Geotechnische Stellungnahme

zu den Baugrund- und Grundwasserverhältnissen

Bauvorhaben	**Neubau eines Betriebsgebäudes** **Neuenkirchen**
Auftraggeber	**Heidesand Raiffeisen-Warengenossenschaft e.G.** **Vahlder Weg 41** **27383 Scheeßel**
Projektnummer	**201510**
Datum	**Lübeck, 12.04.2020**

Inhaltsübersicht:

1. Veranlassung/ Baugrundstück
2. Untersuchungen
   - 2.1 Kleinrammbohrungen
   - 2.2 Rammsondierungen
   - 2.3 chemische Untersuchungen
3. Untergrund- und Grundwasserverhältnisse
   - 3.1 Bodenschichten
   - 3.2 Grundwasserverhältnisse
   - 3.3 Bodeneigenschaften
   - 3.4 Bodenkennwerte
4. Gründungsempfehlung
   - 4.1 Bauwerke
   - 4.2 Verkehrsflächen
   - 4.3 Kanalbau
5. Beurteilung der Versickerungseigenschaften der Böden
6. Allgemeine Ausführungshinweise
   - 6.1 Trockenhaltungsmaßnahmen
   - 6.2 Schutz der Böden im Bereich des Aushubplanums
   - 6.3 Bodenaustauschmaterial/ Sandpolster
   - 6.4 Wiederverwendung des anfallenden Aushubmaterials
   - 6.5 Baugrube, Baugrubensicherung

Anlage:

1	Lageplan
2.1 – 2.3	Bodenprofile
3.1 – 3.2	Körnungslinie

Ingenieurbüro Höppner
Inh. Sven Höppner
Moislinger Allee 191
23558 Lübeck

Telefon: 0451/20233532
Mail: mail@hoeppner-ingenieurbuero.de
Internet: www.hoeppner-ingenieurbuero.de
Steuernummer: 22/130/61166

USt-IdNr.: DE278693434
Sparkasse zu Lübeck AG
IBAN: DE85 2305 0101 0160 0736 15
BIC-/SWIFT-Code: NOLADE21SPL

1. Veranlassung/ Baugrundstück

In Neuenkirchen, Brochdorfer Straße ist der Neubau eines Betriebsgebäudes geplant. Das Ingenieurbüro Höppner, Lübeck, wurde beauftragt die Untergrund- und Grundwasserverhältnisse zu untersuchen und allgemein geotechnisch zu beurteilen, sowie eine allgemeine Aussage über die Gründungsmaßnahmen und ausführungstechnischen Hinweise abzugeben. Zusätzlich soll eine Aussage über die Versickerungsfähigkeit der anstehenden Böden getroffen werden.

Für die Bearbeitung standen die folgenden Unterlagen zur Verfügung:

- Lageplan
- Höhenplan

Das Grundstück liegt südwestlich der Bundesstraße 71 (Brochdorfer Straße). Das Gelände wurde bis jetzt landwirtschaftlich genutzt. Konkrete Lastangaben der Gebäude lagen noch nicht vor. Die Gebäudeecken waren nicht eingemessen.

2. Untersuchungen

2.1 Kleinrammbohrungen

Zur Erkundung der Untergrundverhältnisse wurden im Bereich des Geländes, insgesamt an 32 Untersuchungspunkten bis 5,0 m Tiefe unterhalb des Geländes, Kleinrammbohrungen (n. DIN 4021/22 475-1, DN Ø 40 bis 60 mm) durchgeführt.

Die Ergebnisse der Untersuchungen sind nach einer kornanalytischen Bestimmung, der laufend entnommenen Bodenproben, auf der beigefügten Anlage 2.1 bis 2.3 zeichnerisch und höhengerecht auf Normalhöhennull, als farbige Bodenprofile dargestellt.

Es wurde eine maximale Geländehöhe von +65,36 m NHN und eine minimale Höhe von +62,47 m NHN im Bereich der Untersuchungspunkte eingemessen.

2.2 Rammsondierungen

Zur Erkundung der Lagerungsdichte von den Sanden wurden an 2 Untersuchungspunkten Rammsondierungen mit der Leichten Rammsonde (DPL-5) durchgeführt.

Die Ergebnisse der Untersuchungen sind links neben den Bodenprofilen, zeichnerisch und höhengerecht auf Normalhöhennull, als Widerstandsdiagramme dargestellt.

2.3 chemische Untersuchungen

Während der Bohrarbeiten wurden keine Auffälligkeiten festgestellt. Chemische Untersuchungen der Böden zur Klassifizierung nach LAGA-TR Boden, zwecks einer Verwertung auf der Baustelle und / oder zur Entsorgung, sind nicht Teil des Berichts. Es wird darauf hingewiesen, dass zur Entsorgung der Aushubböden eine chemische Untersuchung meistens notwendig ist.

3. Untergrund- und Grundwasserverhältnisse

3.1 Bodenschichten

Tabelle 1: Bodenschichten

Bodenschicht	Beschreibung	Schichtbasis (m unter GOK)		Schichtdicke (m)	
		Hochlage	Tieflage	min.	max.
Oberboden (Alle Untersuchungspunkte)	Zusammensetzung: Sand, schluffig, humos	0,20	0,70	0,20	0,70
Sande (Untersuchungspunkte 2 - 6/ 8 - 32)	Zusammensetzung: Fein- bis Mittelsand, schwach grobsandig, schwach kiesig/ Feinsand, schwach mittelsandig, stark schluffig	0,70	Bohrendtiefe 5,0	0,30	4,70
Geschiebelehm (Untersuchungspunkte 2 - 6/ 8 - 32)	Zusammensetzung: Schluff, schwach tonig, sandig bis stark sandig, schwach kiesig	1,20	Bohrendtiefe 5,0	0,90	4,60
Beckenschluff (Untersuchungspunkte 5, 12, 21, 26, 29)	Zusammensetzung: Schluff, sehr schwach tonig, feinsandig bis stark feinsandig	4,0	Bohrendtiefe 5,0	0,60	3,40

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

3.2 Grundwasserverhältnisse

Es konnten nach dem Bohrende, in den Bohrlöchern, folgende Grundwasserstände festgestellt werden:

Tabelle 2: Grundwasserstände

Untersuchungspunkte	Wasserstand [m u. GOK]	Wasserstand [m u. NHN]
UP 1	1,70	62,79
UP 2	4,40	60,60
UP 3	3,95	61,28
UP 4	Kein Grundwasserstand messbar!	
UP 5	Kein Grundwasserstand messbar!	
UP 6	4,80	59,26

Untersuchungspunkte	Wasserstand [m u. GOK]	Wasserstand [m u. NHN]
UP 7	Kein Grundwasserstand messbar!	
UP 8	1,10	61,85
UP 9	3,30	64,50
UP 10	4,30	65,25
UP 11	4,40	60,96
UP 12	Kein Grundwasserstand messbar!	
UP 13	Kein Grundwasserstand messbar!	
UP 14	Kein Grundwasserstand messbar!	
UP 15	2,10	63,23
UP 16	3,00	61,39
UP 17	0,90	63,27
UP 18	Kein Grundwasserstand messbar!	
UP 19	Kein Grundwasserstand messbar!	
UP 20	Kein Grundwasserstand messbar!	
UP 21	3,70	60,06
UP 22	1,30	61,17
UP 23	3,00	60,94
UP 24	Kein Grundwasserstand messbar!	
UP 25	4,40	59,77
UP 26	1,50	60,81
UP 27	3,40	60,56
UP 28	2,70	61,06
UP 29	2,00	60,44
UP 30	2,50	60,81
UP 31	1,90	60,79
UP 32	1,90	61,10

Langzeitmessungen des Grundwasserspiegels im Untersuchungsbereich liegen dem Unterzeichner nicht vor. Die Grundwasserstände sind nicht genau ausgepegelt.

Die Grundwasserständen wurde teilweise in den korrespondierenden Sanden festgestellt, teilweise handelt es sich bei den eingemessenen Grundwasserständen um Stau- und Schichtenwasser innerhalb und oberhalb der bindigen Böden (Geschiebelehm, Beckenschluff und stark schluffige Sande). Im Bereich einiger Untersuchungspunkte (siehe Tabelle 3) konnten bis zur Bohrendtiefe keine Grundwasserstände eingemessen werden.

Grundsätzlich ist nach starken, länger anhaltenden Niederschlägen und verdunstungsarmer Jahreszeit mit höheren Grundwasserständen und kurzfristiger Staunässe, oberhalb der Geländeoberfläche, zu rechnen.

Weitere Einzelheiten zu den Baugrund- und Grundwasserverhältnissen sind aus den beigefügten Bodenprofilen (Anlage 2.1 bis 2.3) ersichtlich.

3.3 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 oder abzufahren.

Sande:
Die Sande sind, bis zu Schluffanteilen von 15 M.-% und einer mindestens mitteldichten Lagerungsdichte, gut tragfähig und neigen unter Belastung nur zu geringen Setzungen, die zudem überwiegend während der Bauphase auftreten. Bei höheren Schluffanteilen bzw. eingelagerten schluffigen oder lehmigen Lagen, insbesondere unter Wasserzufluss und dynamischer Einwirkung, verschlechtert sich das Trag- und Verformungsverhalten zunehmend. Die schluffigen bis stark schluffigen Sande sind wasserhaltend und nur schwer nachverdichtbar, diese Böden neigen bei einem hohen Wassergehalt zum Ausfließen. Die Sande sind je nach Schluffanteil als durchlässig bis schwach wasserdurchlässig anzusetzen.

Unter Berücksichtigung des Bohrwiderstandes und der durchgeführten Rammsondierungen, haben die Sande in Oberflächennähe eine überwiegend lockere Lagerungsdichte und mit zunehmender Tiefe eine mindestens mitteldichte Lagerung und somit eine mäßige bis gute Tragfähigkeit.

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. Der Boden ist schwach wasserdurchlässig.

Geschiebelehm:
Der Geschiebeboden mit mindestens steifer Konsistenz ist mäßig bis gut tragfähig, neigt jedoch unter Belastung zu langfristig abklingenden Konsolidierungssetzungen. Bei geringeren Konsistenzen wie weich-steifer Konsistenz nimmt die Tragfähigkeit deutlich ab. Lokal ist mit wechselnden Zustandsformen, von weich-steifer bis steifer Konsistenz, zu rechnen. Der Geschiebelehm 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, ist der Geschiebeboden als sehr frostempfindlich und gering bis sehr gering wasserdurchlässig einzustufen.

3.4 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	Sande	stark schluffige Sande	Geschiebelehm		Beckenschluff	
Homogenbereich (1)	-	-	-	-	-		-	
Bodengruppe	-	OH	SE, SU	SU*	ST*, TL		SU*, UL	
Bodenklasse (2)	-	3	3	4, 2**	4, 2**		4, 2**	
$Wichte_{erdfeucht}$	kN/m³	18 - 19	19	18	20		18	
$Wichte_{Auftrieb}$	kN/m³	10 - 11	11	8	10		8	
Reibungswinkel	Grad	30°	32,5°	27,5° - 30°	25° - 27,5°		25° - 27,5°	
Kohäsion	kN/m²	0	0	0 - 2	2 - 6		2 - 6	
Steifemodul	MN/m²	-	18 – 40*	13 – 35*	12 – 15*	20*	5*	7 – 10*
Konsistenz	-	-	-	-	weich-steif	steif	weich - steif	steif
Lagerungsdichte	-	locker*	locker - mitteldicht	locker - mitteldicht*	-		-	
Frostempfindlich-keitsklasse	-	F2	F1 – F2	F3	F3		F3	

(1) Wenn die Angabe von Homogenbereichen gemäß DIN 18300 gefordert wird, sind weiterführende Feld- und Laboruntersuchungen erforderlich.
(2) Bodenklasse gemäß DIN 18300 Ausgabe 2012
Frostempfindlichkeitsklassen n. ZTV E-StB 09
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

4. Gründungsempfehlung

4.1 Bauwerke

Im derzeitigen Planungsstand liegen noch keine detaillierten Angaben zu den Lasten und der genauen Lage der Gebäude (z.B. Halle) vor. Es wird davon ausgegangen das die geplanten Bauwerke nicht unterkellert sind.

Im Bereich der Untersuchungspunkte wurden teilweise Böden mit sehr unterschiedlichen Tragfähigkeiten festgestellt. Grundsätzlich können die Lasten der Bauwerke über **Streifen- und Einzelfundamente oder einer Stahlbetonsohlplatte** in den Untergrund geleitet werden. Je nach Lasten und Konstruktion der Bauwerke (z.B. der Halle) ist teilweise ein begrenzter Bodenaustausch (geschätzte Stärke des Bodenaustausches D ≥ 0,30 m bis 1,20 m) unterhalb der Gründungsebenen nötig.

Für die Gründungselemente sollten unter Vorbehalt mit einer genauen Setzungsberechnung mit den Lasten aus der Statik durch den Unterzeichner, die charakteristischen Werte der Sohlspannungen auf **$\sigma_{E,k}$ ≤ 150 kN/m² bis 200 kN/m²** begrenzt werden. Es können auch höhere Sohlspannungen zugelassen werden, dieses ist mit dem Unterzeichner abzustimmen.

Die genaue Stärke des Bodenaustausches, das Gesamtverformungsverhalten und die Grundbruchsicherheit der Fundamente kann nur mittels differenzierter Setzungsberechnungen ermittelt werden; hierzu müssen die Lasten, Lage der Fundamente und der endgültigen Fundamentabmessungen bekannt sein. Eventuell sind zusätzliche Bodenuntersuchungen notwendig.

4.2 Verkehrsflächen

Die Verkehrsflächen können, unter Berücksichtigung der nachfolgenden Empfehlungen, als Flächengründung ausgeführt werden. Die teilweise (unterhalb des anstehenden Oberbodens) bindigen Böden sind sehr frost- und wasserempfindlich, die Sande sind je nach Feinkornanteil nicht frostempfindlich bis frostempfindlich und auch wasserempfindlich.

Daher sind der Bauablauf und der Baubetrieb 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 die Dimensionierung der Verkehrsflächen wurden **keine** Belastungsklassen vorgegeben. Gemäß RStO 12 kann unter Ansatz der Tafel 1, Zeile 5 (Asphaltdecke) und Tafel 3, Zeile 3 (Pflasterdecke) die Belastungsklasse Bk1,0 gewählt werden.

Unter Berücksichtigung der vorhandenen Baugrundverhältnisse im Planumsbereich (maßgebend bindige Böden/ stark frostempfindlicher Boden F3 und schwach schluffige bis stark schluffige Sande mit eingelagerten Schluff- und Lehmlagen/ frostempfindlicher Boden F1 – F3) ist nach Tabelle 6 und 7 (RStO 12) eine Mindestdicke von **D ≥ 0,65 cm** des frostsicheren Straßenoberbaus und eine Tragfähigkeit von **E_{v2} ≥ 45 MN/m²** auf dem Planum einzuhalten.

Die Tragfähigkeitsanforderungen von E_{v2} ≥ 45 MN/m² (OK Planum) kann aus Erfahrung, durch die bindigen Böden und teilweise vorhandenen stark schluffigen Sande, meist nicht erfüllt werden. Deshalb ist ein zusätzlicher Bodenaustausch mit grobkörnigem Boden (z.B. enggestufter Sand – SE, **D ≥ 0,30 m**) oder eine Bodenverbesserung in diesem Bereich einzuplanen.

Bauweise mit **Asphaltdecke** auf F2/ F3- Untergrund/ Unterbau.

Tabelle 4: Aufbau des Straßenoberbaus/ RSto 12 Belastungsklasse1,8, Tafel 1, Zeile 5: Schottertragschicht auf Schicht aus frostunempfindlichen Material

Belastungsklasse Bk1,0	
4,0 cm	Asphaltdecke
12,0 cm	Asphalttragschicht
30,0 cm	Schottertragschicht
19,0 cm	Schicht aus frostunempfindlichem Material nach TL SoB-StB
≥ 30,0 cm	Bodenaustausch mit grobkörnigen Boden n. ZTV E-StB 09 oder Bodenverbesserung*
65,0 cm	**Gesamtstärke des neuen Oberbaus**
≥ 95,0 cm	Inkl. Bodenaustausch oder Bodenverbesserung

* Bodenverbesserung durch Zugabe von Feinkalk oder eines Kalk-Zement-Gemisches

Bauweise mit **Pflasterdecke** auf F2/ F3- Untergrund/ Unterbau.

Tabelle 5: Aufbau des Straßenoberbaus/ RSto 12 Belastungsklasse1,0, Tafel 3, Zeile 3: Schottertragschicht auf Schicht aus frostunempfindlichen Material

Belastungsklasse Bk1,0	
10,0 cm	Pflasterdecke
4,0 cm	Ausgleichsschicht
30,0 cm	Schottertragschicht
21,0 cm	Schicht aus frostunempfindlichem Material nach TL SoB-StB
≥ 30,0 cm	Bodenaustausch mit grobkörnigen Boden n. ZTV E-StB 09 oder Bodenverbesserung*
65,0 cm	**Gesamtstärke des neuen Oberbaus**
≥ 95,0 cm	Inkl. Planumsverbesserung

* Bodenverbesserung durch Zugabe von Feinkalk oder eines Kalk-Zement-Gemisches

Bei dieser Bauweise sind die Oberböden, unterhalb der Verkehrsflächen, vollständig abzuschieben und seitlich fachgerecht zu lagern oder sofort abzufahren.

Die darunter angetroffenen bindigen Böden, stark schluffigen Sande sind bis 0,95 m unter FOK abzutragen und fachgerecht zu verwerten. Die Aushubebene im Bereich der bindigen Böden ist nicht nach zu verdichten. Die schwach schluffigen bis schluffigen Sande sind bis 0,65 m unter FOK abzutragen und das Planum ist intensiv mit einem Flächenrüttler oder einer Glattmantelwalze nach zu verdichten.

Nachfolgend ist der Bodenaustausch (grobkörniger Boden) und / oder die Schicht aus frostunempfindlichem Material (nach TL SoB-StB güteüberwacht) einzubauen und auf 100 % Verdichtungsgrad zu verdichten.

Alternativ ist für den Bodenaustausch eine Bodenverbesserung in den Bereichen mit bindigen Böden durch Bodenstabilisierung mit Kalk- oder Zementzugabe möglich.

Darüber ist eine ebenfalls nach TL SoB-StB güteüberwachte Schottertragschicht der Körnung 0/45 als Tragschicht einzubauen (Anforderungen: Verformungsmodul E_{v2} ≥ 150 MN/m²/ Verdichtungsgrad D_{Pr} ≥ 103 %). Der Verdichtungserfolg der einzelnen Oberbauschichten ist nach zu weisen.

4.3 Kanalbau

Neben der DIN EN 1610 wird grundsätzlich auf die Empfehlungen und Hinweise der DWA-A 139 hingewiesen, die bei der Planung und Ausführung der Kanalbaumaßnahmen besonders zu berücksichtigen sind.

Genaue Trassenpläne oder Angaben zu den genauen Leitungstiefen liegen nicht vor. Der Kanalbau kann im freien, unbebauten Gelände in offener Bauweise durchgeführt werden.

Dort wo in der Grabensohle überwiegend **bindige Böden** mit einer steifen Konsistenz anstehen, sind keine Sondermaßnahmen für die Gründung nötig. Wenn bindige Böden im Bereich des Aushubplanums, mit einer nur weich-steifen bzw. weichen Konsistenz anstehen, ist ein begrenzter Bodenaustausch (D = 0,20 m – 0,40 m, grobkörniger Boden nach DIN 18196) unterhalb der Rohrleitungszone einzuplanen.

In Teilbereichen stehen je nach Tiefe der Rohrleitung in der Grabensohle gewachsene **Sande** an. Im Bereich der schwach schluffigen bis schluffigen Sande kann das Kanalrohr nach entsprechender Verdichtung der Grabensohle (Verdichtungsgrad D_{pr} ≥ 98 %) direkt auf diese Böden abgesetzt werden. Ein Wiedereinbau (Verfüllung der Rohrleitungsgräben) mit den anstehenden verdichtungsfähigen, schwach schluffigen bzw. schluffigen Sanden ist möglich. Alternativ kann der restliche Rohrgraben mit grobkörnigem Boden der Bodengruppe SE nach DIN 18196 aufgefüllt werden.

Mit der Leitungsverfüllung ist höhengestaffelt zum Planum der Verdichtungsgrad gemäß ZTVE-StB 09, Tabelle 2 einzuhalten. Der Verdichtungserfolg ist nach zu weisen.

Nach den Erkundungsergebnissen ist im Bereich der bindigen Böden (Geschiebelehm, Beckenschluff und stark schluffigen Sanden) mit Tageswasser und Stau- bzw. Schichtenwasser zurechnen.

In den gewachsenen Sanden wurde teilweise Grundwasser festgestellt, in den Bereichen wo der Flurabstand des Grundwassers zu gering ist, ist eine geschlossene Grundwasserabsenkung einzuplanen.

5. Beurteilung der Versickerungseigenschaften der Böden

Es wurden von charakteristischen Bodenproben Siebanalysen durchgeführt. Anhand der Körnungslinien (Anlagen 2.1 und 2.2) wurden die Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte kf-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 kf ≤ 1,0 x 10^{-7} m/s sind zur Versickerung von Niederschlagswasser nicht geeignet.

Tabelle 6: Ermittelte Durchlässigkeitsbeiwerte des Bodens

Untersuchungspunkte	Tiefe u. GOK [m]	Bodenart	Durchlässigkeitsbeiwert kf [m/s]		Bemessungs-kf-Wert für die Versickerung [m/s]
			n. Beyer	n. Sieblinie und Erfahrung	
UP 20	1,0 – 3,0	mS, fs, gs‘	2,6 x 10^{-4}	-	5,2 x 10^{-5}
UP 15	0,4 – 1,5	mS, fs, u‘, gs‘	3,2 x 10^{-5}	-	6,4 x 10^{-6}
UP 16	0,3 – 1,7	mS + mS, u‘	4,0 x 10^{-5}	-	8,0 x 10^{-6}
UP 3	0,2 – 2,0	mS, fs*, u‘, gs‘	6,9 x 10^{-5}	-	1,4 x 10^{-5}
UP 15	2,0 – 5,0	fS, u*, ms	---	< 1,0 x 10^{-7}	---
UP 19	1,0 – 4,0	U, t‘, s*, g‘	---	< 1,0 x 10^{-7}	---
UP 29	2,0 – 4,0	U, t‘, fs*	---	< 1,0 x 10^{-7}	---

Der **Geschiebelehm, Beckenschluff und die stark schluffigen Sande** haben einen zu geringen Durchlässigkeitsbeiwert **k_f < 1,0 x 10^{-7} m/s** und sind deshalb zur Versickerung von Niederschlagswasser **nicht** geeignet.

Die **Sande,** oberhalb des Grundwasserspiegels, sind grundsätzlich zur Versickerung von Niederschlagswasser geeignet. Die teilweise eingelagerten Geschiebelehmlagen, innerhalb der Sande reduzieren ihre vertikale Wasserdurchlässigkeit aber stark. Die nicht so mächtigen Sandschichten sind zur Versickerung von Niederschlagswasser meist auch nicht geeignet, da sie untereinander nicht korrespondieren und das versickerte Wasser sich aufstauen kann.

Die gesamte Versickerung des anfallenden Niederschlagswassers ist wahrscheinlich nicht möglich, aufgrund der festgestellten Boden- und Grundwasserverhältnisse (nur in Teilbereichen des Geländes ist die Versickerung möglich) und der Größe der geplanten versiegelten Flächen.

Aus diesem Grund wird empfohlen das anfallende Niederschlagswasser in Regenrückhaltebecken zwischen zu speichern und danach kontrolliert in den Regenwasserkanal oder einen Vorfluter abzugeben. Um die Menge des abzuführenden Niederschlagswassers zu reduzieren, sollten die Regenrückhaltebecken so konzipiert werden, dass ein Teil des anfallenden Niederschlagswassers versickern kann und die Zuleitungen sollten teilweise als Rohrrigole geplant werden.

6. Allgemeine Ausführungshinweise

6.1 Trockenhaltungsmaßnahmen

Während der **Bauzeit** ist eine **offene Wasserhaltung (Pumpensumpf, Baudrainage…)** vorzuhalten bzw. zu betreiben. Bei starken Regenfällen sollten keine Erdarbeiten durchgeführt werden bzw. bei einsetzenden starken Regenfällen sollten die Erdarbeiten abgebrochen werden.

Die Profilierung des Geländes sollte derart erfolgen, dass das Oberflächenwasser nicht in Richtung der Bauwerke (z.B. der Halle) fließen kann oder geeignete Maßnahmen sind zu treffen (z.B. Rinnenentwässerung).

In den gewachsenen Sanden wurde teilweise Grundwasser festgestellt, in den Bereichen wo der Flurabstand des Grundwassers zu gering ist, ist eine **geschlossene Grundwasserabsenkung** einzuplanen.

6.2 Schutz der Böden im Bereich des Aushubplanums

Während der Bauzeit ist dafür Sorge zu tragen, dass die Tragfähigkeit der teilweise anstehenden frost- und witterungsempfindlichen Böden, durch zufließendes Oberflächen- bzw. Niederschlagswasser, Frosteintrag 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. Sehr aufgeweichte Böden im Bereich des Aushubplanums sind gegen verdichtete Sande auszutauschen. Das freigelegte Planum ist sofort nach der Freilegung wieder mit Sand zu bedecken.

Grundsätzlich sollte das Aushubplanum nicht befahren werden.

Die Baustraße sollte aufgrund der festgestellten Boden- und Grundwasserverhältnisse, im Bereich der bindigen Böden, folgenden Aufbau haben: Schotterlage auf einem geeigneten Vlies.

6.3 Bodenaustauschmaterial/ Sandpolster

Als Bodenaustauschmaterial bzw. Sandpolster, unterhalb der Gründungsebene oder den Verkehrsflächen, ist ein verdichtetes Sand-Kies-Gemisch (Material: Grobkörniger Boden SE, GW nach DIN 18196, Schlämmkornanteil d = 0,063 mm ≤ 5 %) einzubauen. Darüber hinaus ist auf den Lastausbreitungswinkel von 45° bei Sanden und 60° bei gebrochenen Bodenmaterial gegen die Horizontale zu achten.

Wenn Sande im Bereich der Aushubplanum bzw. die Gründungsebene anstehen, sind diese intensiv nach zu verdichten (Verdichtungsgrad D_{Pr} ≥ 98 %), bindige Böden nicht. Danach ist der Bebauungsbereich lagenweise mit einem verdichteten Bodenmaterial aufzufüllen.

Die einzubringende Lagenstärke der Auffüllung richtet sich nach dem Verdichtungsgerät und der Gesamtschichtdicke. Eventuell ist das Bodenmaterial, unter Zugabe von Wasser, zu verdichten.

Das Bodenmaterial ist auf ein Verdichtungsgrad von **D_{Pr} ≥ 98% bzw. 100%** zu verdichten. Auf der Oberkante des Bodenmaterials ist ein dyn. Verformungsmodul von mindestens **E_{vd} ≥ 35 bzw. 40 MN/m²** zu erreichen bzw. sind Schlagzahlen mit der Leichten Rammsonde DPL-5 von i.M. N_{10} ≥ 10, mindestens aber N_{10} ≥ 9 nachzuweisen. Der Verdichtungserfolg ist zu überprüfen und nachzuweisen.

6.4 Wiederverwendung des anfallenden Aushubmaterials

Die bei den Aushubarbeiten anfallenden Böden sind abzufahren und fachgerecht nach den Vorgaben des LAGA Merkblattes 20 zu entsorgen oder auf dem Grundstück zu verwerten.

Die grobkörnigen Sande und die schwach schluffigen bis schluffigen Sande können zur Erhöhung des Geländes oder Verfüllung der Rohrgräben genutzt werden.

Für den Wiedereinbau, ist das bindige Bodenmaterial (Geschiebelehm, Beckenschluff und stark schluffige Sande mit mindestens steifer Konsistenz) nur bedingt (z.B. bei bauzeitlich trockender Witterung) geeignet. Es ist ein erhöhter Verdichtungsaufwand nötig (eine ausreichende Verdichtung ist nur möglich, wenn der Einbauwassergehalt in etwa dem im Rahmen eines Proctorversuchs ermittelten, optimalen Wassergehalts entspricht). Wenn diese Böden wiederverwendet werden sollen, dann möglichst nur zu Erhöhung des Geländes, außerhalb der Bereiche von Bauwerken oder zur Abdichtung der Regenrückhaltebecken.

6.5 Baugrube, Baugrubensicherung

Bei der Herstellung der Baugrube bzw. der Baugrubenböschungen sind die Vorgaben der DIN 4124 (Baugruben und Gräben, Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten) dringend zu beachten.

Dipl.-Ing. S. Höppner

32 Untersuchungspunkte/ Kleinrammbohrungen 5,0m tief

Projekt:

Neubau Betreibsgebäude Neuenkirchen

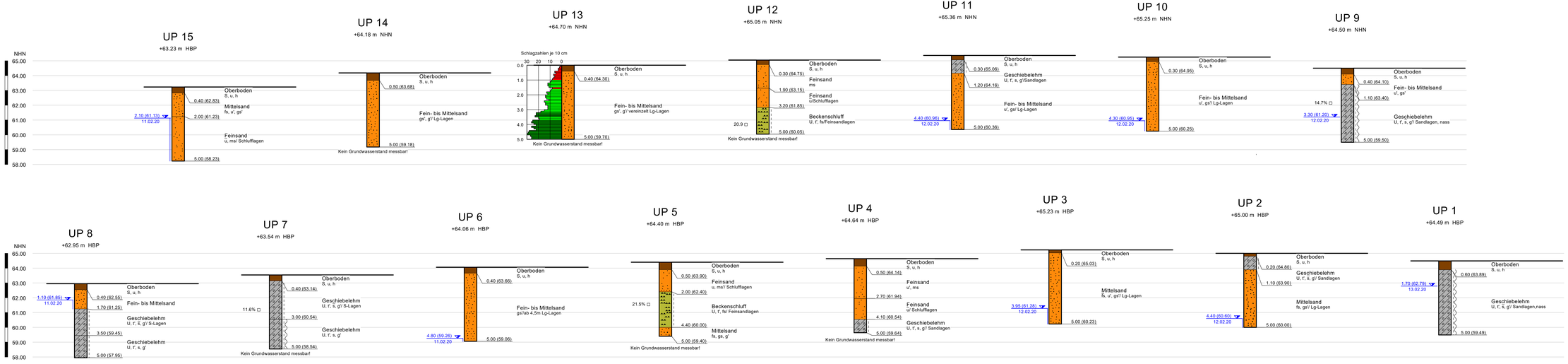
Darstellung:

Lageplan der Untersuchungspunkte

Planverfasser:

Ingenieurbüro Höppner
Moislinger Alle 191 - 23588 Lübeck
Tel.: 0451/20233532
mail@hoeppner-ingenieurbuero.de

Datum:	05.03.2020	Maßstab:	---
gezeichnet:	Le	Berichts-Nr.:	201510
geprüft:	Hö	Anlage:	1



Legende

Bodenart	Kurzzeichen	Lagerungsdichte
Auffüllung	A	
Schluff-Sand-Gemisch	U-S-G	locker
Schluff-Kies-Gemisch	U-S-G	mitteldicht
Sand-Kies-Gemisch	S-G-G	dicht
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-	f-; m-; g-
schwach - stark	' —

Konsistenz

fest
halbfest - fest
halbfest
steif - halbfest
steif
weich - steif
weich
breiig - weich
breiig
nass

Grundwasser

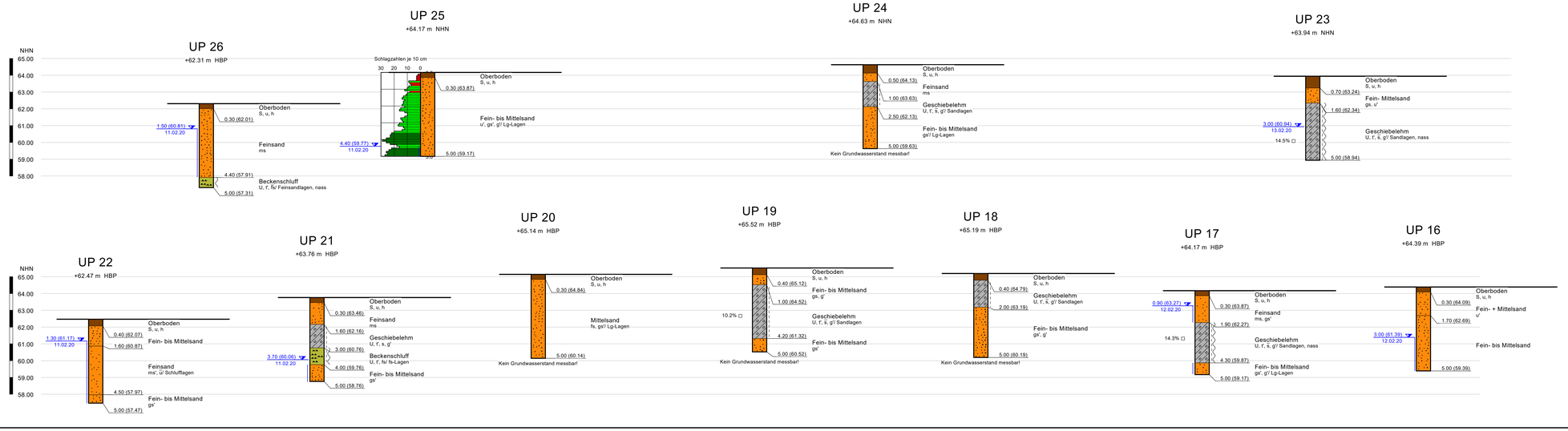
wasserführende Schicht
Bohrende
angebohrt
Ruhe

Projekt:
Neubau Betriebsgebäude
Neuenkirchen

Darstellung:
Bodenprofile

Planverfasser:
Ingenieurbüro Höppner
Moisalinger Alle 191 - 23588 Lübeck
Tel.: 0451/202335332
mail@hoeppner-ingenieurbuero.de

Datum:	03.03.2020	Maßstab:	1 : 100
gezeichnet:	Le	Berichts-Nr.:	201510
geprüft:	Hö	Anlage:	2.1



Legende

Bodenart	Kurzzeichen	
Auffüllung	A	
Schluff-Sand-Gemisch	U-S-G	
Schluff-Sand-Gemisch	U-S-G	
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
Humus	humos	H h
fein- mittel- grob-		f- m- g-
schwach stark		° —

Grundwasser

- wasserführende Schicht
- Bohrende
- angebohrt
- Ruhe

Lagerungsdichte

- locker
- mitteldicht
- dicht

Konsistenz

- fest
- halbfest - fest
- halbfest
- steif - halbfest
- steif
- weich - steif
- weich
- breiig - weich
- breiig
- nass

Projekt:

Neubau Betriebsgebäude
Brochdorfer Straße
Neuenkirchen

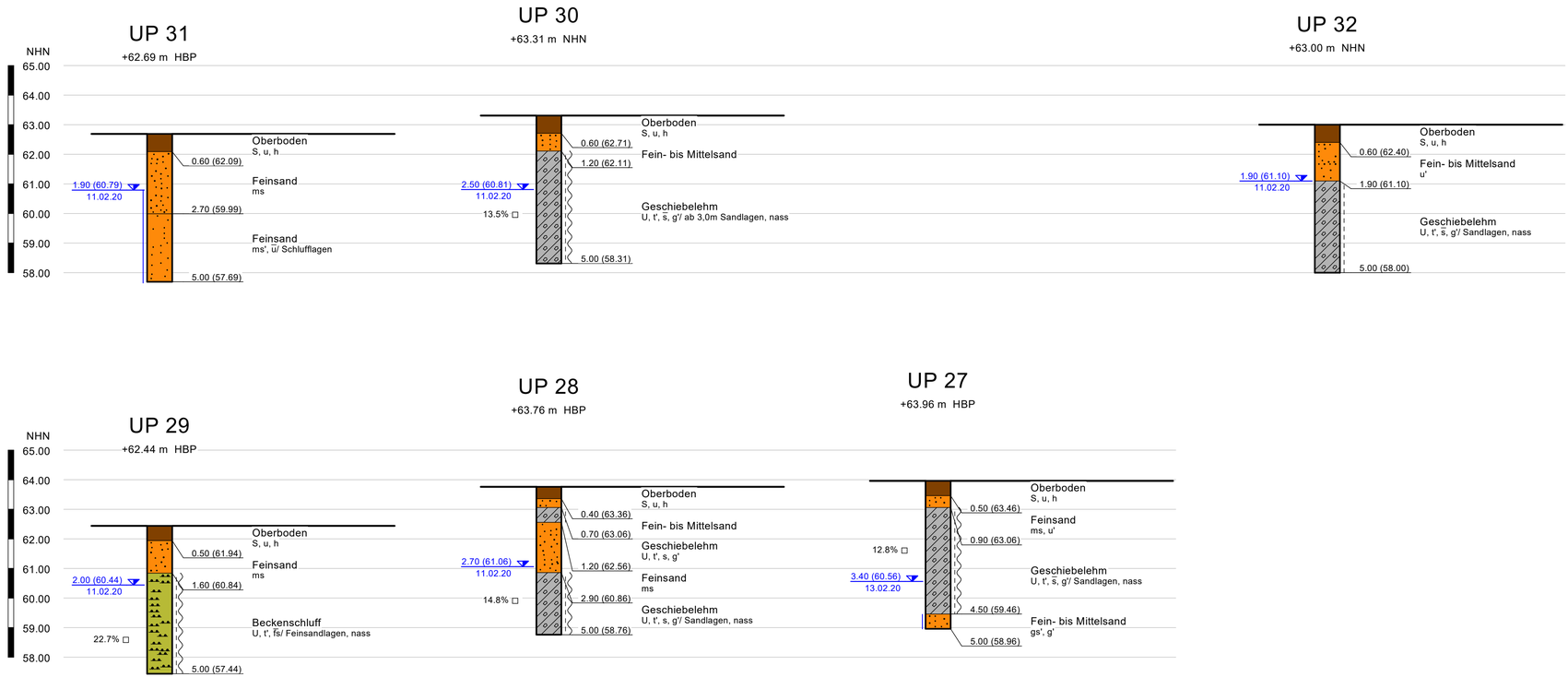
Darstellung:

Bodenprofile

Planverfasser:

Höppner
Mosislinger Alte 191 - 23588 Lübeck
Tel.: 0451/20233532
mail@hoeppner-ingenieurbuero.de

Datum:	04.03.2020	Maßstab:	1 : 100
gezeichnet:	Le	Berichts-Nr.:	201510
geprüft:	Hö	Anlage:	2.2



Legende

Bodenart	Kurzzeichen	
Auffüllung	A	
Sand-Schluff-Gemisch	S-U-G	
Schluff-Sand-Gemisch	U-S-G	
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-	f-	m- g-
schwach stark	'	—

Lagerungsdichte

- locker
- mitteldicht
- dicht

Konsistenz

- fest
- halbfest - fest
- halbfest
- steif - halbfest
- steif
- weich - steif
- weich
- breiig - weich
- breiig
- nass

Grundwasser

- wasserführende Schicht
- Bohrende
- angebohrt
- Ruhe

Projekt:

Neubau Betriebsgebäude
Brochdorfer Straße
Neuenkirchen

Darstellung:

Bodenprofile

Planverfasser:

Ingenieurbüro Höppner
Moislinger Alle 191 - 23588 Lübeck
Tel.: 0451/20233532
mail@hoeppner-ingenieurbuero.de

Datum: 04.03.2020	Maßstab: 1 : 100
gezeichnet: Le	Berichts-Nr.: 201510
geprüft: Hö	Anlage: 2.3

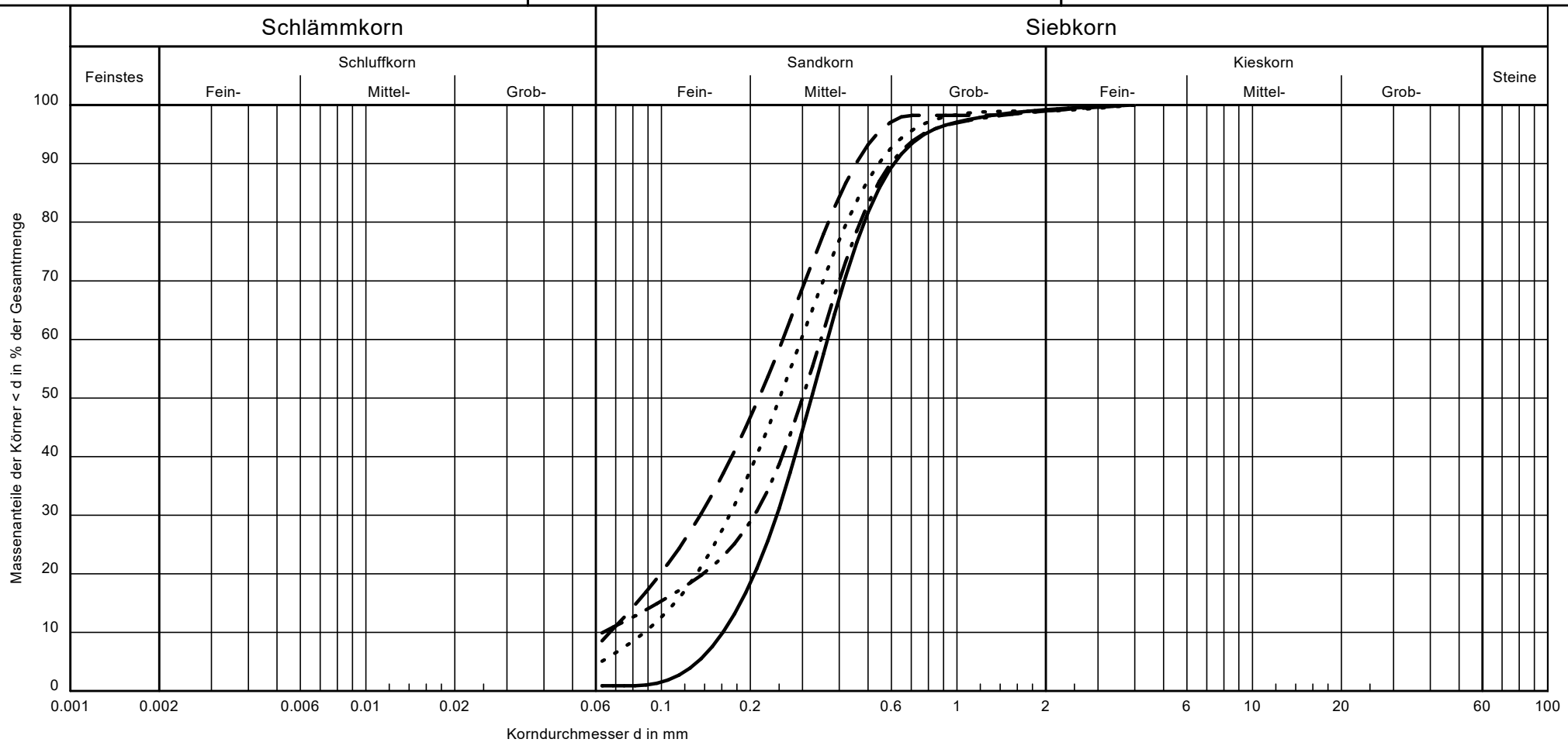
Ingenieurbüro Höppner
Erd- und Grundbau
23558 Lübeck - Moislinger Allee 191

Bearbeiter: Hö Datum: 15.03.2019

Körnungslinie

Bauvorhaben: Neubau eines Betriebsgebäudes
Brochdorfer Straße
Neuenkirchen

Probe entnommen am: 12.02.2020
Art der Entnahme: gestört
Arbeitsweise: Siebanalyse n. DIN 18 123



Bezeichnung:	———	—·—·—	— — —	·····
Bodenart:	Mittelsand, fs, gs'	Mittelsand, fs, u', gs'	Fein- + Mittelsand, u'	Mittelsand, $\overline{f}$s, u', gs'
Geol. Bezeichnung:	Sand	Sand	Sand	Sand
k [m/s]:	$2.6 * 10^{-4}$	$3.2 * 10^{-5}$	$4.0 * 10^{-5}$	$6.9 * 10^{-5}$
Entnahmestelle:	UP 20/ 1,00 m - 3,0 m	UP 15/ 0,40 m - 1,50 m	UP 16/ 0,30 m - 1,70 m	UP 3/ 0,20 m - 2,00 m

Bemerkungen:

Durchlässigkeitsbeiwert n. Beyer

Anlage: 3.1
zu: 201510

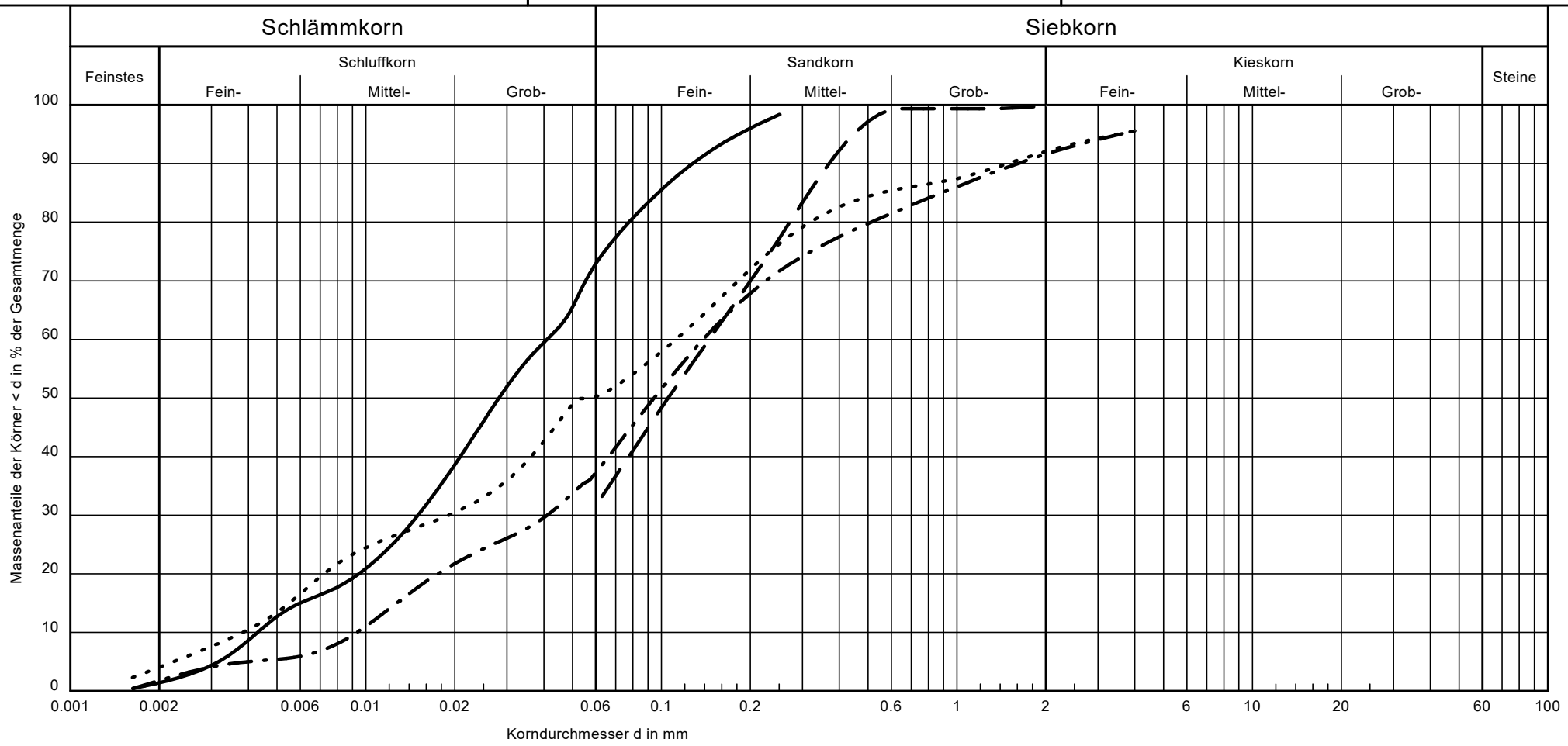
Ingenieurbüro Höppner
Erd- und Grundbau
23558 Lübeck - Moislinger Allee 191

Bearbeiter: Hö Datum: 15.03.2019

Körnungslinie

Bauvorhaben: Neubau eines Betriebsgebäudes
Brochdorfer Straße
Neuenkirchen

Probe entnommen am: 12.02.2019
Art der Entnahme: gestört
Arbeitsweise: Siebanalyse n. DIN 18 123



Bezeichnung:	———	— — —	—·—·—	·····
Bodenart:	Schluff, $\overline{fs}$	Feinsand, $\overline{u}$, ms	Schluff, t', $\overline{s}$, g'	Schluff, t', s, g'
Geol. Bezeichnung:	Beckenschluff	Sand	Geschiebelehm	Beckenschluff
k [m/s] :	$< 10^{-7}$	$< 10^{-7}$	$< 10^{-7}$	$< 10^{-7}$
Entnahmestelle:	UP 29/ 2,00 m - 4,0 m	UP 15/ 2,00 m - 5,0 m	UP 19/ 1,00 m - 4,0 m	UP 7/ 3,00 m - 5,0 m

Bemerkungen:

Anlage: 3.2
zu: 201510