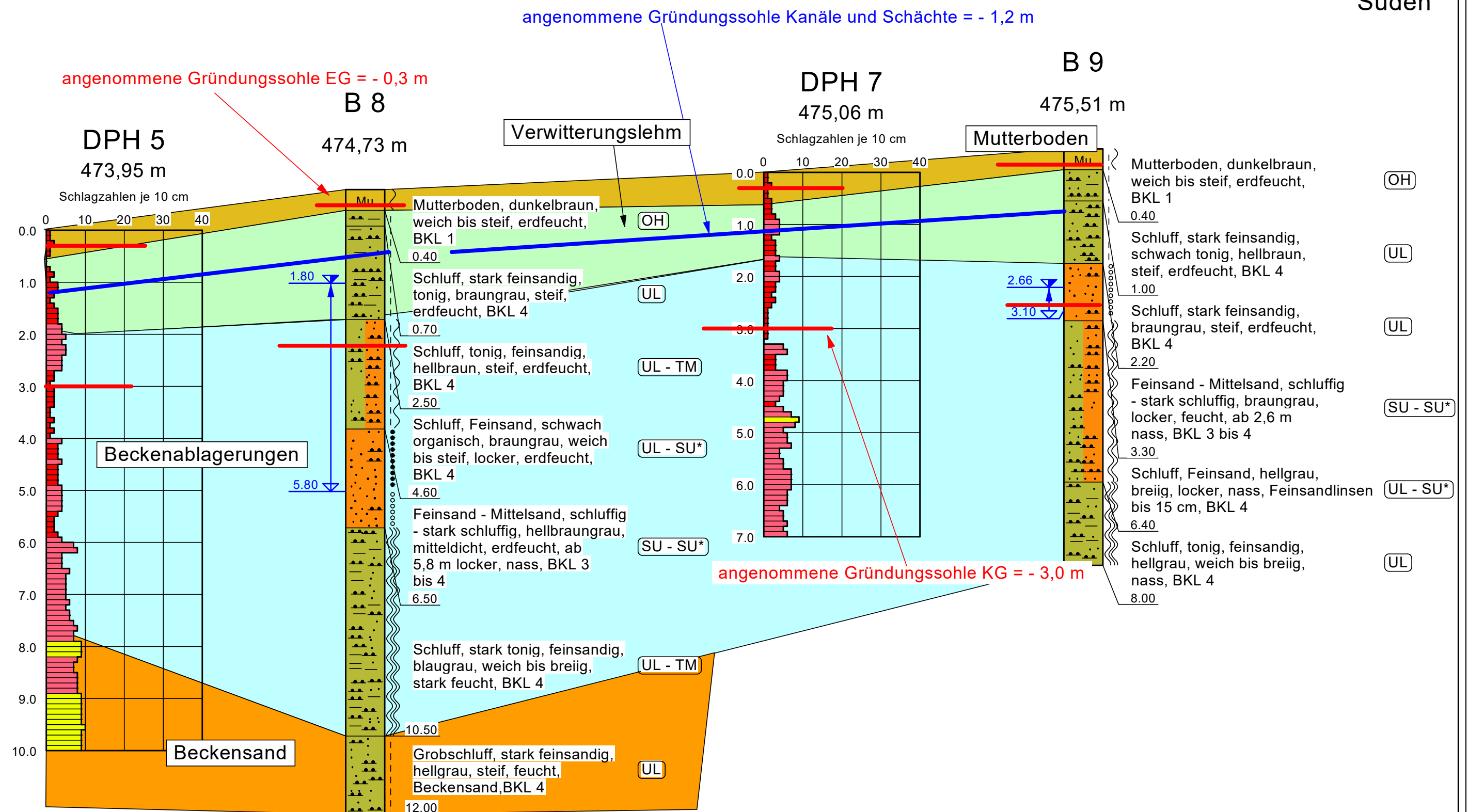


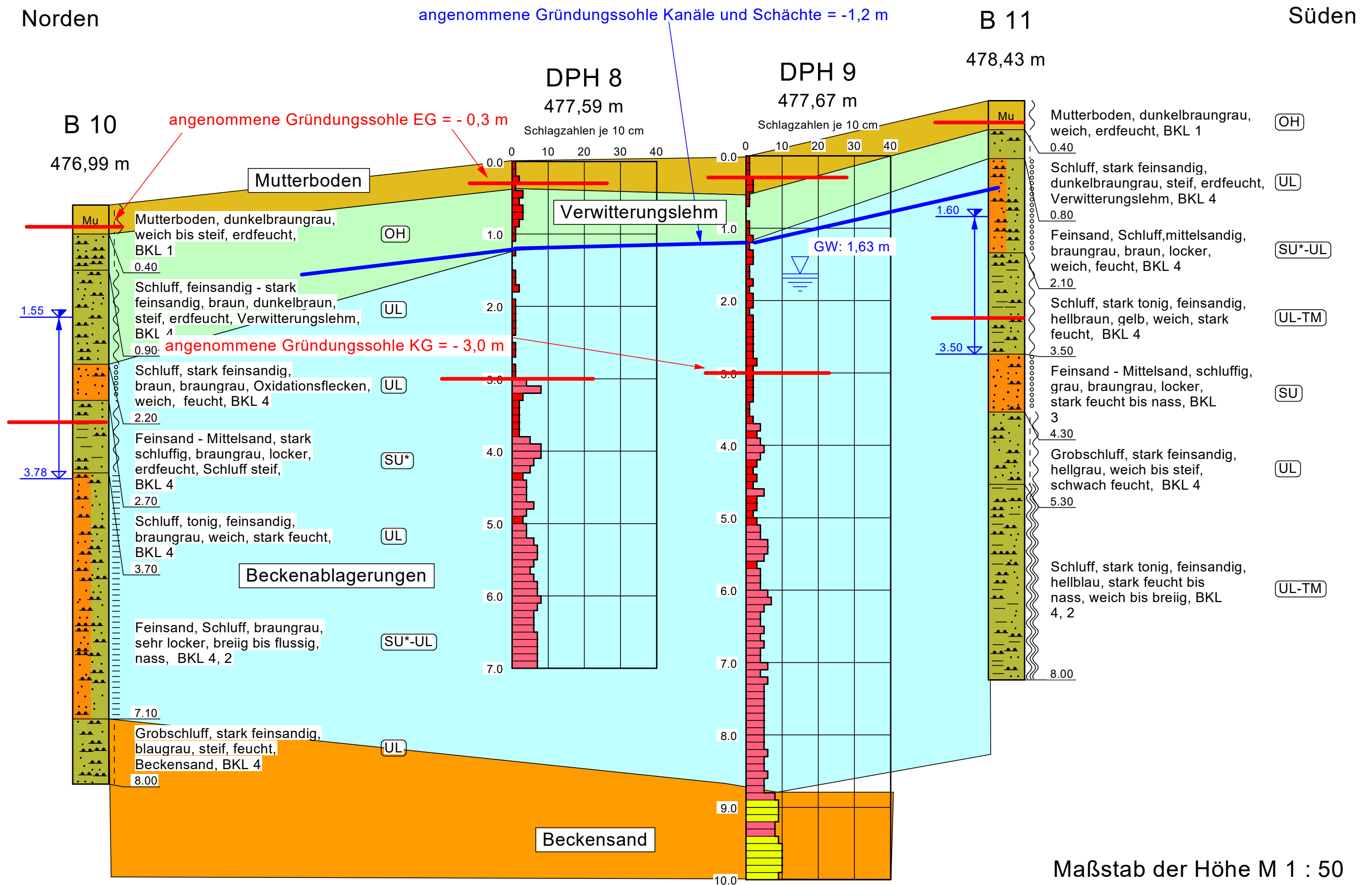




Norden

Süden





Dipl.Geol.F.Ohin GmbH

Achenweg 3
83101 Rohrdorf
Tel.: 08032 91220

Bearbeiter: Fr. Klotz

Datum: 01.12.2023

Körnungslinie

DIN 18123

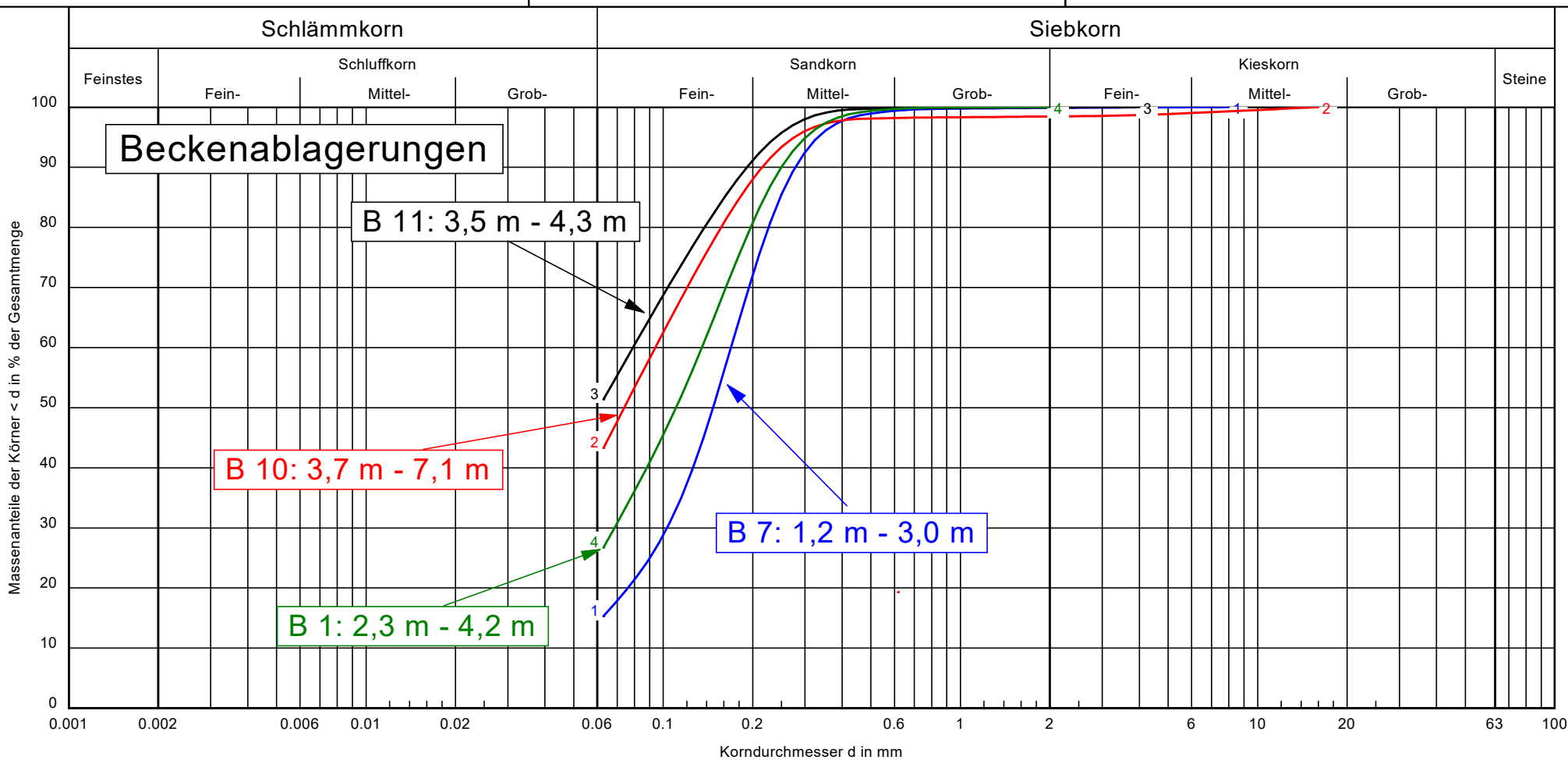
BV Neubeuern Heft Nord

Prüfungsnummer:

Probe entnommen am: 21.11.2023 - 28.11.2023

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Nasssieb- und Schlämmanalyse

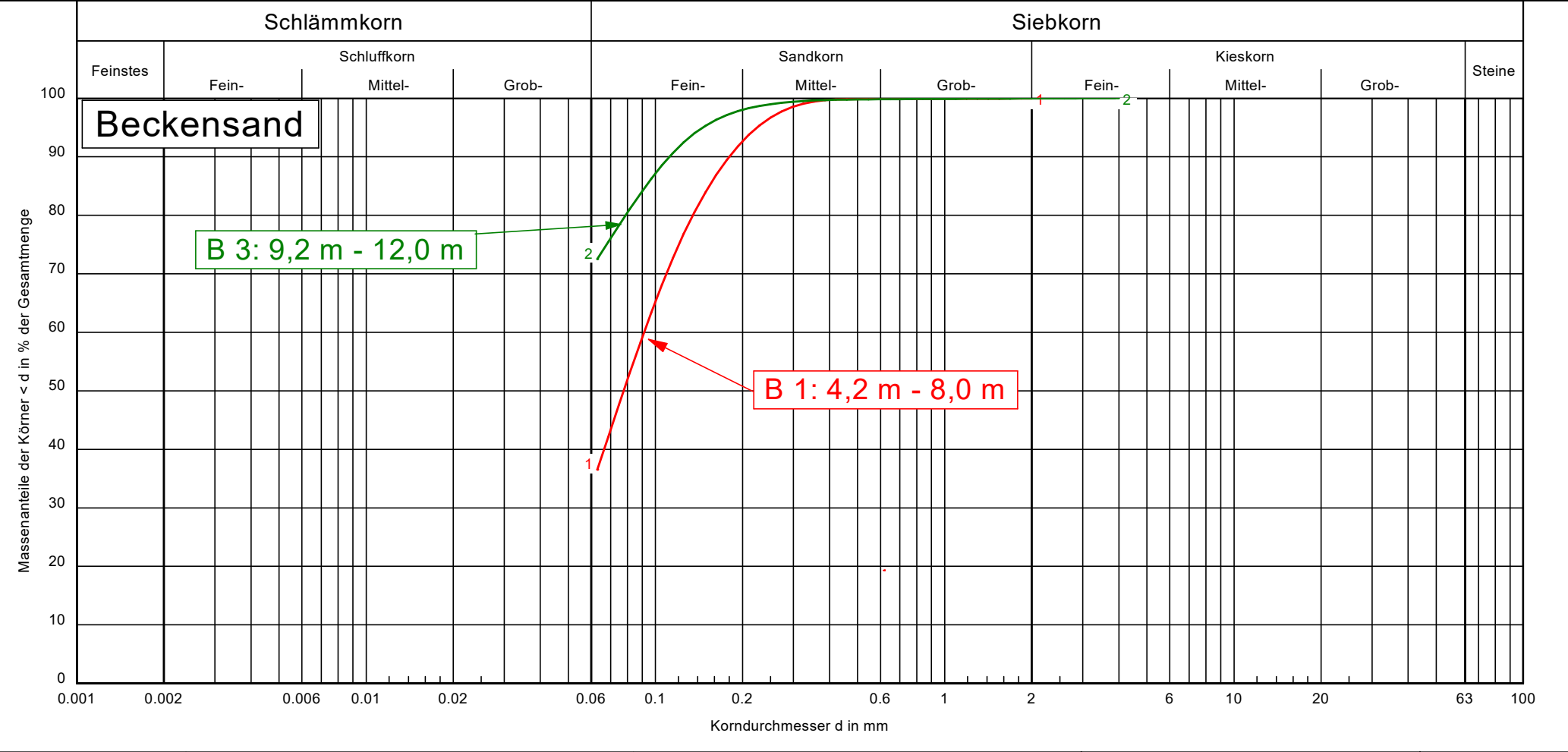


Signatur:				
Entnahmestelle:	B 7	B 10	B 11	B 1
Tiefe:	1,2 m - 3,0 m	3,7 m - 7,1 m	3,5 m - 4,3 m	2,3 m - 4,2 m
Bodenart	S _u	S _u	U _s	S _u
U/Cc	-/-	-/-	-/-	-/-
k [m/s] (Hazen):	-	-	-	-
T/U/S/G [%]:	- /15.3/84.5/0.1	- /43.3/55.1/1.6	- /51.4/48.6/0.1	- /26.7/73.3/-
Frostsicherheit	F3	-	-	F3
Reibungswinkel	35.2	34.1	33.9	34.6
Bodengruppe	SU*			SU*
Kornkennzahl	0280	0460	0550	0370

Bemerkungen:

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

Bericht:
23-11-06
Anlage:
3.1



Signatur:			
Entnahmestelle:	B 1	B 3	
Tiefe:	4,2 m - 8,0	9,2 m - 12,0 m	
Bodenart	S, u	U, s	
U/Cc	-/-	-/-	
k [m/s] (Hazen):	-	-	
T/U/S/G [%]:	- /36.6/63.4/ -	- /72.5/27.4/0.1	
Frostsicherheit	F3	-	
Reibungswinkel	33.8	33.5	
Bodengruppe	SU*		
Kornkennzahl	0460	0730	

Bemerkungen:

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

Bericht:

23-11-06

Anlage:

3.2

Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Neubeuern

Heft Nord

Bearbeiter: Keller

Datum: 28.11.2023

Prüfungsnummer:

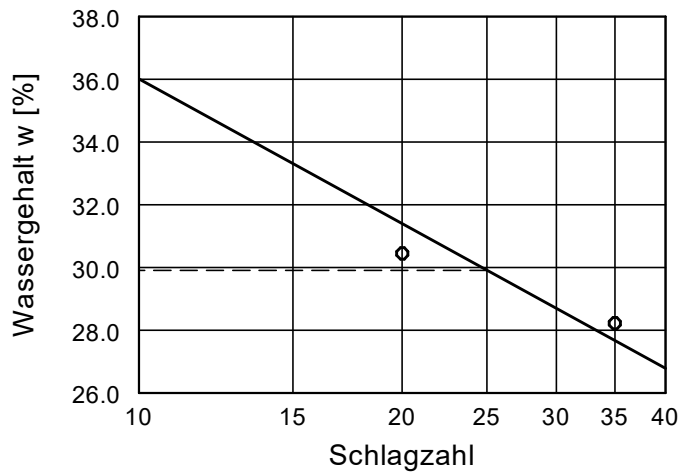
Entnahmestelle: B 11

Tiefe: 5,3 m - 8,0 m

Art der Entnahme: Rammkernbohrung

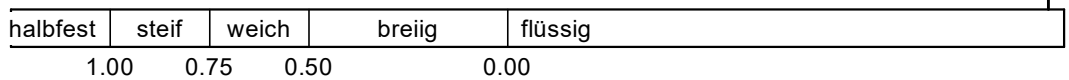
Bodenart: Schluff

Probe entnommen am: 22.11.23

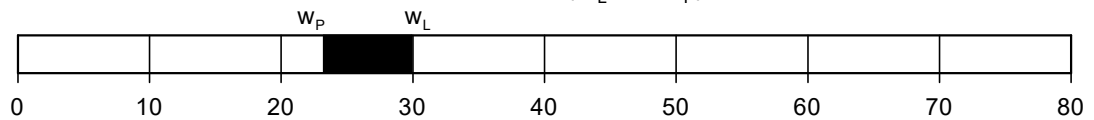


Wassergehalt $w = 39.0 \%$
 Fließgrenze $w_L = 29.9 \%$
 Ausrollgrenze $w_P = 23.2 \%$
 Plastizitätszahl $I_p = 6.7 \%$
 Konsistenzzahl $I_c = -1.36$

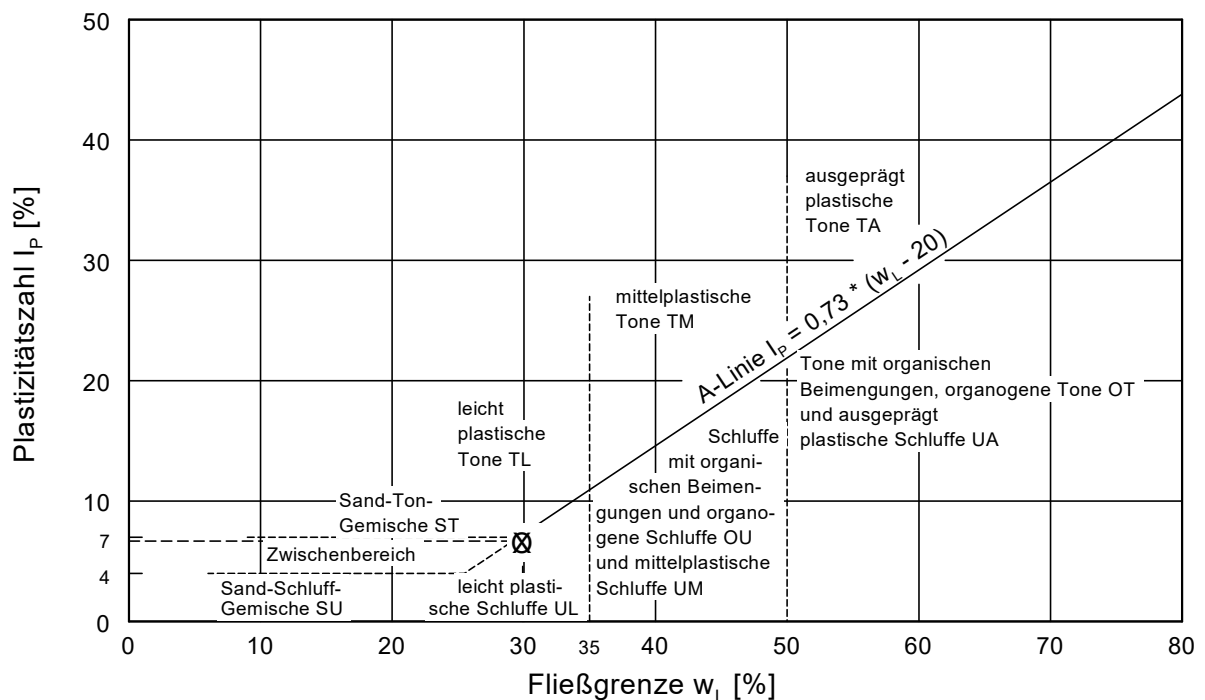
Zustandsform



Plastizitätsbereich (w_L bis w_P) [%]



Plastizitätsdiagramm



Versickerungsversuch im Bohrloch

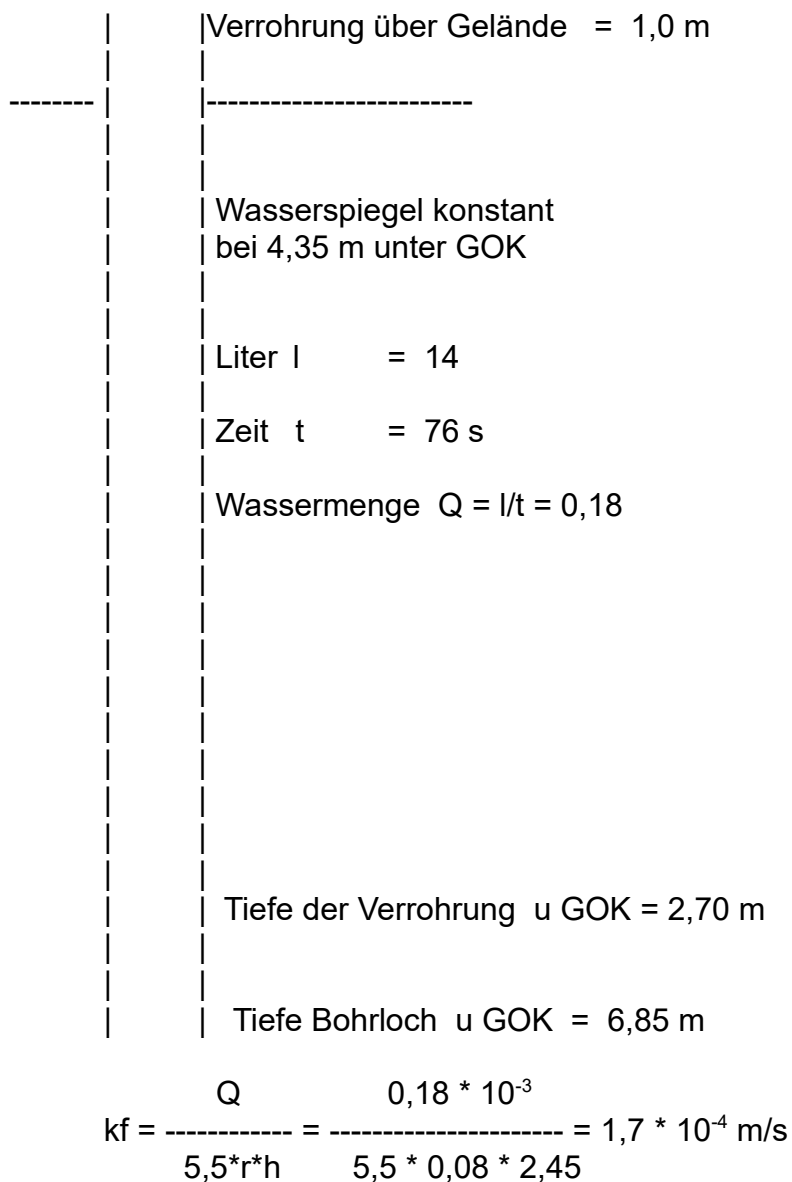
Neubeuern, Heft Nord

Bohrung: B 1

Datum: 27.11.2023

Mitarbeiter: Sifring

Durchmesser Bohrloch = 160 mm



Dipl.-Geol. F.Ohin GmbH Achenweg 3 83101 Rohrdorf Tel.: 08032 / 91 22 0	Versickerungsversuch Open-end-Test im Bohrloch Messwerte und Auswertung	AZ:	23-11-06
		Anlage:	3.5

Bauvorhaben Neubeuern, Heft Nord

Datum 23.11.23

Messstelle B 3

Bohrlochradius r [m]	0,08
----------------------	------

Verrohrung über Gelände [m]	0,9
-----------------------------	-----

Verrohrung unter Gelände [m]	2,8
------------------------------	-----

Ruhewasserspiegel u Gelände [m]	4,8
---------------------------------	-----

Tiefe Bohrloch [m] 8,2

Zeit	Wasserstand unter ROK [m]	Wasserstand unter GOK [m]	Aufhöhung des Grundwassers [m]	Abfluss im Bohrloch [m³/s]	k _f [m/s]	k _f [m/s]
[s]				$Q = (V_{n-1} - V_n) / (t_n - t_{n-1})$	= $Q / (5,5 \cdot r \cdot \text{Aufh})$	gemittelt
0	3,10	2,20	2,60			
30	3,21	2,31	2,49	7,37E-5	6,6E-5	
60	3,29	2,39	2,41	5,36E-5	5,0E-5	
120	3,39	2,49	2,31	3,35E-5	3,2E-5	
300	3,53	2,63	2,17	1,56E-5	1,6E-5	
600	3,67	2,77	2,03	9,38E-6	1,0E-5	
900	3,76	2,86	1,94	6,03E-6	6,9E-6	
1200	3,81	2,91	1,89	3,35E-6	4,0E-6	
1500	3,83	2,93	1,87	1,34E-6	1,6E-6	

Dipl.-Geol. F.Ohin GmbH Achenweg 3 83101 Rohrdorf Tel.: 08032 / 91 22 0	Versickerungsversuch Open-end-Test im Bohrloch Messwerte und Auswertung	AZ:	23-11-06
		Anlage:	3.6

Bauvorhaben Neubeuern, Heft Nord

Datum 27.11.23

Messstelle B 7

Bohrlochradius r [m]	0,08
----------------------	------

Verrohrung über Gelände [m]	0,95
-----------------------------	------

Verrohrung unter Gelände [m]	2,35
------------------------------	------

Ruhewasserspiegel u Gelände [m]	3,55
---------------------------------	------

Tiefe Bohrloch [m]	3,55
--------------------	------

Zeit	Wasserstand unter ROK [m]	Wasserstand unter GOK [m]	Aufhöhung des Grundwassers [m]	Abfluss im Bohrloch [m³/s]	k _f [m/s]	k _f [m/s]
[s]				$Q = (V_{n-1} - V_n) / (t_n - t_{n-1})$	= $Q / (5,5 \cdot r \cdot \text{Aufh})$	gemittelt
0	1,95	1,00	2,55			
30	1,97	1,02	2,53	1,34E-5	1,2E-5	
60	2,03	1,08	2,47	4,02E-5	3,7E-5	
120	2,17	1,22	2,33	4,69E-5	4,4E-5	
300	2,44	1,49	2,06	3,02E-5	3,1E-5	
600	2,65	1,70	1,85	1,41E-5	1,6E-5	
900	2,78	1,83	1,72	8,71E-6	1,1E-5	
1200	2,84	1,89	1,66	4,02E-6	5,4E-6	

Dipl.-Geol. F.Ohin GmbH Achenweg 3 83101 Rohrdorf Tel.: 08032 / 91 22 0	Versickerungsversuch Open-end-Test im Bohrloch Messwerte und Auswertung	AZ:	23-11-06
		Anlage:	3.7

Bauvorhaben Neubeuern, Heft Nord

Datum 23.11.23

Messstelle B 9

Bohrlochradius r [m]	0,08
----------------------	------

Verrohrung über Gelände [m]	0,85
-----------------------------	------

Verrohrung unter Gelände [m]	2,35
------------------------------	------

Ruhewasserspiegel u Gelände [m]	2,66
---------------------------------	------

Tiefe Bohrloch [m]	2,9
--------------------	-----

Zeit	Wasserstand unter ROK [m]	Wasserstand unter GOK [m]	Aufhöhung des Grundwassers [m]	Abfluss im Bohrloch [m³/s]	k _f [m/s]	k _f [m/s]
[s]				$Q = (V_{n-1} - V_n) / (t_n - t_{n-1})$	= $Q / (5,5 \cdot r \cdot \text{Aufh})$	gemittelt
0	1,55	0,70	1,96			
30	1,68	0,83	1,83	8,71E-5	1,0E-4	
60	1,82	0,97	1,69	9,38E-5	1,2E-4	
120	1,99	1,14	1,52	5,70E-5	8,1E-5	
300	2,30	1,45	1,21	3,46E-5	5,8E-5	
600	2,48	1,63	1,03	1,21E-5	2,4E-5	
900	2,54	1,69	0,97	4,02E-6	9,1E-6	
1200	2,60	1,75	0,91	4,02E-6	9,7E-6	
1500	2,66	1,81	0,85	4,02E-6	1,0E-5	

Dipl.-Geol. F.Ohin GmbH Achenweg 3 83101 Rohrdorf Tel.: 08032 / 91 22 0	Versickerungsversuch Open-end-Test im Bohrloch Messwerte und Auswertung	AZ:	23-11-06
		Anlage:	3.8

Bauvorhaben Neubeuern, Heft Nord

Datum 22.11.23

Messstelle B 11

Bohrlochradius r [m]	0,08
----------------------	------

Verrohrung über Gelände [m]	1,2
-----------------------------	-----

Verrohrung unter Gelände [m]	3,5
------------------------------	-----

Ruhewasserspiegel u Gelände [m]	1,6
---------------------------------	-----

Tiefe Bohrloch [m]	3,5
--------------------	-----

Zeit	Wasserstand unter ROK [m]	Wasserstand unter GOK [m]	Aufhöhung des Grundwassers [m]	Abfluss im Bohrloch [m³/s]	k _f [m/s]	k _f [m/s]
[s]				$Q = (V_{n-1} - V_n) / (t_n - t_{n-1})$	$= Q / (5,5 * r * \text{Aufh})$	gemittelt
0	1,80	0,60	1,00			
30	1,78	0,58	1,02	-1,34E-5	-3,0E-5	
60	1,79	0,59	1,01	6,70E-6	1,5E-5	
120	1,80	0,60	1,00	3,35E-6	7,6E-6	
300	1,80	0,60	1,00	0,00E+0	0,0E+0	

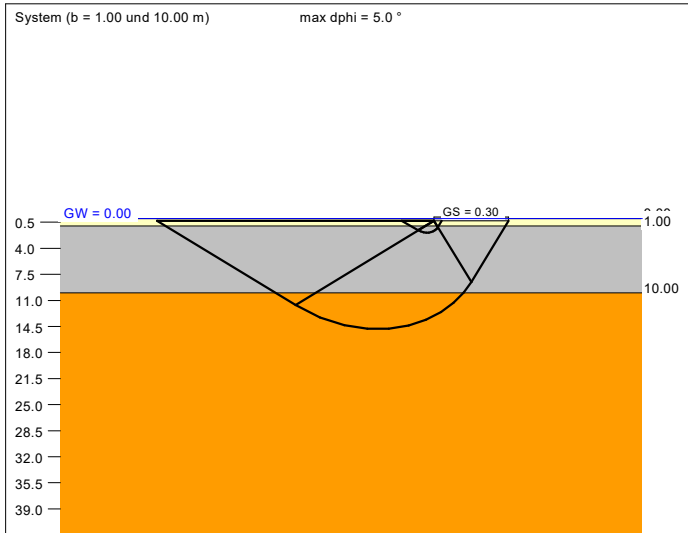
Boden	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	ν [-]	Bezeichnung
	20.0	10.0	35.0	0.0	80.0	0.00	Bodenersatzkörper
	19.0	9.0	27.5	1.0	30.0	0.00	CSV-verbesserter Baugrund
	20.0	10.0	27.0	0.0	15.0	0.00	Beckensand

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

Neubeuern
Heft, Handwerkerhöfe
Biegesteife Bodenplatte-CSV

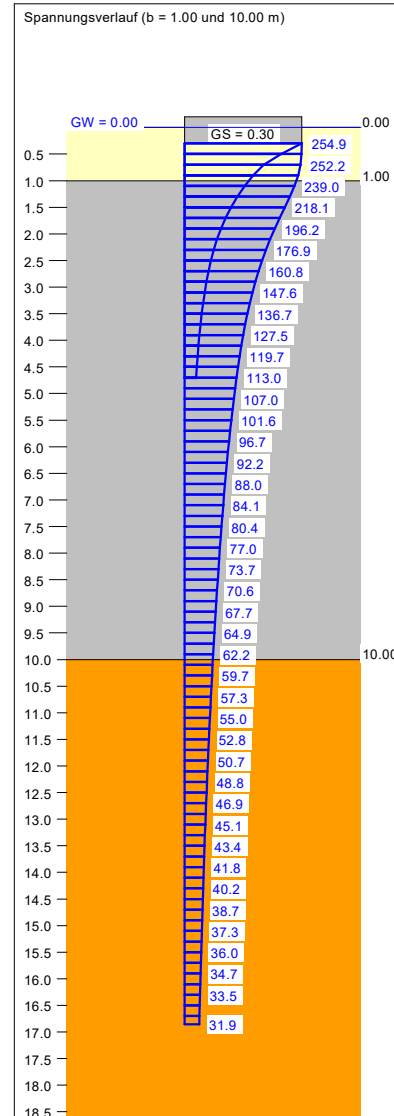
AZ: 23-11-06

Anlage 4.1



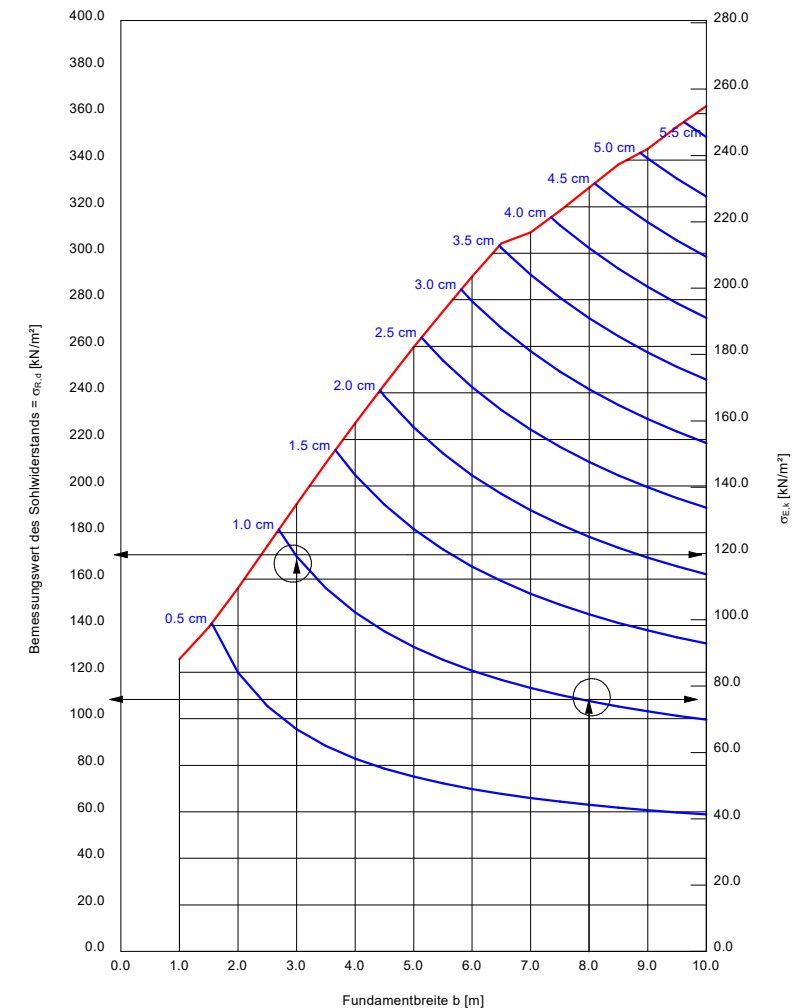
a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m²]	$R_{n,d}$ [kN/m]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m²]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m²]	γ_2 [kN/m³]	σ_U [kN/m²]	t_g [m]	UK LS [m]
10.00	1.00	125.6	125.6	88.2	0.31	30.2 *	0.66	9.59	3.00	4.71	1.90
10.00	1.50	139.4	209.0	97.8	0.48	29.1 *	0.76	9.43	3.00	5.82	2.61
10.00	2.00	156.2	312.4	109.6	0.69	28.7 *	0.82	9.34	3.00	6.86	3.33
10.00	2.50	174.3	435.9	122.4	0.91	28.4 *	0.85	9.28	3.00	7.85	4.05
10.00	3.00	192.2	576.5	134.8	1.16	28.2 *	0.88	9.23	3.00	8.78	4.78
10.00	3.50	209.8	734.4	147.2	1.42	28.1 *	0.90	9.20	3.00	9.65	5.50
10.00	4.00	226.9	907.8	159.3	1.72	28.0 *	0.91	9.18	3.00	10.45	6.23
10.00	4.50	243.5	1095.6	170.9	2.05	28.0 *	0.92	9.16	3.00	11.19	6.95
10.00	5.00	259.7	1298.5	182.2	2.41	27.9 *	0.93	9.14	3.00	11.90	7.68
10.00	5.50	275.0	1512.5	193.0	2.77	27.9 *	0.93	9.13	3.00	12.56	8.41
10.00	6.00	290.0	1739.9	203.5	3.15	27.8 *	0.94	9.12	3.00	13.20	9.13
10.00	6.50	304.3	1978.0	213.6	3.53	27.8 *	0.94	9.11	3.00	13.80	9.86
10.00	7.00	309.0	2162.9	216.8	3.78	27.7 *	0.76	9.12	3.00	14.21	10.55
10.00	7.50	318.3	2387.0	223.3	4.10	27.6 *	0.67	9.14	3.00	14.69	11.26
10.00	8.00	328.1	2625.1	230.3	4.44	27.6 *	0.62	9.16	3.00	15.16	11.97
10.00	8.50	338.1	2874.1	237.3	4.78	27.5 *	0.58	9.19	3.00	15.62	12.69
10.00	9.00	344.9	3103.8	242.0	5.08	27.5 *	0.54	9.21	3.00	16.01	13.38
10.00	9.50	354.3	3366.0	248.6	5.42	27.4 *	0.51	9.24	3.00	16.44	14.09
10.00	10.00	363.2	3632.4	254.9	5.76	27.4 *	0.48	9.26	3.00	16.85	14.81

* 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)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50



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 = 0.30 m
 Grundwasser = 0.00 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt
 — Sohlbruck
 — Setzungen



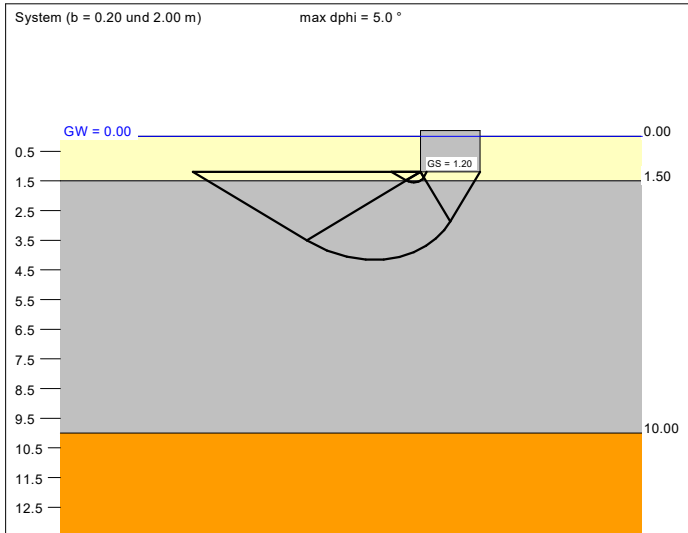
Boden	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	ν [-]	Bezeichnung
	20.0	10.0	35.0	0.0	80.0	0.00	Bodenersatzkörper
	19.0	9.0	27.5	1.0	30.0	0.00	CSV-verbesserter Baugrund
	20.0	10.0	27.0	0.0	15.0	0.00	Beckensand

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

Neubeuern
Heft, Handwerkerhöfe
Streifenfundament

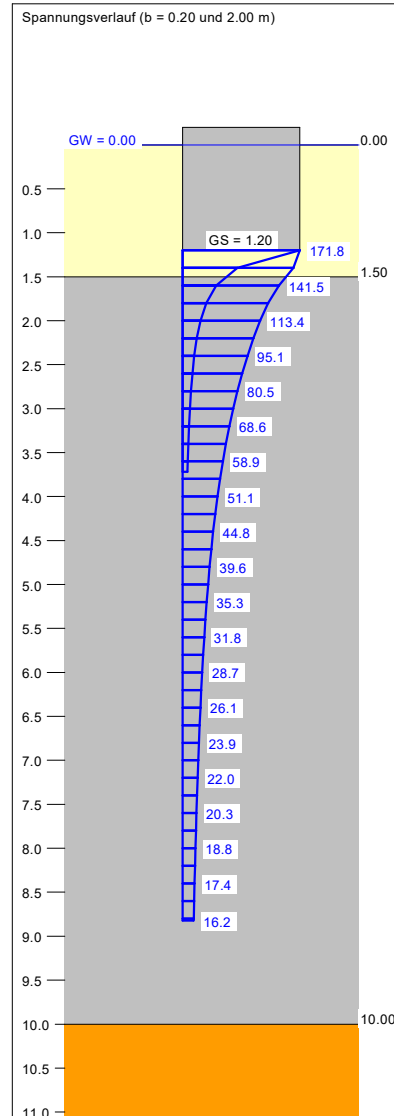
AZ: 23-11-06

Anlage 4.2



a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m²]	$R_{n,d}$ [kN/m]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m²]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m²]	γ_2 [kN/m³]	σ_0 [kN/m²]	t_g [m]	UK LS [m]
10.00	0.20	241.3	48.3	169.3	0.18	32.5 *	0.29	9.95	12.00	3.72	1.55
10.00	0.30	221.2	66.4	155.2	0.24	31.2	0.53	9.76	12.00	4.16	1.70
10.00	0.40	209.9	84.0	147.3	0.29	30.3 *	0.64	9.62	12.00	4.53	1.84
10.00	0.50	204.7	102.3	143.6	0.34	29.7 *	0.70	9.52	12.00	4.88	1.99
10.00	0.60	200.8	120.5	140.9	0.39	29.3 *	0.75	9.45	12.00	5.18	2.13
10.00	0.70	200.4	140.3	140.6	0.45	29.0 *	0.78	9.40	12.00	5.48	2.27
10.00	0.80	201.7	161.4	141.6	0.50	28.8 *	0.81	9.36	12.00	5.78	2.42
10.00	0.90	204.2	183.8	143.3	0.56	28.6 *	0.83	9.32	12.00	6.07	2.56
10.00	1.00	206.6	206.6	145.0	0.62	28.5 *	0.84	9.29	12.00	6.35	2.70
10.00	1.10	209.8	230.8	147.2	0.68	28.4 *	0.86	9.27	12.00	6.62	2.85
10.00	1.20	213.2	255.8	149.6	0.74	28.3 *	0.87	9.25	12.00	6.89	2.99
10.00	1.30	217.0	282.2	152.3	0.80	28.2 *	0.88	9.23	12.00	7.15	3.14
10.00	1.40	220.7	308.9	154.9	0.86	28.2 *	0.89	9.22	12.00	7.40	3.28
10.00	1.50	224.7	337.1	157.7	0.92	28.1 *	0.90	9.20	12.00	7.66	3.43
10.00	1.60	228.5	365.6	160.3	0.99	28.1 *	0.90	9.19	12.00	7.90	3.57
10.00	1.70	232.6	395.4	163.2	1.05	28.0 *	0.91	9.18	12.00	8.14	3.72
10.00	1.80	236.7	426.1	166.1	1.12	28.0 *	0.91	9.17	12.00	8.37	3.86
10.00	1.90	240.6	457.1	168.8	1.18	28.0 *	0.92	9.16	12.00	8.60	4.01
10.00	2.00	244.8	489.5	171.8	1.25	27.9 *	0.92	9.15	12.00	8.82	4.15

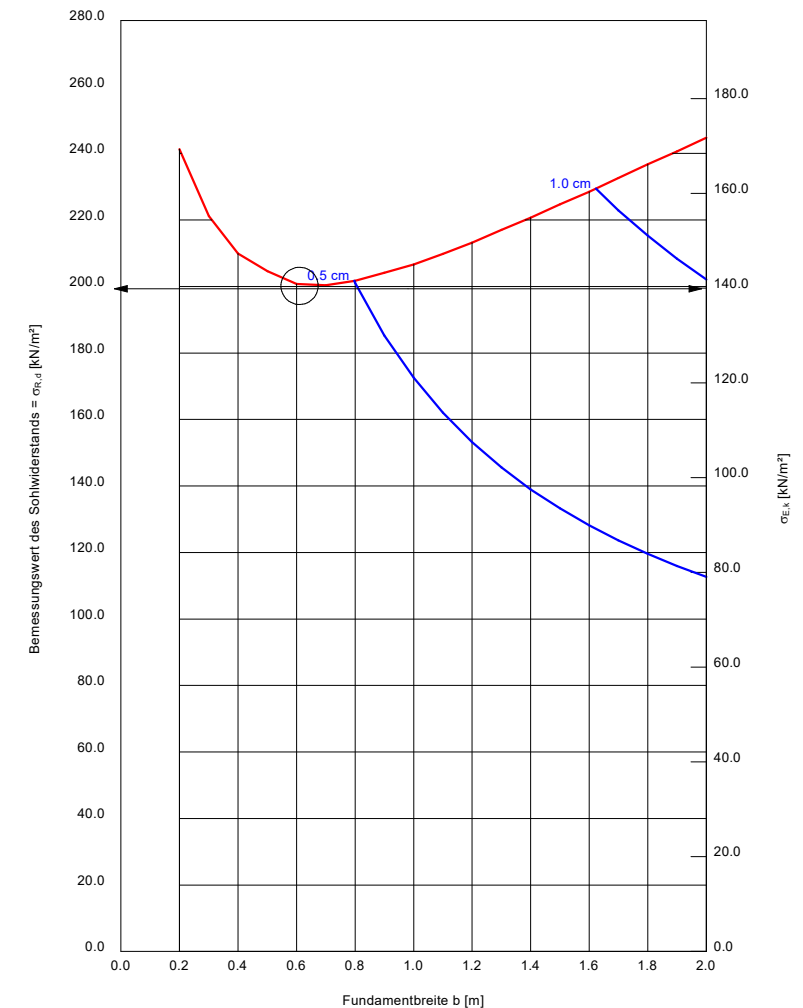
* phi wegen 5° Bedingung abgemindert
 $\sigma_{E,k} = \sigma_{0,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{0,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{0,k} / 1.99$ (für Setzungen)
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50

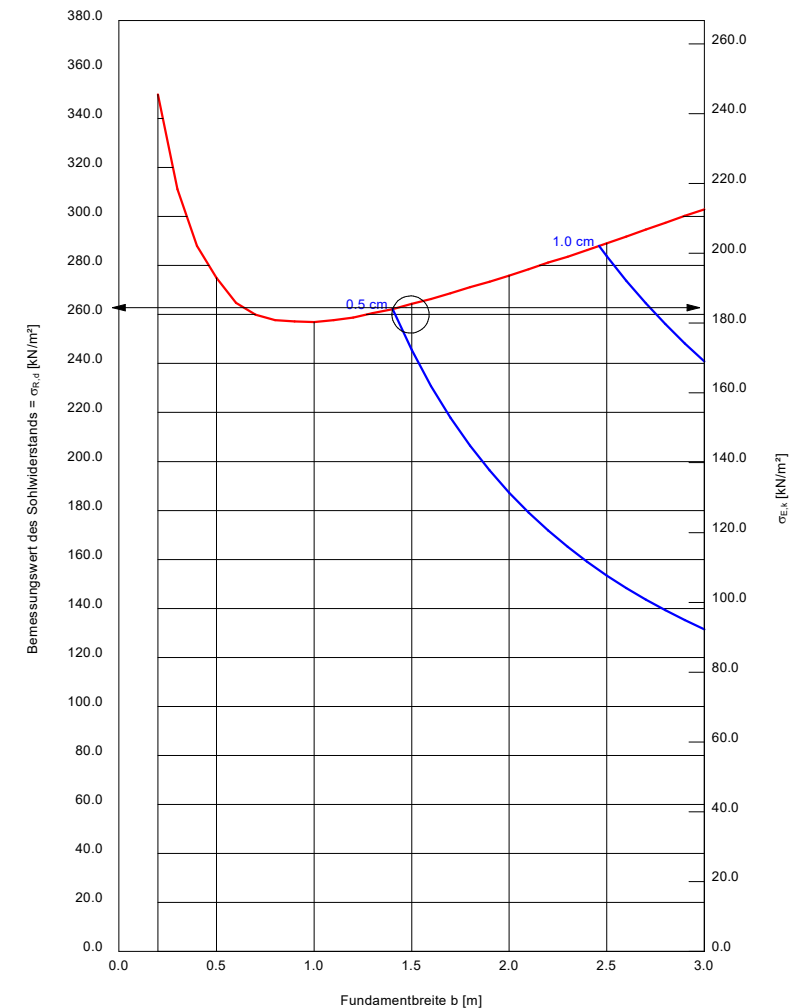


Berechnungsgrundlagen:
 Norm: EC 7
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Streifenfundament (a = 10.00 m)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500

$\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 Gründungssohle = 1.20 m
 Grundwasser = 0.00 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt

— Sohlbruck
 — Setzungen





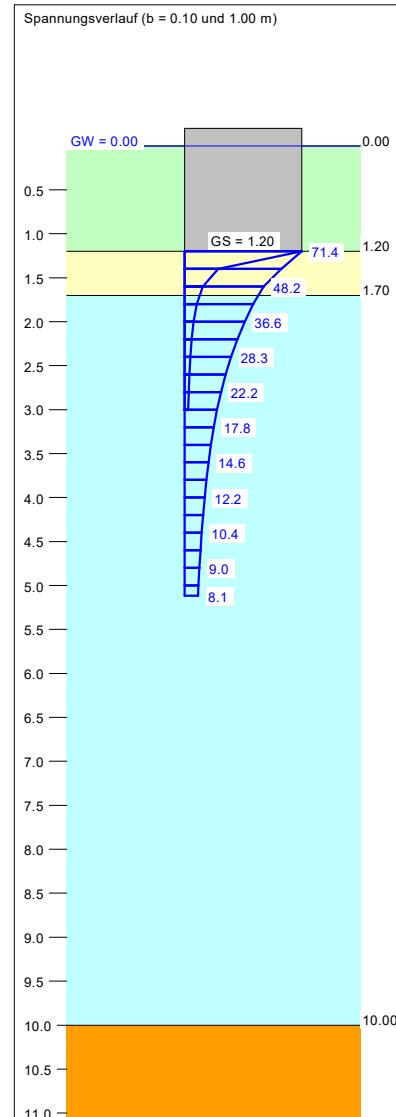
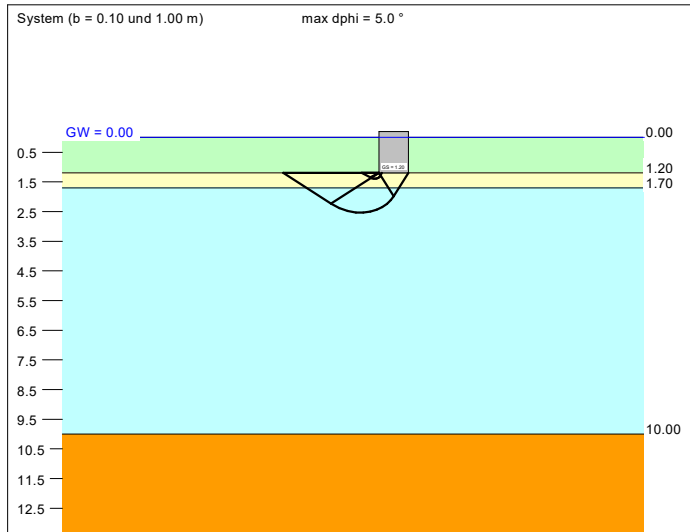
Boden	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	ν [-]	Bezeichnung
	17.0	7.0	20.0	0.0	2.0	0.00	Verwitterungslehm
	20.0	10.0	35.0	0.0	80.0	0.00	Bodenersatzkörper
	18.0	8.0	22.5	1.0	3.0	0.00	Beckenablagerungen
	20.0	10.0	27.0	0.0	15.0	0.00	Beckensand

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

Neubeuern
Heft, Handwerkerhöfe
Kanal

AZ: 23-11-06

Anlage 4.4



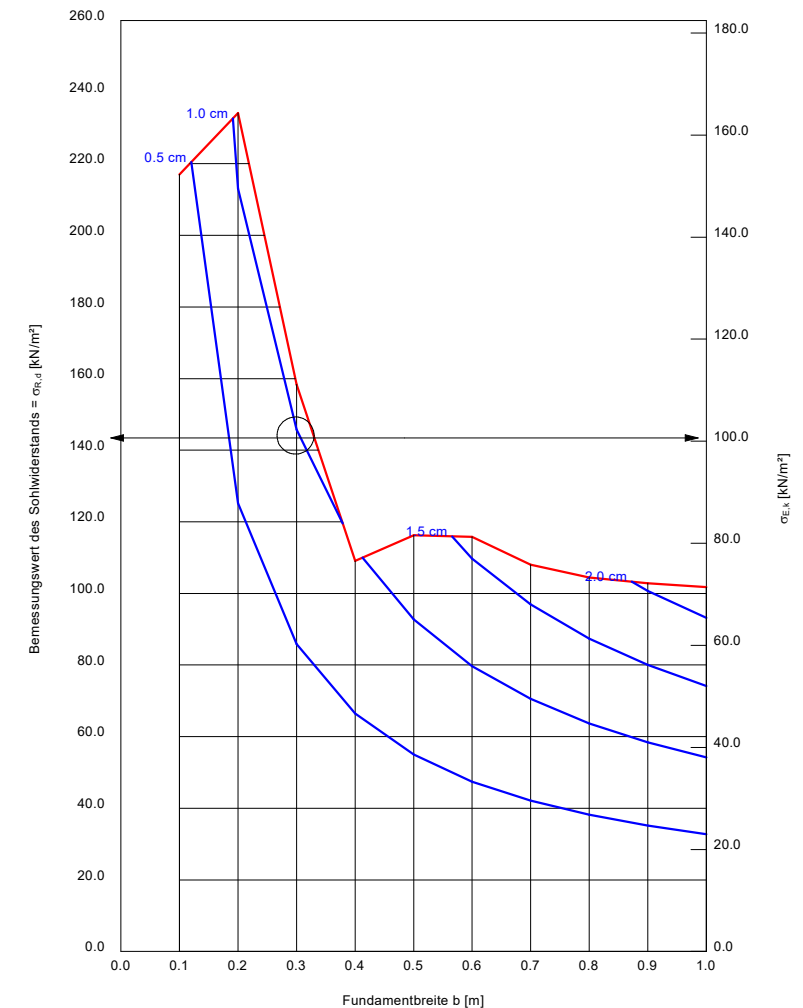
a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m²]	$R_{n,d}$ [kN/m]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m²]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m²]	γ_2 [kN/m³]	σ_0 [kN/m²]	t_g [m]	UK LS [m]
10.00	0.10	217.0	21.7	152.3	0.43	35.0	0.00	10.00	8.40	3.00	1.39
10.00	0.20	234.2	46.8	164.3	1.13	35.0	0.00	10.00	8.40	3.90	1.58
10.00	0.30	158.4	47.5	111.2	1.11	31.4 *	0.00	10.00	8.40	3.92	1.70
10.00	0.40	109.1	43.6	76.5	0.96	27.5 *	0.30	9.89	8.40	3.80	1.78
10.00	0.50	116.2	58.1	81.6	1.33	27.5 *	0.46	9.65	8.40	4.20	1.93
10.00	0.60	115.8	69.5	81.2	1.60	27.0 *	0.55	9.46	8.40	4.47	2.06
10.00	0.70	108.0	75.6	75.8	1.72	26.1 *	0.60	9.33	8.40	4.60	2.17
10.00	0.80	104.4	83.5	73.3	1.87	25.4 *	0.64	9.22	8.40	4.77	2.29
10.00	0.90	102.8	92.5	72.1	2.05	25.0 *	0.68	9.12	8.40	4.94	2.41
10.00	1.00	101.8	101.8	71.4	2.23	24.7 *	0.71	9.03	8.40	5.12	2.53

* 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)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50

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 = 1.20 m
 Grundwasser = 0.00 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt

— Sohlbruck
 — Setzungen



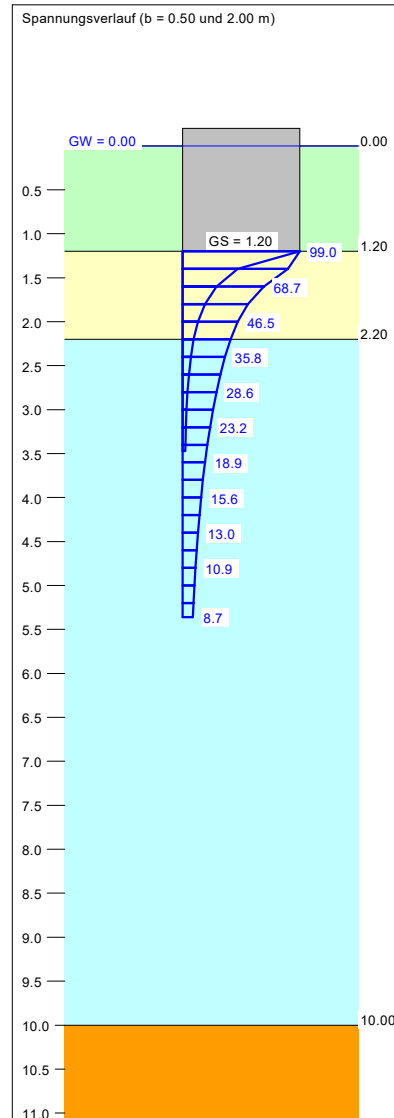
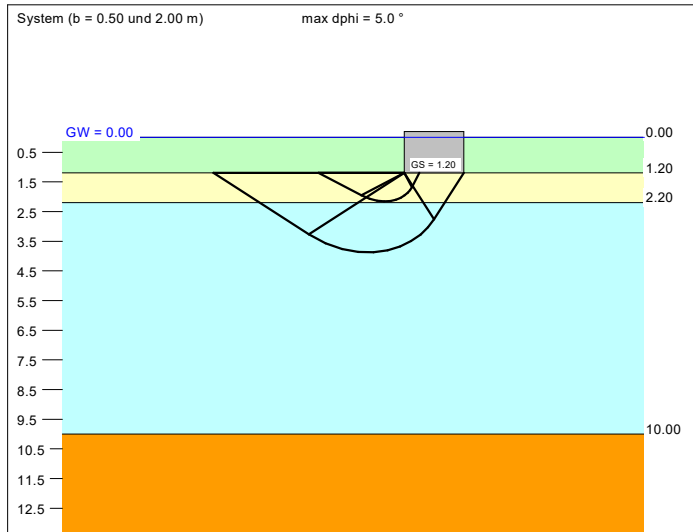
Boden	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	ν [-]	Bezeichnung
	17.0	7.0	20.0	0.0	2.0	0.00	Verwitterungslehm
	20.0	10.0	35.0	0.0	80.0	0.00	Bodenersatzkörper
	18.0	8.0	22.5	1.0	3.0	0.00	Beckenablagerungen
	20.0	10.0	27.0	0.0	15.0	0.00	Beckensand

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

Neubeuern
Heft, Handwerkerhöfe
Schacht

AZ: 23-11-06

Anlage 4.5



a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m²]	$R_{n,d}$ [kN]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m²]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m²]	γ_2 [kN/m³]	σ_0 [kN/m²]	t_g [m]	UK LS [m]
0.50	0.50	370.9	92.7	260.3	0.61	35.0	0.00	10.00	8.40	3.47	2.15
0.60	0.60	234.9	84.6	164.9	0.50	31.4 *	0.00	10.00	8.40	3.37	2.20
0.70	0.70	147.6	72.3	103.6	0.36	27.4 *	0.10	9.99	8.40	3.21	2.22
0.80	0.80	156.3	100.0	109.7	0.52	27.5 *	0.30	9.89	8.40	3.47	2.36
0.90	0.90	162.5	131.6	114.0	0.69	27.5 *	0.40	9.77	8.40	3.72	2.51
1.00	1.00	166.1	166.1	116.6	0.86	27.5 *	0.46	9.65	8.40	3.94	2.66
1.10	1.10	170.9	206.8	119.9	1.06	27.5 *	0.51	9.54	8.40	4.17	2.80
1.20	1.20	164.4	236.8	115.4	1.18	27.0 *	0.55	9.46	8.40	4.31	2.92
1.30	1.30	156.8	264.9	110.0	1.27	26.5 *	0.57	9.40	8.40	4.43	3.03
1.40	1.40	152.0	297.9	106.7	1.37	26.1 *	0.60	9.33	8.40	4.56	3.15
1.50	1.50	148.7	334.6	104.4	1.49	25.7 *	0.62	9.27	8.40	4.69	3.27
1.60	1.60	146.0	373.8	102.5	1.61	25.4 *	0.64	9.22	8.40	4.82	3.38
1.70	1.70	144.4	417.2	101.3	1.74	25.2 *	0.66	9.16	8.40	4.96	3.50
1.80	1.80	143.0	463.4	100.4	1.88	25.0 *	0.68	9.12	8.40	5.09	3.63
1.90	1.90	142.0	512.5	99.6	2.01	24.8 *	0.69	9.07	8.40	5.23	3.75
2.00	2.00	141.1	564.4	99.0	2.15	24.7 *	0.71	9.03	8.40	5.36	3.87

* 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)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50

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 = 1.20 m
 Grundwasser = 0.00 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt
 — Sohlendruck
 — Setzungen

