

Gründungsbericht mit Standicherheitsuntersuchung

Bauvorhaben: Neubau Wohnhäuser mit/ohne Keller
in Kappeln, Borkumer Straße

Auftraggeber: Grundstücksgesellschaft
Manke GmbH & Co. KG
Bahnhofstraße 4
24558 Hennstedt-Ulzburg

Bohrdatum: 01.09.2021
aufgestellt: Schuby, 01.10.2021

01.10.2021

BV: Neubau Wohnhäuser mit/ohne Keller in Kappeln, Borkumer Straße hier: Gründungsbericht mit Standsicherheitsuntersuchung

Inhalt:	1	Veranlassung
	2	Baugrund- und Wasserverhältnisse
	2.1	Baugrundaufbau
	2.2	Tragfähigkeit und Formänderungsverhalten
	2.3	Baugrundkennwerte/Baugrundeigenschaften
	2.4	Hydrologische Verhältnisse / Wasserhaltung
	2.5	Baugrubensicherung
	3	Baugrundeignung / Gründungsempfehlung
	3.1	Gründungsempfehlung - Hochbau
	3.2	Bodenaustausch / Bodenverbesserung
	3.3	Biegesteife Gründung
	3.3.1	Exemplarische Setzungen
	3.3.2	Bettungsmodule
	4	Park- / Verkehrsflächen
	5	Zusammenfassung
	6	Sonstige Hinweise

Unterlagen: Auftrag vom 17.08.2021
Lageplan, Kampfmittelfreiheit, Leitungspläne, Altlastenauskunft
Vorerkungsbericht vom 01.12.2020

Anlagen:	Exemplarische Fundamentdiagramme	A, B
	Bodenprofile	1 bis 14
	Legende	
	Lageplan	LP1

1 Veranlassung

Die Bauherrschaft plant die Bebauung einer Fläche in Kappeln, Borkumer Straße, (Bauflächen BF 53 bis BF 58). Vorgesehen ist der Neubau von ein- bis zweigeschossigen Kettenbungalows (BF 53 – BF 55), von zweigeschossigen Reihenhäusern mit Staffelgeschoss (BF 56, BF 57) und von 2 Mehrfamilienhäusern, die 3 Vollgeschosse und ein Staffelgeschoss erhalten sollen (BF58). Während die Reihenhäuser und Mehrfamilienhäuser voll unterkellert werden sollen, sollen die Kettenbungalows ohne Keller erstellt werden.

Im Rahmen einer Vorerkundung sind die Bauflächen bereits durch 7 Kleinbohrungen untersucht und gründungstechnisch bewertet worden (Vorerkundungsbericht vom 01.12.2020). Ergänzend hierzu wurde das Erdbaulabor Gerowski beauftragt, 14 weitere Kleinbohrungen durchzuführen und einen Gründungsbericht mit Standsicherheitsuntersuchung zu erstellen.

2 Baugrund- und Wasserverhältnisse

Am 01.09.2021 wurden auf dem oben genannten Gelände ergänzend zu den bereits vorliegenden Baugrundaufschlüssen 14 weitere Kleinbohrungen bis in Tiefen von -9,0 unter Gelände abgeteuft. Die Auswertung der bei den Bohrarbeiten aufgestellten Schichtenverzeichnisse und die Klassifizierung aller gewonnenen Bodenproben wurden im Erdbaulabor Gerowski durchgeführt. Die Schichtungen des Baugrundes sind in den Bohrprofilen der Anlagen 1 bis 14 dargestellt.

Die Lage der Bohransatzpunkte geht aus dem Lageplan in Anlage LP1 hervor. Die mittels GPS-RTK gemessenen Höhen der Bohransatzpunkte beziehen sich auf m NN und sind in den Bohrprofilen in Klammern dargestellt. Die Schichttiefen links der Bohrsäulen beziehen sich auf die jeweilige lokale Geländeoberkante (GOK).

Eine LAGA-Untersuchung an 2 Mischproben wurde bereits im Rahmen der Voruntersuchung durchgeführt.

2.1 Baugrundaufbau

Die nachfolgende Beschreibung des Baugrunds bezieht sich auf alle, durch das Erdlabor Gerowski durchgeführte Baugrundaufschlüsse (B1 – B7 aus 2020 und B1 – B 14 aus 2021).

Es findet sich bei den Bohrungen bis in Tiefen zwischen ca. –0,1 m und –1,1 m unter Gelände ein organischer, schluffiger, schwach sandiger, schwach kiesiger Oberboden bzw. ein organischer, sandiger, schwach kiesiger, schwach schluffiger Oberboden als Auffüllung (Bezeichnung nach DIN 18 196: OU bzw. A-OH) in steifer Konsistenz bzw. locker-mitteldichter Lagerung.

Es folgt bis zur Endteufe (Bohrende) von –6,0 m bzw. –9,0 m unter Gelände ein stark schluffiger, schwach kiesiger Sand bzw. ein schwach sandiger, schwach toniger Schluff als Geschiebelehm bzw. ein schwach bis stark sandiger, schwach kiesiger schwach toniger Schluff als Geschiebemergel (Bezeichnung nach DIN 18 196: UL) in weicher bis steifer Konsistenz. Die bindigen Böden sind überwiegend wasserführend-sandgebändert.

Bei Bohrung B1 aus 2021 wurde im Tiefenbereich von –1,1 bis –1,4 m unter Gelände ein schwach schluffiger, schwach kiesiger Sand (Bezeichnung nach DIN 18 196: SU) als Zwischenschicht erkundet.

2.2 Tragfähigkeit und Formänderungsverhalten

Der anstehende (aufgefüllte) organische Oberboden (hier: OU bzw. A-OH) ist als Gründungsschicht grundsätzlich nicht geeignet.

Der setzungs- und tragempfindliche Boden (hier: UL) ist geringer tragfähig und neigt unter Belastung zu Verformungen. Zudem neigen diese Böden bei Entwässerungsmaßnahmen zum Schrumpfen und bei Wasserzugabe zum Vernässen.

2.3 Baugrundkennwerte/Baugrundeigenschaften

Nach der geltenden DIN 18300 (2015-3) und DIN 18304 sind die anstehenden Böden in Homogenbereiche einzustufen. Aus den Aufschlüssen wurden gestörte Erdstoff-

proben entnommen und durch Feldprüfmethoden sowie Laborprüfungen ergänzt. Es lassen sich folgende Erdstoff-Klassifikationswerte ableiten:

Kennwerte/Eigenschaften	Homogenbereich A	Homogenbereich B
Kornverteilungsband Ton/Schluff/Sand/Kies [%]	0-5/5-80/5-80/0-15	0-15/30-70/20-60/0-15
Anteil Steine und Blöcke [%]	0-5	0-5
Anteil große Blöcke [%]	0	0
mineralogische Zusammen- setzung der Steine u. Blöcke	n.b.	n.b.
Dichte, feucht ρ [g/cm ³]	1,63-1,73	1,83-1,93
Wichte, feucht γ [kN/m ³]	16-17	18-21
Wichte u. Auftrieb γ' [kN/m ³]	7	8-11
Reibungswinkel ϕ [°]	20	27,5
Kohäsion c [kN/m ³]	0	0-5
Steifemodul E_s [MN/m ²]	1-2	3-12
Wassergehalt [%]	6-22	15-25
Konsistenz [-]	steif / -	weich bis steif
Konsistenzzahl [-]	-	0,5-1,0
Plastizität I_p [%]	-	- /leicht plastisch
Plastizitätszahl [-]	-	-/ 4-12
organischer Anteil [%]	3-12	0-1
Benennung u. Beschreibung organische Böden	Oberboden	n.b.
Bodengruppe nach DIN 18196	OU / A-OH	UL
ortsübliche Bezeichnung	Oberboden	bindiger Boden
U- Wert [-]	-	-
Verdichtbarkeitsklasse nach ZTVA-StB	-	V3

n.b. nicht bestimmbar

Bodenkennwerte entsprechend den Konsistenzen

2.4 Hydrologische Verhältnisse / Wasserhaltung

Wasser wurde zur Erkundungszeit im Dezember 2020 stellenweise bereits ab $-0,1$ m unter Gelände innerhalb wasserführender Sandbänder angetroffen. Am 01.09.2021 wurden Wasserstände ab $-1,4$ m ebenfalls innerhalb wasserführender Sandbänder registriert. Grundsätzlich handelt es sich jeweils um die höchstmögliche Messung (jahreszeitabhängig), die weder den höchsten Stand noch den Schwankungsbereich des Wasserstandes wiedergibt. Nach niederschlagsintensiven Perioden können höhere natürliche Wasserstände (z.B. als Schichten- bzw. Stauwasser) erwartet werden. Der Bemessungswasserstand ist in Höhe der derzeitigen Geländeoberkante anzusetzen.

Es sind entsprechende Bauwerksabdichtungen und Wasserhaltungsmaßnahmen vorzusehen. Eine offene Wasserhaltung zum Abführen von anfallendem Niederschlags- und Schichtenwasser ist erforderlich. Da Sperrschichten vorhanden sind, sind die Wasserhaltungsmaßnahmen so lange vorzuhalten bis die Auftriebssicherheit der Bauwerke gewährleistet ist.

Zur Trockenhaltung nicht in den Untergrund einbindender Bauteile ist der Einbau von dauerhaft funktionierenden Ringdrainagen als Teilsickerleitungen mit Kontrollschächten nach DIN 4095 erforderlich.

Sämtliche Untergeschosse müssen bis in Höhe des Bemessungswasserstands zzgl. eines Sicherheitszuschlags von $0,5$ m Wasserdruck haltend hergestellt werden. Für die Bemessung ist die Wassereinwirkungsklasse W2.1-E anzusetzen. Die Gründung aller Untergeschosse muss auf **biegesteifen WU-Sohlen** erfolgen. Kellereingänge, Lichtschächte, Tiefgaragenniederfahrten u. ä. sind in die wasserdruckhaltende Abdichtung mit einzubeziehen bzw. durch Dränagemaßnahmen dauerhaft wasserfrei zu halten.

Aufstauendes Oberflächenwasser ist mittels Ringnotdrainage als Teilsickerleitung nach DIN 4095 und Kontrollschächten dauerhaft abzuleiten. Der anzusetzende Bemessungswasserstand liegt in Höhe der Ringnotdrainage.

Nach DIN 18533-1 dürfen erdberührte Wände der Wassereinwirkungsklasse W1.2-E zugeordnet werden, wenn durch eine auf Dauer funktionsfähige Dränage gem. DIN 4095 Stauwasser zuverlässig vermieden wird. Das in der Dränage anfallende Wasser muss schadlos abgeleitet werden.

2.5 Baugrubensicherung

Bei Herstellung der Baugruben ist für eine ausreichende **Standicherheit** von Nachbarbebauungen und Verkehrsflächen zu sorgen. Es gelten die DIN 4123 und DIN 4124 (Baugruben und Gräben, Böschungen, Arbeitsraumbreiten und Verbau). Der Überstandsbereich muss mind. 0,50 m betragen und der Lastabtragungswinkel eingehalten werden. Nicht eingerechnet sind bei eventuellen Bodenaustauscharbeiten die aufgehenden Böschungen, in die keine Lasten eingeleitet werden dürfen und die nach berufsgenossenschaftlichen Erfordernissen hergestellt sein müssen.

Wird ein mind. 0,60 m breiter - möglichst waagerechter - Schutzstreifen (ausreichend Arbeitsraum) (gemäß DIN 4124 Pkt. 4.1.4 und 4.2.2) eingehalten, können die Baugruben, falls ausreichend Platz gegeben ist, unter 45° wasserfrei abgeböschet werden. In mindestens steifen bindigen Böden ist ein Böschungswinkel von 60° zulässig.

Sofern die Platzverhältnisse für geböschte Baugruben nicht ausreichen, wird ein Baugrubenverbau erforderlich, der gesondert zu bemessen ist.

Durch den Einsatz geeigneter Technik sollten Setzungen bedingt durch Bauarbeiten im Nachbarbereich vermieden bzw. entsprechende Vorkehrungen oder Gegenmaßnahmen getroffen werden.

3 Allgemeine Gründungsempfehlung

3.1 Gründungsempfehlung - Hochbau

Hinsichtlich der Eignung als Gründungsschicht wird der anstehende Baugrund mit Aufwendungen als geeignet beurteilt.

Die Gründungen der geplanten Wohnhäuser sind möglich mittels:

- Nicht unterkellert: biegesteifer Flachgründung mit umlaufender Frostschräge und Bodenverbesserung (Austausch der organischen Oberböden und Herstellung eines Bodenpolsters)
- Unterkellert: biegesteifer Flachgründung auf WU-Sohle und Bodenpolster

3.2 Bodenaustausch / Bodenverbesserung

Die oberflächennah anstehenden (aufgefüllten) organischen Oberböden (hier: OU bzw. A-OH) müssen beim Bau vollständig ausgehoben und durch ein frostsicheres Kies-Sand-Gemisch (mit Schluffanteilen $< 5\%$, verdichtet zu $\geq 100\%$ D_{Pr}) ersetzt werden.

Je Gebäudekomplex ist ein einheitliches Lastverteilungspolster herzustellen, das – in Abhängigkeit vom Baugrund - folgende Mächtigkeiten nicht unterschreiten darf:

Nicht unterkellerte 1 – 2 geschossige Kettenbungalows:

Maximal weich-steife Geschiebeböden: 1,0 m

Mindestens steife Geschiebeböden: 0,5 m

Unterkellerte 2,5 geschossige Reihenhäuser:

Maximal weich-steife Geschiebeböden: 0,5 m

Mindestens steife Geschiebeböden: 0,3 m

Unterkellerte 3,5 geschossige Mehrfamilienhäuser:

Mind. 0,5 m

Unter den Gründungssohlen muss ein Lastverteilungspolster hergestellt werden, dessen Mächtigkeit sich aus den jeweiligen Gründungsniveaus ergibt. Das Polster sollte eine möglichst einheitliche Stärke haben und darf die o. g. Mächtigkeiten nicht unterschreiten. Zur Verdeutlichung der Bodenverbesserungsmaßnahmen werden für angenommene Gründungstiefen die erforderlichen Austausch Tiefen angegeben. Hierbei wurde von einer Oberkante Fertigfußboden in Höhe des mittleren Geländeniveaus ausgegangen. Die Kellersohlen liegen rd. 3 m unter diesem Niveau.

Angenommene Gründungshöhen:

BF 53 - Kettenbungalows ohne Keller: UK Sohle = +7,9 mNN (mittl. Geländeniveau)

BF 54 - Kettenbungalows ohne Keller: UK Sohle = +7,8 mNN (mittl. Geländeniveau)

BF 55 - Kettenbungalows ohne Keller: UK Sohle = +7,5 mNN (mittl. Geländeniveau)

BF 56 - Reihenhäuser mit Keller: UK Sohle = +4,3 mNN (mittl. Geländeniveau - 3m)
 BF 57 - Reihenhäuser mit Keller: UK Sohle = +4,3 mNN (mittl. Geländeniveau - 3m)
 BF 58 – Wohnhaus 1 mit Keller: UK Sohle = +4,0 mNN (mittl. Geländeniveau - 3m)
 BF 58 – Wohnhaus 2 mit Keller: UK Sohle = +3,6 mNN (mittl. Geländeniveau - 3m)

Bodenaustausch bei Ansatz der angenommenen Gründungshöhen:

- vollständiger Ausbau der anstehenden organischen Oberböden und bindigen Auffüllungen und Herstellung eines Lastverteilungspolsters unter Einhaltung des Lastabtragswinkels zur Sohle/Balkenrost

Baufläche / Gebäude	ang. Grün- dungssohle m NN	Bohrung	Bodenaustausch	
			m u. GOK	m NN
BF 53 Kettenbungalows ohne Keller	+7,90	B1	-0,65	+7,40
		B2	-0,30	+6,70
		B1 (2020)	-1,20	+7,40
BF 54 Kettenbungalows ohne Keller	+7,80	B3	0,60	+7,00
		B4	-1,55	+7,30
		B2 (2020)	-0,20	+6,85
BF 55 Kettenbungalows ohne Keller	+7,50	B5	-0,85	+7,00
		B6	-1,10	+5,60
		B3 (2020)	-0,85	+7,00
BF 56 Reihenhäuser mit Keller	+4,30	B7	-2,80	+4,00
		B8	-3,95	+4,00
		B4 (2020)	-3,10	+4,00
BF 57 Reihenhäuser mit Keller	+4,30	B9	-2,90	+4,00
		B10	-3,45	+4,00
		B5 (2020)	-3,90	+3,70
BF 58 Wohnhaus 1 mit Keller	+4,00	B11	-3,15	+3,50
		B12	-4,00	+3,50
		B6 (2020)	-3,20	+3,50
BF 58 Wohnhaus 2 mit Keller	+3,60	B13	-3,25	+3,10
		B14	-4,00	+3,10
		B7 (2020)	-3,35	+3,10

Bodenauffüllung:

- unterschiedlich tiefe Aushubbereiche sind stufenweise auszubilden
- Aushubsohlen mit geeigneten Geräten nachverdichten
- lagenweise auffüllen mit verdichtungsfähigem Kies-Sand-Gemisch; $D_{Pr} \geq 100 \%$
- Einbau einer frostsicheren durchlässigen (kapillARBrechenden), verdichtungsfähigen Kiessandschicht (Material nach DIN 18196 z.B. GW/GI/GE oder SW/SI), mit Schluffanteilen $< 5 \%$ (F1-Material gemäß ZTVE-StB); $D_{Pr} \geq 100 \%$ u. $E_{V2} > 80 \text{ MN/m}^2$

Es ist darauf zu achten, dass die Baugruben immer wasserfrei sind.

3.3 Biegesteife Gründung

Die Gründung kann auf biegesteifen (WU-)Sohlen (Keller) oder Balkenroste mit umlaufender Frostschutzschürze (nicht unterkellerte Gebäude) erfolgen. Unterhalb der Gebäudesohlen/Balkenroste wird eine kapillARBrechende Kiessandschicht empfohlen. Diese hat die Aufgabe, die direkte Spannungsaufnahme der Bauwerkslasten einschließlich einer gleichmäßigen Lasteinwirkung auf den Baugrund zu bewirken. Das Material und die Dicke (min. 30 cm) sollten auf die jeweils ungünstigste Belastung abgestimmt werden.

Verdichtung

Beim Verdichten sollten für die anstehenden Böden bzw. angrenzende Bebauungen geeignete Geräte (ggf. mittels Eignungsnachweis bzw. Erschütterungsprognose) verwendet werden. Die erreichbare Verdichtungstiefe richtet sich nach der Leistung des einzusetzenden Gerätes.

Bei der Verdichtung nichtbindiger Polster- oder Sauberkeitsschichten sollten bis 0,30 m über das bindige Gründungsplanum statische Verdichtungsgeräte eingesetzt werden, da andernfalls die bindigen Böden bei dynamischen Belastungen aufweichen können.

Der Nachweis der Verdichtungsleistung muss von einem Erdbaulabor mittels Dichtemessungen und Proctorversuchen erfolgen. Die Verdichtungsnachweise sind nach Abschluss der Erdarbeiten durchzuführen. Der Überstandsbereich muss 0,50 m und die abfallende Böschung 1:1 betragen. Der Lastabtragungswinkel sollte eingehalten werden. Nicht eingerechnet sind bei eventuellen Bodenaustauscharbeiten die aufgehenden Böschungen, in die keine Lasten eingeleitet werden dürfen und die nach berufsgenossenschaftlichen Erfordernissen hergestellt sein müssen.

Organisches und organogenes Material darf weder als Zuliefermaterial noch von den Abtragszonen stammend unter künftigen Gebäuden verbaut werden. Es kann aber nach Absiebung von Fremdstoffen für die Geländemodellierung wiederverwandt werden.

3.3.1 exemplarische Setzungen

Nach DIN 4019 wurden nachfolgende Setzungen exemplarisch berechnet und in den Anlagen **A** und **B** dargestellt.

Anlage A: nicht unterkellerte Kettenbungalows

Bei 50 cm breiten Laststreifen und einem Sohlwiderstand von $\sigma_{R,d} \leq 185 \text{ kN/m}^2$ und einer charakteristischen Grundbruchspannung von $\sigma_{E,k} \leq 130 \text{ kN/m}^2$ liegen die ermittelten Setzungen in einer Größenordnung von

$$s \approx 1 - 2,1 \text{ cm.}$$

Aufgrund verbleibender Baugrundunterschiede muss mit Differenzsetzungen bis etwa $\Delta s \approx 1,5 \text{ cm}$ gerechnet werden.

Hinsichtlich der zu erwartenden Setzungsdifferenzen sind Setzungs- / Dehnungsfugen zwischen den einzelnen Gebäuden anzuordnen.

Anlage B: unterkellerte Reihenhäuser und Mehrfamilienhäuser

Bei 50 cm breiten Laststreifen und einem Sohlwiderstand von $\sigma_{R,d} \leq 214 \text{ kN/m}^2$ und einer charakteristischen Grundbruchspannung von $\sigma_{E,k} \leq 150 \text{ kN/m}^2$ liegen die ermit-

telten Setzungen in einer Größenordnung von

$$s \approx 1 - 1,8 \text{ cm.}$$

Aufgrund verbleibender Baugrundunterschiede muss mit Differenzsetzungen bis etwa $\Delta s \approx 1,5 \text{ cm}$ gerechnet werden.

Hinsichtlich der zu erwartenden Setzungsdifferenzen sind Setzungs- / Dehnungsfugen zwischen unterschiedlich hoch belasteten Gebäudebereichen bzw. den einzelnen Reihenhäusern anzuordnen.

3.3.2 Bettungsmodule

Für die Dimensionierung der biegesteifen Gründung wurden aus den ermittelten Setzungen folgende Bettungsmodule hergeleitet:

Nicht unterkellerte Gebäude: $k_{S\min/\max} = 5/11 \text{ MN/m}^3$

Unterkellerte Gebäude : $k_{S\min/\max} = 8/14 \text{ MN/m}^3$

Diese sind bei der Dimensionierung an den Statiker weiterzuleiten.

4 Park- / Verkehrsflächen

Die Park- / Verkehrsflächen sollten entsprechend der RStO 12 hergestellt und der Nachweis der Belastbarkeit mittels Probefeld erbracht werden.

5 Zusammenfassung

- Baugruben sichern & wasserfrei halten
- Wasserhaltungsmaßnahmen (offene Wasserhaltung) sind vorzuhalten
- biegesteife Gründung

- vollständiger Aushub der anstehenden, organischen Oberböden und Herstellung eines möglichst einheitlichen, wenigstens 0,3 – 1,0 m mächtigen Lastverteilungspolsters unter den Gebäudesohlen, die Mächtigkeit ergibt sich aus der Konsistenz der anstehenden Böden und der Geschosshöhe (s. Pkt. 3.2)
- unterschiedlich tiefe Aushubbereiche sind stufenweise herzustellen
- Einhaltung Lastabtragungswinkel
- Aushubsohlen mit geeignetem Gerät nachverdichten
- lagenweise auffüllen mit verdichtungsfähigem Kies-Sand-Gemisch; $D_{Pr} \geq 100\%$
- Einbau einer mind. 30 cm starken, frostsicheren durchlässigen (kapillarbrechenden), verdichtungsfähigen Kiessandschicht (Material nach DIN 18196 z.B. GW/GI/GE oder SW/SI), mit Schluffanteilen $< 5\%$, $D_{Pr} \geq 100\%$ unter den biegesteifen Sohlen
- Sohlen durch geeignete Maßnahmen dauerhaft wasserfrei halten
- Einbau von Ringdrainagen als Teilsickerleitung mit Kontroll-/Spülschächten nach DIN 4095 bei nicht unterkellerten Bauwerken
- Wasserdruckhaltende Abdichtung für in den Untergrund einbindende Bauteile, Wassereinwirkungsklasse W2.1-E und Einbau einer Ringnotdränage
- nach Abschluss der Planung Durchführung weiterer bauwerksbezogener Bau
- Baugrubensohlbesichtigung und Verdichtungsnachweise in ausreichender Anzahl müssen durch einen Geotechniker/Erdbaulabor durchgeführt werden

6 Sonstige Hinweise

Folgende Maßnahmen sollten vorgesehen werden:

- vor Beginn des Erdbaus ist sämtliches Oberflächen- und Stauwasser abzuleiten
- fertiggestellte Erdbaupläne in Niederschlags-, Frost- und Tauzeiten nur kurzzeitig der Witterung aussetzen
- durch Verdichtung, Glättung und ausreichendes Quergefälle ungehinderten Abfluss von Niederschlagswasser vom Erdbauplanum gewährleisten
- während und nach Niederschlags- und Tauzeiten direktes Befahren des unbehandelten Planums vermeiden

Die bei Tiefbauarbeiten erzeugten Erschütterungen bzw. Vibrationen werden im Boden weitergeleitet und können sich störend bzw. schädigend auf angrenzende Bauwerke bzw. Straßen auswirken. Nach Bekanntgabe von den einzusetzenden Geräten etc. kann eine Erschütterungsberechnung erfolgen (Nachweis der Geräteeignung nach DIN 4150).

Hinweise und Ausführungsmöglichkeiten zur Bauwerksabdichtung, Oberflächen-, Sicker- sowie Schichtenwasser geben die DIN 18 195 und 4095 (Drainage). Bei allen Erd- und Gründungsarbeiten sind die einschlägigen BG-Vorschriften (Unfallverhütungs-Vorschriften) zu beachten.

Eine LAGA-Untersuchung wurde im Rahmen der Voruntersuchung durchgeführt. Es muss darauf hingewiesen werden, dass bei abzufahrenden bzw. zu entsorgenden Böden LAGA-Untersuchungen mit Probennahme nach LAGA PN98 je Bodenart von den Halden durchgeführt werden müssen.

Dieser Bericht wurde auf Grundlage der uns zur Verfügung gestellten bzw. vorhandenen Unterlagen erstellt. Nach den vorliegenden Sondierergebnissen sind die Erkundungsergebnisse repräsentativ für den Baustandort. Es handelt sich jedoch in jedem Fall um punktuelle Aufschlüsse, weshalb Abweichungen von der erkundeten Bodenschichtung möglich sind.

Bei Änderungen z.B. des Gründungsniveaus bzw. Gründungsvariante oder der Lage des Gebäudes, erfordert dieses eine Neuerkundung/Neuberechnung. Werden beim flächenhaften Aushub während der Erdarbeiten abweichende Bodenverhältnisse festgestellt, so muss unser Büro davon umgehend in Kenntnis gesetzt werden.

Die Baugrubensohlbesichtigung und der Nachweis der Bodenverbesserung müssen als zusätzliche Leistung durch ein Erdbaulabor/Geotechniker erfolgen.

Schuby, 01.10.2021
(digitales Exemplar)
Gez. Dipl.-Ing. K.Kämper

Abkürzungen / Erklärungen:

OK	Oberkante
GOK	Geländeoberkante
HBP	Höhenbezugspunkt
NN	Normal-Null
nicht bindige Böden	z. B. SE, SU
bindige Böden	z. B. UL
D_{Pr}	Proctordichte in %
E_{V2} - Wert	Verformungsmodul in MN/m ²
RStO 12	Richtlinie für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen
F1-Material	Material der Frostempfindlichkeitsklasse F1 – nicht frostempfindlich (gemäß ZTVE-StB)

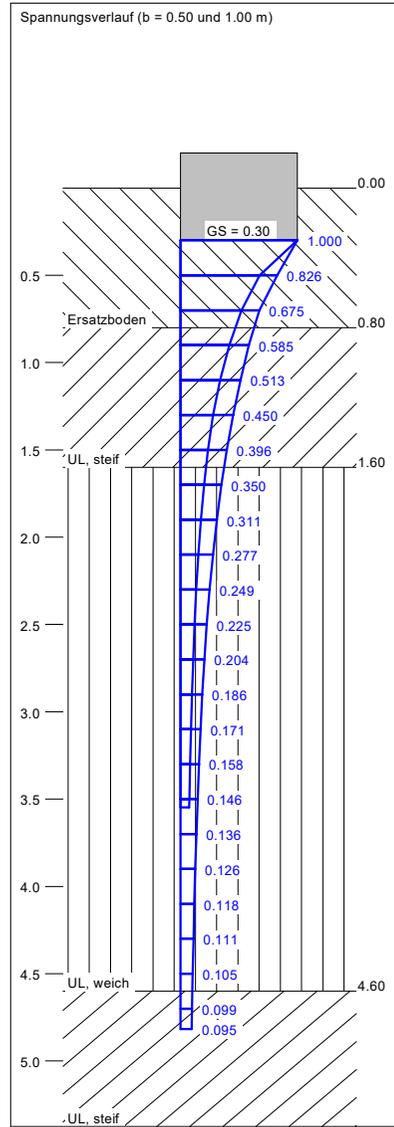
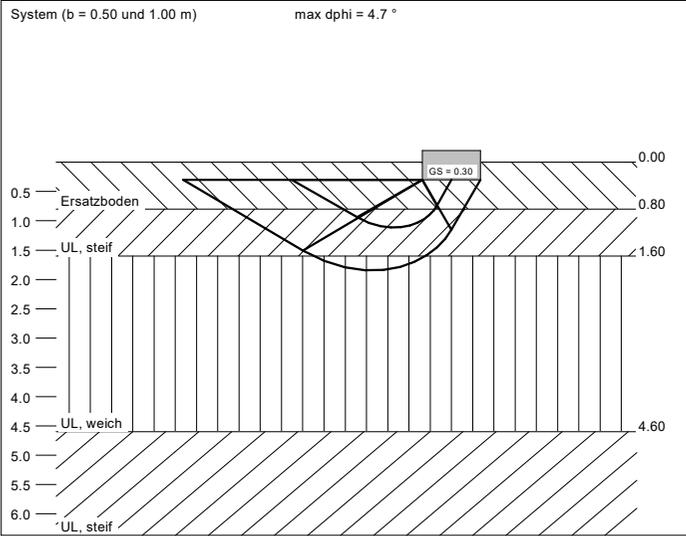
exempl. Berechnung

Erdbaulabor Gerowski
Westring 8
24850 Schuby
Tel.: 0 46 21 / 94 94 74

Neubau Kettenbungalows ohne Keller
Kappeln, Borkumer Straße

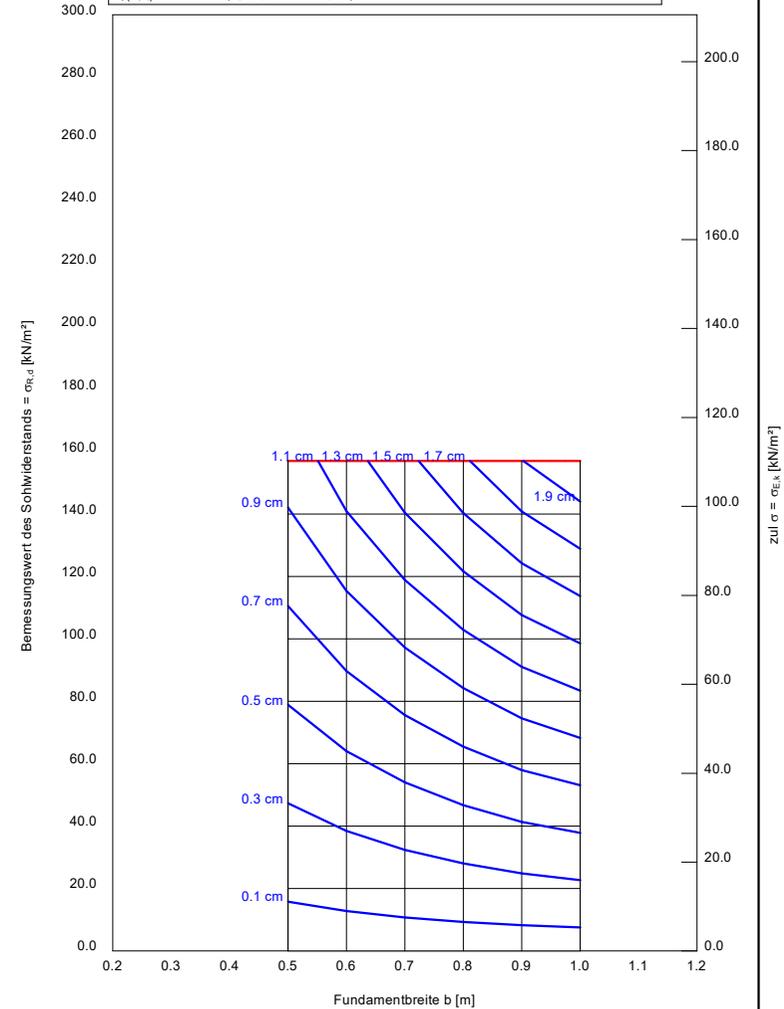
Anlage: A - biegesteife Gründung
Datum: 20.09.2021

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	E _s [MN/m ²]	v [-]	Bezeichnung
	18.0	10.0	34.0	0.0	40.0	0.00	Ersatzboden
	21.0	11.0	27.5	5.0	12.0	0.00	UL, steif
	19.0	9.0	27.5	0.0	4.0	0.00	UL, weich
	21.0	11.0	27.5	5.0	12.0	0.00	UL, steif



Berechnungsgrundlagen:
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 $\sigma_{R,d}$ auf 157.00 kN/m² begrenzt
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Streifenfundament (a = 10.00 m)
 Grundwasser = 0.80 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$

a [m]	b [m]	$\sigma_{01,k}$ [kN/m ²]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m ²]	s [cm]	cal ϕ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	σ_0 [kN/m ²]
10.00	0.50	219.8	157.0	110.2	0.99	30.7	2.61	16.35	5.40
10.00	0.60	219.8	157.0	110.2	1.22	30.2	2.98	15.72	5.40
10.00	0.70	219.8	157.0	110.2	1.45	29.9	3.24	15.22	5.40
10.00	0.80	219.8	157.0	110.2	1.68	29.6	3.45	14.81	5.40
10.00	0.90	219.8	157.0	110.2	1.90	29.4	2.56	14.43	5.40
10.00	1.00	219.8	157.0	110.2	2.07	29.2 *	2.14	14.06	5.40



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

exempl. Berechnung

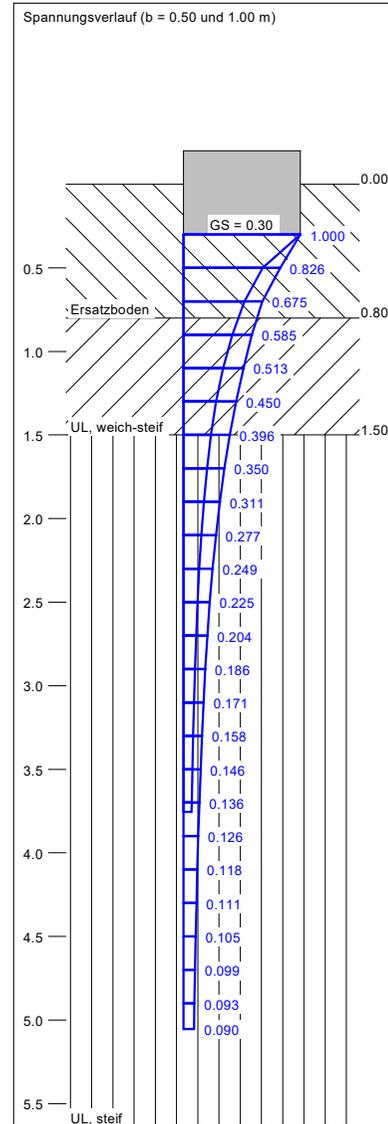
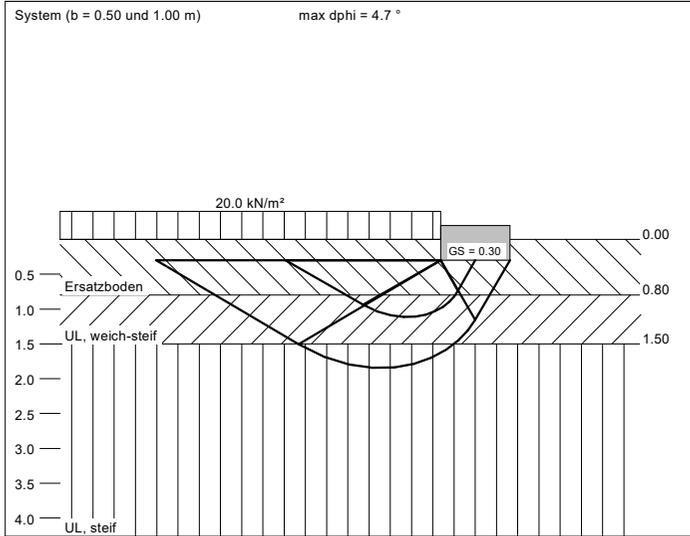
Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	ν [-]	Bezeichnung
	18.0	10.0	34.0	0.0	40.0	0.00	Ersatzboden
	20.0	10.0	27.5	0.0	5.0	0.00	UL, weich-steif
	21.0	11.0	27.5	5.0	12.0	0.00	UL, steif

Erdbaulabor Gerowski
Westring 8
24850 Schuby
Tel.: 0 46 21 / 94 94 74

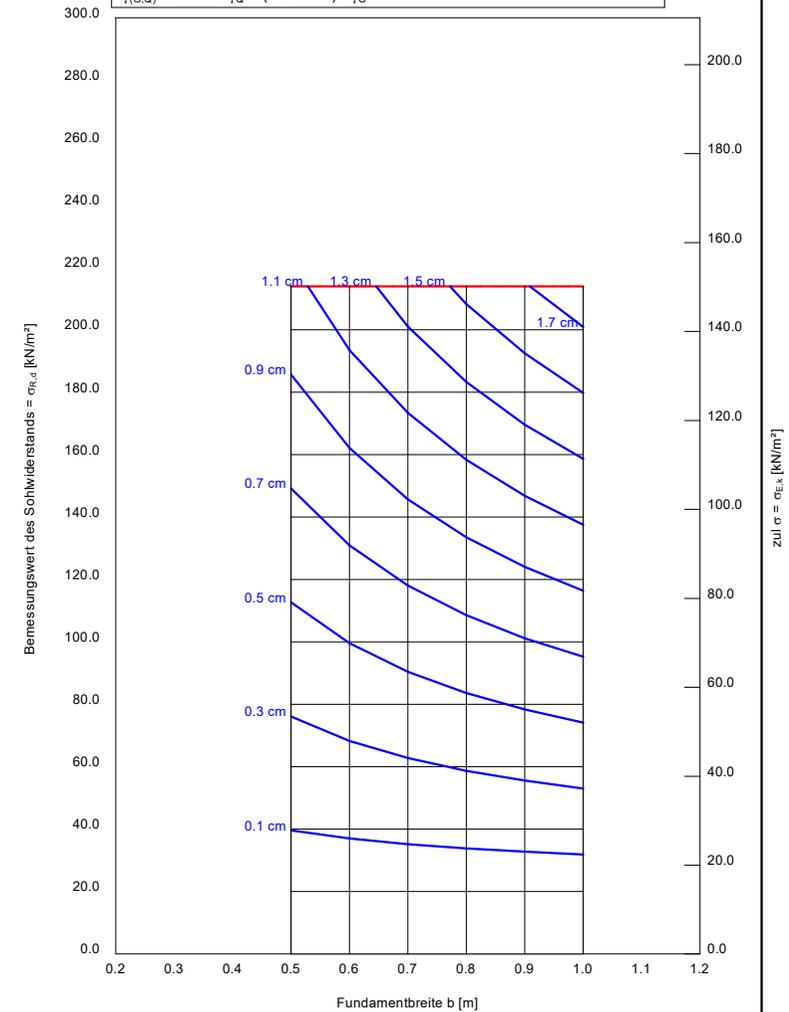
Neubau Wohnhäuser mit Keller
Kappeln, Borkumer Straße

Anlage: B - biegesteife Gründung

Datum: 20.09.2021



Berechnungsgrundlagen:
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 Teilsicherheitskonzept (EC 7) $\sigma_{R,d}$ auf 214.00 kN/m² begrenzt
 Streifenfundament (a = 10.00 m) Gründungssohle = 0.30 m
 $\gamma_{R,v} = 1.40$ Grundwasser = 0.80 m
 $\gamma_G = 1.35$ Vorbelastung = 15.0 kN/m²
 $\gamma_Q = 1.50$ Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500 — Sohldruck
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$ — Setzungen



a [m]	b [m]	$\sigma_{of,k}$ [kN/m ²]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m ²]	s [cm]	cal ϕ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	σ_0 [kN/m ²]
10.00	0.50	299.6	214.0	150.2	1.05 *	30.7	0.00	16.12	25.40
10.00	0.60	299.6	214.0	150.2	1.23 *	30.2	0.00	15.40	25.40
10.00	0.70	299.6	214.0	150.2	1.39 *	29.9	0.00	14.82	25.40
10.00	0.80	299.6	214.0	150.2	1.55 *	29.6	0.82	14.36	25.40
10.00	0.90	299.6	214.0	150.2	1.69 *	29.4	1.52	14.01	25.40
10.00	1.00	299.6	214.0	150.2	1.82 *	29.2 **	1.92	13.74	25.40

* Vorbelastung = 15.0 kN/m²

** phi wegen 5° Bedingung abgemindert

$\sigma_{E,k} = \sigma_{of,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{of,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{of,k} / 1.99$ (für Setzungen)

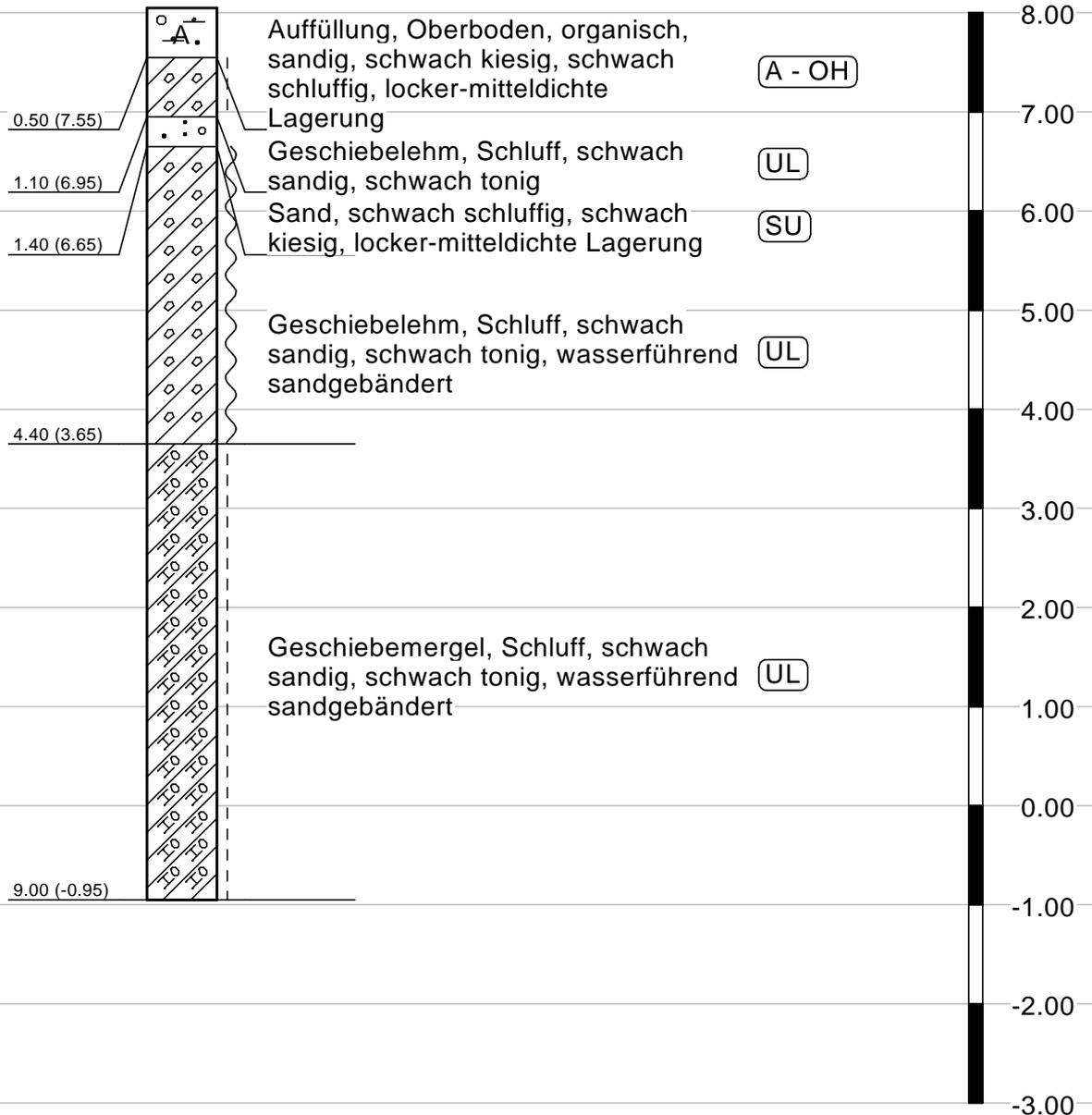
Verhältnis Veränderliche(G)/Gesamlasten(G+Q) [-] = 0.50

Bohrung 1

8,05 m NN

Bodengruppe nach
 DIN 18 196

m NN

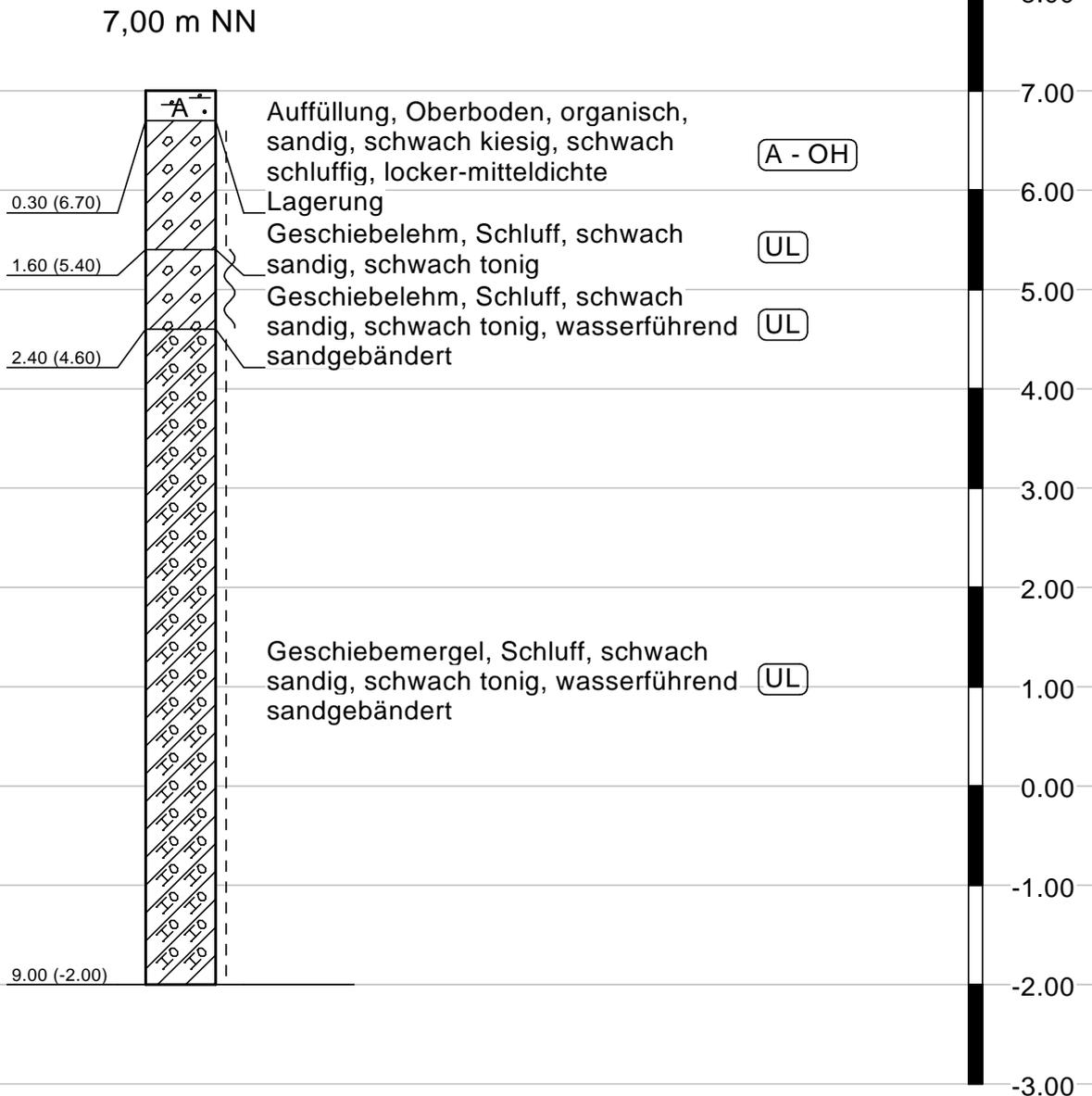


Legende

	steif		Geschiebemergel		kiesig
	weich		Geschiebelehm		Sand
	organisch		Auffüllung		sandig
			Schluff		

Bohrung 2

Bodengruppe nach
 DIN 18 196



Legende

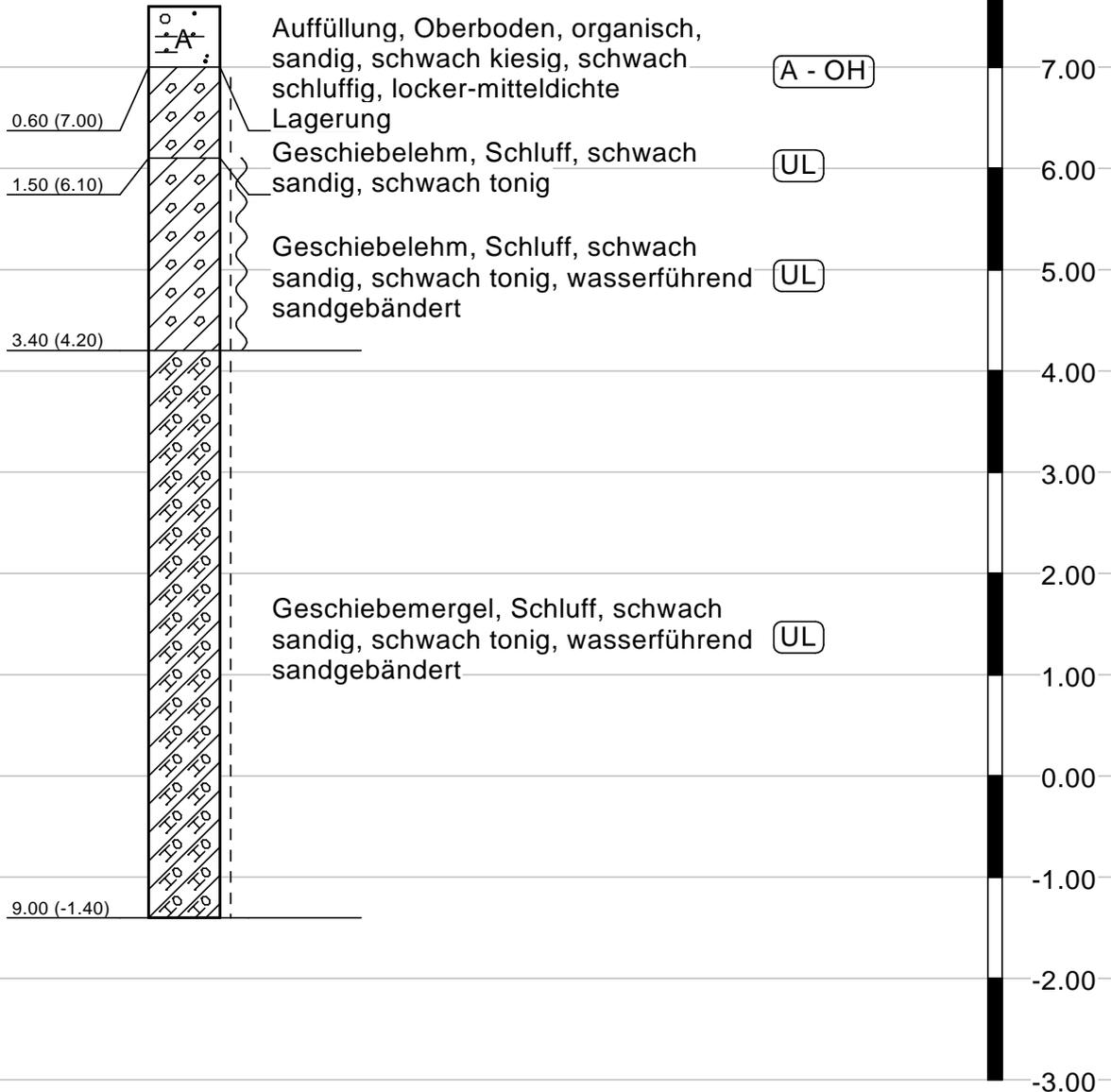
	steif		Geschiebemergel		kiesig
	weich		Geschiebelehm		sandig
	organisch				
	Auffüllung				

Bohrung 3

7,60 m NN

Bodengruppe nach
 DIN 18 196

m NN



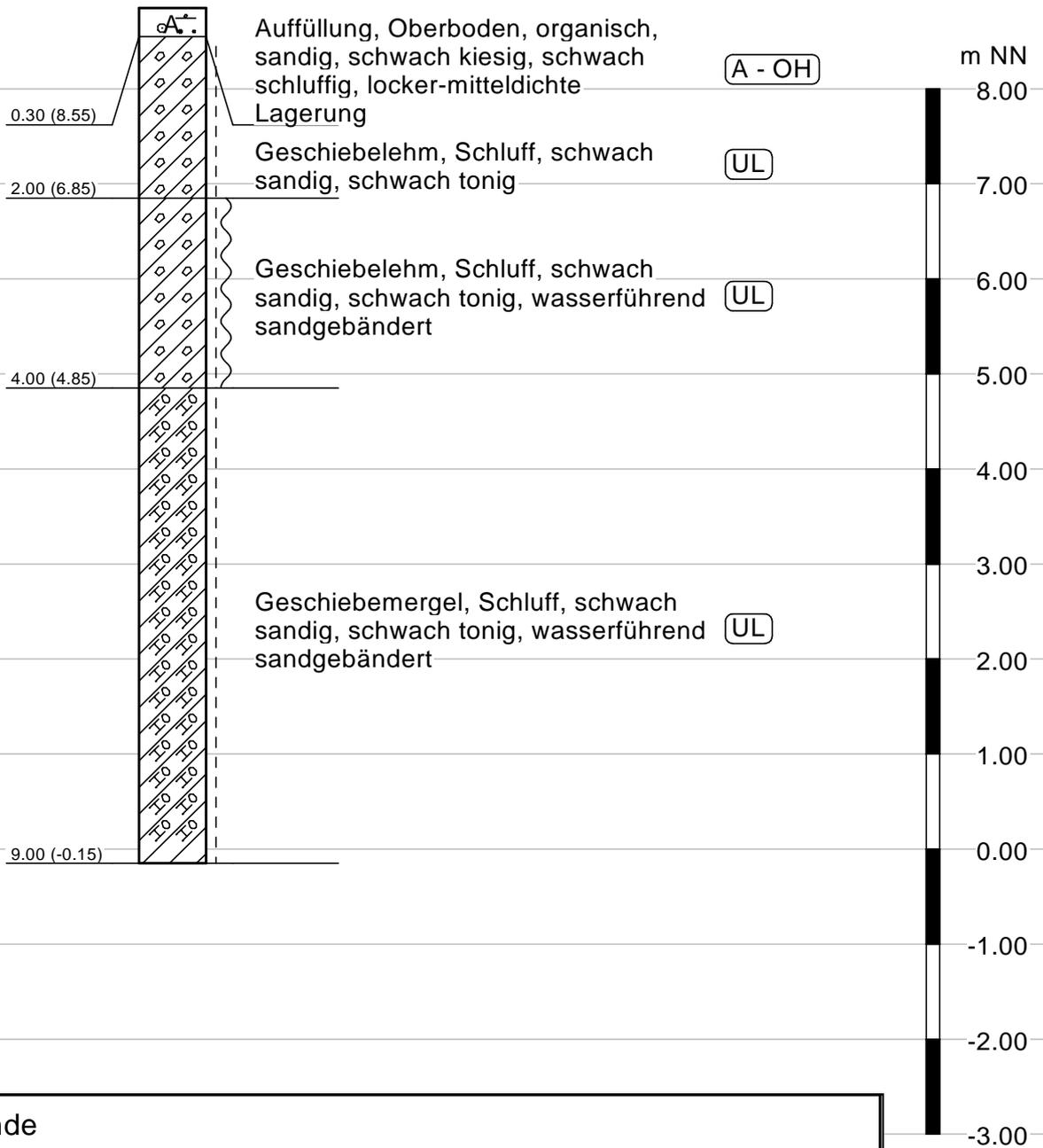
Legende

 steif	 Geschiebemergel	 kiesig
 weich - steif	 Geschiebelehm	 sandig
	 organisch	
	 Auffüllung	

Bohrung 4

8,85 m NN

Bodengruppe nach
 DIN 18 196



Legende

steif

weich - steif



Geschiebemergel



Geschiebelehm



organisch



Auffüllung



kiesig

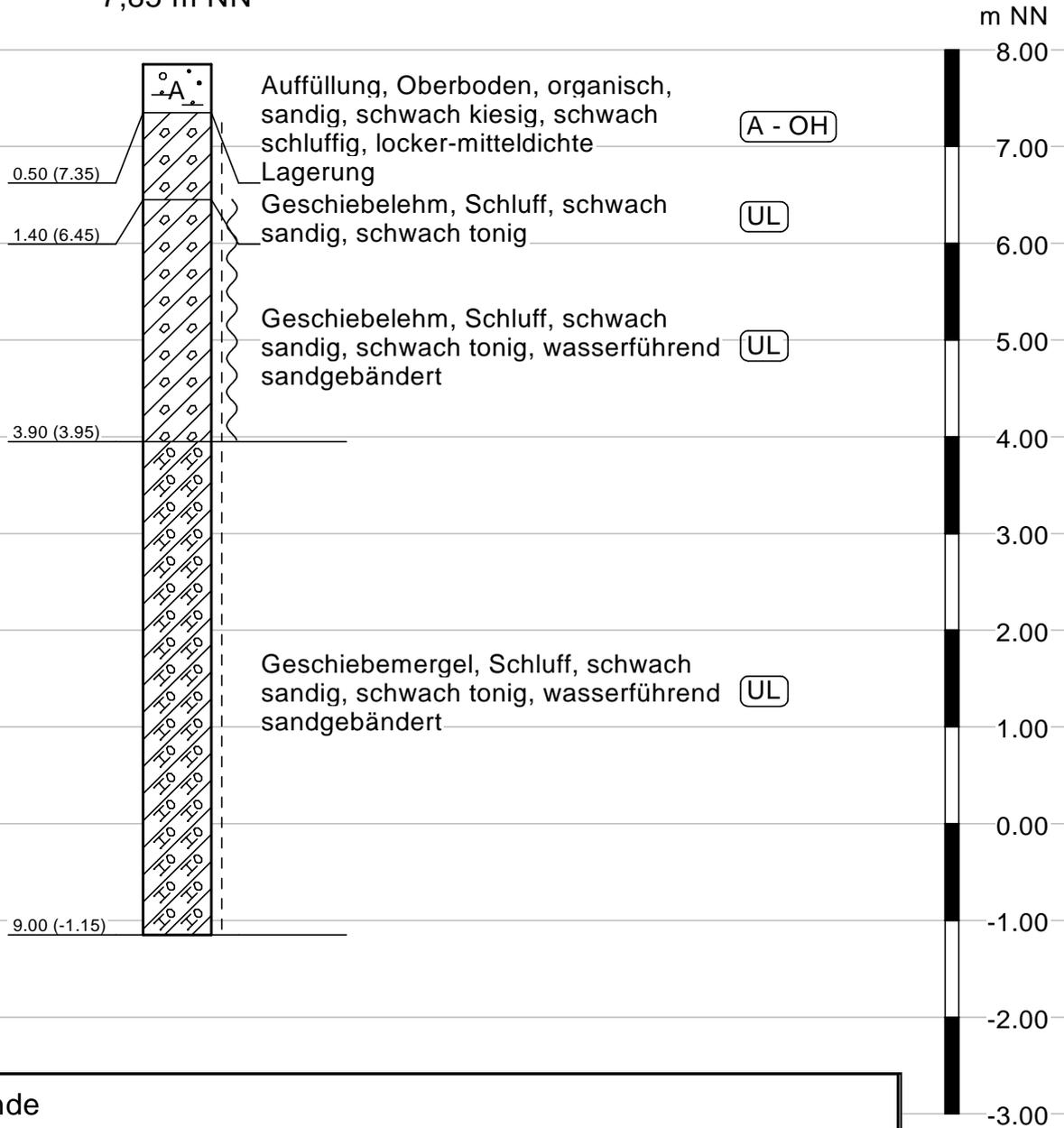


sandig

Bohrung 5

Bodengruppe nach
 DIN 18 196

7,85 m NN



Legende

steif

weich - steif



Geschiebemergel



Geschiebelehm



organisch



Auffüllung



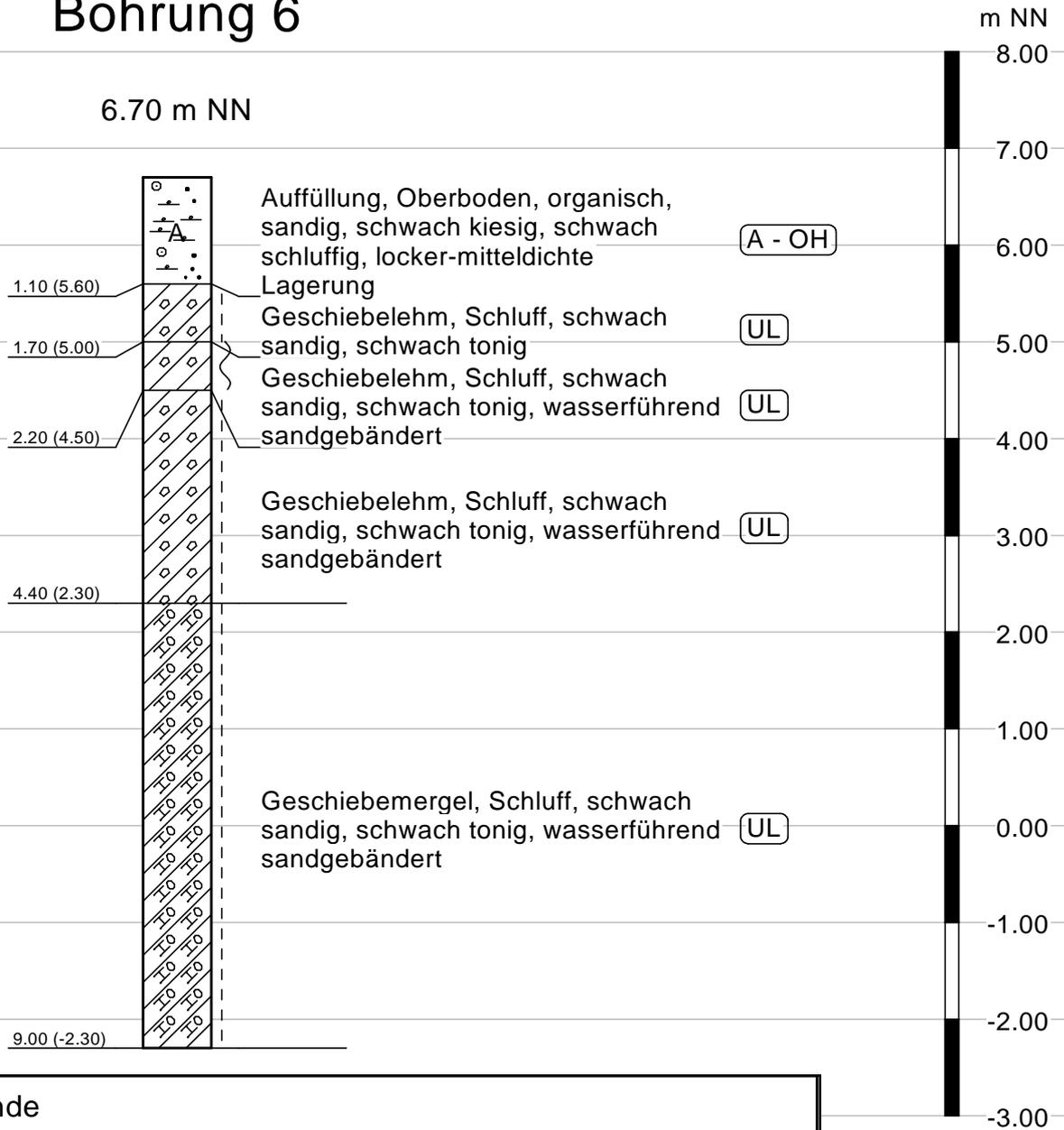
kiesig



sandig

Bodengruppe nach
 DIN 18 196

Bohrung 6

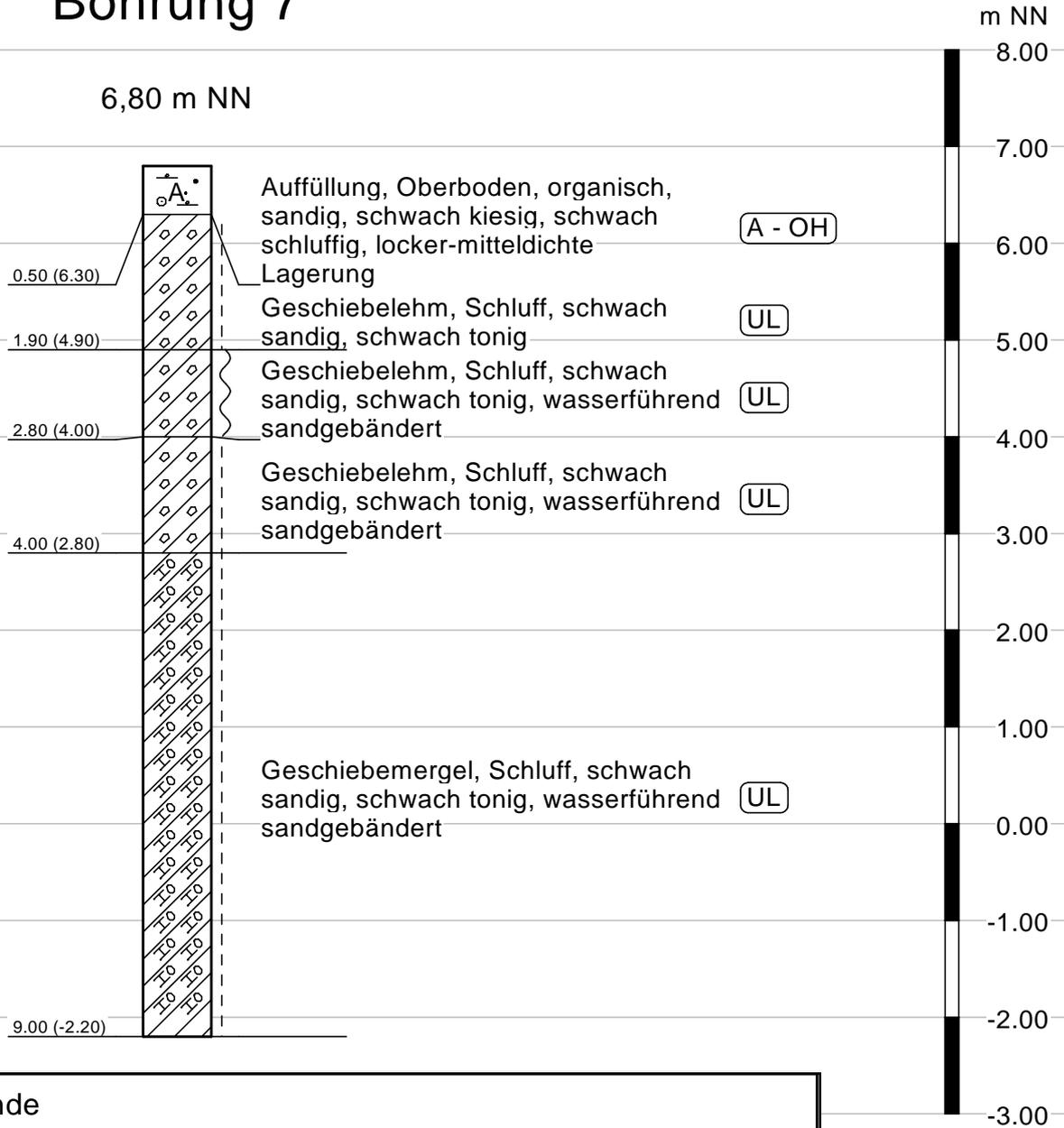


Legende

	steif		Geschiebemergel		kiesig
	weich		Geschiebelehm		sandig
	organisch				
	Auffüllung				

Bodengruppe nach
 DIN 18 196

Bohrung 7



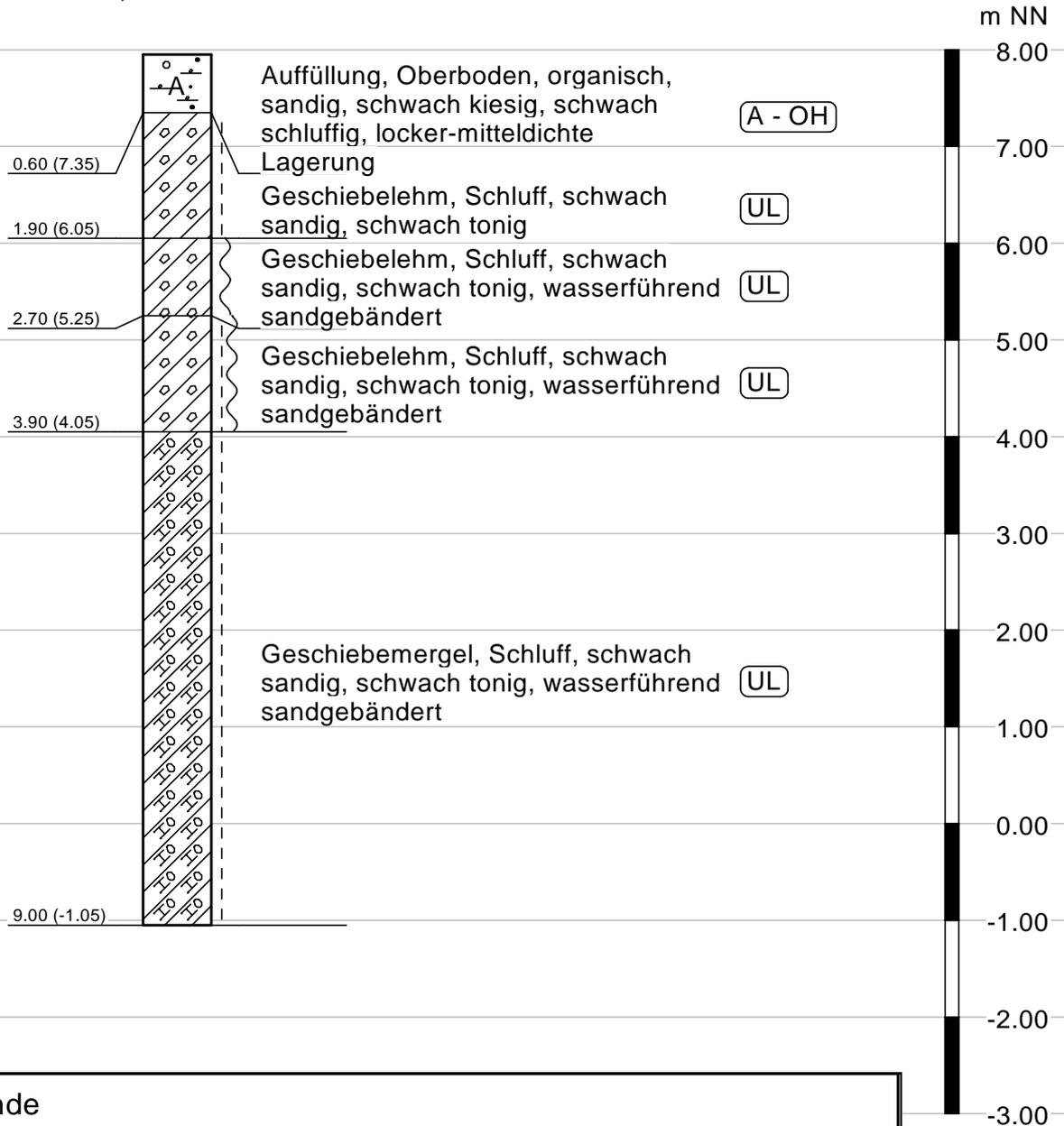
Legende

	steif		Geschiebemergel		kiesig
	weich		Geschiebelehm		sandig
	organisch				
	Auffüllung				

Bohrung 8

Bodengruppe nach
 DIN 18 196

7,95 m NN

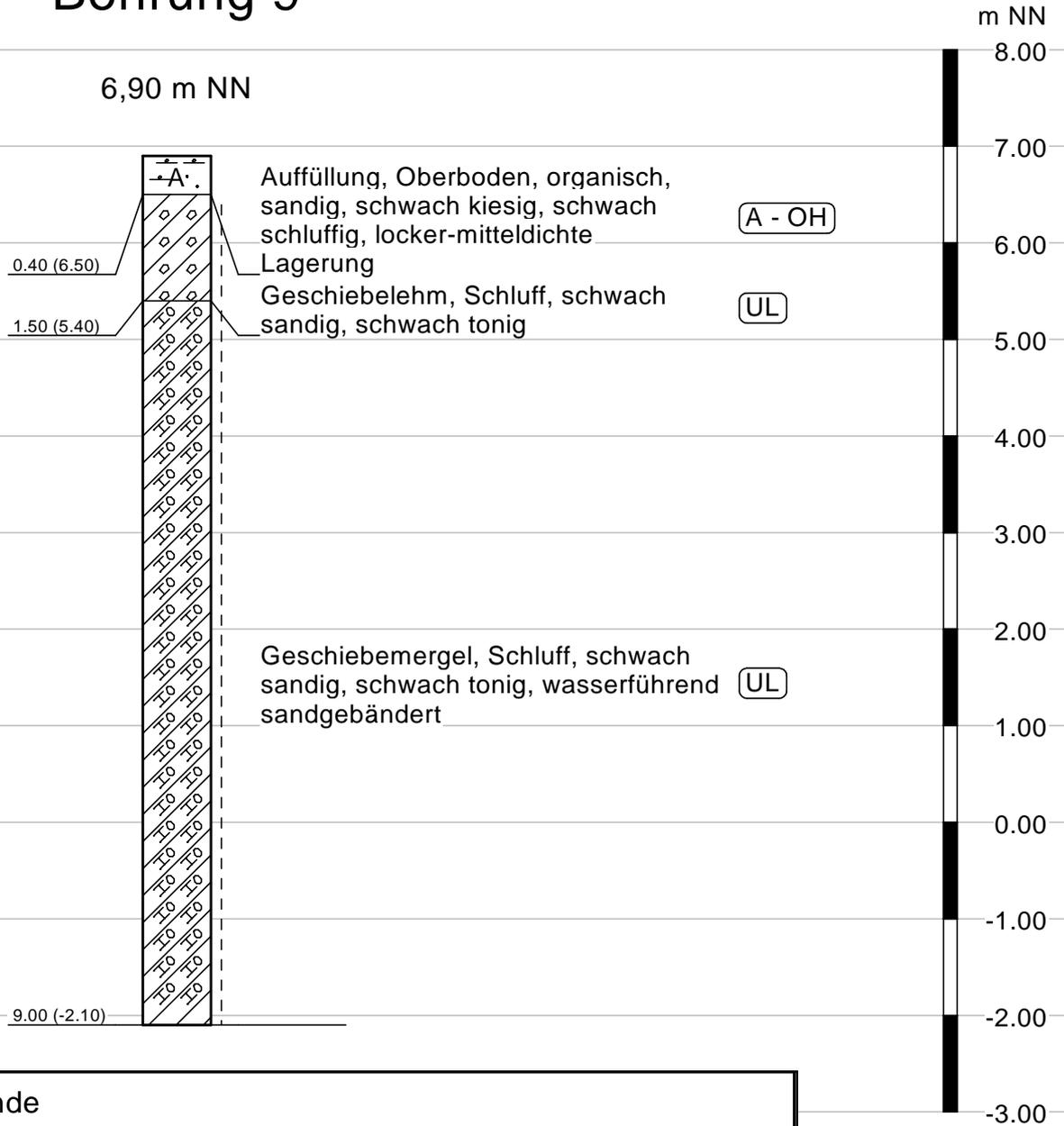


Legende

- | | | |
|---------------|-----------------|--------|
| steif | Geschiebemergel | kiesig |
| weich - steif | Geschiebelehm | sandig |
| weich | organisch | |
| A | Auffüllung | |

Bodengruppe nach
 DIN 18 196

Bohrung 9



Legende

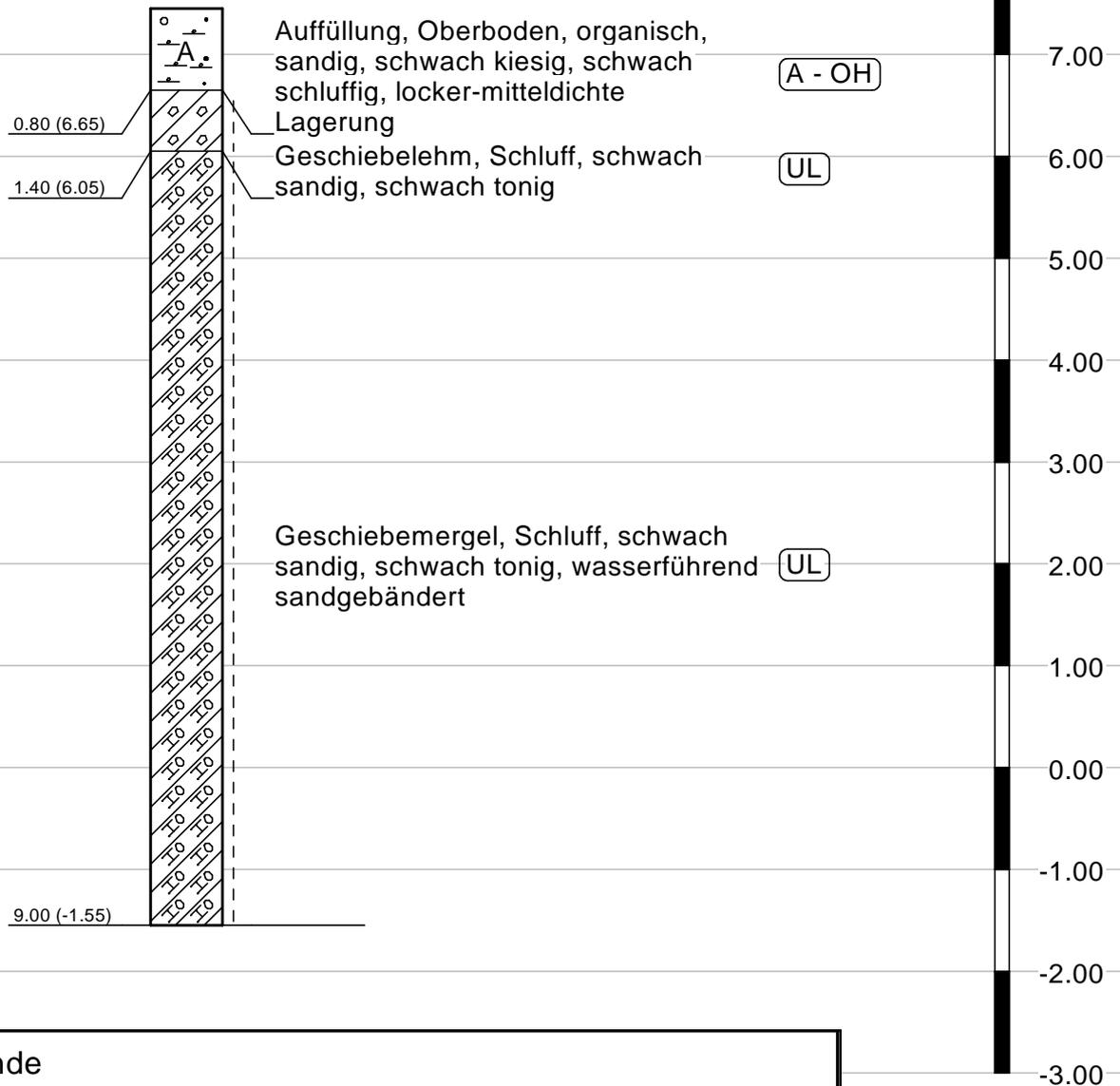
- | | | | | | |
|--|---------------|--|-----------------|--|--------|
| | steif | | Geschiebemergel | | kiesig |
| | Geschiebelehm | | sandig | | |
| | organisch | | | | |
| | Auffüllung | | | | |

Bohrung 10

Bodengruppe nach
DIN 18 196

7,45 m NN

m NN

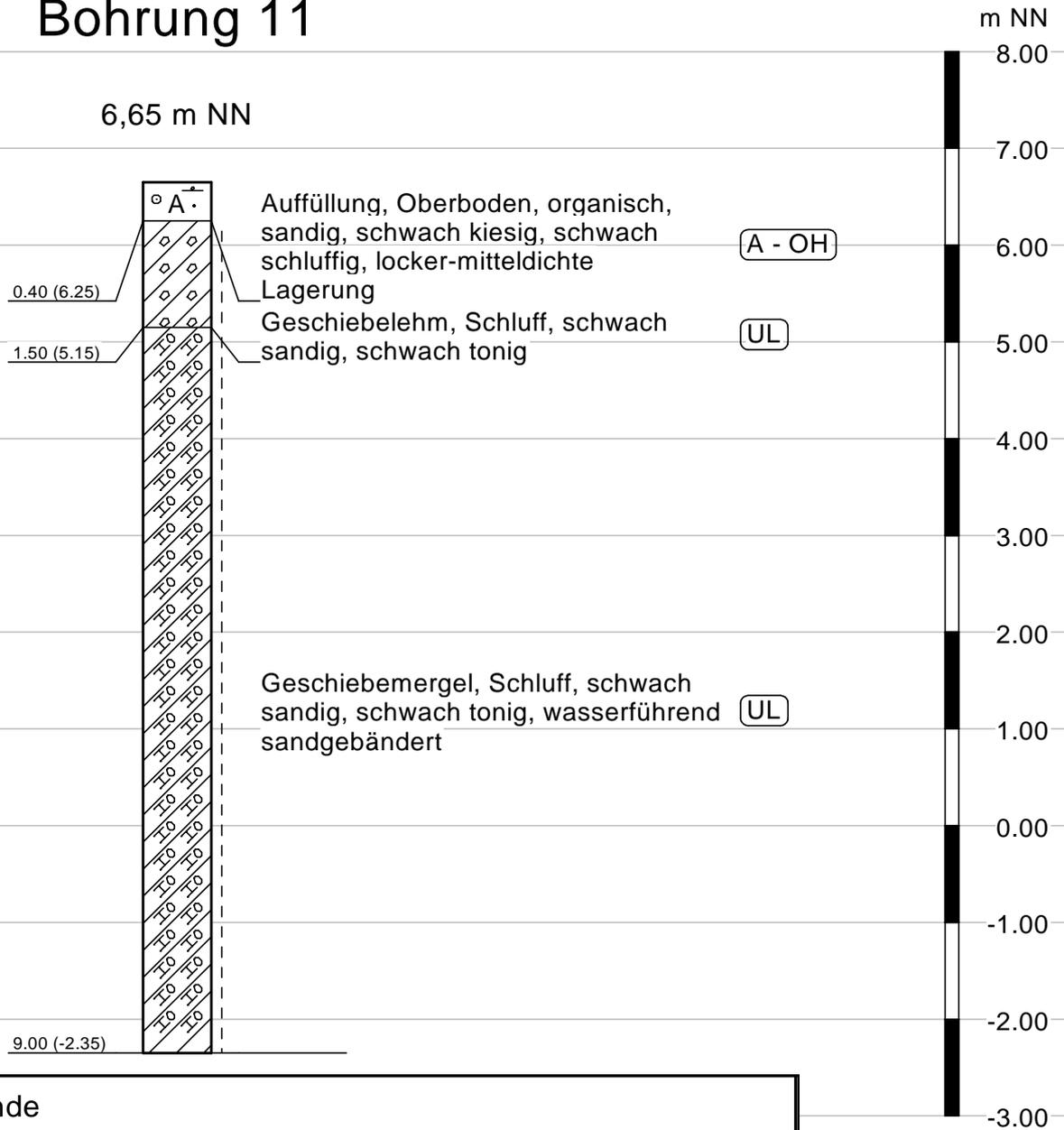


Legende

	steif		Geschiebemergel		kiesig
			Geschiebelehm		sandig
			organisch		
			Auffüllung		

Bodengruppe nach
 DIN 18 196

Bohrung 11

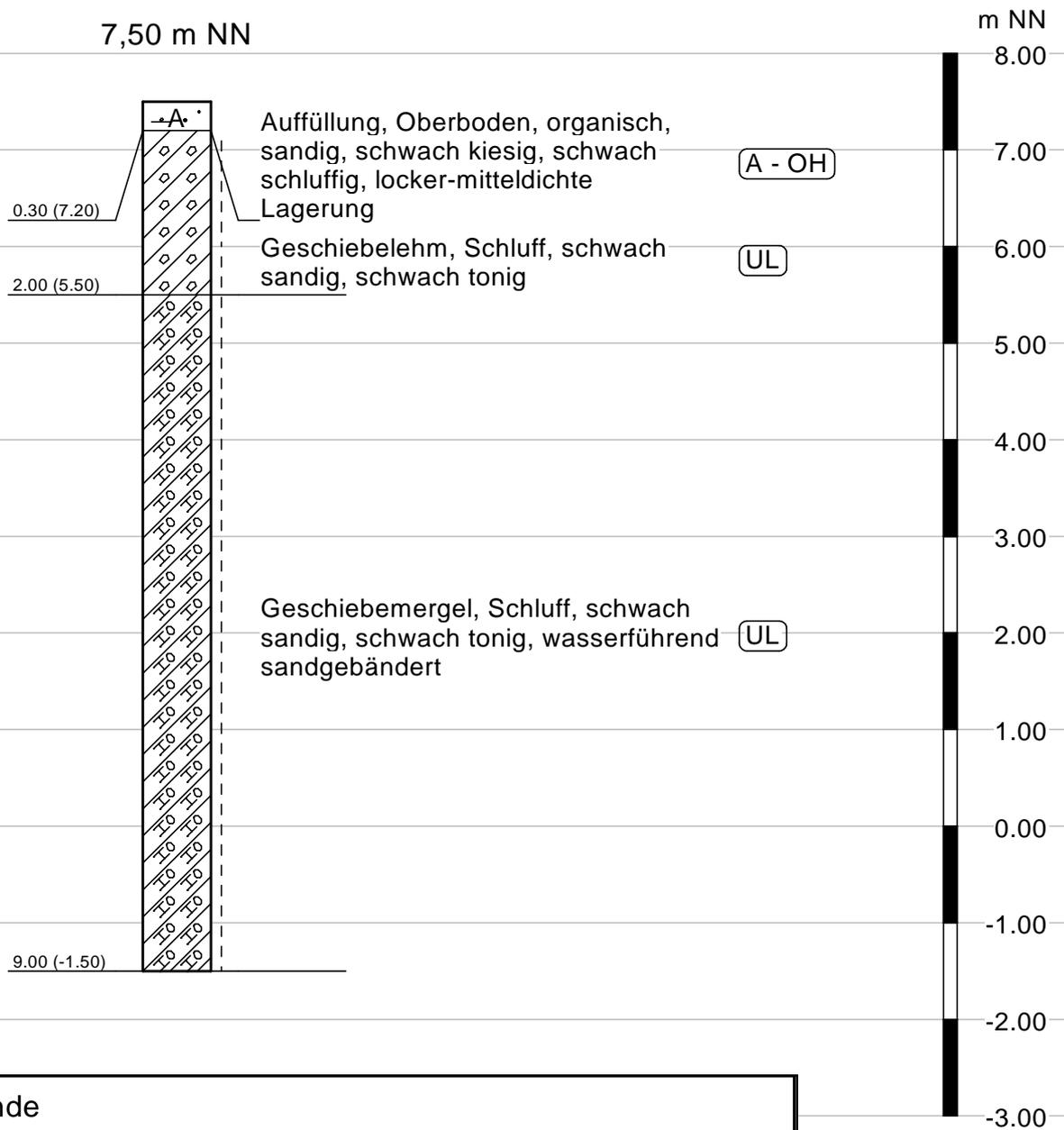


Legende

	steif		Geschiebemergel		kiesig
	Geschiebelehm		sandig		
	organisch				
	Auffüllung				

Bohrung 12

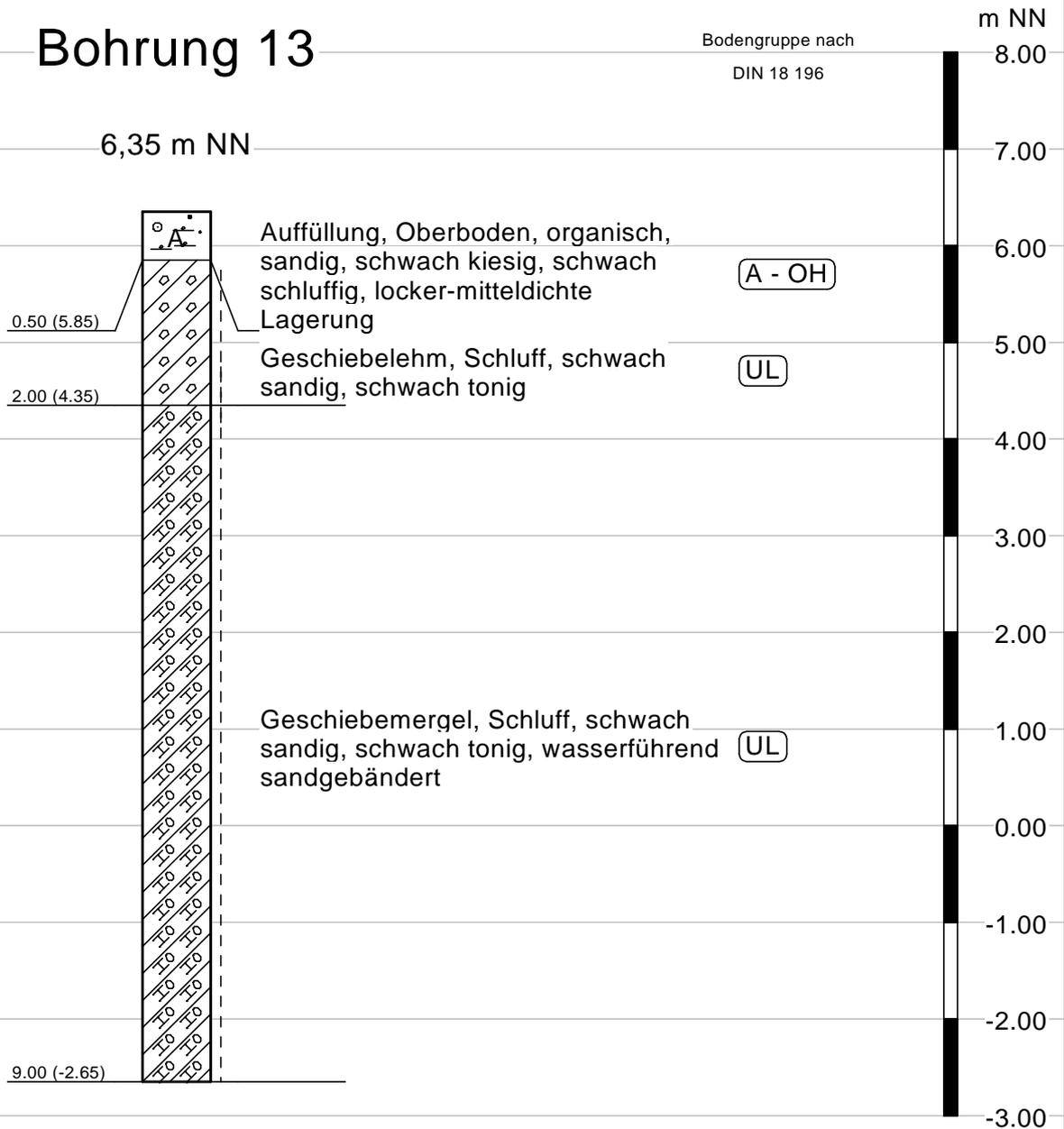
Bodengruppe nach
 DIN 18 196



Legende

	steif		Geschiebemergel		kiesig
	Geschiebelehm		sandig		
	organisch				
	Auffüllung				

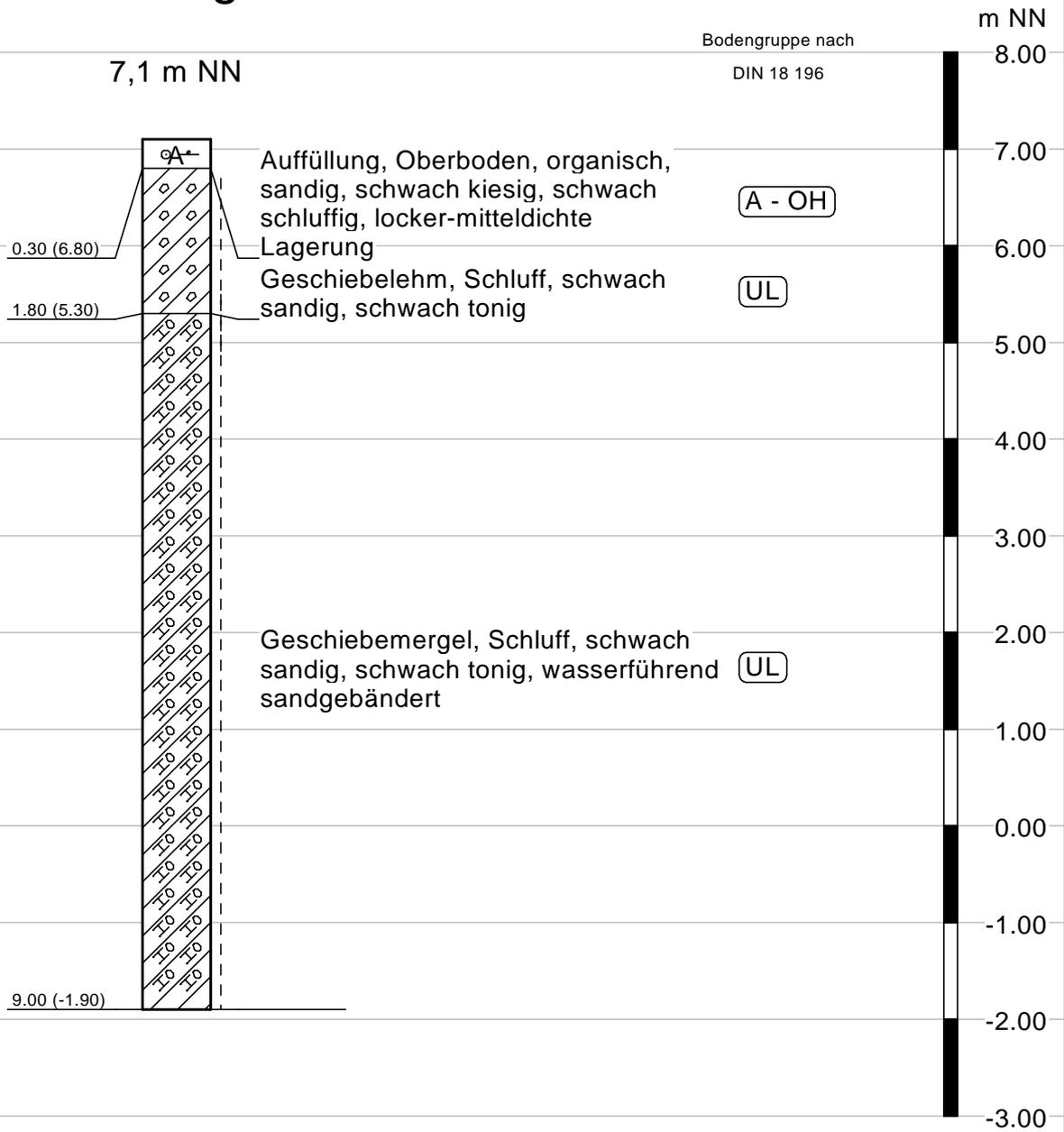
Bohrung 13



Legende

 steif	 Geschiebemergel	 kiesig
	 Geschiebelehm	 sandig
	 organisch	
	 Auffüllung	

Bohrung 14



Legende

	steif		Geschiebemergel		kiesig
	Geschiebelehm		sandig		
	organisch				
	Auffüllung				

Legende der Kurzzeichen und Symbole **Erdbaulabor Gerowski**

<i>Kurzzeichen nach DIN 4023 u.a.</i>		<i>Kurzzeichen nach DIN 18 196</i>	
<i>Bodenart</i> Kurzzeichen (Benennung)	<i>Beimengung</i> Kurzzeichen (Benennung)	<i>Benennung</i>	<i>Kurzzeichen</i>
 G (Kies)	 g (kiesig)	enggestufte Kiese	GE
 S (Sand)	 s (sandig)	weitgestufte Kies-Sand-Gemische	GW
 U (Schluff)	 u (schluffig)	intermittierend gestufte Kies-Sand-Gemische	GI
 T (Ton)	 t (tonig)	enggestufte Sande	SE
 H (Torf)	 h (humos)	weitgestufte Sand-Kies-Gemische	SW
 F (Mudde)	 org (organisch)	intermittierend gestufte Sand-Kies-Gemische	SI
 X (Steine)	 x (steinig)	Kies-Schluff-Gemische	
 Mu (Mutterboden)		- Feinkornanteil 5-15 Gew. %	GU
 A (Auffüllung)		- Feinkornanteil 15-40 Gew. %	GU*
 GI (Geschiebelehm)		Kies-Ton-Gemische	
 Gmg (Geschiebemergel)		- Feinkornanteil 5-15 Gew. %	GT
		- Feinkornanteil 15-40 Gew. %	GT*
		Sand-Schluff-Gemische	
		- Feinkornanteil 5-15 Gew. %	SU
		- Feinkornanteil 15-40 Gew. %	SU*
		Sand-Ton-Gemische	
		- Feinkornanteil 5-15 Gew. %	ST
		- Feinkornanteil 15-40 Gew. %	ST*
		leichtplastische Schluffe	UL
		mittelplastische Schluffe	UM
		ausgeprägt plastische Schluffe	UA
		leichtplastische Tone	TL
		mittelplastische Tone	TM
		ausgeprägt plastische Tone	TA
		organogene Schluffe	OU
		organogene Tone	OT
		grob- gemischtkörnige Böden mit Beimengungen humoser Art	OH
		grob- gemischtkörnige Böden mit kalkhaltigen Beimengungen	OK
		nicht bis mäßig zersetzte Torfe	HN
		zersetzte Torfe	HZ
		Schlamme (Faulschlamm, Mudde)	F
		Auffüllung aus natürlichen Böden (jeweils Gruppensymbol in eckigen Klammern)	[]
		Auffüllung aus Fremdstoffen	A

Wasserverhältnisse

GW - Grundwasser
SW - Schichtenwasser

 Ruhe
 Bohrende
 angebohrt
 versickert
 angestiegen

Konsistenzen

 klüftig
 fest
 halbfest - fest
 halbfest
 steif - halbfest
 steif
 weich - steif
 weich
 breiig - weich
 breiig
 naß

