

Geotechnische Stellungnahme

Bauvorhaben Gemeinde Tramm
Bebauungsplan Nr. 5

Projektnummer 2318314

Datum Lübeck, 23.03.2023

- Inhaltsübersicht:**
1. Veranlassung
 2. Baugelände und Bauwerk
 3. Untersuchungen
 - 3.1 Bodenuntersuchungen
 - 3.2 Chemische Untersuchungen
 4. Boden- und Grundwasserverhältnisse
 - 4.1 Bodenschichten
 - 4.2 Grundwasserverhältnisse
 - 4.3 Bodeneigenschaften
 - 4.4 Bodenkennwerte
 5. Gründungsempfehlung
 - 5.1 Gründung Gebäude
 - 5.2 Zulässige Sohlspannungen-Grundbruchsicherheit
Bettungsmodul
 - 5.3 Setzungen

6. Allgemeine Ausführungshinweise
 - 6.1 Baugrube, Baugrubensicherung
 - 6.2 Trockenhaltung im Bauzustand
 - 6.3 Trockenhaltung im Endzustand
 - 6.4 Schutz der Böden im Bereich des Aushubplanums
 - 6.5 Bodenmaterial
 - 6.6 Wiederverwendung des anfallenden Aushubmaterials
7. Versickerung von Niederschlagswasser

Anlage:	1	Lageplan der Untersuchungspunkte
	2	Bodenprofile
	3	Körnungslinien

1. Veranlassung

Im Bereich der Dorfstraße in der Gemeinde Tramm ist die Erschließung des Bebauungsplans Nr. 5 geplant und der Neubau mehrerer Gebäude. Das Ingenieurbüro Höppner, Lübeck, wurde beauftragt die Boden- und Grundwasserverhältnisse im Bereich zu untersuchen und allgemein geotechnisch zu beurteilen, sowie eine Aussage über die allgemeinen Gründungsmaßnahmen und ausführungstechnischen Hinweise und die Wasserdurchlässigkeit der vorhandenen Böden abzugeben.

Für die Bearbeitung standen die folgenden Unterlagen zur Verfügung:

- Lagepläne
- Konzepte

2. Baugelände und Bauwerke

Im Bereich des geplanten B-Plans sind Gebäude vorhanden und andere sind abgerissen worden. Der Rest des Bereiches wurde als Grünfläche genutzt. Das neu geplante Gebäude ist nicht unterkellert geplant. Es liegen zurzeit noch keine konkreten Bauwerkslasten vor.

3. Untersuchungen

3.1 Bodenuntersuchungen

Zur Erkundung der Bodenverhältnisse wurden am 10.02.2023, insgesamt sechs Kleinrammbohrungen (n. DIN 4021/22 475-1, DN Ø 40 bis 50 mm) bis in eine maximale Tiefe von 5,0 m durchgeführt. Die Ergebnisse der Untersuchungen sind nach einer kornanalytischen Bestimmung der laufend entnommenen Bodenproben auf der beigefügten Anlage 2 zeichnerisch und höhengerecht auf Normalhöhennull als farbige Bodenprofile dargestellt.

3.2 Chemische Untersuchungen

Im Zuge der Felduntersuchungen wurden mittels organoleptischer Ansprache keine Hinweise auf Altlasten oder Kontaminierungen festgestellt. Eine Klassifizierung der Böden nach LAGA-TR Boden ist nicht Teil dieses Berichtes.

4. Boden- und Grundwasserverhältnisse

4.1 Bodenschichten

Nach den vorliegenden Ergebnissen der Bodenuntersuchungen weist der Untergrund vereinfacht nachfolgenden Schichtenaufbau auf:

Tabelle 1: Bodenschichten

Bodenschicht	Beschreibung	Schichtbasis (m unter GOK)		Schichtdicke (m)	
		Hochlage	Tieflage	min.	max.
Oberboden (Untersuchungspunkte 1 - 5)	<u>Zusammensetzung:</u> Sand, schwach schluffig, schwach kiesig, humos	0,40	0,80	0,40	0,80
Auffüllung (Untersuchungspunkte 1, 6)	<u>Zusammensetzung:</u> [Sand-Schluff-Gemisch, schwach kiesig/ z.T. schwach humos]	0,40	0,70	0,30	0,40
Sand (Untersuchungspunkte)	<u>Zusammensetzung:</u> Fein- bis Mittelsand, schwach schluffig, schwach grobsandig, schwach kiesig/ z.T. lehmige Lagen	2,20	Bohrendtiefe 5,0	0,50	3,35
Geschiebemergel (Alle Untersuchungspunkte)	<u>Zusammensetzung:</u> Schluff, schwach tonig, sandig bis stark sandig, schwach kiesig	3,70	Bohrendtiefe 5,0	0,50	3,80
Beckenschluff und -mergel (Untersuchungspunkte 3, 4, 6)	<u>Zusammensetzung:</u> Schluff, schwach tonig, schwach feinsandig bis feinsandig	2,90	Bohrendtiefe 5,0	0,10	0,80

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

4.2 Grundwasserverhältnisse

Nach dem Bohrende konnten in den Bohrlöchern keine Grundwasserstände festgestellt werden. Langzeitmessungen des Grundwasserspiegels im Untersuchungsbereich liegen dem Unterzeichner nicht vor.

Es wurde teilweise Staunässe, innerhalb der Sande und oberhalb der bindigen Böden, festgestellt.

Grundsätzlich ist nach starken, länger anhaltenden Niederschlägen und verdunstungsarmer Jahreszeit mit **kurzfristiger Staunässe oberhalb der bindigen Böden** zu rechnen.

Weitere Einzelheiten zu den Boden- und Grundwasserverhältnissen sind aus den beigefügten Bodenprofilen (Anlage 2) ersichtlich.

4.3 Bodeneigenschaften

Oberboden:

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

Auffüllung:

Die inhomogenen Auffüllungen mit einer lockeren Lagerungsdichte sind nur gering tragfähig. Die Böden sind setzungsempfindlich und nur schwer nachverdichtbar.

Sande:

Die Sande sind, bis zu Schluffanteilen von 15 M.-%, gut tragfähig und neigen unter Belastung nur zu geringen Setzungen, die zudem überwiegend während der Bauphase auftreten. Die Sande mit einem höheren Feinkornanteil oder eingelagerten lehmigen Lagen haben eine geringere Tragfähigkeit. Die Sande haben, unter Berücksichtigung des Bohrwiderstandes, eine lockere bis mitteldichte Lagerungsdichte und somit eine mäßige bis gute Tragfähigkeit. Für die Sande können Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte von $k_f = 10^{-5} - 10^{-6} \text{ m/s}$ angesetzt werden.

Geschiebemergel:

Der Geschiebemergel mit mindestens steifer Konsistenz ist mäßig tragfähig und neigt unter Belastung zu langfristig abklingenden Konsolidierungssetzungen. Bei geringeren Konsistenzen wie hier, nimmt die Tragfähigkeit deutlich ab. Aufgrund der Plastizität ist der Boden wasserempfindlich und neigt bei Wassergehaltsänderungen und dynamischer Belastung (z.B. Befahren mit Baufahrzeugen) zu Aufweichungen. Lokal ist mit unterschiedlichen Zustandsformen zu rechnen. Durch den Feinkornanteil, aus Tonen und Schluffen, ist der Geschiebemergel als sehr frostempfindlich und sehr gering wasserdurchlässig (Wasserdurchlässigkeitsbeiwert $k_f < 10^{-7} \text{ m/s}$) einzustufen.

Beckenschluff:

Der Beckenschluff mit mindestens steifer Konsistenz ist 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 sehr frostempfindlich und gering wasserdurchlässig (Wasserdurchlässigkeitsbeiwert $k_f < 10^{-6} \text{ m/s}$) einzustufen.

4.4 Bodenkennwerte

Aufgrund der Bodenansprache, sowie aus Erfahrung mit vergleichbaren Böden, können die folgenden charakteristischen Werte für die einzelnen Böden angenommen werden:

Tabelle 3: Bodenkennwerte

Bodenart	Einheit	Oberboden	Sand	Auffüllung	Beckenschluff	Geschiebemergel
Homogenbereich ⁽¹⁾	-	B1	B2	A1	B3	B3
Bodengruppe	-	OH	SE, SU	[SU, OH]	UL	ST*, UL
Bodenklasse ⁽²⁾	-	1, 4	3, 2**	3, 1	4, 2**	4, 2**
Wichte _{erdfeucht}	kN/m³	18 - 19	18 - 19	18 - 19	20	20
Wichte _{auftrieb}	kN/m³	9 - 10	9 - 10	10 - 11	10	10
Reibungswinkel	Grad	27°	30° - 32,5°	30°	25°	25° - 27°
Kohäsion	kN/m²	-	-	-	3 - 6	5 - 8
Steifemodul	MN/m²	-	18 - 35	18 - 30	6 - 9	12 - 20
Konsistenz	-	steif	-	-	steif	weich-steif/ steif
Lagerungsdichte	-	-	locker - mitteldicht	locker - mitteldicht	-	-
Frostempfindlichkeitsklasse	-	F2	F1 - F2	F2 - F3	F3	F3

(1) Die Aushubböden lassen sich grob nach DIN 18300 in folgende Homogenbereiche einteilen.

(2) Bodenklasse gemäß DIN 18300 Ausgabe 2012

(3) Frostempfindlichkeitsklassen n. ZTV E-StB 17

F1 = nicht frostempfindlich

F2 = gering bis mittel frostempfindlich

F3 = sehr frostempfindlich

* nach dem Bohrwiderstand bzw. Bodenansprache

** wenn der wasserempfindliche Boden durch Wasserzutritt bzw. dynamische Beanspruchung in seinem Gefüge zerstört wird und dann der Bodenklasse 2, den „Fließenden Bodenarten“ zuzuordnen ist

() * Rechenwert

5. Gründungsempfehlung

5.1 Gründung Gebäude

Im Sinne der DIN 1054:2010-12 ist für die Baumaßnahme im Hinblick auf das Zusammenwirken von Bauwerk und Baugrund, die geotechnische Kategorie 1 (GK 1, geringer Schwierigkeitsgrad) und die Bemessungssituation BS-P für die ständigen und regelmäßig auftretenden, veränderlichen Einwirkungen maßgebend.

Aufgrund der festgestellten Bodenverhältnisse sollten für eine Flachgründung des Gebäudes, unter Beachtung der DIN-EN 1997-1 (Eurocode 7) und der DIN 1054, folgende Randbedingungen zur Vergleichmäßigung der rechnerischen Setzungen eingehalten werden:

- Der gesamte Oberboden und die aufgefüllten Böden sind unterhalb des Gebäudes und des seitlichen Druckausstrahlungsbereiches zu entfernen.
- Nach dem Aushub der Böden bis zur geplanten Aushubebene, ist das Aushubplanum von einem Baugrundfachmann oder dem Unterzeichner abzunehmen. Das Aushubplanum ist nach zu verdichten.
- Als Gründungselement wird eine **Stahlbetonsohlplatte** empfohlen ($D \geq 0,18 \text{ m}$, durchgehend oben und unten bewehrt).
- Bei lastabtragenden Wänden, die ohne örtliche Verstärkung auf der Stahlbetonsohlplatte abgesetzt werden, sind die Lasten über ideale Fundamente mit entsprechender Bewehrung in den Baugrund zu übertragen.
- Als direktes Auflager für die Erdgeschoßsohle ist ein mindestens $D \geq 0,50 \text{ m}$ **starkes verdichtetes Sand-Kies-Gemisch** vorzusehen.
- Es ist auf eine **frostsichere Einbindetiefe** ($t \geq 0,80 \text{ m}$) unterhalb der Außenwände zu achten.
- Die Frostschräge bzw. das Streifenfundament unterhalb der Außenwände ist durchgehend konstruktiv zu bewehren.

5.2 Zulässige Sohlspannungen-Grundbruchsicherheit Bettungsmodul

Der charakteristische Wert der Sohlbeanspruchung kann zu $\sigma_{E,k} \leq 180 \text{ kN/m}^2$ bzw. der Bemessungswert des Sohlwiderstandes sollte mit maximal $\sigma_{R,d} \leq 250 \text{ kN/m}^2$ angenommen werden. Aufgrund der durchgehend bewehrten Stahlbetonsohlplatte ist die Grundbruchsicherheit gegeben.

Für die Gründungselemente kann unter Vorbehalt mit einer genauen Setzungsberechnung mit den Lasten aus der Statik durch den Unterzeichner, folgende **Bettungszahlen** $8 \leq k_{s,k} \leq 15 \text{ MN/m}^3$ angesetzt werden (Maximalwerte im Bereich belasteten Felder und Minimalwerte für die nicht belasteten Felder).

5.3 Setzungen

Zum derzeitigen Planungsstand liegen noch keine detaillierten Angaben zu den Lasten vor, aus diesem Grund wird die Größenordnung, der zu erwartenden Bauwerkssetzungen des künftigen Gebäudes, aufgrund von Lastabschätzungen in Anlehnung der DIN 4019 überschlägig ermittelt. Die Überschlagsberechnungen zeigen, dass bei Beachtung der Gründungsempfehlungen und Ausführungshinweise, Setzungen in der Größenordnung von $s \leq 0,5 \text{ cm} - 1,0 \text{ cm}$ auftreten können.

6. Allgemeine Ausführungshinweise

6.1 Trockenhaltung im Bauzustand

Während der **Bauzeit** sind zur Fassung von Tageswasser, Schichtenwasser und Stauwasser während der Bauarbeiten offene Wasserhaltungsmaßnahmen vorzuhalten und je nach Bedarf zu betreiben. Der Umfang der offenen Wasserhaltung ist je nach Wasseranfall anzupassen. Bei stärkeren und länger anhaltenden Niederschlägen sollten die Erdarbeiten unterbrochen werden. **Die Erdarbeiten sollten möglichst bei trockenem Wetter durchgeführt werden.**

6.2 Trockenhaltung im Endzustand

Die Profilierung des Grundstücks sollte derart erfolgen, dass das Oberflächenwasser nicht in Richtung des Gebäudes fließen kann oder es sind geeignete Maßnahmen zu treffen (z.B. Rinnenentwässerung). Die Erdgeschoßsohle ist höher als das unmittelbare Gelände zu planen. Die Abdichtung des Gebäudes kann nach DIN 18533 (Wassereinwirkungsklasse W1.2-E) erfolgen.

6.4 Schutz der Böden im Bereich des Aushubplanums

Während der Bauzeit ist dafür Sorge zu tragen, dass die Tragfähigkeit der anstehenden Böden durch zufließendes Oberflächen- bzw. Niederschlagswasser oder durch die mechanische Einwirkung von Baufahrzeugen nicht verschlechtert wird. Die Erdarbeiten sind möglichst bei trockener Witterung und zügig auszuführen. Der Aushub ist im Baggerbetrieb vorzunehmen.

Das Bodenmaterial ist mit glattschneidender Baggerschaufel auszuführen. Das Aushubplanum ist nach zu verdichten. Das Aushubplanum ist zügig mit einem Sand-Kies-Gemisch wieder aufzufüllen.

6.5 Bodenmaterial

Als Sandkiespolster unterhalb der Erdgeschosssohle ist ein Sand-Kies-Gemisch (grobkörniger Boden SE, GW nach DIN 18196, Kornanteile $d \geq 2 \text{ mm} \geq 20 \text{ M.-%}$ und Schlämmerkornanteil $d = 0,063 \text{ mm} \leq 5 \text{ %}$) zu verwenden.

Die einzubringende Lagenstärke des Bodenmaterials richtet sich nach dem Verdichtungsgerät und der Gesamtschichtdicke. Eventuell ist das Bodenmaterial, unter Zugabe von Wasser, zu verdichten. Auf der Sandkieschicht ist ein dyn. Verformungsmodul von mindestens $E_{vd} \geq 35 \text{ MN/m}^2$ zu erreichen. Der Verdichtungserfolg des Bodenmaterials ist zu überprüfen und nachzuweisen.

6.6 Wiederverwendung des anfallenden Aushubmaterials

Die anfallenden Böden sind während der Aushubarbeiten abzufahren und fachgerecht nach den Vorgaben des LAGA Merkblattes 20 zu entsorgen oder auf dem Grundstück wieder zu verwenden.

7. Versickerung von Niederschlagswasser

Es wurden von charakteristischen Bodenproben Siebanalysen durchgeführt. Anhand der Körnungslinien (Anlagen 3) wurden die Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte k_f -Werte rechnerisch ermittelt oder aus Erfahrungswerten angegeben.

Tabelle 5: Ermittelte Durchlässigkeitsbeiwerte der Böden

Untersuchungspunkte	Tiefe u. GOK [m]	Bodenart	Durchlässigkeitsbeiwert k_f [m/s]	
			n. Beyer	n. Sieblinie und Erfahrung
UP 5	2,2 – 4,0	U, t', @s, g'	---	$< 10^{-7}$
UP 6	2,8 – 4,0	U, t', fs	---	$< 10^{-6}$
UP 4	1,0 – 3,0	mS, fs, gs', g'	$5,0 \times 10^{-5}$	---
UP 1	0,7 – 2,4	fS, ms, u'	$4,2 \times 10^{-5}$	---

u' = stark schluffig

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. Die Böden mit einem kleineren Wasserdurchlässigkeitsbeiwert von $k_f \leq 10^{-6}$ m/s sind zur Versickerung von Niederschlagswasser nicht geeignet.

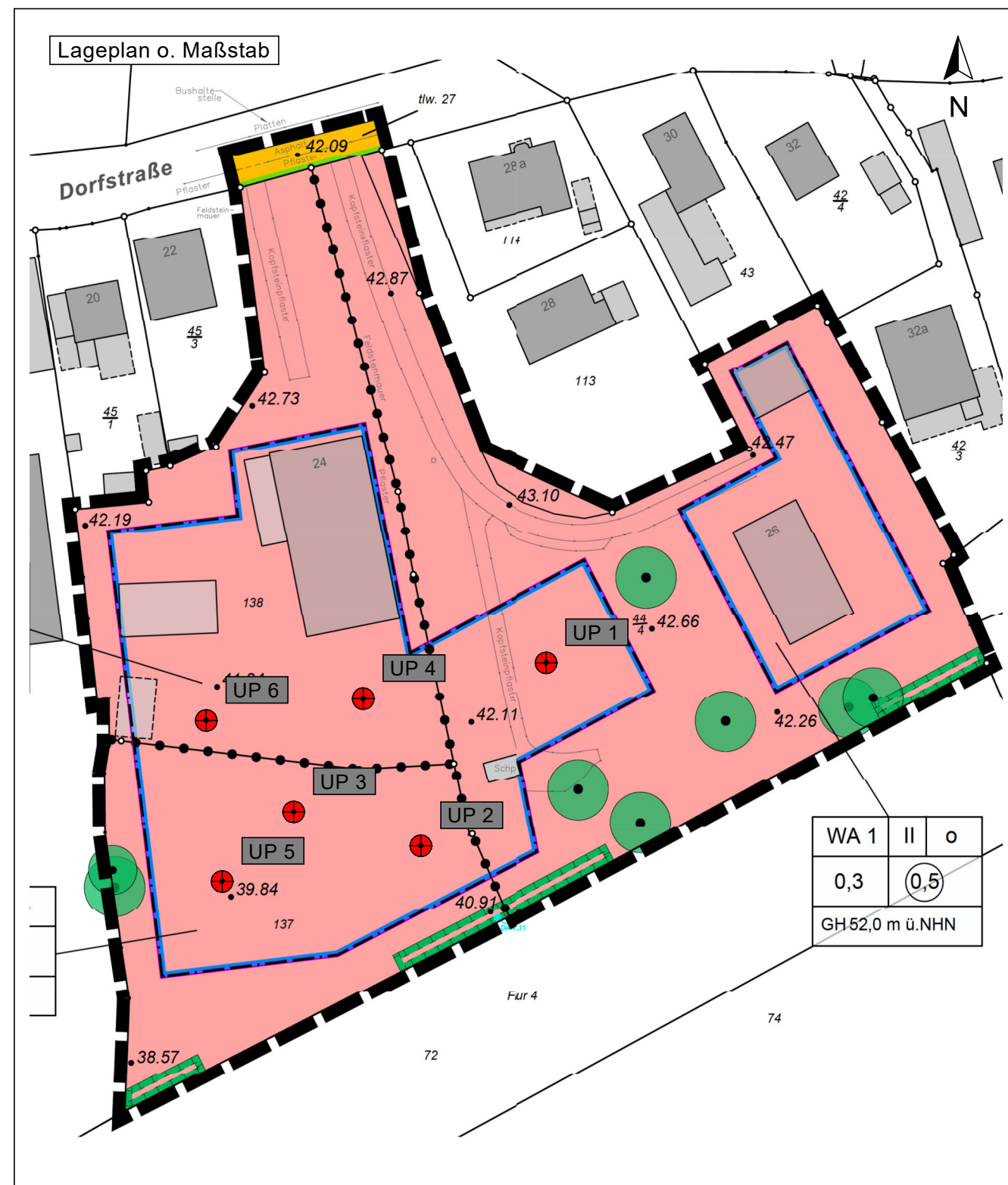
Deshalb sind die gewachsenen bindigen Böden (Geschiebemergel und Beckenschluff) zur Versickerung von Niederschlagswasser **nicht** geeignet.

Die gewachsenen Sande in Oberflächennähe sind grundsätzlich zur Versickerung geeignet. Die teilweise eingelagerten lehmigen Lagen reduzieren die vertikale Wasserdurchlässigkeit aber, deshalb ist in diesem Bereich eine geringere Wasserdurchlässigkeit anzunehmen. Die lehmigen Lagen sind direkt unterhalb der Versickerungsanlage gegen gut durchlässige Sande auszutauschen.

Bei den angetroffenen Boden- und Grundwasserverhältnissen ist eine Versickerung von Niederschlagswasser in oberflächennähe nach dem Arbeitsblatt der DWA-A 138 möglich. Es sollte im Bereich der geplanten Versickerungsanlagen, eine Bodenuntersuchung durchgeführt werden, um die Wasserdurchlässigkeit und die Mächtigkeit der Sande zu überprüfen. Die Versickerungsanlagen sind großzügig und mit einer möglichst großen Grundfläche zu planen. Der Abstand der Unterkante der Versickerungsanlage und der Geländeoberfläche sollte so gering wie möglich geplant werden.



Dipl.-Ing. S. Höppner



⊕ Untersuchungspunkte/ Kleinrammbohrungen

Projekt:

Gemeinde Tramm
Bebauungsplan Nr. 5
"Südlich der Dorfstraße"

Darstellung:

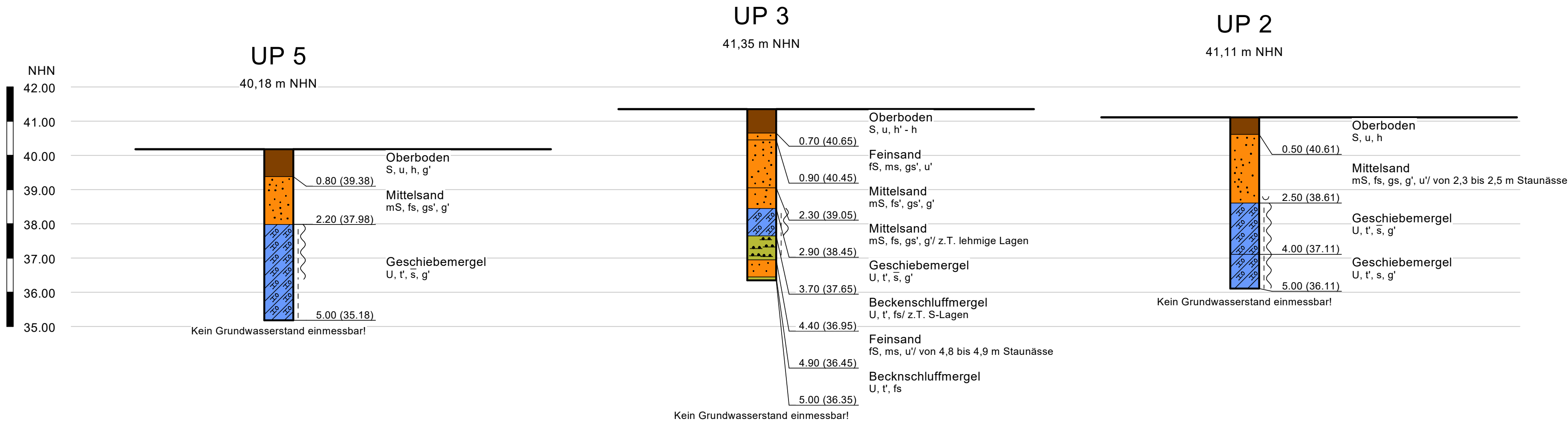
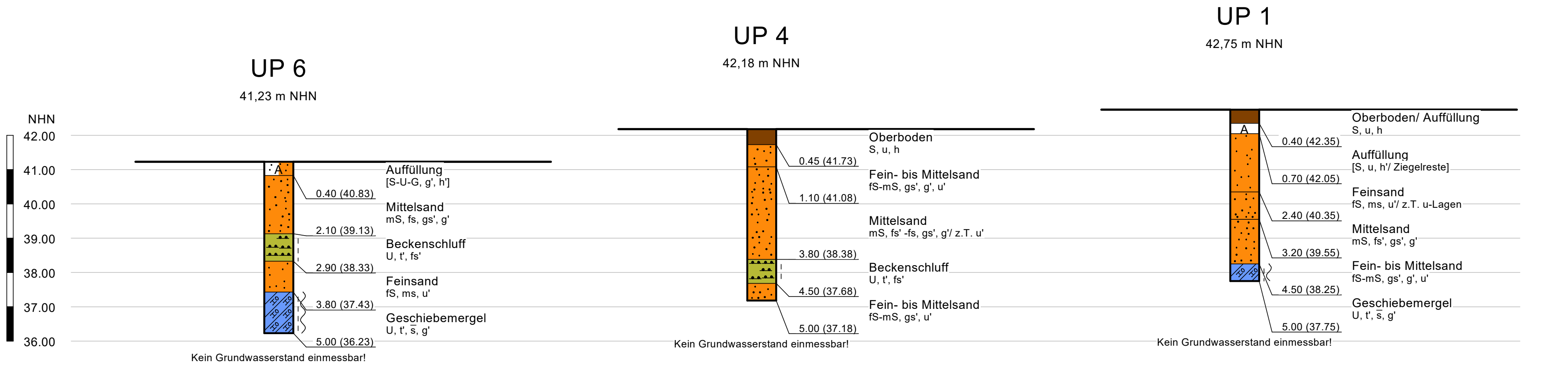
Lageplan Untersuchungspunkte

Planverfasser:



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

Datum:	15.03.2023	Maßstab:	1 : 100
gezeichnet:	Lh	Berichts-Nr.:	2318314
geprüft:	Hö	Anlage:	1



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	

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

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

Grundwasser

wasserführende Schicht

Bohrende

angebohrt

Ruhe

Projekt:

Gemeinde Tramm
Bebauungsplan Nr. 5
"Südlich der Dorfstraße"

Darstellung:

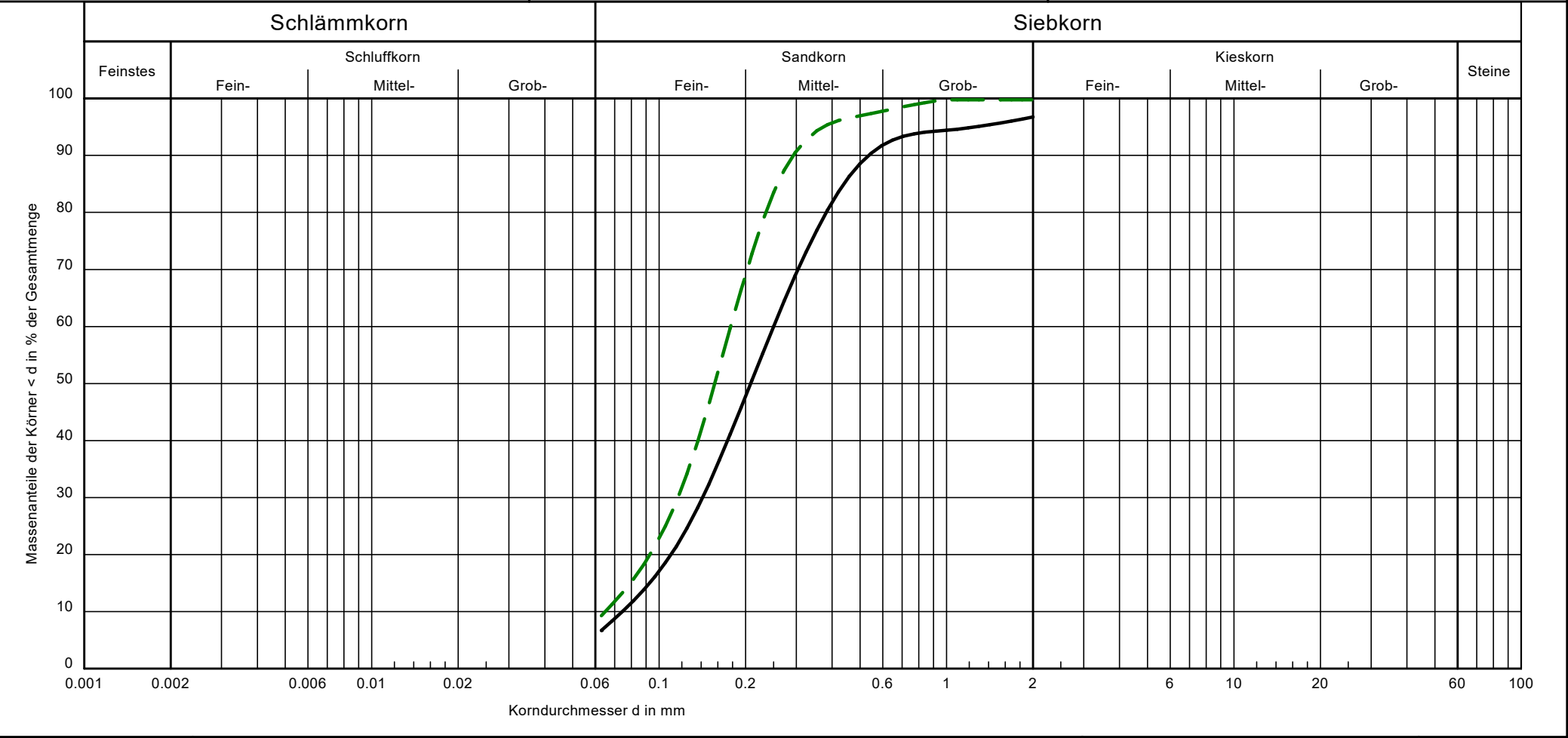
Bodenprofile

Planverfasser:

Höppner
Geotechnik

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

Datum:	13.03.2023	Maßstab:	1 : 100
gezeichnet:	Le	Berichts-Nr.:	2318314
geprüft:	Hö	Anlage:	2



Bezeichnung:	—————	-----	Bemerkungen:	Anlage: 3 zu: 2318314
Bodenart:	Mittelsand, fs, gs', g', u'	Feinsand, ms, u'		
Geol. Bezeichnung:	Sand	Sand		
k [m/s]:	5.0 * 10 ⁻⁵	4.2 * 10 ⁻⁵		
T/U/S/G [%]:	- /6.7/93.3/ -	- /9.3/90.7/ -		
Entnahmestelle:	UP 4/ 1,0 m - 3,0 m	UP 1/ 0,7 m - 2,4 m		