

Geotechnische Stellungnahme

zu den Boden- und Grundwasserverhältnissen,
Verkehrsflächen, Versickerung

| | |
|---------------|--|
| Bauvorhaben | Bebauungsplan Nr. 121 Wolkenweher Dorfstraße Nr. 31 – 41 Bad Oldesloe |
| Bauherr | Stadt Bad Oldesloe |
| Projektnummer | 2118115 |
| Datum | Lübeck, 04.02.2022 |

Inhaltsübersicht:

1. Veranlassung
2. Untersuchungen
 - 2.1 Kleinrammbohrungen
 - 2.2 Bodenmechanische Laborversuche
3. Untergrund- und Grundwasserverhältnisse
 - 3.1 Bodenschichten
 - 3.2 Grundwasserverhältnisse
 - 3.3 Bodeneigenschaften
4. Straßenoberbau
 - 4.1 Gründung des Straßenoberbaus
 - 4.2 Ausbauempfehlung Straßenoberbau
5. Beurteilung der Versickerungseigenschaften der Böden

Anlage:

- 1 Lageplan der Untersuchungspunkte
- 2.1 u. 2.2 Bodenprofile
- 3.1 u. 3.2 Körnungslinien

1. Veranlassung/ Baufeld

Die Stadt Bad Oldesloe plant die Erschließung des B-Plans Nr. 121. Das Ingenieurbüro Höppner, Lübeck, wurde beauftragt die Boden- und Grundwasserverhältnisse, im Bereich der Erschließung zu untersuchen und zu bewerten. Zusätzlich sollen Aussagen über die straßenbautechnischen Ausführungen und die Versickerungsmöglichkeit von Oberflächenwasser getroffen werden.

Für die Bearbeitung standen die folgenden Unterlagen zur Verfügung:

- Lageplan
- Entwürfe

Das Erschließungsgebiet wird im Norden von bebauten Grundstücken begrenzt. Im Süden, Westen und Osten ist es von landwirtschaftlichen Flächen begrenzt. Das Baugebiet soll von der Wolkenweher Dorfstraße Nr. 31 - 41 her erschlossen werden.

2. Untersuchungen

2.1 Kleinrammbohrungen

Zur Erkundung der Untergrundverhältnisse, wurden im Bereich des Erschließungsgebietes und der Erschließungsstraße am 29.11.2021 und 28.01.2022, 7 Kleinrammbohrungen bis maximal 5,0 m Tiefe (n. DIN 4021, Ø 40 mm bis 50 mm) durchgeführt.

Die Ansatzpunkte der Bohrungen sind auf der beigefügten Anlage 1, und die Bodenprofile sind zeichnerisch und höhengerecht auf Normalhöhennull (OK Schachtdeckel), als Bodenprofile auf den Anlagen 2.1 und 2.2 dargestellt.

2.2 Bodenmechanische Laborversuche

Es wurden Körnungslinien, die Konsistenzen und die Wassergehalte von charakteristischen Böden ermittelt. Die Körnungslinien sind auf der Anlage 3.1 und 3.2 dargestellt.

3. Untergrund- und Grundwasserverhältnisse

3.1 Bodenschichten

Es wurden im Untersuchungsbereich, unterhalb des Oberbodens und den aufgefüllten Böden schwach schluffige bis schluffige Sande mit eingelagerten, unterschiedlich mächtigen und bindigen Bodenschichten (Beckenschluff und Geschiebelehm und –mergel) bis zur Bohrendtiefe von 3,0 m bzw. 5,0 m festgestellt.

Tabelle 1: Bodenschichten

| Bodenschicht | Beschreibung | Schichtbasis (m unter GOK) | | Schichtdicke (m) | |
|---|---|-------------------------------|--------------------------|---------------------|------|
| | | Hochlage | Tieflage | min. | max. |
| Oberboden (Untersuchungspunkte 1 - 5) | <u>Zusammensetzung:</u> Sand, schluffig, humos | 0,30 | 0,45 | 0,30 | 0,45 |
| Auffüllung (Untersuchungspunkte 6 und 7) | <u>Zusammensetzung:</u> [Sand-Schluff-Gemisch, humos/ z.T. Tiegelreste] | 0,60 | 0,70 | 0,60 | 0,70 |
| Sande (Alle Untersuchungspunkte) | <u>Zusammensetzung:</u> Fein- bis Mittelsand, schwach schluffig bis schluffig, schwach grobsandig | 2,50 | Bohrendtiefe 5,0 | 0,25 | 2,80 |
| Beckenschluff/ -mergel (Untersuchungspunkt 2 - 6) | <u>Zusammensetzung:</u> Schluff, tonig, feinsandig | 0,30 | Bohrendtiefe 5,0 | 0,30 | 2,50 |
| Geschiebelehm und -mergel (Untersuchungspunkte 1, 5, 7) | <u>Zusammensetzung:</u> Schluff, schwach tonig, sandig bis stark sandig, schwach kiesig | 3,80 | Bohrendtiefe 3,0/ 5,0 | 0,60 | 0,80 |

Weitere Einzelheiten sind den Bodenprofilen zu entnehmen. Die Bohraufschlüsse sind punktuelle Baugrunderkundungen, daher sind Abweichungen der angetroffenen Bodenverhältnisse möglich. Aus diesem Grund sollten nach Aushub, die aufgrund der geotechnischen Untersuchungen getroffenen Annahmen über Beschaffenheit und Verlauf der Bodenschichten vom Sachverständigen überprüft werden.

3.2 Grundwasserverhältnisse

Es konnte nach dem Bohrende, nur in dem Bohrloch des Untersuchungspunktes UP 3 (-2,10 m unterhalb der Geländeoberkante) ein Grundwasserstand ermittelt werden. In allen anderen Bohrlöchern konnten **keine** Grundwasserstände ermittelt werden. Es wurde aber im Bereich der Untersuchungspunkte 4, 2, 6, 7 vereinzelt Staunässe festgestellt.

Langzeitmessungen des Grundwasserspiegels im Untersuchungsbereich liegen dem Unterzeichner nicht vor. Grundsätzlich ist nach starken, länger anhaltenden Niederschlägen und verdunstungsarmer Jahreszeit mit kurzfristiger Staunässe oberhalb der bindigen Bodenschichten zu rechnen.

Weitere Einzelheiten zu den Boden- und Grundwasserverhältnissen sind aus den beigefügten Bodenprofilen (Anlage 2.1 und 2.2.) ersichtlich.

3.3 Bodeneigenschaften

Oberboden:

Der Oberboden genießt einen besonderen Schutz (Mutterbodenschutzgesetz gemäß BauGB §202) und ist unterhalb bebauter Flächen (Stellplätze und Verkehrsflächen), zu Beginn der Bauarbeiten generell abzutragen und zur Wiederverwendung seitlich in geeigneten Mieten zu lagern oder direkt abzufahren.

Auffüllungen/ umgelagerte Böden:

Bei den inhomogenen Auffüllungen ist die Tragfähigkeit von der Zusammensetzung und Lagerungsdichte abhängig. Die aufgefüllten Böden (humose Sand-Schluff-Gemische mit vereinzelt Ziegelresten) haben eine nur mäßige Tragfähigkeit und sind nur schwer nachzuverdichten. Die Böden können als schwach bis durchlässig angenommen werden.

Sande:

Die Sande können überwiegend als wasserdurchlässig angenommen werden. Die teilweise eingelagerten bindigen Böden und schluffigen Lagen reduzieren die vertikale Wasserdurchlässigkeit jedoch stark. Die teilweise hohen Feinkornanteile der Sande (schluffig bis stark schluffig) reduzieren die Wasserdurchlässigkeit der Sande zusätzlich. Die Sande an der Geländeoberfläche sind überwiegend als nicht frostempfindliches Bodenmaterial bis schwach frostempfindlich (nach ZTV E-StB 17) einzustufen.

Beckenschluff/ -mergel:

Der Beckenschluff ist eiszeitlich nicht vorbelastet und mit mindestens steifer Konsistenz mäßig tragfähig, bei weich-steifer Konsistenz ist die Tragfähigkeit reduziert. Der bindige Boden neigt unter statischer Belastung zu langfristig abklingenden Konsolidierungssetzungen. Durch den Feinkornanteil, aus Tonen und Schluffen ist der Beckenschluff als frostempfindlich und gering wasserdurchlässig einzustufen.

Geschiebelehm und -mergel:

Die Geschiebeböden (**Geschiebelehm und -mergel**), sind mit mindestens steifer Konsistenz, mäßig tragfähig und neigen unter Belastung zu langfristig abklingenden Konsolidierungssetzungen. Beim Geschiebelehm handelt es sich um verwitterten Geschiebemergel, er enthält keinen Kalk. Aufgrund seiner Plastizität ist der Boden wasserempfindlich und neigt bei Wassergehaltsänderungen und dynamischer Belastung (z.B. Befahren mit Baufahrzeugen) zu Aufweichungen. Durch den Feinkornanteil, aus Tonen und Schluffen, sind die Geschiebeböden als sehr frostempfindlich und sehr gering wasserdurchlässig einzustufen.

4. Straßenoberbau

4.1 Gründung des Straßenoberbaus

Für die Dimensionierung der Verkehrsflächen wurden **keine** Belastungsklassen vorgegeben. In Anlehnung an die Tabelle 2 (RStO 12/ Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen) wird für den Ausbau der Erschließungsstraße, die Belastungsklasse BK0,3 empfohlen.

In den Bereichen, wo bindiger Boden im Bereich des Aushubplanums vorhanden ist, ist dieser zusätzlich $D \geq 0,20$ m stark gegen verdichtete grobkörnige Sande auszutauschen.

Unter Berücksichtigung der Belastungsklasse und der vorhandenen Bodenverhältnisse im Planumbereich des Erschließungsgebietes wird folgender Straßenoberbau für Asphalt- und Plasterdecke empfohlen:

4.2 Ausbauempfehlung Straßenoberbau

Bauweise mit **Asphaltdecke**.

Tabelle 2: Aufbau des Straßenoberbaus/ RSto 12 Belastungsklasse0,3, Tafel 1, Zeile 3:

| Belastungsklasse Bk0,3 | |
|------------------------|---|
| 4,0 cm | Asphaltdecke |
| 8,0 cm | Asphalttragschicht |
| 15,0 cm | Schottertragschicht 0/32, 0/45 nach TL SoB-StB |
| 18,0 cm | Frostschutzschicht 0/32, 045 nach TL SoB-StB |
| | Nachverdichtung des Planums |
| 20,0 cm | Bodenaustausch mit grobkörnigem Bodenmaterial DIN 18196 |
| 55,0 cm | Mindestgesamtstärke des neuen Oberbaus |
| 75,0 cm | Mindestgesamtstärke des neuen Oberbaus |

Bauweise mit **Pflasterdecke**

Tabelle 3: Aufbau des Straßenoberbaus/ RSto 12 Belastungsklasse0,3, Tafel 3, Zeile 2:

| Belastungsklasse Bk0,3 | |
|------------------------|---|
| 10,0 cm | Pflasterdecke |
| 4,0 cm | Pflasterbettung |
| 20,0 cm | Schottertragschicht 0/32, 0/45 nach TL SoB-StB |
| 21,0 cm | Schicht aus frostunempfindlichem Material nach TL SoB-StB |
| | Nachverdichtung des Planums |
| 20,0 cm | Bodenaustausch mit grobkörnigem Bodenmaterial DIN 18196 |
| 55,0 cm | Mindestgesamtstärke des neuen Oberbaus |
| 65,0 cm | Mindestgesamtstärke des neuen Oberbaus |

Der Bauablauf, sowie der Baubetrieb sind so zu konzipieren, dass der anstehende Boden vor Niederschlagswasserzufluss (frühzeitige Wasserfassung) und äußeren Witterungseinflüssen, während der Bauarbeiten geschützt wird. Der Einsatz der Gerätschaften ist auf die Untergrund- und Witterungsverhältnisse abzustimmen.

Für den Straßenbau sind die aufgefüllten Böden und der Oberboden, vollständig abzuschleppen und für eine Wiederverwertung seitlich fachgerecht zu lagern oder sofort abzufahren.

Die Aushubebene (Planum/ Sande) ist auf einen Verdichtungsgrad von $D_{Pr} \geq 100 \%$ nach zu verdichten. Eventuell sind die Sande, unter Zugabe von Wasser, zu verdichten. Das bindige Planum ist **nicht** nach zu verdichten. Wenn bindige Böden im Bereich des Aushubplanums angetroffen werden, ist die Tragschichtstärke zu erhöhen und ein extra Bodenaustausch gegen grobkörnige Böden durchzuführen.

Danach ist nach TL SoB-StB eine güteüberwachte Frostschuttschicht und Schottertragschicht der Körnung 0/32, 0/45 als Tragschicht einzubauen (Anforderungen: OK STS, Verformungsmodul $E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$ Verdichtungsgrad $D_{Pr} \geq 103 \%$). Der Verdichtungserfolg ist nachzuweisen.

5. Beurteilung der Versickerungseigenschaften der Böden

Es wurden von charakteristischen Bodenproben Siebanalysen bzw. Siebschlammanalysen durchgeführt. Anhand der Körnungslinien (Anlagen 3.1 und 3.2) wurden die Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte k_f -Werte, rechnerisch ermittelt oder aus Erfahrungswerten angegeben.

Die ermittelten Werte sind entsprechend DWA-A 138 mit einem Korrekturfaktor von $\alpha_{B.1} = 0,2$ (Abschätzung des Durchlässigkeitsbeiwertes anhand der Körnungslinie) zu multiplizieren. Böden mit einem kleineren Wasserdurchlässigkeitsbeiwert von $k_f \leq 10^{-6} \text{ m/s}$ sind zur Versickerung von Niederschlagswasser nicht geeignet.

Tabelle 4: Ermittelte Durchlässigkeitsbeiwerte der Böden

| Untersuchungspunkte | Tiefe u. GOK [m] | Bodenart | Durchlässigkeitsbeiwert k_f [m/s] | | Bemessungs- kf-Wert für die Versickerung [m/s] |
|---------------------|------------------|-----------------|-------------------------------------|-------------------------------|--|
| | | | n. Beyer | n. Sieblinie und Erfahrung | |
| UP 4 | 0,7 – 3,0 | U, t', fs' | --- | $10^{-7} - 10^{-8}$ | --- |
| UP 5 | 4,3 – 5,0 | U, t', s, g' | --- | $10^{-7} - 10^{-9}$ | --- |
| UP 1 | 0,4 – 3,20 | fS - mS, u, gs' | --- | $4,7 \times 10^{-5}$ | $9,4 \times 10^{-5}$ |
| UP 3 | 0,4 – 2,0 | fS-mS, gs', u' | | $7,7 \times 10^{-5}$ | $1,5 \times 10^{-5}$ |

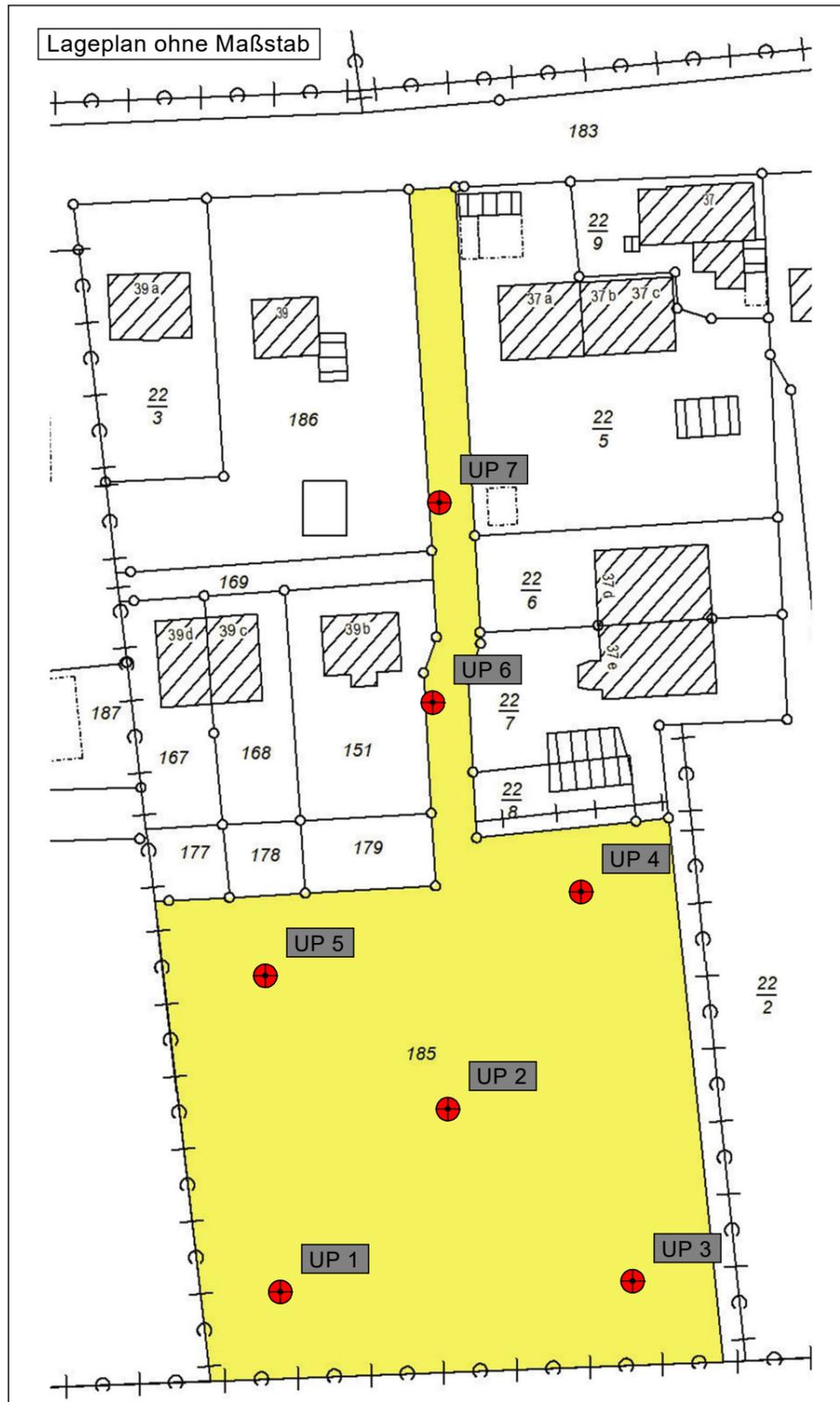
Die schwach schluffigen bis schluffigen Sande sind grundsätzlich zur Versickerung von Niederschlagswasser geeignet, wenn eine ausreichende Schichtstärke und Ausdehnung vorhanden ist. Durch vereinzelt eingelagerte Schlufflagen innerhalb der Sande wird die vertikale Durchlässigkeit stark reduziert.

Der Geschiebelehm und -mergel und der Beckenschluff bzw. -mergel haben einen zu geringen Wasserdurchlässigkeitsbeiwert $k_f < 10^{-7} \text{ m/s bis } 10^{-9}$ und sind deshalb zur Versickerung von Niederschlagswasser nach dem Arbeitsblatt der DWA – A 138 **nicht** geeignet.

Aufgrund der festgestellten Bodenverhältnisse ist eine Versickerung von Niederschlagswasser nur in wenigen Bereichen der Untersuchungspunkte möglich. Deshalb sind weitere Bodenuntersuchungen durchzuführen und es wird mindestens eine Untersuchung im Bereich der geplanten Versickerungsanlagen empfohlen, sodass evtl. ausreichende Durchlässigkeitsbeiwerte und Mächtigkeit der Sande nachgewiesen werden können.



Dipl.-Ing. S. Höppner



⊕ Untersuchungspunkte/ Kleinrammbohrungen

Projekt:

Bebauungsplan Nr. 121
 Wolkenweher Dorfstraße Nr. 31 - 41
 Bad Oldesloe

Darstellung:

Lageplan Untersuchungspunkte

Planverfasser:

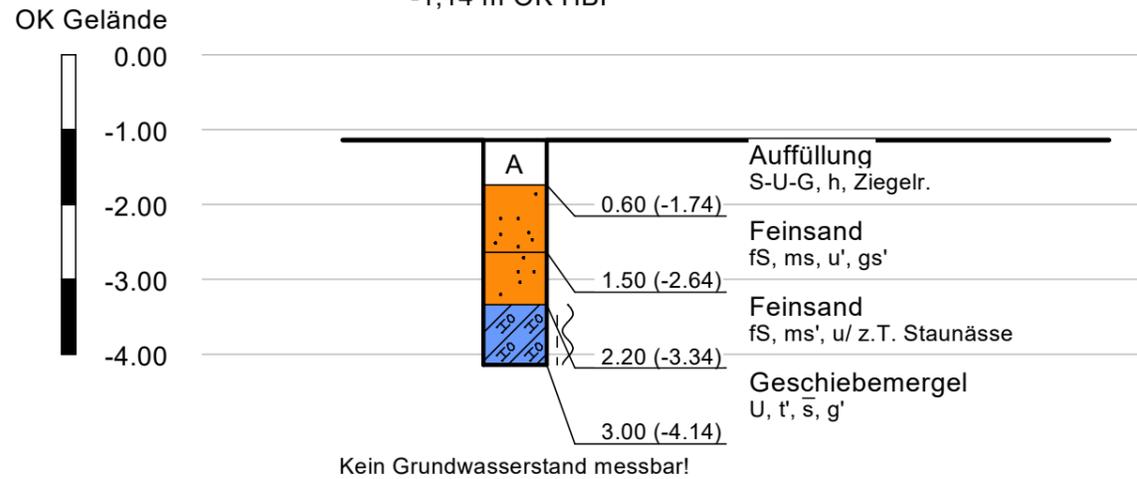


Am Flugplatz 4 - 23560 Lübeck
 Tel.: 0451/20233532
 mail@hoepfner-ingenieurbuero.de

| | | | |
|-------------|------------|---------------|---------|
| Datum: | 05.02.2022 | Maßstab: | 1 : 100 |
| gezeichnet: | Le | Berichts-Nr.: | 2218115 |
| geprüft: | Hö | Anlage: | 1 |

UP 7

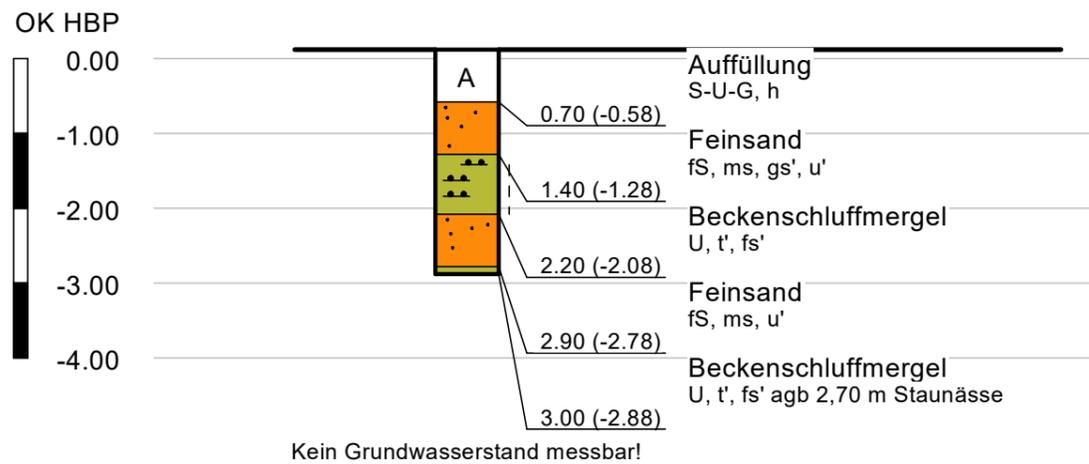
-1,14 m OK HBP



HBP = Höhenbezugspunkt +/- 0,00 m OK Schachtdeckel

UP 6

+0,12 m OK HBP



Legende

| Bodenart | Kurzzeichen | Lagerungsdichte |
|-----------------------------------|--------------|-------------------|
| Auffüllung | A | locker |
| Sand-Schluff-Gemisch | S-U-G | mitteldicht |
| Schluff-Sand-Gemisch | U-S-G | dicht |
| Sand-Kies-Gemisch | S-G-G | |
| Kies-Sand-Gemisch | G-S-G | |
| Steine steinig | X x | |
| Kies kiesig | G g | |
| Sand sandig | S s | |
| Schluff schluffig | U u | |
| Ton tonig | T t | |
| Humos humos | H h | |
| fein- mittel- grob- schwach stark | f- m- g- ' - | |
| Grundwasser | | Konsistenz |
| wasserführende Schicht | | fest |
| Bohrende | ↓ | halbfest - fest |
| angebohrt | ▽ | halbfest |
| Ruhe | — | steif - halbfest |
| | | steif |
| | | weich - steif |
| | | weich |
| | | breiig - weich |
| | | breiig |
| | | nass |

Projekt:

Bebauungsplan Nr. 121
 Wolkenweher Dorfstraße Nr. 31 - 41
 Bad Oldesloe

Darstellung:

Bodenprofile

Planverfasser:

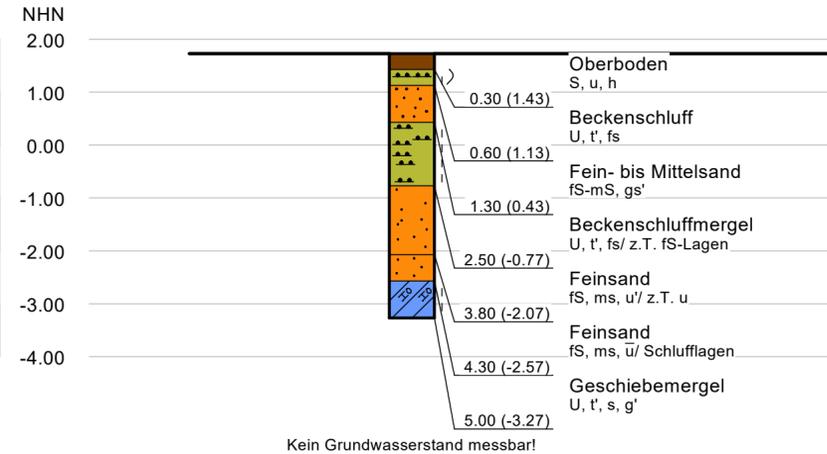


Moisinger Alle 191 - 23588 Lübeck
 Tel.: 0451/20233532
 mail@hoepner-ingenieurbuero.de

| | |
|-------------------|-----------------------|
| Datum: 07.02.2022 | Maßstab: 1 : 100 |
| gezeichnet: Le | Berichts-Nr.: 2118115 |
| geprüft: Hö | Anlage: 2.1 |

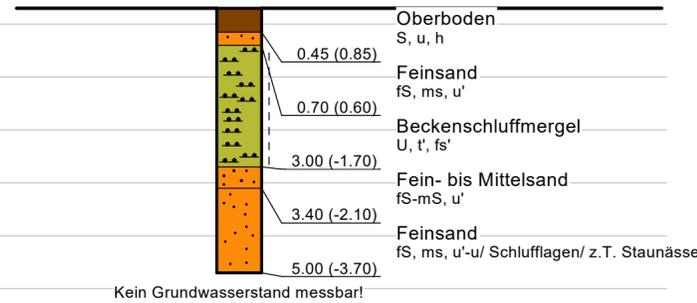
UP 5

+1.73 HBP



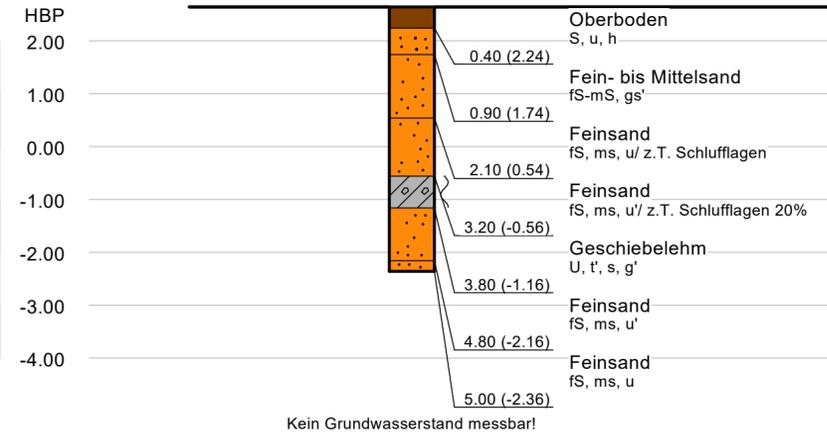
UP 4

+1.30 HBP



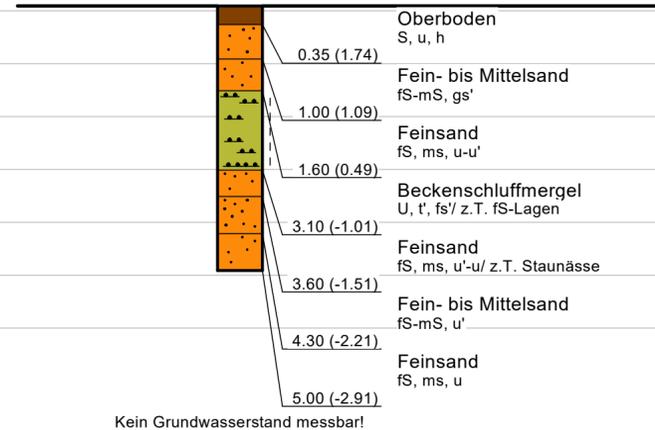
UP 1

+2.64 HBP



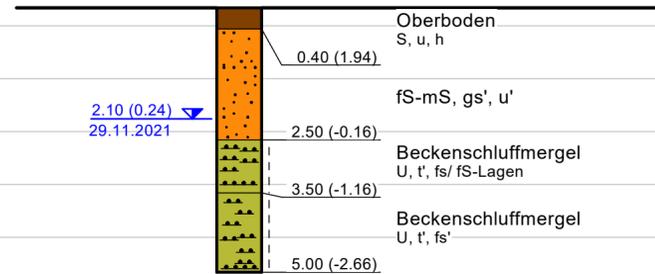
UP 2

+2.09 HBP



UP 3

+2.34 HBP



HBP = Höhenbezugspunkt +/- 0,00 m OK Schachtdeckel

Legende

| Bodenart | Kurzzeichen | Lagerungsdichte |
|----------------------|-------------|-----------------|
| Auffüllung | A | locker |
| Sand-Schluff-Gemisch | S-U-G | mitteldicht |
| Schluff-Sand-Gemisch | U-S-G | dicht |
| Sand-Kies-Gemisch | S-G-G | |
| Kies-Sand-Gemisch | G-S-G | |

| Steine | steinig | X | x |
|---------|-----------|---|---|
| Kies | kiesig | G | g |
| Sand | sandig | S | s |
| Schluff | schluffig | U | u |
| Ton | tonig | T | t |
| Humos | humos | H | h |

| fein- mittel- grob- schwach stark | f- m- g- | Konsistenz |
|-----------------------------------|----------|------------------|
| | | fest |
| | | halbfest - fest |
| | | halbfest |
| | | steif - halbfest |
| | | steif |
| | | weich - steif |
| | | weich |
| | | breiig - weich |
| | | breiig |
| | | nass |

| Grundwasser |
|------------------------|
| wasserführende Schicht |
| Bohrende |
| angebohrt |
| Ruhe |

Projekt:
Bebauungsplan Nr. 121
Wolkenweher Dorfstraße Nr. 31 - 41
Bad Oldesloe

Darstellung:
Bodenprofile



Am Flugplatz 4 - 23560 Lübeck
 Tel.: 0451/20233532
 mail@hoepfner-ingenieurbuero.de

| | | | |
|-------------|------------|---------------|---------|
| Datum: | 06.02.2022 | Maßstab: | 1 : 100 |
| gezeichnet: | Le | Berichts-Nr.: | 2118115 |
| geprüft: | Hö | Anlage: | 2.2 |

Ingenieurbüro Höppner
Geotechnik
23560 Lübeck - Am Flugplatz 4

Bearbeiter: Hö

Datum: 05.12.2021

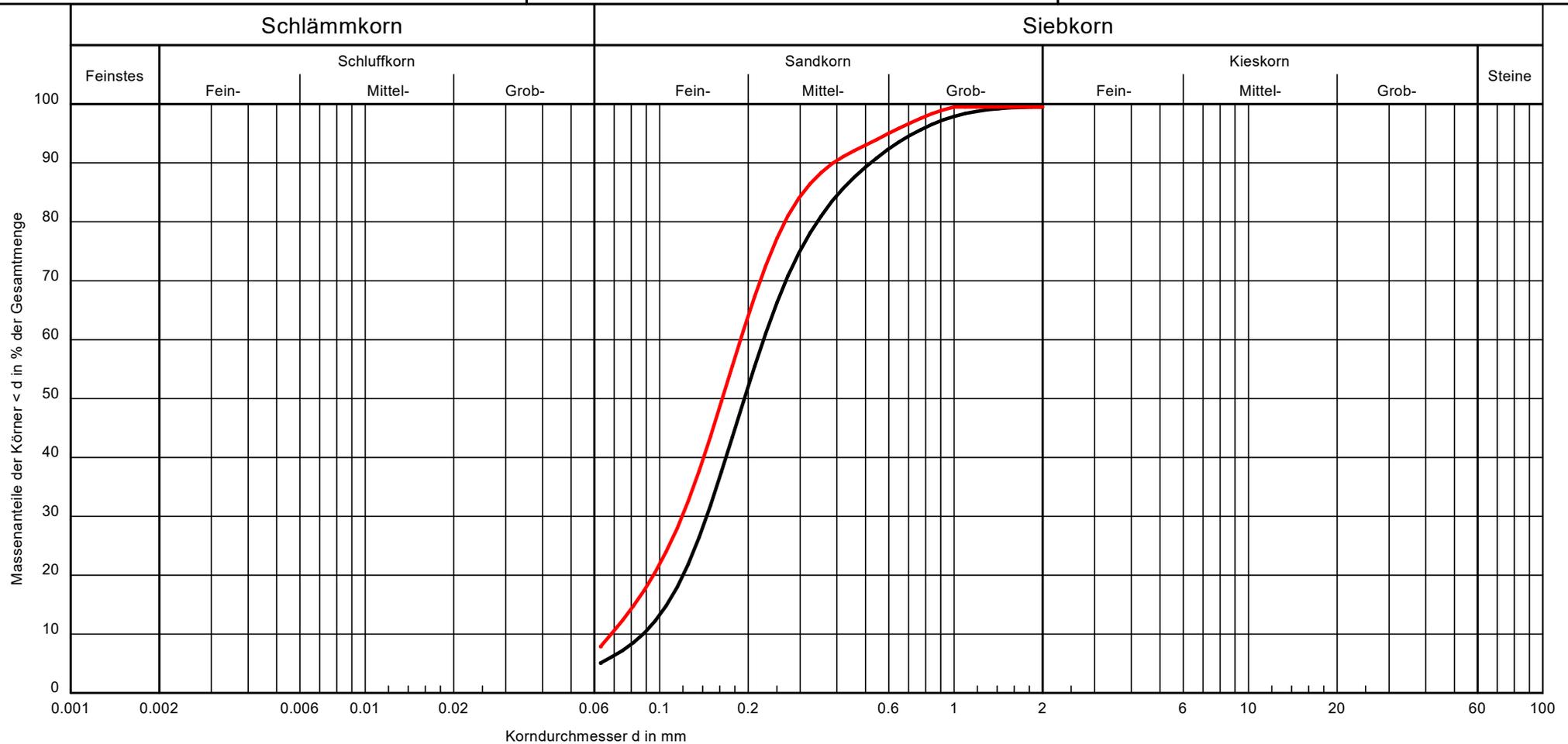
Körnungslinie

Bauvorhaben: Bebauungsplan Nr. 121
Wolkenweher Dorfstra0e 31 - 41
Bad Oldesloe

Probe entnommen am: 29.11.2021

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Sieb-/ Schlämmanalyse n. DIN 18 123



| | | | | |
|--------------------|-------------------------------|------------------------------|--------------|---------------------------------|
| Bezeichnung: | — | — | Bemerkungen: | Anlage: 3.1 zu: 218115 |
| Bodenart: | Fein- bis Mittelsand, u', gs' | Fein- bis Mittelsand, u, gs' | | |
| Geol. Bezeichnung: | Sand | Sand | | |
| U/Cc | 2.6/1.1 | 2.8/1.1 | | |
| k [m/s]: | $7.7 \cdot 10^{-5}$ | $4.7 \cdot 10^{-5}$ | | |
| T/U/S/G [%]: | - /5.1/94.9/ - | - /7.9/92.1/ - | | |
| Entnahmestelle: | UP 3/ 0,4 m - 2,0 m | UP 1/ 0,4 m - 3,2 m | | |

Ingenieurbüro Höppner
Geotechnik
23560 Lübeck - Am Flugplatz 4

Bearbeiter: Hö

Datum: 05.12.2021

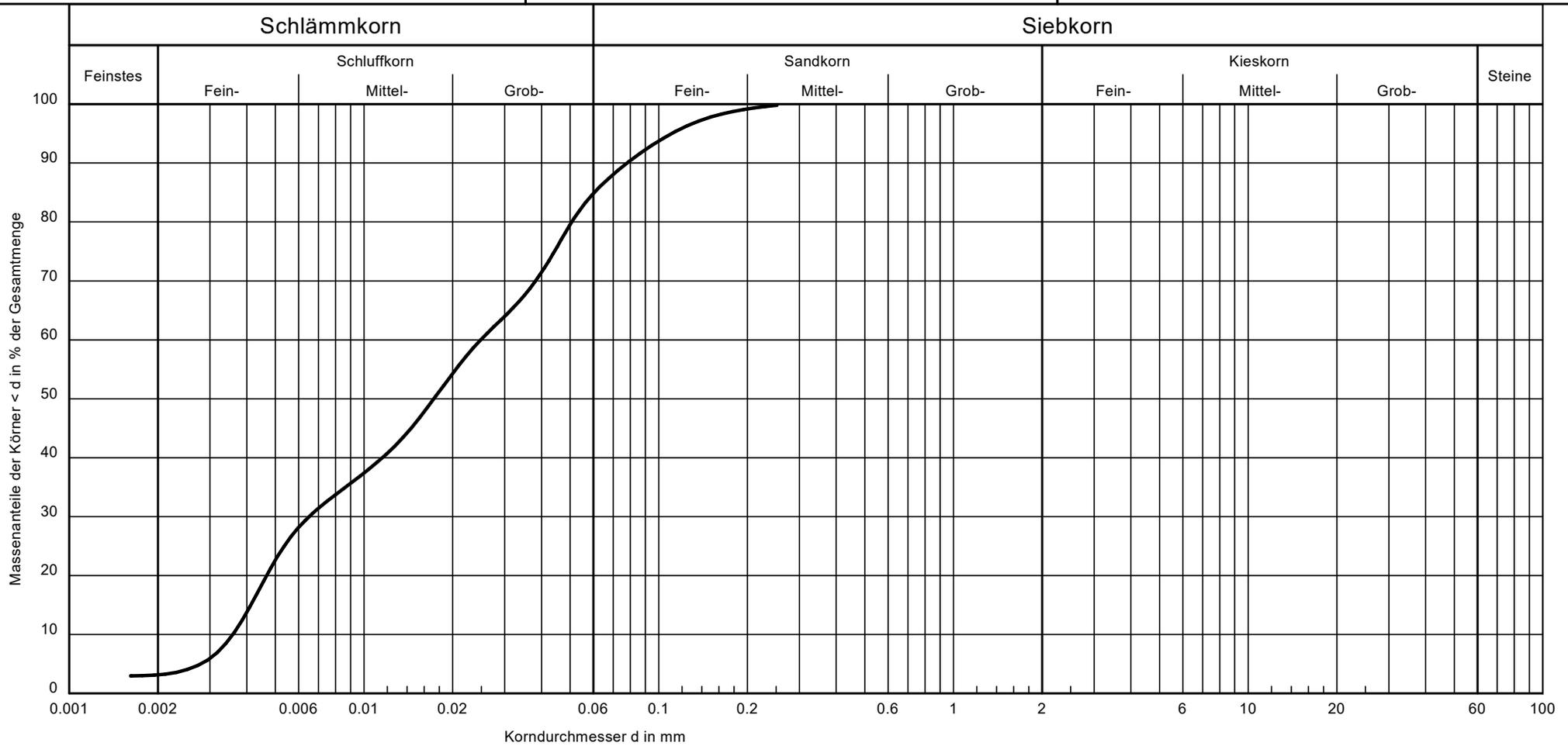
Körnungslinie

Bauvorhaben: Bebauungsplan Nr. 121
Wolkenweher Dorfstra0e 31 - 41
Bad Oldesloe

Probe entnommen am: 29.11.2021

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Sieb-/ Schlämmanalyse n. DIN 18 123



| | | | |
|--------------------|--|--------------|---------------------------------|
| Bezeichnung: | | Bemerkungen: | Anlage: 3.2 Zu: 218115 |
| Bodenart: | Schluff, schwach tonig, schwach feinsandig | | |
| Geol. Bezeichnung: | Beckenschluffmergel | | |
| U/Cc | 6.9/0.5 | | |
| T/U/S/G [%]: | 3.2/82.8/14.1/ - | | |
| Entnahmestelle: | UP 4/ 0,7 m - 3,0 m | | |