



Geo - Rohwedder

Ingenieurbüro für Spezialtiefbau und Geotechnik GmbH

UMWELTECHNIK

ERD- UND GRUNDBAU

BODENMECHANIK

INGENIEURBAU

ERDBAULABOR

BEWEISSICHERUNG

Beratende Ingenieure

Gartenstraße 23
25767 Albersdorf

Tel.: 04835 - 94 00
Fax: 04835 - 94 20

Zum Fliegerhorst 4
25980 Sylt /
OT Tinnum

Tel.: 04651 - 9957007
Fax.: 04651 - 9957003

Mobil: 0170 - 209 45 80

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

Mitglied im Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau (BWK).
Von der Industrie- und Handelskammer zu Flensburg öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für:
Spezialtiefbau, Erd- und Grundbau sowie Bodenmechanik

Geotechnisches Gutachten

BV 185/17

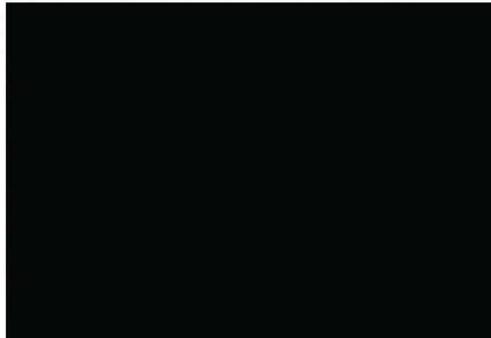
Neubau von 2 Mehrfamilienhäusern

Brauerstraße 17a und 17b

25548 Kellinghusen

• Bauherr

⇒



• Geotechnisches Gutachten

⇒

**Geo-Rohwedder
Ingenieurbüro für Spezialtiefbau
und Geotechnik GmbH
Gartenstraße 23
25767 Albersdorf**

• Aufgestellt

⇒

Albersdorf, 07.06.2017
Ro/Bö

Dieses Gutachten umfasst 15 Seiten und 12 Blatt Anlagen
Das Gutachten darf nur ungekürzt vervielfältigt werden.
Auszugsweise Wiedergabe bedarf der Genehmigung des Verfassers.
Urheberschutzvermerk s. DIN 34

Inhaltsverzeichnis:

Seite:

1.	Veranlassung	4
2.	Baugrund	4
2.1	Baugrundaufbau	4 - 5
2.2	Wasser im Baugrund	5 - 6
2.3	Bodenmechanische Untersuchungen	6
2.3.1	Wichten	6
2.3.2	Wassergehaltsbestimmungen	7
2.4	Homogenbereiche ...	7
2.5	Bandbreiten charakteristischer Bodenkennwerte	8
3.	Gründungsbeurteilung	9
3.1	Allgemeines	9
3.2	Abfolge der Erdarbeiten	9 - 10
3.3	Bemessungswert des Sohldruckwiderstandes	10 - 11
3.4	Setzungsprognosen	11
3.5	Bettungsmodul	11
4.	Technische Hinweise	12
4.1	Fundamentabtreppungen	12
4.2	Baugrubendurchführung	12
4.3	Bodenverunreinigungen	12
4.4	Bewegungsfugen	12
4.5	Bauwerkshinterfüllungen	12
4.6	Parkflächen/Zufahrtsstraßen/Umfahrten	13
4.7	Möglichkeit der Versickerung ...	13 - 14
4.8	Abnahmen	14
5.	Zusammenfassung	15

Anlagen

1. Lageplan der Kleinrammbohrungen S1 – S8/17
- 2.1 – 2.8 Profildarstellungen der S1 – S8/17
- 2.9 – 2.10 Legende
3. Fundamentdiagramm

1. Veranlassung

beabsichtigt im B-Planareal Nr. 41 der Stadt Kellinghusen, Brauerstraße 17a/b den Neubau von Mehrfamilienhäusern.

Die Gründung der Mehrfamilienhäuser erfolgt in zwei Bauabschnitten wie folgt:

- **I. BA** - **10 Wohneinheiten (WE)**
- **II. BA** - **9 Wohneinheiten (WE)**

Vorgesehen sind 4-geschossige Baukörper, die in nichtunterkellelter Bauweise konventionell mit Stahlbetondeckenkonstruktion errichtet werden sollen.

Nach hier vorliegendem Übersichtsplänen sind für die baulichen Anlagen Grundrissabmessungen vorgesehen von:

- **Breite** ⇒ **13,84 m**
- **Länge** ⇒ **23,06 m**

Die Geo Rohwedder GmbH wurde beauftragt, je Wohnhaus 4 Stck. Aufschlussbohrungen niederzubringen und hierauf basierend ein geotechnisches Gutachten zu erstellen.

2. Baugrund

2.1 Baugrundaufbau

Der Untergrundsystematik in der Stadt Kellinghusen ist der Geo Rohwedder GmbH durch zahlreich vorangegangene Bauvorhaben aus der unmittelbaren Nachbarschaftsumgebung im Grundsätzlichen bekannt. Zur Präzisierung der Untergrundsystematik wurden insgesamt 8 Stck. Aufschlussbohrungen niedergebracht wie folgt:

- **Aufschlussbohrungen S1 – S4/17** ⇒ **II. BA** - **9 WE**
- **Aufschlussbohrungen S5 – S8/17** ⇒ **I. BA** - **10 WE**

Dem als Anlage 1 beigefügten Lageplan kann die Lage der Aufschlussbohrungen S1 bis einschließlich S8/17 entnommen werden, einschließlich der geplanten Gebäudekubaturen (I. BA und II. BA).

Die Auswertung der aufgestellten Schichtenverzeichnisse und die Klassifizierung aller gewonnenen, gestörten Bodenproben im Labor der Geo Rohwedder GmbH führten zu den als Anlagen 2.1 bis 2.8 beigefügten Baugrundprofilen. Die dazugehörige Legende (Abkürzungen gem. DIN 4.022 T. 1 / DIN 4.023 ff.) ist diesem Gutachten ergänzend als Anlage 2.9 und 2.10 zu entnehmen.

Aus den geführten Schichtenverzeichnissen geht hervor, dass die Deckschicht des untersuchten Geländeareals zunächst aus künstlich eingebrachten Sanden besteht. Kornanalytisch handelt es sich zum überwiegenden Teil um umgelagerte Sande, die durch humose Schlieren und auch leichtem Zivilisationsbauschutt gebändert werden. Die Mächtigkeiten der humosen Deckschichten variieren entsprechend den geführten Schichtenverzeichnissen mit minimal 0,9 m im Aufschlussbereich S2/17 (II. BA) und max. 2,2 m im Nahbereich S1/17 (II. BA).

Als gewachsener Baugrund folgen bei allen Aufschlussbohrungen unterlagernd zunächst enggestufte Sande pleistozänen Ursprungs, die lokal mit schluffigen Lagen angebohrt wurden. Die Basis der gewachsenen Sande wurde festgestellt in Tiefen zwischen 3,9 m und max. 5,8 m. Unterlagernd folgen Geschiebeböden, die als sandige Geschiebemergel in wenigstens weich bis steifer Konsistenz anstehend sind. Die Geschiebemergel beschreiben mit zunehmender Teufe schwach-steife und auch steife Konsistenzen und wurden bei allen Aufschlussbohrungen bis zum Teufenende (max. 6 m) nicht durchstoßen.

In diesem Zusammenhang wird darauf aufmerksam gemacht, dass es sich bei den Geschiebeböden bereichsweise auch um stark schluffige Sande handelt.

Die erbohrte Baugrundformation repräsentiert den vorherrschenden Untergrundaufbau im Bereich der geplanten Neubaugründungen.

Weitere Einzelheiten zu den erbohrten Schichtenfolgen sind in den Anlagen 2 enthalten.

2.2 Wasser im Baugrund

Bei Ausführung der Feldarbeiten (Stichtag: 30.05.2017) wurden Wasserstände angebohrt ab ungünstig 1,6 m unter Terrain. Hierbei handelt es sich zweifelsfrei um Schichten- / Tagwasser, das sich in und über den relativ gering durchlässigen Geschiebeböden unterschiedlich hoch aufstauen kann.

Überdies unterliegt der Wasserstand größeren Schwankungen, bedingt durch vorausgegangene Regenperioden, da das zu erschließende Areal einem größeren Einzugsgebiet unterliegt.

Von der Geo Rohwedder GmbH wird diesbezüglich empfohlen, für Belange der Planung / Erdarbeiten einen Bemessungsgrundwasserstand zu berücksichtigen ab vorhandenem Geländeniveau mit einer Tiefenkote von:

- **GW = -1,5 m unter vorhandener Geländeoberkante (GOK)**

Es kann somit festgestellt werden, dass gemäß Arbeitsblatt DWA-A 138 „Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser“ aus hydrogeologischer Sicht zugestimmt werden kann.

Weitere Einzelheiten zu den erbohrten Wasserständen sowie zum Untergrundaufbau sind in den Anlagen 2 enthalten.

2.3 Bodenmechanische Untersuchungen

Zur Beurteilung des Baugrundes standen dem Sachverständigen eine große Anzahl von Sonderproben der Güteklasse 3 – 4 (gestörte Bodenproben) zur Verfügung, die während der Kleinbohrungsarbeiten entnommen wurden. Diese Proben sind im Erdbaulabor durch den zuständigen Sachbearbeiter angesprochen worden und es wurde hierbei, falls es erforderlich war, die Ansprache des Bohrmeisters korrigiert.

An einigen charakteristischen Proben wurden bodenmechanische Versuche ausgeführt, um wesentliche Kennziffern zu ermitteln, die für die Beurteilung der geplanten Baumaßnahme erforderlich sind.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen werden im Folgenden kurz beschrieben, ergänzt durch Erfahrungswerte des Unterzeichnenden.

2.3.1 Wichten

An einigen Sonderproben wurden Raumgewichtsbestimmungen gem. DIN EN ISO 17.892-2: 2014 bei Gewichtsäquivalenz ausgeführt. Hierbei wurden die Proben in überwiegend mitteldichter bzw. weich-steifer Konsistenz in die Versuchsporzellen eingebaut und folgende Streubereiche festgestellt:

- **Sand**
(6 Stck. Einzelversuche) $\Rightarrow 18,13 \text{ kN/m}^3 \leq \gamma_{n,k} \leq 18,47 \text{ kN/m}^3$
- **Geschiebemergel**
(5 Stck. Einzelversuche) $\Rightarrow 21,09 \text{ kN/m}^3 \leq \gamma_{n,k} \leq 21,33 \text{ kN/m}^3$

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen bestätigten die Bodenansprache der Geo Rohwedder GmbH in der Örtlichkeit bzw. führten zu geringen Korrekturen.

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 $+105^\circ\text{C}$ 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. Es wurden daraufhin an zahlreichen Bodenproben der Güteklasse 3 - 4 Wassergehaltsbestimmungen durch Ofentrocknung gem. DIN EN ISO 17.892-1: 2014, durchgeführt. Hierbei wurden folgende Streubereiche festgestellt:

- **Geschiebemergel**
(5 Stck. Einzelversuche) $\Rightarrow 11,63\% \leq w_n \leq 17,59\%$

Aus diesen Untersuchungsbefunden geht hervor, dass die Geschiebeböden als vorwiegend stark schluffige Sande klassifiziert werden können.

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

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 Baugrundaufschlussbohrungen erforderlich wären!

- **Homogenbereich A \Rightarrow Auffüllung**
- **Homogenbereich B \Rightarrow Sand**
- **Homogenbereich C \Rightarrow Geschiebeboden / Schluff**

2.5 Bandbreiten charakteristischer Bodenkennwerte (cal.-Rechenwerte)

Auf der Grundlage unserer Bodenansprache der im Zuge der Bohrarbeiten entnommenen Bodenproben sowie von Erfahrungen bei Bauvorhaben mit vergleichbaren Untergrundverhältnissen können in erdstatischen Berechnungen unter Einbeziehung des jeweiligen Sicherheitsbeiwertes die in der nachfolgenden Tabelle dargestellten charakteristischen Bodenkennwerte wie folgt angesetzt werden (bei bindigen Böden handelt es sich um Kennwerte im konsolidierten Zustand!):

Bodenart	Raumgewicht		Scherfestigkeit	Kohäsion	Steifemodul
	natürlich	unter Auftrieb			
	γ_k kN/m ³	γ'_k kN/m ³	φ'_k (Altgrad)	c'_k kN/m ²	E_{sk} MN/m ²
Mutterboden	Für bautechnische Zwecke nicht geeignet				
Auffüllung	Für bautechnische Zwecke nicht geeignet				
Auffüllung, rollig, locker-mitteldicht	17	9	29	0	< 15
Sand, pleistozän, locker	18	10	30	./.	≤ 20
Sand, pleistozän, locker-mitteldicht	18,5	10,5	32,5	./.	≤ 30
Sand, pleistozän, mindestens mitteldicht	19	11	34	./.	≤ 45
Geschiebemergel, weich - steif	22	12	25	12	≤ 30
Geschiebemergel, schwach steif, sandig	22	12	27,5	12	≤ 40
Ersatzboden, kornabgestufter Füllsand, verdichtet auf mindestens 100 % der einfachen Proctordichte	19	11	35	./.	≤ 40

3. Gründungsbeurteilung

3.1 Allgemeines

Die durchgeführten Baugrunderkundungen und –untersuchungen der Geo Rohwedder GmbH haben ergeben, dass im Gründungsbereich der geplanten baulichen Anlagen größere Mächtigkeiten an Auffüllschichten anstehend sind. Darunter folgen hochtragfähige Sande.

Von der Geo Rohwedder GmbH wird zunächst angeregt, die Sockeloberkanten der geplanten baulichen Anlagen (OK Fertigfußboden FFB) mit mindestens **+0,4 m** über künftigem Straßenniveau (im Endzustand!) anzusiedeln, damit zum Einen bei regenreichen Ereignissen auch langfristig größere Wasseransammlungen unterbunden werden und zum Anderen ein hinreichender Grundwasserflurabstand gewährleistet wird.

Unter Einhaltung dieser Maßgaben werden folgende Empfehlungen ausgesprochen.

3.2 Abfolge der Erdarbeiten

Bei einer geplanten Gründungstiefe etwaiger Fundamentebenen von etwa 0,8 m (bzw. frostsichere Gründung) unter vorhandener Geländeoberkante liegen den Baugrunderkundungsbohrungen zufolge noch künstlich eingebrachte Böden an.

Unter Zugrundelegung der vorliegenden Aufschlussbohrungen sind zunächst für Belange der Planung / Erdarbeiten mit folgenden Sanierungstiefen zu rechnen – ***vorbehaltlich der Bestätigung durch Baugrubenabnahmen, die durch die Geo Rohwedder GmbH zu veranlassen sind*** – ab vorhandenem Geländeniveau wie folgt:

• Aufschlussbereich S1/17	⇒ A ~ 2,2 m*	}	II. BA – 9 WE
• Aufschlussbereich S2/17	⇒ A ~ 1 m*		
• Aufschlussbereich S3/17	⇒ A ~ 1,2 m*		
• Aufschlussbereich S4/17	⇒ A ~ 1,5 m*		

• Aufschlussbereich S5/17	⇒ A ~ 1,5 m*	}	I. BA – 10 WE
• Aufschlussbereich S6/17	⇒ A ~ 1 m*		
• Aufschlussbereich S7/17	⇒ A ~ 1 m*		
• Aufschlussbereich S8/17	⇒ A ~ 1,5 m*		

* bzw. bis zum Erreichen des hinreichend mineralisch reinen Baugrundes!

Zur definitiven Festlegung der jeweiligen Aushubtiefen (I. BA / II. BA) wird von der Geo Rohwedder GmbH empfohlen, Baugrubenabnahmen zu veranlassen, um zum Einen die örtlich freigelegte Baugrundsituation flächenhaft in Augenschein nehmen zu können und zum Anderen die in der Tragwerksplanung zugrunde gelegten Annahmen / Kennwerte zu bestätigen. Hierbei kann nicht ausgeschlossen werden, dass Tieferschachtungen auszuführen sind, nämlich dann, wenn in der vermeintlichen Aushubebene noch stark humose Anteile von Auffüllschichten anstehend sind.

Nach Freigabe durch den Sachverständigen können bereichsweise die im Untergrund verbleibenden Auffüllschichten durch etwa 3 – 4 Übergänge mit einem Flächenrüttler ertüchtigt werden. D. h., dass eine Nachverdichtung der im Untergrund verbleibenden Auffüllschichten durchaus denkbar wäre. Die Übergänge sind kreuzweise durchzuführen, sodass nach hinreichender Ertüchtigung hierauf sukzessiv bis zur geplanten Sohlplattenunterkante der Neubaugründungen ein kornabgestufter Füllsand eingebracht werden kann. Der Ersatzboden sollte abschlämmbare Bestandteile besitzen von ≤ 5 Gew.-% und der Ungleichförmigkeitsgrad ist sicherzustellen mit mindestens $C_U \geq 3$.

Der sandige Ersatzboden (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.

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 Tiefe Schlagzahlen nachzuweisen von 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.

3.3 Bemessungswert des Sohldruckwiderstandes

Der zulässige Sohlwiderstand 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 kann in der Tragwerksplanung ein Bemessungssohlendruckwiderstand (charakteristisch!) ausgeschöpft werden mit einem Wert von:

- $\text{zul. } \sigma_{E,k} \leq 170 \text{ kN/m}^2$

3.4 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/m^2
- $\int d_z$ = mittlere Schichtstärke
- E_s = Steifemodul der betrachteten Bodenschicht
- β = Konsolidationskonstante in Abhängigkeit der Homogenität des Bodens

Überdies wurde auf der Anlage 3 EDV-gestützt das rechnerische Setzungsmaß dargestellt mit einem Streubereich von $s \sim 0,9 - 1,1 \text{ cm}$, sodass rechnerische Gesamtsetzungen prognostiziert werden können mit ca. $2 - 3 \text{ cm}$.

3.5 Bettungsmodul

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

- $C_{min.} - C_{max.} \approx 14 - 18 \text{ MN/m}^3$

4. Technische Hinweise

4.1 Fundamentabtreppungen

Wenn verschieden tief gegründete Fundamentbereiche nebeneinander liegen, so sind Fundamentabtreppungen unter $\alpha \leq 30^\circ$ zur Horizontalen erforderlich, damit an den Übergängen eine einwandfreie Abtragung der Lasten gewährleistet ist.

4.2 Baugrubendurchführung

Unter Zugrundelegung der vorliegenden Baugrundaufschlüsse ist zu erwarten, dass bei regenarmen Tagen während der Bauphase keine größeren Wasserhaltungen einzuplanen sind. Als Bedarfssposition sollte jedoch in der Ausschreibung eine offene Wasserhaltung (Bauhilfsdrainagen mit tiefergesetzten Pumpensämpfen) eingeplant werden. Der Einsatz und Umfang dieser evtl. notwendigen Maßnahme hängt von den zu der Bauzeit herrschenden Witterungsverhältnissen ab.

4.3 Bodenverunreinigungen

Organoleptische Auffälligkeiten am Bohrgut (Geruch / Farbe), die einen Hinweis auf eine offensichtliche Kontamination des Baugrundes geben, wurden nicht festgestellt bzw. können nicht bestätigt werden.

4.4 Bewegungsfugen

Zwischen den einzelnen Bauabschnitten sollten zweckmäßig hinreichend dimensionierte Bewegungsfugen in der Außenschale angeordnet werden, die nicht durch die Fundamente hindurchgeführt werden brauchen. Dies gilt insbesondere bei deutlichen Grundrissänderungen.

Überdies sollte eine durch Fugenbänder (mit großer Dehnkammer) verbundene Aufteilung der Außenschale praktiziert werden. Des Weiteren sollten an entstehenden Eck- und Kreuzungspunkten hinreichend dimensionierte Bewegungsfugen berücksichtigt werden mit einem stumpfen Stoß.

Weitere Bewegungsfugen sollten nach statischen Erfordernissen bzw. thermischen Notwendigkeiten großzügig praktiziert werden.

4.5. Bauwerkshinterfüllungen

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

4.6 Parkflächen / Zufahrtsstraßen / Umfahrten

Im Bereich geplanter Stellplätze / Umfahrtstraßen / Zufahrstraßen wird empfohlen, nach Abtrag von Oberböden bzw. Erreichen des gewachsenen Baugrundes (mineralisch reiner Sand!) zunächst ein frostsicheres Ersatzbodenmaterial einzubauen in einer Stärke von $d \geq 30$ cm. Hierauf ist bis zur geplanten Unterkante etwaiger Versiegelungen eine Tragschicht aus dem Körnungsbe- reich 0 – 45 mm (alternativ RC-Material 0 – 56 mm) auf mitteldichte-dichte Lagerungen einzu- bauen. Die Tragschichten sind so zu dimensionieren, dass hierauf im Zuge eines ca. 4 cm mäch- tigen Bettungssandes eine hinreichende Oberflächenversiegelung (z.B. $d = 10$ cm mächtiges Be- tonpflaster) praktiziert werden kann mit einem ausreichenden Gefälle ($I \geq 0,8$ %).

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

4.7 Möglichkeit der Versickerung anfallenden Oberflächenwassers

Flächen mit bis in eine Tiefe von mindestens 1,5 m unter 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 Sondierbohrungen und unter Einhaltung unserer Empfehlungen kann eine dezentrale Versickerung von Niederschlagswasser im Bereich des Untersuchungsgeländes vorgenommen werden.

Grundsätzlich gibt es 4 verschiedene Möglichkeiten für die dezentrale Versickerung von Nieder- schlagswasser:

- ***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 ange- setzt werden kann. Das Wasser wird in Versickerungsmulden (Tiefe 0,50 m) zwischen- gespeichert 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. DWA-Regelwerk Arbeitsblatt DWA-A 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 DWA Rohre < DN 300 aus Wartungsgründen nicht verwendet werden.

4.8 Abnahmen

Abnahmen durch die Geo Rohwedder GmbH sind zu veranlassen:

- **Während des Aushubs von Baugruben bzw. Erreichen der dargestellten Aushub-tiefen zur flächenhaften Überprüfung der freigelegten Baugrundsituation,**
- **nach Abschluss von Verdichtungsarbeiten eingebrachter Füllsande bei Mächtigkei-ten $d \geq 50$ cm zur Überprüfung der erreichten Verdichtungen deren Freigabe zur Aufnahme der Fundamentarbeiten,**
- **beim Einsatz etwaiger Wasserhaltungsmaßnahmen während der Erdarbeiten.**

5. Zusammenfassung

Für den Neubau zweier Mehrfamilienwohnhäuser in der Stadt Kellinghusen sollte der Untergrund erkundet, beurteilt und eine Gründungsberatung erarbeitet werden. Hierzu erhielt das aufstellende Büro den Auftrag.

Am 30.05.2017 wurden durch die Geo Rohwedder GmbH an signifikanten Belastungspunkten der künftigen Einzelgründungen auftragsgemäß 8 Stck. Aufschlussbohrungen nach DIN EN ISO 22.475-1 bis zu einer Endtiefe je 6 m abgeteuft.

Die Gründung der Einzelbauvorhaben kann nach Ausräumen künstlich eingebrachter Böden vorgenommen werden. Hierbei ist es notwendig, dass nach Ausräumen der anstehenden humosen Deckschichten eine Deckschicht der bereichsweise im Untergrund verbleibenden Auffüllschichten vorgenommen wird. Einzelheiten zu dieser Gründungsvariante sind dem Gutachten zu entnehmen.

Im vorliegenden Baugrundgutachten werden Hinweise zur Ausführung der Gründungsmaßnahmen dargestellt. Diese beinhalten Angaben über den Bemessungssohlendruckwiderstand (charakteristisch!), mögliche Setzungsprognosen sowie weitere Gründungsmodalitäten.

Die Aushub- und Gründungssohlen müssen nach DIN 4020 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 Bauwerk und Baugrund ist das Gutachten nur in seiner Gesamtheit verbindlich.

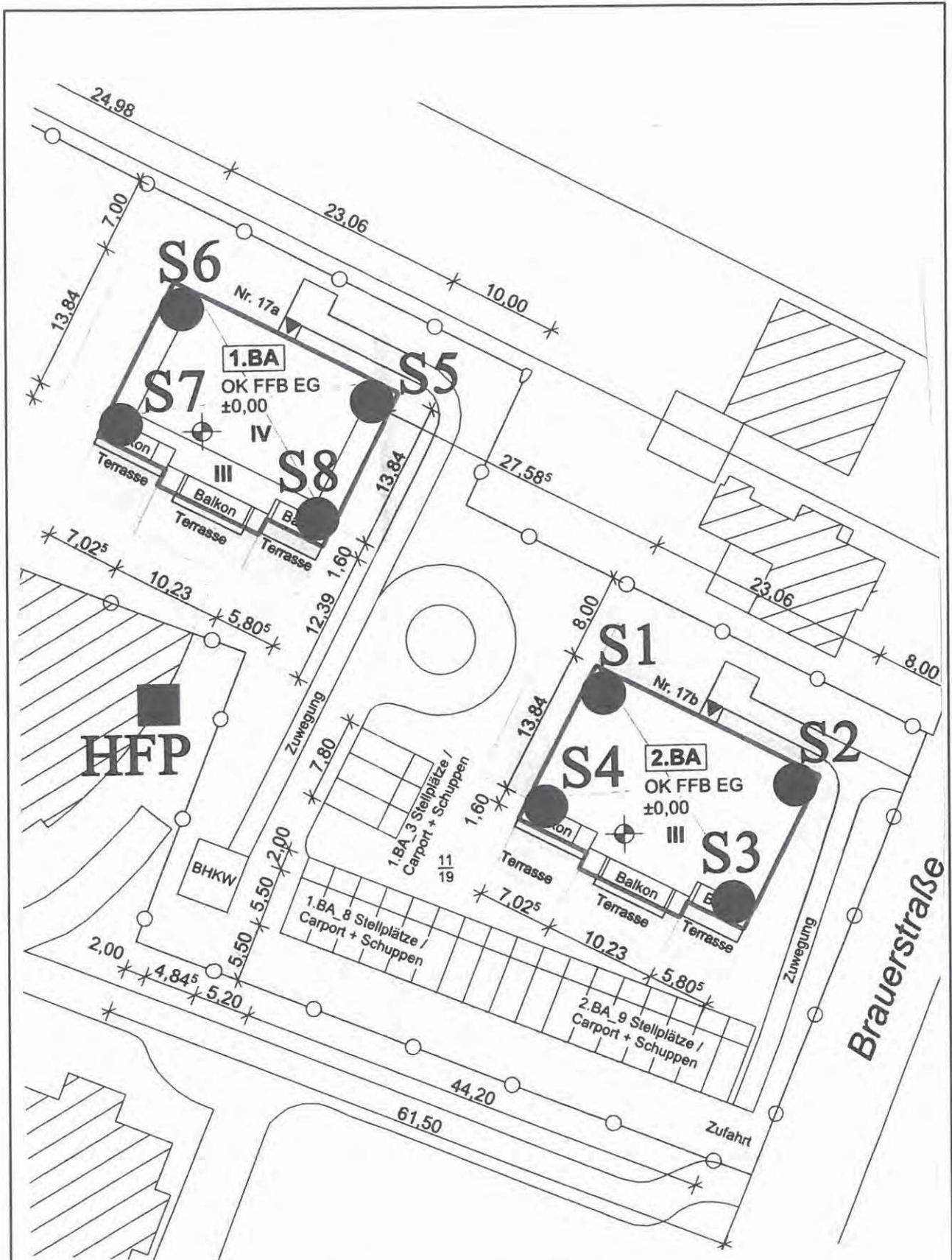
Es werden qualitative Hinweise dargestellt zu den Anforderungen an den Ersatzboden und seine Verdichtung, und es wird auf die Notwendigkeit von Bewegungsfugen hingewiesen. Die Bewegungsfugen brauchen nicht durch die Fundamente hindurchgeführt werden und sollten großzügig praktiziert werden.

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

Sachbearbeiter:



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

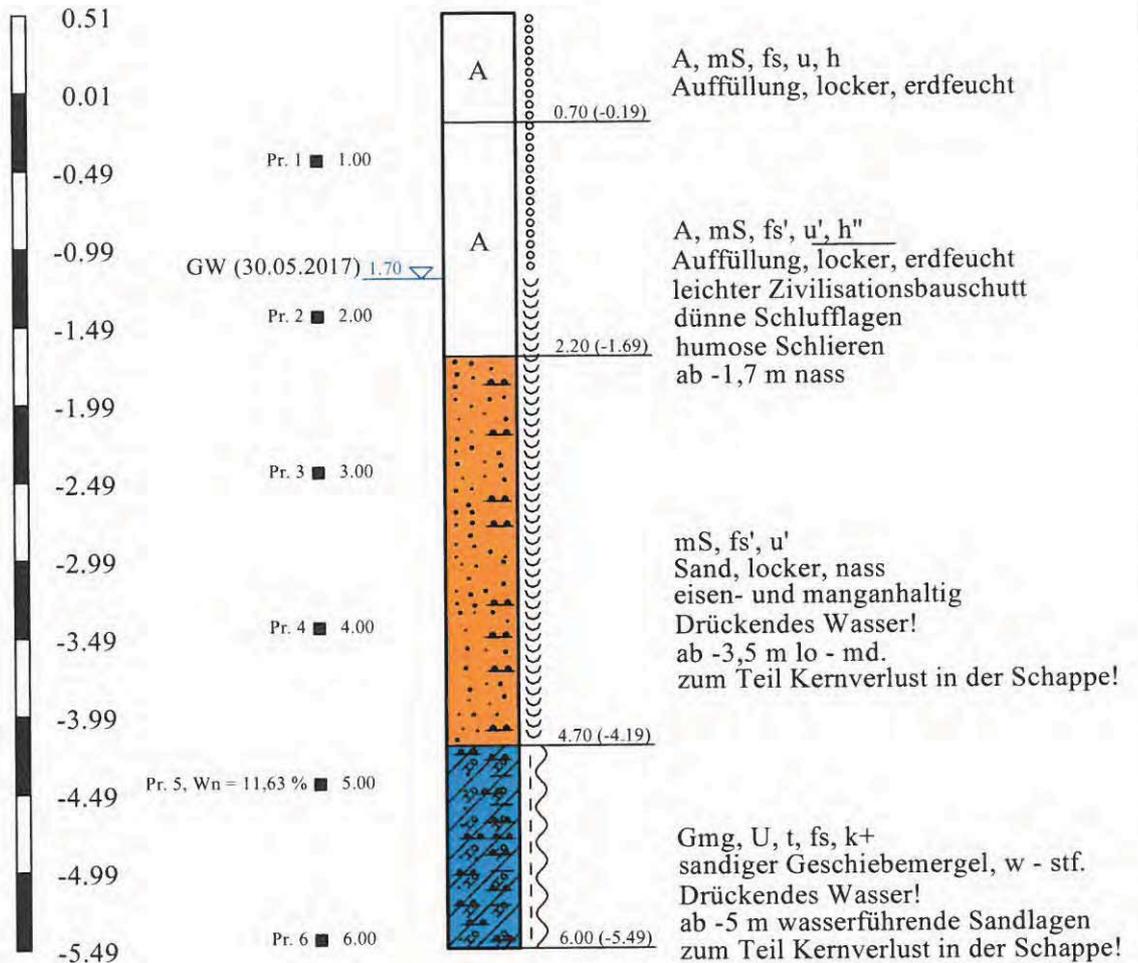


HFP = OK Fertigfußboden bestehendes Gebäude!

<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 1</p>
<p>BV 185-17 Neubau von 2 MFH in 25548 Kellinghusen</p>		<p>Albersdorf, 06.06.2017</p>
<p>Lageplan der Kleinrammbohrungen S1 - S8/17</p>		<p>/Bö</p>

S1/17

+0,51 m ü. HFP

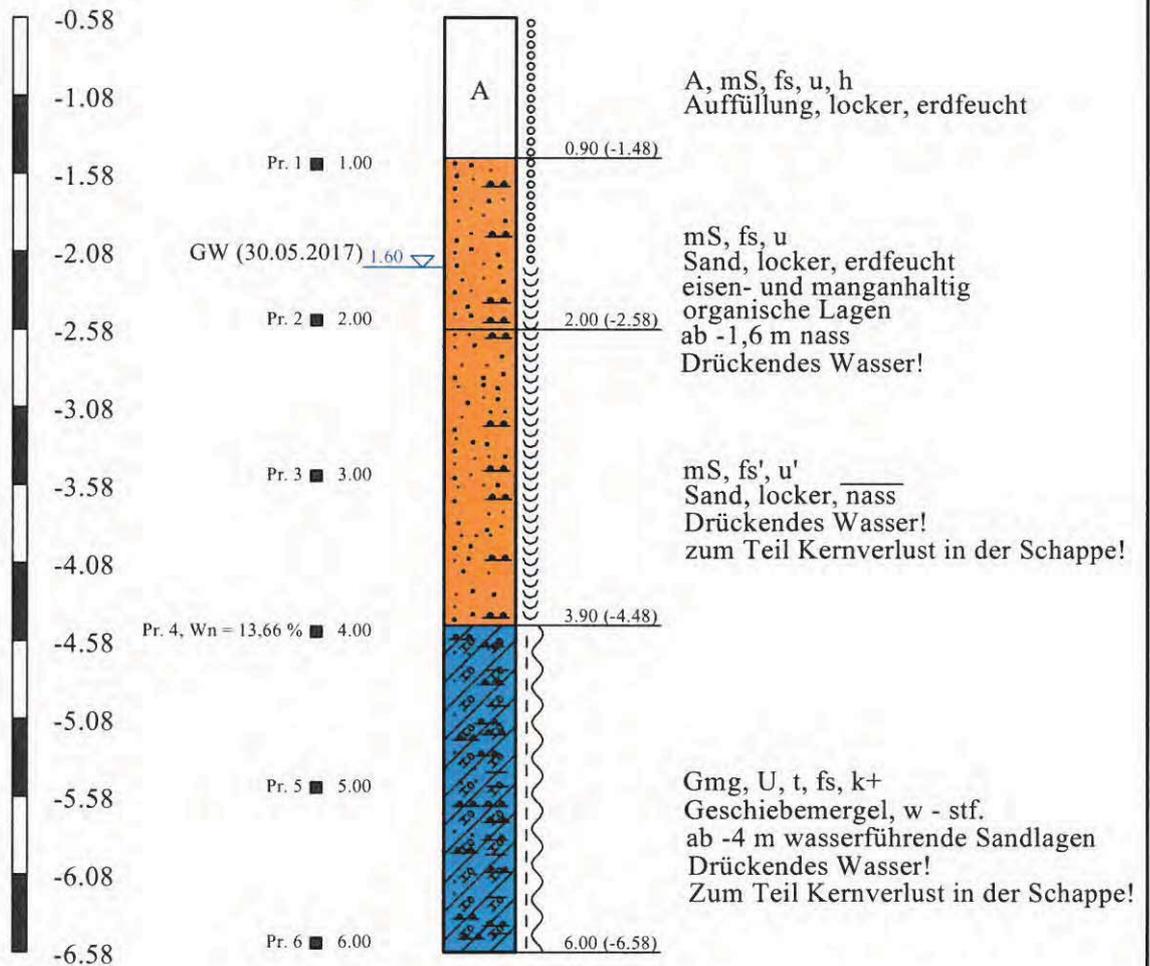


HFP = OK FFB vom bestehendem Gebäude (s. Anlage 1)

<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 2.1</p>
<p>BV 185/17 Neubau 2 Stck. Mehrfamilienhäuser in Kellinghusen Kleinrammbohrung S1/17</p>		<p>Albersdorf, 06.06.2017 /The</p>
<p>M. d. H.: 1 : 50 M. d. L.: ./.</p>		

S2/17

-0,58 m u. HFP

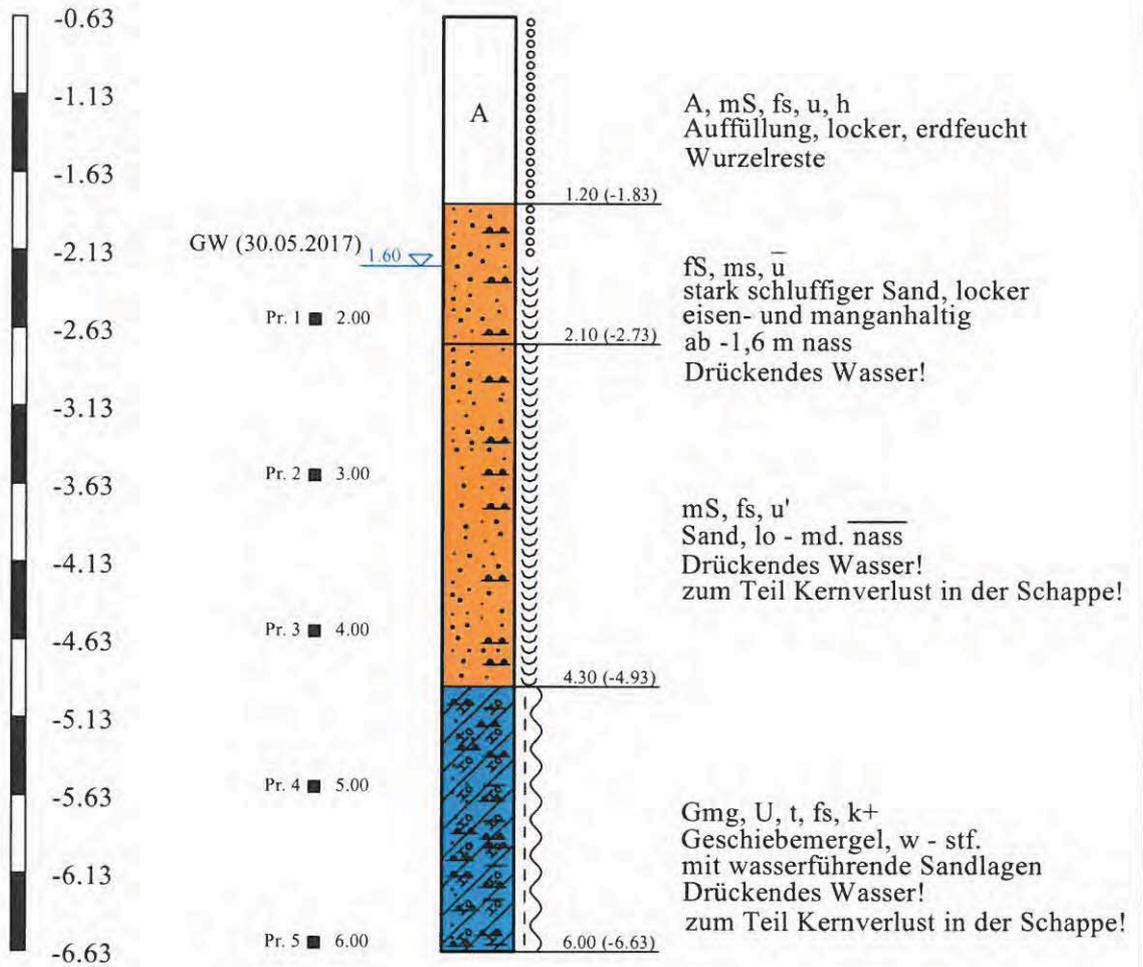


HFP = OK FFB vom bestehendem Gebäude (s. Anlage 1)

<p>Geo Rohwedder 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 2.2</p>
<p>BV 185/17 Neubau 2 Stck. Mehrfamilienhäuser in Kellinghusen Kleinrammbohrung S2/17</p>		<p>Albersdorf, 06.06.2017 /The</p>
<p>M. d. H.: 1 : 50 M. d. L.: ./.</p>		

S3/17

-0,63 m u. HFP

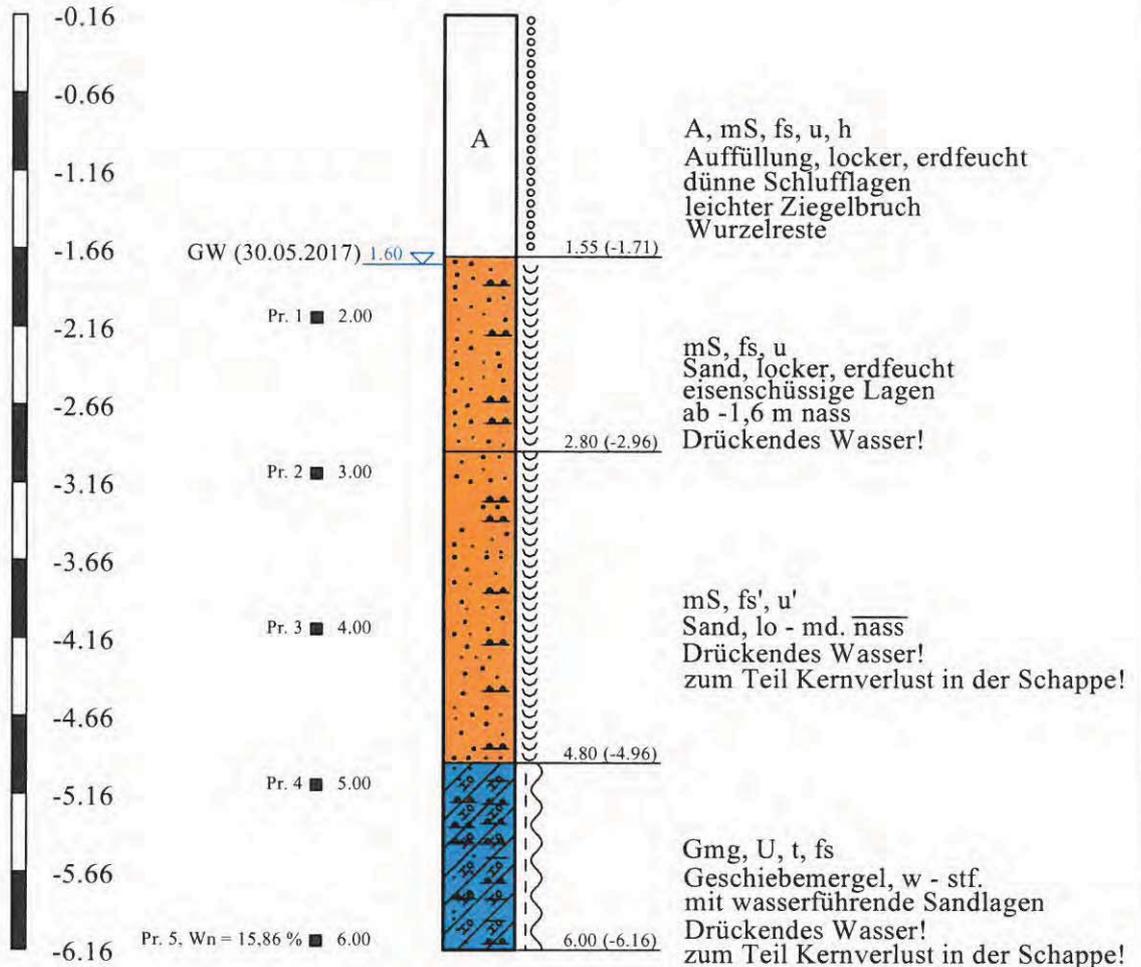


HFP = OK FFB vom bestehendem Gebäude (s. Anlage 1)

<p>Geo Rohwedder 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 2.3</p>
<p>BV 185/17 Neubau 2 Stck. Mehrfamilienhäuser in Kellinghusen Kleinrammbohrung S3/17</p>		<p>Albersdorf, 06.06.2017 /The</p>
<p>M. d. H.: 1 : 50 M. d. L.: ./.</p>		

S4/17

-0,16 m u. HFP

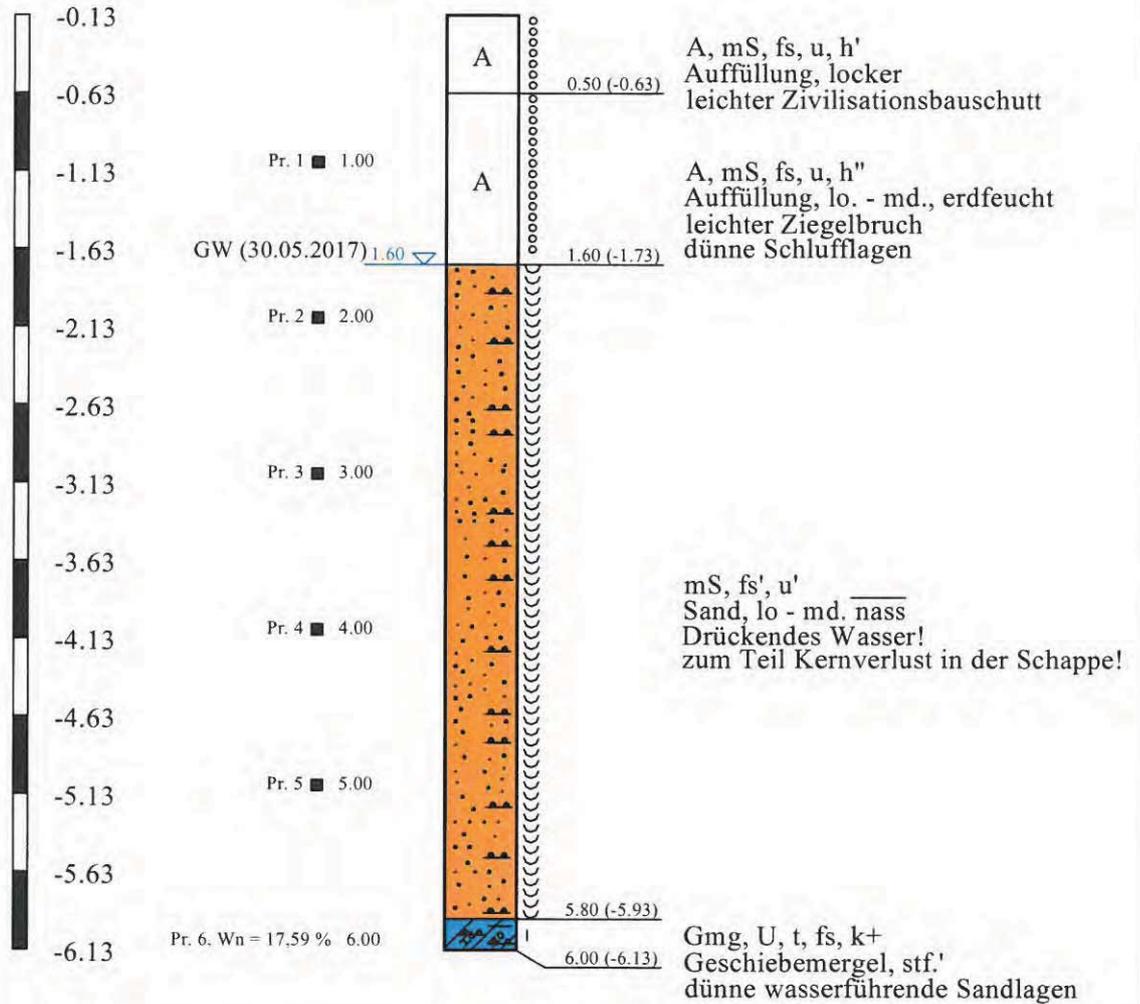


HFP = OK FFB vom bestehendem Gebäude (s. Anlage 1)

<p>Geo Rohwedder 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 2.4</p>
<p>BV 185/17 Neubau 2 Stck. Mehrfamilienhäuser in Kellinghusen Kleinrammbohrung S4/17</p>		<p>Albersdorf, 06.06.2017 /Bö</p>
<p>M. d. H.: 1 : 50 M. d. L.: ./.</p>		

S5/17

-0,13 m u. HFP

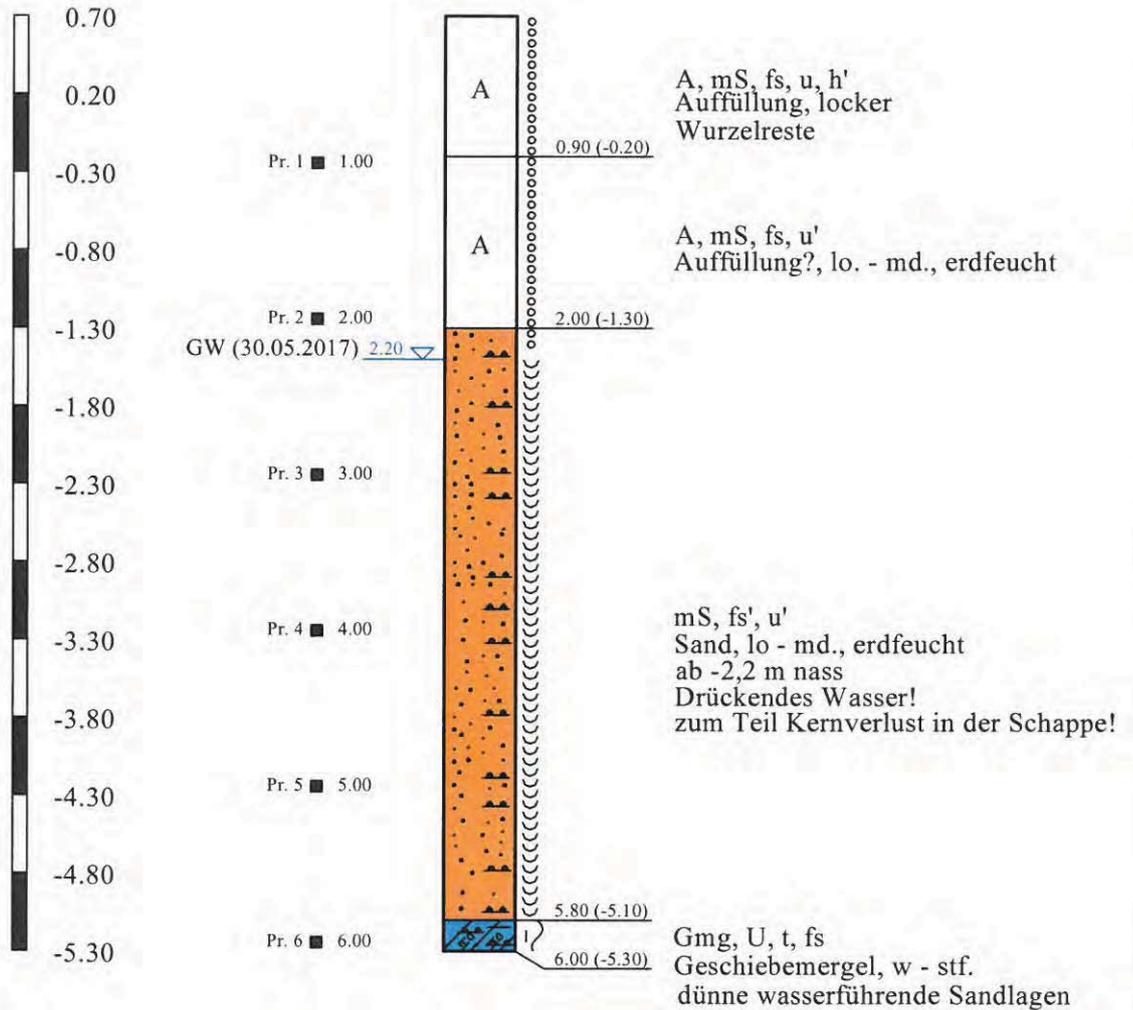


HFP = OK FFB vom bestehendem Gebäude (s. Anlage 1)

<p>Geo Rohwedder 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 2.5</p>
<p>BV 185/17 Neubau 2 Stck. Mehrfamilienhäuser in Kellinghusen Kleinrammbohrung S5/17</p>		<p>Albersdorf, 06.06.2017 /Bö</p>
<p>M. d. H.: 1 : 50 M. d. L.: ./.</p>		

S6/17

+0,7 m ü. HFP

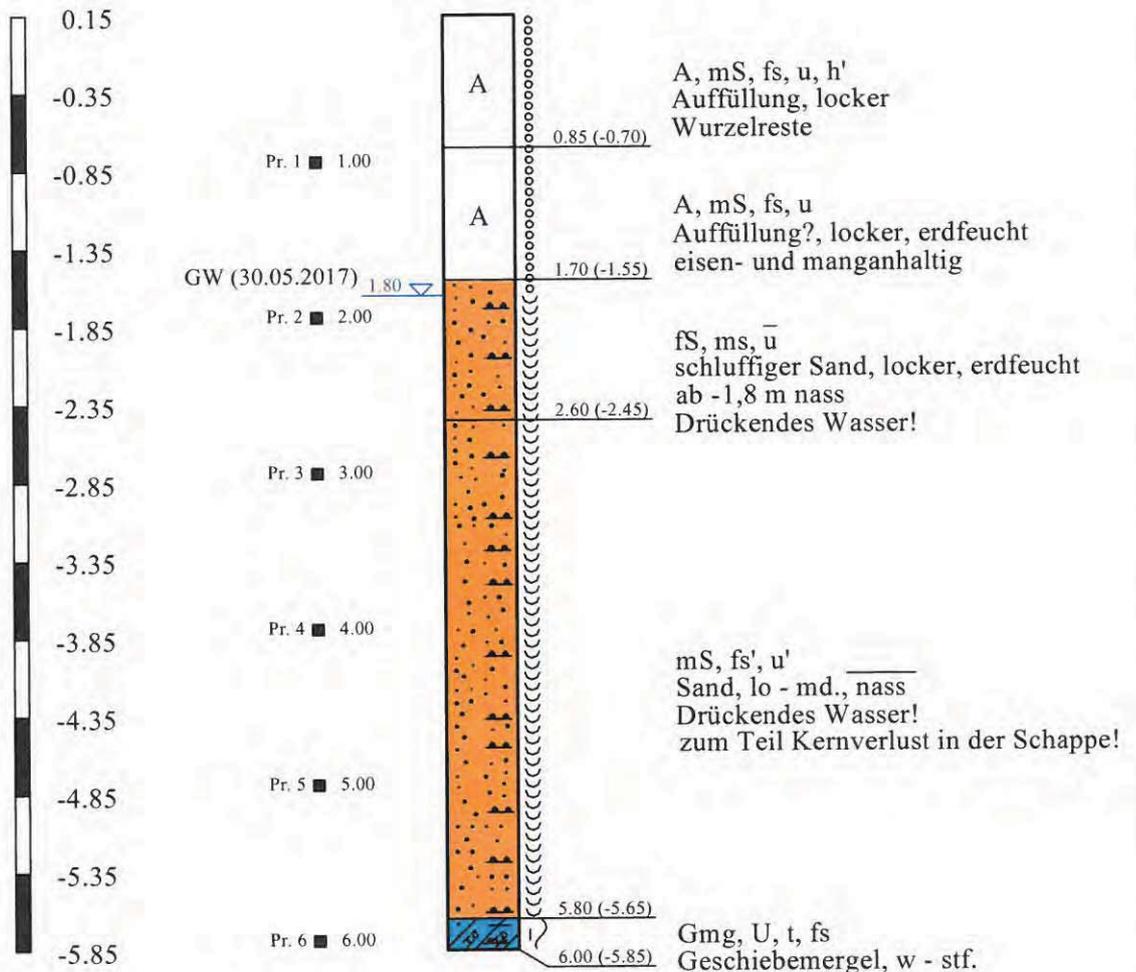


HFP = OK FFB vom bestehendem Gebäude (s. Anlage 1)

<p>Geo Rohwedder 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 2.6</p>
<p>BV 185/17 Neubau 2 Stck. Mehrfamilienhäuser in Kellinghusen Kleinrammbohrung S6/17</p>		<p>Albersdorf, 06.06.2017 /The</p>
<p>M. d. H.: 1 : 50 M. d. L.: ./.</p>		

S7/17

+0,15 m ü. HFP

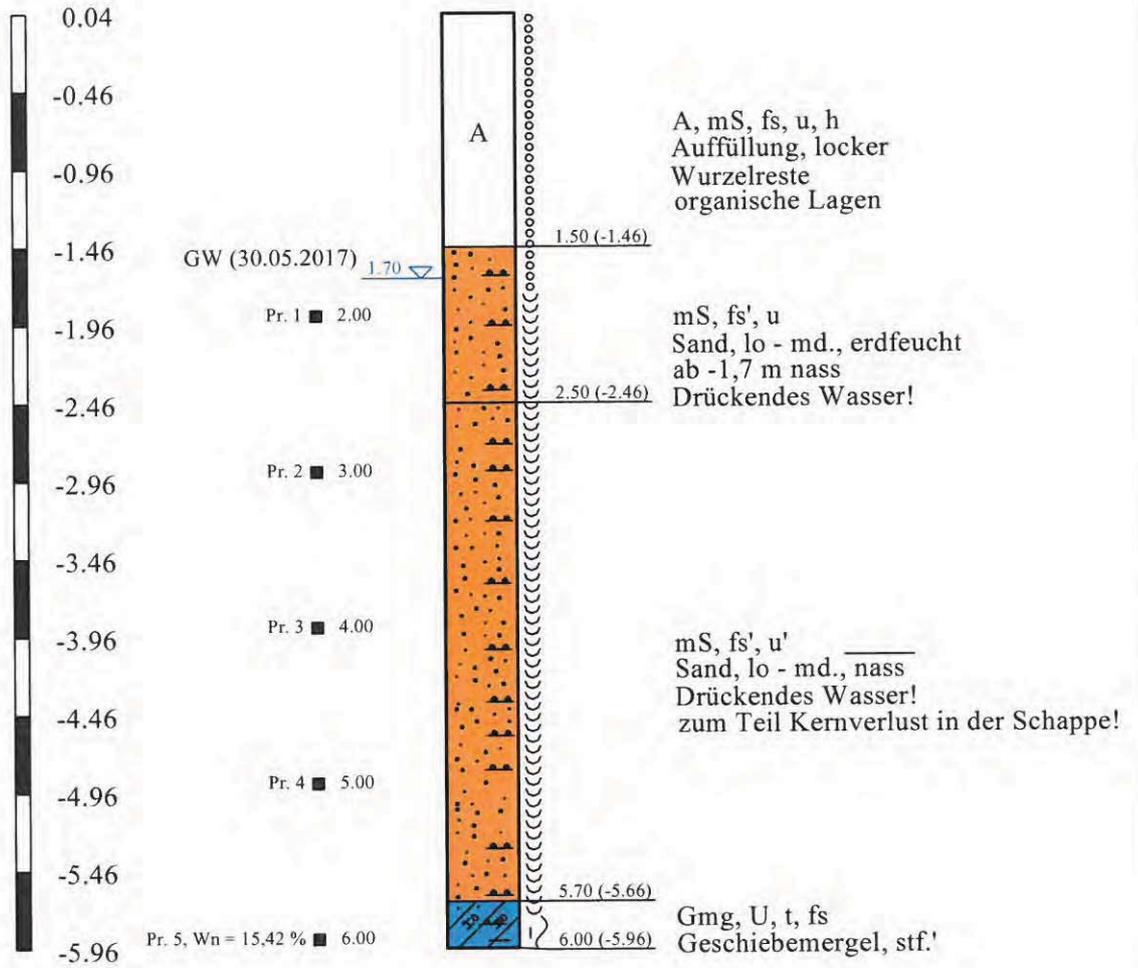


HFP = OK FFB vom bestehendem Gebäude (s. Anlage 1)

<p>Geo Rohwedder 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 2.7</p>
<p>BV 185/17 Neubau 2 Stck. Mehrfamilienhäuser in Kellinghusen Kleinrammbohrung S7/17</p>		<p>Albersdorf, 06.06.2017 /The</p>
<p>M. d. H.: 1 : 50 M. d. L.: ./.</p>		

S8/17

+0,04 m ü. HFP



HFP = OK FFB vom bestehendem Gebäude (s. Anlage 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 2.8</p>
<p>BV 185/17 Neubau 2 Stck. Mehrfamilienhäuser in Kellinghusen Kleinrammbohrung S8/17</p>		<p>Albersdorf, 06.06.2017 /The</p>
<p>M. d. H.: 1 : 50 M. d. L.: ./.</p>		

Benennung		Kurzzeichen		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	MI.-R.	Muschelreste
Verwitterungs-Gehängelehm	—	L	—		W %	Wassergehalt %
Geschiebelehm	—	Gl	—		V _{gl} %	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

Umwelttechnik – 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 2.9

BV 185/17 Neubau von 2 MFH in 25548 Kellinghusen

Legende der Abkürzungen für Baugrundprofile
(DIN 4023)

Albersdorf, 06.06.2017
/Bö

LEGENDE DER ABKÜRZUNGEN FÜR BAUGRUNDPROFILE

GEOTECHNISCHE BEGRIFFE

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

GRUPPENSYMBOLLE

Grobkörnige Böden

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

Gemischtkörnige Böden

GU	Kies-Schluff-Gemische	5...15 % ≤ 0,06 mm
GU*	Kies-Schluff-Gemische	15...40 % ≤ 0,06 mm
SU	Sand-Schluff-Gemische	5...15 % ≤ 0,06 mm
SU*	Sand-Schluff-Gemische	15...40 % ≤ 0,06 mm
GT	Kies-Ton-Gemische	5...15 % ≤ 0,06 mm
GT*	Kies-Ton-Gemische	15...40 % ≤ 0,06 mm
ST	Sand-Ton-Gemische	5...15 % ≤ 0,06 mm
ST*	Sand-Ton-Gemische	15...40 % ≤ 0,06 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_D	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_{Pr}	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. ū)

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	holzlig
fg	feinkiesig	o	organisch
s	sandig	tf	torfig
gs	grobsandig	k	kohlilig
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

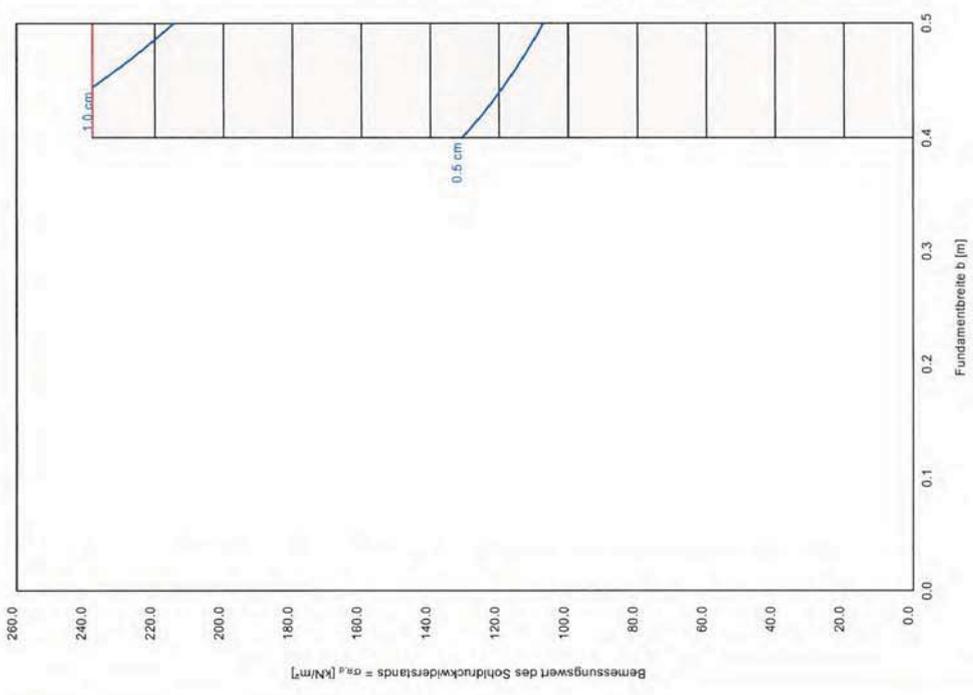
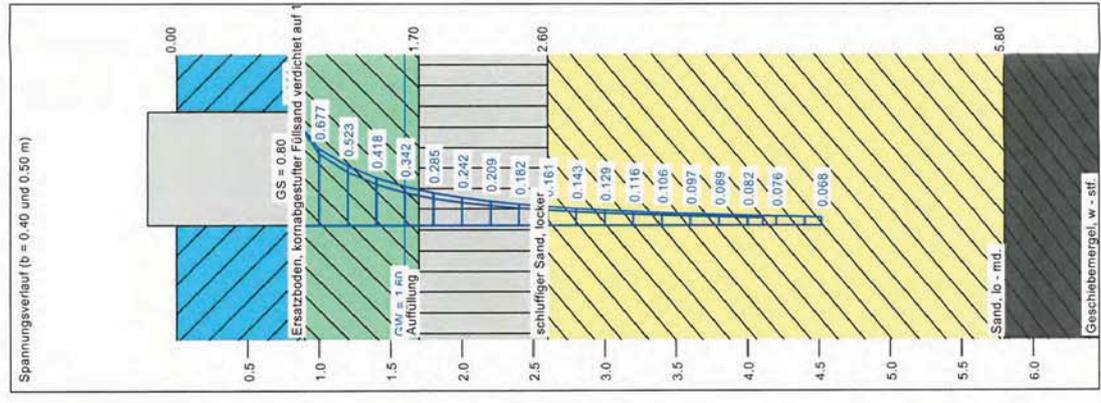
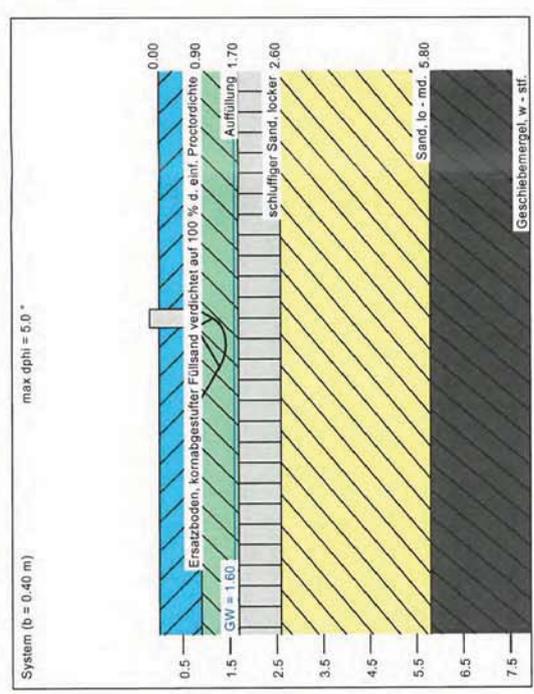
breig	~~~~~	steif	-----
weich	~~~~~	halbfest	_____

<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 2.10</h2>
<p>BV 185/17 Neubau von 2 MFH in 25548 Kellinghusen</p>		<p>Albersdorf, 06.06.2017 /Bö</p>
<p style="text-align: center;">Legende der Abkürzungen für Baugrundprofile (DIN 4022-1, DIN 4023, DIN 18196, DIN 1080)</p>		

Berechnungsgrundlagen:
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Streifenfundament (s = 13.84 m)
 $\gamma_{G,0.1} = 1.400$
 $\sigma_{E,d}$ auf 238.00 kN/m² begrenzt
 Gründungssohle = 0.80 m
 Grundwasser = 1.60 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 — Sohlrdruck
 — Setzungen

Bezeichnung
 Ersatzboden, korngestuftes Füllsand verdichtet auf 100 % d. einf. Proctordichte
 Aufrüttlung
 schluffiger Sand, locker
 Sand, lo - md.
 Geschiebemergel, w - stf.

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	v [-]
1	19.0	11.0	35.0	0.0	40.0	0.00
2	17.0	9.0	29.0	0.0	15.0	0.00
3	18.0	10.0	30.0	0.0	10.0	0.00
4	18.0	10.0	31.0	0.0	12.0	0.00
5	22.0	12.0	25.0	12.0	30.0	0.00



a	b	$\sigma_{E,d}$ [kN/m ²]	$R_{u,d}$ [kN/m ²]	$\sigma_{E,A}$ [kN/m ²]	s [cm]	cal ϕ [°]	cal c [kN/m ²]	γz [kN/m ²]	σ_v [kN/m ²]	i_s [m]	UKLS [m]
13.84	0.40	238.0	95.2	170.0	0.91	29.7*	0.00	17.47	15.20	4.11	1.43
13.84	0.41	238.0	97.6	170.0	0.93	29.7*	0.00	17.46	15.20	4.15	1.44
13.84	0.42	238.0	100.0	170.0	0.95	29.7*	0.00	17.45	15.20	4.19	1.46
13.84	0.43	238.0	102.3	170.0	0.97	29.7*	0.00	17.44	15.20	4.24	1.47
13.84	0.44	238.0	104.7	170.0	0.99	29.7*	0.00	17.44	15.20	4.28	1.49
13.84	0.45	238.0	107.1	170.0	1.01	29.7*	0.00	17.43	15.20	4.32	1.50
13.84	0.46	238.0	109.5	170.0	1.03	29.6*	0.00	17.42	15.20	4.36	1.52
13.84	0.47	238.0	111.9	170.0	1.05	29.6*	0.00	17.41	15.20	4.40	1.54
13.84	0.48	238.0	114.2	170.0	1.07	29.6*	0.00	17.40	15.20	4.44	1.55
13.84	0.49	238.0	116.6	170.0	1.09	29.6*	0.00	17.39	15.20	4.48	1.57
13.84	0.50	238.0	119.0	170.0	1.11	29.6*	0.00	17.39	15.20	4.52	1.58

* phi wegen 5° Bedingung abgemindert
 $\sigma_{E,A} = \sigma_{E,d} / (\gamma_{G,0.1} \cdot \gamma_{G,0.2}) = \sigma_{E,d} / (1.40 \cdot 1.40) = \sigma_{E,d} / 1.96$ (für Setzungen)
 Verhältnis Veränderliche (Q)/Gesamtlastein (G+Q) [c] = 0.50

Geo Rohwedder
 Ingenieurbüro für Spezialtiefbau
 und Geotechnik GmbH
 Linienbach, 104. und Grundbau / Bauwerksicherung
 Bodenmechanik - Ingenieurbau - Erdbeben
 Gartenstraße 23, 37877 Abersdorf - Zum Fagelort 4, 20980 Sylt
 Tel.: 04835 - 4602, Fax: 04835 - 8420

Anlage 3
 Abersdorf, 06.07.2016
 /The

BV 185-17 Neubau 2 Stck. Mehrfamilienhäuser in Kellinghusen
 - Streifenfundament -
 Fundamentdiagramm mit Spannungsverlauf nach DIN 1.054
 - Teilsicherheitskonzept DIN 1054 (2010-12) und nationaler Anhang EC 7