

Ingenieurgesellschaft
Dr.-Ing. Michael Beuße mbH
Beratende Ingenieure
Büro Tostedt



INGENIEURGRUPPE PTM

Ingenieurgesellschaft Dr.-Ing. Michael Beuße mbH

Bericht Nr. 19 - 16073

**Projekt: B-Plan Nr. 15 Harber
in 29614 Soltau**

**Auftraggeber: AWS mbH Soltau
Poststraße 12
29614 Soltau**

**Auftrag: Baugrunduntersuchung, Beurteilung der
Versickerungsfähigkeit, Gründungsberatung
für eine Gewerbebebauung und Empfehlungen
zum Fahrbahnaufbau der Erschließungsstraße**

erteilt am: 14. Mai 2019

**vom
26. Juni 2019**

Geotechnik
Baugrund

Erdbaulaboratorium
Baustoffprüfung

Hydrogeologie
Rohstoffgeologie

Deponiewesen
Altlasten

Brandschutz

Industriebau
Gewerbebau

Landschaftsplanung
Umweltplanung

Fachplanung
Bauleitung

• Arnsberg
• Bautzen
• Danzig
• Dortmund
• Hamburg
• Jena
• Oldenburg
• Stade
• Tostedt

Geschäftsf. Gesellschafter:
Dr.-Ing. Michael Beuße
Dipl.-Geol. Jens Schmitz
AG Tostedt HRB 4060
www.dr-beusse.de

Elsterbogen 18
21255 Tostedt
Tel.: 0 41 82 / 28 77 0
Fax.: 0 41 82 / 28 77 28
tostedt@dr-beusse.de

Bremer Heerstraße 122
26135 Oldenburg
Tel.: 0 44 1 / 30 93 801
Fax.: 0 44 1 / 30 93 802
oldenburg@dr-beusse.de

Opitzstraße 17
28755 Bremen
Tel.: 0 42 1 / 89 81 37 24
Fax.: 0 42 1 / 89 81 37 25
bremen@dr-beusse.de

Wilkenweg 6
21149 Hamburg
Tel.: 0 40 / 70 38 23 56
Fax.: 0 40 / 70 38 23 57
hamburg@dr-beusse.de

Kreissparkasse Stade
BIC-/SWIFT-Code: NOLADE21STK
IBAN: DE87241511160000420422

Postbank Dortmund
BIC-/SWIFT-Code: PBNKDEFF
IBAN: DE024401004603253824655

Finanzamt Buchholz in der Nordheide • Ust-ID:DE180892056
Verbandsmitgliedschaften: DGGT, BWK, DWA, VSVI, Ingenieurkammer Niedersachsen



I Inhaltsverzeichnis

	Seite
II Anlagenverzeichnis	3
III Tabellenverzeichnis	3
1 Auftrag und Vorgang	4
2 Bearbeitungsunterlagen	5
3 Örtliche Situation und Bauwerk	7
4 Baugrund	8
4.1 Erkundung	8
4.2 Aufbau	8
4.3 Wasser	10
4.4 Laborversuche	11
4.4.1 Wassergehaltsbestimmung nach DIN EN ISO 17 892-1	11
4.4.2 Sieb- und Siebschlämmanalysen nach DIN EN ISO 17 892 - 4	12
4.4.3 Bestimmung des Glühverlustes nach DIN 18 128	13
4.5 Tragfähigkeit	13
4.6 Chemismus des Bodens	14
4.6.1 Probenentnahme	14
4.6.2 Ergebnisse	15
4.7 Versickerungsfähigkeit	16
4.7.1 Vorbemerkungen	16
4.7.2 Versuche	16
4.7.3 Bewertung	18
5 Homogenbereiche, Bodenklassifikationen und -kennwerte	19
5.1 Vorbemerkungen	19
5.2 Homogenbereiche für Erdarbeiten: DIN 18 300	21
5.3 Wiedereinbaubarkeit der erkundeten Böden	22
5.4 Bodengruppen und -kennwerte	24
6 Verkehrsflächen	25
6.1 Vordimensionierung	25

6.2	Hinweise zur Bauausführung	28
6.2.1	Allgemeine Hinweise	28
6.2.2	Kanalbau	29
6.2.3	Erdplanum	30
6.2.4	Frostschuttschicht und Schicht aus frostunempfindlichem Material	31
6.2.5	Asphaltschichtungen	32
7	Gewerbebebauung	33
7.1	Allgemeine Gründungsempfehlung	33
7.2	Hinweise zur Bauausführung	34
8	Zusammenfassung	36

II Anlagenverzeichnis

1	1 Blatt	Lageplan
2	11 Blatt	Bodenprofile der abgeteuften Kleinbohrungen und Rammsondierungen
3	1 Blatt	Bestimmung des Wassergehaltes nach DIN EN ISO 17 892
4	2 Blatt	Bestimmung der Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17 982 - 4
5	1 Blatt	Bestimmung des Glühverlustes nach DIN 18 128
6	5 Blatt	Protokolle der in-situ Versickerungsversuche nach HEITFELD et al.
7	2 Blatt	Grundbruch- und Setzungsberechnungen, Bemessungssituation BS-P

III Tabellenverzeichnis

	Seite
Tabelle 4-1: Vereinfachter Baugrundaufbau	10
Tabelle 4-2: Ergebnisse der Wassergehaltsbestimmung nach DIN EN ISO 17 892	11
Tabelle 4-3: Ergebnisse der Siebanalysen nach DIN EN ISO 17 892-4	12
Tabelle 4-4: Ergebnis der Glühverlustbestimmung	13
Tabelle 4-5: Zusammensetzung der orientierenden Mischprobe	15
Tabelle 4-6: Berechnung des Bemessungs- k_r -Wertes	17
Tabelle 5-1: Homogenbereiche für Erdarbeiten: DIN 18 300 / (GK 2)	21
Tabelle 5-2: Bautechnische Klassen zur Wiedereinbaubarkeit	22
Tabelle 5-3: Bodengruppen und -kennwerte (charakteristische Werte)	24
Tabelle 6-1: Angabe des frostsicheren Oberbaus in Anlehnung an die RStO 12	27
Tabelle 7-1: Ergebnisse der vorläufigen Grundbruch- und Setzungsberechnungen	33

1 Auftrag und Vorgang

Die Ansiedlungs- und Wohnungsbaugesellschaft mbH Soltau (AWS mbH) plant die Erschließung des Bebauungsplanes Nr. 15 Harber in Soltau.

Für das Erschließungsvorhaben wurde die Ingenieurgesellschaft Dr.-Ing. Michael Beuße mbH, Elsterbogen 18 in 21255 Tostedt, am 14. Mai 2019 durch die AWS mbH Soltau, vertreten durch Herrn Ziegler, mit der Durchführung einer Baugrunduntersuchung sowie einer Baugrundbeurteilung beauftragt.

Für die geplante Gewerbebebauung ist eine Gründungsbeurteilung zu erstellen und für die Erschließungsstraße ist eine Empfehlung zum Fahrbahnaufbau zu erarbeiten. Ferner soll der Boden im Gebiet des Bebauungsplanes Nr. 15 im Hinblick auf die Versickerungsfähigkeit beurteilt werden.

Die Ansatzpunkte der auszuführenden Feldarbeiten wurden durch den Auftraggeber mit der Bearbeitungsunterlage a) vorgegeben.

Im nachfolgenden Bericht werden die durchgeführten Untersuchungen für die geplante Baumaßnahme beschrieben und bewertet.

- l) ZTV E-StB 17 Zusätzliche technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau, FGSV, aktuellste Fassung

- m) ZTV A-StB 12 Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Aufgrabungen in Verkehrsflächen, FGSV, aktuellste Fassung

- n) DIN-Normen
 - DIN 1 054 Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau
 - DIN 1 055 Einwirkung auf Tragwerke - Teil 2 Bodenkenngrößen
 - DIN 4 020 Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke - Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1 997

 - DIN 18 196 Erd- und Grundbau - Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke

 - DIN 18 300 VOB - Teil C: ATV - Erdarbeiten
 - DIN EN 1 997-1 Eurocode 7 - Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 1: Allgemeine Regeln
 - DIN EN 1 997-2 Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds

 - DIN EN ISO 14 688 Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Böden (ersetzt DIN 4 022 und DIN 4 023)

 - DIN EN ISO 17 892 Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Laborversuche an Bodenproben

 - DIN EN ISO 22 475 Geotechnische Erkundung und Untersuchung (ersetzt DIN 4 021)

 - DIN EN ISO 22 476 Geotechnische Erkundung und Untersuchung

3 Örtliche Situation und Bauwerk

Ausweislich der Bearbeitungsunterlage a) grenzt das zu untersuchende Gebiet des Bebauungsplanes Nr. 15 in Harber bei Soltau südöstlich an die „Wietzendorfer Straße, K 10“. Im Südwesten des Erschließungsgebietes verläuft die Bahntrasse zwischen Soltau und Munster. Das Erkundungsgebiet soll für eine Gewerbebebauung erschlossen werden. Die Größe des geplanten Gewerbegebietes wird seitens der AWS mbH Soltau mit 140.500 m² angegeben.

Im Anschlussbereich zum Kreisverkehr an der „Wietzendorfer Straße“ befindet sich der höchste Punkt des Bebauungsgebietes. Die Geländehöhe beträgt dort zwischen 82,00 m NN und 83,00 m NN. Nach Nordwesten, Süden und Südosten fällt die Topographie auf unter 77,00 m NN ab (Süden).

Ausgehend von den Ansatzpunkten der ausgeführten Felduntersuchungen konnte eine Höhendifferenz von maximal 5,80 m im Erkundungsbereich gemessen werden. Zum Zeitpunkt der Geländearbeiten war die landwirtschaftlich genutzte Fläche mit bis zu 2,00 m hohem Getreide bewachsen. Ein klassisches Höhennivellement war aus diesem Grund, in Verbindung mit den großen Höhenunterschieden, nicht möglich. Die Ansatzhöhen der Sondierpunkte sind daher, näherungsweise, mittels digitaler, topographischer Karten bestimmt worden. Außerdem sind Teile des Bebauungsplangebietes bewaldet.

Unterlagen über die geplante Bebauung, den Verlauf der Erschließungsstraße oder einen angedachten Fahrbahnaufbau standen uns zum Zeitpunkt der Berichtserstellung nicht zur Verfügung.

4 Baugrund

4.1 Erkundung

Die Feldarbeiten wurden durch das aufstellende Büro vom 11. bis zum 13. Juni durchgeführt. Insgesamt sind auftragsgemäß elf Kleinbohrungen (BS) nach DIN EN ISO 22 475 (NW 80 mm) und elf leichte Rammsondierungen (DPL) nach DIN EN ISO 22 476 bis zu einer Endteufe von maximal 5,00 m unterhalb der bestehenden Geländeoberkante niedergebracht worden.

An den Ansatzpunkten der Rammsondierungen DPL 7 bis DPL 10 konnte aufgrund der hohen Lagerungsdichte der anstehenden Sande oder infolge von Hindernissen im Baugrund (DPL 8: evtl. Baumwurzeln) ab Tiefen zwischen 1,10 m und 4,00 m unter der Geländeoberkante kein Rammfortschritt mehr erzielt werden. Am Ansatzpunkt DPL 1 ermöglichte ab einer Tiefe von 4,10 m die Mantelreibung der bindigen Böden keinen weiteren Rammfortschritt.

Die Bohrungen und Rammsondierungen wurden an den vorgegebenen Ansatzpunkten aus der Bearbeitungsunterlage a) abgeteuft. Diese sind auf dem Lageplan in der **Anlage 1** dargestellt.

Wie im Abschnitt 3 beschrieben wurde, konnte ein Höhennivellement durch das hoch gewachsene Getreide nicht durchgeführt werden, so dass die Ansatzhöhen der Sondierpunkte aus digitalen, topographischen Karten entnommen wurden.

4.2 Aufbau

Das in den Bohrungen gewonnene Bohrgut wurde vor Ort durch den betreuenden Ingenieurgeologen angesprochen und beschrieben. Die entsprechenden Bodenschichten und die Ergebnisse der leichten Rammsondierungen sind in Form von Säulendiagrammen aufgetragen und dem Gutachten als **Anlage 2** beigelegt.

Gemäß der Bearbeitungsunterlage b) liegt das Untersuchungsgebiet im Bereich von glazifluviatilen Ablagerungen Saale-Kaltzeit. Dementsprechende Baugrundverhältnisse wurden überwiegend erkundet.

Der locker oder mitteldicht gelagerte **Oberboden** wurde in einer Mächtigkeit zwischen 0,30 m und 0,50 m erbohrt. Die bodenmechanische Zusammensetzung des Oberbodens kann als Sand mit Anteilen von Schluff und Humus im Nebengemenge angegeben werden. Zum Teil sind Wurzelreste in dem Oberboden angesprochen worden.

Im westlichen Teil des Erkundungsgebietes stehen im Bereich der Bohrungen BS 1 bis BS 4 sowie BS 6, zum Teil unter einer geringmächtigen Feinsandüberdeckung (s. u.), feinkörnige **Beckenablagerungen** in steifer Konsistenz an. Bei der Bodensprache wurden zwei Ausprägungen der Beckenablagerungen differenziert. Durch Korngrößenanalysen (siehe Abschnitt 4.2) wurde verifiziert, dass es sich bodenmechanisch zum einen um Sande mit hohen Ton- und Schluffanteilen und zum anderen um stark sandige, schluffige Tone handelt. Lokal sind organische Lagen oder Feinsandlagen in den Beckenablagerungen enthalten.

An den Bohrungen BS 1, BS 2, BS 4 bis BS 7 und BS 9 sind, in variierenden Korngrößenabstufungen und Mächtigkeiten, **Feinsande**, zum Teil Fein- bis Mittelsande, erkundet worden. In den Feinsandschichtungen, die die zuvor genannten Beckenablagerungen überlagern, ist der Feinkornanteil in Form von Schluff erhöht. Die Feinsande sind in der Regel mitteldicht, zum Teil dicht, gelagert. Lediglich an der Bohrung BS 7 variiert die Lagerungsdichte, bei einem zum Teil hohen Schluffanteil, zwischen mitteldicht und locker.

Mittelsande sind in der Bohrung BS 6 zwischen 0,40 m und 2,00 m Tiefe sowie an der Bohrung BS 9 von 2,50 m bis 3,00 m unter der Geländeoberkante (GOK) erbohrt worden. Diese weisen eine mitteldichte Lagerungsdichte auf.

Zumeist kiesführende **Mittel- bis Grobsande** sowie Grobsande, überwiegend ohne einen nennenswerten Feinkornanteil, stehen an den Bohrungen BS 8, BS 10 und BS 11 unterhalb des Oberbodens bis zur Endteufe von 5,00 m an. An der Bohrung BS 5 ist der Grobsand zwischen 3,20 m und 5,00 m Tiefe angetroffen worden. Die Grobsande sind, wie die Feinsande, mitteldicht und lokal dicht gelagert. An der Bohrung BS 11 ergibt die Auswertung der leichten Rammsondierung zwischen 4,00 und 4,40 m Tiefe eine lockere Lagerungsdichte.

In der nachfolgenden Tabelle 4-1 erfolgt die Angabe eines vereinfachten Baugrundaufbaus, der die erkundeten Schichten im Hinblick auf die Lage und Tiefe zusammenfasst.

Der vereinfachte Baugrundaufbau ist nicht als allgemeingültige Schichtung über das ganze Erkundungsgebiet zu verstehen. Er stellt die erkundeten Schichten in zusammengefasster Form dar.

Schichtunterkante [m u. GOK]	Erkundet in Bohrung(BS)	Bezeichnung	Lagerungsdichte / Konsistenz
0,30 bis 0,40	1 bis 11	Oberboden	locker, mitteldicht
1,00 bis 5,00	1, 2, 4, 5, 6, 7, 9	Feinsande	locker, mitteldicht, dicht
2,00 bis 3,00	6, 9	Mittelsande	mitteldicht
> 5,00	1, 2, 3, 4, 6	Beckenablagerungen	steif
> 5,00	5, 8, 10, 11	Mittel- bis Grobsande	locker, mitteldicht, dicht

Tabelle 4-1: Vereinfachter Baugrundaufbau

Hinweis: Baugrundaufschlüsse basieren auch bei Einhaltung der nach den gültigen Vorschriften vorgegebenen Rasterabstände zwangsläufig auf punktuellen Aufschlüssen, sodass Abweichungen von den vorstehend beschriebenen Verhältnissen zwischen den Ansatzpunkten nicht völlig ausgeschlossen werden können.

4.3 Wasser

Gemäß der hydrogeologischen Karte (Bearbeitungsunterlage c)) liegt die Lage der Grundwasseroberfläche zwischen 70,00 m NN und 75,00 m NN.

Nach den Bohrarbeiten wurden die Bohrlöcher kurzfristig mit Peilrohren versehen. Es konnte in den Bohrungen BS 6, BS 7, BS 8 und BS 9 ein Wasserstand gemessen werden. Die Grundwasserstände wurden in Tiefen zwischen 2,80 m und 4,90 m unter der Geländeoberkante gemessen. Dies entspricht approximierten Höhenkoten von 73,90 m NN bis 74,57 m NN.

Im Bereich der geringdurchlässigen Beckenablagerungen kann sich infolge starker Niederschläge bzw. saisonal ein Stauwasserhorizont auf den Beckenablagerungen ausbilden.

Aufgrund der zum Zeitpunkt der Baugrunderkundung im norddeutschen Raum vorherrschenden verhältnismäßig niedrigen Grundwasserstände, ist davon auszugehen, dass die Grundwasserstände langfristig auch um 1,00 m höher ausfallen können.

Genauere Angaben zur Variabilität des Grundwasserstandes oder die Angabe eines Bemessungswasserstandes können lediglich auf der Grundlage eines Grundwassermonitorings bzw. anhand der Auswertung von Ganglinien nahegelegener Grundwassermessstellen erfolgen.

Angaben zur Versickerungsfähigkeit folgen in Abschnitt 4.7.



4.4 Laborversuche

4.4.1 Wassergehaltsbestimmung nach DIN EN ISO 17 892-1

Die Wassergehaltsbestimmung erfolgte an insgesamt zehn gestörten Bodenproben aus den **Beckenablagerungen** nach DIN EN ISO 17 892-1 mittels Ofentrocknung. Die Bestimmung des bodenspezifischen Wassergehalts ist für die Durchführung weiterer bodenmechanischer Laborversuche und die bodenmechanische Klassifizierung der Böden notwendig.

Die Ergebnisse der Wassergehaltsbestimmung liegen diesem Bericht als **Anlage 3** bei und sind nachfolgend aufgeführt:

Probe	Entnahmestelle / -tiefe [m u. GOK]	Wassergehalt [%]
P 011 / 1.3	BS 1 / 1,00 - 2,50	21,8
P 012 / 1.4	BS 1 / 2,50 - 5,00	19,0
P 013 / 2.3	BS 2 / 1,10 - 2,00	16,6
P 014 / 2.4	BS 2 / 2,00 - 4,50	14,7
P 015 / 2.5	BS 3 / 4,50 - 5,00	22,4
P 016 / 3.2	BS 3 / 0,50 - 1,00	21,4
P 017 / 3.3	BS 3 / 1,00 - 2,50	16,7
P 018 / 3.4	BS 3 / 2,50 - 5,00	19,0
P 019 / 4.3	BS 4 / 1,10 - 2,00	17,3
P 020 / 6.4	BS 6 / 3,30 - 5,00	20,8

Tabelle 4-2: Ergebnisse der Wassergehaltsbestimmung nach DIN EN ISO 17 892-1



4.4.2 Sieb- und Siebschlammanalysen nach DIN EN ISO 17 892 - 4

Zur Bestimmung der Korngrößenverteilung der erkundeten Böden sowie zur Feststellung der Bodengruppe und weiterer bodenmechanischer Parameter sind an fünf gestörten Bodenproben Nasssiebungen und an vier Bodenproben kombinierte Sieb-Schlamm-Analysen ausgeführt worden.

Die Ergebnisse hinsichtlich der Korngrößenverteilung werden in der nachfolgenden Tabelle 4-3 zusammengefasst.

Probe	Bodenart (Geologisch)	Anteile [%]				Bodengruppe DIN 18 196
		Ton	Schluff	Sand	Kies	
P 021 / 1.3	Becken- ablagerungen	41,3	19,9	38,8	0,0	TM
P 022 / 1.4		20,0	20,8	59,2	0,1	ST* / SU* / TL ⁽¹⁾
P 023 / 3.2		41,8	23,4	34,8	0,0	TM
P 024 / 3.3		21,0	16,2	62,4	0,4	ST*
P 025 / 5.2	Sand	[-]	7,8	92,2	0,0	SU
P 026 / 6.2		[-]	1,7	98,3	0,0	SE
P 027 / 8.2		[-]	10,6	60,4	29,0	SU
P 028 / 10.2		[-]	1,7	95,3	2,9	SE
P 029 / 11.2		[-]	0,8	92,3	7,0	SE

(1) Die untersuchte Bodenprobe P 022 ist hinsichtlich der Klassifizierung der Bodengruppe an den Übergängen der o. g. Bodengruppen angesiedelt.

Tabelle 4-3: Ergebnisse der Siebanalysen nach DIN EN ISO 17 892-4

Die detaillierten Ergebnisse sind diesem Gutachten zusammen mit der Darstellung der Kornverteilungslinien auf den **Anlagen 4** beigefügt.

Die Bodengruppen bestimmen sich nach der DIN 18 196. Entsprechend der durchgeführten Untersuchungen zur Ermittlung der Korngrößenverteilung der erkundeten Böden sind die untersuchten Sande den Bodengruppen SU oder SE zuzuordnen. Vier Sandproben (P 025, P 026, P 028, P 029) sind gemäß der ZTV E-StB 17 in die Frostempfindlichkeitsklasse F1 (nicht frostunempfindlich) einzustufen. Die kiesigen Sande der Probe P 027 werden als gering bis mittel frostempfindlich (F2) eingestuft.



Die Beckenablagerungen der Proben P 021 und P 023 weisen einen Massenanteil der Tonfraktion von >40,00% auf und werden der Bodengruppe TM zugeordnet, die der Frostempfindlichkeitsklasse F3 (sehr frostempfindlich) angehört. Ebenfalls sehr frostempfindlich (F3) sind die weniger plastischen Beckenablagerungen der Proben P 022 und P 024, die nicht eindeutig einer bestimmten Bodengruppe zugeordnet werden können.

4.4.3 Bestimmung des Glühverlustes nach DIN 18 128

Zur Ermittlung des organischen Anteils wurden an zwei Proben der Beckenablagerungen und an einer Feinsandprobe Glühverlustuntersuchungen nach DIN 18 128 ausgeführt. Die Ergebnisse sind der nachfolgenden Tabelle 4-4 zu entnehmen.

Probe	Bodenart (geologisch)	Entnahmetiefe [m u. GOK]	Anteil V_{GI} [%]	Beurteilung DIN EN ISO 14 688
P 030 / 1.4	Becken- ablagerungen	2,50 - 5,00	1,93	nicht organisch
P 031 / 6.3	Feinsand	2,00 - 3,00	2,66	schwach organisch
P 032 / 6.4	Becken- ablagerungen	3,30 - 5,00	1,66	nicht organisch

Tabelle 4-4: Ergebnis der Glühverlustbestimmung

Die detaillierten Versuchsergebnisse sind dem Versuchsprotokoll in der **Anlage 5** zu entnehmen.

4.5 Tragfähigkeit

Der **Oberboden** ist aufgrund seiner bodenmechanischen Zusammensetzung und der lockeren Lagerung für einen Abtrag von Bauwerks- und Verkehrslasten ungeeignet.

Die Tragfähigkeit der **Feinsande** variiert in Abhängigkeit des Schluffanteils und der Lagerungsdichte. Bei einer lockeren Lagerung weisen die Feinsande eine nur eine mäßige Tragfähigkeit auf, während ihnen bei einer mitteldichten Lagerung eine mittlere Tragfähigkeit zuzusprechen ist. Bei vorhandenen organischen Lagen (BS 6) ist die Tragfähigkeit leicht verringert. Oberflächennah (BS7) können die locker gelagerten Feinsande zur Verbesserung der Tragfähigkeit nachverdichtet werden.

Die **Mittel- und Grobsande** sind bei einer mitteldichten Lagerung als gut tragfähig zu bewerten. Alle erbohrten Sande sind bei einer dichten Lagerung als gut bis sehr gut tragfähig einzustufen.

Die **Beckenablagerungen** besitzen aufgrund ihrer Korngrößenzusammensetzung, insbesondere im Falle der Hauptbodenart Ton, signifikante plastische Eigenschaften, die zu langandauernden Konsolidations- und Sekundärsetzungen führen können.

Hinweis: Die gemischt- und feinkörnigen Böden (Feinsand, Beckenablagerungen) neigen unter Wassereinwirkung und / oder dynamischer Belastung zum Aufweichen und Ausfließen. Sodann ist mit einer Verschlechterung der hier beschriebenen Tragfähigkeitseigenschaften zu rechnen.

4.6 Chemismus des Bodens

4.6.1 Probenentnahme

Für die Klassifizierung potentieller Aushubböden im Bereich der geplanten Straße, des Kanals oder im Bereich von Gebäuden im Hinblick auf den Chemismus wurden an den Bohrungen während der Bohrarbeiten Einzelproben des Oberbodens und des unterlagernden Baugrundes bis zu Tiefen von maximal 3,80 m entnommen.

Die Einzelproben sind im bodenmechanischen Labor des aufstellenden Büros zu insgesamt acht orientierenden Mischproben zusammengeführt worden. Die Proben des Oberbodens wurden nach der räumlichen Verteilung zusammengestellt, während die Mischproben für die Analysen nach LAGA TR-Boden bodenartspezifisch gebildet wurden.



Die Probenzusammensetzung wird in der Tabelle 4-5 beschrieben. Die Tiefenlage der Einzelproben ist an den Bohrprofilen in der **Anlage 2** angetragen.

Mischprobe	Tiefe [m u. GOK]	Bodenschicht (vgl. Abschnitt 4.2)	Einzelproben	Untersuchung
P 001	0,00 - 0,50	Oberboden (Nordwesten)	1.1, 2.1, 3.1, 4.1, 5.1	BBodSchV, Vorsorgewerte
P 002	0,00 - 0,40	Oberboden	6.1, 7.1, 9.1, 11.1	
P 003	0,00 - 0,40	Oberboden (Waldrand)	8.1, 10.1	
P 004	0,40 - 1,10	Feinsand, bindig	1.2, 2.2, 4.2	LAGA TR-Boden (Sand)
P 005	0,40 - 3,30	Feinsand	5.2, 6.2, 7.2, 9.2	
P 006	0,30 - 4,50	Mittel- bis Grobsand	8.2, 10.2, 11.2	
P 007	0,50 - 2,50	Beckenablagerungen	1.3, 2.3, 3.2, 3.3, 4.3	LAGA TR Boden (Schluff / Lehm)
P 008	2,50 - 5,00	Beckenablagerungen, z.T. schwach organisch	1.4, 6.4	

Tabelle 4-5: Zusammensetzung der orientierenden Mischprobe

4.6.2 Ergebnisse

Die chemische Analytik war zum Zeitpunkt der Berichterstellung noch nicht abgeschlossen, so dass die Ergebnisse sowie die Bewertung dem Auftraggeber übermittelt werden, sobald die Prüfberichte seitens der GBA mbH zur Verfügung gestellt wurden.

4.7 Versickerungsfähigkeit

4.7.1 Vorbemerkungen

Die Bemessung von Versickerungselementen erfolgt im Allgemeinen nach dem von der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. herausgegebenen Arbeitsblatt DWA-A 138 („Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser“).

Danach kommen für die Anlage von Versickerungselementen nur Lockergesteine in Frage, deren Durchlässigkeitsbeiwerte (k_f -Wert) im Bereich von $1,0 \cdot 10^{-3}$ m/s bis $1,0 \cdot 10^{-6}$ m/s liegen. Diese sind in der Regel mittelkörnige und feinkörnige Sande mit keinem oder nur geringem Schluff- und Tonanteil. Bei k_f -Werten von kleiner als $1,0 \cdot 10^{-6}$ m/s ist eine Entwässerung ausschließlich über die Versickerung mit zeitweiliger Speicherung nicht gewährleistet, so dass eine ergänzende Ableitungsmöglichkeit vorzusehen ist.

Darüber hinaus muss gemäß dem Arbeitsblatt A 138 für die Neuerrichtung von Versickerungselementen oder für eine Oberflächenversickerung berücksichtigt werden, dass unterhalb der Sohle der Versickerungseinrichtung ein Sickerraum von $\geq 1,00$ m bis zum höchsten, mittleren Grundwasserstand zur Verfügung steht.

4.7.2 Versuche

Um die Versickerungsfähigkeit zu überprüfen, wurden an den Ansatzpunkten der Bohrungen BS 2, BS 4, BS 6, BS 9 und BS 11 in-situ-Versickerungsversuche nach HEITFELD et al. durchgeführt.

Die Auswertung der Versickerungsversuche erfolgte mit der Formel nach HEITFELD et al.:

$$k_f = \frac{\pi \cdot \Delta h \cdot C_t \cdot r_a}{C_u \cdot \bar{h} \cdot (t_2 - t_1)} \text{ m/s.}$$

Die Ergebnisse der Versuchsauswertungen sind diesem Gutachten als Berechnungsprotokolle in der **Anlage 6** beigefügt.

Für oberflächennah, in der ungesättigten Bodenzone anstehende Sande, sind an vier Einzelproben anhand der ermittelten Korngrößenverteilung (vgl. Abschnitt 4.4.2) die k_f -Werte nach *Beyer* - unter Berücksichtigung der Gültigkeitsregeln - abgeleitet worden.

Die Ergebnisse der Nasssiebungen liegen diesem Gutachten als Kornverteilungslinien in der **Anlage 4** bei. Für die Ansatzpunkte der Bohrungen BS 6 und BS 11 werden in der untenstehenden Tabelle nur die Ergebnisse der Versickerungsversuche und nicht der Nasssiebungen angegeben.

Gemäß dem Arbeitsblatt A 138, Anhang B, Tabelle B.1, (vgl. Bearbeitungsunterlage g)) muss für Feldversuche ein Korrekturfaktor von 2,0 sowie für die Ableitung des k_f -Werts anhand der Sieblinie ein Korrekturfaktor von 0,2 zur Bestimmung des Bemessungs- k_f -Wertes angesetzt werden.

Die ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte sind der nachfolgenden Tabelle 4-6 zu entnehmen.

Bohrung	Bestimmungsmethode	(Ausbau-)Tiefe [m]	k_f -Wert [m/s]	Korrekturfaktor	Bemessungs- k_f -Wert [m/s]
BS 2	Versickerungsversuche	0,70	$1,4 \cdot 10^{-5}$	2,0	$2,8 \cdot 10^{-5}$
BS 4		0,70	$2,8 \cdot 10^{-6}$	2,0	$5,6 \cdot 10^{-6}$
BS 6		0,70	$6,5 \cdot 10^{-5}$	2,0	$1,3 \cdot 10^{-4}$
BS 9		0,80	$1,2 \cdot 10^{-5}$	2,0	$2,4 \cdot 10^{-5}$
BS 11		0,80	$8,4 \cdot 10^{-5}$	2,0	$1,7 \cdot 10^{-4}$
BS 5	Nasssiebungen	0,40 - 3,20	$1,0 \cdot 10^{-4}$	0,2	$2,0 \cdot 10^{-5}$
BS 10		0,40 - 1,50	$7,1 \cdot 10^{-4}$	0,2	$1,4 \cdot 10^{-4}$

Tabelle 4-6: Berechnung des Bemessungs- k_f -Wertes

4.7.3 Bewertung

Aus den Baugrundaufschlüssen der **Anlage 2** geht hervor, dass ein ausreichender Sickerraum mit einer Mächtigkeit von $\geq 1,00$ m zum Zeitpunkt der Baugrunderkundungen überall dort vorhanden ist, wo die Beckenablagerungen nicht oberflächennah anstehen (BS 1 bis BS 4). **In diesem, nordwestlichen, Teil des Bebauungsgebietes ist keine Versickerung von Niederschlagswasser möglich.** Das versickernde Wasser würde sich auf den geringdurchlässigen Schichten aufstauen. Darüber hinaus weisen die im Hangenden der Beckenablagerungen anstehenden Feinsande nur geringe Wasserdurchlässigkeiten auf.

Für die weiteren Untersuchungspunkte BS 5 bis BS 11 sind die Anforderungen aus der Bearbeitungsunterlage g) für eine Versickerung von Niederschlagswasser hinsichtlich des Sickerraums und, sofern ermittelt, der Wasserdurchlässigkeit **erfüllt**.

Generell ist bei der Planung von oberirdischen Versickerungsanlagen zu berücksichtigen, dass im Falle einer Andeckung mit Oberboden - zum Beispiel bei einer Mulde - die Wasserdurchlässigkeit des Oberbodens maßgeblich ist. Diese sollte $k_f = 1,00 \cdot 10^{-5}$ m/s nicht unterschreiten.

Des Weiteren muss berücksichtigt werden, dass die östlichen Grenzen der oberflächennahen Beckenablagerungen neben den Bohrungen BS 3 und BS 4 nicht genau bekannt sind.

Hinweise: Da die ausgeführten Erkundungsarbeiten auf punktuellen Baugrundaufschlüssen beruhen, können die ermittelten Durchlässigkeiten und Schichtmächtigkeiten zwischen den Ansatzpunkten variieren.

5 Homogenbereiche, Bodenklassifikationen und -kennwerte

5.1 Vorbemerkungen

Mit der Überarbeitung der Tiefbaunormen aus den „Allgemeinen Technischen Vertragsbedingungen“ (ATV), VOB Teil C, erfolgt eine Umstellung der Bodenklassen in Homogenbereiche. Die Homogenbereiche sollen dabei alle Kennwerte enthalten, die für das „Lösen, Laden, Fördern, Einbauen und Verdichten“ (sowie im Hinblick auf die Entsorgung) relevant sind. Die jeweils zu berücksichtigende ATV macht dabei Vorgaben, welche Eigenschaften und Kennwerte dabei festgestellt und angegeben werden müssen. Hierzu ist ferner das geplante Bauvorhaben, der erforderliche Maschineneinsatz sowie eine angedachte Wiederverwendung des Bodens für die Angabe der Homogenbereiche i. d. R. vorab erforderlich. Diese Angaben standen uns zum Zeitpunkt der Berichtserstellung nicht zur Verfügung.

Die Eigenschaften und Kennwerte müssen dabei in Bandbreiten angegeben werden, die sich aus den Ergebnissen der Laborversuche sowie den Erfahrungswerten des beratenden Ingenieurs / des aufstellenden Büros ergeben. Allerdings können genaue Angaben nur für beauftragte Versuche gemacht werden. Angaben, die ausschließlich auf Erfahrungswerten beruhen, können nur für vorplanerische Zwecke herangezogen werden. Sofern genauere Angaben gefordert werden, muss eine Abstimmung mit dem Unterzeichner und ggf. Nachuntersuchungen und weitere Laborversuche erfolgen.

Gemäß der DIN 18 300 erfolgt keine Einstufung des **Oberbodens** in die Homogenbereiche. Für den ausschreibungstechnischen Umgang verweisen wir auf die DIN 18 320, die DIN 18 915 sowie die Bundesbodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV).

In der nachfolgenden Tabelle erfolgt die Angabe von Homogenbereichen. Dabei werden die erkundeten Bodenschichten betrachtet, die im Zuge von Erdarbeiten im Sinne der DIN 18 300 angeschnitten werden. Ausgehend von der Unterkante des Oberbodens, werden die anstehenden Böden bis zur Tiefe von maximal 4,00 m betrachtet.

Die Angabe der Kennwerte und Eigenschaften beruhen hier auf den Erfahrungswerten von vergleichbaren Maßnahmen, den ausgeführten bodenmechanischen Laborversuchen (siehe Abschnitt 4.4) sowie der Bodenansprache nach DIN EN ISO 14 688.

Für die Angabe der Homogenbereiche gehen wir aufgrund der erkundeten Baugrundsichtung in Wechselwirkung mit der geplanten Bebauung von einer Einstufung in die Geotechnische Kategorie GK 2 aus.

Wir weisen darauf hin, dass die Angabe der aufgeführten Homogenbereiche für ausschreibungstechnische Zwecke nur in Verbindung mit dem Vortext verwendet werden darf.



5.2 Homogenbereiche für Erdarbeiten: DIN 18 300

Parameter	Einheit	E-1	E-2	E-3	E-4	
Ortsübliche Bezeichnung	[-]	Feinsand	Mittelsand	Mittel- bis Grobsand	Beckenablagerungen	
Korngrößenverteilung ⁽¹⁾	%	≤ 0,06 mm	5 - 35	0 - 10	0 - 15	30 - 70
		> 0,06 - 2,0 mm	60 - 99	85 - 99	55 - 97	30 - 70
		> 2,0 - 63 mm	0 - 5	0 - 5	3 - 35	0 - 5
Anteil Steine ⁽¹⁾ (>63 mm - 200 mm)	%	< 5	< 5	< 10	< 5	
Anteil Blöcke ⁽¹⁾ (>200 mm - 630 mm; >630 mm)	%	< 5	< 5	< 5	< 5	
undräßierte Scherfestigkeit C_u ⁽¹⁾	kN/m ²	[-]	[-]	[-]	30 - 80	
Wassergehalt w_n ⁽¹⁾	%	4 - 16	3 - 13	2 - 11	13 - 30	
Plastizitätszahl I_p ⁽¹⁾	%	[-]	[-]	[-]	4 - 20	
Konsistenzzahl I_c ⁽¹⁾	%	[-]	[-]	[-]	0,7 - 1,0	
Lagerungsdichte/ Konsistenz	[-]	locker, mitteldicht, dicht	mitteldicht	locker, mitteldicht, dicht	steif	
Organischer Anteil ⁽¹⁾	%	< 0,5 - 3,0	< 0,5	< 0,5	< 0,5 - 3,0	
Kenndaten für die Wiedereinbaubarkeit / Verwertung						
Bodengruppe	[-]	SU, SU*	SE, SU	SE, SU	SU*, ST*, TL, TM	
Frostempfindlichkeitsklasse	[-]	F1, F2, F3	F1	F1, F2	F3	
Einbauklasse nach LAGA ⁽²⁾	[-]	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	

⁽¹⁾ Abweichungen von +/- 10 % von den dargestellten Wertebereichen sind möglich.

⁽²⁾ Die Ergebnisse der chemischen Analytik lagen zum Zeitpunkt der Berichterstellung noch nicht vor.

Tabelle 5-1: Homogenbereiche für Erdarbeiten: DIN 18 300 / (GK 2)



5.3 Wiedereinbaubarkeit der erkundeten Böden

Der Wiedereinbau bzw. der Einbau von anfallendem Bodenaushub für eine bautechnische Wiederverwendung ist grundsätzlich anhand von zwei übergeordneten Kriterien zu beurteilen:

- Bodenmechanische Eignung,
- Eignung aufgrund des Chemismus.

Die Klassifizierung anfallenden Bodenaushubs hinsichtlich der bodenmechanischen Eignung wird hier nach den Hinweisen und Vorgaben der Bearbeitungsunterlagen I) sowie aufgrund von Ergebnissen aus Bauvorhaben mit vergleichbaren Bodenarten beurteilt. In der nachfolgenden Tabelle werden die hier erkundeten Böden hinsichtlich der Wiedereinbaubarkeit bewertet.

Bodenschicht (anstehend)	Boden- gruppe nach DIN 18 196	Frostemp- findlichkeits- klasse	Verdichtbar- keitsklasse	Verdichtungs- grad ^{(1),(2)} D _{Pr} [%]	Einbauklasse nach LAGA
Oberboden	OH	F2	Keine bautechnische Wiederverwertung zulässig (vgl. BBodSchV)		k. A.
Feinsande, z.T. schluffig	SU, SU*	F1, F2, F3	V1, V2	97 - 100	k. A.
Mittelsand	SE, SU	F1	V1	98 - 100	k. A.
Mittel- bis Grobsand	SE, SU	F1, F2	V1	98 - 100	k. A.
Beckenablagerungen steif	SU*, ST*, TL, TM	F3	V2, V3	97 ⁽³⁾	k. A.

(1) Die Anforderung an die Proctordichte kann entsprechend dem geplanten Bauwerk oder dem angedachten Einsatz variieren,

(2) Bei dem Einbau bindiger und gemischtkörniger Böden (V2, V3) ist neben der Proctordichte auch ein Luftporenanteil von $n_a = 12\%$ einzuhalten (siehe auch ZTV E-StB),

(3) die Anforderungen gelten nur, sofern die Eignung dieser Böden und Einbaubedingungen gesondert untersucht und im Einvernehmen mit dem Auftraggeber festgelegt wurden,

Tabelle 5-2: Bautechnische Klassen zur Wiedereinbaubarkeit

Anhand der Verdichtbarkeitsklasse können das Arbeitsgerät, die empfohlene Anzahl an Übergängen sowie die Schütthöhe festgelegt werden. Grundsätzlich müssen diese Festlegungen allerdings auf den lokal anstehenden Baugrund sowie die spätere bautechnische Eignung abgestimmt werden.

Bis 1,00 m oberhalb des Leitungsscheitels sind lediglich leichte Verdichtungsgeräte zu verwenden (siehe ZTV E-StB).

Im Bereich von Rohrleitungszonen sind steinfreie, schluffarme und verdichtungsfähige Böden (Größtkorn von $\leq 22\text{mm}$, grobkörnige Böden nach DIN 18 196) einzubauen.

Die angetroffenen Sande sind bei einem Schluffanteil von weniger als 5,0 % zum Wiedereinbau in der Leitungs- und Verfüllzone geeignet. Es sind dabei die Vorgaben der ZTV E-StB 17 einzuhalten. Bei einem Schluffanteil von mehr als 5,0 % sind die Sande für den Einbau in der Verfüllzone geeignet.

Der Wiedereinbau feinkörniger Böden (Beckenablagerung) ist nach einer Konditionierung mit einem Mischbindemittel im Bereich der Verfüllzone möglich (siehe Abschnitt 6.2.5).

Die bautechnische Eignung ist im Vorfeld der Bauarbeiten in einem Versuchsfeld gemäß den technischen Prüfvorschriften (TP) BF StB zu verifizieren. Hierzu ist gemäß ZTV E-StB auch eine Arbeitsanweisung erforderlich.

5.4 Bodengruppen und -kennwerte

Aufgrund uns vorliegenden Versuchsergebnissen aus vergleichbaren Bodenarten sowie den Ergebnissen aus den durchgeführten Laborversuchen sind für erdstatische Berechnungen und Planungen die Werte der nachfolgenden Tabelle anzusetzen.

Hierbei ist zu berücksichtigen, dass es sich um charakteristische Kennwerte handelt und dass insbesondere die Steifigkeiten von Böden abhängig vom Spannungszustand des Bodens sind.

Bodenschicht	Boden- gruppe DIN 18 196	γ_k [kN/m ³]	γ'_k [kN/m ³]	φ'_k [°]	c'_k [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]
Oberboden, locker	OH	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
Feinsand, z.T. schluffig ^{(1),(2)} locker mitteldicht dicht	SU, SU*	17 18 19	9 10 10	23,0 - 26,0 26,0 - 30,0 30,0 - 32,0	0 0 0	15 - 20 20 - 50 50 - 80
Mittelsand, mitteldicht	SE, SU	18	10	32,0	0	60
Mittel- bis Grobsand locker mitteldicht dicht	SE, SU	17 18 18	9 10 10	31,0 34,0 36,0	0 0 0	20 60 100
Beckenablagerungen ⁽¹⁾ steif	SU*, ST*, TL, TM	20	10	24,0 - 28,0	7,5 - 15,0	3,5 - 7,0 ⁽³⁾

- 1) Unter Lasteinwirkung und / oder dynamischer Belastung kommt es zu einem Aufweichen und / oder Ausfließen. Sodann muss mit einer Verschlechterung der hier angegebenen Werte gerechnet werden.
- 2) Die angegebenen Wertebereiche gelten für stark (niedrige Werte) bis schwach schluffige Feinsande (größerer Wert),
- 3) Der höhere Wert von 7,0 MN/m² besitzt nur für die Ausprägung der Beckenablagerungen mit der Hauptbodenart Sand Gültigkeit.

Tabelle 5-3: Bodengruppen und -kennwerte (charakteristische Werte)

6 Verkehrsflächen

6.1 Vordimensionierung

Die Bemessung eines Oberbaus erfolgt bei Belastungsklassen $\leq Bk100$ im Allgemeinen gemäß der „Richtlinie für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen“ (vgl. Bearbeitungsunterlage i)). Die in der Richtlinie angegebenen Standardbauweisen und Schichtdicken setzen ein statisches Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MPa}$ auf dem Erdplanum (EPL) voraus. Zum Abschätzen der Höhenlage der geplanten Fahrbahnoberkante wird die aufgenommene Geländeoberkante berücksichtigt.

Für die Dimensionierung des Straßenkörpers in dem zu erschließenden Gewerbegebiet wird aufgrund der auftretenden Belastungen durch Schwerverkehr die Belastungsklasse **Bk10** angesetzt.

Das Erkundungsgebiet ist hinsichtlich der Tragfähigkeit der auf dem abgeschätzten Niveau des Erdplanums anstehenden Böden in zwei Bereiche zu gliedern:

- 1) **Bereich schwach schluffiger Sande** (zentrales und östliches Erschließungsgebiet: BS 6 bis BS 11),
- 2) **Bereich mit oberflächennah anstehenden Beckenablagerungen** und stark schluffigen Feinsanden (Nordwesten: BS 1 bis BS 4).

Die Abgrenzungen der beiden Bereiche sind anhand der durchgeführten Baugrundaufschlüsse abgeschätzt worden und in der **Anlage 1** eingezeichnet. Auf der Höhe der Planungsgradienten stehen im Bereich 2 schluffige bis stark schluffige Feinsande sowie feinkörnige Beckenablagerungen an. Diese Böden sind den Frostempfindlichkeitsklassen F2 und F3 zuzuordnen, so dass für die folgende Vordimensionierung des frostsicheren Oberbaus die Frostempfindlichkeitsklasse **F3** angesetzt wird.

Unter Berücksichtigung der Frostempfindlichkeitsklasse F3 ergibt sich unter der Belastungsklasse Bk10 eine Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus von $D_{\min} \geq 65 \text{ cm}$.

Gemäß der Tabelle 7 muss ein Mehrdickenzuschlag von 5 cm aufgrund der Lage des Bauvorhabens in der Frosteinwirkungszone II vorgesehen werden. Somit beträgt die Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus

$$D_{\min} \geq 70 \text{ cm.}$$

Aufgrund der bodenmechanischen Eigenschaften der im Bereich 2 anstehenden, gemischt- und feinkörnigen Böden ist, aufgrund von uns vorliegenden Erfahrungswerten aus vergleichbaren Bauvorhaben, davon auszugehen, dass der auf dem Erdplanum geforderte Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MPa}$ auf ohne weitere Maßnahmen in dem Bereich 2 nicht erreicht wird.

Sobald der Verlauf der Straße planerisch festgelegt worden ist, sollten durch ergänzende Kleinbohrungen (bis 2,00 m Tiefe) die Bereiche der geplanten Straße, welche in dem Bereich 2 liegen, genau identifiziert werden.

Nachdem der anstehende Boden bis auf die Planumsebene abgetragen worden ist, empfehlen wir, im **Bereich 2** mit einem Mischbindemittel eine **Bodenverbesserung nach ZTV E-StB** in einer Mächtigkeit von 0,50 m ausgehend von der Höhe des Erdplanums durchzuführen, um eine ausreichende Tragfähigkeit auf dem Erdplanum zu erreichen. Hinsichtlich des bei der Bodenverbesserung erforderlichen Bindemittelgehalts sind die gemischtkörnigen, stark schluffigen Feinsande und die feinkörnigen Beckenablagerungen zu unterscheiden (siehe Abschnitt 6.2.2).



In der nachfolgenden Tabelle 6-1 erfolgt die Angabe eines frostsicheren Oberbaus für eine Asphaltbauweise (vgl. Bearbeitungsunterlage i) Tafel 1, Zeile 1). Die in der Spalte „Anforderung“ genannten Regelwerke definieren die Anforderungen an das Material und den Einbau der jeweiligen Schicht.

Asphaltbauweise in Anlehnung an Tafel 1, Zeile 1 - Belastungsklasse Bk10		
Schichtbezeichnung	Anforderung	Stärke [cm]
Asphaltdeckschicht Empfehlung Mischgut: AC 11 D S Empfehlung Bindemittel: 25/55-55A	ZTV-Asphalt StB	3,5
Asphaltbinderschicht Empfehlung Mischgut: SMA 16 B S Empfehlung Bindemittel: 10/40-65A	ZTV-Asphalt-StB i. V. m. H AI ABi	8,5
Asphalttragschicht Empfehlung Mischgut: AC 22 T S Empfehlung Bindemittel: 30/45	ZTV Asphalt-StB	14,0*
Frostschuttschicht, obere Lage** <u>Material:</u> - Mineralgemisch STS 0/32 mm**	$E_{v2} \geq 120,0 \text{ MPa}$ ($D_{Pr} = 103 \%$) ZTV SoB-StB TL SoB-StB	30,0
Frostschuttschicht, untere Lage <u>Material:</u> - Schicht aus frostunempfindlichem Material (SfM)	$D_{Pr} = 100 \%$ ZTV SoB-StB ZTV E-StB	14,0
Erdplanum / Bodenverbesserung	$E_{v2} \geq 45,0 \text{ MN/m}^2$ $D_{Pr} \geq 100 \%$ / 97 % ZTV E-StB	(50,0***)
GESAMT		70,0

*) Bautechnisch ist möglicherweise ein zweilagiger Einbau erforderlich und somit das zusätzliche Aufbringen einer Bitumenemulsion (C60BP4-S, nach TL BE-StB 15) zwischen den Tragschichtlagen zur Herstellung eines ausreichenden Schichtenverbundes.

**) Mit den Mindestanforderungen einer Schottertragschicht 0/32 gemäß TL SoB-StB, Bild C.1.

***) Darf bei der Gesamtmächtigkeit des frostsicheren Oberbaus nicht berücksichtigt werden.

Tabelle 6-1: Angabe des frostsicheren Oberbaus in Anlehnung an die RStO 12

Hinweise:

Bei einem fachgerechten Einbau und der Verwendung von güteüberwachten Materialien kann das erforderliche Verformungsmodul auf der oberen Lage der Frostschuttschicht von 120,0 MPa erreicht werden. Ein Befahren der Oberkante der Frostschuttschicht durch den Asphaltfertiger bzw. durch Anliefersattelzüge ist aufgrund der Körnung 0/32 ebenfalls gewährleistet.

Abweichende Bauweisen, der Ansatz einer anderen Belastungsklasse usw. sollten mit dem aufstellenden Gutachter abgestimmt werden. Um die Anforderungen hinsichtlich der Tragfähigkeiten der eingebauten Böden zu erfüllen, ist eine Güteüberwachung der Baustoffe, insbesondere des Frostschuttschichtmaterials, erforderlich. Die Anforderungen an die bitumengebundenen Oberbauschichtungen sind der ZTV Asphalt-StB 07/13 zu entnehmen.

Die Verdichtung einzubauender Böden sollte laufend stichprobenartig entsprechend den Vorgaben gültiger Regelwerke überprüft werden.

Es ist ein Testfeld für die Bereiche 1 und 2 gemäß TP BF-StB und der ZTV E-StB zur Festlegung der Arbeitsweise herzustellen.

6.2 Hinweise zur Bauausführung

6.2.1 Allgemeine Hinweise

- Bei Beginn der Verdichtungsarbeiten ist durch den Auftragnehmer im Rahmen von Probefeldern nachzuweisen, dass die Anforderungen an den Verdichtungsgrad mit dem gewählten Arbeitsverfahren erreicht werden (vgl. ZTV E-StB),
- die Überwachung und Qualitätssicherung des Erdbaus hat nach den Vorgaben gültiger Regelwerke zu erfolgen und ist laufend stichprobenartig im Umfang der Eigenüberwachungsprüfungen zu gewährleisten,
- es sind die Hinweise der ZTV SoB-StB, der ZTV A sowie der ZTV E-StB und der ZTV Asphalt-StB zu beachten
- **die Erdbauarbeiten sind durch ein fachtechnisches Büro / Prüfstelle zu begleiten / überwachen,**
- **die Aushub- und Gründungssohlen sind nach DIN 4 020 abzunehmen.**

6.2.2 Kanalbau

- Bei der Herstellung der Leitungsgräben sind die Vorgaben für Böschungen und Verbau der DIN 4124 zu beachten. Böschungen sind mit einer Neigung von 45° herzustellen,
- der Arbeitsschutz und die allgemeinen Hinweise der DIN EN 13 331 sind zu beachten,
- die im Bereich des Erkundungsgebiets erbohrten Sande (Bereich 1) eignen sich für eine Gründung der Leitungssysteme,
- im Bereich von feinkörnigen Beckenablagerungen (Bereich 2) sind diese bis 0,30 m unterhalb der Leitungssohle auszukoffern,
- anschließend soll der Leitungsgraben bis zum Höhenniveau der Leitungssohle mit einem schluffarmen, grobkörnigen Boden ($D < 22$ mm) aufgefüllt werden. Nach der Verdichtung des Austauschmaterials kann der Kanal direkt auf dem Bodenaustauschmaterial gebettet werden (das Material ist in Absprache mit dem Rohrhersteller auszuwählen und die Hinweise der ZTV A-StB sind zu beachten),
- das Austauschmaterial und das Material für den Einbau in der Leitungs- und in der Verfüllzone sind so entweder so zu wählen, dass die Filterstabilität zu dem anstehenden Boden gewährleistet ist oder es ist eine dauerhafte Trennung dieser Bodenschichten durch ein Vlies (mindestens GRK 3) erforderlich,
- grobkörnige Böden in der Auflagerzone sind ggf. mindestens bis auf eine mitteldichte Lagerung zu verdichten,
- grundsätzlich ergeben sich die Anforderungen hinsichtlich des Verdichtungsgrades aus den Vorgaben der ZTV E-StB 17 und sind abhängig von den Höhenlagen der einzubringenden Schichtungen über den Rohrleitungen,
- im Bereich der gesamten Leitungszone sind steinfreie, schluffarme und verdichtungsfähige Böden (Bodenklassen SE, SW oder SI) mit einem Größtkorn von ≤ 22 mm einzubauen,
- die Herstellervorgaben der Bauteile sind zu beachten,
- die ausgekofferten feinkörnigen Beckenablagerungen können mit einem Mischbindemittel konditioniert und in der Verfüllzone, wieder eingebaut werden. Hieraus ergibt sich eine Minimierung der abzufahrenden Böden,

- die Oberkante der verfüllten Bereiche kann anschließend bei der Errichtung der Fahrbahnen als Planum dienen.
- **„Die Eignung der Böden für die Bodenbehandlung [...] ist in Abhängigkeit vom verwendeten Bindemittel anhand einer Eignungsprüfung nachzuweisen“** (siehe Merkblatt für Bodenverfestigungen und Bodenverbesserungen mit Bindemitteln, Hrsg. FGSV),
- Im Falle der Konditionierung feinkörniger Böden mit einem Mischbindemittel ist ein Versuchsfeld mit Einbauempfehlung gemäß ZTV E-StB und TP BF-StB zur Verifizierung der entsprechend gewählten Geräte und Bauabläufe auszuführen,
- die Erarbeitung eines Prüfplanes zur Darstellung des erforderlichen Umfangs der Eigenüberwachung und Kontrollprüfung zur Gewährleistung einer ausreichenden Qualitätssicherung ist erforderlich,
- **die Kanalbauarbeiten sind durch ein fachtechnisches Büro / Prüfstelle zu begleiten / überwachen,**
- es sind die Hinweise und Vorgaben der ZTV A-StB zu beachten.

6.2.3 Erdplanum

- Nach dem Abschieben des Oberbodens im Bodenbereich 1 sind ggf. aufgelockerte anstehende Sande nachzuverdichten,
- aufgeweichte Böden im Bereich der Planumsgadien sind auszukoffern oder mit einem Mischbindemittel zu konditionieren (z.B. mittels Anbauseparator),
- nachdem, im Verlauf der weiteren Planung, der Verlauf der Erschließungsstraßen festgelegt worden ist, sollte der Übergang zwischen den verschiedenen Untergründen (Beckenablagerungen und Sand) durch ergänzende Kleinbohrungen nach DIN EN ISO 22 475 bis zu einer Tiefe von 2,00 m erkundet werden,
- die empfohlene, Bodenverbesserung ist in den ZTV E-StB 17 definiert,
- vor Beginn der Erdarbeiten sind **zwei Eignungsprüfungen gemäß TP BF-StB** für die Bodenverbesserung im Bereich 2 zu erarbeiten, um unter anderem den notwendigen Bindemittelgehalt sowohl für die stark schluffigen, bindigen Feinsande, als auch für die feinkörnigen Beckenablagerungen zu ermitteln,

- eine ausreichende Querneigung und Entwässerung des Planums sind zu berücksichtigen,
- auf dem Planum ist ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45$ MPa nachzuweisen,
- Erdarbeiten im Planumbereich sind durch das aufstellende Büro zu begleiten.

6.2.4 Frostschutzschicht und Schicht aus frostunempfindlichem Material

- Als Material für die Frostschutzschicht kommt nur eine güteüberwachte, natürliche Gesteinskörnung 0/32 mm mit den Mindestanforderungen einer Schottertragsschicht, gemäß den TL SoB-StB, Bild C.1, in Betracht,
- es sind die in der Tabelle 6-1 genannten Anforderungen an den Verdichtungsgrad, die Verformungsmoduln und die Materialbeschaffenheit einzuhalten,
- Bei dem Einbau der Frostschutzschicht ist der in der zugehörigen Eignungsprüfung angegebene optimale Einbauwassergehalt näherungsweise einzuhalten,
- ein Befahren der Oberkante der Frostschutzschicht durch den Fertiger bzw. durch Anliefersattelzüge ist aufgrund der Körnung 0/32 gewährleistet,
- es sind die Hinweise der ZTV SoB-StB zu beachten.
- die untere Lage der Frostschutzschicht wird als Schicht aus frostunempfindlichem Material (SfM) ausgeführt,
- für die Schicht aus frostunempfindlichem Material sind Böden der Frostempfindlichkeitsklasse F1, zum Beispiel der Bodengruppen SE, SI oder SW, zu verwenden.

6.2.5 Asphaltdeckungen

- Das aufgeführte Asphaltkonzept berücksichtigt die einschlägigen Regelwerke RStO 12 sowie ZTV Asphalt-StB 07/13,
- zur Generierung eines ausreichenden Schichtenverbundes, sind die frischen Asphaltdeckungen vor dem Einbau der jeweils nächsten Asphaltdeckungs mit einer polymermodifizierten Bitumenemulsion (C60BP4-S) gemäß TL BE-StB 15 vollflächig anzuspritzen. Vor dem Einbau der nächsten Schicht muss die Emulsion vollständig gebrochen sein. Alternativ kann das Einbauverfahren „heiß auf heiß“ oder „heiß auf warm“ unter Berücksichtigung eines Haftklebers angestrebt werden,
- die Asphaltdeck- und die Asphaltbinderschicht sind mit polymermodifiziertem Bitumen herzustellen (vgl. Tabelle 6-1), während die Asphalttragschicht mit einem Straßenbaubitumen (30 / 45) zu errichten ist. Die Asphaltdeck- (AC 11 D S) und die Asphalttragschicht (AC 22 T S) sind als Asphaltbeton herzustellen und die Asphaltbinderschicht (SMA 16 B S) ist als Splittmastixasphalt zu bauen.
- der Asphalteinbau ist durch das aufstellende Büro zu begleiten,
- die Anforderungen an die bitumengebundenen Oberbauschichtungen sind der ZTV Asphalt-StB 07/13 zu entnehmen.

7 Gewerbebebauung

7.1 Allgemeine Gründungsempfehlung

Die Gründung von Gebäuden und sonstigen Hochbauwerken kann in den erkundeten Sanden mit ausreichender Mächtigkeit (Bereich 1) flach erfolgen. Im Übergangsbereich zu den Beckenablagerungen, zum Beispiel im Bereich der Bohrung BS 6, können, je nach der Größe der Einwirkungen, bereits signifikante Setzungen auftreten.

Im Bereich der oberflächennah anstehenden Beckenablagerungen (Bereich 2) können typische Gewerbebauten wie z. B. Lagerhallen voraussichtlich nur durch den Einsatz von tiefreichenden Bodenverbesserungsmaßnahmen oder über Pfähle sicher gegründet werden.

Im Rahmen der hier aufgeführten, orientierenden Berechnungswerte wurden Grundbruch- und Setzungsberechnungen für nicht unterkellerte Gebäude im Übergangsbereich der Sande zu den Beckenablagerungen und im Bereich 1 (Sande) betrachtet.

Zur Ermittlung des Bemessungswertes des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$, der im Rahmen einer Vorentwurfsplanung angesetzt werden kann, wurden Grundbruch- und Setzungsberechnungen anhand der Baugrundsichtungen der Bohrung BS 6 und BS 7 für nicht unterkellerte Gebäude durchgeführt.

Der Bemessungswert des Sohlwiderstands wurde zur Minimierung der Setzungen bei $\sigma_{R,d} = 300,00 \text{ kN/m}^2$ (Übergangsbereich) bzw. $\sigma_{R,d} = 450 \text{ kN/m}^2$ (Bereich 1) begrenzt.

Der Bemessungswert des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ muss im Rahmen der Tragwerksplanungen mit dem Bemessungswert der Sohldruckbeanspruchung $\sigma_{E,d}$ verglichen werden, der sich aus den teilsicherheitsbehafteten Bemessungslasten (ständig, veränderlich) des Bauwerkes ergibt.

Die Berechnungsergebnisse für quadratische Einzelfundamente mit 2,00 m Seitenlänge können der nachfolgenden Tabelle 7-1 entnommen werden.

Bohrung	Fundamentform	Abmessungen a · b [m]	$\sigma_{R,d}^{*)}$ [kN/m ²]	Setzungen S _{max} [cm]
BS 6	Einzelfundament	2,00 · 2,00	300,00	≤ 2,0
BS 7	Einzelfundament	2,00 · 2,00	450,00	≤ 1,5

*) Der Bemessungswert des Sohlwiderstands wurde rechnerisch zur Minimierung der Setzungen begrenzt.

Tabelle 7-1: Ergebnisse der vorläufigen Grundbruch- und Setzungsberechnungen

Die ermittelten Setzungen stellen sich bei der vollständigen Ausnutzung des Sohlwiderstands ein.

Hinweis:

Die Vorbemessung des Bemessungswerts des Sohlwiderstandes sowie den darunter auftretenden Setzungen basiert auf den vorliegenden Bohrergebnissen sowie den beschriebenen Annahmen. Im Rahmen einer Gebäudeplanung reicht der Untersuchungsumfang gemäß DIN EN 1 997-2 jedoch nicht aus. Hierfür sind weiterführende Baugrunderkundungen im Bereich der geplanten Bebauung sowie auf dieser Grundlage erneute Berechnungen unter Berücksichtigung genauerer Gebäudeabmessungen und Lastangaben erforderlich.

7.2 Hinweise zur Bauausführung

- Der anstehende Oberboden muss im gesamten Bereich einer geplanten Bebauung vollständig abgeschoben werden und ist einer geeigneten Verwertung zuzuführen,
- der Oberboden eignet sich bodenmechanisch grundsätzlich zur Wiederverwendung als Andeckmaterial und ist bis zur Wiederverwendung möglichst witterungsgeschützt zu lagern (Bodenmiete mit Neigung mind. 1 : 1, Dammkrone geneigt ausbilden, Böschungsbereiche und Dammkrone glatt ziehen),
- Die Aushub- und Gründungssohlen sind eben herzustellen. Unterschiedlich tiefe Bereiche sind unter 45° abzuböschern,
- unterhalb sämtlicher Gründungselemente (Streifen- und Einzelfundamente, Sohlplatte) ist eine Sauberkeitsschicht aus Magerbeton in einer Stärke von $d \geq 5$ cm einzubauen, um die Betondeckung zu erhöhen und um Zwangsspannungen abzubauen (z. B. infolge von Hydrationswärme),
- Fundamentbaugruben sind vor einem starken Zufluss von Niederschlagswasser zu schützen bzw. zeitnah zu schließen, da sich die Tragfähigkeitseigenschaften der gemischt- und feinkörnigen Böden unter Wassereinfluss stark verschlechtern,
- die Fundamente sind in den anstehenden Fein- und Mittelsanden zu gründen. Ggf. vorhandene organische Lagen oder aufgeweichte Bereiche sind auszukoffern und durch ein geeignetes Bodenersatzmaterial zu ersetzen,

- als Bodenersatz eignen sich grobkörnige und steinfreie Böden der Bodengruppen SE, SW, SI sowie GW und GI mit einem Schluffanteil von $< 5\%$ (Lieferkörnung),
- Bodenersatz- oder Austauschmaterial ist in Lagen von $\leq 0,25$ m einzubauen und lagenweise auf eine mindestens mitteldichte Lagerung ($D_{Pr} \geq 97\%$) zu verdichten,
- für die Verdichtungsprüfung nachverdichteter oder eingebauten Böden empfiehlt sich die baubegleitende Durchführung von dynamischen Lastplattendruckversuchen sowie die Entnahme von ungestörten Zylinderproben oder das Bodenersatzverfahren (Densitometer) nach DIN 18 125 zur Überprüfung der labormäßig ermittelten Proctordichte nach DIN 18 127,
- **für die geplanten Gebäude sind standortbezogene, ergänzende Baugrunduntersuchungen durchzuführen, um die in diesem Bericht bezifferten Sohlwiderstände zu verifizieren, bzw. um diese in Bezug auf die statischen Erfordernisse optimieren zu können,**
- **die Erdarbeiten sind durch das aufstellende Büro zu begleiten und die Aushub- und Gründungssohlen sind nach DIN 4 020 abzunehmen.**

8 Zusammenfassung

Für die Erschließung des Bebauungsplangebietes Nr. 15 in Soltau sollte der Untergrund erkundet und bewertet werden. Hierzu erhielt das aufstellende Büro am 14. Mai 2019 durch die AWS mbH Soltau den Auftrag.

Vom 11. bis zum 13. Juni sind auftragsgemäß elf Kleinbohrungen (BS) nach DIN EN ISO 22 475 (NW 80 mm) und elf leichte Rammsondierungen (DPL) nach DIN EN ISO 22 476 bis zu einer Endteufe von maximal 5,00 m niedergebracht worden.

Der geologische Untergrund kann im Wesentlichen in die Bereiche 1 und 2 unterteilt werden. Der Bereich 1 im östlichen Teil des Bebauungsplangebietes besteht aus glazifluviatilen Ablagerungen Saale-Kaltzeit, während der Bereich 2 im Westen durch Beckenablagerungen, ggf. mit geringer Sandüberdeckung, gekennzeichnet ist.

Es sind Bodenproben der verschiedenen Baugrundhorizonte einer Analytik nach LAGA TR Boden zur abfallrechtlichen Deklaration zugeführt worden. Mischproben des Oberbodens sind für die Untersuchung nach der Bundesbodenschutzverordnung (Vorsorgewerte) eingeschickt worden. Die Analyseergebnisse lagen zum Zeitpunkt der Berichterstellung noch nicht vor und werden nach Erhalt umgehend bewertet und an den Auftraggeber übermittelt.

Die Anforderungen für die Versickerung von Niederschlagswasser nach dem Arbeitsblatt DWA-A 138 werden in Hinsicht auf die Wasserdurchlässigkeit und auf den Sickerraum der anstehenden Böden nur im Bereich der anstehenden Sande (Bereich 1) erfüllt.

Aus den Angaben aus der Bodenansprache sind die Homogenbereiche für ausschreibungstechnische Zwecke angegeben worden.

Für den Ausbau der Erschließungsstraßen ist ein Oberbau gemäß den Vorgaben der RStO 12 vordimensioniert worden. Dabei ist im Bereich 2, in dem feinkörnige Beckenablagerungen bzw. gemischtkörnige, stark schluffige Feinsande anstehen, eine Bodenverbesserung nach ZTV E-StB 17 erforderlich, um eine ausreichende Tragfähigkeit des Erdplanums zu erreichen.

Für die geplante Gewerbebebauung wurde eine allgemeine Gründungsempfehlung erarbeitet und eine zwei exemplarische Setzungsberechnungen anhand unterschiedlicher Baugrundsichtungen durchgeführt.

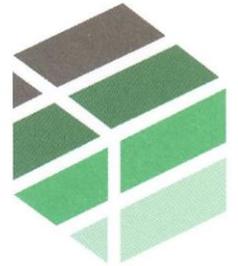
Im Bereich der Beckenablagerungen werden zur Gründung von Lagerhallen o. ä. Maßnahmen zur Bodenverbesserung erforderlich oder es sind Tiefgründungen über Pfähle vorzusehen.

Entsprechend den vielfältigen Wechselbeziehungen zwischen Baugrund und Bauwerk ist das Gutachten nur in seiner Gesamtheit verbindlich. Änderungen in den Bearbeitungsunterlagen und vom Gutachten abweichende Bauausführungen bedürfen deshalb stets der Überprüfung und der Zustimmung des Gutachters.

Baugrundaufschlüsse basieren auch bei Einhaltung der nach den gültigen Vorschriften vorgegebenen Rasterabstände zwangsläufig auf punktuellen Aufschlüssen, so dass eine exakte Aussage über den Baugrund nur für den jeweiligen Untersuchungspunkt möglich ist. Da Abweichungen von den vorstehend beschriebenen Verhältnissen zwischen den Ansatzpunkten nicht völlig ausgeschlossen werden können, basieren hier getroffene Bewertungen zwangsläufig auf Wahrscheinlichkeitsaussagen.

Die Ingenieurgesellschaft Dr.-Ing. Michael Beuße mbH behält sich daher eine Überprüfung der Gründungssituation im Zuge einer förmlichen Abnahme der Aushub- und Gründungssohlen (nach DIN 4 020 gefordert), gegebenenfalls auch ergänzende Ausführungshinweise vor.

Wird im Zuge der Auskofferungsarbeiten ein anderer als im Gutachten dargestellter Aufbau des Untergrunds angetroffen, ist unser Büro unverzüglich zu benachrichtigen und durch den Gutachter eine Bestandsaufnahme vor Ort durchzuführen.



Das Baugrundgutachten gilt für das in Abschnitt 3 angegebene Objekt im Zusammenhang mit den Projektdaten. Eine Übertragung der Untersuchungsergebnisse auf andere Projekte ist ohne Zustimmung der Ingenieurgesellschaft Dr.-Ing. Michael Beuße mbH nicht zulässig.

Für Rückfragen im Zusammenhang mit unseren Untersuchungen und der Erstellung dieses Gutachten stehen wir jederzeit zur Verfügung.

Ingenieurgesellschaft Dr.-Ing. Michael Beuße mbH



Dr.-Ing. Michael Beuße

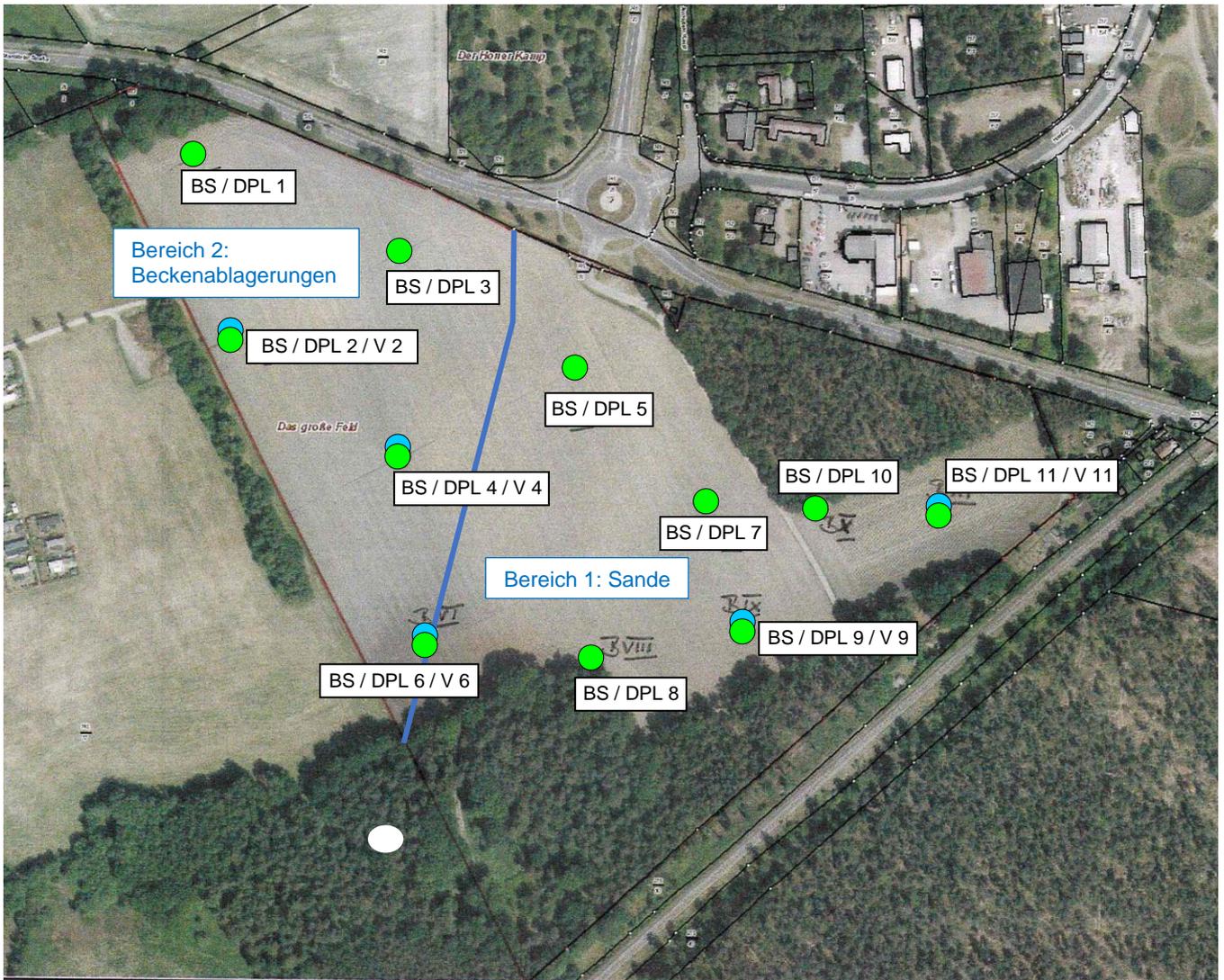
H. Kedenburg
Dipl.-Geol. Henning Kedenburg

Verteiler:

- AWS mbH Soltau, Herr Ziegler

2- fach in Berichtsform

1- fach digital im pdf-Format



LEGENDE:

- BS / DPL 1 Kleinbohrung BS 1 nach DIN EN ISO 22 475 (NW 80 mm) und Rammsondierung DPL 1 nach DIN EN ISO 22 476
- V 2 in-situ Versickerungsversuch V 2 nach Heitfeld et. al.
- abgeschätzte Lage der Grenze zwischen den verschiedenen Bodenbereichen



Ingenieurgesellschaft
Dr.-Ing. Michael Beußé mbH

Elsterbogen 18 21255 Tostedt
Tel.: 04182 - 28770 Fax.: 04182 - 28 77 28
www.dr-beusse.de

Projekt: 19 - 16073 Verzeichnis: U:\Proj19\19-16073\CAD

Auftraggeber:

AWS mbH Soltau

Projekt:

**BVH B-Plan Harber Nr. 15,
in Soltau**

Darstellung:

Lageplan

Bearbeiter:
HK

Anlage:
1

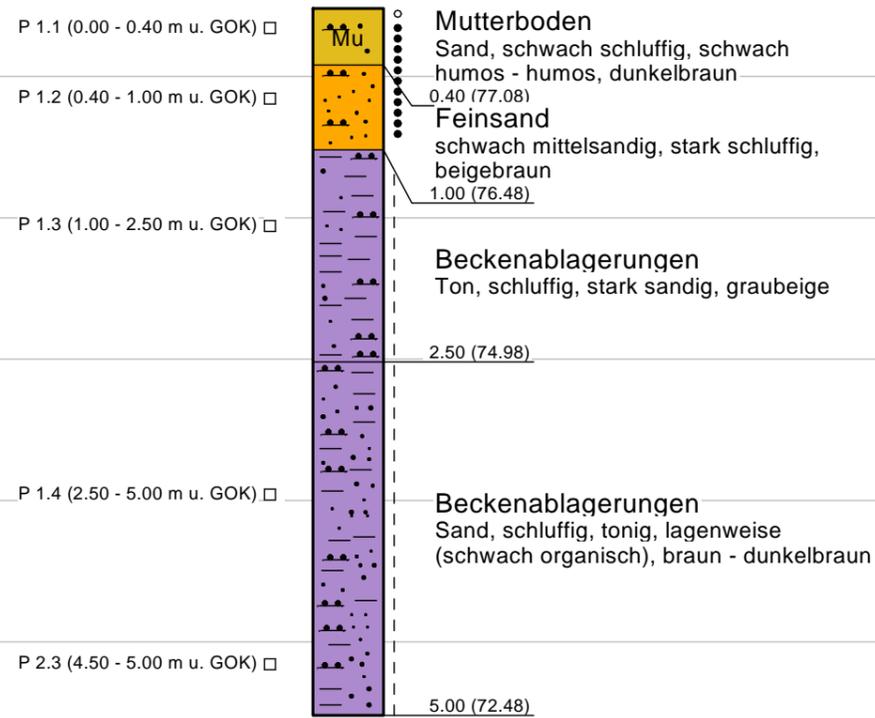
Zeichner:
HK

Datum:
26.06.2019

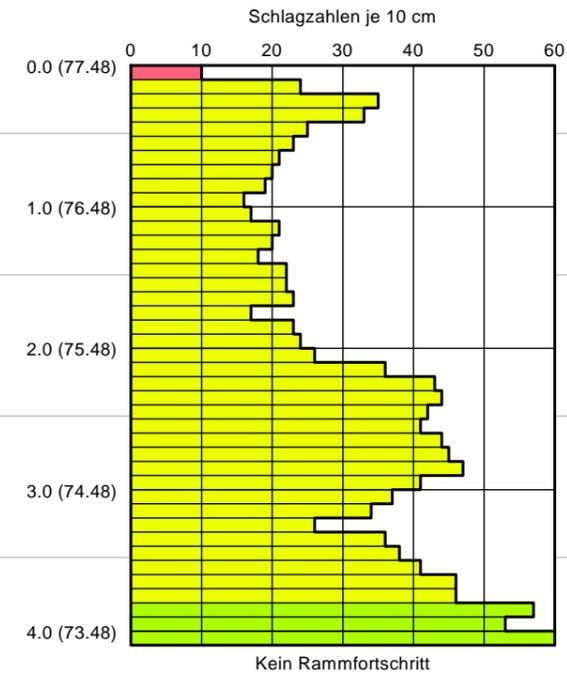
Maßstab:
o. M.



BS 1 77,48 m NN



DPL 1 77,48 m NN



Tiefe [m]	N ₁₀	Tiefe [m]	N ₁₀
0.10	10	2.60	41
0.20	24	2.70	44
0.30	35	2.80	45
0.40	33	2.90	47
0.50	25	3.00	41
0.60	23	3.10	37
0.70	21	3.20	34
0.80	20	3.30	26
0.90	19	3.40	36
1.00	16	3.50	38
1.10	17	3.60	41
1.20	21	3.70	46
1.30	20	3.80	46
1.40	18	3.90	57
1.50	22	4.00	53
1.60	22	4.10	63
1.70	23	4.20	0
1.80	17	4.30	0
1.90	23	4.40	0
2.00	24	4.50	0
2.10	26	4.60	0
2.20	36	4.70	0
2.30	43	4.80	0
2.40	44	4.90	0
2.50	42	5.00	0

	sehr locker
	locker
	mitteldicht
	dicht
	sehr dicht

	steif		Mutterboden		Feinsand
	locker		Sand		Beckenablagerungen
	mitteldicht				

BS - Kleinbohrung nach DIN EN ISO 22 475 - NW 80 mm
 DPL - Leichte Rammsondierung nach DIN EN ISO 22 476

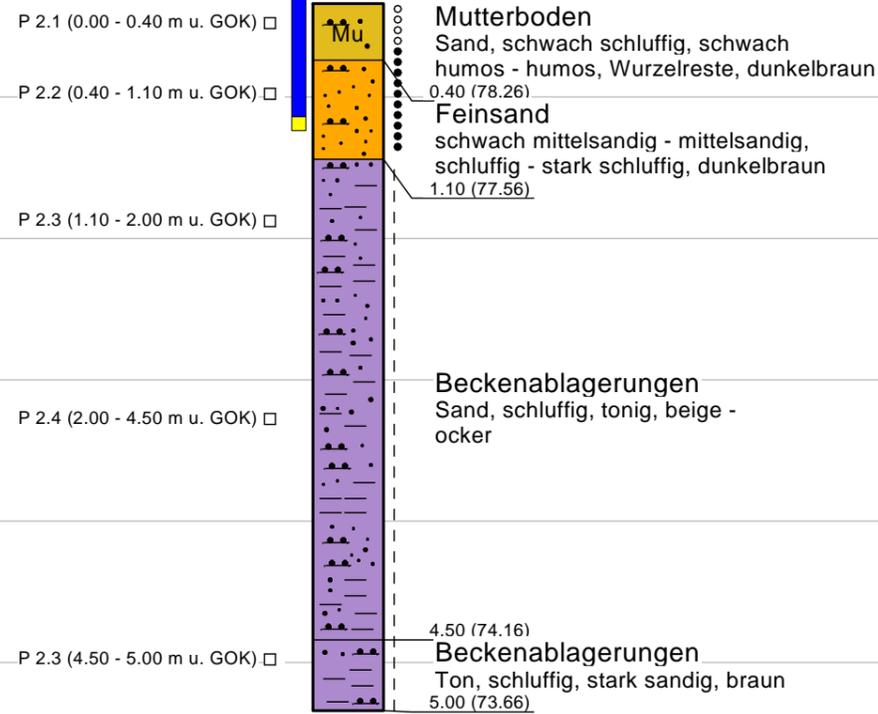
Ingenieurgesellschaft Dr.-Ing. Michael Beuße mbH Elsterbogen 18 21255 Tostedt Tel.: 04182 - 28770 Fax.: 04182 - 287728 www.dr-beusse.de	Projekt : BVH B-Plan Harber Nr. 15	Anlage : 2.1
	Auftraggeber : AWS mbH Soltau	Bericht : 19 - 16073
		Maßstab (L/H) : - / 1 : 50
		Datum : 26.06.2019

Säulen- und Rammdiagramm BS / DPL 1



BS 2 / V 2

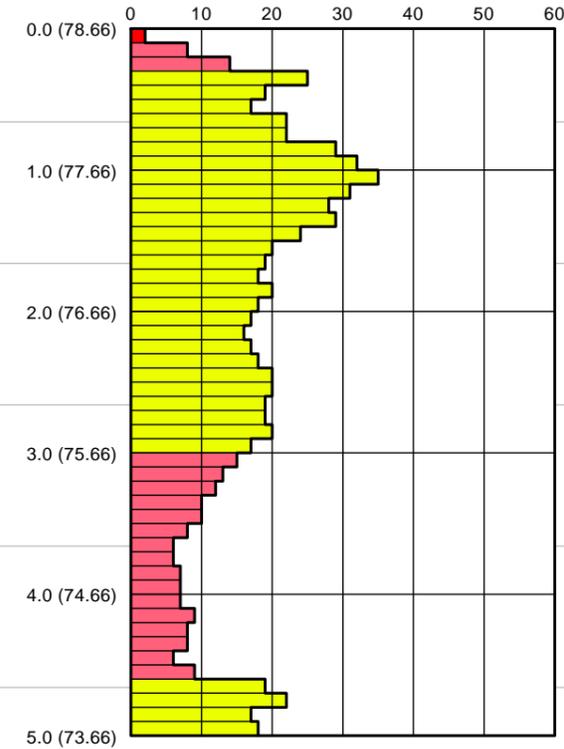
78,66 m NN



DPL 2

78,66 m NN

Schlagzahlen je 10 cm



Tiefe [m]	N ₁₀	Tiefe [m]	N ₁₀
0.10	2	2.60	20
0.20	8	2.70	19
0.30	14	2.80	19
0.40	25	2.90	20
0.50	19	3.00	17
0.60	17	3.10	15
0.70	22	3.20	13
0.80	22	3.30	12
0.90	29	3.40	10
1.00	32	3.50	10
1.10	35	3.60	8
1.20	31	3.70	6
1.30	28	3.80	6
1.40	29	3.90	7
1.50	24	4.00	7
1.60	20	4.10	7
1.70	19	4.20	9
1.80	18	4.30	8
1.90	20	4.40	8
2.00	18	4.50	6
2.10	17	4.60	9
2.20	16	4.70	19
2.30	17	4.80	22
2.40	18	4.90	17
2.50	20	5.00	18

Legende DPL

- sehr locker
- locker
- mitteldicht
- dicht
- sehr dicht

		Mutterboden		Feinsand
		Sand		Beckenablagerungen

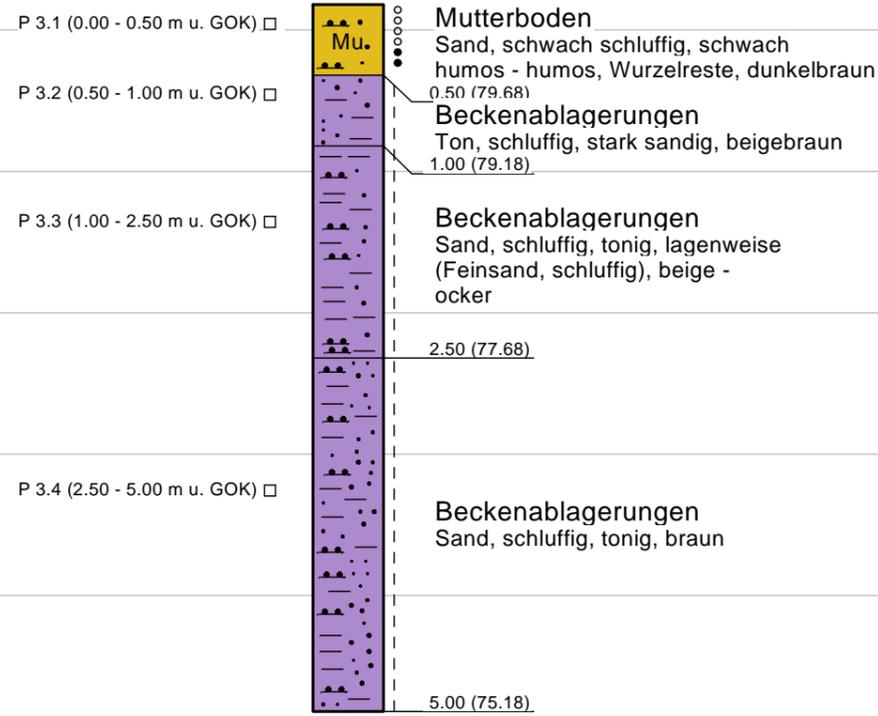
V2 - in-situ Versickerungsversuch V2 nach Heitfeld et al.
 BS - Kleinbohrung nach DIN EN ISO 22 475 - NW 80 mm
 DPL - Leichte Rammsondierung nach DIN EN ISO 22 476

Ingenieurgesellschaft Dr.-Ing. Michael Beuße mbH  Elsterbogen 18 Tel.: 04182 - 28770 21255 Tostedt Fax.: 04182 - 287728 www.dr-beusse.de	Projekt : BVH B-Plan Harber Nr. 15	Anlage : 2.2
	Auftraggeber : AWS mbH Soltau	Bericht : 19 - 16073
		Maßstab (L/H) : - / 1 : 50
		Datum : 26.06.2019

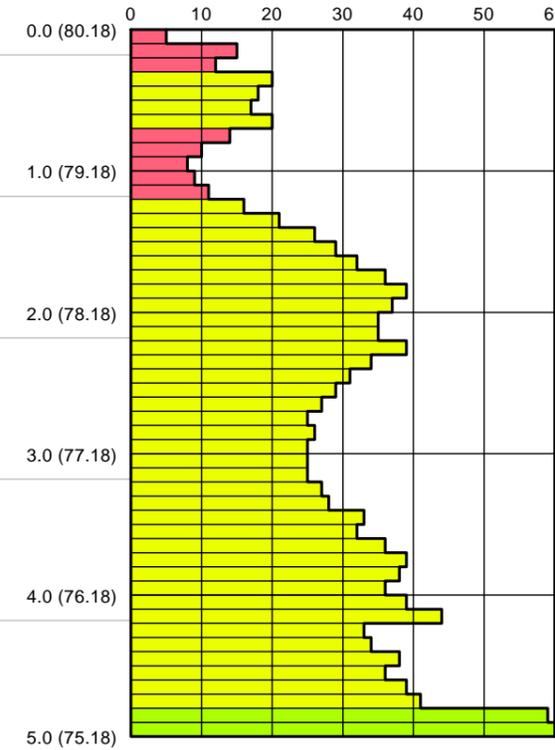
Säulen- und Rammdiagramm BS / DPL 2

m NN
82
81
80
79
78
77
76
75
74
73

BS 3 80,18 m NN



DPL 3 80,18 m NN Schlagzahlen je 10 cm



Tiefe [m]	N ₁₀	Tiefe [m]	N ₁₀
0.10	5	2.60	29
0.20	15	2.70	27
0.30	12	2.80	25
0.40	20	2.90	26
0.50	18	3.00	25
0.60	17	3.10	25
0.70	20	3.20	25
0.80	14	3.30	27
0.90	10	3.40	28
1.00	8	3.50	33
1.10	9	3.60	32
1.20	11	3.70	36
1.30	16	3.80	39
1.40	21	3.90	38
1.50	26	4.00	36
1.60	29	4.10	39
1.70	32	4.20	44
1.80	36	4.30	33
1.90	39	4.40	34
2.00	37	4.50	38
2.10	35	4.60	36
2.20	35	4.70	39
2.30	39	4.80	41
2.40	34	4.90	59
2.50	31	5.00	60

Legende DPL

- sehr locker
- locker
- mitteldicht
- dicht
- sehr dicht

- steif
- locker
- mitteldicht
- Mutterboden
- Beckenablagerungen

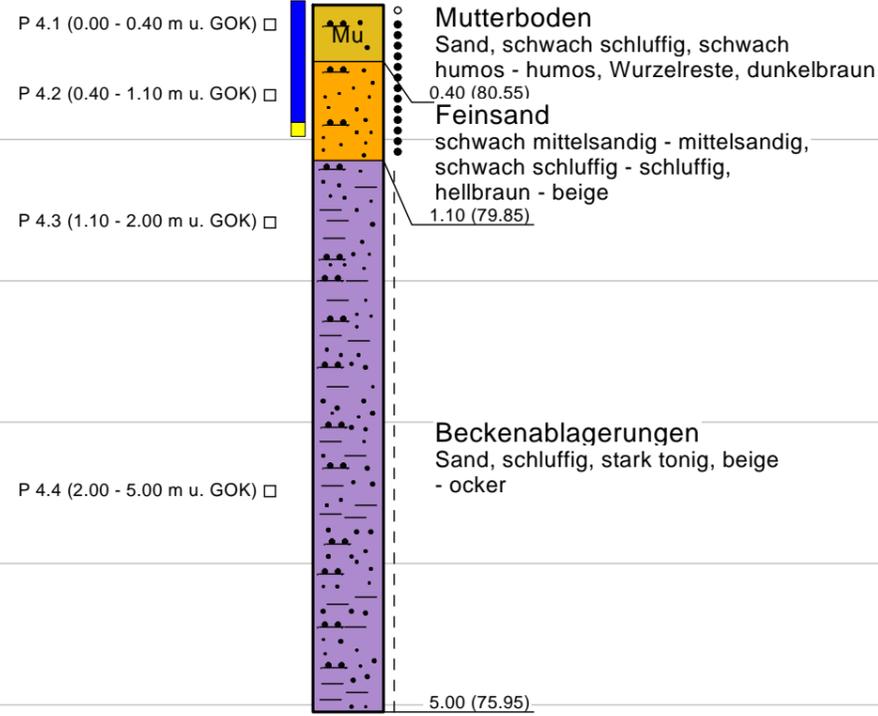
BS - Kleinbohrung nach DIN EN ISO 22 475 - NW 80 mm
 DPL - Leichte Rammsondierung nach DIN EN ISO 22 476

 Ingenieurgesellschaft Dr.-Ing. Michael Beuße mbH Elsterbogen 18 Tel.: 04182 - 28770 21255 Tostedt Fax.: 04182 - 287728 www.dr-beusse.de	Projekt : BVH B-Plan Harber Nr. 15	Anlage : 2.3
	Auftraggeber : AWS mbH Soltau	Bericht : 19 - 16073
		Maßstab (L/H) : - / 1 : 50
		Datum : 26.06.2019

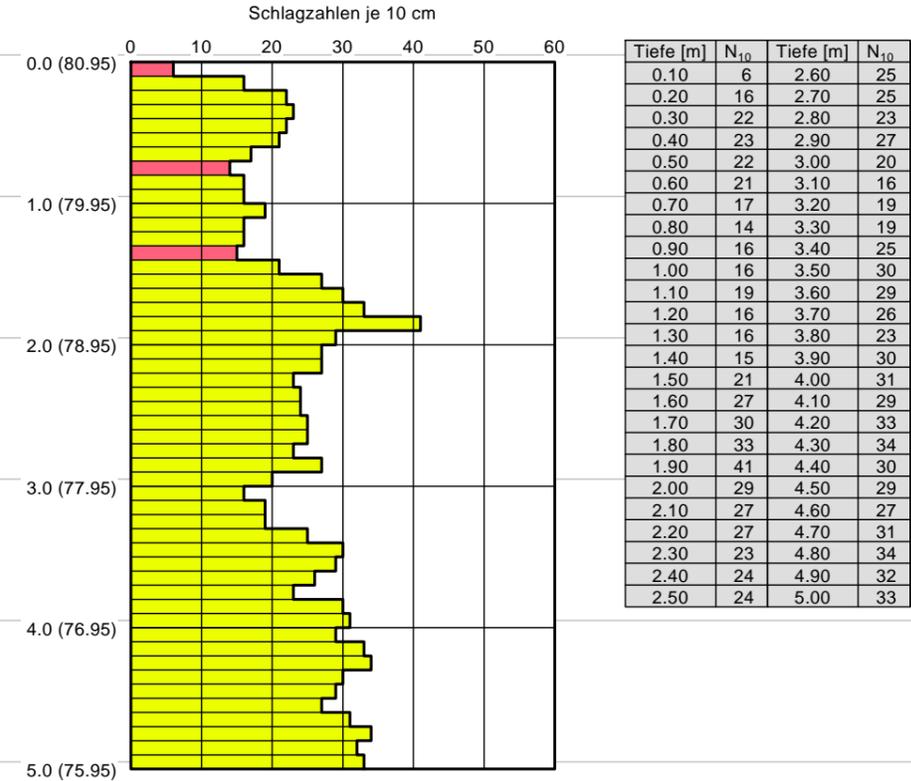
Säulen- und Rammdiagramm BS / DPL 3

m NN
83
82
81
80
79
78
77
76
75
74

BS 4 / V 4
80,95 m NN



DPL 4
80,95 m NN



Legende DPL

- sehr locker
- locker
- mitteldicht
- dicht
- sehr dicht

	Mutterboden	Feinsand
	Sand	Beckenablagerungen

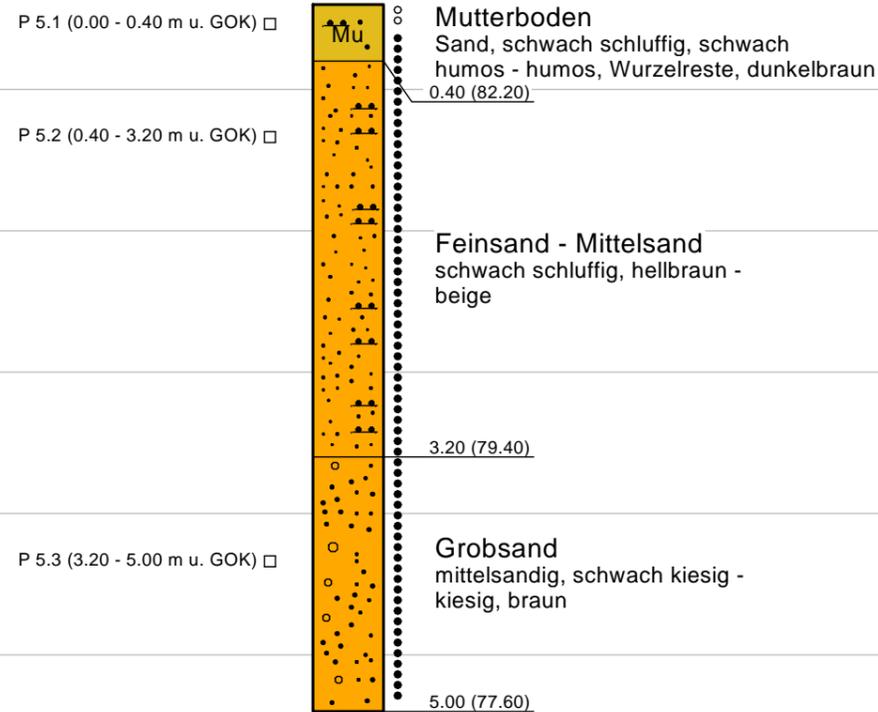
V4 - in-situ Versickerungsversuch V4 nach Heitfeld et al.
 BS - Kleinbohrung nach DIN EN ISO 22 475 - NW 80 mm
 DPL - Leichte Rammsondierung nach DIN EN ISO 22 476

Ingenieurgesellschaft Dr.-Ing. Michael Beuße mbH  Elsterbogen 18 Tel.: 04182 - 28770 21255 Tostedt Fax.: 04182 - 287728 www.dr-beusse.de	Projekt : BVH B-Plan Harber Nr. 15	Anlage : 2.4
	Auftraggeber : AWS mbH Soltau	Bericht : 19 - 16073
		Maßstab (L/H) : - / 1 : 50
		Datum : 26.06.2019

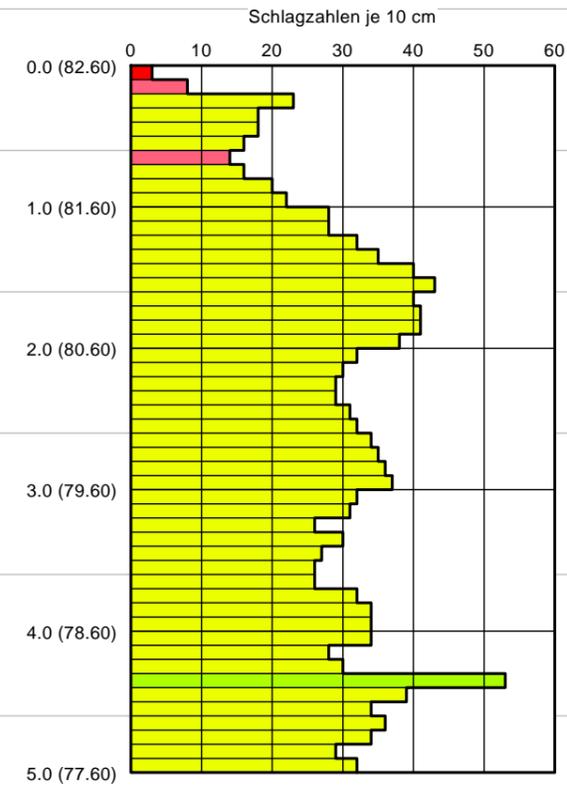
Säulen- und Rammdiagramm BS / DPL 4

m NN
83
82
81
80
79
78
77
76

BS 5 82,60 m NN

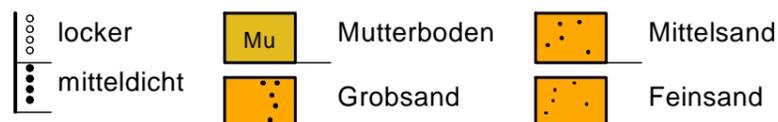


DPL 5 82,60 m NN



Tiefe [m]	N ₁₀	Tiefe [m]	N ₁₀
0.10	3	2.60	32
0.20	8	2.70	34
0.30	23	2.80	35
0.40	18	2.90	36
0.50	18	3.00	37
0.60	16	3.10	32
0.70	14	3.20	31
0.80	16	3.30	26
0.90	20	3.40	30
1.00	22	3.50	27
1.10	28	3.60	26
1.20	28	3.70	26
1.30	32	3.80	32
1.40	35	3.90	34
1.50	40	4.00	34
1.60	43	4.10	34
1.70	40	4.20	28
1.80	41	4.30	30
1.90	41	4.40	53
2.00	38	4.50	39
2.10	32	4.60	34
2.20	30	4.70	36
2.30	29	4.80	34
2.40	29	4.90	29
2.50	31	5.00	32

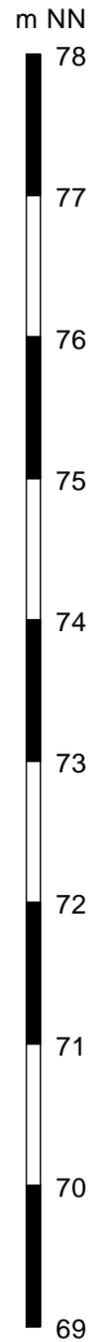
Legende DPL



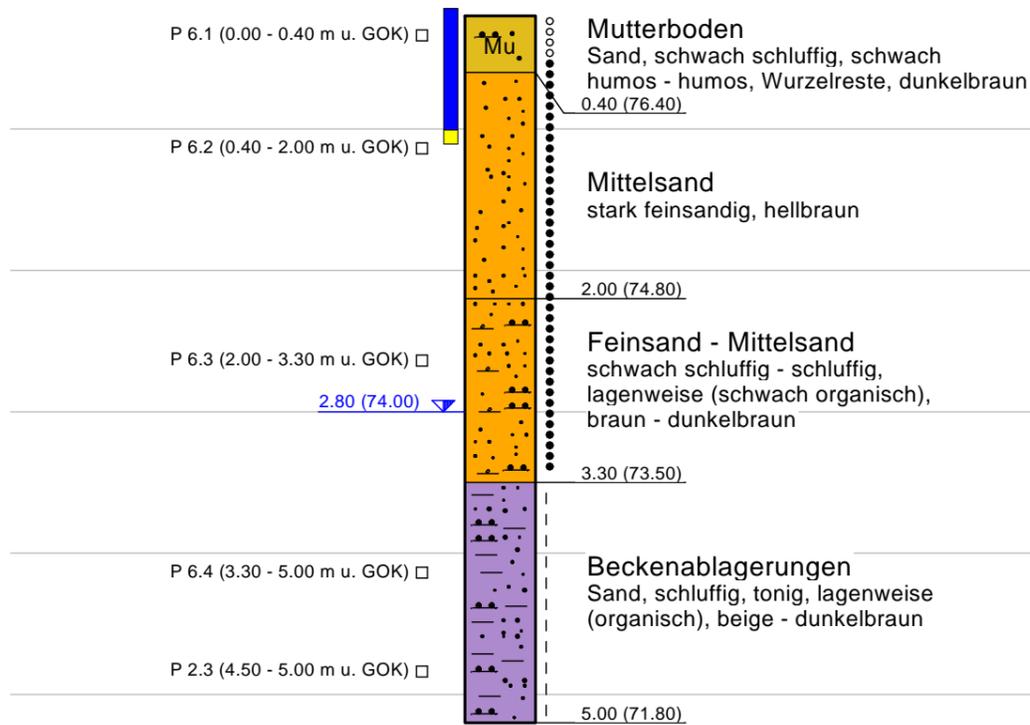
BS - Kleinbohrung nach DIN EN ISO 22 475 - NW 80 mm
DPL - Leichte Rammsondierung nach DIN EN ISO 22 476

 Ingenieurgesellschaft Dr.-Ing. Michael Beuße mbH Elsterbogen 18 Tel.: 04182 - 28770 21255 Tostedt Fax.: 04182 - 287728 www.dr-beusse.de	Projekt : BVH B-Plan Harber Nr. 15	Anlage : 2.5
	Auftraggeber : AWS mbH Soltau	Bericht : 19 - 16073
	Datum : 26.06.2019	Maßstab (L/H) : - / 1 : 50

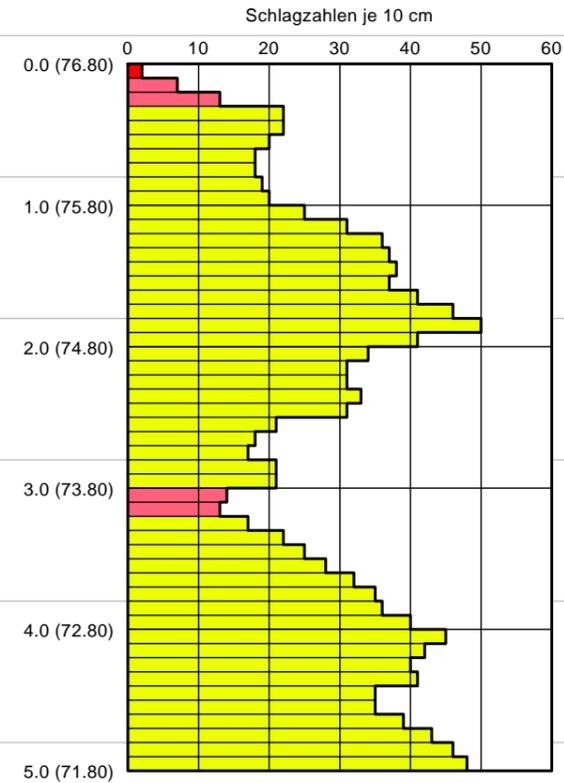
Säulen- und Rammdiagramm BS / DPL 5



BS 6 / V 6 76,80 m NN



DPL 6 76,80 m NN



Tiefe [m]	N ₁₀	Tiefe [m]	N ₁₀
0.10	2	2.60	21
0.20	7	2.70	18
0.30	13	2.80	17
0.40	22	2.90	21
0.50	22	3.00	21
0.60	20	3.10	14
0.70	18	3.20	13
0.80	18	3.30	17
0.90	19	3.40	22
1.00	20	3.50	25
1.10	25	3.60	28
1.20	31	3.70	32
1.30	36	3.80	35
1.40	37	3.90	36
1.50	38	4.00	40
1.60	37	4.10	45
1.70	41	4.20	42
1.80	46	4.30	40
1.90	50	4.40	41
2.00	41	4.50	35
2.10	34	4.60	35
2.20	31	4.70	39
2.30	31	4.80	43
2.40	33	4.90	46
2.50	31	5.00	48

2,80 ▼ W nach Bohrende
12.06.19

Legende DPL

- sehr locker
- locker
- mitteldicht
- dicht
- sehr dicht

	Mutterboden	
	Feinsand	

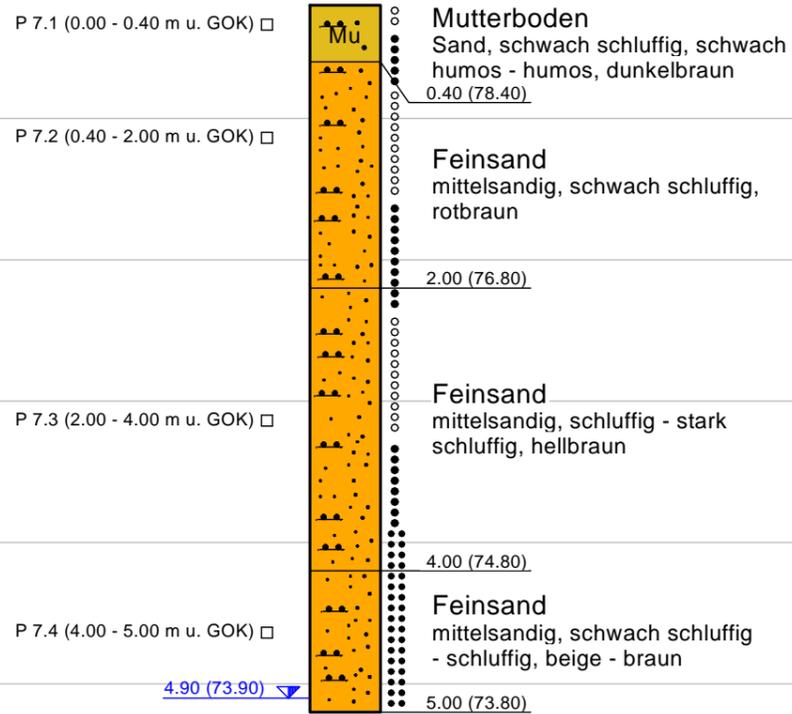
V6 - in-situ Versickerungsversuch V6 nach Heitfeld et al.
 BS - Kleinbohrung nach DIN EN ISO 22 475 - NW 80 mm
 DPL - Leichte Rammsondierung nach DIN EN ISO 22 476

Ingenieurgesellschaft Dr.-Ing. Michael Beuße mbH  Elsterbogen 18 Tel.: 04182 - 28770 21255 Tostedt Fax.: 04182 - 287728 www.dr-beusse.de	Projekt : BVH B-Plan Harber Nr. 15	Anlage : 2.6
	Auftraggeber : AWS mbH Soltau	Bericht : 19 - 16073
		Maßstab (L/H) : - / 1 : 50
		Datum : 26.06.2019

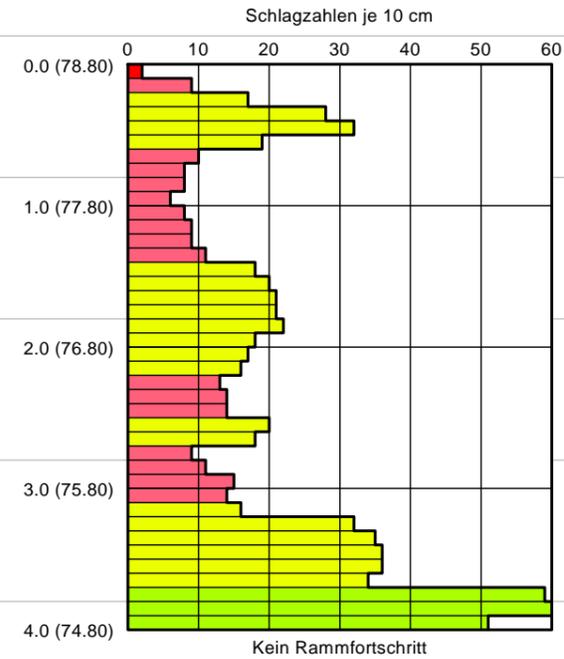
Säulen- und Rammdiagramm BS / DPL 6

m NN
81
80
79
78
77
76
75
74
73
72

BS 7
78,80 m NN



DPL 7
78,80 m NN



Tiefe [m]	N ₁₀	Tiefe [m]	N ₁₀
0.10	2	2.60	20
0.20	9	2.70	18
0.30	17	2.80	9
0.40	28	2.90	11
0.50	32	3.00	15
0.60	19	3.10	14
0.70	10	3.20	16
0.80	8	3.30	32
0.90	8	3.40	35
1.00	6	3.50	36
1.10	8	3.60	36
1.20	9	3.70	34
1.30	9	3.80	59
1.40	11	3.90	64
1.50	18	4.00	51
1.60	20	4.10	0
1.70	21	4.20	0
1.80	21	4.30	0
1.90	22	4.40	0
2.00	18	4.50	0
2.10	17	4.60	0
2.20	16	4.70	0
2.30	13	4.80	0
2.40	14	4.90	0
2.50	14	5.00	0

Legende DPL

- sehr locker
- locker
- mitteldicht
- dicht
- sehr dicht

- locker
- mitteldicht
- dicht
- Mutterboden
- Feinsand

4.90 ▼ W nach Bohrende
11.06.19

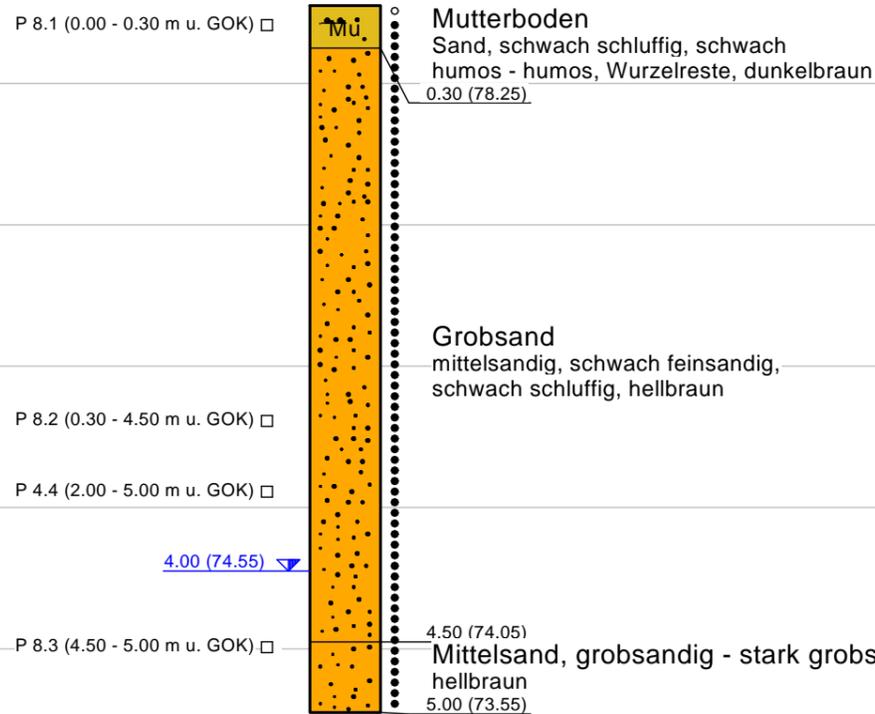
BS - Kleinbohrung nach DIN EN ISO 22 475 - NW 80 mm
DPL - Leichte Rammsondierung nach DIN EN ISO 22 476

Ingenieurgesellschaft Dr.-Ing. Michael Beuße mbH Elsterbogen 18 Tel.: 04182 - 28770 21255 Tostedt Fax.: 04182 - 287728 www.dr-beusse.de	Projekt : BVH B-Plan Harber Nr. 15	Anlage : 2.7
	Auftraggeber : AWS mbH Soltau	Bericht : 19 - 16073
		Maßstab (L/H) : - / 1 : 50
		Datum : 26.06.2019

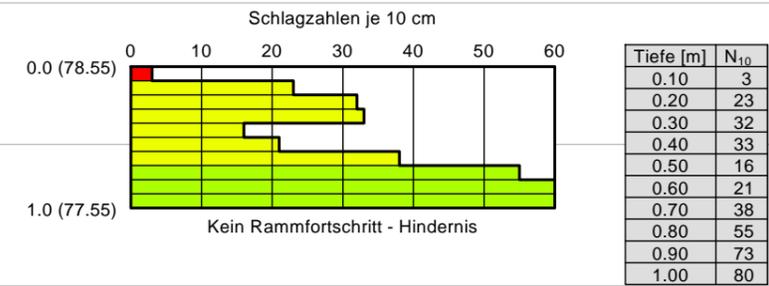
Säulen- und Rammdiagramm BS / DPL 7

m NN
81
80
79
78
77
76
75
74
73
72

BS 8
78,55 m NN



DPL 8
78,55 m NN



Legende DPL

	sehr locker
	locker
	mitteldicht
	dicht
	sehr dicht

	locker		Mutterboden
	mitteldicht		Grobsand
			Mittelsand

4.00 ▽
11.06.19 W nach Bohrende

BS - Kleinbohrung nach DIN EN ISO 22 475 - NW 80 mm
DPL - Leichte Rammsondierung nach DIN EN ISO 22 476

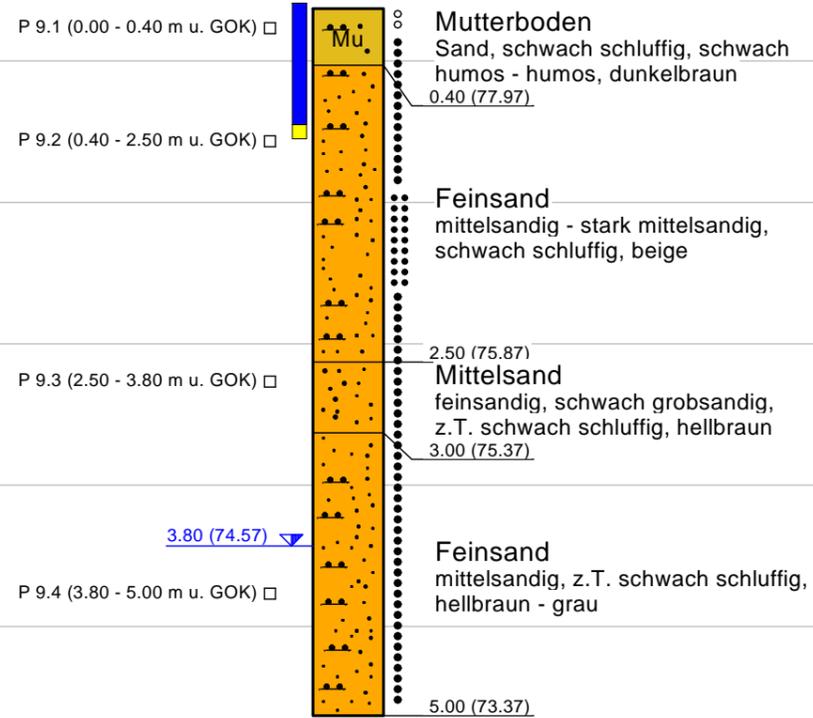
Ingenieurgesellschaft Dr.-Ing. Michael Beuße mbH Elsterbogen 18 Tel.: 04182 - 28770 21255 Tostedt Fax.: 04182 - 287728 www.dr-beusse.de	Projekt : BVH B-Plan Harber Nr. 15	Anlage : 2.8
	Auftraggeber : AWS mbH Soltau	Bericht : 19 - 16073
		Maßstab (L/H) : - / 1 : 50
		Datum : 26.06.2019

Säulen- und Rammdiagramm BS / DPL 8



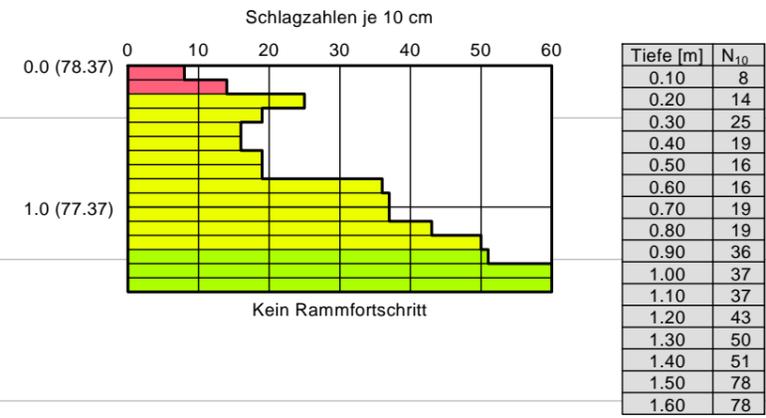
BS 9 / V 9

78,37 m NN



DPL 9

78,37 m NN



Legende DPL

	sehr locker
	locker
	mitteldicht
	dicht
	sehr dicht

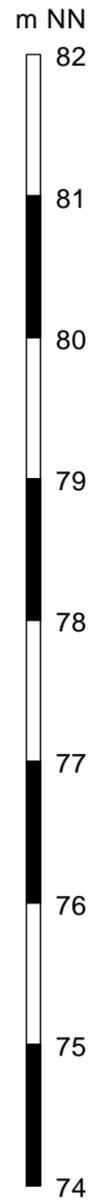
3.80 ▼
11.06.19 W nach Bohrende

	locker		Mutterboden		Beckenablagerungen
	mitteldicht		Feinsand		Mittelsand
	dicht				

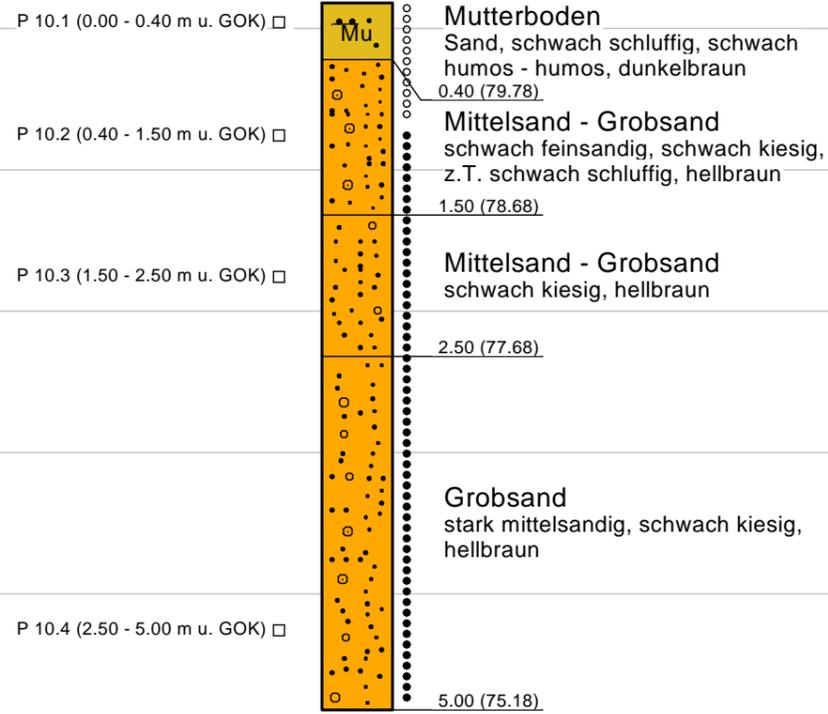
V9 - in-situ Versickerungsversuch V9 nach Heitfeld et al.
 BS - Kleinbohrung nach DIN EN ISO 22 475 - NW 80 mm
 DPL - Leichte Rammsondierung nach DIN EN ISO 22 476

Ingenieurgesellschaft Dr.-Ing. Michael Beuße mbH Elsterbogen 18 Tel.: 04182 - 28770 21255 Tostedt Fax.: 04182 - 287728 www.dr-beusse.de	Projekt : BVH B-Plan Harber Nr. 15	Anlage : 2.9
	Auftraggeber : AWS mbH Soltau	Bericht : 19 - 16073
		Maßstab (L/H) : - / 1 : 50
		Datum : 26.06.2019

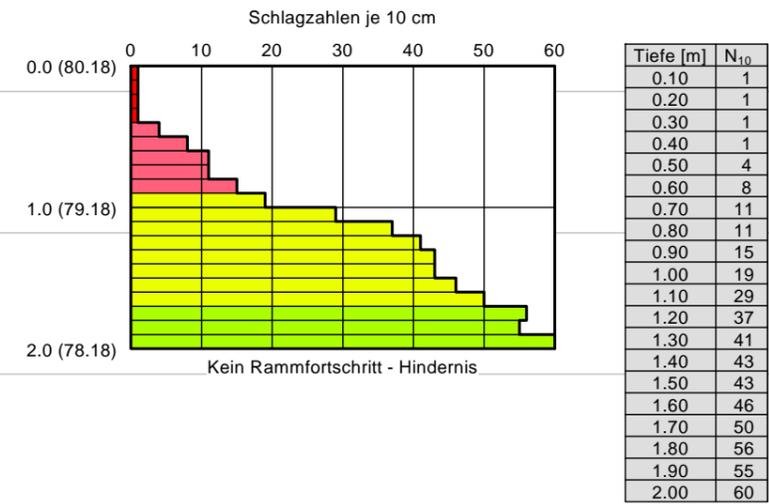
Säulen- und Rammdiagramm BS / DPL 9



BS 10 80,18 m NN



DPL 10 80,18 m NN



Legende DPL	
	sehr locker
	locker
	mitteldicht
	dicht
	sehr dicht

	locker		Mutterboden		Mittelsand
	mitteldicht		Grobsand		

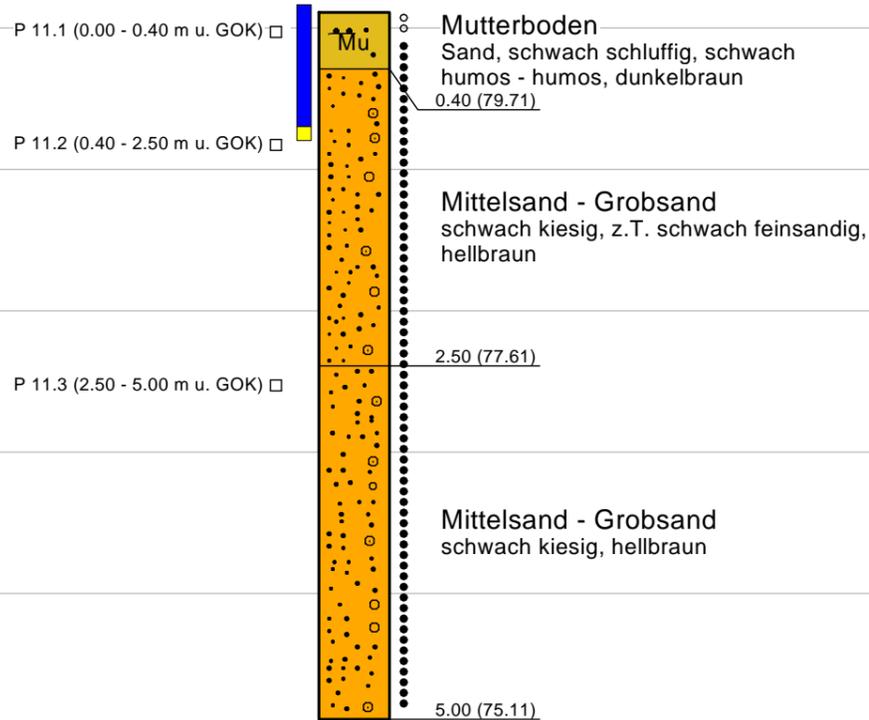
BS - Kleinbohrung nach DIN EN ISO 22 475 - NW 80 mm
 DPL - Leichte Rammsondierung nach DIN EN ISO 22 476

Ingenieurgesellschaft Dr.-Ing. Michael Beuße mbH 	Projekt : BVH B-Plan Harber Nr. 15	Anlage : 2.10
	Auftraggeber : AWS mbH Soltau	Bericht : 19 - 16073
Elsterbogen 18 Tel.: 04182 - 28770 21255 Tostedt Fax.: 04182 - 287728 www.dr-beusse.de		Maßstab (L/H) : - / 1 : 50
		Datum : 26.06.2019

Säulen- und Rammdiagramm BS / DPL 10

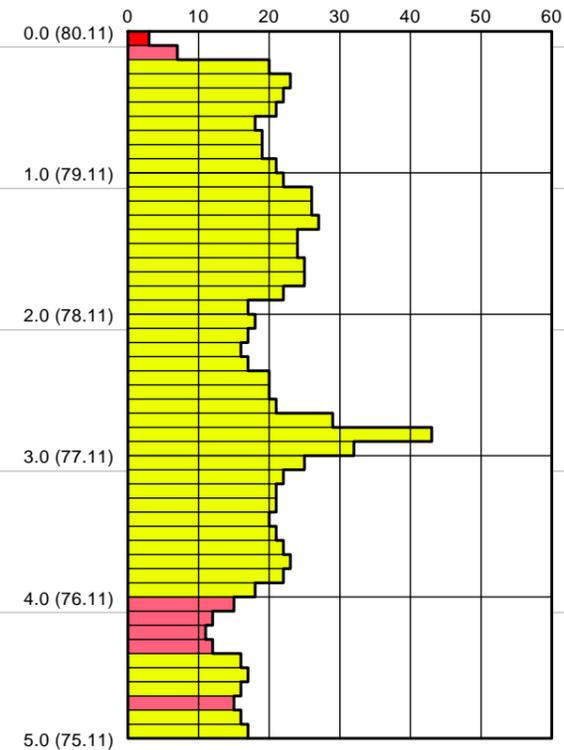
m NN
82
81
80
79
78
77
76
75
74
73

BS 11 / V 11 80,11 m NN



DPL 11 80,11 m NN

Schlagzahlen je 10 cm



Tiefe [m]	N ₁₀	Tiefe [m]	N ₁₀
0.10	3	2.60	20
0.20	7	2.70	21
0.30	20	2.80	29
0.40	23	2.90	43
0.50	22	3.00	32
0.60	21	3.10	25
0.70	18	3.20	22
0.80	19	3.30	21
0.90	19	3.40	21
1.00	21	3.50	20
1.10	22	3.60	21
1.20	26	3.70	22
1.30	26	3.80	23
1.40	27	3.90	22
1.50	24	4.00	18
1.60	24	4.10	15
1.70	25	4.20	12
1.80	25	4.30	11
1.90	22	4.40	12
2.00	17	4.50	16
2.10	18	4.60	17
2.20	17	4.70	16
2.30	16	4.80	15
2.40	17	4.90	16
2.50	20	5.00	17

Legende DPL

- sehr locker
- locker
- mitteldicht
- dicht
- sehr dicht

- locker
- Mutterboden
- Beckenablagerungen
- mitteldicht
- Feinsand
- Mittelsand

V11 - in-situ Versickerungsversuch V11 nach Heitfeld et al.
 BS - Kleinbohrung nach DIN EN ISO 22 475 - NW 80 mm
 DPL - Leichte Rammsondierung nach DIN EN ISO 22 476

 Ingenieurgesellschaft Dr.-Ing. Michael Beuße mbH Elsterbogen 18 Tel.: 04182 - 28770 21255 Tostedt Fax.: 04182 - 287728 www.dr-beusse.de	Projekt : BVH B-Plan Harber Nr. 15	Anlage : 2.11
	Auftraggeber : AWS mbH Soltau	Bericht : 19 - 16073
		Maßstab (L/H) : - / 1 : 50
		Datum : 26.06.2019

Säulen- und Rammdiagramm BS / DPL 11



Wassergehalt nach DIN EN ISO 17 892-1

AWS mbH SOLTAU
BVH B-Plan Harber Nr. 15

Bearbeiter: H. Kedenburg

Datum: 26.06.2019

Prüfungsnummer: 19 - 16073 P 011 - P 020

Probe entnommen am: 11. bis 13.06.2019

Probe entnommen durch: A. Steffens

Bodenart: Beckenablagerungen

Art der Trocknung: Ofentrocknung

Probenbezeichnung:	011 / 1.3	012 / 1.4	013 / 2.3	014 / 2.4	015 / 2.5
Bohrung:	BS 1	BS 1	BS 2	BS 2	BS 2
Entnahmetiefe [m u. GOK]:	1.00 - 2.50	2.50 - 5.00	1.10 - 2.00	2.00 - 4.50	4.50 - 5.00
Feuchte Probe + Behälter [g]:	343.60	310.90	463.30	348.90	467.40
Trockene Probe + Behälter [g]:	330.80	301.70	430.80	331.30	422.80
Behälter [g]:	272.20	253.30	234.70	211.40	223.90
Porenwasser [g]:	12.80	9.20	32.50	17.60	44.60
Trockene Probe [g]:	58.60	48.40	196.10	119.90	198.90
Wassergehalt [%]	21.84	19.01	16.57	14.68	22.42

Probenbezeichnung:	016 / 3.2	017 / 3.3	018 / 3.4	019 / 4.3	020 / 6.4
Bohrung:	BS 3	BS 3	BS 3	BS 4	BS 6
Entnahmetiefe [m u. GOK]:	0.50 - 1.00	1.00 - 2.50	2.50 - 5.00	1.10 - 2.00	3.30 - 5.00
Feuchte Probe + Behälter [g]:	397.50	310.90	457.70	404.90	709.00
Trockene Probe + Behälter [g]:	367.70	300.60	420.00	378.70	630.00
Behälter [g]:	228.40	239.00	221.40	227.60	250.40
Porenwasser [g]:	29.80	10.30	37.70	26.20	79.00
Trockene Probe [g]:	139.30	61.60	198.60	151.10	379.60
Wassergehalt [%]	21.39	16.72	18.98	17.34	20.81

Ingenieurgesellschaft
Dr.-Ing. Michael Beuße mbH



Elsterbogen 18 Tel.: 04182 - 28770
21255 Tostedt Fax.: 04182 - 827728

Bearbeiter: H. Kedenburg

Datum: 26.06.2018

Körnungslinie

AWS mbH Soltau

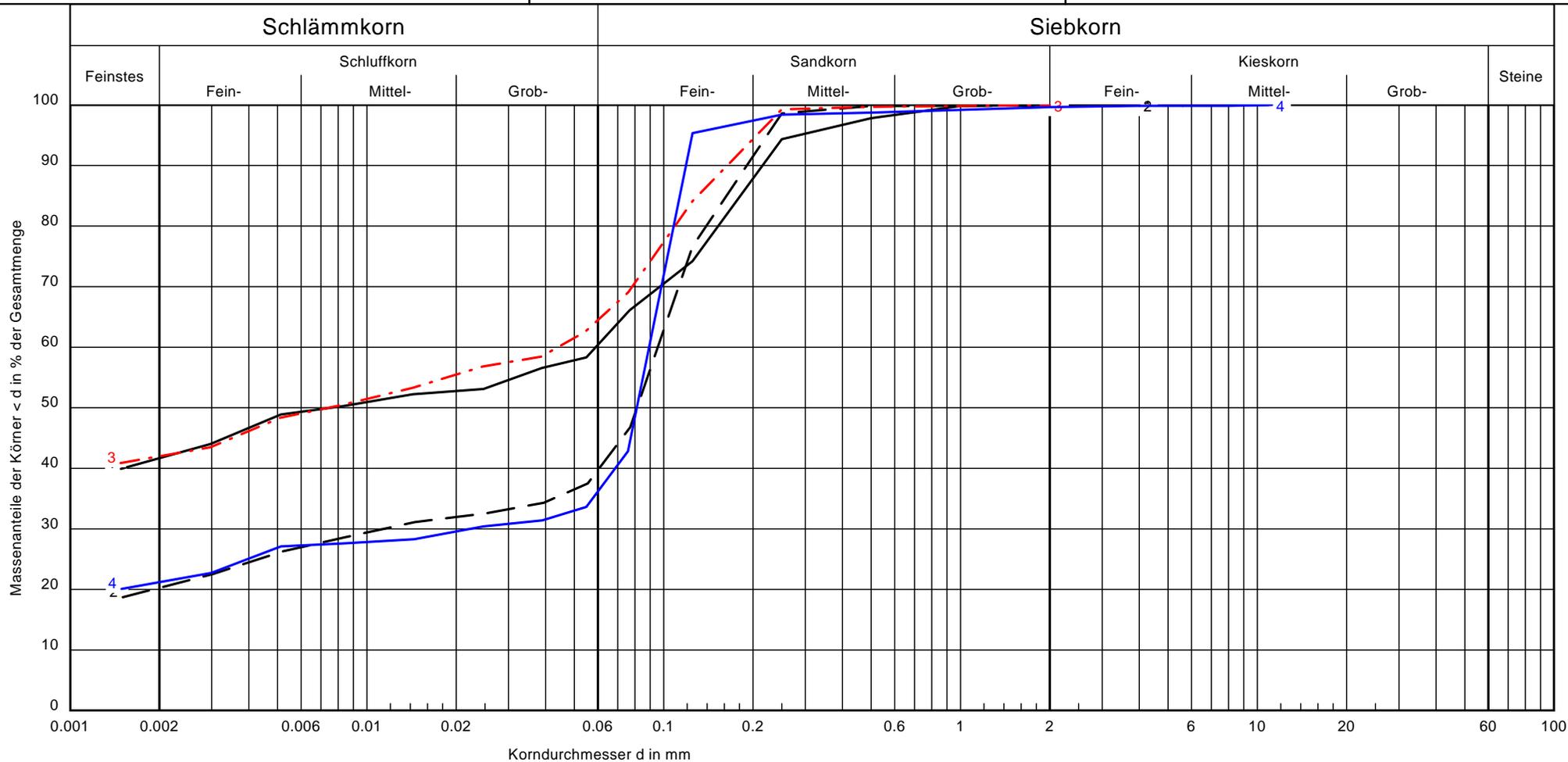
BVH B-Plan Harber Nr. 15

Prüfungsnummer: 19 - 16073 P 021 - 024

Material: Schluff

Entnahmestelle: BS 1, BS 3

Arbeitsweise: Sieb- und Schlämmanalyse nach DIN EN ISO 17892-4



Bezeichnung:	P 021 / P 1.3	P 022 / P 1.4	P 023 / P 3.2	P 024 / P 3.3
Bodenart:	T, s, u	S, u, t	T, s, u	S, t, u
T/U/S/G [%]:	41.3/19.9/38.8/0.0	20.0/20.8/59.2/0.1	41.8/23.4/34.8/-	21.0/16.2/62.4/0.4
Bodengruppe:	TM	ST* / SU* / TL	TM	ST*
Entnahmetiefe:	1.00 - 2.50 m u. GOK	2.50 - 5.00 m u. GOK	0.50 - 1.00 m u. GOK	1.00 - 2.50 m u. GOK
Frostklasse:	F3	F3	F3	F3
Signatur:	_____	_____	_____	_____

Bemerkungen:

Bericht:
19 - 16073
Anlage:
4.1



Körnungslinie

AWS mbH Soltau

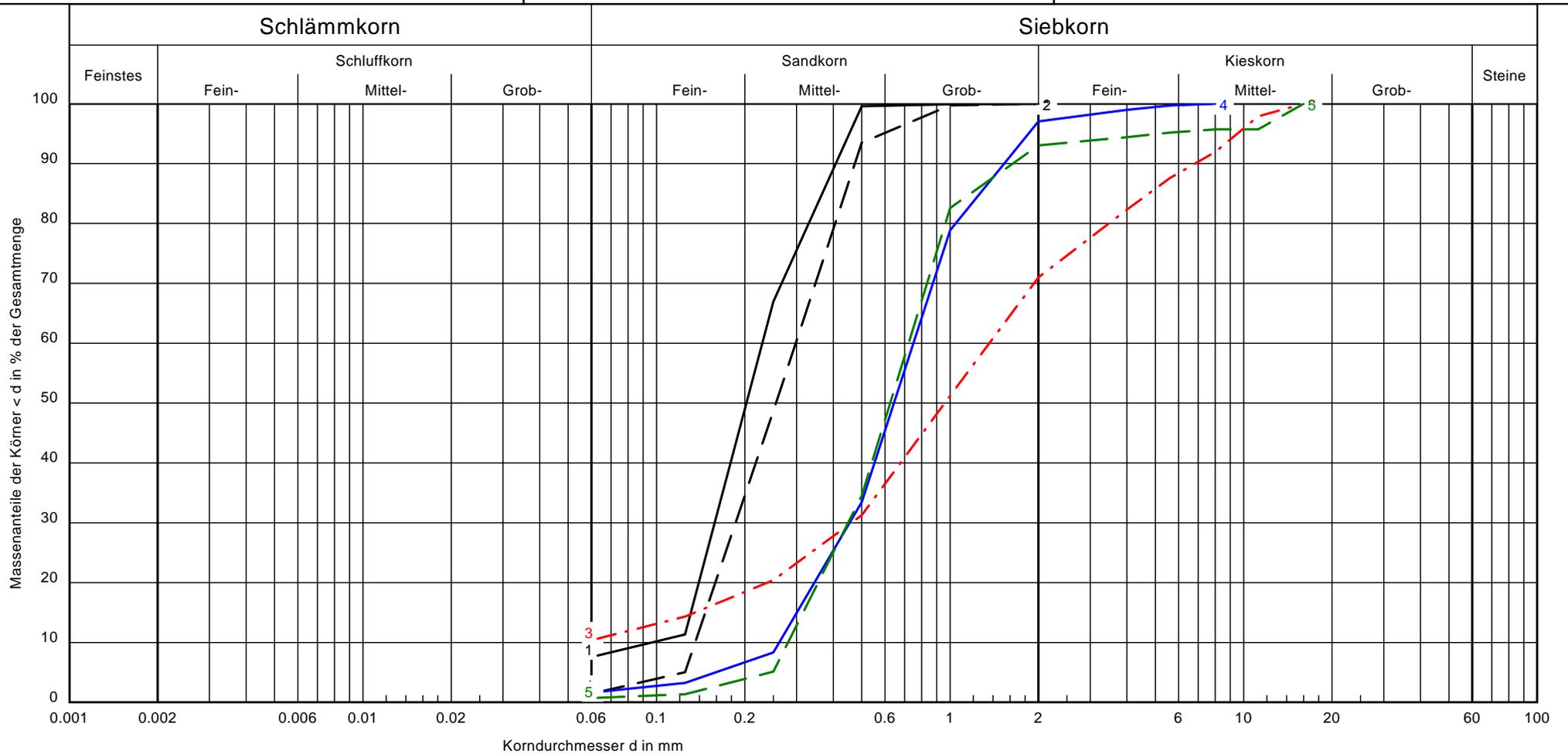
BVH B-Plan Harber Nr. 15

Prüfungsnummer: 19 - 16073 P 025 - 029

Material: Sand

Entnahmestelle: BS 5, BS 6, BS 8, BS 10, BS 11

Arbeitsweise: Siebanalyse nach DIN EN ISO 17892-4



Bezeichnung:	P 025 / P 5.2	P 026 / P 6.2	P 027 / P 8.2	P 028 / P 10.2	P 029 / P 11.2
Bodenart:	S, u'	S	S, g, u'	S	S, g'
T/U/S/G [%]:	- /7.8/92.2/ -	- /1.7/98.3/ -	- /10.6/60.4/29.0	- /1.7/95.3/2.9	- /0.8/92.3/7.0
Bodengruppe:	SU	SE	SU	SE	SE
Entnahmetiefe:	0.40 - 3.20 m u. GOK	0.40 - 2.00 m u. GOK	0.30 - 2.50 m u. GOK	0.40 - 1.50 m u. GOK	0.40 - 2.50 m u. GOK
Frostklasse:	F1	F1	F2	F1	F1
Signatur:	—————	—————	- - - - -	—————	—————
k-Wert nach Beyer:	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.9 \cdot 10^{-4}$	-	$7.1 \cdot 10^{-4}$	$8.5 \cdot 10^{-4}$

Bemerkungen:

Bericht:
19 - 16073
Anlage:
4.2



Glühverlust nach DIN 18 128

AWS mbH Soltau

BVH B-Plan Harber Nr. 15

Bearbeiter: H. Kedenburg

Datum: 26.06.2019

Prüfungsnummer : 19 - 16073 P 030 - 032

Entnahmestelle : BS 1, BS 6

Bodenart : Beckenablagerungen (030, 032), Sand (031)

Probe entnommen am : 13.06.2019

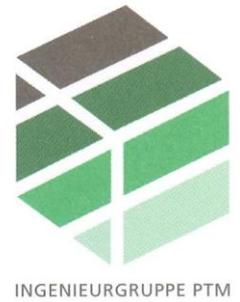
Probe entnommen durch : A. Steffens

Probenbezeichnung:	P 030-1	P 030-2	P 030-3
Ungeglühte Probe + Behälter [g]	28.43	26.97	29.96
Geglühte Probe + Behälter [g]	28.17	26.74	29.70
Behälter [g]	15.25	14.86	16.46
Massenverlust [g]	0.26	0.23	0.26
Trockenmasse vor Glühen [g]	13.18	12.11	13.50
Glühverlust [%]	1.97	1.90	1.93
Mittelwert [%]	1.93		

Probenbezeichnung:	P 031-1	P 031-2	P 031-3
Ungeglühte Probe + Behälter [g]	33.37	34.59	31.69
Geglühte Probe + Behälter [g]	33.10	34.33	30.84
Behälter [g]	15.74	16.77	14.69
Massenverlust [g]	0.27	0.26	0.85
Trockenmasse vor Glühen [g]	17.63	17.82	17.00
Glühverlust [%]	1.53	1.46	5.00
Mittelwert [%]	2.66		

Probenbezeichnung:	P 032-1	P 032-2	P 032-3
Ungeglühte Probe + Behälter [g]	39.85	43.32	42.65
Geglühte Probe + Behälter [g]	39.55	43.02	42.28
Behälter [g]	22.28	23.30	21.85
Massenverlust [g]	0.30	0.30	0.37
Trockenmasse vor Glühen [g]	17.57	20.02	20.80
Glühverlust [%]	1.71	1.50	1.78
Mittelwert [%]	1.66		

Projekt: BVH B-Plan Harber Nr. 15	Auftraggeber: AWS mbH Soltau	Anlage: 6.1
Projekt Nr.: 19 - 16073		



Versickerungsversuch V 2 (BS 2) nach HEITFELD et al.

$$k_f = \frac{\pi \cdot \Delta h \cdot C_t \cdot r_a}{C_u \cdot h' \cdot (t_2 - t_1)} = \frac{3,14 \cdot 0,50 \text{ m} \cdot 1,0 \cdot 0,03 \text{ m}}{22 \cdot 0,85 \text{ m} \cdot 180 \text{ s}} = 1,4 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$$

Geländedaten

Berechnete Werte

Werte aus Nomogramm

$h_1 = 1,10 \text{ m}$

$h' = 0,85 \text{ m}$

$C_u = 22 \text{ (aus Abb. 1)}$

$h_2 = 0,60 \text{ m}$

$\Delta h = 0,50 \text{ m}$

$C_t = 1,0 \text{ (aus Abb. 2)}$

$r_a = 0,03 \text{ m}$

$h'/r_a = 28,33$

$L = 0,10 \text{ m}$

$L/h' = 0,12$

$\Delta t = 180 \text{ s}$

$T = 0,70 \text{ m}$

$T_{\text{H}_2\text{O}} = 20^\circ \text{ C}$

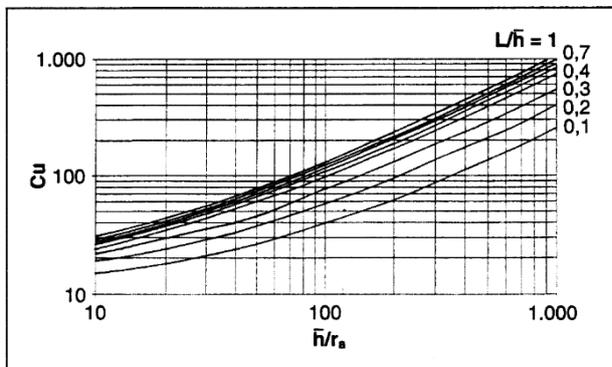


Abb. 1 Nomogramm zur Ermittlung von C_u nach EARTH MANUAL (1951)

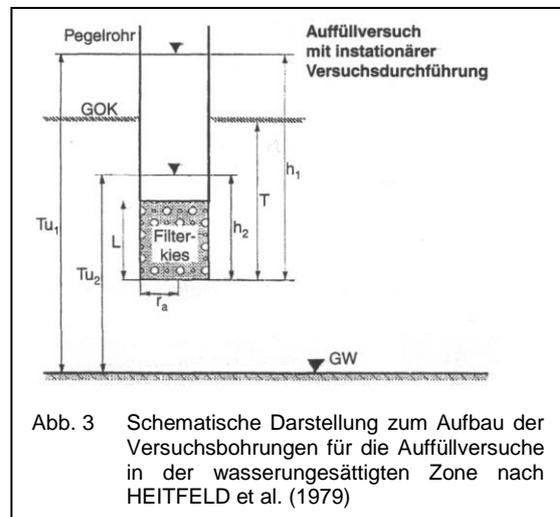


Abb. 3 Schematische Darstellung zum Aufbau der Versuchsbohrungen für die Auffüllversuche in der wasserungesättigten Zone nach HEITFELD et al. (1979)

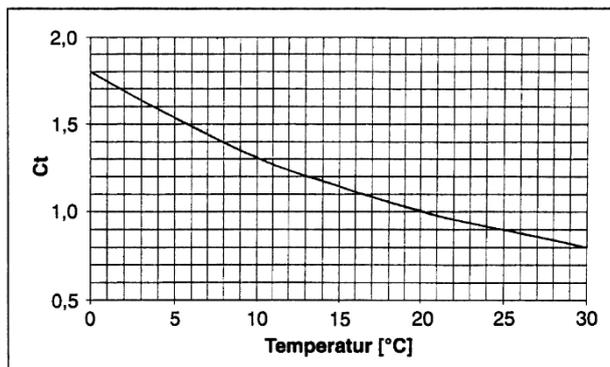


Abb. 2 Nomogramm zur Ermittlung von C_t nach KOHLRAUSCH (1986)

Projekt: BVH B-Plan Harber Nr. 15	Auftraggeber: AWS mbH Soltau	Anlage: 6.2
Projekt Nr.: 19 - 16073		



Versickerungsversuch V 4 (BS 4) nach HEITFELD et al.

$$k_f = \frac{\pi \cdot \Delta h \cdot C_t \cdot r_a}{C_u \cdot h' \cdot (t_2 - t_1)} = \frac{3,14 \cdot 0,16 \text{ m} \cdot 1,0 \cdot 0,03 \text{ m}}{22 \cdot 0,102 \text{ m} \cdot 240 \text{ s}} = 2,8 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$$

<u>Geländedaten</u>	<u>Berechnete Werte</u>	<u>Werte aus Nomogramm</u>
---------------------	-------------------------	----------------------------

$h_1 = 1,10 \text{ m}$

$h' = 1,02 \text{ m}$

$C_u = 22$ (aus Abb. 1)

$h_2 = 0,94 \text{ m}$

$\Delta h = 0,16 \text{ m}$

$C_t = 1,0$ (aus Abb. 2)

$r_a = 0,03 \text{ m}$

$h'/r_a = 34,00$

$L = 0,10 \text{ m}$

$L/h' = 0,10$

$\Delta t = 240 \text{ s}$

$T = 0,70 \text{ m}$

$T_{\text{H}_2\text{O}} = 20^\circ \text{ C}$

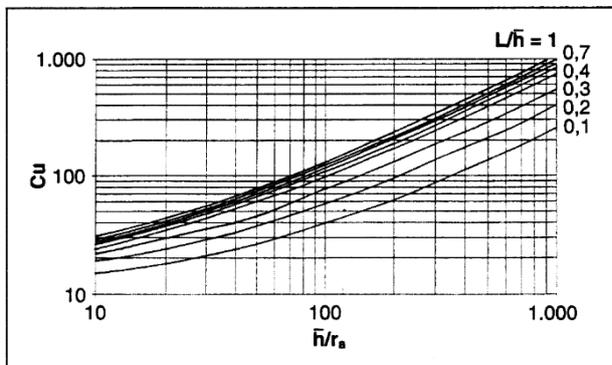


Abb. 1 Nomogramm zur Ermittlung von C_u nach EARTH MANUAL (1951)

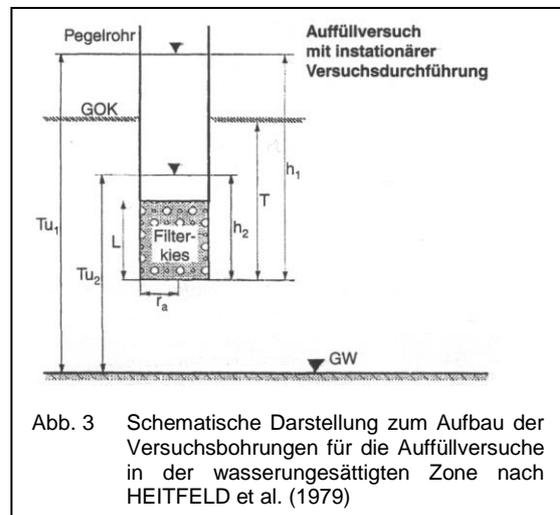


Abb. 3 Schematische Darstellung zum Aufbau der Versuchsbohrungen für die Auffüllversuche in der wasserungesättigten Zone nach HEITFELD et al. (1979)

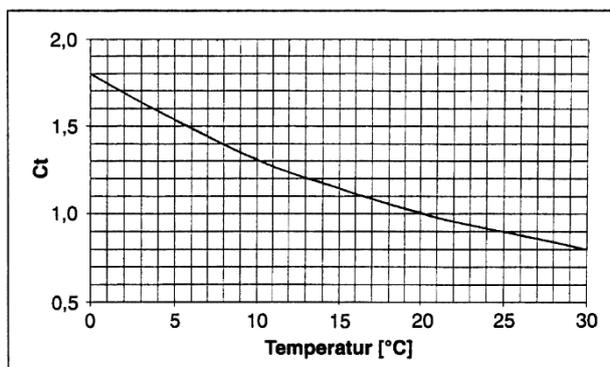
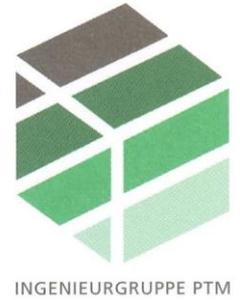


Abb. 2 Nomogramm zur Ermittlung von C_t nach KOHLRAUSCH (1986)

Projekt: BVH B-Plan Harber Nr. 15	Auftraggeber: AWS mbH Soltau	Anlage: 6.3
Projekt Nr.: 19 - 16073		



Versickerungsversuch V 6 (BS 6) nach HEITFELD et al.

$$k_f = \frac{\pi \cdot \Delta h \cdot C_t \cdot r_a}{C_u \cdot h' \cdot (t_2 - t_1)} = \frac{3,14 \cdot 0,81 \text{ m} \cdot 1,0 \cdot 0,03 \text{ m}}{21 \cdot 0,70 \text{ m} \cdot 80 \text{ s}} = 6,5 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$$

Geländedaten

Berechnete Werte

Werte aus Nomogramm

$h_1 = 1,10 \text{ m}$

$h' = 0,70 \text{ m}$

$C_u = 21 \text{ (aus Abb. 1)}$

$h_2 = 0,29 \text{ m}$

$\Delta h = 0,81 \text{ m}$

$C_t = 1,0 \text{ (aus Abb. 2)}$

$r_a = 0,03 \text{ m}$

$h'/r_a = 23,17$

$L = 0,10 \text{ m}$

$L/h' = 0,14$

$\Delta t = 80 \text{ s}$

$T = 0,70 \text{ m}$

$T_{\text{H}_2\text{O}} = 20^\circ \text{ C}$

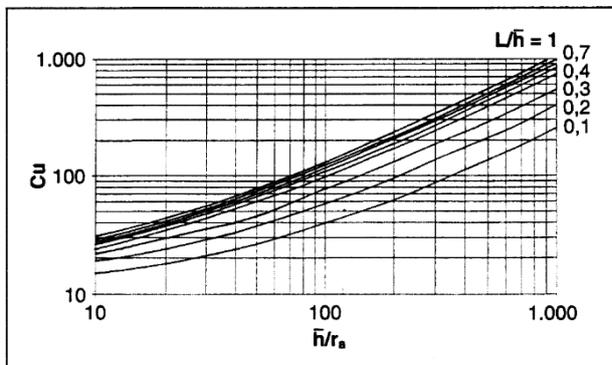


Abb. 1 Nomogramm zur Ermittlung von C_u nach EARTH MANUAL (1951)

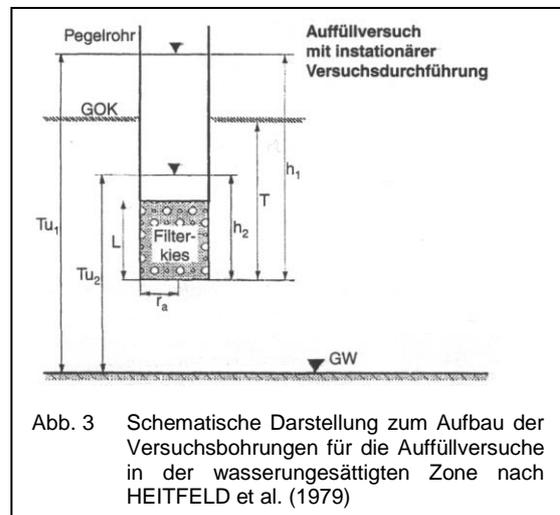


Abb. 3 Schematische Darstellung zum Aufbau der Versuchsbohrungen für die Auffüllversuche in der wasserungesättigten Zone nach HEITFELD et al. (1979)

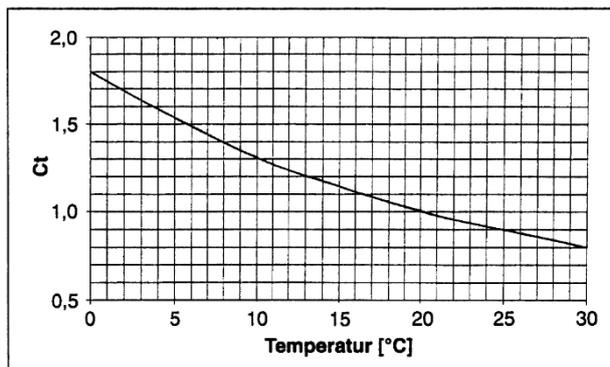
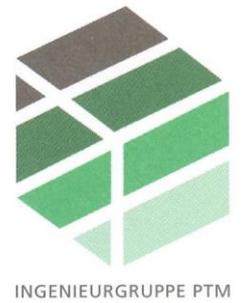


Abb. 2 Nomogramm zur Ermittlung von C_t nach KOHLRAUSCH (1986)

Projekt: BVH B-Plan Harber Nr. 15	Auftraggeber: AWS mbH Soltau	Anlage: 6.4
Projekt Nr.: 19 - 16073		



Versickerungsversuch V 9 (BS 9) nach HEITFELD et al.

$$k_f = \frac{\pi \cdot \Delta h \cdot C_t \cdot r_a}{C_u \cdot h' \cdot (t_2 - t_1)} = \frac{3,14 \cdot 0,66 \text{ m} \cdot 1,0 \cdot 0,03 \text{ m}}{22 \cdot 0,77 \text{ m} \cdot 300 \text{ s}} = 1,2 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$$

Geländedaten

Berechnete Werte

Werte aus Nomogramm

$h_1 = 1,10 \text{ m}$

$h' = 0,77 \text{ m}$

$C_u = 22 \text{ (aus Abb. 1)}$

$h_2 = 0,44 \text{ m}$

$\Delta h = 0,66 \text{ m}$

$C_t = 1,0 \text{ (aus Abb. 2)}$

$r_a = 0,03 \text{ m}$

$h'/r_a = 25,67$

$L = 0,10 \text{ m}$

$L/h' = 0,13$

$\Delta t = 300 \text{ s}$

$T = 0,80 \text{ m}$

$T_{\text{H}_2\text{O}} = 20^\circ \text{ C}$

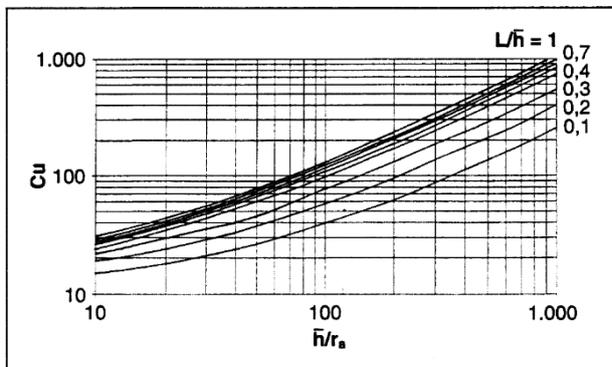


Abb. 1 Nomogramm zur Ermittlung von C_u nach EARTH MANUAL (1951)

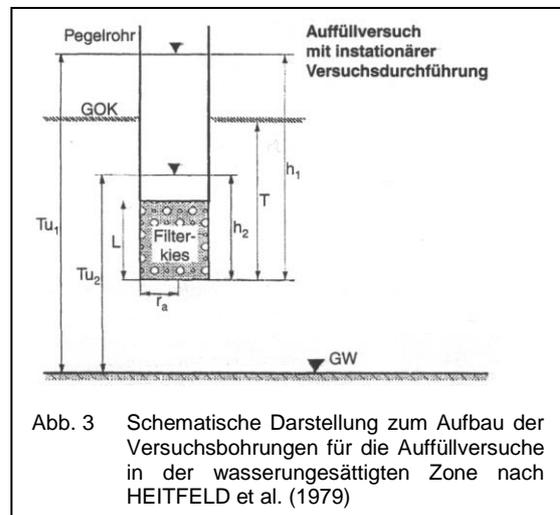


Abb. 3 Schematische Darstellung zum Aufbau der Versuchsbohrungen für die Auffüllversuche in der wasserungesättigten Zone nach HEITFELD et al. (1979)

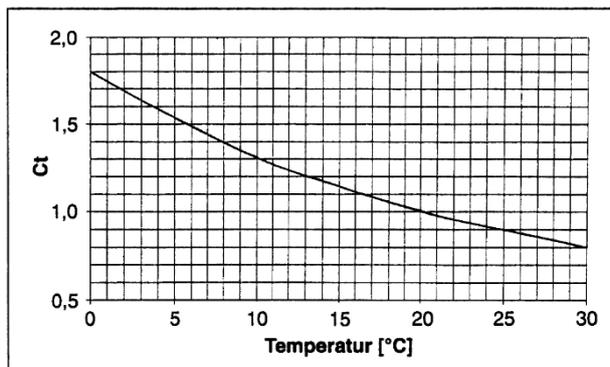
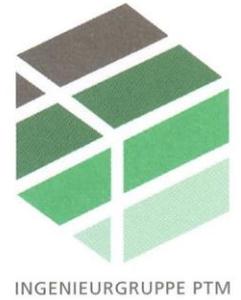


Abb. 2 Nomogramm zur Ermittlung von C_t nach KOHLRAUSCH (1986)

Projekt: BVH B-Plan Harber Nr. 15	Auftraggeber: AWS mbH Soltau	Anlage: 6.5
Projekt Nr.: 19 - 16073		



Versickerungsversuch V 11 (BS 11) nach HEITFELD et al.

$$k_f = \frac{\pi \cdot \Delta h \cdot C_t \cdot r_a}{C_u \cdot h' \cdot (t_2 - t_1)} = \frac{3,14 \cdot 0,97 \text{ m} \cdot 1,0 \cdot 0,03 \text{ m}}{22 \cdot 0,62 \text{ m} \cdot 80 \text{ s}} = 8,4 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$$

<u>Geländedaten</u>	<u>Berechnete Werte</u>	<u>Werte aus Nomogramm</u>
---------------------	-------------------------	----------------------------

$h_1 = 1,10 \text{ m}$	$h' = 0,62 \text{ m}$	$C_u = 22$ (aus Abb. 1)
------------------------	-----------------------	-------------------------

$h_2 = 0,13 \text{ m}$	$\Delta h = 0,97 \text{ m}$	$C_t = 1,0$ (aus Abb. 2)
------------------------	-----------------------------	--------------------------

$r_a = 0,03 \text{ m}$	$h'/r_a = 20,50$	
------------------------	------------------	--

$L = 0,10 \text{ m}$	$L/h' = 0,16$	
----------------------	---------------	--

$\Delta t = 80 \text{ s}$	$T = 0,80 \text{ m}$	
---------------------------	----------------------	--

$T_{\text{H}_2\text{O}} = 20^\circ \text{ C}$

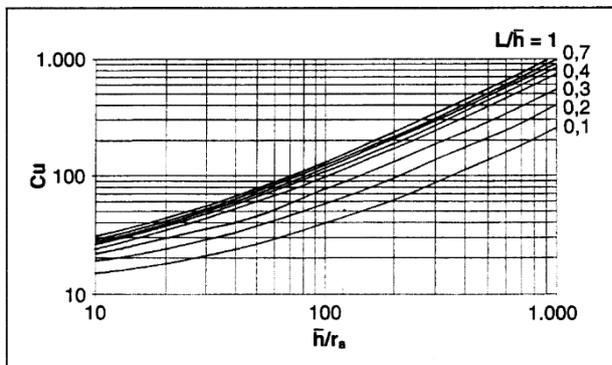


Abb. 1 Nomogramm zur Ermittlung von C_u nach EARTH MANUAL (1951)

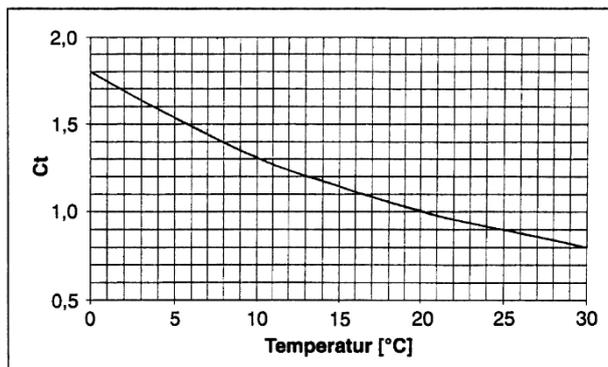


Abb. 2 Nomogramm zur Ermittlung von C_t nach KOHLRAUSCH (1986)

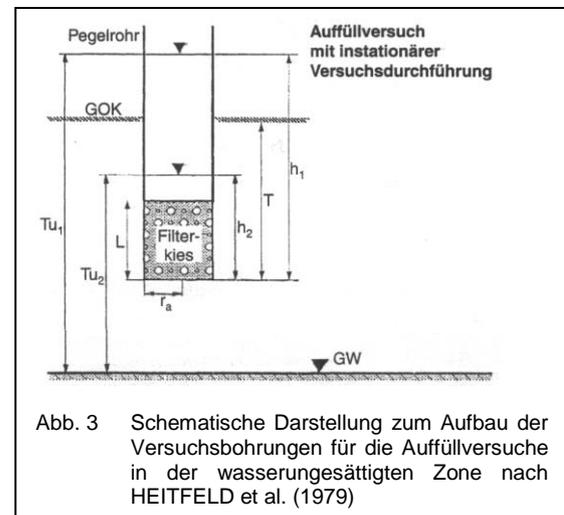


Abb. 3 Schematische Darstellung zum Aufbau der Versuchsbohrungen für die Auffüllversuche in der wasserungesättigten Zone nach HEITFELD et al. (1979)

Berechnungsgrundlagen:
 Berechnung für Einzelfundamente
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Einzelfundament (a/b = 1.00)
 $\gamma_{Gr} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500
 $\sigma_{R,d}$ auf 300.00 kN/m² begrenzt
 OK Gelände = 77.00 m
 Gründungssohle = 75.50 m
 Grundwasser = 74.00 m
 Grenztiefe mit festem Wert von 6.00 m u. GS
 — Sohlbruck
 — Setzungen

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	E _s [MN/m ²]	Bezeichnung
■	18.0	10.0	32.0	0.0	60.0	Mittelsand, md [SE, SU]
■	18.0	10.0	29.0	0.0	35.0	Feinsand, md [SU]
■	20.0	10.0	28.0	10.0	6.0	Beckenablagerungen, st [TL]



Ingenieurgesellschaft
 Dr.-Ing. Michael Beuße mbH

Elsterbogen 18 Tel.: 04182 - 28 77 0
 21255 Tostedt Fax.: 04182 - 28 77 28
 www.dr-beusse.de

Projekt:
 BVH B-Plan Harber Nr. 15,
 Soltau

Auftraggeber:
 AWS mbH Soltau

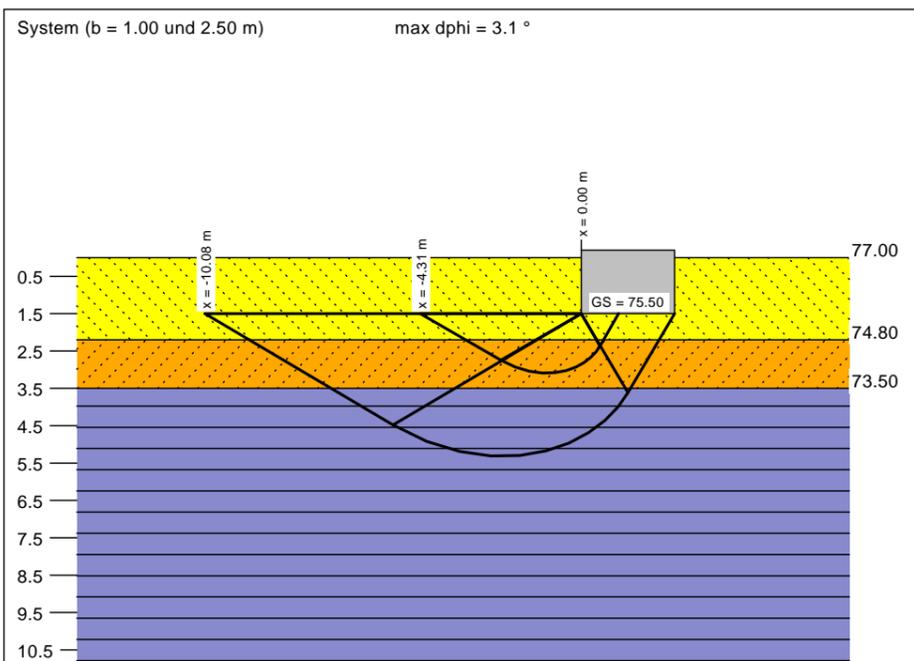
Anlage :
 7.1

Bericht :
 19 - 16073

Maßstab (L/H) :
 - / -

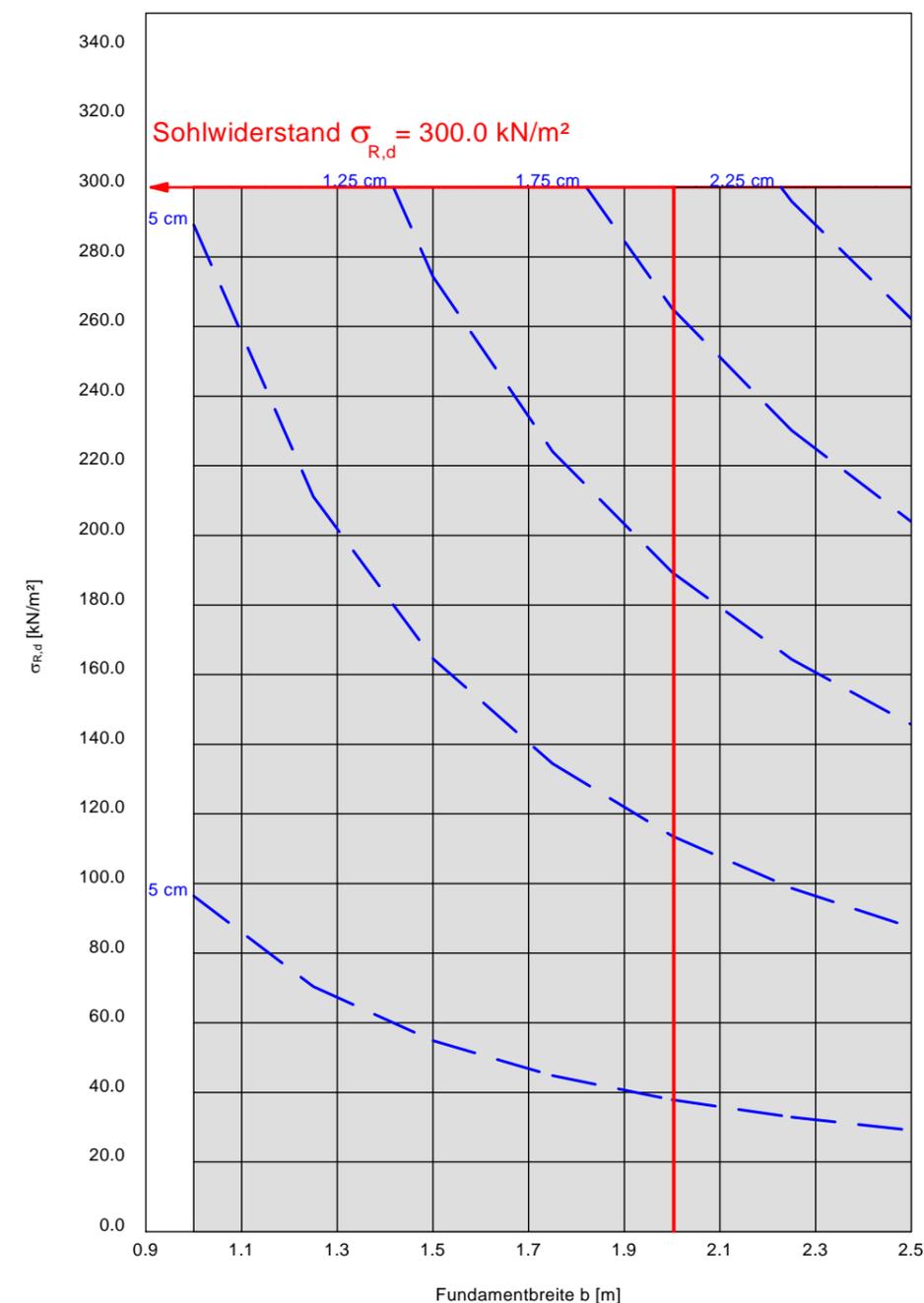
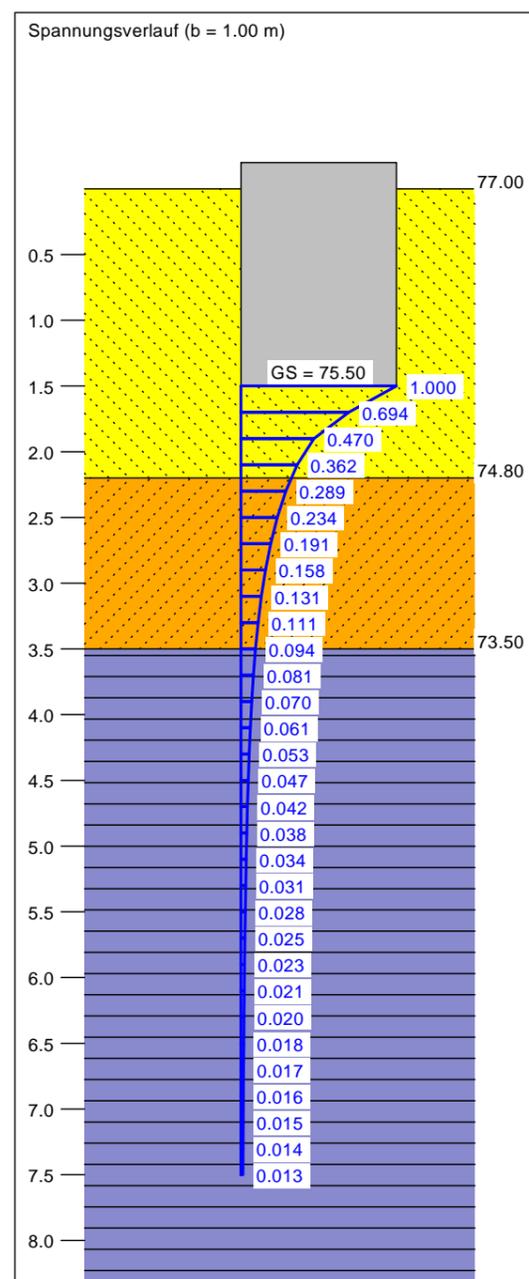
Datum :
 26.06.2019

Grundbruch- und Setzungsberechnung für ein nicht unterkellertes Gebäude
 (Streifenfundament / BS 6 / BS-P)



a	b	$\sigma_{R,d}$	R _{n,d}	zul $\sigma/\sigma_{E,k}$	V _{E,k}	s	cal ϕ	cal c	γ_2	σ_u	t _g	UK LS
[m]	[m]	[kN/m ²]	[kN]	[kN/m ²]	[kN]	[cm]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	[kN/m ²]	[m]	[m]
1.00	1.00	300.0	300.0	210.5	210.5	0.78	30.0	0.00	17.90	27.00	7.50	3.09
1.25	1.25	300.0	468.8	210.5	328.9	1.07	29.8	0.00	17.07	27.00	7.50	3.47
1.50	1.50	300.0	675.0	210.5	473.7	1.37	29.4	3.04	16.32	27.00	7.50	3.83
1.75	1.75	300.0	918.8	210.5	644.7	1.67	29.2	4.18	15.67	27.00	7.50	4.20
2.00	2.00	300.0	1200.0	210.5	842.1	1.98	29.1	4.92	15.13	27.00	7.50	4.57
2.25	2.25	300.0	1518.8	210.5	1065.8	2.28	28.9	5.48	14.68	27.00	7.50	4.94
2.50	2.50	300.0	1875.0	210.5	1315.8	2.57	28.9	5.92	14.30	27.00	7.50	5.31

zul $\sigma = \sigma_{E,k} = \sigma_{d,k} / (\gamma_{Gr} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{d,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{d,k} / 1.99$ (für Setzungen)
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamlasten(G+Q) [-] = 0.50



Berechnungsgrundlagen:
 Berechnung für Einzelfundamente
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Einzelfundament (a/b = 1.00)
 $\gamma_{Gr} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500
 $\sigma_{R,d}$ auf 450.00 kN/m² begrenzt
 OK Gelände = 79.00 m
 Gründungssohle = 77.50 m
 Grundwasser = 74.00 m
 Grenztiefe mit festem Wert von 6.00 m u. GS
 — Sohldruck
 — Setzungen

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	E _s [MN/m ²]	Bezeichnung
■	18.0	10.0	30.0	0.0	40.0	Feinsand, md [SE, SU]
■	17.0	9.0	25.0	0.0	15.0	Feinsand, schluffig, lo [SU*]
■	18.0	10.0	30.0	0.0	50.0	Feinsand, schluffig, md [SU*]
■	18.0	10.0	31.0	0.0	70.0	Feinsand, md-d [SU]



Ingenieurgesellschaft
 Dr.-Ing. Michael Beuße mbH

Elsterbogen 18 Tel.: 04182 - 28 77 0
 21255 Tostedt Fax.: 04182 - 28 77 28
 www.dr-beusse.de

Projekt:
 BVH B-Plan Harber Nr. 15,
 Soltau

Auftraggeber:
 AWS mbH Soltau

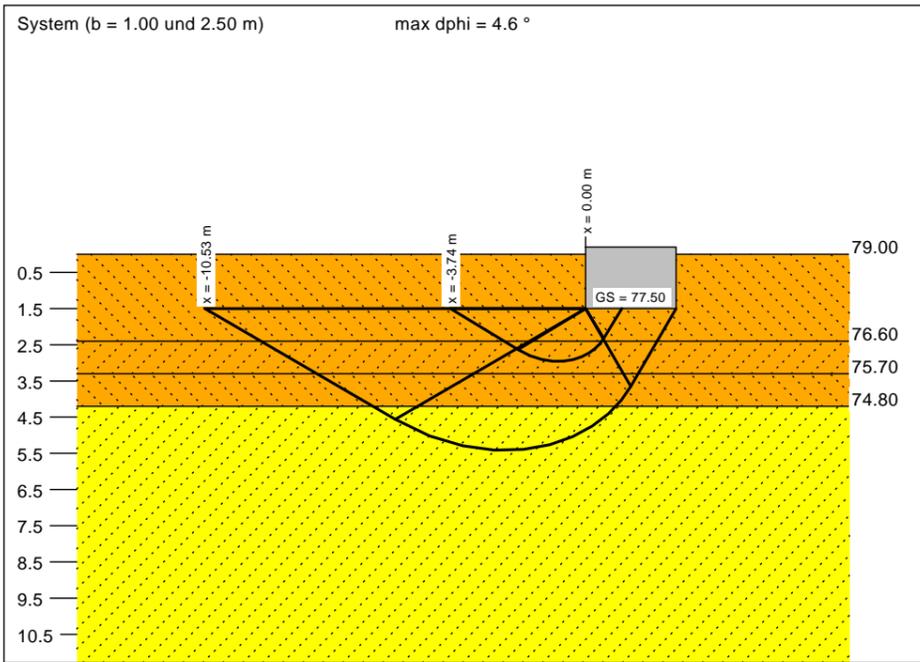
Anlage :
 7.2

Bericht :
 19 - 16073

Maßstab (L/H) :
 - / -

Datum :
 26.06.2019

**Grundbruch- und Setzungsberechnung für ein nicht unterkellertes Gebäude
 (Streifenfundament / BS 7 / BS-P)**



a	b	$\sigma_{R,d}$	R _{n,d}	zul $\sigma/\sigma_{E,k}$	V _{E,k}	s	cal ϕ	cal c	γ_2	σ_u	t _g	UK LS
[m]	[m]	[kN/m ²]	[kN]	[kN/m ²]	[kN]	[cm]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	[kN/m ²]	[m]	[m]
1.00	1.00	450.0	450.0	315.8	315.8	0.78	27.5	0.00	17.77	27.00	7.50	2.95
1.25	1.25	450.0	703.1	315.8	493.4	0.95	27.3	0.00	17.65	27.00	7.50	3.31
1.50	1.50	450.0	1012.5	315.8	710.5	1.11	28.4	0.00	17.63	27.00	7.50	3.75
1.75	1.75	450.0	1378.1	315.8	967.1	1.25	28.7	0.00	17.65	27.00	7.50	4.15
2.00	2.00	450.0	1800.0	315.8	1263.2	1.38	29.2	0.00	17.68	27.00	7.50	4.59
2.25	2.25	450.0	2278.1	315.8	1598.7	1.50	29.4	0.00	17.70	27.00	7.50	5.00
2.50	2.50	450.0	2812.5	315.8	1973.7	1.62	29.6	0.00	17.45	27.00	7.50	5.41

zul $\sigma = \sigma_{E,k} = \sigma_{d,k} / (\gamma_{Gr} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{d,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{d,k} / 1.99$ (für Setzungen)
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamlasten(G+Q) [-] = 0.50

