



Geo - Rohwedder

Ingenieurbüro für Spezialtiefbau und Geotechnik GmbH

Geopathologie

UMWELTECHNIK

ERD- UND GRUNDBAU

BODENMECHANIK

INGENIEURBAU

ERDBAU LABOR

BEWEISSICHERUNG

Gartenstraße 23
25767 Albersdorf

Zum Fliegerhorst 4
25980 Sylt / OT Tinum

Tel.: 04835 - 94 00
Fax: 04835 - 94 20
Mobil: 0170 - 209 45 80

E-mail:
GEO.Rohwedder@t-online.de
www.geo-rohwedder.de

Beratender Ingenieur VDI

Mitglied im Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau (BWK)

International Society for Soil Mechanics and Geotechnical Engineering

Von der Industrie- und Handelskammer zu Flensburg öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für:
Spezialtiefbau, Erd- und Grundbau sowie Bodenmechanik

Albersdorf - Sylt - Fedderingen

Geotechnisches Gutachten

BV 260/21

Errichtung von Wohnhäusern

Heisterberg

25693 St. Michaelisdonn

- Bauherr ⇒ Fa.
Stührk + Wulff GbR
Grüner Weg 6
25693 St. Michaelisdonn
- Geotechnisches Gutachten ⇒ Geo-Rohwedder
Ingenieurbüro für Spezialtiefbau
und Geotechnik GmbH
Gartenstraße 23
25767 Albersdorf
- Aufgestellt ⇒ Albersdorf, 20.09.2021
Ro/Hi

Dieses Gutachten umfasst 24 Seiten und 25 Blatt Anlagen
Das Gutachten darf nur ungekürzt vervielfältigt werden.
Auszugsweise Wiedergabe bedarf der Genehmigung des Verfassers.
Urheberschutzvermerk s. DIN 34 / ISO 16016

Inhaltsverzeichnis:**Seite:**

1.	Veranlassung	4
2.	Baugrund	4
2.1	Baugrundaufbau	4 – 6
2.2	Wasser im Baugrund	7
2.3	Bodenmechanische Untersuchungen	7
2.3.1	Raumgewichtsbestimmungen	7 - 8
2.3.2	Wassergehaltsbestimmungen	8
2.3.2	Kornverteilungsuntersuchung	9 - 10
2.4	Homogenbereiche	10
2.5	Bandbreiten charakteristischer Bodenkennwerte	11
3.	Gründungsempfehlung	11
3.1	Hydrogeologische Vorgaben	11 - 14
3.2	Allgemeines	14 - 15
3.3	Abfolge der Erdarbeiten	15 - 18
3.4	Bemessungswert des Sohldruckwiderstandes	18
3.5	Setzungsprognosen	19
3.6	Bettungsmodul	20
4.	Technische Hinweise	20
4.1	Baugrubendurchführung	20
4.2	Wasserhaltung	21
4.3	Bauwerkshinterfüllungen	21
4.4	Kanal- und Leitungsbau	21
4.5	Bewegungsfugen	21
4.6	Schadstoffgehalte im Boden	22
4.7	Fundamentabtreppungen	22
4.8	Verkehrsflächen	22
4.9	Abnahmen	23
5.	Zusammenfassung	23 - 24

Anlagen

- 1. Lageskizze der Kleinrammbohrungen S1 bis S14/21**

- 2.1 – 2.14 Profildarstellungen S1 bis S14/21**
- 2.15 – 2.16 Legende**

- 3.1 – 3.5 Summenlinien**

- 4. Fundamentdiagramm**

- 5.1 – 5.2 Versickerungsnachweise**

1. Veranlassung

Die Stührk & Wulff GbR, 25693 St. Michaelisdonn, beabsichtigt in der Gemeinde St. Michaelisdonn, Gemarkung Hopen, Heisterberg, die Errichtung von Wohnhäusern.

Angabegemäß handelt es sich um die Flurstücke 104/1, 104/2, 103/86 sowie 103/77.

Die dargestellten Flurstücke werden gem. Planangaben parzelliert und für Wohnhäuser ausgewiesen.

Im südöstlichen Erschließungsbereich, resp. Flurstücke 104/2 sowie 103/86 und 103/77 werden mit Doppelhäusern parzelliert bei Grundstücksgrößen von ca. $A \sim 1250 \text{ m}^2$.

Hingegen im oberen, nämlich nördlichen Erschließungsbereich, ist überdies die Errichtung von 2 Stck. Wohnhäusern geplant, deren Kubaturen noch offen sind.

Die erwähnten Doppelhäuser werden mit Grundrissabmessungen dargestellt von:

- **Breite** \Rightarrow **9 m**
- **Länge** \Rightarrow **19 m**

Im Rahmen der Gesamtprojektierung ist überdies eine dezentrale Versickerung anfallenden Oberflächenwassers vorgesehen.

In diesem Zusammenhang wird darauf aufmerksam gemacht, dass sich im östlichen Erschließungsbereich eine größere Bodensenke befindet.

Die baulichen Anlagen erzeugen Bauflächenpressungen mit ca. $q \sim 30 - 35 \text{ kN/m}^2$, sodass Streifenlasten auftreten in einer Größenordnung mit ca. $R_{n,d} \sim 100 - 140 \text{ kN/m}$.

Die Geo Rohwedder GmbH wurde beauftragt, an zugänglichen / medienfreien Bereichen 14 Stck. Aufschlussbohrungen niederzubringen und hierauf basierend ein geotechnisches Gutachten sowie hydrogeologische Vorgaben zur dezentralen Versickerung anfallenden Oberflächenwassers zu erarbeiten.

2. Baugrund

2.1 Baugrundaufbau

Die Systematik des Untergrundaufbaus in der Gemeinde St. Michaelisdonn, Gemarkung Hopen, Kreis Dithmarschen, ist aus geologischen Gründen durch zahlreich vorausgegangenen Einzelbauvorhaben aus der näheren Nachbarschaftsumgebung im Grundsätzlichen bekannt. Die Diskussion der Verhältnisse des Bodenaufbaus beschränkt sich hier auf die zusammenfassende Wiedergabe der für Erschließungsmaßnahme relevanten Daten.

Zur Präzisierung des Untergrundaufbaus wurde durch die Geo Rohwedder GmbH weitläufig an repräsentativen Bereichen der künftigen baulichen Anlagen der Untergrundaufbau auftragsgemäß durch 14 Stck. Aufschlussbohrungen nach DIN EN ISO 22.475-1, wie folgt aufgeschlossen:

- Doppelhaus I ⇒ Aufschlussbohrungen S1 – S3/21
- Doppelhaus II ⇒ Aufschlussbohrungen S4 – S6/21
- Doppelhaus III ⇒ Aufschlussbohrungen S7 – S9/21

- Versickerung Doppelhaus I ⇒ Aufschlussbohrung S10/21
- Versickerung Doppelhaus II ⇒ Aufschlussbohrung S11/21
- Versickerung Doppelhaus III ⇒ Aufschlussbohrung S12/21

- Versickerung Wohnhaus IV ⇒ Aufschlussbohrung S13/21
- Versickerung Wohnhaus V ⇒ Aufschlussbohrung S14/21

Der als Anlage 1 beigefügten Lageskizze können die Neubaukubaturen der planerisch verabschiedeten Doppelhäuser, die benachbarten Bestandsliegenschaften, die Standorte der ausgeführten Baugrunderkundungen S1 – S14/21 sowie der zugrunde gelegte Höhenfestpunkt (OK Schachtdeckel auf Straße liegend!) entnommen werden.

Die Geländehöhen wurden an den Erkundungsstellen eingemessen und auf einen frei gewählten Höhenbezugspunkt, Oberkante Schachtdeckel auf Straße liegend (siehe Anlage 1, Lageskizze) bezogen. Dieses Niveau wurde als $\pm 0,00$ m HFP bezeichnet.

Es wurden Geländehöhen an den Sondierstandorten nivelliert mit -1,56 m HFP (Versickerung Doppelhaus I) bis -0,13 m HFP im Untersuchungsbereich der Aufschlussbohrung S7/21 (Doppelhaus III).

Die erbohrten Schichtenfolgen wurden in zeichnerischer Profilform als Anlagen 2.1 bis 2.14 beigefügt, einschließlich der dazugehörigen Legende (Abkürzungen nach DIN 4.022 T. 1 / DIN 4.023 ff.), die ergänzend als Anlagenkonvolut 2.15 und 2.16 beigeheftet ist.

Die Ansprache des ausgetragenen Bohrgutes erfolgte nach DIN EN ISO 14.688 vor Ort und die geologische Einstufung nach vorhandenen Erfahrungen.

Gestörte Bodenproben wurden entnommen und in unserem geotechnischen Labor bodenmechanisch klassifiziert.

Aus den zeichnerischen Profildarstellungen geht hervor, dass die Deckschicht des zu erschließenden Geländeareals zunächst aus humosen Sanden besteht.

Kornanalytisch handelt es sich zum überwiegenden Teil um humose, schwach schluffige, schwach feinsandige Mittelsande, die bereichsweise mit einem erhöhten Anteil an Ziegelbruch aufgeschlossen wurden.

Partiell wurden auch erhöhte Schluffanteile festgestellt im Nahbereich S5/21 (Doppelhaus II).

Entsprechend den vorliegenden Schichtenverzeichnissen können die Auftragsböden mit Mächtigkeiten dargestellt werden zwischen minimal 0,7 m (S11/21 \Rightarrow Versickerung Doppelhaus II) bis max. 2,8 m im Nahbereich S7/21 (Doppelhaus III).

Gem. dem Resultat unserer Aufschlussbohrungen folgen unterlagernd gemischtkörnige Böden.

Während im Umfeld der ausgeführten Aufschlussbohrungen S5, S6 und S8/21 weichplastische Schluffe folgen mit bereichsweise stark erhöhten Anteil organischen Ursprungs, stehen hingegen im übrigen Untersuchungsbereich, nämlich S1, S2, S3, S4, S7, S9 – S14/21 enggestufte Sande in wenigstens lockerer Lagerung an.

Die dargestellten Schluffe beschreiben vorwiegend weich-steife und lokal auch weiche Konsistenzen und wurden aufgeschlossen mit Mächtigkeiten zwischen 0,6 m im Nahbereich S6/21, resp. 2,1 m im Umfeld S8/21.

Dies entspricht einer Tiefe von 3,2 m bzw. 3,6 m unter jeweiliger Geländeoberkante.

Unterlagernd folgt, wie im übrigen Untersuchungsbereich homogen anstehend, ein locker gelagerter Sand.

Bei den Sanden handelt es sich um Sedimentablagerungen jüngster Entstehungsgeschichte, die dem Holozän zuzuordnen sind.

Die anteilige Kornzusammensetzung kann überwiegend als Fein- / Mittelsand dargestellt werden, wobei die unterlagernden Sande bereichsweise durch humose Schlieren gebändert werden.

Dieser so beschaffene Baugrund von zugleich lockerer Lagerung, wurde bei allen Aufschlussbohrungen bis zum Teufenende (max. 6 m) nicht durchstoßen.

Es kann somit abschließend konstatiert werden, dass ein wechselhafter Baugrund gegeben ist.

Weitere Einzelheiten zu den erbohrten Schichtenfolgen, Lagerungsdichten gewachsener Sande bzw. Konsistenzbereiche der erbohrten Schluffe können dem beigefügten Anlagenkonvolut 2.1 – 2.14 entnommen werden.

2.2 Wasser im Baugrund

Bei den Bohrarbeiten wurde die Grundwasseroberfläche in den Bohrlöchern zwischen 2,1 m (S3/21) bzw. 3,6 m (S6/21) unter jeweiliger Geländeoberkante gemessen.

Es kann somit resümiert werden, dass einer dezentralen Versickerung anfallenden Oberflächenwassers aus hydrogeologischer Sicht zugestimmt werden kann gem. aktuellem Regelwerk DWA-A 138 / 2005.

Im Umfeld der ausgeführten Aufschlussbohrungen S5, S6 und S8/21 wurde ungünstig ab 1,7 m ein Schichtenwasserstand angetroffen. Hierbei handelt es sich aufgrund der wasserundurchlässigen Schlufflage um „Tag- / Schichtenwasser“.

Im übrigen Untersuchungsbereich wurde die entspannte Grundwasseroberfläche in überwiegend 2,1 – 3,7 m (S1/21) angetroffen.

Weitere Einzelwasserstände sowie Angaben über Schichtenwasserstände können den beige-fügten Anlagen entnommen werden.

2.3 Bodenmechanische Untersuchungen

Aus den bei den Erkundungsarbeiten angetroffenen Böden wurden gestörte Bodenproben der Güteklasse 3 – 4 entnommen, aus denen nach erfolgter Klassifizierung repräsentative Bodenproben ausgewählt und in unserem bodenmechanischen Labor untersucht wurden, um wesentliche Kennziffern zu ermitteln, die für die Beurteilung der geplanten Neubaugründung erforderlich sind.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen werden im Folgenden kurz beschrieben, ergänzt durch Erfahrungswerte der Geo Rohwedder GmbH aus der unmittelbaren Nachbarschaftsumgebung.

2.3.1 Raumbewichtsbewertungen

Für alle grundbautechnischen und erdstatischen Berechnungen sind die verschiedenen Wichten von Bedeutung. Die Wichte eines Bodens ist die auf das Volumen bezogene Gewichtskraft.

Es wurden daraufhin im geotechnischen Labor der Geo Rohwedder GmbH die Wichten, gem. DIN EN ISO 17.892-2:2015-03, labortechnisch bestimmt.

Hierbei wurden die Proben in überwiegend lockerer Lagerung in die Versuchspartellen eingebaut und folgende Streubereiche nachgewiesen:

- **Sand**
(6 Stck. Einzelversuche) $\Rightarrow 17,84 \text{ kN/m}^3 \leq \gamma_{n,k} \leq 17,91 \text{ kN/m}^3$

Die gewonnenen Einzelbefunde der Wichtebestimmungen bestätigten die Bodenansprache der Geo Rohwedder GmbH in der Örtlichkeit bzw. führten zu geringen Korrekturen nach vorheriger Klassifizierung.

2.3.2 Wassergehaltsbestimmungen

Der Wassergehalt w_n einer Bodenprobe ist das Verhältnis der Masse des im Boden vorhandenen Wassers, das bei einer Temperatur von + 105 °C verdampft, zur Masse der trockenen Probe.

Die Wassergehaltsuntersuchung dient ferner der Auskunft über die Verdichtbarkeit der Böden, deren Verdichtung von einem bestimmten Wassergehaltsbereich abhängt, über die Zustandsform bindiger Böden und über ihre Zusammendrückbarkeit und Tragfähigkeit.

Der Wassergehalt ist die Masse des im Porenraum vorhandenen Wassers, bezogen auf die Trockenmasse der Bodenproben und wird experimentell nach DIN EN ISO 17.892-1:2015-03, bestimmt. Die hierbei gewonnenen Einzelbefunde können wie folgt dargestellt werden:

- Auftragboden
(2 Stck. Einzelversuche) \Rightarrow 18,79 % \leq w_n \leq 19,60 %

- Schluff, org.‘
(4 Stck. Einzelversuche) \Rightarrow 20,56 % \leq w_n \leq 49,27 %

Der Spielraum in den vorstehenden Streubereichen zeigt sehr deutlich, dass die erbohrte Baugrundsystematik ein sehr wechselhaftes bodenmechanisches Verhalten besitzt.

Hingegen die unterlagernden Sande als verhältnismäßig guter Gründungsträger darzustellen ist.

Die ermittelten Einzelbefunde der Wassergehaltsbestimmungen sind auf den Anlagen 2, links neben den jeweiligen Bohrprofilen, den entsprechenden Probeentnahmetiefen zugeordnet, dargestellt.

2.3.3 Kornverteilungsuntersuchungen

Zur Bestimmung der anteiligen Kornzusammensetzung wurde an insgesamt 5 Stck. einzelnen Materialproben eine Nass-Sieb-Analyse nach DIN 18.123-4 / DIN EN 933-1 bzw. DIN EN ISO 17.892-4: 2017-4, im Labor des Sachverständigen, durchgeführt.

Die gewonnenen Einzelbefunde wurden in graphischer Darstellung auf den Anlagen 3.1 bis 3.5 diesem Gutachten beigelegt.

Anhand der Kornverteilungslinien (Summenlinien) können überdies noch weitere bodenmechanische Eigenschaften abgeleitet werden.

Demzufolge handelt es sich um folgende Probenentnahmen:

- **Doppelhaus I**
Entnahmebereich ⇒ S10/21, Entnahmetiefe 1 - 2 m (Mischprobe)

- **Doppelhaus II**
Entnahmebereich ⇒ S11/21, Entnahmetiefe 1 – 2 m (Mischprobe)

- **Doppelhaus III**
Entnahmebereich ⇒ S12/21, Entnahmetiefe 1 – 2 m (Mischprobe)

- **Wohnhaus IV**
Entnahmebereich ⇒ S13/21, Entnahmetiefe 1 – 2 m (Mischprobe)

- **Wohnhaus V**
Entnahmebereich ⇒ S14/21, Entnahmetiefe 1 – 2 m (Mischprobe)

Gemäß beigelegten Anlagenkonvolut wurde für die untersuchten Sande folgende Bodenart festgelegt:

- **Mittelsand**

Überdies kann nach DIN 18.196, Tab 1 und 2, für den untersuchten Sand holozänen Ursprungs folgende Klassifizierung dargestellt werden:

- **SE (enggestufter Sand)**

Fernerhin wurden die Ungleichförmigkeitsgrade nachgewiesen, die Einzelwerte ergaben von je:

- $C_u = 1,5$

Es wurden keine Schluffanteile ($\leq 0,06$ mm) nachgewiesen, sodass es sich um einen hydraulisch wirksamen Untergrund handelt.

Weiterhin wurden für hydraulische Bemessungen Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte empirisch nachgewiesen nach dem Verfahren von „HAZEN“.

Demzufolge wurde die mittlere Wasserdurchlässigkeit labortechnisch dargestellt werden mit:

- $6,9 \times 10^{-4} \text{ m/s} \leq k_f \leq 7,7 \times 10^{-4} \text{ m/s}$

Es kann somit konstatiert werden, dass die unterlagernden Sande eine hervorragende Wasserdurchlässigkeit repräsentieren, sodass einer dezentralen Versickerung aus hydrogeologischer Sicht unter Einhaltung unserer Vorgaben zugestimmt werden kann.

Überdies wird ein Korrekturfaktor zur Festlegung des Bemessungs- k_f -Wertes nach Tab. B.1 dargestellt mit $\eta = 0,2$.

Weitere Bemessungswerte für eine dezentrale Versickerung werden in Abschnitt 3 d. Gutachtens näher dargestellt.

Gewonnene Einzelbefunde, wie beispielsweise Frostsicherheit / Reibungswinkel / Kiesanteile / etc. können hingegen den Anlagen 3.1 bis 3.5 entnommen werden.

2.4 Homogenbereiche nach VOB Ergänzungsband 2015 DIN 18.300 August 2015

Im August 2015 wurde die alte DIN 18.300, DIN 18.301 und DIN 18.319 zurückgezogen und jeweils durch die DIN 18.300: 2015-08, DIN 18.301: 2015-08 und die DIN 18.319: 2015-08 ersetzt.

Hierbei wurden die ehemals zugeordneten Bodenklassen nunmehr durch Homogenbereiche ersetzt.

Ein Vorschlag hinsichtlich der Zuordnung entsprechender Homogenbereiche wird wie nachstehend zugeordnet, jedoch ohne Zusicherung auf Richtigkeit, da für eine absolute richtige Zuordnung weitere / gezielte Aufschlussbohrungen erforderlich wären!

- **Homogenbereich A** \Rightarrow **humose Deckschicht / Auftragsboden**
- **Homogenbereich B** \Rightarrow **Sand / schluffiger Sand / organischer Sand**
- **Homogenbereich C** \Rightarrow **Schluff/sandiger Schluff/organischer Schluff**

2.5 Bandbreiten charakteristischer Bodenkennwerte (cal.-Rechenwerte)

Auf der Grundlage der Baugrunderkundungen und der ausgeführten Laboruntersuchungen sowie unter Berücksichtigung unserer regionalen Erfahrungen, können in erdstatischen Berechnungen die nachfolgend aufgeführten charakteristischen Bodenkennwerte, unter Einbeziehung des jeweiligen Sicherheitsbeiwertes gem. DIN EN 1.997-1, wie folgt in Ansatz gebracht werden (die für die bindigen Böden dargestellten Kennwerte gelten für den konsolidierten Zustand):

Bodenart	Raumgewicht		Scherfestigkeit	Kohäsion	Steifemodul
	natürlich	unter Auftrieb			
	γ_k kN/m ³	γ'_k kN/m ³			
Auffüllung	Für bautechnische Zwecke nicht geeignet				
Auffüllung, rollig, locker-mitteldicht	17,0	9,0	22,5	0,0	< 15
Darg, weich	12,0	3,0	15,0	5,0	≤ 0,4
Mudde, weich Faulschlamm	13,0	3,0	20,0	6,0	≤ 0,5
Mudde, breiig Faulschlamm	12,0	2,0	16,0	5,0	≤ 0,5
Torf, weich	11,0	1,0	13,0	5,0	≤ 0,4
Sand holozän, minerealisch rein, locker	18,0	10,0	30,0	./.	< 10
Sand, holozän, mineralisch rein, locker bis mitteldicht	18,0	10,0	31,0	./.	12 - 15
Ersatzboden, kornabgestufter Füllsand, verdichtet auf mindestens 100 % der einfachen Proctordichte	19,0	11,0	35,0	./.	≤ 40,0

3. Gründungsempfehlung

3.1 Hydrogeologische Vorgaben

Flächen mit bis in eine Tiefe von mindestens 1,5 m unter vorhandener Geländeoberkante (GOK) anstehenden Sanden und einem Grundwasserflurabstand $\geq 1,5$ m sind für eine Versickerung von Niederschlagswasser geeignet, während bei oberflächennah vorhandenen bindigen Böden bzw. nur geringmächtigen Sanden eine Versickerung nicht möglich ist.

Nach den Ergebnissen der vorliegenden Aufschlussbohrungen und der hierauf basierenden Laborbefunden der Geo Rohwedder GmbH kann unter Einhaltung unserer Empfehlungen eine dezentrale Versickerung von Niederschlagswasser im folgenden Gründungsbereich vorgenommen werden:

- Doppelhaus I ⇒ Aufschlussbereich S10/21
- Doppelhaus II ⇒ Aufschlussbereich S11/21
- Doppelhaus III ⇒ Aufschlussbereich S12/21
- Wohnhaus IV ⇒ Aufschlussbereich S13/21
- Wohnhaus V ⇒ Aufschlussbereich S14/21

Grundsätzlich gibt es 4 verschiedene Möglichkeiten für die dezentrale Versickerung von Niederschlagswasser:

- ***Flächenversickerung:***

Hierbei wird das Niederschlagswasser offen und ohne wesentlichen Aufstau entweder direkt durch durchlässig befestigte Oberflächen oder flächenhaft in den Seitenräumen undurchlässig befestigter Flächen versickert. Bei dieser Form der Versickerung ist keine wesentliche Speicherung des Niederschlages möglich. Die Versickerungsintensität muss größer als die Intensität des Bemessungsregens sein.

- ***Muldenversickerung:***

Dies ist eine Variante der Oberflächenversickerung, bei der eine zeitweise Speicherung angesetzt werden kann. Das Wasser wird in Versickerungsmulden (Tiefe 0,50 m) zwischengespeichert und an den Untergrund abgegeben.

- ***Rigolen- und Rohrversickerung:***

Das Niederschlagswasser wird oberirdisch in einen kiesgefüllten Graben (Rigole) oder unterirdisch in einen in Kies gebetteten, perforierten Rohrstrang geleitet, dort zwischengespeichert und verzögert in den Untergrund abgegeben.

- **Schachtversickerung:**

Bei dieser Versickerungsmethode wird das Wasser in einem durchlässigen Schacht zwischengespeichert und verzögert in den Untergrund abgegeben.

Bei den beschriebenen Möglichkeiten zur dezentralen Versickerung ist anzumerken, dass bei einer Schachtversickerung gem. ATV, Regelwerk Abwasser-Abfall-Arbeitsblatt 138, zwischen dem oberen Horizont des Grundwassers bzw. der Oberkante der stauenden Schicht und der Schachtsohle ein Abstand von mindestens 1 m vorhanden sein muss.

Im vorliegenden Fall sollte die Niederschlagsversickerung überwiegend durch Rohr- und Rigolenversickerung, in Kombination mit einer Muldenversickerung, erfolgen. Da diese Methoden auf unterschiedliche Weise das natürliche Schutzpotential des Bodens beeinflussen, sollte vorrangig von dem Grundsatz ausgegangen werden, dass Lösungen, die in einem höheren Maße das Schutzpotential des Bodens mit einbeziehen, wie Flächen- und Muldenversickerung, denen mit der Einbeziehung eines geringeren Schutzpotentials, wie Rigolen- oder Rohrversickerung, vorzuziehen sind.

Die Versickerungsanlage für die Rohr- und Rigolenversickerung ist so anzulegen, dass die ankommende Regenwasserleitung zunächst in einen Verteilerschacht DN 1200 geleitet wird, der sowohl als vorgeschaltete Absetzeinrichtung für eingetragene Schweb- und Feststoffe als auch als Wartungsschacht fungiert. Zur Versickerung sollten entsprechend ATV Rohre < DN 300 aus Wartungsgründen nicht verwendet werden.

Die Geo Rohwedder GmbH wurde zunächst gebeten, die Möglichkeit der Versickerung anfallenden Oberflächenwassers durch eine Schachtversickerung näher zu spezifizieren.

Es wurden daraufhin zahlreiche Bemessungen vorgenommen wie folgt.

Dem Sachverständigen wurde mitgeteilt, dass für hydraulische Bemessungen eine gesamt versiegelte Fläche zugrunde gelegt werden soll mit:

- $\underline{A_U = 570 \text{ m}^2}$

Gem. Anlagenkonvolut 5.2 sind bei einer Schachtversickerung (Typ A) mit einem \emptyset von 1,5 m nach Regelwerk DWA-A 138, wenigstens 3 Stck. Einzelschachtanlagen notwendig. Die Absetztiefe des dargestellten Schachtes ($\emptyset = 150 \text{ cm}$) kann mit 2,2 m unter jeweiliger Geländeoberkante beziffert werden.

Der hiermit verbundene Aufwand ist unverhältnismäßig hoch, sodass nach telefonischer Abstimmung mit dem Auftraggeber schlussendlich eine Rigolenversickerung verabschiedet worden ist.

Es wurde daraufhin gem. Anlagenkonvolut 5.1 eine Rigolenversickerung hydraulisch nachgewiesen.

Somit können je Grundstücksparzelle die dargestellten Rigolen platziert werden.

Aufgrund der örtlichen Gegebenheiten wird vom Sachverständigen angeregt, die dargestellten Rigolenversickerung an der östlichen Grundstücksgrenze zu platzieren Richtung „indirekte Bodensenke“.

Bei der Rigolenversickerung wird das Niederschlagswasser oberirdisch in einen mit Kies oder anderem Material mit großer Speicherfähigkeit gefüllten Graben (Rigole) geleitet, dort zwischengespeichert und entsprechend der Durchlässigkeit des umgebenden Bodens verzögert in den Untergrund abgegeben.

Die Speicherkapazität ergibt sich aus den Querschnittsabmessungen der Rigole, aus dem Porenvolumen des Füllmaterials und der beabsichtigten oder zur Verfügung stehenden Längsentwicklung des Versickerungsstranges.

Es wurden umfangreiche Bemessungen einer Rigolenversickerung durchgeführt, sodass unter Einhaltung unserer Empfehlungen die dargestellte Rigolenversickerung praktiziert werden kann.

Aus wirtschaftlichen Gründen wird diesbezüglich empfohlen, eine Rigolenbreite mit $b = 0,8$ m zu praktizieren, die eine Gesamttiefe aufweist von $h = 0,50$ m.

Alternativ kann eine Rigolenbreite mit $b = 1$ m praktiziert werden, die ebenfalls mit 0,5 m Tiefe zu gestalten ist. Hierbei ist eine erforderliche Rigolenlänge von $L_0 = 30$ m erforderlich.

Es wurde hierbei ungünstig ein Grundwasserstand mit 2,2 m unter Geländeoberkante dargestellt, sodass bei einem Speicherkoeffizienten mit $s = 0,280$ aus hydrogeologischer Sicht keine Bedenken bestehen.

Für Belange der Erdarbeiten kann unter Darstellung der gewonnenen Einzelbefunde ein erforderliches Speichervolumen dargestellt werden mit $V = 2,5$ m³.

Die Bemessung des Sachverständigen ist sowohl für die geplanten Doppelhäuser als auch für die noch zu erschließenden Wohnhäuser (Wohnhäuser IV und V) zu berücksichtigen.

Sollten jedoch größere Flächen versiegelt werden mit $A > 600$ m² je Grundstück, so sind nach Planungsfortschreibung weitere Bemessungswerte durch die Geo Rohwedder GmbH zu erarbeiten.

Weitere Bemessungswerte und Einzelbefunde können den Anlagen 5.1 und 5.2 entnommen werden.

3.2 Allgemeines

Die ausgeführten Baugrundaufschlussbohrungen und die hierauf basierenden Laborbefunde der Geo Rohwedder GmbH haben ergeben, dass im Gründungsbereich der geplanten baulichen Anlagen ein wechselhafter Baugrund ansteht.

Von der Geo Rohwedder GmbH wird zunächst angeregt, Oberkante Fertigfußboden der baulichen Anlagen (OK FFB) mit wenigstens +0,4 m über den zugrunde gelegten Höhenfestpunkt (OK Schachtdeckel auf Straße liegend!) anzusiedeln, damit im Gebrauchszustand größere Wasseransammlungen nahezu der Geländeoberkante (GOK) unterbunden werden und zum Anderen ein größerer Grundwasserflurabstand geschaffen wird.

Unter Einhaltung dieser Maßgaben werden folgende Empfehlungen ausgesprochen.

3.3 Abfolge der Erdarbeiten

Die erbohrten Auftragsböden sowie humose Deckschichten sind aufgrund ihrer bauphysikalischen Eigenschaften als nicht hinreichend tragfähig einzustufen.

In Folge ihrer geringen Plastizität sind sie sehr wasserempfindlich und verlieren bei Wasseraufnahme sehr rasch ihre Tragfähigkeit. D. h., sie gehen bereits bei geringer Wasseraufnahme von natürlichem Zustand in einen weich bis breiigen Zustand über und sind dann ohne erdbautechnische Maßnahmen nicht mehr befahrbar bzw. bearbeitbar. Verstärkt wird dieser Vorgang durch Baustellenverkehr / Aufnahme der Erdarbeiten.

Grundsätzlich kann von einer hinreichend tragfähigen Baugrundsituation im Bereich der Neubaugründung ausgegangen werden.

Aufgrund des Schwankungsbereiches der erbohrten Auftragsböden bis lokal 2,8 m Tiefe werden Setzungsunterschiede unzulässig hoch sein. Die Minimierung der auftretenden Setzungen innerhalb eines zulässigen Rahmens soll in Form eines oberflächennahen Bodenaustausches unter dem Aspekt der Gebrauchstauglichkeit und technischen Machbarkeit erfolgen.

Unter Zugrundelegung der vorliegenden Aufschlussbohrungen sind zunächst mit folgenden Aushubtiefen zu rechnen– *vorbehaltlich der Bestätigung durch Baugrubenabnahmen, die durch die Geo Rohwedder GmbH zu veranlassen sind* – wie folgt:

- | | | | |
|---------------------------|--------------|---|----------------------|
| • Aufschlussbereich S1/21 | ⇒ A ~ 2 m* | } | Doppelhaus I |
| • Aufschlussbereich S2/21 | ⇒ A ~ 2 m* | | |
| • Aufschlussbereich S3/21 | ⇒ A ~ 1,2 m* | | |
| • Aufschlussbereich S4/21 | ⇒ A ~ 0,8 m* | } | Doppelhaus II |
| • Aufschlussbereich S5/21 | ⇒ A ~ 2 m* | | |
| • Aufschlussbereich S6/21 | ⇒ A ~ 2 m* | | |

- | | | | |
|---------------------------|---|------------|------------------|
| • Aufschlussbereich S7/21 | ⇒ | A ~ 2 m* | } Doppelhaus III |
| • Aufschlussbereich S8/21 | ⇒ | A ~ 2 m* | |
| • Aufschlussbereich S9/21 | ⇒ | A ~ 1,2 m* | |

** definitive Angaben werden im Zuge einer Baugrubenabnahme durch die Geo Rohwedder GmbH in der Örtlichkeit explizit dargestellt!*

Im rückwärtigen, resp. östlichen Parzellierungsbereich sind entsprechend den ausgeführten Aufschlussbohrungen S10 bis einschl. S14/21, die nachweislich repräsentativ für die geplanten Versickerungsanlagen niedergebracht wurden, Aushubtiefen einzuplanen mit wenigstens 0,6 m, resp. 1,2 m im Nahbereich S9/21.

Bei Erreichen der dargestellten Aushubtiefen ist durch die Geo Rohwedder GmbH unbedingt eine Baugrubenabnahme zu veranlassen, da bereichsweise noch Auffüllschichten im Untergrund verbleiben. Die hinreichende Eignung kann jedoch erst im Zuge einer Baugrubenabnahme durch den Sachverständigen explizit festgelegt werden, sodass ggf. auch Tieferschachtungen vorzunehmen sind bis zu lokal 2,8 – 3 m unter vorhandener Geländeoberkante. Hierauf wird explizit aufmerksam gemacht.

Bei Erreichen des mineralisch reinen Sandes sind hingegen keine größeren bautechnischen Maßnahmen zu ergreifen, die über das praxisgängige Maß hinausgehen.

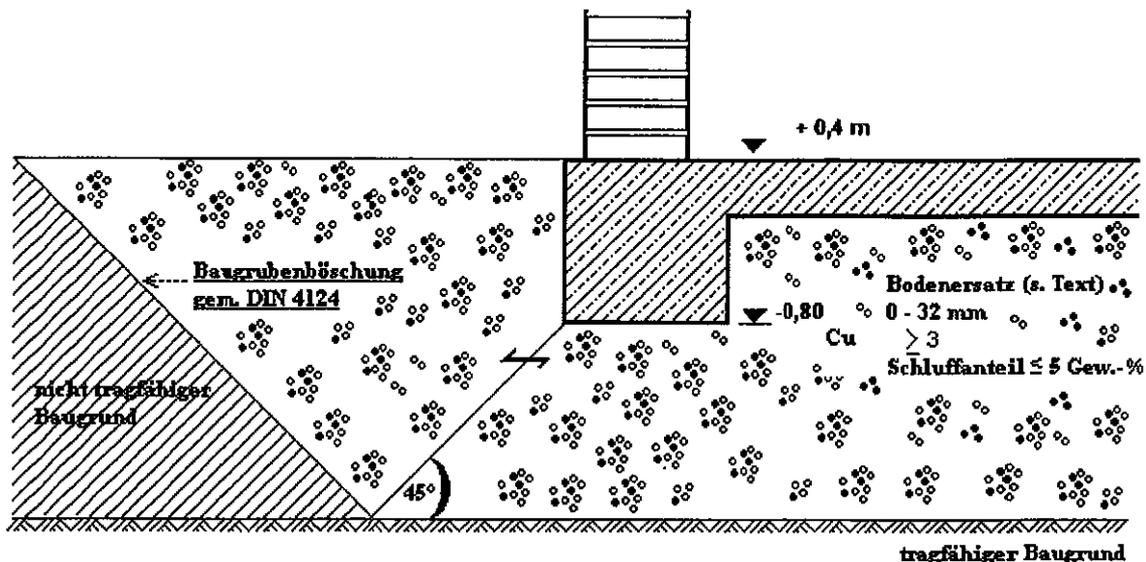
Je nach Bauabschnitt sollten Baugrubenabnahmen veranlasst werden, um zum Einen die örtlich freigelegte Baugrundsituation flächenhaft in Augenschein nehmen zu können und zum Anderen die in diesem geotechnischen Gutachten angetroffenen Annahmen / Empfehlungen und Vorgaben abzugleichen sowie die in der Tragwerksplanung dargestellten Bemessungswerte zu bestätigen. Hierbei kann nicht ausgeschlossen werden, dass geringfügige Tieferschachtungen notwendig werden, nämlich dann, wenn in der vermeintlichen Aushubebene der freigelegte Auftragsboden weichplastische Konsistenzen aufweist.

Sollten während der Erdarbeiten Niederschläge fallen oder vorausgegangen sein, so ist nach Freigabe der eingesehenen Baugrundsituation sukzessiv ein Geotextil (Vliesstoff) als Trennschicht zwischen freigegebener / eingesehener Baugrubensohle und aufzubauendem Ersatzbodenpolster einzubringen. Damit wird gewährleistet, dass die darüber einzubringende Ersatzbodenschicht geschützt und somit ein entsprechendes Widerlager beim Verdichten geschaffen wird. Im Bedarfsfall ist ein einschichtiger, mechanisch verfestigter Vliesstoff der Geotextilrobustheitsklasse **GRK 3** gem. Merkblatt FGSV (M Geok E 2005) zu verlegen. Die Bahnen sind gem. den Empfehlungen der FGSV (Merkblatt für die Anwendung von Geotextilien und Geogittern im Erdbau des Straßenbaus) zu verlegen. Die Überlappungsverluste sind einzurechnen und der Vliesstoff ist im Vor-Kopf-Einbau zu beschütten. Es ist ein Flächengewicht einzuhalten von wenigstens $A_G \geq 220 \text{ g/m}^2$.

Nach Freigabe durch die Geo Rohwedder GmbH ist bis zur geplanten Sohlplattenunterkante der Neubaugründung ein kornabgestufter Füllsand mit niedrigem Schlämmkornanteil (≤ 5 Gew.-%) einzubauen auf mitteldichte-dichte Lagerungen. Der Ungleichförmigkeitsgrad ist sicherzustellen mit mindestens $C_u \geq 3$ und der Ersatzboden ist im erdfeuchten Zustand lagenweise (je Schüttlage ca. 30 – 40 cm) mit einem mittleren Flächenrüttler (z. B. AT 4000 o. gl.) kreuzweise durch etwa 3 – 4 Übergänge zu verdichten. Hierbei ist darauf zu achten, dass Oberkante Fertigfußboden (OK FFB) der baulichen Anlagen mit wenigstens +0,4 m über den zugrunde gelegten Höhenfestpunkt angesiedelt werden kann.

Der kornabgestufte Füllsand (schluffarmer Sand der Bodengruppe SI oder SW nach DIN 18.196) ist unter Berücksichtigung eines Druckausstrahlungsbereichs von $\alpha \leq 45^\circ$ nach außen zu verwenden.

In der folgenden Prinzipskizze wird diese Maßnahme schematisch dargestellt:



An dieser Stelle wird darauf aufmerksam gemacht, dass Lagerungsschwankungen der Sande jüngster Entstehungsgeschichten sowie Konsistenzschwankungen der lokal anstehenden Schluffe mit organischen Beimengungen, die in größerer Tiefe anstehen, im Baugrund verbleiben können, sofern die hierdurch geringfügig ausgelösten Setzungen (sog. „Seichtsetzungen“) in Kauf genommen werden. Die möglichen Auswirkungen des leicht vergrößerten Setzungsverhaltens können durch konstruktive Maßnahmen (s. Abschnitt 4 d. Gutachtens) vollständig kompensiert werden.

Größere Verdichtungsgeräte, wie z. B. Rüttelwalzen, sollten nicht eingesetzt werden, da hierdurch erhebliche Schwingungen im tieferreichenden Baugrund erzeugt werden, die wiederum ein Aufweichen (Liquefaction-Effekt) hervorrufen.

Diese Aktivierung des Porenwasserüberdrucks führt zu einem Herabsetzen der Scherparameter, sodass langfristig größere, unvorhersehbare Setzungen eintreten können. Die Erdarbeiten sind mit einem Bagger auf Kettenfahrwerk in rückschreitender Arbeitsweise mit Glattschaufel vorzunehmen.

Die erreichte Verdichtung sollte mittels Rammsondierungen gem. DIN EN 22.476-2: 2005 durch die Geo Rohwedder GmbH überprüft werden. Hierbei sind unterhalb einer üblichen Störzone von ca. 30 – 40 cm Schlagzahlen zu erreichen mit mindestens $N_{10} \geq 10 - 12$ Schläge auf 10 cm Eindringung der Messsonde, die eine mitteldichte Lagerung der Sande bestätigen. Nach positivem Ausgang der Verdichtungsüberprüfungen können die Fundamentarbeiten aufgenommen werden.

3.4 Bemessungswert des Sohldruckwiderstandes

Der zulässige Sohldruckwiderstand ist keine alleinige bodenspezifische Kenngröße, sondern eine Funktion des Verformungsverhaltens und der Grundbruchsicherheit der Fundamente. Beide Randbedingungen sind als zulässig nachzuweisen (Grenzzustand der Tragfähigkeit, GEO-2 und Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit, SLS). Die Berechnung der Grundbruchsicherheit erfolgt gemäß EC 7 und dem nationalen Anhang DIN 1.054 (2010-12) sowie der DIN 4.017 (2006-03).

Im Folgenden werden die zulässigen Sohldrücke angegeben. Die Berechnungen gelten für den Lastfall BS-P (Lastfall 1 „ständige Bemessungssituation“) und lotrechten, zentrischen Lasteintrag.

Demzufolge ist gem. Anlage 4 ein Sohldruckwiderstand (charakteristisch!) auszuschöpfen mit einem Wert von:

$$\bullet \quad \underline{\sigma_{E,k}} < \underline{200 \text{ kN/m}^2}$$

Sofern mit dem Teilsicherheitskonzept nach DIN EN 1.997 und DIN 1.054: 2010-12 gearbeitet werden soll und der Bemessungswert $\sigma_{R,d}$ des Sohldruckwiderstandes (Bodenpressung!) benötigt wird, kann der dargestellte Wert mit dem Faktor 1,4 multipliziert werden.

Für schräg und außermittig belastete Fundamente sind im Bedarfsfall besondere Nachweise erforderlich. Hierauf wird explizit aufmerksam gemacht.

3.5 Setzungsprognosen

Die zu erwartenden Setzungen werden in Anlehnung an die DIN 1.054 bzw. DIN 4.019 nach folgender Formel prognostiziert:

$$s = \int \left(\frac{\sigma_{zul} \cdot d_z}{E_s} \right) \cdot \beta$$

Darin bedeuten:

- σ_z = Auflast in kN/m²
- $\int d_z$ = mittlere Schichtstärke
- E_s = Steifemodul der betrachteten Bodenschicht
- β = Konsolidationskonstante in Abhängigkeit der Homogenität des Bodens

Überdies wurde auf der Anlage 4 das erwartbare Setzungsmaß EDV-gestützt dargestellt unter Einhaltung unserer Empfehlungen mit einem Streubereich von ca. $s \sim 1 - 1,3$ cm.

Fernerhin sind noch sogenannte „Seichtsetzungen“ zu erwarten, herrührend aus Lagerungsschwankungen der holozänen Sande sowie der lokal anstehenden Schluffen, die dargestellt werden können mit $s \sim 12 - 16$ mm, sodass unter Einhaltung unserer Empfehlungen das Gesamtsetzungsmaß prognostiziert werden kann mit ca. $s \sim 2 - 3$ cm.

Diese Setzungen ergeben sich theoretisch für die Grundrissmittelfläche der Einzelgründungen, an den Rändern sind dagegen nur Setzungen zu erwarten mit ca. 70 % dieser Werte, zu berücksichtigen sind weiterhin die nicht dauernd wirkenden Verkehrslasten.

Überdies wird ein erheblicher Teil der abgeschätzten bzw. überschlägig unter Zugrundelegung max. zulässig ausgelasteter Fundamente errechneten Setzungen (> 50 %) bei rolligen und sandigen Böden bereits während der Rohbauphase eintreten.

Schädliche Winkelverdrehungen bzw. Schädigungen nach den Untersuchungen von Skempton und McDonald bzw. $\alpha \leq L/300$ sind somit nicht zu befürchten.

3.6 Bettungsmodul

Sollten die baulichen Anlagen nach dem Bettungsmodulverfahren statisch bemessen werden, so wird empfohlen, in der Tragwerksplanung folgende Streubereiche diesbezüglich einzuhalten:

- $K_{smin.} - K_{smax.} \sim 14 - 16 \text{ MN/m}^3$

Die angegebenen Bettungsmoduli sind zunächst Anhaltswerte, da der Bettungsmodul keine bodenmechanische Kenngröße ist, sondern auch von den geometrischen Abmessungen der Gebäudesteifigkeit und den Gebäudelasten beeinflusst wird.

Das Ergebnis der Sohlplattenbemessung ist deshalb auf Plausibilität (Sohldruck / Setzungen) zu überprüfen.

Ggf. wird eine Anpassung der Bettungsmoduli hinsichtlich Größe und Verteilung in einem weiteren Berechnungsschritt erforderlich.

4. Technische Hinweise

4.1 Baugrubendurchführung

Bei der Herstellung von Baugruben sind die Richtlinien der **DIN 4.124** maßgebend und einzuhalten. Sie besagt, dass ab einer Böschungshöhe von 1,25 m abgeböschert werden muss. Die Böschungsneigung richtet sich u. a. nach den bodenmechanischen Eigenschaften des Bodens. Nach DIN 4.124, Abschn. 3.2.2, sind folgende **Böschungsneigungen β** max. zulässig:

- nicht bindige oder weiche, bindige Böden $\Rightarrow \beta \leq 45^\circ$
- steife bis halbfeste bindige Böden $\Rightarrow \beta \leq 60^\circ$

Die Baugrubenwände sind durch eine sturmfest angebrachte Folie vor Witterungseinflüssen zu schützen, da diese eine erhebliche Verschlechterung der Bodenkennwerte verursachen können. Auf den Oberkanten der Böschungen ist ein mindestens 1,5 m breiter, lastfreier Streifen einzuhalten (keine Stapellasten, Verkehrslasten, Baukran).

4.2 Wasserhaltung

Aufgrund der erbohrten Grundwasserstände sind bei Aufnahme der Erdarbeiten mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit keine Wasserhaltungsmaßnahmen einzuplanen.

Lediglich bei stark vorausgegangenen Regenereignissen kann bei Aufnahme der Erdarbeiten im Gründungsbereich (nahezu der Geländeoberkante) mit größeren Wasseransammlungen gerechnet werden. D. h., dass in Abhängigkeit der zur Bauzeit herrschenden Witterungsverhältnissen durchaus Wasserhaltungsmaßnahmen den örtlichen Gegebenheiten anzupassen sind.

Die Grundwasserabsenkungsmaßnahmen sind dem jeweiligen Bodenaushub vorausgehend vorzuschalten und der Bodenaushub als Trockenaushub durchzuführen.

In diesem Zusammenhang wird darauf aufmerksam gemacht, dass bei vorangegangener Trockenperiode mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit keine Wasserhaltungsmaßnahmen einzuplanen sind.

4.3 Bauwerkshinterfüllungen

Für die Hinterfüllungen der Arbeitsräume ist dort, wo keine nachträglichen Setzungen in Kauf genommen werden können (Verkehrslasten) ausreichend durchlässiger schluffarmer Sand der Bodenklasse SI oder SW nach DIN 18.196 ab OK Fundament lagenweise verdichtet einzubauen. Es ist eine mindestens mitteldichte Lagerung zu erreichen und nachzuweisen.

4.4 Kanal- und Leitungsbau

Bei der Herstellung von Kanalgräben sind die Richtlinien der DIN 4.124 zu beachten. Danach können nicht verbaute Gräben bis zu einer Tiefe von max. 1,25 m mit senkrechten Wänden hergestellt werden.

Tiefere Gräben sind zu böschen oder zu verbauen. Wird geböscht, so ist ohne rechnerischen Standsicherheitsnachweis nach DIN 4.084 ein Böschungswinkel von $\beta \leq 45^\circ$ einzuhalten.

Bei Gräben über 2 m Tiefe ist generell ein Verbau vorzusehen (z. B. Krings-Verbau). Für die Herstellung und Verfüllung von Kanal- und Leitungsräben sind die Richtlinien der DIN 4.124, der ZTVE-StB 09 und der ZTVA-StB 07 zu beachten. Sollte dennoch frei geböscht werden, so sollte auf halber Höhe eine Berme (Breite $\geq 1,5$ m) vorgesehen werden, um abrutschendes Erdmaterial aufzufangen.

4.5 Bewegungsfugen

Zwischen den einzelnen Bauabschnitten bzw. an entstehenden Eck- und Kreuzungspunkten sollten zweckmäßig hinreichend dimensionierte Bewegungsfugen angeordnet werden, die nicht durch die Fundamente geführt werden brauchen. Weitere Bewegungsfugen sollten nach statischem Ermessen großzügig praktiziert werden mit einem stumpfen Stoß.

4.6 Schadstoffe im Boden

Zur Bewertung des Schadstoffanteils im Boden wurden keine Untersuchungen beauftragt. Dennoch sind sämtlich Bodenschichtungen feinsensorisch beprobt worden gem. PN98. Dabei ist feststellbar, dass sowohl die Auftragsböden als auch die natürlichen Erdstoffe keine Anomalien resp. organoleptischen Auffälligkeiten hinsichtlich des Geruches und der Färbung erkennen lassen, sodass derzeit von unbelasteten Erdstoffen im gesamten Baufeld ausgegangen wird. Dementsprechend ist gesundes Arbeiten auf dem Baufeld möglich.

Zur Verifizierung dieser Aussage wird angeraten, am Aushubmaterial eine Deklaration nach LAGA M20 zur Aufzeigung möglicher Entsorgungswege vorzunehmen. Dabei ist eine Untersuchung je 500 m³ Haufwerk zu kalkulieren.

4.7 Fundamentabtreppungen

Im Bereich verschieden tief gegründeter Fundamentbereiche sind Fundamentabtreppungen unter $\alpha \leq 30^\circ$ zur Horizontalen vorzunehmen, damit an den Übergängen eine einwandfreie Abtragung der Lasten gewährleistet ist.

4.8 Verkehrsflächen

Im Bereich geplanter Verkehrsflächen wird empfohlen, humose Deckschichten auszuheben mit Mächtigkeiten von etwa $d \sim 40 - 50$ cm. Danach ist ein frostsicheres Ersatzbodenmaterial (kornabgestufter Füllsand FSS!) in einer Stärke von $d \geq 40$ cm flächenhaft einzubauen auf mitteldichte bis dichte Lagerungen. Auf Oberkante Frostschutzschicht (FSS) ist ein Verformungsmoduli gem. DIN 18.134 mit dem statischen Lastplattendruckgerät nachzuweisen von mindestens $E_{v2} \geq 100$ MPa.

Nach positivem Ausgang ist hierauf bis zur geplanten Unterkante etwaiger Versiegelungen eine Tragschicht (STS) aus dem Körnungsbereich 0 – 45 mm auf mitteldichte-dichte Lagerungen einzubauen. Der Verdichtungserfolg sollte mit dem statischen Lastplattendruckgerät gem. DIN 18.134 auf Oberkante Tragschicht (STS) erfolgen mit einem Nachweis in der maßgebenden Zweitbelastung $E_{v2} \geq 150$ MPa. In diesem Zusammenhang wird darauf aufmerksam gemacht, dass die Belastungsklassen für die Außenflächen hinreichend dimensioniert werden sollten gem. „RStO 12 Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen“, Ausgabe 2012!

Die Tragschichten sind so zu dimensionieren, dass hierauf im Zuge eines ca. 3 – 5 cm mächtigen Bettungssandes gem. DIN 18.318 eine hinreichende Oberflächenversiegelung (z. B. $d \geq 10$ cm mächtiges Betonpflaster!) praktiziert werden kann mit einem ausreichenden Gefälle ($I \geq 1,2$ %!).

Bei der Planung ist überdies zu berücksichtigen, dass großzügig dimensionierte Wassereinflüsse ($A_E \leq 80$ m²) ausgeführt werden sollten. Insbesondere ist die Rückstauenebene zu beachten.

4.9 Abnahmen

Abnahmen durch die Geo Rohwedder GmbH sind zu veranlassen:

- **Während des Aushubs von Baugruben bzw. Erreichen der dargestellten Aushub-tiefen im Bereich der einzelnen Bauabschnitte zur flächenhaften Überprüfung der freigelegten Baugrundsituation und deren Freigabe zum Aufbau mit Ersatzboden,**
- **nach Abschluss von Verdichtungsarbeiten eingebrachter Füllsande, zur Über-prüfung der erreichten Verdichtung und deren Freigabe zur Aufnahme von Fundamentarbeiten,**
- **beim Einsatz etwaiger Wasserhaltungsmaßnahmen während der Erdarbeiten.**

5. Zusammenfassung

Für die Erschließung von 5 Stck. Grundstücksparzellierungen in der Gemeinde St. Michaelisdonn, Gemarkung Hopen, Krs. Dithmarschen, sollte der Untergrund erkundet und bewertet werden. Hierzu erhielt das aufstellende Büro den Auftrag.

Der geologische Untergrund besteht aus anthropogenen Auftragsböden über holozän sedimentierten Sanden sowie organischen Schluffen.

Aus hydrogeologischer Sicht kann einer dezentralen Versickerung zugestimmt werden, sodass vollumfängliche Bemessungen vorgenommen wurden in Anlehnung an das Regelwerk DWA-A 138 / 2005.

Die Baugrundverhältnisse sind in dem vorliegenden Gutachten beschrieben, die charakteristischen Eigenschaften wurden bewertet.

Unter diesen Vorgaben werden der charakteristische Sohlwiderstand, die zulässige Sohlspannung sowie die Spannweite der möglichen Setzungsgrößen beziffert.

Die Aushub- und Gründungssohle muss nach DIN 4.020 durch die Geo Rohwedder GmbH abgenommen werden.

Um nicht das Risiko von unkontrollierten Setzungen entstehen zu lassen, sind die Gründungsarbeiten sorgfältig nach Anweisung des Gutachters durchzuführen. Entsprechend den vielfältigen Wechselbeziehungen zwischen Baugrund und Bauwerk ist das Gutachten nur in seiner Gesamtheit verbindlich.

Die ausgeführten Baugrundaufschlüsse basieren auch bei Einhaltung der nach den gültigen Vorschriften vorgegebenen Rasterabständen zwangsläufig auf punktförmigen Aufschlüssen, sodass Abweichungen von den vorstehend beschriebenen Verhältnissen zwischen den Ansatzpunkten nicht völlig ausgeschlossen werden können. Es werden qualitative Hinweise dargestellt zu den Anforderungen an den Ersatzboden und seine Verdichtung, zur Einhaltung von notwendigen Dehnungsfugen, Hinweise zur Fundamentabtreppung bei deutlichen Grundrissänderungen sowie zu Einzelabnahmen des Baugrundes, die durch die Geo Rohwedder GmbH zu veranlassen sind.

Für die Instandhaltung gelten die Begriffe und die allgemeine Verfahrensweise nach DIN 31.051.

Es wird empfohlen, hinreichend dimensionierte Bewegungsfugen vorzuhalten, die nicht durch die Fundamente hindurchgeführt werden brauchen.

Die Bewegungskammern sind zu berücksichtigen mit wenigstens $e \geq 8$ mm und sind mit einem stumpfen Stoß bei Bedarf als Scheinfuge darzustellen.

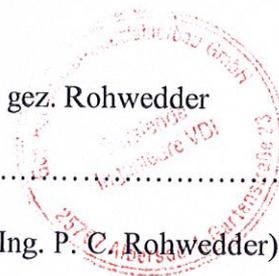
Weitere Bewegungsfugen sollten nach bauphysikalischen Notwendigkeiten bzw. statischen Inhomogenitäten großzügig platziert werden.

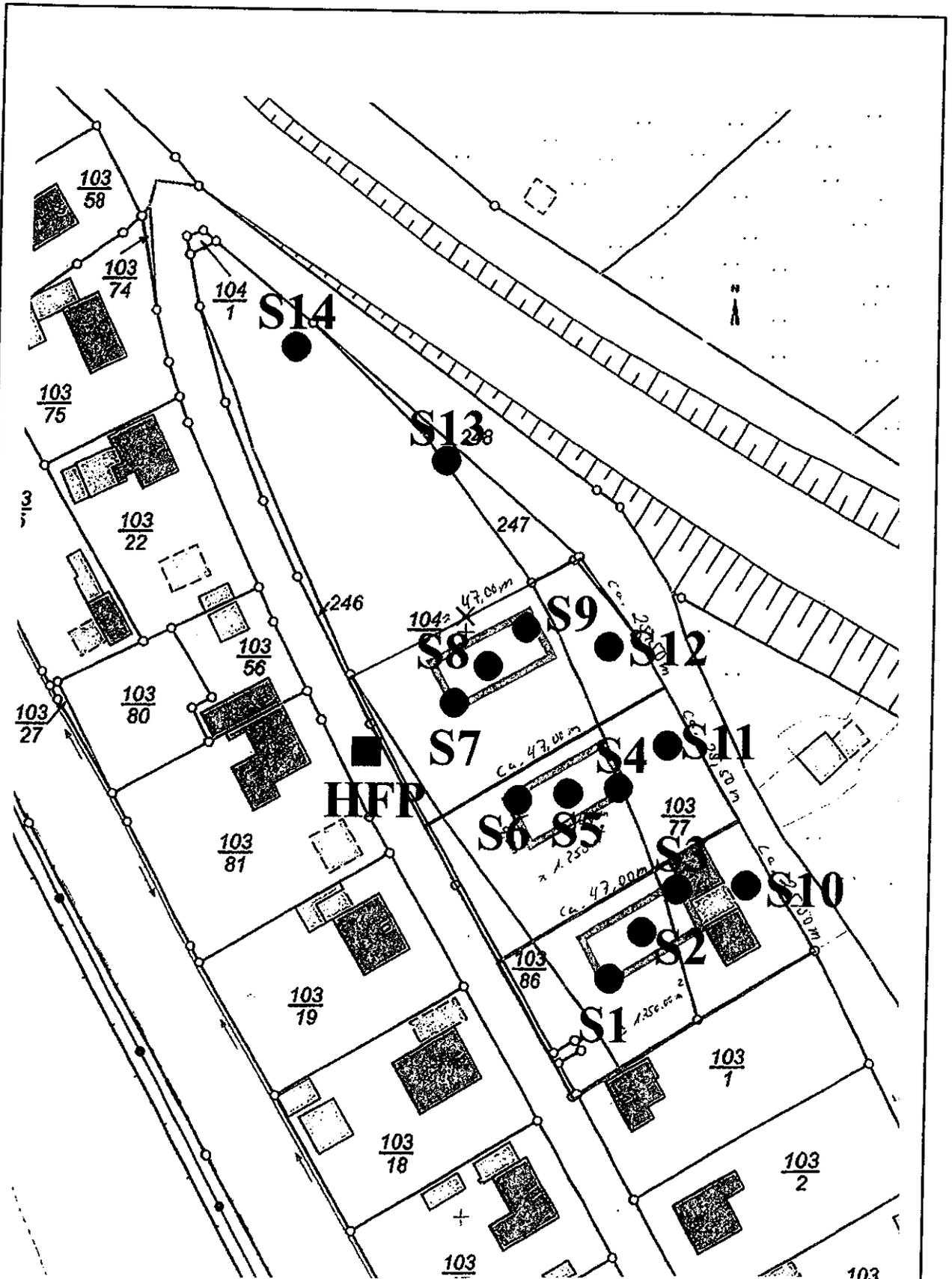
Für Rückfragen und weitere Beratungen, die bei Planungsfortschreibung unerlässlich erscheinen, stehen wir Ihnen weiterhin gern zur Verfügung.

Sachbearbeiter:

gez. Rohwedder

(Dipl.-Ing. P. C. Rohwedder)

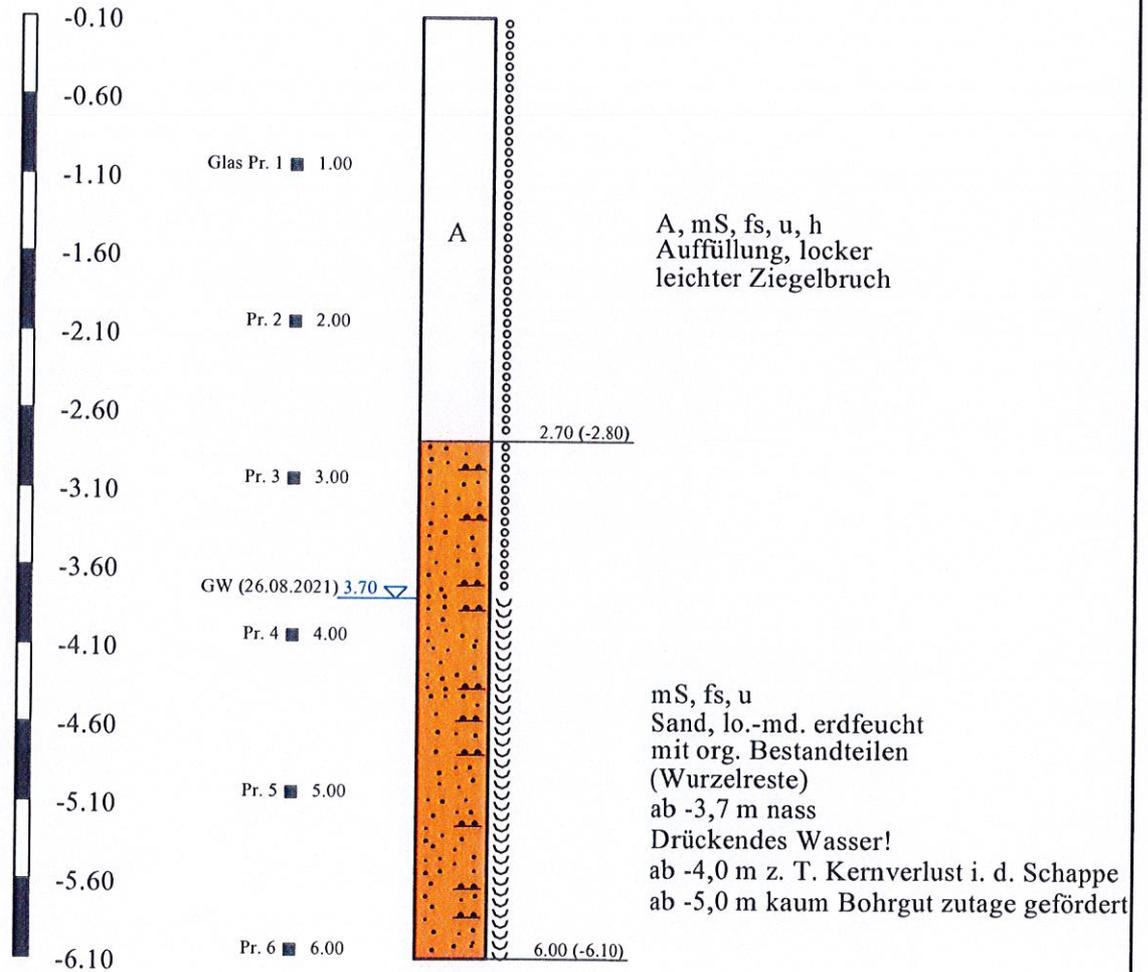




HFP = OK. Schachtdeckel auf Straße liegend

<p>Geo Rohweder Ingenieurbüro für Spezialtiefbau und Geotechnik GmbH</p>	<p>Umweltechnik - Erd- und Grundbau - Beweissicherung Bodenmechanik - Ingenieurbau - Erdbaulabor Gartenstraße 23, 25767 Albersdorf - Zum Fliegerhorst 4, 25980 Sylt Tel.: 0 48 35 - 94 00, Mobil: 0 170 - 2 09 45 80</p>	<p>Anlage 1</p>
<p>BV 260/21 Neubau von 3 Doppelhäusern in 25693 St. Michaelisdomm</p>		<p>Albersdorf, 31.08.2021</p>
<p>Lageskizze der Kleinrammbohrungen S1 - S14/21</p>		<p>/Lo</p>

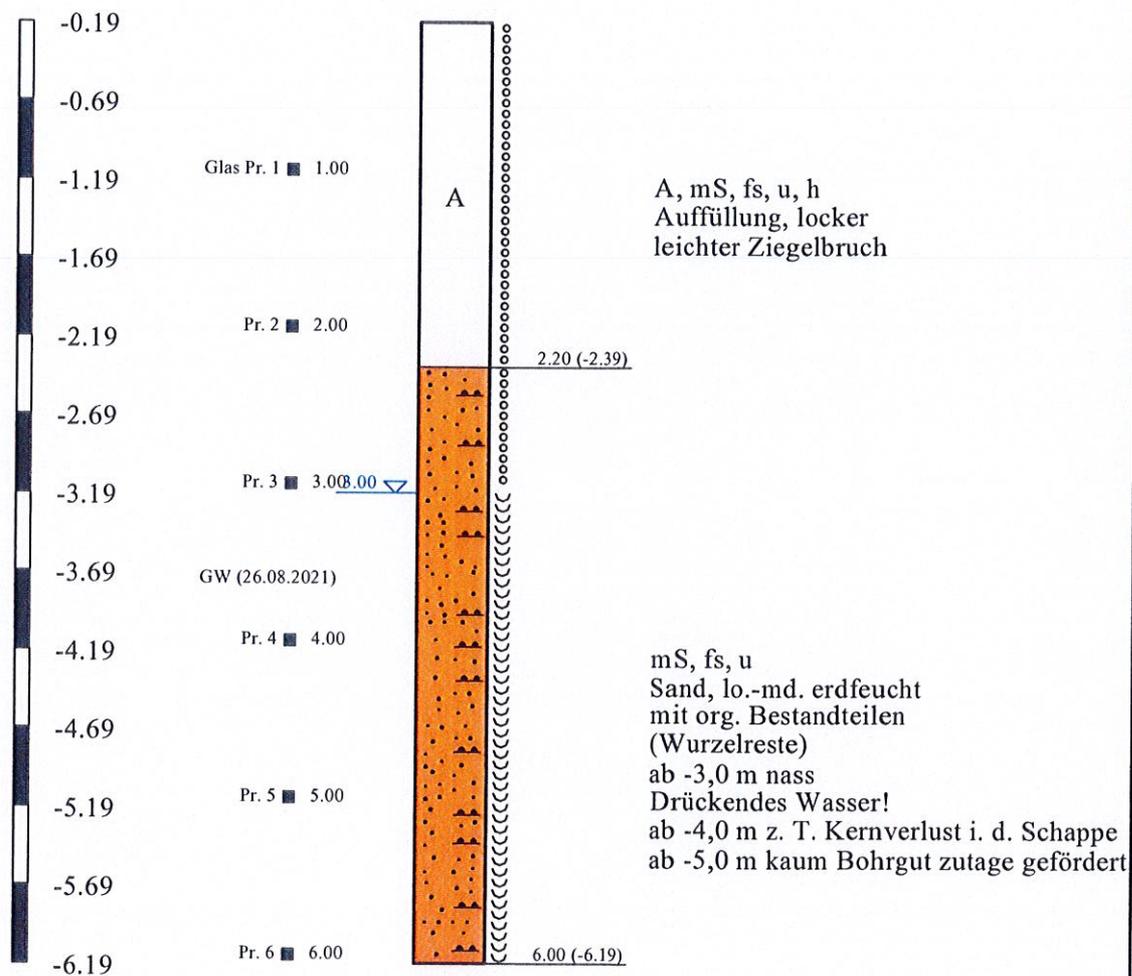
S1/21
(Haus 1)
-0,10 m u. HFP



HFP = OK. Schachtdeckel auf Straße liegend (s. Anl. 1)

<p>Geo Rohweder Ingenieurbüro für Spezialtiefbau und Geotechnik GmbH</p>	<p>Umwelttechnik - Erd- und Grundbau - Beweissicherung Bodenmechanik - Ingenieurbau - Erdbaulabor Gartenstraße 23, 25767 Albersdorf - Zum Fliegerhorst 4, 25980 Sylt Tel.: 0 48 35 - 94 00, Mobil: 0 170 / 2 09 45 80</p>	<h2 style="margin: 0;">Anlage 2.1</h2>
<p>BV 260/21 Neubau von 3 Doppelhäusern in 25693 St. Michaelisdonn Kleinrammbohrung S1/21</p>		<p>Albersdorf, 31.08.2021 /Fe</p>
<p>M. d. H.: 1 : 50 M. d. L.: ./.</p>		

S2/21
(Haus 1)
-0,19 m u. HFP

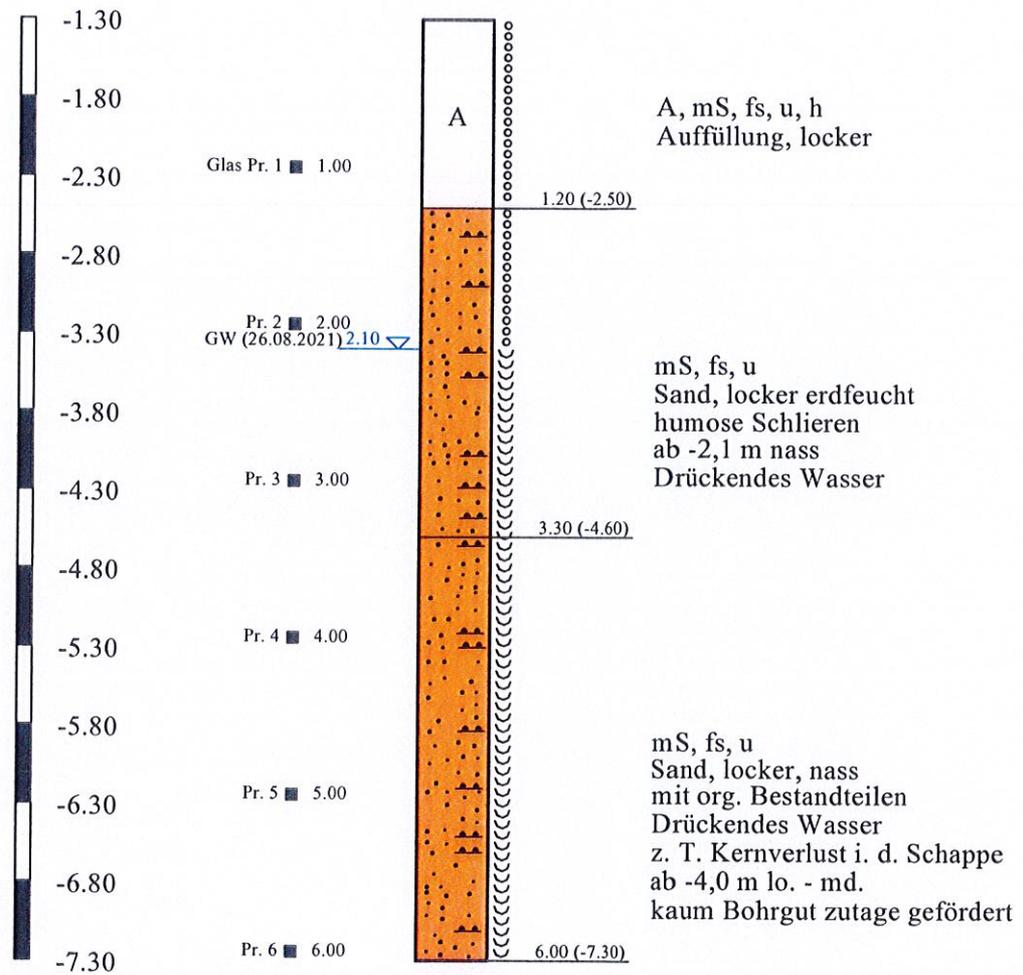


HFP = OK. Schachtdeckel auf Straße liegend (s. Anl. 1)

Geo Rohweder Ingenieurbüro für Spezialtiefbau und Geotechnik GmbH	Umwelttechnik - Erd- und Grundbau - Beweissicherung Bodenmechanik - Ingenieurbau - Erdbaulabor Gartenstraße 23, 25767 Albersdorf - Zum Fliegerhorst 4, 25980 Sylt Tel.: 0 48 35 - 94 00, Mobil: 0 170 / 2 09 45 80	<h2>Anlage 2.2</h2>
BV 260/21 Neubau von 3 Doppelhäusern in 25693 St. Michaelisdonn Kleinrammbohrung S2/21		Albersdorf, 31.08.2021 /Fe
M. d. H.: 1 : 50 M. d. L.: ./		

S3/21

(Haus 1)
-1,30 m u. HFP

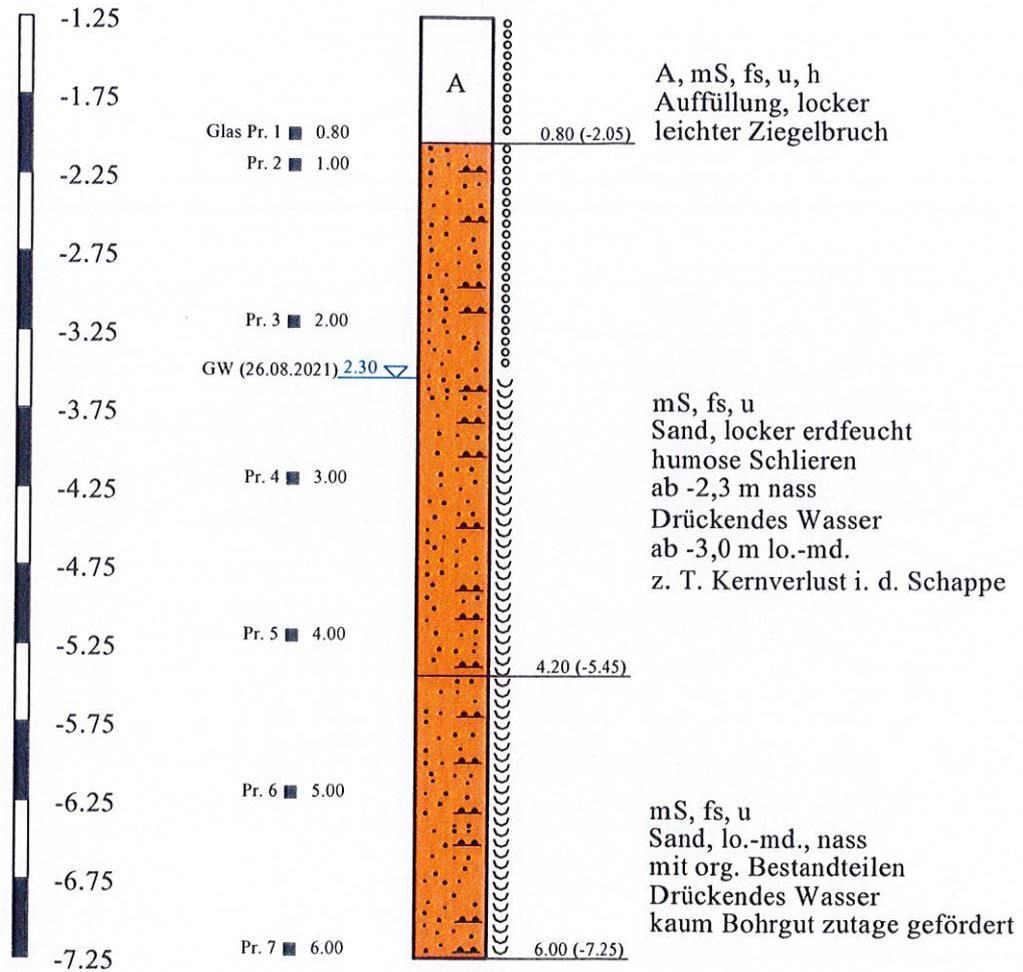


HFP = OK. Schachtdeckel auf Straße liegend (s. Anl. 1)

Geo Rohwedder Ingenieurbüro für Spezialtiefbau und Geotechnik GmbH	Umwelttechnik - Erd- und Grundbau - Beweissicherung Bodenmechanik - Ingenieurbau - Erdbaulabor Gartenstraße 23, 25767 Albersdorf - Zum Fliegerhorst 4, 25980 Sylt Tel.: 0 48 35 - 94 00, Mobil: 0 170 / 2 09 45 80	<h2>Anlage 2.3</h2>
BV 260/21 Neubau von 3 Doppelhäusern in 25693 St. Michaelisdamm Kleinrammbohrung S3/21		Albersdorf, 31.08.2021 /Fe
M. d. H.: 1 : 50 M. d. L.: ./		

S4/21

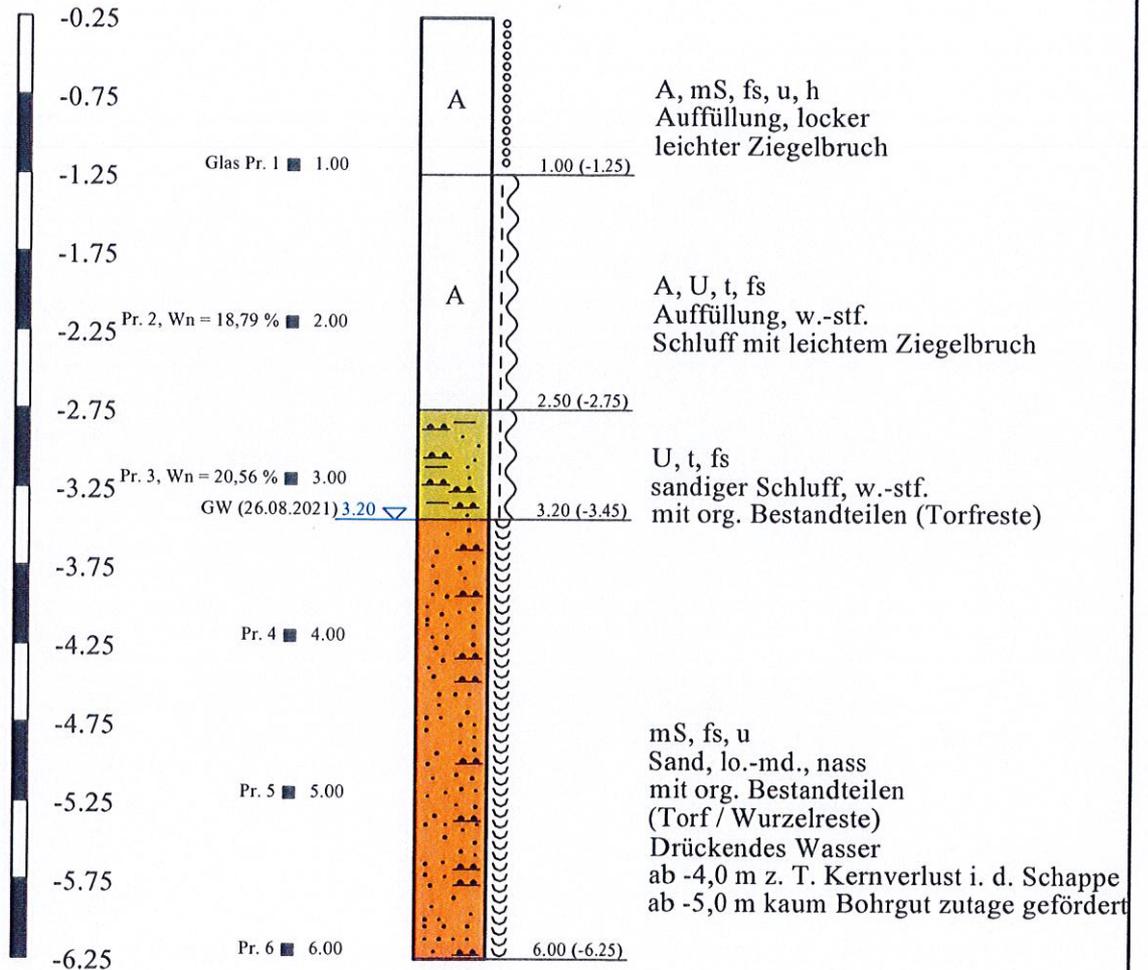
(Haus 2)
-1,25 m u. HFP



HFP = OK. Schachtdeckel auf Straße liegend (s. Anl. 1)

Geo Rohwedder Ingenieurbüro für Spezialtiefbau und Geotechnik GmbH	Umwelttechnik - Erd- und Grundbau - Beweissicherung Bodenmechanik - Ingenieurbau - Erdbaulabor Gartenstraße 23, 25767 Albersdorf - Zum Fliegerhorst 4, 25980 Sylt Tel.: 0 48 35 - 94 00, Mobil: 0 170 / 2 09 45 80	Anlage 2.4
BV 260/21 Neubau von 3 Doppelhäusern in 25693 St. Michaelisdomm Kleinrammbohrung S4/21		Albersdorf, 31.08.2021 /Fe
M. d. H.: 1 : 50 M. d. L.: ./		

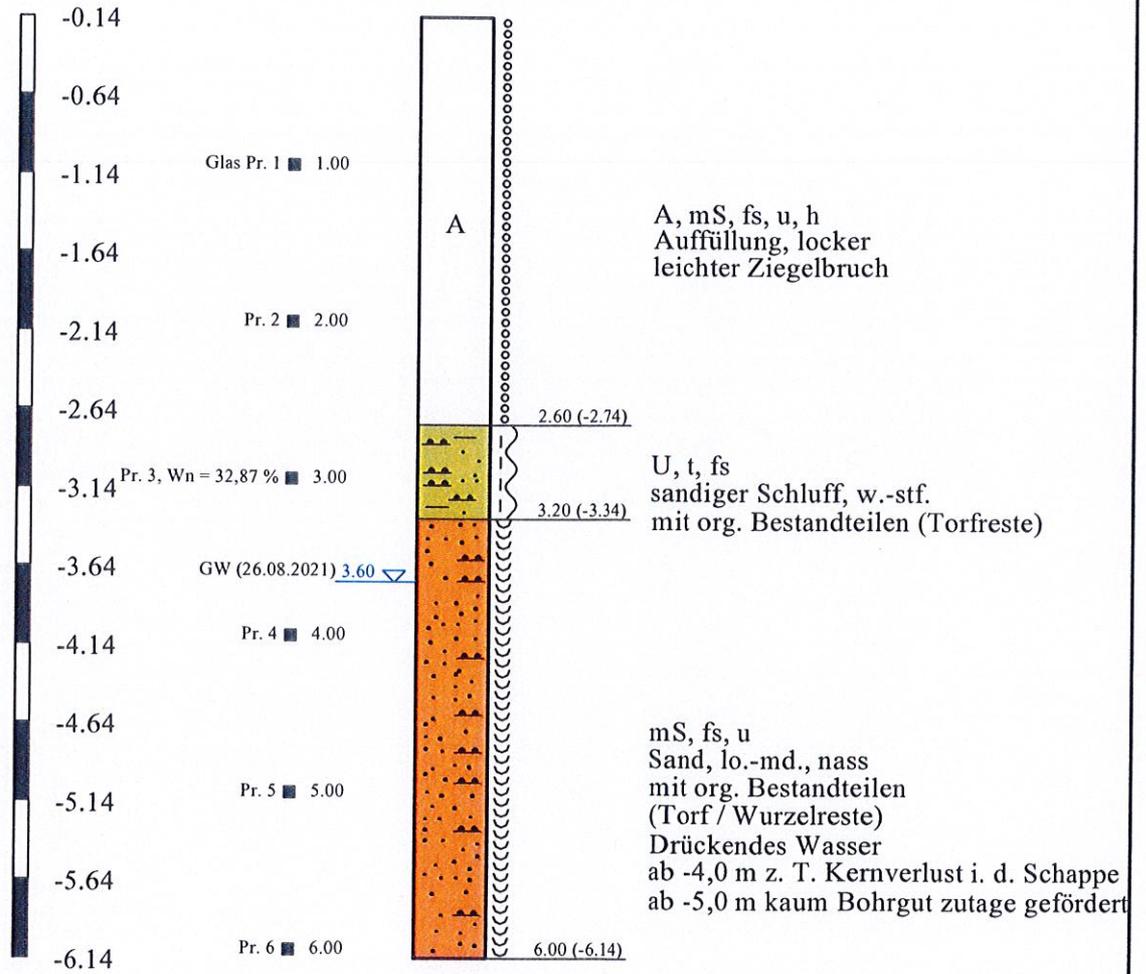
S5/21
(Haus 2)
-0,25 m u. HFP



HFP = OK. Schachtdeckel auf Straße liegend (s. Anl. 1)

Geo Rohweder Ingenieurbüro für Spezialtiefbau und Geotechnik GmbH	Umwelttechnik - Erd- und Grundbau - Beweissicherung Bodenmechanik - Ingenieurbau - Erdbaulabor Gartenstraße 23, 25767 Albersdorf - Zum Fliegerhorst 4, 25980 Sylt Tel.: 0 48 35 - 94 00, Mobil: 0 170 / 2 09 45 80	Anlage 2.5
BV 260/21 Neubau von 3 Doppelhäusern in 25693 St. Michaelisdonn Kleinrammbohrung S5/21		Albersdorf, 31.08.2021 /Fe
M. d. H.: 1 : 50 M. d. L.: ./		

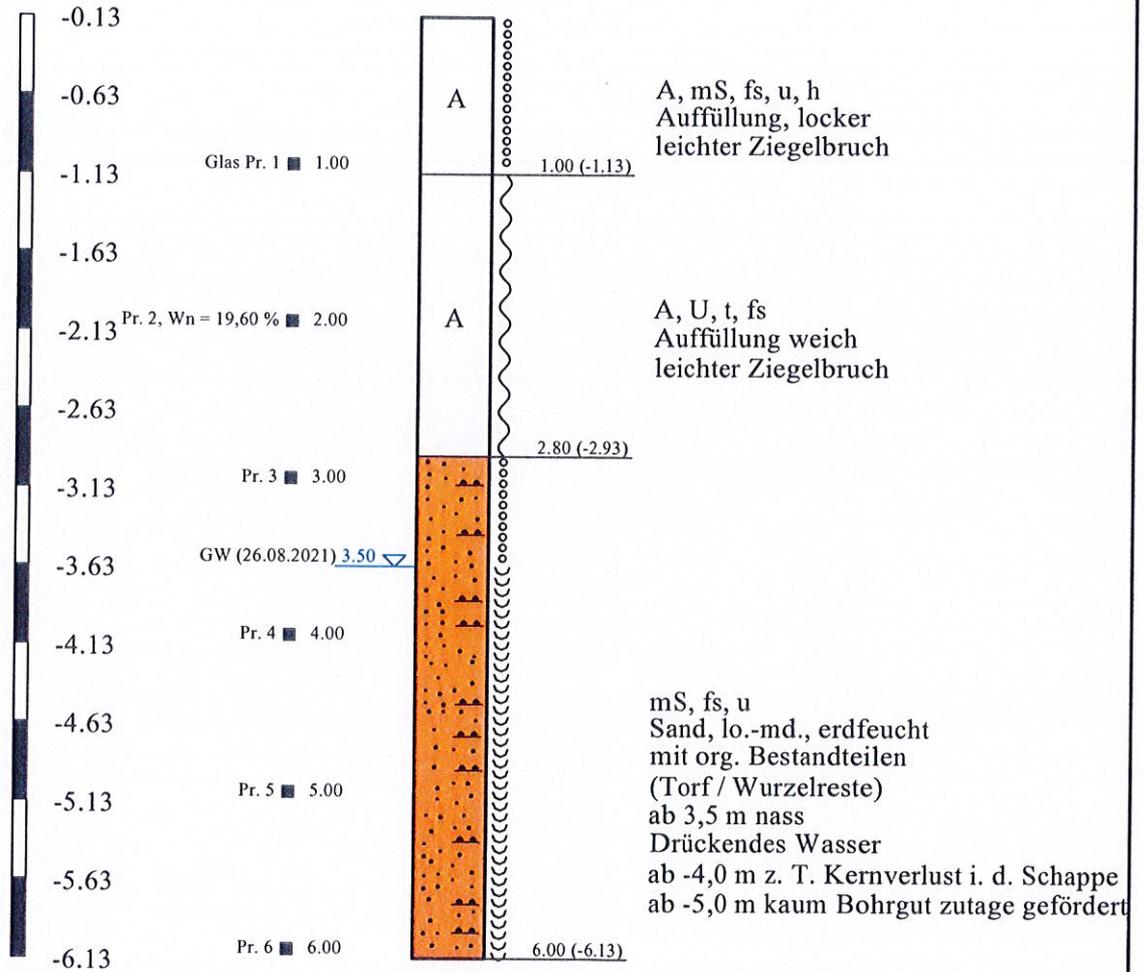
S6/21
(Haus 2)
-0,14 m u. HFP



HFP = OK. Schachtdeckel auf Straße liegend (s. Anl. 1)

Geo Rohweder Ingenieurbüro für Spezialtiefbau und Geotechnik GmbH	Umwelttechnik - Erd- und Grundbau - Beweissicherung Bodenmechanik - Ingenieurbau - Erdbaulabor Gartenstraße 23, 25767 Albersdorf - Zum Fliegerhorst 4, 25980 Sylt Tel.: 0 48 35 - 94 00, Mobil: 0 170 / 2 09 45 80	<h2>Anlage 2.6</h2>
BV 260/21 Neubau von 3 Doppelhäusern in 25693 St. Michaelisdonn Kleinrammbohrung S6/21		Albersdorf, 31.08.2021 /Fe
M. d. H.: 1 : 50 M. d. L.: ./		

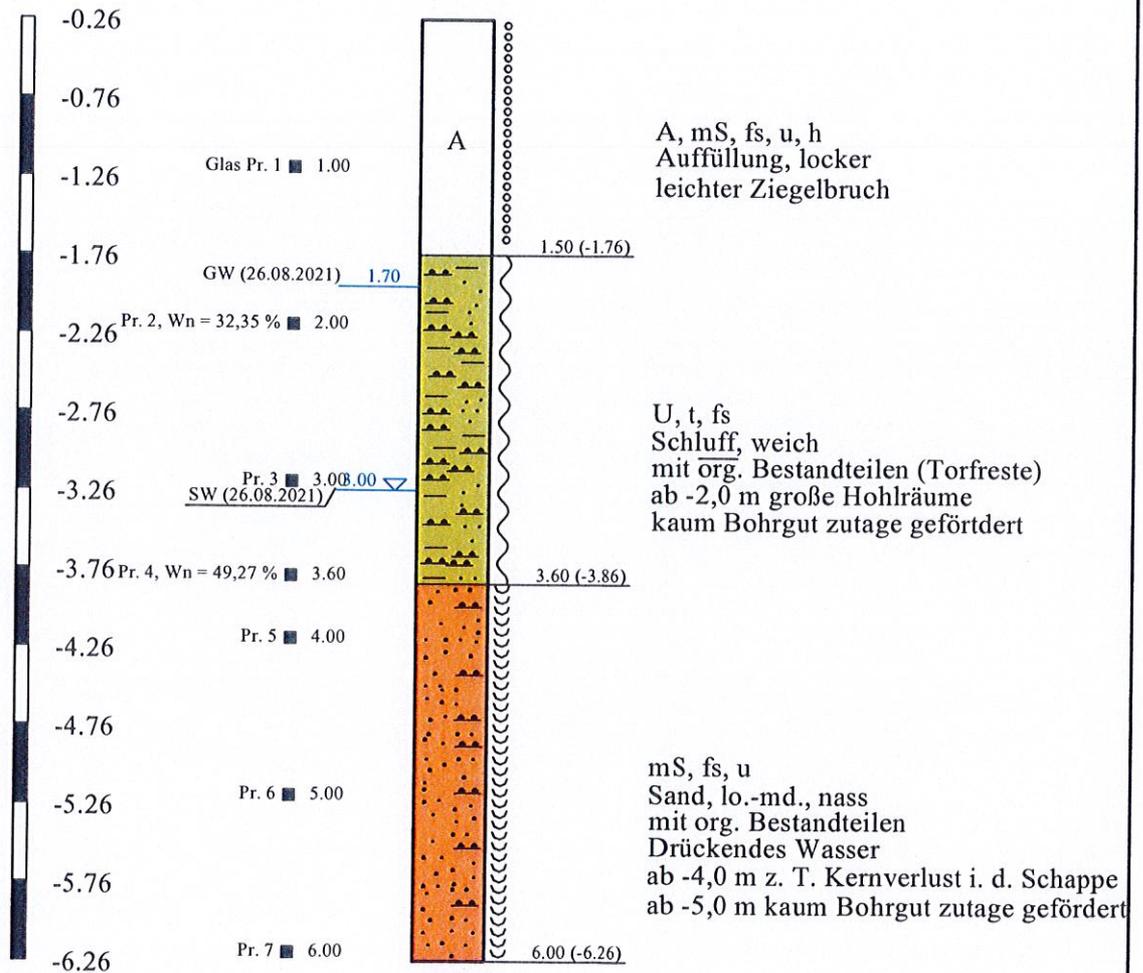
S7/21
(Haus 3)
-0,13 m u. HFP



HFP = OK. Schachtdeckel auf Straße liegend (s. Anl. 1)

Geo Rohweder Ingenieurbüro für Spezialtiefbau und Geotechnik GmbH	Umwelttechnik - Erd- und Grundbau - Beweissicherung Bodenmechanik - Ingenieurbau - Erdbaulabor Gartenstraße 23, 25767 Albersdorf - Zum Fliegerhorst 4, 25980 Sylt Tel.: 0 48 35 - 94 00, Mobil: 0 170 / 2 09 45 80	<h2>Anlage 2.7</h2>
BV 260/21 Neubau von 3 Doppelhäusern in 25693 St. Michaelisdonn Kleinrammbohrung S7/21		Albersdorf, 31.08.2021 /Fe
M. d. H.: 1 : 50 M. d. L.: ./		

S8/21
(Haus 3)
-0,26 m u. HFP



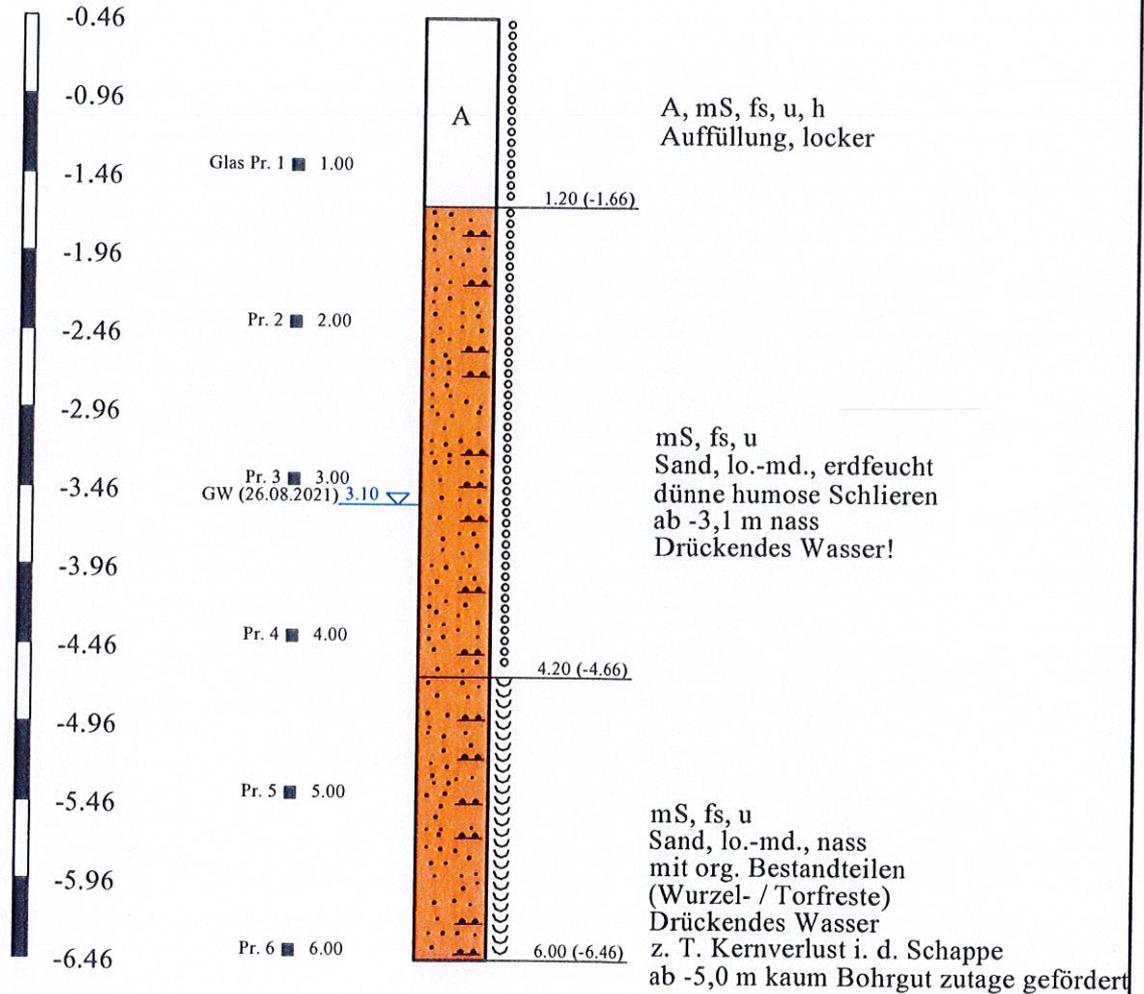
HFP = OK. Schachtdeckel auf Straße liegend (s. Anl. 1)

Geo Rohweddter Ingenieurbüro für Spezialtiefbau und Geotechnik GmbH	Umwelttechnik - Erd- und Grundbau - Beweissicherung Bodenmechanik - Ingenieurbau - Erdbaulabor Gartenstraße 23, 25767 Albersdorf - Zum Fliegerhorst 4, 25980 Sylt Tel.: 0 48 35 - 94 00, Mobil: 0 170 / 2 09 45 80	<h2>Anlage 2.8</h2>
BV 260/21 Neubau von 3 Doppelhäusern in 25693 St. Michaelisdonn Kleinrammbohrung S8/21		Albersdorf, 31.08.2021 /Fe
M. d. H.: 1 : 50 M. d. L.: ./		

S9/21

(Haus 3)

-0,46 m u. HFP



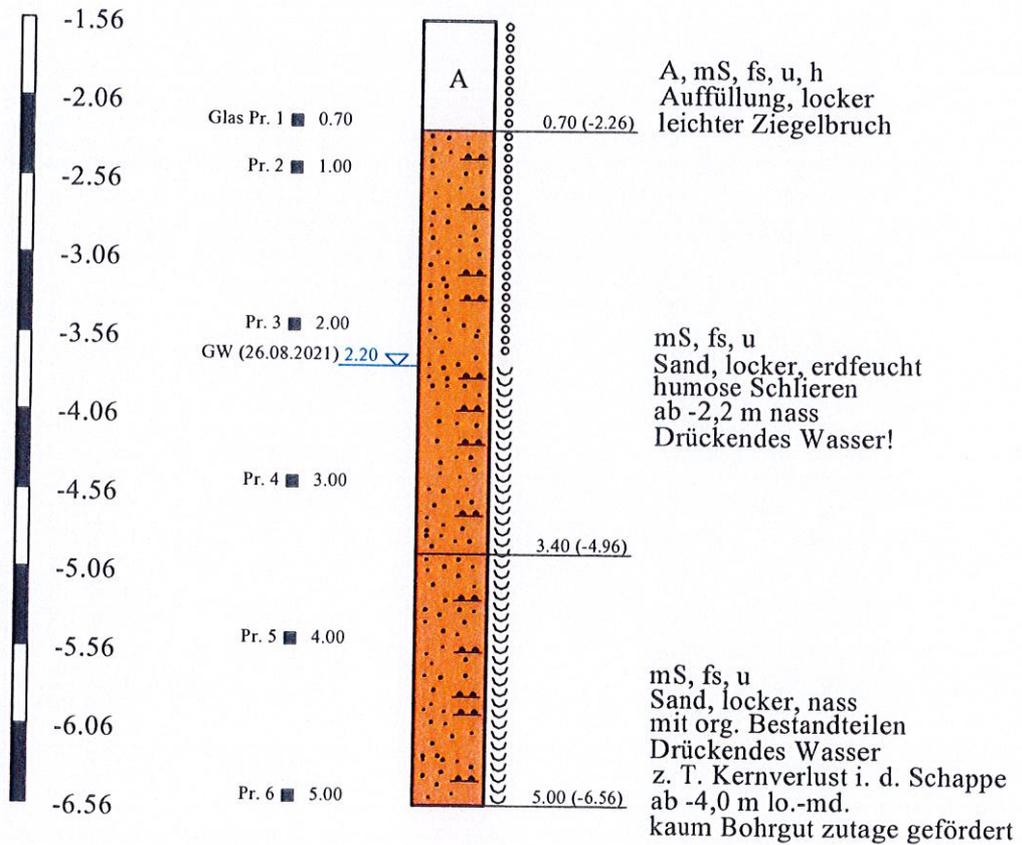
HFP = OK. Schachtdeckel auf Straße liegend (s. Anl. 1)

<p>Geo Rohweder Ingenieurbüro für Spezialtiefbau und Geotechnik GmbH</p>	<p>Umwelttechnik - Erd- und Grundbau - Beweissicherung Bodenmechanik - Ingenieurbau - Erdbaulabor Gartenstraße 23, 25767 Albersdorf - Zum Fliegerhorst 4, 25980 Sylt Tel.: 0 48 35 - 94 00, Mobil: 0 170 / 2 09 45 80</p>	<p>Anlage 2.9</p>
<p>BV 260/21 Neubau von 3 Doppelhäusern in 25693 St. Michaelisdonn Kleinrammbohrung S9/21</p>		<p>Albersdorf, 31.08.2021 /Fe</p>
<p>M. d. H.: 1 : 50 M. d. L.: ./.</p>		

S10/21

(Haus 1, Versickerung)

-1,56 m u. HFP

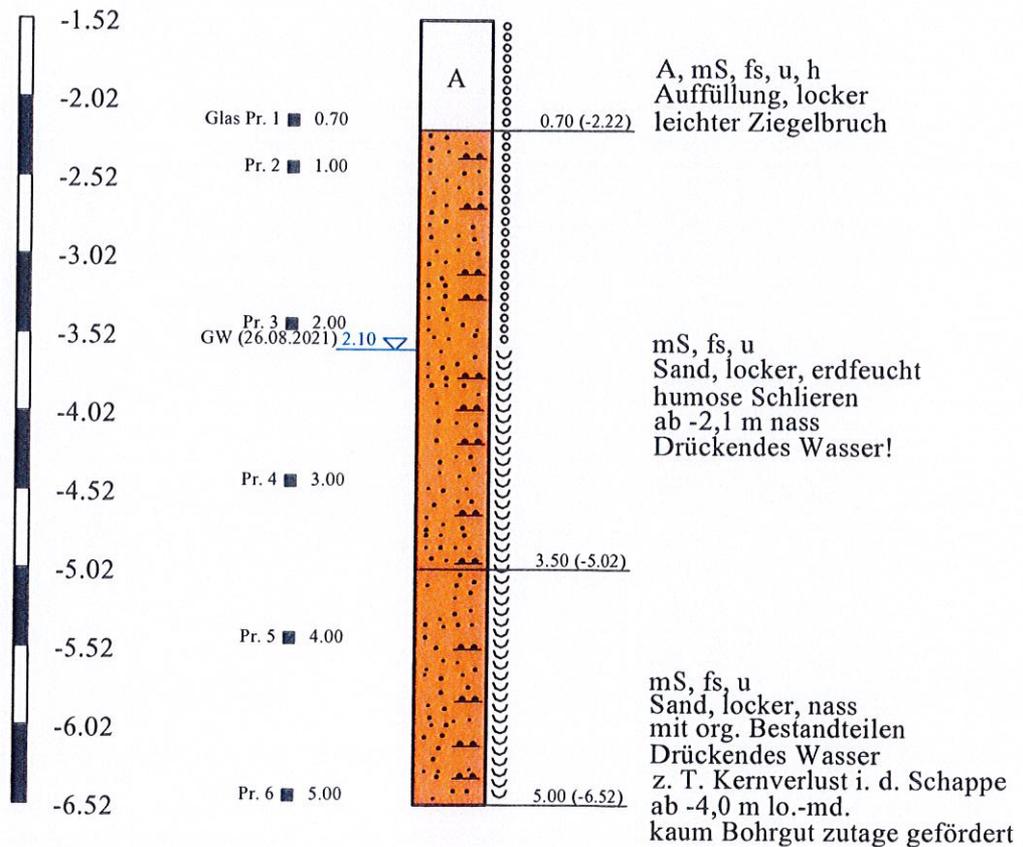


HFP = OK. Schachtdeckel auf Straße liegend (s. Anl. 1)

<p>Geo Rohweddler Ingenieurbüro für Spezialtiefbau und Geotechnik GmbH</p>	<p>Umweltechnik - Erd- und Grundbau - Beweissicherung Bodenmechanik - Ingenieurbau - Erdbaulabor Gartenstraße 23, 25767 Albersdorf - Zum Fliegerhorst 4, 25980 Sylt Tel.: 0 48 35 - 94 00, Mobil: 0 170 / 2 09 45 80</p>	<p>Anlage 2.10</p>
<p>BV 260/21 Neubau von 3 Doppelhäusern in 25693 St. Michaelisdonn Kleinrammbohrung S10/21</p>		<p>Albersdorf, 31.08.2021 /Lo</p>
<p>M. d. H.: 1 : 50 M. d. L.: ./.</p>		

S11/21

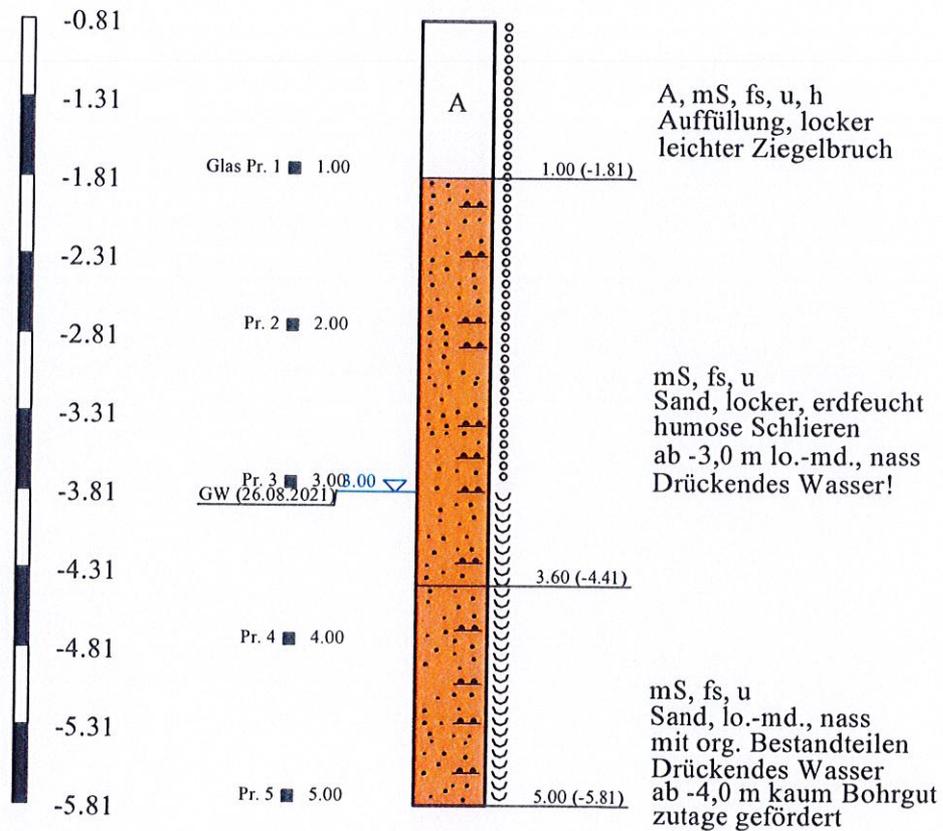
(Haus 2, Versickerung)
-1,52 m u. HFP



HFP = OK. Schachtdeckel auf Straße liegend (s. Anl. 1)

<p>Geo Rohweder Ingenieurbüro für Spezialtiefbau und Geotechnik GmbH</p>	<p>Umwelttechnik - Erd- und Grundbau - Beweissicherung Bodenmechanik - Ingenieurbau - Erdbaulabor Gartenstraße 23, 25767 Albersdorf - Zum Fliegerhorst 4, 25980 Sylt Tel.: 0 48 35 - 94 00, Mobil: 0 170 / 2 09 45 80</p>	<p>Anlage 2.11</p>
<p>BV 260/21 Neubau von 3 Doppelhäusern in 25693 St. Michaelisdonn Kleinrammbohrung S11/21</p>		<p>Albersdorf, 31.08.2021 /Lo</p>
<p>M. d. H.: 1 : 50 M. d. L.: ./.</p>		

S12/21
(Haus 3, Versickerung)
-0,81 m u. HFP



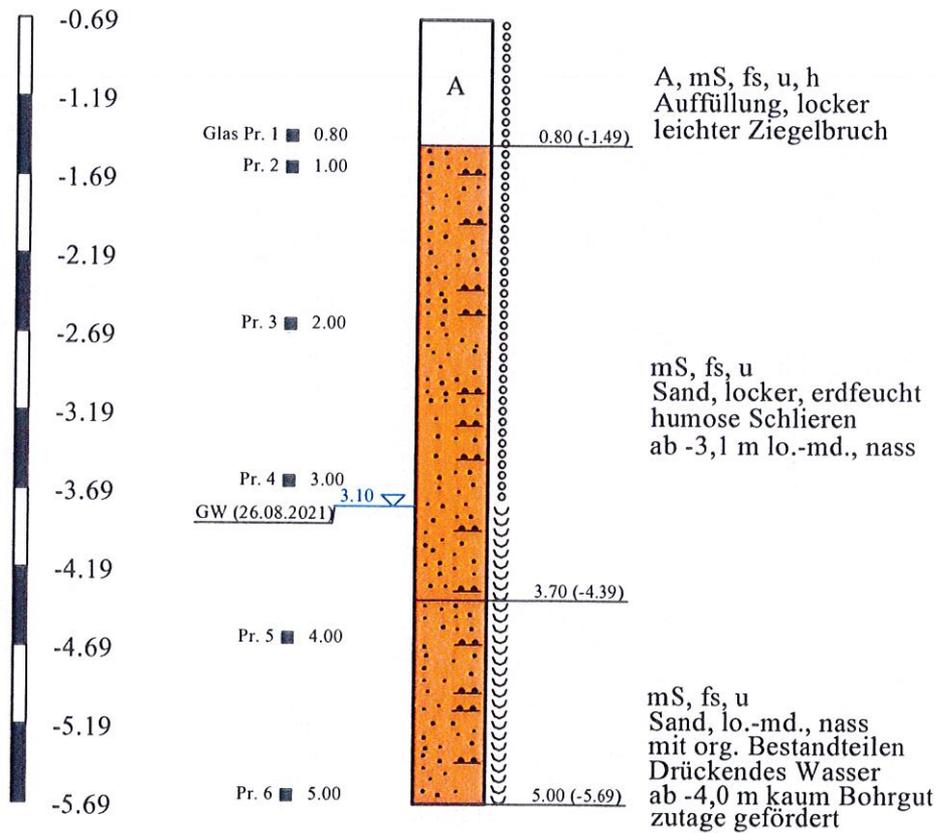
HFP = OK. Schachtdeckel auf Straße liegend (s. Anl. 1)

Geo Rohweder Ingenieurbüro für Spezialtiefbau und Geotechnik GmbH	Umwelttechnik - Erd- und Grundbau - Beweissicherung Bodenmechanik - Ingenieurbau - Erdbaulabor Gartenstraße 23, 25767 Albersdorf - Zum Fliegerhorst 4, 25980 Sylt Tel.: 0 48 35 - 94 00, Mobil: 0 170 / 2 09 45 80	<h2>Anlage 2.12</h2>
BV 260/21 Neubau von 3 Doppelhäusern in 25693 St. Michaelisdamm Kleinrammbohrung S12/21		Albersdorf, 31.08.2021 /Lo
M. d. H.: 1 : 50 M. d. L.: ./		

S13/21

(Haus 4, Versickerung)

-0,69 m u. HFP

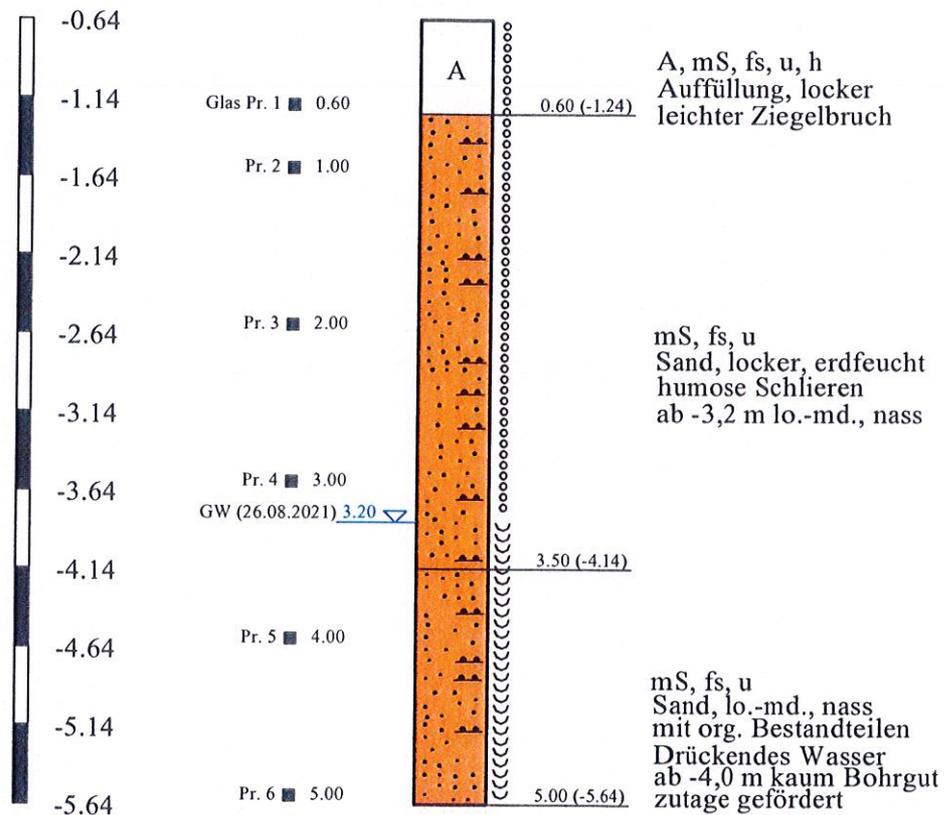


HFP = OK. Schachtdeckel auf Straße liegend (s. Anl. 1)

<p>Geo Rohwedder Ingenieurbüro für Spezialtiefbau und Geotechnik GmbH</p>	<p>Umwelttechnik - Erd- und Grundbau - Beweissicherung Bodenmechanik - Ingenieurbau - Erdbaulabor Gartenstraße 23, 25767 Albersdorf - Zum Fliegerhorst 4, 25980 Sylt Tel.: 0 48 35 - 94 00, Mobil: 0 170 / 2 09 45 80</p>	<p>Anlage 2.13</p>
<p>BV 260/21 Neubau von 3 Doppelhäusern in 25693 St. Michaelisdonn Kleinrammbohrung S13/21</p>		<p>Albersdorf, 31.08.2021 /Lo</p>
<p>M. d. H.: 1 : 50 M. d. L.: ./.</p>		

S14/21

(Haus 5, Versickerung)
-0,64 m u. HFP



HFP = OK. Schachtdeckel auf Straße liegend (s. Anl. 1)

<p>Geo Rohweder Ingenieurbüro für Spezialtiefbau und Geotechnik GmbH</p>	<p>Umwelttechnik - Erd- und Grundbau - Beweissicherung Bodenmechanik - Ingenieurbau - Erdbaulabor Gartenstraße 23, 25767 Albersdorf - Zum Fliegerhorst 4, 25980 Sylt Tel.: 0 48 35 - 94 00, Mobil: 0 170 / 2 09 45 80</p>	<p>Anlage 2.14</p>
<p>BV 260/21 Neubau von 3 Doppelhäusern in 25693 St. Michaelisdonn Kleinrammbohrung S14/21</p>		<p>Albersdorf, 31.08.2021 /Lo</p>
<p>M. d. H.: 1 : 50 M. d. L.: ./.</p>		

Benennung		Kurzzzeichen		Zeichen	bautechnische wichtige Eigenschaften	
Bodenart	Beimengung	Bodenart	Beimengung			
KIES	kiesig	G	g			breiig
Grobkies	grobkiesig	gG	gg			weich
Mittelkies	mittelkiesig	mG	mg			steif
Feinkies	feinkiesig	fG	fg			halbfest
SAND	sandig	S	s			fest
Grobsand	grobsandig	gS	gs			klüftig
Mittelsand	mittelsandig	mS	ms			schwach
Feinsand	feinsandig	fS	fs			stark
Schluff	schluffig	U	u			locker
Ton	tonig	T	t			mitteldicht
Torf, Humus	torfig, humos	H	h			dicht
Mudde (Faulschlamm)	—	F	—		zers., gepr.	zersetzt, gepreßt
—	—	—	—	—	(-)	kalkfrei
Auffüllung	—	A	—	A	(+)	kalkhaltig
Steine	steinig	X	x		Pfl.-R.	Pflanzenreste
Mutterboden	—	Mubo	—	Mu	Ml.-R.	Muschelreste
Verwitterungs-Gehängelehm	—	L	—		W %	Wassergehalt %
Geschiebelehm	—	Gl	—		Vgl %	Glühverlust %
Geschiebemergel	—	Gmg	—		Be	Becken.....
Klei, Schlick	—	Kl	—			
Wiesen- u. Seekalk Seekreide Kalkmudde	—	WK	—			
Kreidestein	—	Krst	—	Z H Z H Z H		
Grundwasser (m)					Wasser angebohrt	
Grundwasser (m)					Wasser nach Bohrende	
Grundwasser (m)					Wasser in Ruhe	
Geo Rohwedder Ingenieurbüro für Spezialtiefbau und Geotechnik GmbH				Umweltechnik – Erd- und Grundbau - Beweissicherung Bodenmechanik – Ingenieurbau – Erdbaulabor Gartenstraße 23 25767 Albersdorf – Zum Fliegerhorst 4, 25980 Sylt Tel.: 0 4835 – 94 00, Mobil: 0 170 – 2 09 45 80 http://www.geo-rohwedder.de		Anlage 2.15
BV 260/21 Neubau von 3 Doppelhäusern in 25693 St. Michaelisdonn						Albersdorf, 31.08.2021 /Lo
Legende der Abkürzungen für Baugrundprofile (DIN 4023)						

LEGENDE DER ABKÜRZUNGEN FÜR BAUGRUNDPROFILE

GEOTECHNISCHE BEGRIFFE

(DIN 4022-1, DIN 4023, DIN 18196, DIN 1080)

GRUPPENSYMBOL

Grobkörnige Böden

GE enggestufte Kiese
GW weitgestufte Kies-Sand-Gemische
GI intermittierend gestufte Kies-Sand-Gemische
SE enggestufte Sande
SW weitgestufte Sand-Kies-Gemische
SI intermittierend gestufte Sand-Kies-Gemische

Gemischtkörnige Böden

GU Kies-Schluff-Gemische $5...15\% \leq 0,06\text{ mm}$
GU* Kies-Schluff-Gemische $15...40\% \leq 0,06\text{ mm}$
SU Sand-Schluff-Gemische $5...15\% \leq 0,06\text{ mm}$
SU* Sand-Schluff-Gemische $15...40\% \leq 0,06\text{ mm}$
GT Kies-Ton-Gemische $5...15\% \leq 0,06\text{ mm}$
GT* Kies-Ton-Gemische $15...40\% \leq 0,06\text{ mm}$
ST Sand-Ton-Gemische $5...15\% \leq 0,06\text{ mm}$
ST* Sand-Ton-Gemische $15...40\% \leq 0,06\text{ mm}$

Feinkörnige Böden

UL leicht plastische Schluffe
UM mittelpastische Schluffe
UA ausgeprägt zusammendrückbare Schluffe
TL leicht plastische Tone
TM mittelpastische Tone
TA ausgeprägt plastische Tone

Organogene Böden und Böden mit org. Beimengungen

OU Schluffe mit org. Beimengungen/organogene Schluffe
OT Tone mit org. Beimengungen/organogene Tone
OH grob- bis gemischtkörnige Böden, humos
OK grob- bis gemischtkörnige Böden mit kalkigen Bildungen

Organische Böden

HN nicht bis mäßig zersetzter Torf
HZ zersetzte Torfe
F Faulschlamm, Mudde, Gytja, Dy, Sapropel
Brk. Braunkohle

Auffüllungen

[] Auffüllungen aus natürl. Böden (jew. Gruppensymbol)
A Auffüllungen aus Fremdstoffen

GEOTECHNISCHE GRUNDBEGRIFFE

w _L Fließgrenze	I _p bezogene Lagerungsdichte
w _p Ausrollgrenze	C _u Ungleichförmigkeitszahl
w _n natürl. Wassergehalt	C _c Krümmungszahl
I _c Konsistenzzahl	γ Feuchtwichte
I _p Plastizitätszahl	γ' Wichte unter Auftrieb
D Lagerungsdichte	φ' inn. Reibungswinkel (drän.)
E _s Steifemodul	c' Kohäsion (dräniert)
V _{Gl} Glühverlust	D _p Verdichtungsgrad

HAUPTANTEILE

X Steine	63 ... 200 mm
G Kies	2 ... 63 mm
gG Grobkies	20 ... 63 mm
mG Mittelkies	6,3... 20 mm
fG Feinkies	2,0... 6,3 mm
S Sand	0,06... 2 mm
gS Grobsand	0,6... 2,0 mm
mS Mittelsand	0,2... 0,6 mm
fS Feinsand	0,06 ... 2 mm
U Schluff	0,002 ... 0,06 mm
T Ton	< 0,002 mm
Mu Mutterboden	

NEBENANTEILE

schwach	< 15 % (z.B. u')
stark	> 30 % (z.B. ũ)

Grobkörnige Böden in Abhängigkeit von U und C_c

enggestuft E	U < 6, C _c beliebig
weitgestuft W	U ≥ 6, C _c = 1 ... 3
intermittierend gestuft I	U ≥ 6, I > C _c oder C _c > 3

Feinkörnige Böden in Abhängigkeit von w_L

leicht plastisch L	w _L < 35 %
mittelpastisch M	w _L = 35 ... 50 %
ausgeprägt plastisch A	w _L > 50 %

BEIMENGENGEN

x steinig	u schluffig
g kiesig	t tonig
gg grobkiesig	h humos
mg mittelkiesig	ho holzig
fg feinkiesig	o organisch
s sandig	tf torfig
gs grobsandig	k kohlig
ms mittelsandig	+ kalkhaltig
fs feinsandig	++ kalkreich

LABORUNTERSUCHUNGEN

gestörte Probe	■	Wasserprobe	○
ungestörte Probe	□	Bohlkern	⊗

BAUGRUND-AUFSCHLÜSSE

Bohrung	⊕
Sondierung	⊙
Schurf	⊞

HYDROLOGIE

Wasserstand	∇
Wasseranschnitt	∇
Wasserstand steigend	↗
Wasserstand fallend	↘

DARSTELLUNG DER KONSISTENZBEREICHE

breiig	~~~~~	steif	-----
weich	~~~~~	halbfest	-----

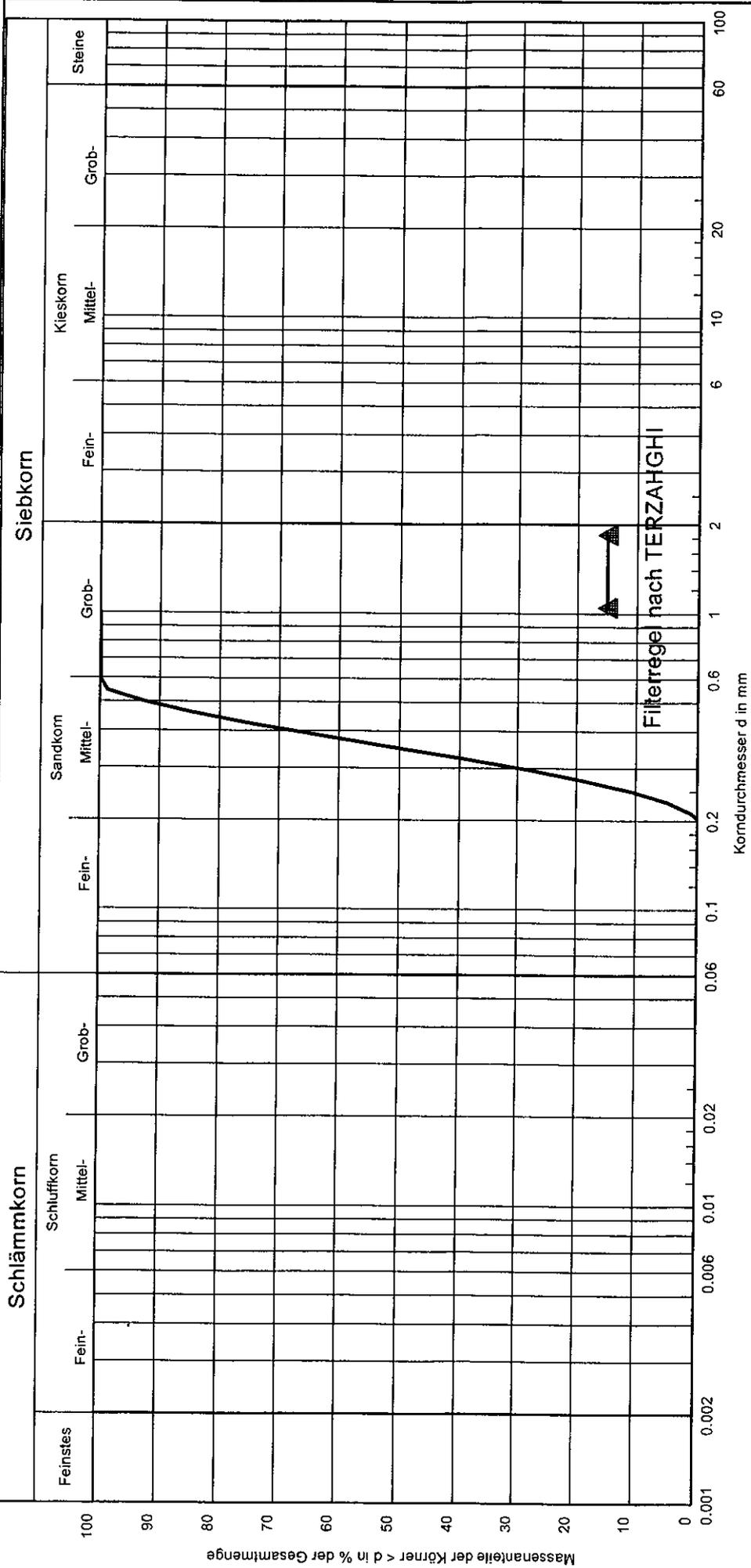
<p style="text-align: center;">Geo Rohwedder Ingenieurbüro für Spezialtiefbau und Geotechnik GmbH</p>	<p style="font-size: small;">Umwelttechnik - Erd- und Grundbau - Beweissicherung Bodenmechanik - Ingenieurbau - Erdbaulabor Gartenstraße 23, 25767 Albersdorf - Zum Fliegerhorst 4, 25980 Sylt Tel.: 04835 - 94 00, Mobil: 0170 / 2 09 45 80 http://www.geo-rohwedder.de</p>	<h2 style="margin: 0;">Anlage 2.16</h2>
<p>BV 260/21 Neubau von 3 Doppelhäusern in 25693 St. Michaelisdonn</p>		<p style="text-align: right;">Albersdorf, 31.08.2021 /Lo</p>
<p>Legende der Abkürzungen für Baugrundprofile (DIN 4022-1, DIN 4023, DIN 18196, DIN 1080)</p>		

Geo Rohweder Ingenieurbüro
für Spezialtiefbau und Geotechnik GmbH
Gartenstraße 23
25767 Albersdorf

Bearbeiter: Herr Herzog Datum: 31.08.2021

Körnungslinie
St. Michaelisdonn
Neubau von 3 Doppelhäusern

Probe entnommen am: 26.08.2021
Durch: Geo Rohweder Ingenieurbüro für Spezialtiefbau und Geotechnik GmbH
Art der Entnahme: gestörte Bodenprobe 3 - 4
Arbeitsweise: Nasssiebung



Bezeichnung:	S10 Pr. 2 (Haus 1)
Bodenart:	
Tiefe:	1.0 - 2.0 m
CU/Cc	1.5/1.0
Entnahmestelle:	St. Michaelisdonn
k (m/s) (Hazen):	7.1 · 10 ⁻⁴
TUUS/G [%]:	- / - / 100.0 / -
Reibungswinkel:	35.3
Frostsicherheits:	F1
Ip/wL:	0.0 / 0.0
Bodenartgruppe:	SE

Anlage:
3.1

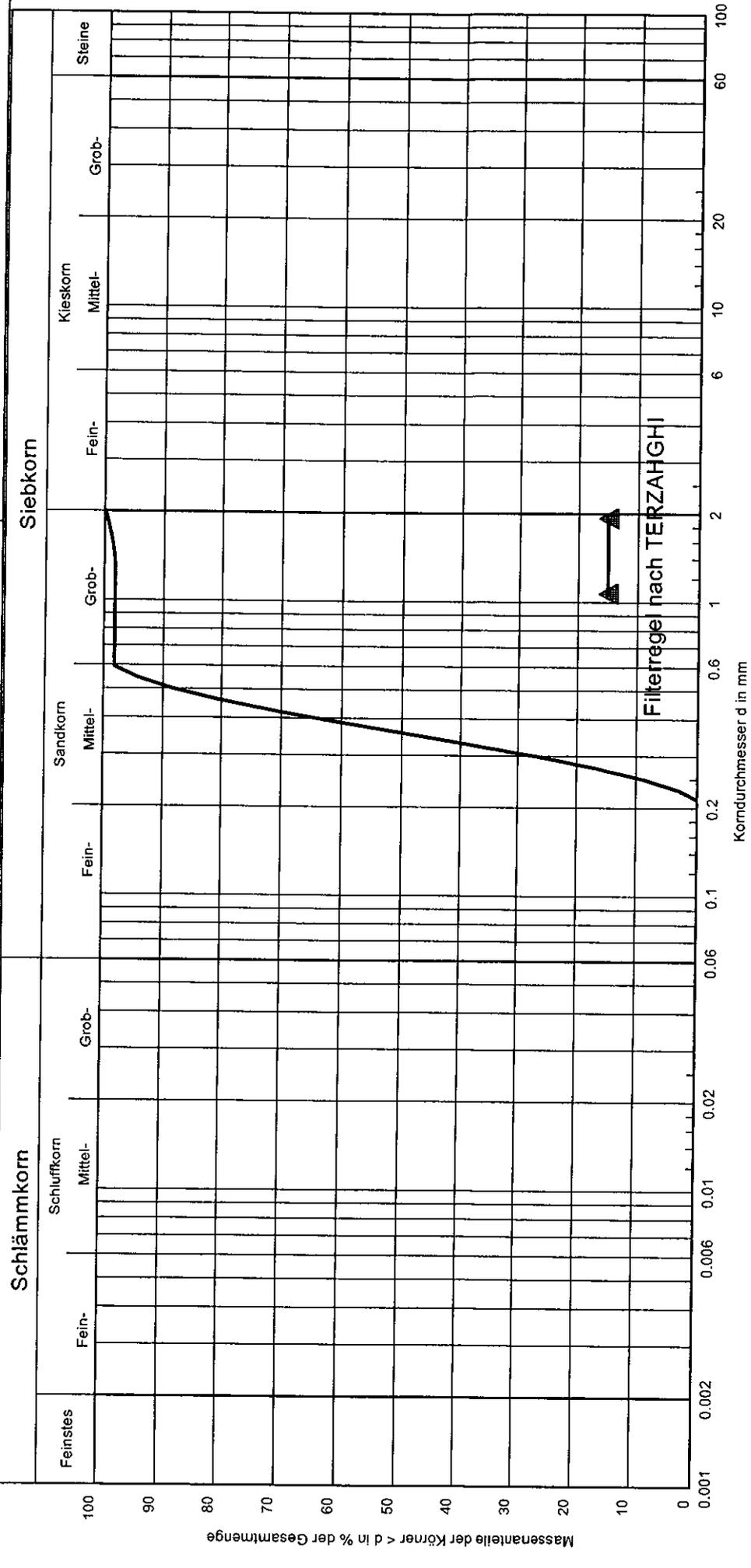
Bemerkungen:
gem. DIN EN ISO 17.892-4:2017-04
gem. DIN 18.123-4
gem. DIN EN 933-1

Geo Rohweder Ingenieurbüro
für Spezialtiefbau und Geotechnik GmbH
Gartenstraße 23
25767 Albersdorf

Körnungslinie
St. Michaelisdamm
Neubau von 3 Doppelhäusern

Probe entnommen am: 26.08.2021
Durch: Geo Rohweder Ingenieurbüro für Spezialtiefbau und Geotechnik GmbH
Art der Entnahme: gestörte Bodenprobe 3 - 4
Arbeitsweise: Nasssiebung

Bearbeiter: Herr Herzog Datum: 31.08.2021



Bezeichnung:	S11 Pr. 2 (Haus 2)
Bodenart:	mS
Tiefe:	1.0 - 2.0 m
CU/Cc	1.5/1.0
Entnahmestelle:	St. Michaelisdamm
k (m/s) (Hazen):	7.5 · 10 ⁻⁷
TU/S(G) (%):	- / - / 100.0 / -
Reibungswinkel:	35.7
Frostsicherheit:	F1
Ip/WL:	0.0 / 0.0
Bodenartgruppe:	SE

Anlage:
3.2

Bemerkungen:
gem. DIN EN ISO 17.892-4:2017-04
gem. DIN 18.123-4
gem. DIN EN 933-1

Geo Rohweder Ingenieurbüro
für Spezialtiefbau und Geotechnik GmbH
Gartenstraße 23
25767 Albersdorf

Bearbeiter: Herr Herzog

Datum: 31.08.2021

Körnungslinie

St. Michaelisdamm

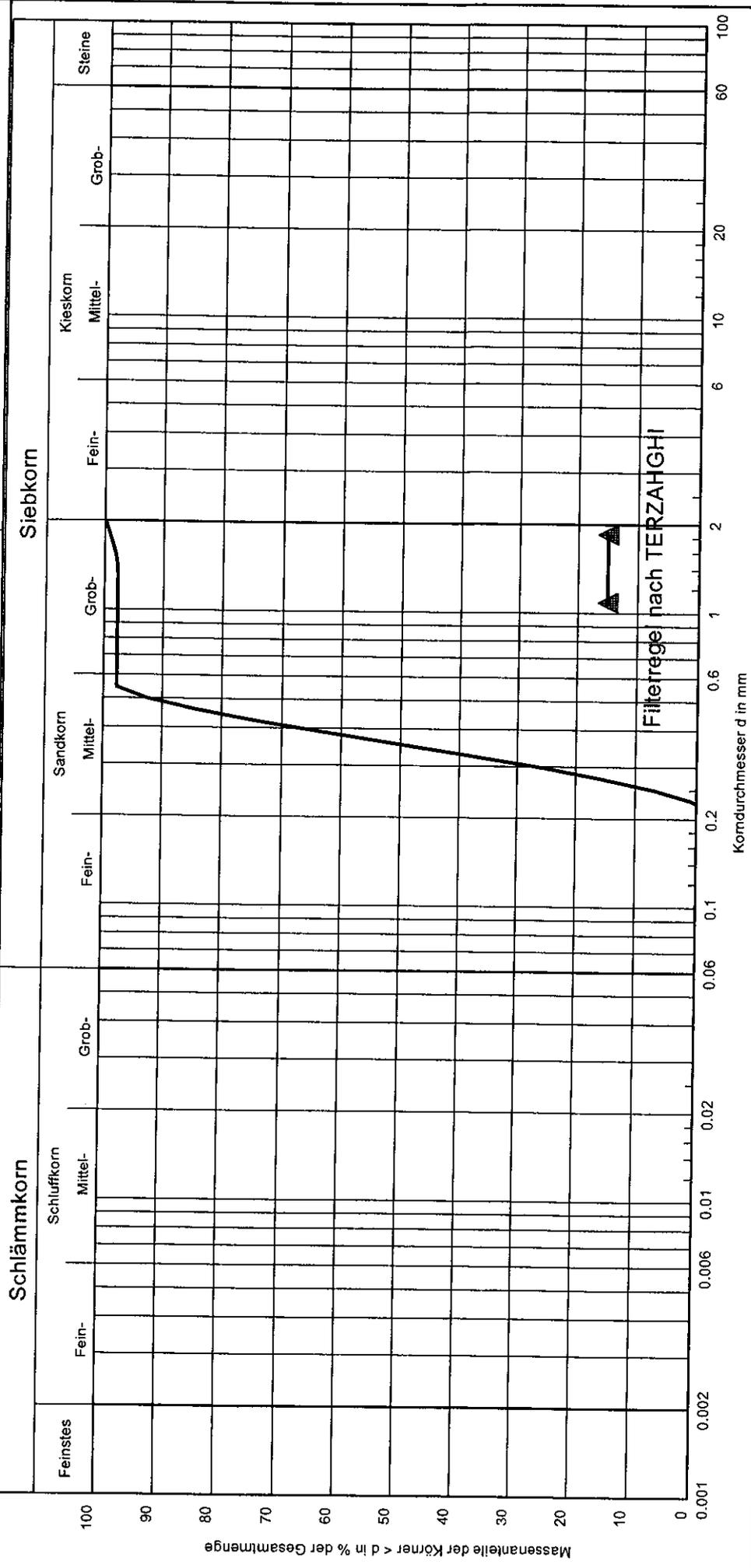
Neubau von 3 Doppelhäusern

Probe entnommen am: 26.08.2021

Durch: Geo Rohweder Ingenieurbüro für Spezialtiefbau und Geotechnik GmbH

Art der Entnahme: gestörte Bodenprobe 3 - 4

Arbeitsweise: Nasssiebung



Bezeichnung:	S12, Pr. 2 (Haus 3)
Bodenart:	ms
Tiefe:	1,0 - 2,0 m
CU/Cc	1,5/1,0
Entnahmestelle:	St. Michaelisdamm
k (m/s) (Hazen):	7,7 · 10 ⁻⁴
TU/S (S %):	- / - / 100,0 / -
Reibungswinkel:	36,2
Frostgefährdelt:	F1
Ip/wL:	0,0 / 0,0
Bodenartgruppe:	SE

Bemerkungen:
gem. DIN EN ISO 17.892-4:2017-04
gem. DIN 18.123-4
gem. DIN EN 933-1

Anlage:
3.3

Geo Rohweder Ingenieurbüro
für Spezialtiefbau und Geotechnik GmbH
Gartenstraße 23
25767 Albersdorf

Bearbeiter: Herr Herzog Datum: 31.08.2021

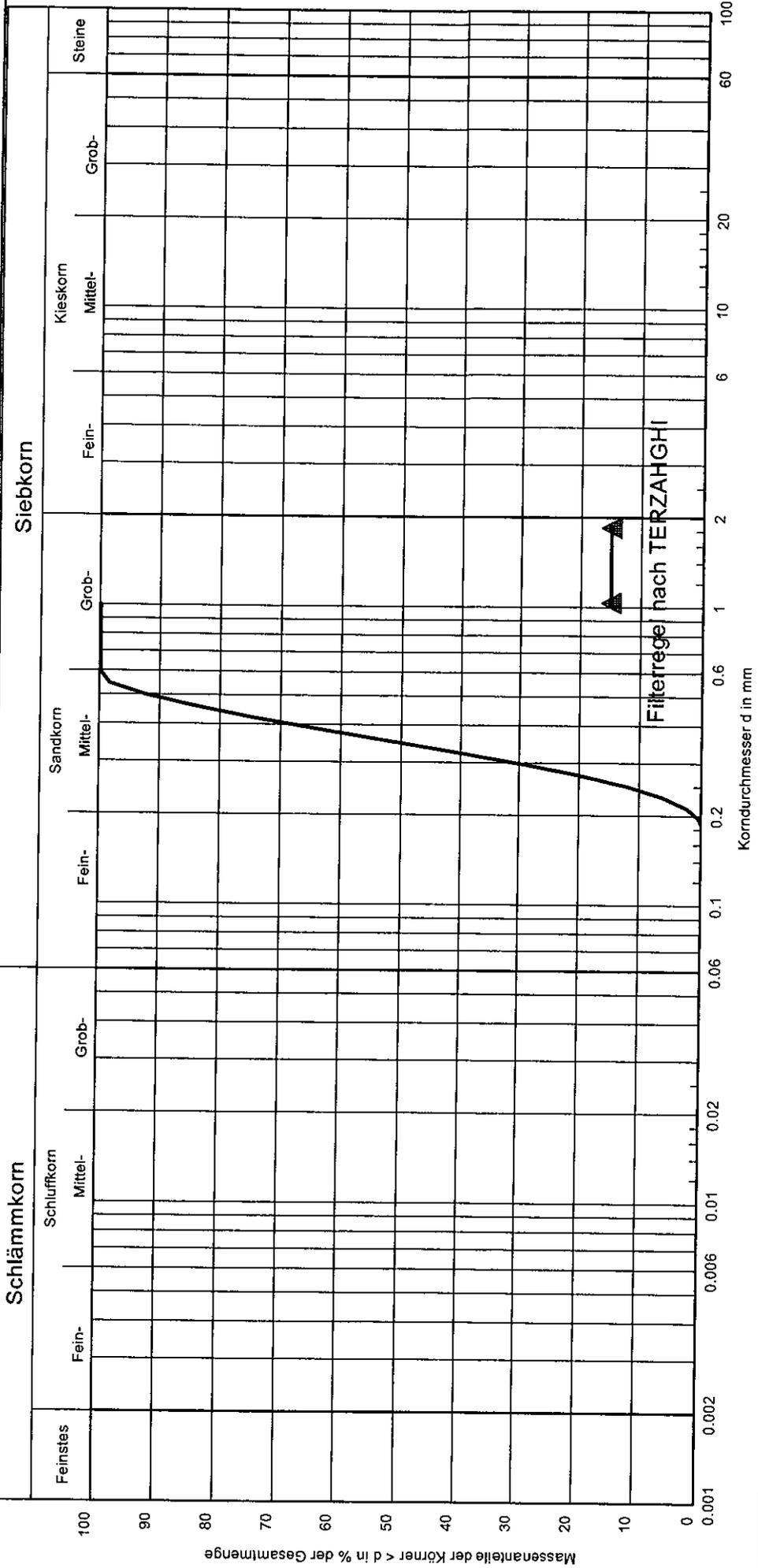
Körnungslinie
St. Michaelisdonn
Neubau von 3 Doppelhäusern

Probe entnommen am: 26.08.2021

Durch: Geo Rohweder Ingenieurbüro für Spezialtiefbau und Geotechnik GmbH

Art der Entnahme: gestörte Bodenprobe 3 - 4

Arbeitsweise: Nasssiebung



Bezeichnung:	S13 Pr.2 (Haus 4)
Bodenart:	
Tiefe:	1.0 - 2.0 m
CU/Cc	1.5/1.0
Entnahmestelle:	St. Michaelisdonn
k (m/s) (Hazen):	6.9 - 10
T(M)/S(G) (%):	- / - / 100.0 / -
Reibungswinkel:	35.0
Frösischermet:	F1
Ip/wL:	0.0 / 0.0
Bodenartgruppe:	SE

Bemerkungen:

gem. DIN EN ISO 17.892-4:2017-04
gem. DIN 18.123-4
gem. DIN EN 933-1

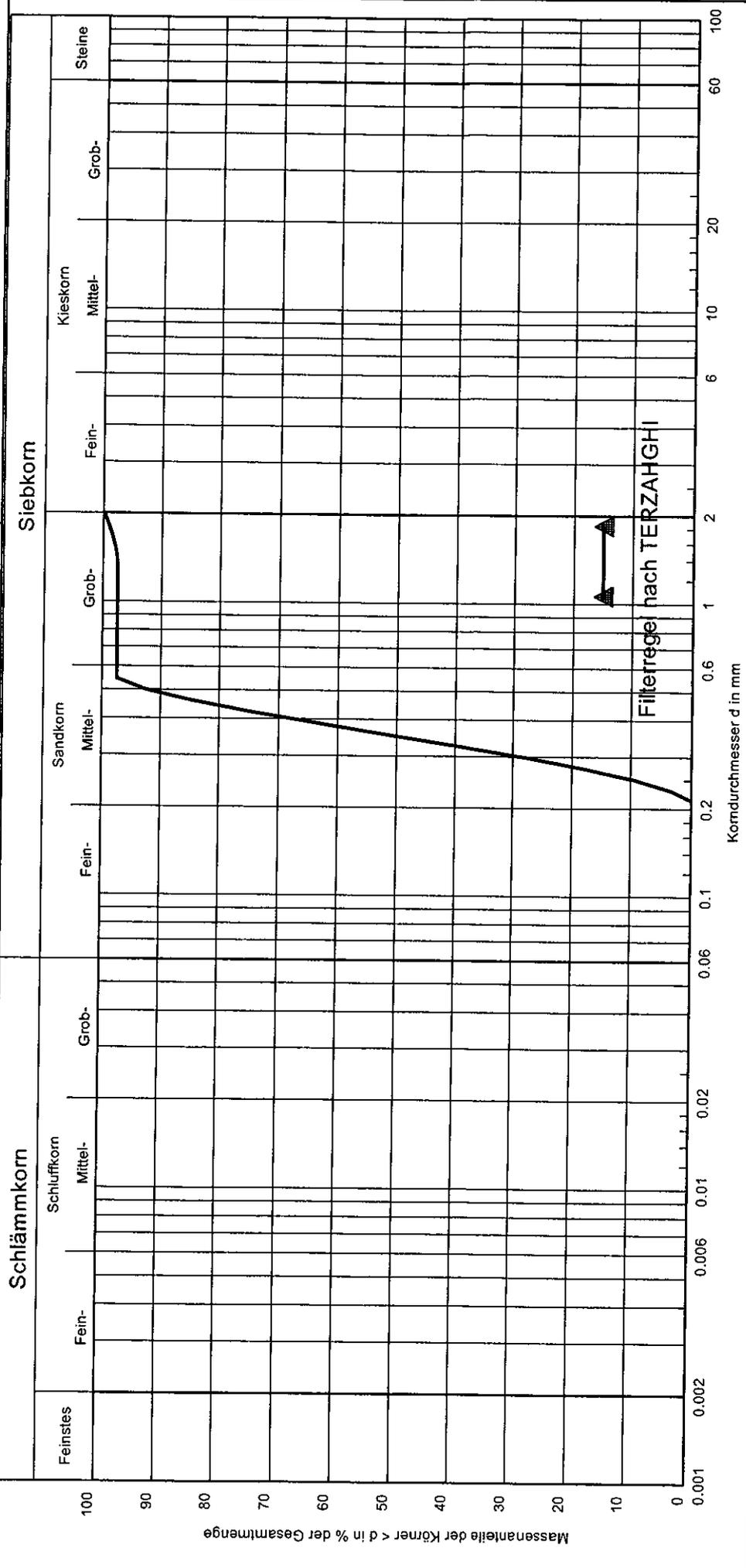
Anlage:
3.4

Geo Rohweder Ingenieurbüro
für Spezialtiefbau und Geotechnik GmbH
Gartenstraße 23
25767 Albersdorf

Körnungslinie
St. Michaelisdonn
Neubau von 3 Doppelhäusern

Probe entnommen am: 26.08.2021
Durch: Geo Rohweder Ingenieurbüro für Spezialtiefbau und Geotechnik GmbH
Art der Entnahme: gestörte Bodenprobe 3 - 4
Arbeitsweise: Nasssiebung

Bearbeiter: Herr Herzog Datum: 31.08.2021

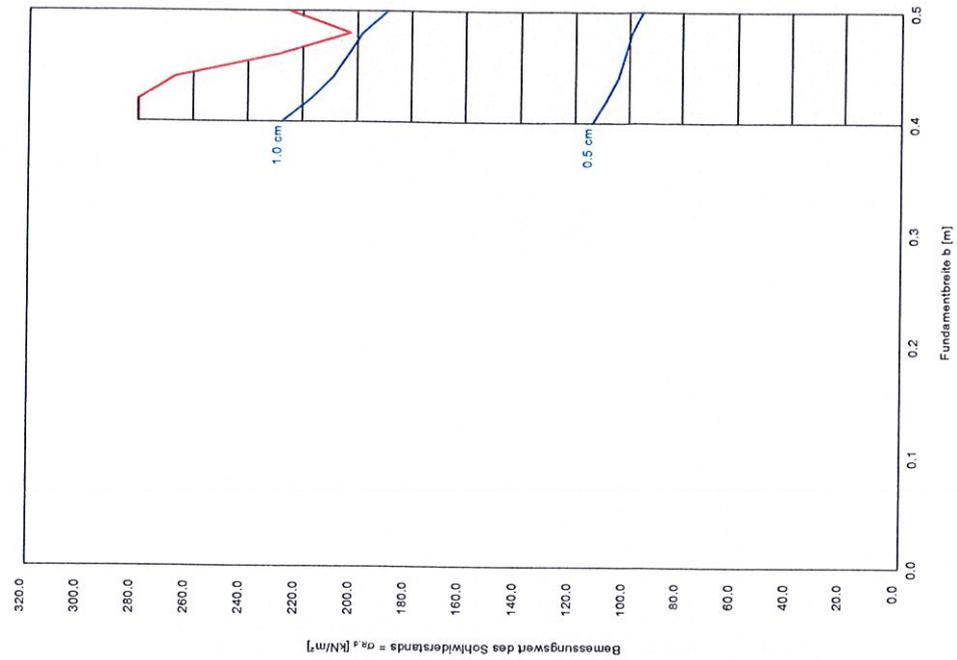
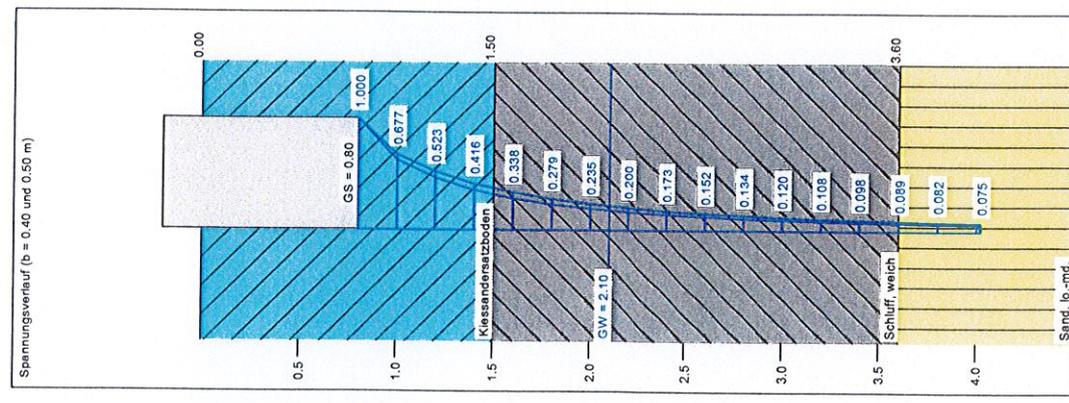
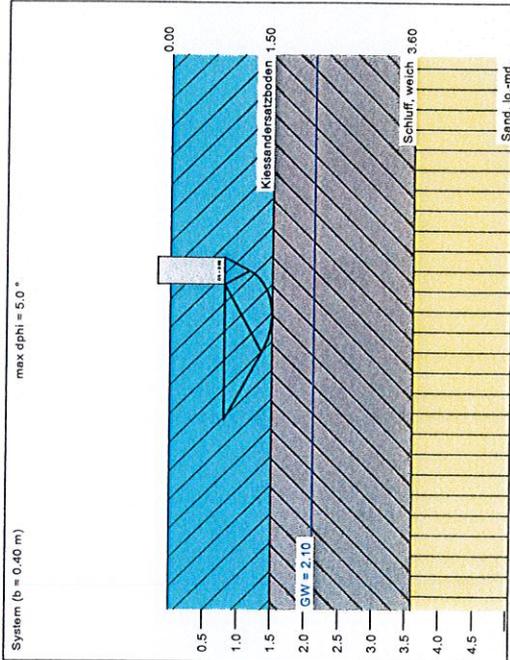


Bezeichnung:	S14 Pr. 2 (Haus 5)
Bodenart:	mS
Tiefe:	1,0 - 2,0 m
CU/Cc:	1,5/1,0
Entnahmestelle:	St. Michaelisdonn
k (m/s) (Lagen):	7,4 · 10 ⁻⁴
T/U/S/G [%]:	- / - / 100,0 / -
Reibungswinkel:	35,6
Frostigkeit:	F1
lp/wL:	0,0 / 0,0
Bodenartgruppe:	SE

Bemerkungen:
gem. DIN EN ISO 17.892-4:2017-04
gem. DIN 18.123-4
gem. DIN EN 933-1

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	v [%]	Bezeichnung
	19.0	11.0	35.0	0.0	45.0	0.00	Kielessatzboden
	20.0	10.0	22.5	9.0	6.0	0.00	Schluff, weich
	19.0	11.0	32.0	0.0	18.0	0.00	Sand, lo.-md.

Berechnungsgrundlagen:
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Streifenfundament (a = 10,00 m)
 $\gamma_{R,v} = 1,40$
 $\gamma_{G,v} = 1,40$
 $\gamma_{G,o} = 0,500 \cdot \gamma_G + (1 - 0,500) \cdot \gamma_Q$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0,500
 $\gamma_{(G,o)} = 1,400$
 $\sigma_{R,d}$ auf 280,00 kN/m² begrenzt
 Gründungssohle = 0,30 m
 Grundwasser = 2,10 m
 Grenztiefe mit p = 20,0 %
 — Schlupfdruck
 — Setzungen



a	b	$\sigma_{R,d}$	$R_{s,d}$	$\sigma_{E,A}$	s	cell e	cell c	γ_2	σ'_0	t_0	UKLS	k_s
[m]	[m]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[cm]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[m]	[m]	[MN/m ³]
10,00	0,40	280,0	112,0	200,0	1,23	32,7*	0,00	19,00	15,20	4,02	1,50	10,3
10,00	0,42	280,0	117,6	200,0	1,29	31,4*	0,00	19,00	15,20	4,10	1,50	15,5
10,00	0,44	266,7	117,3	190,5	1,28	30,1*	0,00	19,00	15,20	4,10	1,50	14,9
10,00	0,46	229,5	105,6	163,9	1,13	28,8*	0,00	19,00	15,20	3,91	1,50	14,5
10,00	0,48	202,7	97,3	144,8	1,02	27,7*	0,00	19,00	15,20	3,78	1,50	14,2
10,00	0,50	225,9	112,9	161,3	1,20	27,5*	1,44	19,01	15,20	4,03	1,53	13,5

* phi wegen 5° Bedingung abgemindert
 $\sigma_{E,A} = \sigma_{R,d} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{G,o}) = \sigma_{R,d} / (1,40 \cdot 1,40) = \sigma_{R,d} / 1,96$ (für Setzungen)
 Verhältnis Veränderliche(G)/Gesamtlasten(G+Q) [c] = 0,50

GEO Rohweddler
 Ing.-Büro f. Spezialtiefbau und
 Geotechnik GmbH
 Ullrichsbeck, Erft- und Grundbau - Bewehrung
 Rosenstraße 29 · Zum Fasanenort 4 · 50968 Sülz
 Tel.: 04335-4400; Fax: 04335-0420

Anlage 4
 Albersdorf, 31.08.2021
 ff_{Ge}

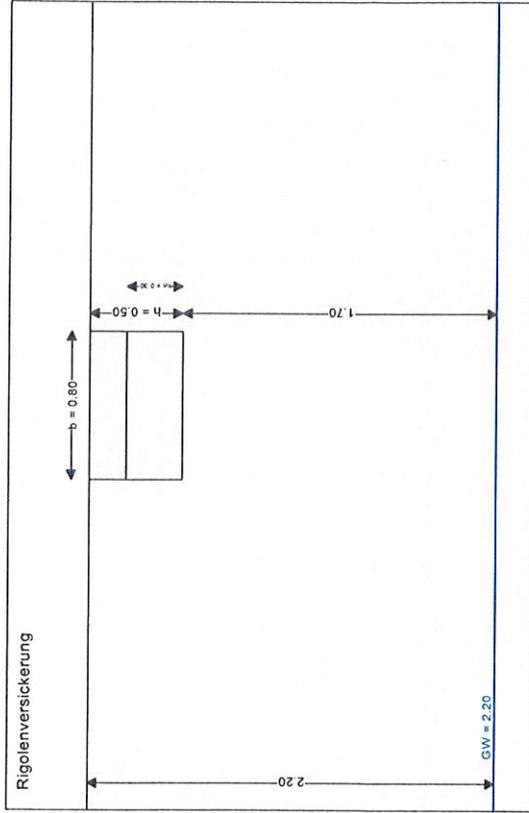
BV 260/21 St. Michaelisdamm, Neubau von 3 Doppelhäusern
 -Streifenfundament-
 Fundamentdiagramm mit Spannungsverlauf nach DIN 1054
 - Teilsicherheitskonzept DIN 1054 (2010-12) und nationaler Anhang EC 7

Speicherkoeffizient $s = 0.280$

Rigolenversickerung
 Durchlässigkeit = $7.100 \cdot 10^{-4}$ m/s
 Grundwasserflurabstand = 2.20 m
 Zuschlagsfaktor = 1.20
 Häufigkeit $n [1/a] = 0.200$
 5-jährige Überschreitungshäufigkeit
 $A(u) = 570.0$ m²
 Zulässiger Abstand UK Anlage - GW = 1.50 m
 Sohlbreite der Rigole $b = 0.80$ m
 Höhe der Rigole $h = 0.50$ m
 Max. Wasserstand Rigole = 0.20 m
 Nutzbare Höhe der Rigole $h_n = 0.30$ m

Ergebnis
 Erforderliche Rigolenlänge = 36.88 m
 Erforderliches Speichervolumen = 2.48 m³
 Maßgebende Regendauer = 5.0 Minuten
 Regenspende = 339.0 Liter/(sec·ha)
 Entleerungszeit = 0.1 Stunden

St. Michaelisdonn		
D	$f_{0.020}$ l/(s·ha)	L [m]
5 min	339.0	36.88
10 min	204.7	27.09
15 min	152.6	21.77
20 min	124.0	18.41
30 min	92.6	14.33
45 min	69.2	11.02
60 min	56.4	9.11



GEO Rohwedder GmbH
 Ing.-Büro f. Spezialtiefbau
 Beratender Ingenieur

Umwelttechnik - Erd- u. Grundbau - Bewässerung
 Bodenmechanik - Ingenieurbau - Erdbaulabor
 Gartenstraße 23, 25767 Albersdorf
 Tel.: 04635-9400; FAX 04635-9420
 Mobil: 0170 - 2094580

Anlage 5.1

BV 260-21 St. Michaelisdonn, Haus 1

Albersdorf, 03.09.2021

Berechnung von Versickerungsanlagen nach DWA- A 138 / 2005
 -Rigolenversickerung-

Schachtversickerung (Typ A)
 Durchlässigkeit = $7.400 \cdot 10^{-4}$ m/s
 Grundwasserflurabstand = 3.20 m
 Zuschlagfaktor = 1.20
 Häufigkeit $n [1/a] = 0.200$
 5-jährige Überschreitungshäufigkeit
 $A(u) = 190.0 \text{ m}^2$
 Zulässiger Abstand UK Anlage - GW = 1.00 m
 Lichte Weite des Schachtes = 1.50 m
 Wanddicke des Schachtes = 0.20 m
 UK Zulauf = 0.80 m
 Dicke der Filterschicht = 0.50 m

Ergebnis
 Maximaler Schachtwasserstand z.max = 0.90 m
 Maximales Speichervolumen $V_{s,max} = 1.58 \text{ m}^3$
 Maßgebende Regendauer = 5.0 Minuten
 Regenspende = 339.0 Liter/(sec·ha)
 Entleerungszeit = 0.2 Stunden

St. Michaelisdonn		
D	$T_{0(z)}$ [l/(s·ha)]	z [m]
5 min	339.0	0.90
10 min	204.7	0.80
15 min	152.6	0.67
20 min	124.0	0.56
30 min	92.6	0.37
45 min	69.2	0.16
60 min	56.4	0.01

