

# INGENIEURGRUPPE PTM

Ingenieurgesellschaft Dr.-Ing. Michael Beuße mbH  
Beratende Ingenieure



Ingenieurgesellschaft Dr.-Ing. Michael Beuße mbH

**Bericht Nr. 23 - 17934**

**Projekt:**

**Erschließung B-Plan Nr. 125  
„Vörder Feld Nord“  
in 27432 Bremervörde**

**Auftraggeber:**

**STADT BREMERVÖRDE  
Dezernat III  
Herr Frank Quell  
Rathausmarkt 1  
27432 Bremervörde**

**Auftrag:**

**Geotechnischer Bericht**

**erteilt am:**

**24. Mai 2023**

**vom**

**27. Juli 2023**

---

## STANDORT TOSTEDT

Elsterbogen 18  
21255 Tostedt  
+49 4182 28770  
tostedt@dr-beusse.de

---

## STANDORT HAMBURG

Wilkensweg 6  
21149 Hamburg  
+49 40 70382354  
hamburg@dr-beusse.de

---

## STANDORT BREMEN

Opitzstraße 17  
28755 Bremen  
+49 421 89813724  
bremen@dr-beusse.de

---

## GESCHÄFTSFÜHRENDER GESELLSCHAFTER

Dipl.-Geol. Jens Schmitz  
AG Tostedt | HRB 4060  
Finanzamt Buchholz i.d.N.  
USt-Id. Nr. DE 180 892 056

---

## BANKVERBINDUNG

Kreissparkasse Stade  
DE87 2415 1116 0000 4204 22  
NOLADE21STK

---

## MITGLIEDSCHAFTEN

DGGT  
BWK  
DWA  
VSVI  
IK Niedersachsen

---

## INGENIEURGRUPPE PTM

 Arnsberg  
 Bautzen  
 Bremen  
 Danzig  
 Dortmund  
 Hamburg  
 Jena  
 Riga  
 Stade  
 Tostedt



## I Inhaltsverzeichnis

	Seite
II Tabellenverzeichnis	4
III Anlagenverzeichnis	4
IV Anhang	4
1 Auftrag und Vorgang	5
2 Bearbeitungsunterlagen	5
3 Örtliche Situation und Bauwerk	8
4 Gebundener Straßenoberbau	9
4.1 Bohrkernentnahme und -ansprache	9
4.2 Chemische Untersuchungen	10
4.3 Chemische Analyseergebnisse	10
5 Baugrund	11
5.1 Erkundung	11
5.2 Aufbau	11
5.3 Wasser	14
5.4 Geotechnische Gefährdung	15
5.5 Laborversuche	15
5.5.1 Wassergehaltsbestimmung nach DIN EN ISO 17 892 - 1	15
5.5.2 Sieb- und Sedimentationsanalysen nach DIN EN ISO 17 892 - 4	16
5.6 Versickerungsfähigkeit	17
5.6.1 Vorbemerkungen	17
5.6.2 Versuche	18
5.6.3 Bewertung	19
5.7 Chemische Untersuchung der Aushubböden	20
5.7.1 Probenentnahme	20
5.7.2 Untersuchungsergebnisse LAGA	22
5.7.3 Hinweise zum Chemismus im Boden	23
6 Homogenbereiche, Bodenklassifikationen und -kennwerte	25
6.1 Vorbemerkungen	25
6.2 Homogenbereiche nach DIN 18 300	26
6.3 Wiedereinbaubarkeit der erkundeten Böden	29
6.4 Charakteristische Bodenkennwerte	31



7	Kanalerrichtung	32
7.1	Vorbemerkungen	32
7.2	Kanalerrichtung Bereich feinkornarme Sande	32
7.3	Bereich feinkornreiche Sande und Geschiebeböden	33
7.4	Gründung Schächte	33
8	Verkehrsflächen	34
8.1	Eingangsdaten	34
9	Hinweise zur Bauausführung	37
9.1	Hinweise zur Bauausführung der Erd- und Gründungsarbeiten	37
9.1.1	Rückbau	37
9.1.2	Erd- und Gründungsarbeiten	39
9.1.3	Kanalbau	40
9.1.4	Wasser	42
9.2	Hinweise zur Bauausführung der Verkehrsflächen	43
9.2.1	Planum	43
9.2.2	Schicht aus frostunempfindlichen Material (SfM)	44
9.2.3	Schottertragschicht	45
9.2.4	Asphaltschichtungen	45
9.3	Allgemein	46
10	Zusammenfassung	48



## II Tabellenverzeichnis

	Seite
Tabelle 4-1: Beschreibung des Asphaltoberbaus nach ZTV Asphalt StB	9
Tabelle 4-2: Gebildete Materialproben aus dem gebundenen Oberbau	10
Tabelle 5-1: Vereinfachter Baugrundaufbau	13
Tabelle 5-2: Ergebnisse der Wassergehaltsbestimmung nach DIN EN ISO 17 892 - 1	16
Tabelle 5-3: Ergebnisse der Siebanalysen nach DIN EN ISO 17 982 - 4	17
Tabelle 5-4: Berechnung des Bemessungs- $k_f$ -Wertes	19
Tabelle 5-5: Zusammensetzung der orientierenden Mischproben	21
Tabelle 5-6: Analyseergebnis der orientierenden Mischprobe	22
Tabelle 6-1: Homogenbereiche für Erdarbeiten nach DIN 18 300	26
Tabelle 6-2: Bautechnische Klassen zur Wiedereinbaubarkeit	29
Tabelle 6-3: Bodenkennwerte (charakteristische Werte)	31
Tabelle 8-1: Angabe des frostsicheren Oberbaus für die Verkehrsflächen in Anlehnung an die RStO 12	36

## III Anlagenverzeichnis

1	1 Blatt	Lageplan
2	34 Blatt	Säulendiagramme der Kleinbohrungen
3	1 Blatt	Ergebnisse der Wassergehaltsbestimmungen nach DIN EN ISO 17 892 - 1
4	1 Blatt	Darstellungen der ermittelten Korngrößenverteilungen nach DIN EN ISO 17 892 - 4
5	4 Blatt	Protokoll des in-situ Versickerungsversuches nach Heitfeld et al.

## IV Anhang

1	2 Blatt	Fotodokumentation Bohrkern
2	3 Blatt	Prüfbericht-Nr.: 2023P516963 / 1 vom 18. Juli 2023, Unterlagen der GBA, Gesellschaft für Bioanalytik mbH aus Pinneberg, Material: Auffüllung Bau-schutt
3	4 Blatt	Prüfbericht-Nr.: 2023P516964 / 1 vom 18. Juli 2023, Unterlagen der GBA, Gesellschaft für Bioanalytik mbH aus Pinneberg, Material: Sand, Lehm / Schluff)



## 1 Auftrag und Vorgang

Die Stadt Bremervörde beabsichtigt die Erschließung eines Wohngebietes im Rahmen der Realisierung des Bebauungsplanes Nr. 125 „Vörder Feld Nord“ in 27432 Bremervörde. Für die Realisierung dieses Projektes ist die Kenntnis der vorhandenen Baugrundsituation erforderlich. Aus diesem Grund erhielt die Ingenieurgesellschaft Dr.-Ing. Michael Beuße mbH, Elsterbogen 18, 21255 Tostedt, am 24. Mai 2023 durch die Stadt Bremervörde - Dezernat III, vertreten durch Herrn Quell, den Auftrag für die Durchführung einer Baugrunduntersuchung und -beurteilung, sowie die Erstellung eines Geotechnischen Berichtes.

Im nachfolgenden Bericht wird der erkundete Baugrund ingenieurgeologisch beschrieben und bodenmechanisch bewertet. Es werden Aussagen zu den Grundwasserständen und der Versickerungsfähigkeit der anstehenden Böden gemacht, sowie Angaben hinsichtlich der chemischen Zusammensetzung möglicher Aushubböden gegeben.

Ferner ist für die geplante Wohnbebauung eine Gründungsbeurteilung zu erstellen, und für die Erschließungsstraße eine Empfehlung zum Fahrbahnaufbau unter Berücksichtigung der RStO 12 zu erarbeiten.

## 2 Bearbeitungsunterlagen

Zur Bearbeitung standen uns folgende Unterlagen zur Verfügung:

- a) Lageplan Plangebiet mit eingetragenen Ansatzpunkten der Baugrundaufschlüsse und -tiefe, Maßstab im Original 1: 100, mit Datum vom 02. November 2022, erstellt durch die instara - Institut für Stadt- und Raumplanung GmbH, 28309 Bremen, übergeben am 11. Mai 2023 durch Herrn Quell (Stadt Bremervörde) in digitaler Form
- b) Prüfbericht Nr.: 595.478: Bremervörde, Wohnbaufläche „Vörder Feld“, mit Datum vom 13. Februar 1996, erstellt durch das Prüflabor Anton Morbach, 29664 Walsrode, übergeben am 11. Mai 2023 durch Herrn Quell (Stadt Bremervörde) in digitaler Form
- c) Geologische Karte mit Eisrandlagen, Maßstab 1 : 50.000, eingesehen auf dem Kartenserver des Landesamtes für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) am . 25. Juli 2023 (URL: <https://nibis.lbeg.de/cardomap3/?permalink=1sFbTYB>)





- r) ZTV E-StB 17: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau, Ausgabe 2017, Hrsg. FGSV
- s) ZTV A-StB 12 Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Aufgrabungen in Verkehrsflächen, FGSV, aktuelle Fassung
- t) ZTV SoB-StB Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau, FGSV, aktuelle Fassung
- u) DIN-Normen
  - DIN 1 054 Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau
  - DIN 1 055 Einwirkung auf Tragwerke - Teil 2 Bodenkenngößen
  - DIN 4 017 Baugrund - Berechnung des Grundbruchwiderstands von Flachgründungen
  - DIN 4 018 Baugrund - Berechnung der Sohldruckverteilung unter Flächengründungen
  - DIN 4 019 Baugrund - Setzungsberechnung bei lotrechter, mittiger Belastung
  - DIN 4 020 Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke - Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1 997
  - DIN 4 124 Baugruben und Gräben - Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten
  - DIN 18 196 Erd- und Grundbau - Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke
  - DIN 18 300 VOB - Teil C: ATV - Erdarbeiten
  - DIN 18 533 Abdichtung von erdberührten Bauteilen (ersetzt DIN 18 195)
  - DIN EN 1 997 Eurocode 7 - Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik
  - 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)



### 3 Örtliche Situation und Bauwerk

Ausweislich der vorliegenden Bearbeitungsunterlagen befindet sich das Erkundungsgebiet im Landkreis Rotenburg (Wümme) in der Stadt Bremervörde. Die zu untersuchende Fläche liegt im östlichen Stadtbereich, auf Grünflächen zwischen der „Walkmühlenstraße“ im Norden und der Straße „Großer Dieckkamp“ im Süden. Zum Zeitpunkt der Aufschlussarbeiten war das Gelände mit Getreide bewachsen.

Die Erkundungsarbeiten wurden unter Einhaltung der Meldefrist der Aufschlussarbeiten, entsprechend dem Geologiedatengesetz – GeolDG, durch das aufstellende Büro im Zeitraum vom 14. bis 20. Juni 2023 durchgeführt.

Die Ansatzpunkte und der Arbeitsumfang der auszuführenden Aufschlussarbeiten ist durch den Auftraggeber mit der Bearbeitungsunterlage a) orientierend vorgegeben worden.

Ausgehend von den Ansatzpunkten der ausgeführten Feldarbeiten konnte eine maximale Höhendifferenz von rund 11,00 m gemessen werden. Insgesamt ist die Geländetopografie als eben zu beschreiben. Anhand der gemessenen Höhen steigt das Gelände in Richtung Südwesten an.

Im Zuge der Maßnahme ist die Erschließung für eine Wohnraumbebauung und der Ausbau einer Erschließungsstraße geplant. Unterlagen über die geplante Bebauung oder einen angedachten Fahrbahnaufbau bzw. über den Verlauf der Erschließungsstraße standen dem aufstellenden Büro zum Zeitpunkt der Berichtserstellung nicht zur Verfügung. Dementsprechend stellen die Empfehlungen zum Verkehrsflächen-aufbau und die Gründungsempfehlungen eine „Vordimensionierung“ dar, die auf getroffenen Annahmen der Unterzeichnerin beruhen.



## 4 Gebundener Straßenoberbau

### 4.1 Bohrkernentnahme und -ansprache

An zwei Ansatzpunkten, den Bohrungen BK 1 / BS 1 und BK 2 / BS 2, in der Walkmühlenstraße wurde der gebundene Fahrbahnaufbau bzw. die Oberflächenbefestigung aus Asphalt vollständig durchkernt. Die Bohrkern wurden ungefähr auf Höhe der Hausnummern 43 und 85, gezogen.

Im Anschluss an die Erkundungsarbeiten sind die Ausbaustücke in das asphalttechnologische Labor des aufstellenden Büros zur weiteren Bearbeitung transportiert worden. Der Gesamtaufbau des untersuchten Fahrbahnaufbaus ist in der nachfolgenden Tabelle 4-1 aufgeführt. Die Bohrlöcher wurden wieder fachgerecht durch das ausführende Büro verschlossen.

Die Lage der Entnahmestelle kann in dem Lageplan der **Anlage 1** eingesehen werden. Des Weiteren sind Fotos der Ausbaustücke (**Anhang 1**) diesem Bericht beigelegt.

Materialprobe / Entnahmestelle	Schicht	Aufbau / Schichtung	Bezeichnung Asphalt	Körnung [mm]	Schichtstärke [cm]
Bohrkern <b>BK 1</b>	1.	Asphaltdeckschicht	AC 8 D	0/8	2,2
	2.	Asphalttragschicht	AC 11 T	0/11	3,9
	3.	Asphalttragschicht	AC 2 T	0/2	1,0
	4.	Asphalttragschicht	AC 5 T	0/5	<u>2,1</u>
					<b>Σ: 9,2</b>
Bohrkern <b>BK 2</b>	1.	Asphaltdeckschicht	AC 8 D	0/8	2,1
	2.	Asphalttragschicht	AC 11 T	0/11	2,7
	3.	Asphalttragschicht	AC 2 T	0/2	1,2
	4.	Asphalttragschicht	AC 5 T	0/5	<u>1,1</u>
					<b>Σ: 7,1</b>

Tabelle 4-1: Beschreibung des Asphaltoberbaus nach ZTV Asphalt StB



## 4.2 Chemische Untersuchungen

Im Anschluss an die Bohrkernansprache wurden für die chemischen Untersuchungen die Asphaltsschichten der entnommenen Bohrkern BK 1 und BK 2 durch Horizontalschnitte voneinander getrennt, aufbereitet und zu einer Mischprobe P 007 zusammengeführt (vgl. Tabelle 4-2).

(Misch-)Probe Nr.	Material	Entnahmepunkt / Bohrkern	Schicht	Untersuchung auf
P 007	Asphaltdeckschicht, Asphalttragschicht	BK 1 und BK 2	alle	Asbest (VDI)
				PAK, Phenolindex

Tabelle 4-2: Gebildete Materialproben aus dem gebundenen Oberbau

## 4.3 Chemische Analyseergebnisse

Die Bestimmung der chemischen Belastung hinsichtlich des PAK - Gehaltes (EPA), des Phenolindexes sowie des qualitativen Asbestnachweises erfolgte durch das chemische Labor der GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH, Pinneberg. Die GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH ist unter der Registrierungsnummer D-PL-14170-01-00 akkreditiert.

**Die Ergebnisse der chemischen Untersuchungen lagen zum Zeitpunkt der Berichterstellung noch nicht vor. Sobald diese seitens der GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH übergeben werden, wird ein entsprechender Prüfbericht erstellt und der Auftraggeberin zeitnah übergeben.**



## 5 Baugrund

### 5.1 Erkundung

Insgesamt wurden 34 Kleinbohrungen (BS) nach DIN EN ISO 22 475 (NW 80 mm) im Untersuchungsgebiet bis zu einer Endteufe von maximal 10,00 m unterhalb der bestehenden Geländeoberkante abgeteuft.

An sechs Ansatzpunkten mussten die Bohrungen aufgrund einer zu dichten Lagerung bzw. festen Konsistenz in Tiefen zwischen 4,40 m und 9,00 m abgebrochen werden. An einem Ansatzpunkt, der Bohrung BS 26, musste die Bohrung aufgrund eines Sondenverlustes abgebrochen und versetzt ausgeführt werden.

Für eine Bewertung des Verkehrsflächenunterbaus wurden unterhalb des gebundenen Fahrbahnaufbaus an den beiden Ansatzpunkten im Bereich der „Walkmühlenstraße“ Bohrungen bis in eine Tiefe von 5,00 m ausgeführt. Für deren Durchführung musste an den beiden Ansatzpunkten (Bohrungen BS 1 und BS 2) zuvor der gebundene Asphaltüberbau vollständig durchkernt werden. Die Asphaltbohrkerne sind zur Bohrkernansprache und zur Vorbereitung der chemischen Untersuchungen in das asphalttechnologische Labor des aufstellenden Büros transportiert worden (siehe Abschnitt 4).

Die Ansatzpunkte der Kleinbohrungen sind auf dem Lageplan in der **Anlage 1** dargestellt. Die Bohransatzpunkte wurden dabei GNSS - gestützt mit einer Genauigkeit von  $\pm 2,00$  cm aufgenommen.

### 5.2 Aufbau

Das in den Bohrungen gewonnene Bohrgut wurde vor Ort durch unseren betreuenden Ingenieurgeologen angesprochen und beschrieben. Die entsprechenden Bodenschichten sind in Form von Säulendiagrammen aufgetragen und dem Gutachten als **Anlage 2** beigefügt. Die dort benannten Lagerungsdichten sind durch den Ingenieurgeologen anhand der Geschwindigkeit des Bohrfortschritts abgeschätzt worden

Einen Anhalt über den oberen geologischen Horizont gibt die Bearbeitungsunterlage c). Gemäß den dort gemachten Angaben liegt das Untersuchungsgebiet im Bereich von weichselzeitlichen Sanden, lückenhaft als Geschiebedecksand ausgebildet, über gemischtkörnigen Böden des Drenthe - Stadiums. Annähernd dementsprechende Bodenverhältnisse wurden erkundet.



Die Bohrungen weisen abschnittsweise eine weitestgehend homogene Baugrundsichtung auf.

Im Bereich der Grünflächen, an insgesamt 26 Ansatzpunkten, bildet **Oberboden** (Mutterboden) in lockerer Lagerung den Beginn der Schichtenfolge. Die Schichtmächtigkeit beträgt zwischen 0,40 m und 0,60 m. Aus bodenmechanischer Sicht handelt es sich um einen Sand mit schluffigen und humosen Beimengungen.

Unter den Asphaltdeckungen der Bohrkerne BK 1 und BK 2 sowie den Bereichen der befestigten Wege, den Bohrungen BS 7 bis BS 9, BS 18 sowie den Bohrungen BS 33 und BS 34, stehen **anthropogene Auffüllungen** bis in Tiefen zwischen rund 0,40 m bis 1,40 m unter Geländeoberkante an. Die Auffüllungen sind heterogen zusammengesetzt. Sie sind überwiegend als kiesiger Sand oder als sandiger Kies zu bewerten. Zudem sind oftmals Bauschuttreste und organische Bestandteile enthalten. Die Lagerungsdichte wurde anhand des Bohrfortschritts mit sowohl locker (Sande) als auch mitteldicht und dicht eingestuft.

Im Liegenden der anthropogenen Auffüllungen und des Oberbodens folgen die weichselzeitlichen **Sande** und die drenthezeitlichen Böden in Form von **Geschiebelehm und -mergel**.

Bei den oberflächennah anstehenden **Geschiebedecksanden** handelt es bodenmechanisch um Sande mit variierenden Anteilen aus Kies und Schluff. Die Geschiebedecksande sind in lockerer und in mitteldichter Lagerung erbohrt worden.

An den Ansatzpunkten BS 11 und BS 13 sind zudem tonigen Anteilen enthalten, so dass die bis zu 4,30 mächtige Schicht als ein **Gemenge aus Geschiebedecksand und Geschiebelehm** angesprochen werden kann.

Der Geschiebelehm ist zum einen in der Hauptbodenart als Schluff mit stark sandigen, schwach kiesigen sowie schwach tonigen Anteilen im Nebengemenge zu beschreiben. Zum anderen weist der **Geschiebelehm** einen höheren Feinkornanteil auf und ist in der Hauptbodenart als Ton mit sandigen, schluffigen und schwach kiesigen Beimengungen zu benennen.

Mit zunehmender Tiefe erhöht sich lokal der Kalk- und Feinkorngehalt, so dass die tieferliegenden Schichten als **Geschiebemergel** zu beschreiben sind. Bei dem Geschiebemergel handelt es sich in der Hauptbodenart um einen Ton mit sandigen, schluffigen und schwach kiesigen Beimengungen.

Zum Zeitpunkt der Erkundungsarbeiten wurden die gemischtkörnigen Böden in plastischem (weich, weich bis steif, steif) bis halbfestem Konsistenzbereich erkundet.



Die erkundeten **Sande** sind in unterschiedlichen Korngrößenabstufungen erbohrt worden. Sie sind überwiegend als Mittelsande anzusprechen. Die Sande stehen oberflächennah in lockerer und darunter in mitteldichter bis dichter Lagerung an.

In der nachfolgenden Tabelle wird ein vereinfachter Baugrundaufbau angegeben, der die erkundeten Schichten im Hinblick auf die Lage und die Tiefe zusammenfasst. Der vereinfachte Baugrundaufbau ist nicht als allgemeingültige Schichtung über das ganze Erkundungsgebiet zu verstehen. Er stellt die erkundeten Schichtungen in zusammengefasster Form dar:

Schichtunterkante [m NHN]	Erkundet in Bohrung	Bezeichnung	Lagerungsdichte / Konsistenz
+6,27 bis +14,98	BS 3 bis BS 6, BS 10 bis BS 17 und BS 19 bis BS 32	(aufgefüllter) Oberboden	locker
+4,46 und +15,44	BS 1, BS 2, BS 7 bis BS 9, BS 18, BS 23, BS 33 und BS 34	anthropogene Auffüllungen	locker, mitteldicht, dicht
+0,29 bis +13,44	BS 1, BS 3 bis BS 6, BS 8 und BS 9 bis BS 11 bis BS 14, BS 21; BS 23, BS 27, BS 32 bis BS 34	Sande	locker, mitteldicht, dicht
+3,32 bis +14,58	BS 6, BS 7, BS 9, BS 10, BS 11 bis BS 13, BS 15, BS 16, BS 18 bis BS 22, BS 24 bis BS 27 und BS 29 bis BS 32	Geschiebedecksand (- Geschiebelehm)	locker, mitteldicht
+1,49 bis +12,31	BS 2 bis BS 5, BS 7 bis BS 14, BS 15 bis BS 31 und BS 34	Geschiebelehm	weich bis steif, steif, steif bis halbfest, halbfest
+0,66 bis +2,55	BS 2, BS 7, BS 8 und BS 19	Geschiebemergel	steif, steif bis halbfest, halbfest

Tabelle 5-1: Vereinfachter Baugrundaufbau

**Hinweis:**

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



### 5.3 Wasser

Die Wasserspiegellage des oberen Grundwasserstockwerkes liegt entsprechend der Bearbeitungsunterlage d) auf Höhenkoten zwischen +5,00 m NHN und +10,00 m NHN (großräumige Betrachtung).

Nach den Bohrarbeiten wurden die Bohrlöcher kurzfristig mit Peilrohren versehen und mittels Lichtlot in sieben der insgesamt 34 Bohrlöchern ein Wasserstand gemessen. Dieser lag zum Zeitpunkt der Erkundung zwischen 1,50 m und 5,80 m unterhalb der Geländeoberkante. Dies entspricht Höhenkoten zwischen +2,26 m NHN und +9,34 m NHN.

Mit Bezug auf die vorliegenden Höhekoten in Verbindung mit der Hydrogeologischen Karte liegen die Grundwassergleichen im Bereich der gemessenen Wasserstände. In den Geschiebeböden kann Stau- und Schichtwasser und in den Sanden freies sowie gespanntes Grundwasser auftreten.

Grundsätzlich besteht die Möglichkeit, dass die Böden mit höherem Feinkornanteil und organischen Bestandteilen (anthropogene Auffüllungen, gemischtkörnige Böden) Wasser binden und ein Wasserabfluss in der Regel nur zeitlich stark verzögert stattfindet. Niederschlagswasser kann sich daher oberflächennah aufstauen und die anstehenden feinkörnigen Böden aufweichen. Ein Stauwasserstand bis auf Höhe Geländeoberkante kann daher nicht ausgeschlossen werden.

#### **Hinweis:**

Bei den gemessenen Wasserständen handelt es sich um noch nicht beruhigte Wasserstände, die jahreszeitlich und witterungsbedingt auch höher oder niedriger ausfallen können.

Ein **Bemessungswasserstand** kann nur durch das Auswerten von weiterführenden historischen Daten (Grundwasserganglinien) oder der Durchführung eines Grundwassermonitorings mit Langzeitaufzeichnungen verifiziert werden. Diese Leistungen waren allerdings nicht Bestandteil unseres Auftrages.



#### 5.4 Geotechnische Gefährdung

Die Einschätzung der Gefährdungssituation erfolgt in Anlehnung an die Bewertung der Gefahrenhinweiskarte des Online - Kartenservers des Landesamtes für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) (Bearbeitungsunterlage e)). Die Gefährdungskategorie (GK) der Erdfallgefährdung im Gips- und Karbonatkarst richtet sich nach dem Vorhandensein von wasserlöslichem Gestein und der Entfernung zu bekannten Erdfällen.

Ausweislich der Gefahrenhinweiskarte (Bearbeitungsunterlage e)) befindet sich die nächstgelegene Salzstockhochlage etwa 21,0 km in nordöstlicher Richtung; innerhalb der Untersuchungsfläche werden keine Erdfälle ausgewiesen. Die Fläche ist somit nicht im Erdfallkataster registriert. Der nächstgelegene, registrierte Erdfall liegt ausweislich der Gefahrenhinweiskarte circa 24,0 km ebenfalls in Richtung Nordosten entfernt. Hinsichtlich der Bearbeitungsunterlage e) ist die Untersuchungsfläche in die Erdfallgefährdungskategorie (EGK) 0 einzuordnen.

Gemäß den Informationen der Karte handelt es sich bei den Untersuchungsgebiet um nicht hebungs- und setzungsempfindliche Locker- und Festgesteine mit üblichen lastabhängigen Setzungen.

#### 5.5 Laborversuche

An ausgewählten Proben, welche während der Aufschlussarbeiten gewonnen wurden, sind die bodenmechanischen Laborversuche durchgeführt worden. Diese und alle weiteren Proben sowie die dazugehörige Entnahmetiefe sind höhengerecht neben den Säulendiagrammen in der **Anlage 2** angetragen.

##### 5.5.1 Wassergehaltsbestimmung nach DIN EN ISO 17 892 - 1

Die Bestimmung des Wassergehalts wurde nach DIN EN ISO 17 892, Teil 1 mittels Ofentrocknung an sechs gestörten Proben durchgeführt. Die Untersuchung erfolgte an einer Probe aus dem Geschiebelehm der Bohrung BS 2 sowie jeweils einer Probe aus den oberen Sanden der Bohrungen BS 3, BS 6, BS 13 und BS 21 sowie dem Geschiebedecksand der Bohrung BS 24. Die Bestimmung des bodenspezifischen Wassergehalts ist für die Durchführung weiterer bodenmechanischer Laborversuche und die bodenmechanische Klassifizierung notwendig.



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

Prüfungsnummer / Probe	Entnahmestelle / -tiefe [m u. GOK]	Bodenart	Wassergehalt w <sub>n</sub> [%]
P 015 / P 2.4	BS 2 / 1,50 - 2,50	Geschiebelehm	15,81
P 016 / P 3.1	BS 3 / 0,50 - 1,00	Sand	7,78
P 017 / P 6.1	BS 6 / 1,00 - 2,00	Sand	6,23
P 018 / P 13.1	BS 13 / 0,60 - 1,10	Sand	7,70
P 020 / P 21.1	BS 21 / 0,60 - 1,50	Sand	1,38
P 021 / P 24.1	BS 24 / 0,60 - 1,10	Geschiebedecksand	1,74

Tabelle 5-2: Ergebnisse der Wassergehaltsbestimmung nach DIN EN ISO 17 892 - 1

### 5.5.2 Sieb- und Sedimentationsanalysen nach DIN EN ISO 17 892 - 4

Die aus Siebanalysen gewonnenen Körnungslinien geben Aufschluss über die genaue Benennung und Klassifizierung der Böden. Des Weiteren dient sie als Grundlage für Beurteilungs- und Anwendungskriterien der erkundeten Böden.

Insgesamt wurden an sechs Proben (P 023 bis P 028), einer Probe aus den oberen Sanden der Bohrungen BS 6, BS 13 und BS 21 sowie den gemischtkörnigen Böden in Form von Geschiebedecksand und Geschiebelehm der Bohrungen BS 11 und BS 28 die Korngrößenverteilungen nach DIN EN ISO 17 892 Teil 4 ermittelt.

Die Untersuchung wurde anhand einer kombinierten Sieb- und Schlämmanalyse an dem Boden mit hohem Feinkornanteil (gemischtkörnige Böden) und anhand von Nasssiebungen an den grobkörnigeren Sanden durchgeführt.

Die Ergebnisse der Laborversuche sind in der nachfolgenden Tabelle 5-3 zusammengefasst. Die detaillierten Ergebnisse sind diesem Gutachten zusammen mit der Darstellung der Korngrößenverteilungslinien auf der **Anlage 4** beigelegt.



Prüfungsnummer / Probe	Tiefe [m u. GOK]	Anteil Fraktionen [%]				Bodengruppe DIN 18 196
		T	U	S	G	
P 023 / P 6.1	1,00 - 2,00	[-]	1,2	98,5	0,3	SE
P 024 / P 13.1	0,60 - 1,10	[-]	1,7	97,3	1,1	SE
P 025 / P 21.1	0,60 - 1,50	[-]	5,6	93,9	0,5	SU
P 026 / P 24.1	0,60 - 1,10	[-]	10,2	88,8	1,0	SU
P 027 / P 11.2	1,50 - 2,50	8,1	22,6	59,1	10,2	SU*
P 028 / P 28.1	0,60 - 1,50	18,4	27,1	49,3	5,2	TL <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Aufgrund der natürlichen Variabilität des Feinkornanteils können die gemischtkörnigen Böden auch der Bodengruppe ST\* zugeordnet werden.

Tabelle 5-3: Ergebnisse der Siebanalysen nach DIN EN ISO 17 892 - 4

## 5.6 Versickerungsfähigkeit

### 5.6.1 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“, Bearbeitungsunterlage h)).

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 mindestens 1,00 m bis zum höchsten, mittleren Grundwasserstand zur Verfügung steht.



### 5.6.2 Versuche

Um die Versickerungsfähigkeit im Bereich des geplanten Regenrückhaltebeckens zu überprüfen, wurden an vier Ansatzpunkten, den Bohrungen BS 3 bis BS 6 in-situ-Versickerungsversuche nach HEITFELD et al. durchgeführt.

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

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

Das Ergebnis der Auswertung wurde diesem Gutachten als Berechnungsprotokoll in der **Anlage 5** beigefügt.

Zudem wurden die anstehenden Sande an insgesamt sieben Einzelproben hinsichtlich ihrer Kornverteilung durch eine Nasssiebung bzw. kombinierte Sieb- Schlamm-analyse labormäßig untersucht (vgl. Abschnitt 5.5.2). Anhand der Kornverteilung kann der  $k_f$ -Wert nach *Beyer* - unter Berücksichtigung der Gültigkeitsregeln - abgeleitet werden. Die Ergebnisse der Nasssiebungen bzw. der kombinierte Sieb-Schlamm-analyse liegen diesem Gutachten als Kornverteilungslinien in der **Anlage 4** bei.

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

Die ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte sind der nachfolgenden Tabelle 5-4 zu entnehmen.



Bohrung	Bestimmungsmethode	(Ausbau-)Tiefe [m]	k <sub>f</sub> -Wert [m/s]	Korrekturfaktor	Bemessungsk <sub>f</sub> -Wert [m/s]
BS 3	Versickerungsversuch	1,05	$4,5 \cdot 10^{-5}$	2,0	$9,0 \cdot 10^{-5}$
BS 4	Versickerungsversuch	1,05	$1,1 \cdot 10^{-4}$	2,0	$2,2 \cdot 10^{-4}$
BS 5	Versickerungsversuch	1,05	$1,9 \cdot 10^{-4}$	2,0	$3,8 \cdot 10^{-4}$
BS 6	Versickerungsversuch	1,05	$1,3 \cdot 10^{-4}$	2,0	$2,6 \cdot 10^{-4}$
BS 6	Nasssiebung	1,00 - 2,00	$8,3 \cdot 10^{-5}$	0,2	$1,6 \cdot 10^{-5}$
BS 13	Nasssiebung	0,60 - 1,10	$9,6 \cdot 10^{-5}$	0,2	$1,9 \cdot 10^{-5}$
BS 21	Nasssiebung	0,60 - 1,50	$8,5 \cdot 10^{-5}$	0,2	$1,7 \cdot 10^{-5}$
BS 24	Nasssiebung	0,60 - 1,10	$2,3 \cdot 10^{-5}$	0,2	$4,6 \cdot 10^{-6}$
BS 11	Kombinierte Sieb- Schlämmanalyse	1,50 - 2,50	$5,2 \cdot 10^{-7}$	0,2	$1,0 \cdot 10^{-7}$
BS 28	Kombinierte Sieb- Schlämmanalyse	0,60 - 1,50	$5,2 \cdot 10^{-9}$	0,2	$1,0 \cdot 10^{-9}$

Tabelle 5-4: Berechnung des Bemessungs-k<sub>f</sub>-Wertes

Die Ableitung eines Durchlässigkeitsbeiwertes k<sub>f</sub> für die gemischtkörnigen Böden nach Beyer war nicht möglich, da die Gültigkeitsregeln aufgrund des erhöhten Feinkornanteils nicht eingehalten wurden. Dementsprechend wurde für diese Böden der k<sub>f</sub> - Wert nach Mallet / Paquant bestimmt.

### 5.6.3 Bewertung

Die Bearbeitungsunterlage h) setzt für Versickerungselemente Durchlässigkeitsbeiwerte im Bereich von  $1,0 \cdot 10^{-3}$  m/s bis  $1,0 \cdot 10^{-6}$  m/s für den gesättigten Zustand voraus. Entsprechend der ermittelten Durchlässigkeit aus den Versickerungsversuchen und den Nasssiebungen weisen die untersuchten Böden Durchlässigkeitsbeiwerte von  $k_f > 1 \cdot 10^{-6}$  m/s auf. Die untersuchten Sande sind somit als großflächig durchlässig zu beschreiben und für eine Versickerung von Oberflächenwasser im Sinne der Bearbeitungsunterlage h) geeignet.

Die aus den Sieb- und Schlämmanalyse abgeleiteten Durchlässigkeitsbeiwerte sind für eine Versickerung nicht ausreichend.



**Nach den angetroffenen Bodenverhältnissen ist großflächig betrachtet eine oberflächennahe Niederschlagsversickerung in Teilbereichen möglich. Die gemischtkörnigen Böden können aufgrund des hohen Feinkornanteils als nicht ausreichend durchlässig für die Anlage von Versickerungselementen beschrieben werden. Diese Böden sind für eine Versickerung ungeeignet.**

Aus den Baugrundaufschlüssen der **Anlage 2** geht hervor, dass in Abhängigkeit der Tiefenlage der Entwässerungsanlage bedingt ein ausreichender Sickerraum im Bereich der durchlässigen Böden mit einer Mächtigkeit von  $\geq 1,00$  m vorhanden ist. Anhand der tatsächlich geplanten (Höhen-) sollten diese Angaben daher verifiziert werden.

#### **Hinweise:**

Bei den durchgeführten Untersuchungen handelt es sich um punktuelle Aufschlüsse. Daher kann keine Aussage über die Baugrundverhältnisse der gesamten Fläche und somit der flächenmäßigen Ausdehnung der versickerungsfähigen Böden getroffen werden, da die Durchlässigkeiten im Untergrund variieren.

Die Beurteilung des erforderlichen Sickerraumes im Sinne der Bearbeitungsunterlage h) bezieht sich immer auf den höchsten mittleren Grundwasserstand. Diese Angabe kann allerdings nur anhand des Auswertens von historischen Daten oder dem Durchführen eines Grundwassermonitorings verifiziert werden. Derartige Leistungen waren nicht Bestandteil unseres Auftrages.

## **5.7 Chemische Untersuchung der Aushubböden**

### **5.7.1 Probenentnahme**

Für die Klassifizierung des Bodens im Hinblick auf den Chemismus wurden während der Bohrarbeiten Einzelproben aus möglichen Aushubböden bis in eine Tiefe von maximal 4,00 m unter Geländeoberkante entnommen.

Die Proben wurden in das bodenmechanische Labor des aufstellenden Büros transportiert und dort zu insgesamt sechs repräsentativen Mischproben zusammengeführt. Die Probenzusammensetzung ist in der Tabelle 5-5 beschrieben. Die Tiefenlage der zusammengeführten Einzelproben ist an den Bohrprofilen in der **Anlage 2** angetragen.



Bohrung	Tiefe [m u. GOK]	Bodenart	Einzelproben	Misch- probe	Untersu- chung ge- mäß
BS 1 und BS 2	0,24 - 0,80	Anthropogene Auffüllungen (Sand, Bauschutt)	P 1.2 und P 2.2	<b>P 009</b>	LAGA Bauschutt
BS 9, BS 18, BS 33 und BS 34	0,00 - 0,40	Anthropogene Auffüllungen (Kies)	P 9.1, P 18.1, P 33 und P 34.1	<b>P 008</b>	LAGA TR - Boden
BS 1 und BS 2	0,35 - 1,20	Anthropogene Auffüllungen (Sand, schluffig)	P 1.2, P 2.2 und P 2.3	<b>P 010</b>	
BS 7 und BS 8	0,00 - 0,40	Anthropogene Auffüllungen (Kies)	P 7.1 und P 8.1	<b>P 011</b>	
BS 1, BS 3 bis BS 16, BS 18 bis BS 27; B 29 bis BS 34	0,40 - 4,00	Sande	P 1.3, P 3.1, P 4.1, P 5.1, P 6.1, P 6.2, P 7.3, P 8.3, P 9.2, P 10.2, P 11.1, P 12.1, P 13.1, P 14.1, P 15.1, P 16.1, P 18.2, P 19.1, P 20.1, P 21.1, P 21.2, P 22.1, P 23.3, P 24.1, P 25.1, P 26.1, P 27.1, P 29.1, P 30.1, P 31.1, P 32.1, P 32.2, P 33.3 und P 34.3	<b>P 012</b>	
BS 2, BS 5, BS 7, BS 9, BS 11, BS 13, BS 16 bis BS 28, BS 30 und BS 31	0,60 - 4,00	Geschiebelehm	P 2.4, P 5.2; P 7.4; P 9.3, P 11.2, P 13.2, P 16.2; P 17.1; P 18.3; P 19.2, P 20.2; P 21.3, P 22.2; P 23.2; P 24.2, P 25.2; P 26.2; P 27.2; P 28.1, P 30.2 und P 31.2	<b>P 013</b>	

Tabelle 5-5: Zusammensetzung der orientierenden Mischproben

Die Probe ist anschließend an das chemische Labor der GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH aus Pinneberg übergeben worden. Die GBA mbH aus Pinneberg ist unter der Nummer D-PL-14170-01-00 akkreditiert.

Die Ergebnisse der chemischen Untersuchungen wurden uns unter den Prüfberichtsnummern: 2023P516963 / 1 (LAGA Bauschutt) und 2023P516964 / 1 (LAGA TR - Boden) vom 18. Juli 2023 in digitaler Form zur Verfügung gestellt. Die Prüfberichte liegen diesem Bericht als **Anhang 2 und Anhang 3** bei.



**5.7.2 Untersuchungsergebnisse LAGA**

Sofern Material im Zuge von Baumaßnahmen ausgekoffert wird und es aus bautechnischen oder wasserwirtschaftlichen Gründen nicht wiedereingebaut werden kann, ist es einer geeigneten Verwertung / Entsorgung zuzuführen. Die Möglichkeiten der Verwertung orientieren sich an den Zuordnungswerten der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA).

Der Zuordnungswert **Z 0** stellt die Obergrenze für einen uneingeschränkten Einbau dar. Der Zuordnungswert **Z 1.1** definiert die Obergrenze für einen offenen Einbau unter Berücksichtigung bestimmter Nutzungseinschränkungen.

Der Zuordnungswert **Z 1.2** kann in hydrogeologisch günstigen Gebieten als Obergrenze für einen eingeschränkten offenen Einbau festgelegt werden.

Der Zuordnungswert **Z 2** stellt die Obergrenze für einen eingeschränkten Einbau mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen dar. Die Zuordnungswerte **Z 3** bis **Z 5** bedeuten einen Einbau bzw. Ablagerung in Deponien der Deponieklasse I und II bzw. in Sonderabfalldeponien.

Die Einstufung in eine entsprechende Einbauklasse ist der nachfolgenden Tabelle 5-6 zu entnehmen. Maßgebend für die Festlegung der Einbauklasse und somit auch für die weitere Verwertung des Materials ist immer der Parameter, dem die höchste Einbauklasse zugeteilt wurde.

Probe	Parameter Z 2	Parameter Z 1.2	Parameter Z 1.1	Parameter Z 1	Einbauklasse
P 009	Summe PAK (16)	[-]	Arsen, Sulfat	[-]	Z 2
P 008	[-]	[-]	[-]	[-]	Z 0
P 010	Summe PAK (16), TOC	[-]	[-]	Benzo(a)pyren, Blei, Kupfer	Z 2
P 011	[-]	[-]	[-]	Zink	Z 1
P 012	[-]	pH - Wert	[-]	[-]	Z 1.2
P 013	pH - Wert	[-]	[-]	[-]	Z 2

Tabelle 5-6: Analyseergebnis der orientierenden Mischprobe



In der Mischprobe **P 009** aus den anthropogenen Auffüllungen wurden erhöhte Werte in verschiedenen Parametern ermittelt. Aufgrund der Ausprägung des Parameters „Summe PAK“ sind die untersuchten Böden der **Einbauklasse Z 2** entsprechend der **LAGA Bauschutt** zuzuordnen.

Die Mischprobe **P 008** aus den kiesigen Auffüllungen weisen keine chemischen Auffälligkeiten auf. Die untersuchten Böden sind dementsprechend in die **Einbauklasse Z 0** nach **LAGA TR - Boden** einzustufen.

Die sandigen Auffüllungen aus dem Verkehrsflächenbereich „Walkmühlenstraße“, Mischprobe **P 010**, und der Geschiebelehm im gesamten Untersuchungsgebiet, Mischprobe **P 013**, weisen erhöhte Werte für die Parameter „Summe PAK (16)“, „TOC“ (Auffüllungen) und „pH - Wert“ (Geschiebelehm) auf. Die analysierten Böden sind dementsprechend der **Einbauklasse Z 2** entsprechend der **LAGA TR - Boden** zuzuweisen.

Die Analyse der Auffüllungen aus dem Bereich der Zuwegung zwischen der „Walkmühlenstraße“ und dem Baugebiet, aus den Bohrungen BS 7 und BS 8 (Mischprobe **P 011**) hat einen erhöhten Zinkgehalt ergeben, so dass die Böden in die **Einbauklasse Z 1** nach **LAGA TR - Boden** einzustufen sind.

In der Mischprobe **P 012** aus den Sanden in der zu untersuchenden Fläche wurde ein erhöhter „pH - Wert“ nachgewiesen. Mit Bezug auf die Zuordnungswerte gemäß **LAGA TR - Boden** sind die untersuchten Böden somit der **Einbauklasse Z 1.2** zuzuordnen.

### 5.7.3 Hinweise zum Chemismus im Boden

Das Material kann im Rahmen von Geländemodellierungsarbeiten auf dem Baugrundstück unterhalb des Oberbodens verwendet werden. Sodann gilt gemäß der BBodschV, § 12, Absatz 2: *„Die Zwischenlagerung und die Umlagerung von Bodenmaterial auf Grundstücken im Rahmen der Errichtung oder des Umbaus von baulichen und betrieblichen Anlagen unterliegen nicht den Regelungen dieses Paragraphen, wenn das Bodenmaterial am Herkunftsort wiederverwendet wird.“* Bei einer nichtbautechnischen Wiederverwendung von Bodenaushubmaterial **außerhalb des Baugrundstücks** sind nachträgliche Untersuchungen gemäß der Bundesbodenschutz- und Altlastenverordnung BBodschV in Abstimmung mit der zuständigen Behörde notwendig.



Sofern das Material deponiert oder anderweitig wiederverwendet werden soll, ist darauf hinzuweisen, dass die hier vorliegenden Prüfberichte bei den Annahmestellen in der Regel weniger als drei Monate gültig sind. Wird die Baumaßnahme nach dem Ablauf dieser Zeit ausgeführt, fallen unter Umständen erneute chemische Untersuchungen des Aushubmaterials an. Für ausschreibungstechnische Zwecke können die definierten Einbauklassen allerdings verwendet werden.

Generell ist nicht auszuschließen, dass sich die ermittelte Einbauklasse aufgrund von Veränderungen im Chemismus zwischen den Ansatzpunkten bzw. innerhalb des Erkundungsgebiets verändern kann, da die Probenentnahme mittels punktueller Aufschlüsse durchgeführt wurde.

Ab dem **01. August 2023** sind zu entsorgende Böden hinsichtlich der Vorgaben der **Ersatzbaustoffverordnung** oder der **Bundes -Bodenschutz- und Altlastenverordnung** zu untersuchen.



## 6 Homogenbereiche, Bodenklassifikationen und -kennwerte

### 6.1 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, oder fehlende Kennwerte, können nur für vorplanerische Zwecke herangezogen werden. Sofern genauere Angaben gefordert werden, muss eine Abstimmung mit der Unterzeichnerin 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 6-1 erfolgt die Angabe von Homogenbereichen. Dabei werden die erkundeten Bodenschichten betrachtet, die im Zuge von Erdarbeiten im Sinne der DIN 18 300 angeschnitten werden. Für die Berücksichtigung von Kanalbauwerken werden die anstehenden Böden bis zur Tiefe von maximal 3,00 m unterhalb der Geländeoberkante betrachtet.

Die angegebenen Kennwerte und Eigenschaften beruhen auf den Ergebnissen von Laborversuchen (siehe Abschnitt 5.5), auf Erfahrungswerten aus Versuchsergebnissen von vergleichbaren Böden sowie auf der Bodenansprache nach DIN EN ISO 14 688.



Liegen keine ausreichenden Informationen zur Bewertung vor, erfolgt keine Angabe (k. A.). Die zugrunde gelegten Normen sind dem Abschnitt 2 dieses Berichts zu entnehmen.

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

## 6.2 Homogenbereiche nach DIN 18 300

Parameter	Einheit	E-1	E-2	E-3	
Ortsübliche Bezeichnung	[-]	anthropogene Auffüllungen (Sand)	anthropogene Auffüllungen (Kies / Schotter)	Sande	
Korngrößenverteilung <sup>(1)</sup>	%	≤ 0,06 mm	20 - 40	0 - 5	0 - 15
		>0,06-2,0 mm	70 - 80	30 - 60	80 - 100
		>2,0-63 mm	0 - 5	40 - 70	0 - 5
Anteil Steine <sup>(1), (2), (3), (4)</sup> (>63 mm - 200 mm)	%	< 20	< 20	< 10	
Anteil Blöcke <sup>(1), (2), (3), (4)=</sup> (>200 mm - 630 mm; >630 mm)	%	< 5	< 5	< 5	
Wassergehalt $w_n$ <sup>(1)</sup>	%	k. A.	k. A.	1 - 10	
undränirte Scherfestigkeit $c_u$ <sup>(1), (5)</sup>	kN/m <sup>2</sup>	[-]	[-]	15 - 150	
Lagerungsdichte	[-]	locker, mitteldicht, dicht	mitteldicht, dicht	locker, mitteldicht, dicht	
Bezogene Lagerungsdichte $I_D$ <sup>(1)</sup>	%	15 - 85	35 - 85	15 - 85	
Bodengruppe	[-]	[SE], [SU], [SU*], [OH]	[GI], [GE], [GW], [GU]	SE, SU	
Frostempfindlichkeitsklasse <sup>(6)</sup>	[-]	F1, F2, F3	F1, F2	F1, F2	
Einbauklasse nach LAGA <sup>(7)</sup>	[-]	Z 1, Z 2	Z 0, Z 1	Z 1.2	

Tabelle 6-1: Homogenbereiche für Erdarbeiten nach DIN 18 300



Parameter	Einheit	E-4	E-5
Ortsübliche Bezeichnung	[-]	Geschiebedecksand (- Geschiebelehm)	Geschiebelehm
Korngrößenverteilung <sup>(1)</sup>	%	≤ 0,06 mm	20 - 40
		>0,06-2,0 mm	60 - 70
		>2,0-63 mm	5 - 15
Anteil Steine <sup>(1), (2), (3), (4)</sup> (>63 mm - 200 mm)	%	< 20	< 20
Anteil Blöcke <sup>(1), (2), (3), (4)=</sup> (>200 mm - 630 mm; >630 mm)	%	< 5	< 5
Wassergehalt $w_n$ <sup>(1)</sup>	%	1 - 10	10 - 20
Konsistenz <sup>(4)</sup>	[-]	[-]	weich bis steif, steif, steif bis halbfest, halbfest
Plastizitätszahl $I_p$ <sup>(1), (5)</sup>	%	[-]	8 - 14
Konsistenzzahl $I_c$ <sup>(1), (5)</sup>	%	[-]	0,50 - > 1,00
undränirierte Scherfestigkeit $c_u$ <sup>(1), (5)</sup>	kN/m <sup>2</sup>	[-]	15 - 150
Lagerungsdichte	[-]	locker, mitteldicht	[-]
Bezogene Lagerungsdichte $I_D$ <sup>(1)</sup>	%	15 - 65	[-]
Bodengruppe	[-]	SU*, ST*	ST*, TL
Frostempfindlichkeitsklasse <sup>(6)</sup>	[-]	F3	F3
Einbauklasse nach LAGA <sup>(7)</sup>	[-]	Z 1.2	Z 2

Tabelle 6-1: Homogenbereiche für Erdarbeiten nach DIN 18 300 (Fortsetzung)



## Fußnote zu Tabelle 6 - 1:

- (1) Abweichungen von +/- 10 % von den dargestellten Wertebereichen sind möglich.
- (2) In den anthropogenen Auffüllungen muss mit dem Vorhandensein von Fremd-Bestandteilen gerechnet werden.
- (3) Hindernisse in Form von Steinen >63 mm und Findlingen in den Geschiebeböden können nicht ausgeschlossen werden. Dieses muss bei den Erdarbeiten berücksichtigt werden.
- (4) Anhand des teleskopierten Sondierverfahrens mit einer maximalen Nennweite von 80 mm ist es nicht möglich, die Massenanteile von Steinen und Blöcken entsprechend DIN EN ISO 14699-1 durch Sortieren, Sieben und Wiegen mit Bezug auf eine Aushubmasse zu bestimmen. Daher können die o.g. Massenanteile nur eine Schätzung darstellen, die unter Berücksichtigung der Genese der Ablagerungen, Geländebefunden, der Beschaffenheit des Bohrgutes sowie anhand von Erfahrung erfolgt.
- (5) Die fein- und gemischtkörnigen Böden neigen unter Wassereinwirkung und / oder dynamischer Belastung zum Aufweichen und Ausfließen. Sodann kommt es zu einer Veränderung der Konsistenz, die dem angegebenen Wertebereich nicht mehr entspricht.
- (6) Im Bereich  $6,0 < C_U < 15,0$  können Böden mit einem Kornanteil  $< 0,063$  mm von  $\geq 5,0$  M-% nach Bild 2 der ZTV E-StB in die Frostempfindlichkeitsklasse F1 eingestuft werden.
- (7) Es sind die Hinweise in Abschnitt 5.7 zu berücksichtigen.



### 6.3 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 o) 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)	Bodengruppe nach DIN 18 196	Frostemp- findlich- keitsklasse	Verdichtbar- keitsklasse	Verdichtungs- grad <sup>(1),(2),(3)</sup> D <sub>Pr</sub> [%]	Einbauklasse nach LAGA
<b>Oberboden</b>	OH	F2	Keine bautechnische Wiederverwertung zulässig (vgl. BBodSchV)		k. A.
<b>Anthropogene Auffüllungen (Sand)</b>	[SE], [SU], [SU*], [OH]	F1, F2, F3	V1, V2	97 - 100	Z 1, Z 2
<b>Anthropogene Auffüllungen (Kies / Schotter)</b>	[GI], [GE], [GW], [GU]	F1, F2	V1	98 - 100	Z 0, Z 1
<b>Geschiebedecksand (- Geschiebelehm)</b>	SU*, ST*	F3	V2	97 - 98	Z 1.2
<b>Geschiebelehm, -mergel</b>	ST*, TL	F3	V2, V3	97 - 98	Z 2
<b>Sande</b>	SE, SU	F1, F2	V1	98 - 100	Z 1.2

- (1) Die Anforderung an den Verdichtungsgrad 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 6-2: 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.

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 17 auch eine Arbeitsanweisung erforderlich.

Der Oberboden ist bautechnisch nicht wiederzuverwenden. Gegebenenfalls eignet sich eine Wiederverwendung als Andeckmaterial.

Die anthropogenen Auffüllungen weisen bereichsweise einen erhöhten Feinkornanteil sowie Bauschuttreste und humose Beimengungen auf. Insbesondere im Hinblick auf die Nutzung der Verfüllräume innerhalb eines Straßenkörpers sollten die humosen und mit Fremdbestandteilen wie Bauschutt durchsetzten Auffüllungen nicht wieder eingebaut werden.

Die anthropogenen Auffüllungen aus Kies bzw. Schotter eignen sich für den Wiedereinbau in der Verfüllzone.

Sofern die feinkornreichen Sande (Geschiebedecksand), der Geschiebelehm bzw. -mergel innerhalb des Straßenkörpers wieder eingebracht werden sollen, sind diese vorab mit einem Mischbindemittel zu konditionieren, um die fachgerechte Einbaubarkeit zu gewährleisten.

Die angetroffenen aufgefüllten Sande und die Fein- bis Mittelsande mit einem Schluffanteil von weniger als 5,0 % sind, sofern sie keine Fremdstoffe wie größere Bauschuttanteile oder humose Beimengungen enthalten, zum Wiedereinbau geeignet. Es sind dabei die Vorgaben der ZTV E-StB 17 einzuhalten.

Die bodenmechanische Konformität der Baustoffgemische gemäß den einschlägigen Regelwerken ist fortlaufend zu prüfen.

Für die Nutzung der anstehenden Materialien im Zuge von Auf- und Abtragsbereichen innerhalb des Ausbaukörpers sollten die lokal erkundeten Böden nur nach Rücksprache mit dem aufstellenden Büro wieder eingebracht werden. Generell erscheint eine Nutzung der ausgekofferten Bodenmaterialien im Bereich der Planungsgradienten aus bodenmechanischer Sicht als weitestgehend möglich.



**6.4 Charakteristische Bodenkennwerte**

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. Genauere Angaben können allerdings nur über weiterführende Laborversuche verifiziert werden:

Bodenschicht	Bodengruppe DIN 18 196	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi'_k$ [ ° ]	$c'_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]
<b>Oberboden</b> locker	OH	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
<b>anthropogene Auffüllungen (Sand)</b> locker mitteldicht dicht	[SE], [SU], [SU*]	18 18 18	9 10 10	29,0 31,5 33,0	0 0 0	10 15 20
<b>anthropogene Auffüllungen (Kies / Schotter)</b> mitteldicht dicht	[GI], [GE], [GW], [GU]	19 19	10 11	33,0 35,0	0 0	60 80
<b>Geschiebedecksand<sup>*)</sup>, <sup>**)</sup></b> locker mitteldicht	SU*	18 18	9 9	27,5 30,0	0 0	20 30
<b>Geschiebelehm</b> weich bis steif steif steif bis halbfest halbfest	ST*, TL	18 19 20 21	10 9 11 11	27,5 29,0 31,0 33,0	5,0 7,5 10,0 15,0	10 15 20 25
<b>Geschiebemergel<sup>*)</sup></b> steif steif bis halbfest halbfest	ST*, TL	19 20 21	9 10 11	25,0 30,0 35,0	5,0 12,5 20,0	15 20 30
<b>Sande</b> locker mitteldicht	SE, SU	18 18	10 10	30,0 32,5	0 0	30 60

\*) 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.

\*\*\*) Die Bodenkennwerte des Geschiebedecksandes gelten ebenso für das Gemenge aus Geschiebedecksand und Geschiebelehm.

Tabelle 6-3: Bodenkennwerte (charakteristische Werte)



## **7 Kanalerrichtung**

### **7.1 Vorbemerkungen**

Angaben zu den Kanalleitungen und dem vorgesehenen Einbringungsverfahren standen dem aufstellenden Büro nicht zur Verfügung. Im Weiteren wird dementsprechend eine konventionelle, offene Errichtung und eine maximale Aushubtiefe von 3,00 m unterhalb der bestehenden Geländeoberkante angenommen.

Aufgrund der ermittelten Wasserstände ist von einem Wasserandrang im Bereich der Baugrubensohle auszugehen. Außerdem ist zu berücksichtigen, dass Wasserstände witterungs- und jahreszeitlich bedingt auch höher oder niedriger ausfallen können. Zudem stehen variierende Böden mit unterschiedlichen Wasserführungseigenschaften an. Daher sollten entsprechende Wasserhaltungssysteme auf der Baustelle vorgehalten werden.

Im Zuge der Baugrunduntersuchungen wurde festgestellt, dass abhängig von der jeweiligen Höhenlage und örtlichem Bezug, die Baugrundverhältnisse variieren. Dementsprechend erfolgt eine Unterteilung in die maßgebenden Bereiche mit den anstehenden Bodenschichtungen, die in den Tiefenlagen der vorgesehenen Rohrleitungen erkundet worden sind.

Die Rohrleitungsgräben können bei Verwendung eines entsprechenden Verfüllmaterials unter 45° abgebösch (siehe auch DIN 4 124) hergestellt oder mit Grabenverbaugeräten gemäß DIN EN 13 331 gesichert werden.

### **7.2 Kanalerrichtung Bereich feinkornarme Sande**

Sofern im Bereich des Rohrauflegers rollige, steinfreie ( $D < 22$  mm), schluffarme und nicht humose Sande anstehen, kann das Rohr direkt auf dem anstehenden Material gebettet werden. Vorher sollte jedoch, da durch den Bodenaushub ggf. das anstehende Bodengefüge aufgelockert wurde, eine Nachverdichtung der Aushubebene auf eine mindestens mitteldichte Lagerungsdichte erfolgen. Sofern die Sande eine gleichkörnige Zusammensetzung aufweisen, können diese gegebenenfalls ausfließen. Sodann sind gesonderte Maßnahmen anzustreben.

Die Verdichtungsanforderungen des Rohrauflegers, der Leitungs- und Verfüllzone ergeben sich aus den Vorgaben der ZTV E StB 17 sowie der ZTV A-StB 12. Das Material zur Verfüllung der Leitungszone ist entsprechend den Vorgaben des Rohrherstellers zu wählen.



### 7.3 Bereich feinkornreiche Sande und Geschiebeböden

Die im Bereich der geplanten Kanaltrasse erkundeten feinkornreiche Sande (Geschiebedecksand) sowie die gemischtkörnigen Böden (Geschiebelehm und -mergel) neigen unter dynamischer Belastung und Wassereinwirkung zum Aufweichen. Die Tragfähigkeitseigenschaften sind nur gewährleistet, wenn aufgeweichte Bereiche in ausreichender Mächtigkeit ausgekoffert werden.

Die feinkornreichen und gemischtkörnigen Böden müssen bis 0,20 m unterhalb der Leitungshöhenkote ausgekoffert werden. Die Böden müssen dabei ggfs. im Nassbaggerverfahren ausgehoben werden, um die Einflüsse von grundwasserabsenkenden Maßnahmen so gering wie möglich zu halten. Dabei muss der Austausch im Vor-Kopf-Einbau erfolgen. Als Füllboden eignet sich hier ein enggestufter Sand mit einem Schluffanteil < 5 %.

Anschließend sollte der Leitungsgraben bis zum Höhenniveau der Leitungssohle mit einem schluffarmen, grobkörnigen Boden ( $D < 22 \text{ mm}$ ) aufgefüllt werden. Der Einbau des Austauschmaterials muss dabei bis zum Erreichen von einer Höhenkote bei etwa 30 cm über dem Grundwasser durch Verklappen und Andrücken mit der Baggerschaufel eingebaut 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). Alternativ kann als Rohrbettung die Errichtung eines Auflagers aus Magerbeton berücksichtigt werden.

Aufgrund der bodenmechanischen Eigenschaften der Geschiebeböden kann nicht ausgeschlossen werden, dass der Boden bei den Aushubarbeiten dräniert und ausfließt.

### 7.4 Gründung Schächte

Im Bereich der Kanalschächte sind ggf. aufgeweichte gemischtkörnige Böden bis 0,30 m unterhalb der geplanten Schachtsohle auszukoffern. Die freigelegten Bereiche sind durch ein tragfähiges, feinkornarmes und statisch verdichtetes Bodenersatzmaterial lagenweise zuersetzen. Der Schacht kann direkt auf dem Bodenersatzmaterial gebettet werden.



## 8 Verkehrsflächen

### 8.1 Eingangsdaten

Die Dimensionierung des Straßenoberbaus erfolgt bei Belastungsklassen bis  $\leq Bk100$  im Allgemeinen nach den Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen RStO 12 (vergleiche Bearbeitungsunterlage o)).

Für die Errichtung der vorgesehenen Verkehrswege wird eine standardisierte Bauweise, unter Berücksichtigung einer Asphaltdecke, für die Belastungsklasse Bk1,0 herangezogen. Die in der Richtlinie angegebenen Standardbauweisen und Schichtdicken setzen ein statisches Verformungsmodul von  $E_{v2} \geq 45 \text{ MPa}$  auf dem Erdplanum voraus.

Zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung standen dem aufstellenden Büro keine weiteren Informationen hinsichtlich der geplanten Höhenkote der Verkehrsflächen zur Verfügung. Dementsprechend basieren die folgenden Angaben auf Annahmen, die bauseits zu prüfen sind.

Als Ausgangspunkt für die Bemessung der Verkehrsfläche ist die Frostempfindlichkeitsklasse des anstehenden Bodens maßgebend. Entsprechend der in Abschnitt 5 und der **Anlage 2** dargestellten, erkundeten Baugrundsichtungen stehen im Bereich der (angenommenen) Planungsgradienten in weiten Teilen Geschiebeböden an. Ausweislich der Bodenansprache des betreuenden Ingenieurgeologen sind diese Böden der Frostempfindlichkeitsklasse F2 sowie F3 zuzuordnen. Dementsprechend muss im Nachfolgenden für diese Bereiche die maßgebende Frostempfindlichkeitsklasse F3 berücksichtigt werden.

Infolge der bodenmechanischen Eigenschaften der gemischtkörnigen Böden muss auf der Grundlage von vorliegenden Erfahrungswerten aus vergleichbaren Bauvorhaben davon ausgegangen werden, dass die Anforderung an das Verformungsmodul von  $E_{v2} \geq 45 \text{ MPa}$  nicht zu erzielen sein wird.

Um einen dauerhaften und belastbaren Straßenkörper zu errichten sind somit gesonderte Maßnahmen notwendig, um das erforderliche Verformungsmodul zu erreichen und gleichzeitig Setzungen bzw. Setzungsdifferenzen zu minimieren.



Es wird empfohlen, Austauschbereiche zu definieren, um eine ausreichende Überdeckung der gemischtkörnigen Schichtungen zu erreichen und den erforderlicher Verformungsmodul auf dem Planum nachweisen zu können. Bindige Geschiebeböden sind bis 0,40 m unter Erdplanum auszutauschen. Als Austauschmaterial eignen sich hier grobkörnige Böden im Sinne der DIN 18 196. Wir empfehlen die Verwendung eines verdichtungsfähigen, steinfreien und schluffarmen Bodens der Bodengruppe SE.

Aufgrund der bodenmechanischen Eigenschaften der gemischtkörnigen Böden kann nicht ausgeschlossen werden, dass der Boden bei den Aushubarbeiten dräniert und ausfließt. Es sollten daher zusätzlich Sicherungsmaßnahmen (z. B. Grabenverbauwerke) vorgehalten werden. Der Einbau des Austauschmaterials muss dabei bis zum Erreichen von einer Höhenkote bei etwa 0,50 m über dem Grundwasser durch Verklappen und Andrücken mit der Baggerschaufel eingebaut werden. Zwischen den Austauschbereichen ist ein Vlies aus einem Geotextil mit einer ausreichenden Robustheitsklasse (mindestens GRK 3) einzulegen, um das Abwandern des Austauschmaterials zu minimieren.

Die Mindestdicke des frostsicheren Verkehrsflächenaufbaus ergibt sich anhand der Tabelle 6 der Bearbeitungsunterlage o), unter Berücksichtigung möglicher Mehr- oder Minderdicken gemäß der Tabelle 7.

Für einen Untergrund der Frostempfindlichkeitsklasse F3 ergibt sich entsprechend der Belastungsklasse Bk1,0 eine Mindestdicke von  $D_{\min} = 60,0$  cm. Nach Tabelle 7 gemäß der RStO 12 ist aufgrund der Wasserverhältnisse eine Mehrdicke von 5 cm zu berücksichtigen. Für die weitere Vordimensionierung ist daher folgende Gesamtstärke des frostsicheren Oberbaus ist zu berücksichtigen:

$$D_{\min} = 65,0 \text{ cm.}$$

Zur Gewährleistung eines dauerhaften Verkehrsflächenkörpers ist die Beschaffenheit des Planums nach dem Rückbau des bestehenden Verkehrsflächenkörpers durch das aufstellende Büro zu beurteilen.

In den nachfolgenden Tabelle erfolgt die Angabe eines frostsicheren Oberbaues für die Verkehrsflächen anhand der verschiedenen Baugrundsichtungen. Die in der Spalte „Anforderung“ der folgenden Tabellen genannten Regelwerke definieren die Anforderungen an das Material und den Einbau der jeweiligen Schicht.



Weiterhin wird der Bodenaustausch des anstehenden Unterbaus betrachte, um sicherzustellen, dass die erforderliche Tragfähigkeit von  $E_{V2} \geq 45 \text{ MPa}$  flächendeckend nachgewiesen werden kann. Um jedoch den erforderliche Verformungsmodul auf der oberen Lage der Frostschutzschicht zu erzielen, werden die Schichtmächtigkeiten anhand von Erfahrungen aus vergleichbaren Bauvorhaben entsprechend angepasst.

Asphaltbauweise (in Anlehnung an Tafel 1, Zeile 5) / Belastungsklasse Bk1,0		
Material	Schichtdicke [cm]	Anforderung $E_{V2}$ [MPa] / $D_{Pr}$ [%]
Asphaltdeckschicht (Mischgut AC 8 DN, 50/70)	3,5	siehe ZTV Asphalt-StB
Asphalttragschicht (Mischgut AC 22 TN, Bindemittel 70/100)	10,5	siehe ZTV Asphalt-StB
Schottertragschicht 0/32	30,0	$E_{V,2} \geq 150 \text{ MPa}$ , $E_{V,2} / E_{V,1} \leq 2,2$
Schicht aus frostunempfindlichen Material	21,0	$D_{Pr} \geq 100\%$ ZTV SoB-StB
Planum	[-]	$\geq 45,0 \text{ MPa}$
Bereichsweise Bodenaustausch	$\geq 40,0$	$D_{Pr} \geq 100 \%$ siehe ZTV E-StB

Tabelle 8-1: Angabe des frostsicheren Oberbaus für die Verkehrsflächen in Anlehnung an die RStO 12

Bei einem sachgerechten Einbau und der Verwendung von güteüberwachten Materialien kann das erforderliche Verformungsmodul auf der Schottertragschicht von mindestens 150 MPa erreicht werden. Ein Befahren der Oberkante der Schottertragschicht durch Anliefersattelzüge und durch den Fertiger ist aufgrund der Körnung 0/32 ebenfalls gewährleistet.

**Eine Optimierung des Verkehrsflächenaufbaus kann nur unter Berücksichtigung genauerer Planungsgrundlagen angegeben werden.**



## **9 Hinweise zur Bauausführung**

### **9.1 Hinweise zur Bauausführung der Erd- und Gründungsarbeiten**

Auf Basis der durchgeführten Bodenuntersuchungen und der vorliegenden Planungsunterlagen ergeben sich für die geplante Bebauung folgende, orientierenden Maßnahmen:

#### **9.1.1 Rückbau**

- Die anstehenden Bodenmaterialien sind vollständig bis auf die geplante Höhenkote der Ausbauebene auszukoffern, zu separieren und einer geeigneten Verwertung zuzuführen,
- der anstehende Oberboden muss im gesamten Bereich der Bauwerke und Verkehrsflächen unter Berücksichtigung einer Lastausbreitung von 45° vollständig abgeschoben werden und ist einer geeigneten Verwertung zuzuführen,
- der Oberboden eignet sich grundsätzlich zur Wiederverwendung als Andeckmaterial auf dem Baugrundstück. Eine witterungsgeschützte Zwischenlagerung auf Bodenmieten sollte mit Neigungen von mind. 1 : 1 und geneigten Dammkronen ausgebildet werden. Hierbei sind die Böschungsbereiche und Dammkrone glatt abzuziehen,
- abzufahrender Oberboden muss im Hinblick auf den Chemismus gemäß den Vorgaben der BBodSchV untersucht werden,
- bei den Auskofferungsarbeiten im Bereich der anthropogenen Auffüllungen muss mit Hindernissen (Bauschuttresten) im Baugrund gerechnet werden,
- bei den Auskofferungsarbeiten im Bereich der gemischtkörnigen Böden muss mit Steinen >63 mm und Findlingen im Bereich der Geschiebeböden gerechnet werden,
- Fremdbestandteile und humose Bereiche sind unterhalb der Gründungselemente bzw. innerhalb des Lastausbreitungsbereichs oder in der Planumsebene der Außenanlagen vollständig auszukoffern und durch ein geeignetes Bodenersatzmaterial zu ersetzen. Als Bodenersatzmaterial können die im grobkörnige und steinfreie sowie verdichtungsfähige Böden der Bodengruppe SE mit einem Schluffanteil von < 5% (Lieferkörnung) verwendet werden,



- zu entsorgende Böden unterhalb des Oberbodens sind vorab im Hinblick auf den Chemismus nach den Vorgaben der LAGA TR-Boden, ab August 2023 nach Ersatzbaustoffverordnung, zu untersuchen. Die Hinweise in Abschnitt 5.6 sind zu beachten,
- die anstehenden gemischt- und feinkörnigen Böden weichen unter Wassereinwirkung und / oder dynamischer Belastung auf. Ein Befahren mit schwerem, bereiftem Gerät ist daher nicht zulässig,
- die in der Aushubebene anstehenden gemischtkörnigen Böden sind nicht für ein Befahren mit Baugeräten geeignet. Die Aushubarbeiten müssen daher rückschreitend erfolgen,
- ein Bodenaustausch muss im Vor-Kopf-Einbau erfolgen. Als Füllboden eignen sich grobkörnige Böden im Sinne der DIN 18 196,
- für den Aushub ist ein Baggerlöffel mit Zahnschutz zu verwenden,
- aufgrund der bodenmechanischen Eigenschaften der gemischtkörnigen Böden sollten zusätzlich Sicherungsmaßnahmen (z. B. Grabenverbaugeräte) vorgehalten werden,
- das anfallende Ausbaumaterial ist einer geeigneten Verwertung zuzuführen. Hierzu sind ggf. weitere bzw. weiterführende, chemische Untersuchungen notwendig,
- aufgrund der ermittelten Wasserstände und der bodenmechanischen Beschaffenheit des Baugrundes sind Planumsdränagen zwingend erforderlich,
- es sind die Hinweise der ZTV E-StB in Verbindung mit den TP BF-StB zu beachten,
- **der Rück- und Erdbau ist durch ein fachtechnisches Büro / Prüfstelle zu begleiten / überwachen.**



### 9.1.2 Erd- und Gründungsarbeiten

- Die Aushub- und Gründungssohlen sind eben herzustellen und auf eine mindestens mitteldichte Lagerung nachzuverdichten. Unterschiedlich tiefe Bereiche sind unter max. 45° abzuböschern,
- Baugruben können unter Beachtung der DIN 4 124 bis in eine Tiefe von 1,25 m senkrecht hergestellt werden. Tiefer reichende Baugruben sind gegenüber der Geländeoberkante unter 45° abzuböschern. Es sind die Hinweise der DIN 4 124 und die „Bausteine“ der BG-Bau zu beachten,
- aufgeweichte Böden im Bereich der Gründungsebene sind vollständig auszukoffern und durch ein Bodenersatzmaterial auszutauschen. Als Bodenersatz eignen sich verdichtungsfähige, grobkörnige und steinfreie Böden der Bodengruppen SE, SW, SI sowie GE, GW und GI mit einem Schluffanteil von < 5%,
- für die Geländemodellierung, Arbeitsraumverfüllungen oder für Bodenaustauscharbeiten können die im Erkundungsgebiet anstehenden Sande oder ein vergleichbarer, grobkörniger und steinfreier sowie verdichtungsfähiger Boden der Boden­gruppe SE mit einem Schluffanteil von < 5% (Lieferkörnung) verwendet werden,
- Bodenersatz- oder Austauschmaterial ist in Lagen von  $\leq 0,30$  m einzubauen und lagenweise auf eine mindestens mitteldichte Lagerung ( $D_{Pr} \geq 98$  %) zu verdichten,
- durch die Aushubarbeiten sind die im Bereich der Planungsgradienten anstehenden Böden ggf. aufgelockert und somit nachzuverdichten,
- für die Verdichtungsprüfung nachverdichteter oder eingebauten Böden empfiehlt sich die baubegleitende Entnahme von ungestörten Zylinderproben sowie das Ballonersatzverfahren (Densitometer) nach DIN 18 125 zur Überprüfung der labormäßig ermittelten Proctordichte nach DIN 18 127,
- bei direkten Verdichtungskontrollen kann eine Auswertung der Ergebnisse versuchsbedingt nicht vor Ort erfolgen. Die zeitliche Verzögerung in der Versuchsdurchführung ist mit dem Prüflabor abzustimmen und in den Bauablauf mit aufzunehmen,
- 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 Erdarbeiten sind durch das aufstellende Büro zu begleiten und die Aushub- und Gründungssohlen sind nach DIN 4 020 abzunehmen.**



### 9.1.3 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,
- bei Grabentiefen von  $\geq 1,25$  m ist zur Herstellung der Leitungsgräben ein Verbaugerät (z. B. Krings-Verbau) unter Berücksichtigung der DIN EN 13 331 vorzusehen,
- der Bodenaushub muss im Bereich der gemischtkörnigen Böden rückschreitend und mit einem Bagger unter Zuhilfenahme eines Zahnschutzes erfolgen,
- das ausgekofferte Bodenmaterial eignet sich zum Teil für den Wiedereinbau in der Verfüllzone (siehe Abschnitt 6.3). Die gemischtkörnigen Böden sind jedoch zuvor mit einem Mischbindemittel zu konditionieren,
- **„Die Eignung der Böden für die Bodenbehandlung [...] in Abhängigkeit vom verwendeten Bindemittel anhand einer Eignungsprüfung nachzuweisen“**
- die im Baugebiet anstehenden Sande sind bei einem Schluffanteil von  $< 5$  % für einen Wiedereinbau in der Rohrleitzone als geeignet zu bewerten,
- im Bereich der gesamten Rohrleitungszone sind steinfreie, schluffarme und verdichtungsfähige Böden (grobkörnige Böden nach DIN 18 196) einzubauen,
- es müssen Anforderungen an den Verdichtungsgrad eingehalten werden,
- als Auffüllmaterial eignen sich Böden der Bodenklassen SE, SW oder SI mit einem Schluffanteil von  $< 5\%$  und einem Größtkorn  $< 22$  mm,
- das Auffüllmaterial ist in Lagen von  $\leq 0,25$  m aufzubauen und entsprechend lagenweise auf eine mitteldichte Lagerung zu verdichten,
- bis 1,00 m oberhalb des Leitungsscheitels sind lediglich leichte Verdichtungsgeräte zu verwenden (siehe ZTV E-StB),



- eine annähernd mitteldichte Lagerung ist erreicht, wenn eine Proctordichte von  $D_{Pr} \geq 98 \%$  nachgewiesen wird. Grundsätzlich ergeben sich die Anforderungen hinsichtlich des Verdichtungsgrades aus den Vorgaben der ZTV E-StB 17 und sind abhängig von den Höhenlagen der einzubringen Schichtungen über den Rohrleitungen,
- die erreichte Verdichtung sollte laufend durch stichprobenartige Kontrollen gemäß den Vorgaben der gültigen Regelwerke überprüft werden,
- als Prüfverfahren eignet sich die Beprobung durch Zylinderentnahme nach DIN 18 125,
- die geplanten Kanäle sind abhängig von den anstehenden Baugrundsichtungen entweder auf den anstehenden, ggf. nachverdichteten Sanden bzw. durch geeignetes Bodenersatzmaterial zu betten,
- **die Aushub- und Gründungssituation ist nach DIN 4 020 durch den aufstellenden Gutachter abzunehmen,**
- abhängig von der vorgesehenen Lage der Leitungstrasse werden Schichtungen unterschiedlicher Beschaffenheit angeschnitten bzw. durch Verbauarbeiten beansprucht,
- die Herstellervorgaben der Bauteile sind zu beachten,
- es sind die Hinweise und Vorgaben der ZTV A-StB zu beachten,
- die Oberkante der verfüllten Bereiche kann anschließend bei der Errichtung der Fahrbahnen als Planum dienen,
- wir empfehlen für die Ausschreibung des Rohrleitungs- und Straßenbaus die Herstellung eines Qualitätssicherungsplanes, um sämtliche Anforderungen an Baustoffe sowie den Ein- und Wiedereinbau von Böden detailliert aufzuführen,
- die Überwachung und Qualitätssicherung des Erdbaus haben nach den Vorgaben gültiger Regelwerke zu erfolgen.



#### 9.1.4 Wasser

- Für die Durchführung der Erd-, Kanal- Gründungsarbeiten kann nach jetzigem Kenntnisstand ein Wasserandrang nicht ausgeschlossen werden. Anfallendes Tagewasser grundsätzlich mittels offener Wasserhaltung gesammelt werden kann,
- es ist die fortlaufende Installation von Wasserhaltungs- und Abführungsmaßnahmen erforderlich,
- ein starker Zufluss von Niederschlagswasser führt dazu, dass sich die Tragfähigkeitseigenschaften der fein- und gemischtkörnigen körnigen Böden unter Wassereinfluss stark verschlechtern,
- Niederschlagswasser muss von ungeschützten Bauflächen ständig abgeleitet werden,
- das Einleiten von Niederschlagswasser in das öffentliche Kanalnetz ist erlaubnispflichtig und bei der zuständigen Behörde rechtzeitig vor dem Beginn der Maßnahme zu beantragen,
- vor der Einleitung muss das zu fördernde Wasser ggfs. auf seine chemische Beschaffenheit hin untersucht werden.



## 9.2 Hinweise zur Bauausführung der Verkehrsflächen

Nachfolgend sind Hinweise zur Bauausführung in Pflasterbauweise für die geplante Baumaßnahme aufgeführt.

### 9.2.1 Planum

- Grundsätzlich weisen gemischtkörnige Böden für die Herstellung des Planums keine ausreichenden Tragfähigkeiten auf. Auch ein geringer Abstand ( $\leq 0,50$  m), feinkörniger Böden zum Planum bewirkt, dass der Verformungsmodul  $E_{v2} \geq 45$  MPa nicht erzielt werden kann,
- zur Generierung einer ausreichenden Tragfähigkeit und Beständigkeit gegenüber der Beanspruchung ist die lokale Beschaffenheit der im Bereich der Planumsgadierte anstehenden Böden zu beachten. Außerdem sind die erforderlichen Prüfungen, u.a. Nachweis des Verformungsmoduls, auszuführen. Ggf. sind Austauschbereiche zu definieren,
- aufgrund der bodenmechanischen Beschaffenheit der Böden im Planumsbereich ist für die Bereiche außerhalb der Sande ein Bodenaustausch zu berücksichtigen. Dieser kann für die Vorplanung mit 40,0 cm berücksichtigt werden und muss im Rahmen eines Testfeldes verifiziert und durch das aufstellende Büro bewertet werden,
- das Verformungsmodul ist mit dem statischen Lastplattendruckversuch nach DIN 18 134 zu ermitteln,
- als Austauschmaterial eignen sich Böden der Bodenklassen SE, SW oder SI mit einem Schluffanteil von  $< 5\%$  bzw. die ausgekofferten Bodenmaterialien mit geringem Feinkornanteil,
- abhängig von der Höhenlage der Aushubebene können die anstehenden Bodenmaterialien (außer der Oberboden) als Massenausgleich verwendet werden, sofern diese fachgerecht einzubringen und zu verdichten sind,
- durch die Aushubarbeiten sind die im Bereich der Planumsgadierte anstehenden Böden ggf. aufgelockert und somit nachzuverdichten,



- eine ausreichende Querneigung und Entwässerung der Planumsebene sind zu berücksichtigen. Hierzu sind u.a. Planumsdrainagen und / oder parallel verlaufende Sickergräben zu errichten. Die Inhalte der Entwässerungskonzeption sind im Rahmen der Ausführungsplanung zu erarbeiten,
- im Rahmen einer fachtechnischen Begleitung und mittels Baggerschürfen ist unter Berücksichtigung der jeweiligen Geländehöhe im Verhältnis zur Planumsgariente die weitere Vorgehensweise festzulegen,
- es sind die Hinweise der ZTV E-StB in Verbindung mit den TP BF-StB zu beachten.
- **die Erdbauarbeiten sind durch ein fachtechnisches Büro / Prüfstelle zu begleiten / überwachen.**

## 9.2.2 Schicht aus frostunempfindlichen Material (SfM)

- Das aufgeführte Ausbaukonzept in Pflasterbauweise basiert auf den Vorgaben der Tafel 1, Zeile 5 der RStO 12 bzw. berücksichtigen die Vorgaben der einschlägigen Regelwerke,
- das zu verwendende Material muss den Anforderungen der TL SoB-StB entsprechen,
- in sandigen Bereichen kann die SfM aus dem anstehenden Baugrund ersetzt werden,
- gemäß den Vorgaben der einschlägigen Regelwerke ist ein Verdichtungsgrad von  $D_{Pr} \geq 100 \%$  nachzuweisen,
- es sind die Hinweise der ZTV SoB-StB zu beachten,
- die genauen Inhalte der Positionen zur Schicht aus frostunempfindlichen Material in der Leistungsbeschreibung sind mit dem aufstellenden Büro abzustimmen,
- **der Einbau der ungebundenen Schichtungen ist durch ein fachtechnisches Büro / Prüfstelle zu begleiten / überwachen.**



### 9.2.3 Schottertragschicht

- Als Material für die Schottertragschicht kommt nur eine güteüberwachte, natürliche Gesteinskörnung 0/32 mm gemäß den TL SoB-StB, Bild C.1, in Betracht,
- auf der Schottertragschicht ist entsprechend den Vorgaben der einschlägigen Regelwerke ein Verformungsmodul von  $E_{v2} \geq 150$  MPa und ein Verhältniswert von  $E_{v2} / E_{v1} \leq 2,2$  nachzuweisen,
- das Verformungsmodul ist mit dem statischen Lastplattendruckversuch nach DIN 18 134 zu ermitteln,
- beim Einbau der Schottertragschicht ist der in der zugehörigen Eignungsprüfung angegebene optimale Einbauwassergehalt näherungsweise einzuhalten,
- es sind die Hinweise der ZTV SoB-StB zu beachten.

### 9.2.4 Asphaltdeckungen

- Für die Vordimensionierung wurden zweckmäßige Asphaltkonzepte gewählt. Die o.g. Asphaltkonzepte berücksichtigen die einschlägigen Regelwerke RStO 12 sowie ZTV Asphalt-StB 07/13,
- bei der Herstellung der Asphaltdeckungen sind die Vorgaben der ZTV Asphalt-StB zwingend zu beachten,
- die Asphaltdeckschicht ist aus einem Asphaltbeton AC 8 D N mit einem Straßenbaubitumen 50/70 gemäß der TL Asphalt-StB sowie entsprechend der konstruktiven Anforderungen der ZTV Asphalt-StB,
- es ist auf eine ausreichende Abkühlzeit der Asphaltdeckschicht vor Verkehrsfreigabe bzw. vor der Befahrung durch Baugeräte zu achten,
- die Asphalttragschicht ist aus einem Asphaltbeton AC 22 T N mit einem Straßenbaubitumen 70/100 gemäß TL Asphalt-StB sowie entsprechend der konstruktiven Anforderungen der ZTV Asphalt-StB herzustellen,



- zur Generierung eines ausreichenden Schichtenverbundes ist jeweils die frische Asphaltunterlage vor dem Einbau der einzubringenden Asphalt-schichtung mit einer Bitumenemulsion C40B5-S gemäß TL BE-StB vollflächig anzuspritzen. Vor dem Einbau der einzubringenden Asphalt-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 genauen Inhalte der Asphaltpositionen in der Leistungsbeschreibung sind mit dem aufstellenden Büro abzustimmen,
- vor Beginn der Asphaltierungsarbeiten ist durch den Auftragnehmer ein Einbau- und Nahtkonzept vorzulegen, das mit dem Auftraggeber und dem ausstellenden Büro abzustimmen ist,
- zur Ermittlung des erzielten Verdichtungsgrades sollte der Einbau mittels Radioisotopsonde (Troxler-Sonde) begleitet und der Einbauvorgang ggfs. angepasst werden,
- die Anforderungen an die bitumengebundenen Oberbauschichtungen sind der ZTV Asphalt-StB 07/13 zu entnehmen.
- **der Asphalteinbau ist durch ein fachtechnisches Büro / Prüfstelle zu begleiten / überwachen.**

### 9.3 Allgemein

- Anforderungen an die Baustoffe, Baustoffgemische, den Einbau / die Bauausführung, die erstellte Schichtung sowie die Eignungsprüfung, Eigenüberwachung und Kontrollprüfung ergeben sich aus den einschlägigen Regelwerken und sind zwingend zu beachten,
- abweichende Bauweisen, der Ansatz einer anderen Belastungsklasse usw. sollten mit dem aufstellenden Gutachter abgestimmt werden,
- die Verdichtung einzubauender Böden sollte laufend stichprobenartig entsprechend den Vorgaben gültiger Regelwerke überprüft werden,
- anfallendes Oberflächen- und Bodenwasser ist entsprechend der REwS vom Verkehrsflächenkörper fernzuhalten beziehungsweise kontrolliert abzuführen,
- alle Angaben sowie geplante Bauabläufe sind in einem Testfeld gemäß TP BF-StB vorab zu verifizieren,



- es ist außerdem eine Arbeitsanweisung nach den Vorgaben der ZTV E-StB zu entwickeln. Weiterhin ist im Rahmen eines Testfeldes der empfohlene Aufbau zu verifizieren sowie die Arbeitsabläufe und Verdichtungen zu optimieren,
- vor Beginn der Verkehrsflächenarbeiten ist durch den Auftragnehmer ein Einbaukonzept zu erarbeiten. Dieses ist dem Auftraggeber und dem aufstellenden Büro zur Abstimmung und Freigabe vorzulegen,
- es muss ein Prüfplan zur Darstellung des erforderlichen Umfangs der Eigenüberwachung für den Auftragnehmer in Absprache mit dem Auftraggeber und dem aufstellenden Büro zur Generierung einer ausreichenden Qualitätssicherung gemäß den Vorgaben der einschlägigen Regelwerke erarbeitet werden,
- zur Gewährleistung eines wirtschaftlichen und technisch sinnvollen Projektkonzeptes ist das aufstellende Büro in die Planungen mit einzubeziehen,
- es ist zu beachten, dass die Mächtigkeiten und Höhenverläufe der lokal erkundeten Bodenschichtungen variieren kann. Im Zuge der Gutachtenerstellung kann lediglich die Baugrundsituation an den gewählten Ansatzpunkten betrachtet werden.



## 10 Zusammenfassung

Für die Erschließung des Baugebietes „Vörder Feld Nord“ in 27432 Bremervörde sollte der Untergrund erkundet und bewertet werden. Hierzu erhielt das aufstellende Büro am 24. Mai 2023 durch die Stadt Bremervörde - Dezernat III, vertreten durch Herrn Quell den Auftrag für die Durchführung einer Baugrunduntersuchung und -beurteilung sowie die Erstellung eines Geotechnischen Berichtes. Des Weiteren sollte die chemische Beschaffenheit möglicher Ausbaumaterialien bestimmt und bewertet und eine Verkehrsflächenaufbau erarbeitet werden.

Im Zeitraum vom 14. bis 20. Juni 2023 wurden durch das aufstellende Büro auftragsgemäß 34 direkte Aufschlüsse als Kleinbohrungen (BS) nach DIN EN ISO 22 475 (NW 80 mm) bis zu einer Endteufe von maximal 10,00 m unterhalb der bestehenden Geländeoberkante abgeteuft. Die Erkundungstiefen wurden durch die Bauherrenschaft im Zuge der Angebotsabfrage vorgegeben.

An sechs Ansatzpunkten mussten die Bohrungen aufgrund einer zu dichten Lagerung bzw. festen Konsistenz in Tiefen zwischen 4,40 m und 9,00 m abgebrochen werden. An einem Ansatzpunkt musste die Bohrung aufgrund eines Sondenverlustes abgebrochen und versetzt ausgeführt werden.

An zwei Ansatzpunkten im Bereich der „Walkmühlenstraße“ sollte der Verkehrsflächenaufbau untersucht werden. Hierfür wurde der gebundene Asphaltoberbau vollständig durchkernt. Die entnommenen Asphaltbohrkerne wurden hinsichtlich ihrer Schichtung angesprochen und Asphaltmischproben zur chemischen Analyse der GBA mbH, Pinneberg übergeben. Die Ergebnisse werden in einem gesonderten Prüfbericht vorgelegt.

Für eine Bewertung des Verkehrsflächenunterbaus wurden zudem unterhalb des gebundenen Fahrbahnaufbaus an den beiden Ansatzpunkten“ Bohrungen bis in eine Tiefe von 5,00 m ausgeführt.

Der geologische Untergrund besteht unterhalb von Oberboden im Wesentlichen aus gemischtkörnigen Böden in variierenden Konsistenzen. Zudem sind abschnittsweise Sande erkundet worden. Der Baugrund weist eine weitestgehend homogene Schichtung für die jeweiligen Bereiche auf.

Aus den erkundeten Böden wurden auftragsgemäß Einzelproben entnommen und als orientierende Mischproben hinsichtlich der chemischen Belastung durch die GBA mbH, Pinneberg untersucht. Die Untersuchungen erfolgten auf die Parameter nach LAGA Bauschutt und LAGA TR-Boden.



Die analysierten anthropogenen Auffüllungen aus Sand mit wesentlichen Bauschuttanteilen sind aufgrund des Parameters „Summe PAK“ in eine Einbauklasse Z 2 entsprechend der LAGA Bauschutt zuzuweisen.

Die kiesigen Auffüllungen weisen keine chemischen Auffälligkeiten auf. Die untersuchten Böden sind dementsprechend der Einbauklasse Z 0 nach LAGA TR - Boden zuzuordnen.

Die sandigen Auffüllungen aus dem Verkehrsflächenbereich „Walkmühlenstraße“, sowie der Geschiebelehm im gesamten Untersuchungsgebiet sind in die Einbauklasse Z 2 entsprechend der LAGA TR - Boden einzustufen.

Die Analyse der Auffüllungen aus dem Bereich der Zuwegung zum Baugebiet hat einen erhöhten Zinkgehalt ergeben, so dass die Böden der Einbauklasse Z 1 zuzuweisen sind.

In den Sanden des Baugebietes wurde ein erhöhter „pH - Wert“ nachgewiesen. Sie sind der Einbauklasse Z 1.2 nach LAGA TR - Boden zuzuordnen.

Angaben über die Versickerungsfähigkeit von Oberflächenwasser wurden auf Basis von drei Versickerungsversuchen und den ermittelten Kornverteilungslinien gemacht. Die Anforderungen für die Versickerung von Niederschlagswasser nach dem Arbeitsblatt DWA-A 138 sind in Hinsicht auf die Wasserdurchlässigkeit und auf den Sickerraum für die anstehenden gemischtkörnigen Böden nicht gegeben. Die Sande sind für eine Versickerung mit zeitweiliger Speicherung geeignet.

In sieben der insgesamt 34 Bohrlöchern wurde ein Wasserstand in einer mittleren Tiefe von rund 3,00 m unter Geländeoberkante gemessen.

Für die Erd- und Gründungsarbeiten können wasserhaltende Maßnahmen erforderlich werden.

Die bodenmechanische Überprüfung der Böden erfolgte neben der Ansprache im Feld anhand von Laborversuchen. Auf der Grundlage der durchgeführten Laborversuche und vorliegenden Kenndaten sind die Homogenbereiche für ausschreibungs-technische Zwecke vorläufig festgelegt sowie charakteristische Bodenkennwerte abgeleitet worden. Sofern genauere Angaben gefordert werden, muss eine Abstimmung mit der Unterzeichnerin und gegebenenfalls Nachuntersuchungen und Laborversuche erfolgen.



Für den Ausbau der Erschließungsstraßen ist ein Oberbau gemäß den Vorgaben der RStO 12 in Asphaltbauweise für eine Belastungsklasse Bk1,0 und einen Untergrund der Frostempfindlichkeitsklasse F3 vordimensioniert worden. Für die Gründung des Verkehrsflächenaufbaus sind aufgrund der angetroffenen gemischtkörnigen Böden weiterführende Maßnahmen erforderlich. Es wird ein Bodenaustausch empfohlen, um das Tragfähigkeitsverhalten des anstehenden Bodens zu steigern und so die Gründungssituation für den Straßenbau signifikant zu verbessern und eine ausreichende Tragfähigkeit des Erdplanums zu erreichen.

Sämtliche, im Gutachten genannten, Höhenkoten sind bauseits zu prüfen. Bei erheblichen Abweichungen gegenüber den hier genannten Höhenbezügen ist das aufstellende Büro umgehend zu benachrichtigen.

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.

Es gilt für den weiteren Bauablauf zu beachten, dass die in diesem Gutachten angegebenen Eigenschaften und Kennwerte der untersuchten Böden nur zutreffend sind, wenn der Baugrund unverändert bleibt.



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 Gutachtens stehen wir jederzeit zur Verfügung.

Ingenieurgesellschaft Dr.-Ing. Michael Beuße mbH



Dipl.-Geol. Jens Schmitz



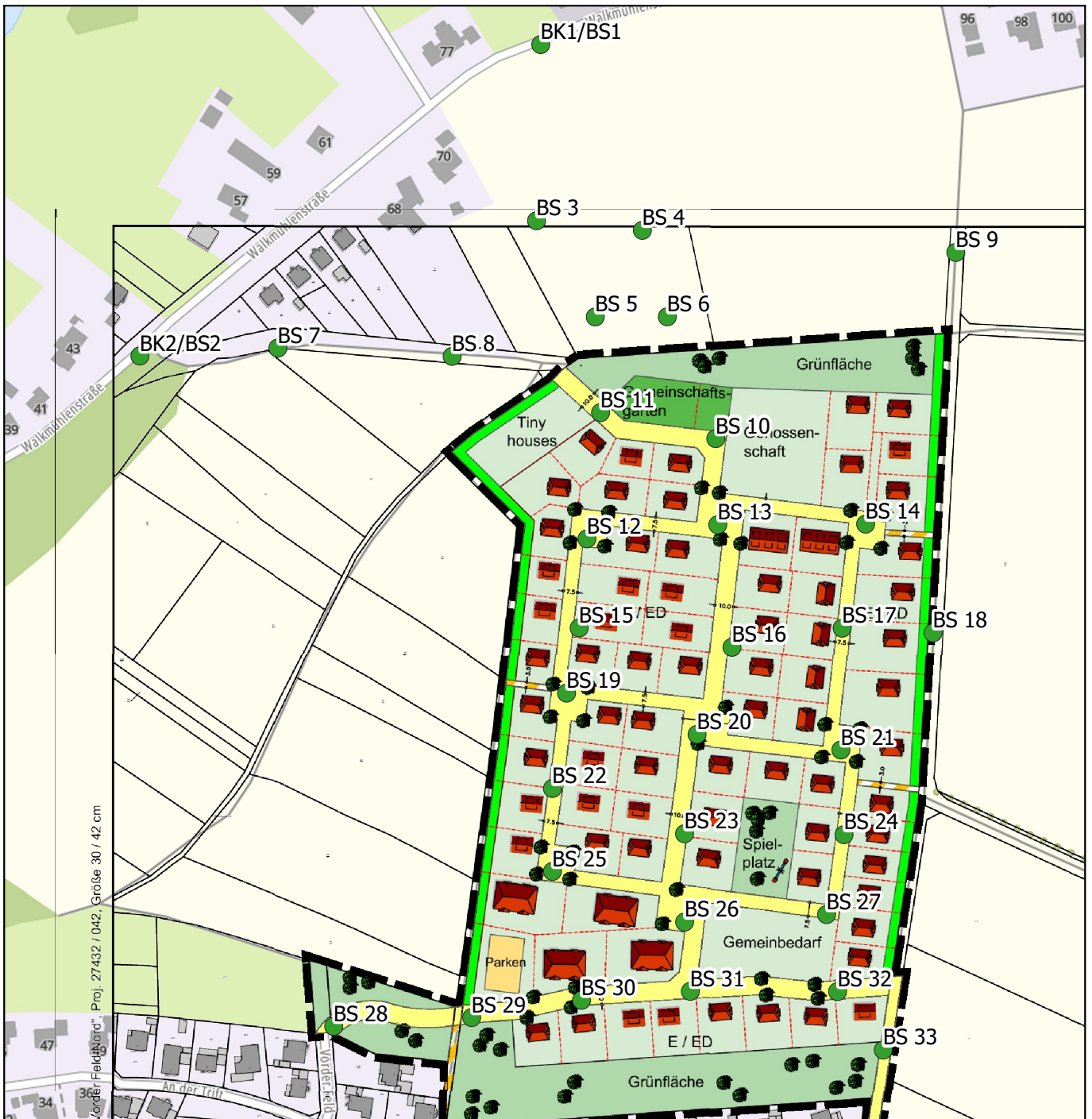
Melanie Grünewald, M. Sc.

Verteiler:

- Stadt Bremervörde, Herr Quell

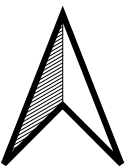
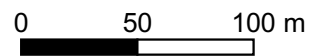
2- fach in Berichtsform


1- fach digital im pdf-Format



**Legende**

- BS - Kleinbohrung nach DIN EN ISO 22 475
- BK - Bohrkern



 <p>Ingenieurgesellschaft Dr.-Ing. Michael Beuße mbH</p> <p>Elsterbogen 18    Tel.: 04182 - 2877 0 21255 Tostedt    Fax.: 04182 - 28 77 28 www.dr-beusse.de</p>	<p>Projekt: BVH Bebauungsplan Nr. 125 Vörder Feld Nord Bremervörde</p>	<p>Anlage: 1</p>
	<p>STADT BREMERVÖRDE</p>	<p>Bericht: 23 - 17934</p>
<p>Projekt: 23 - 17934    Verzeichnis: U:\Proj23\23-17934\CAD</p>	<p>Datum: 17.07.2023</p>	<p>Maßstab: 1 : 3.250</p>
<h1>Lageplan</h1>		

## Legende

⋮ mitteldicht

A

Auffüllung

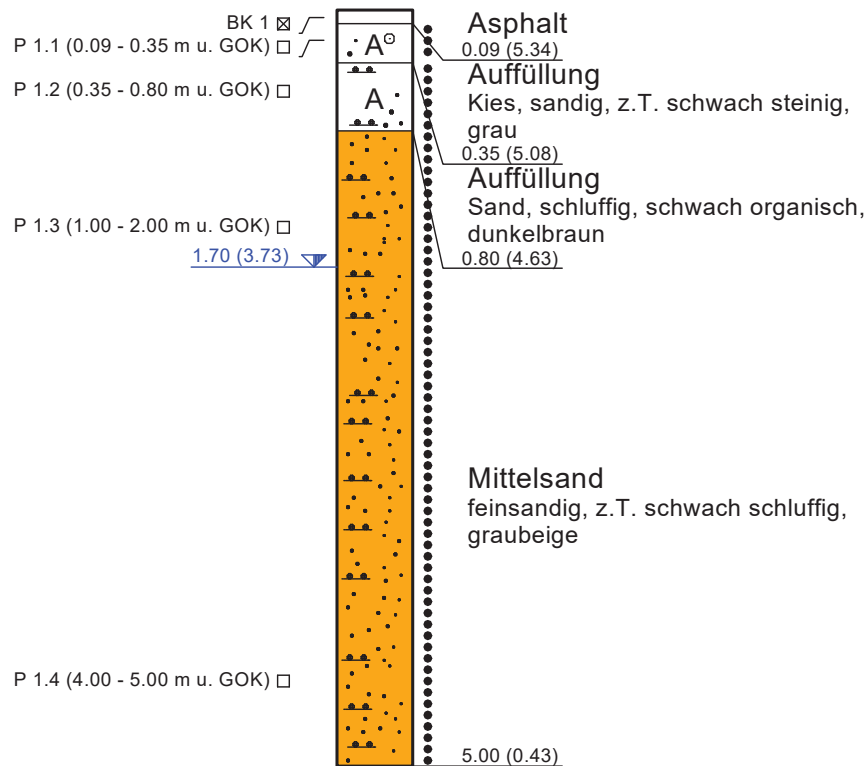


Mittelsand

1,70  
14.06.2023 W nach Bohrende

# BK 1 / BS 1

+5,43 m NHN



BK - Bohrkernentnahme

BS - Kleinbohrung nach DIN EN ISO 22 475 - NW 80 mm



Ingenieurgesellschaft  
Dr.-Ing. Michael Beuße mbH

Elsterbogen 18 Tel.: 04182 - 28770  
21255 Tostedt Fax.: 04182 - 287728  
www.dr-beusse.de

Projekt:  
B-Plan 125  
"Vörder Feld Nord"  
27432 Bremervörde

Auftraggeber:  
**STADT BREMERVÖRDE**  
**DEZERNAT III**

Anlage:  
2.1

Bericht:  
23 - 17934




Maßstab (L/H):  
- / 1 : 50

Datum:  
27.07.2023

Säulendiagramm BK 1 / BS 1



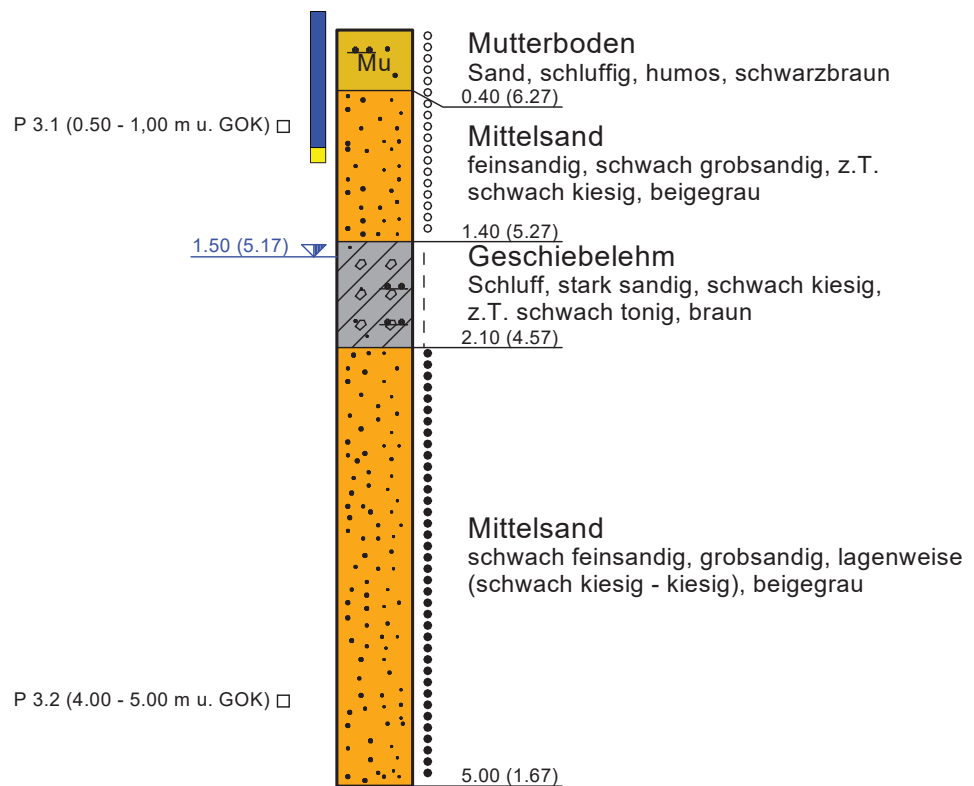
## Legende

	steif		Geschiebelehm
○ ○ ○ ○	locker		Mutterboden
● ● ● ●	mitteldicht		Mittelsand

1.50  W nach Bohrende  
15.06.2023

# BS 3 / V 1

+6,67 m NHN



BS - Kleinbohrung nach DIN EN ISO 22 475 - NW 80mm  
V - Versickerungsversuch nach Heitfeld et al.



Ingenieurgesellschaft  
Dr.-Ing. Michael Beuße mbH

Elsterbogen 18      Tel.: 04182 - 28770  
21255 Tostedt      Fax.: 04182 - 287728  
www.dr-beusse.de

Projekt:  
B-Plan 125  
"Vörder Feld Nord"  
27432 Bremervörde

Auftraggeber:  
**STADT BREMERVÖRDE**  
**DEZERNAT III**

Anlage:  
2.3




Bericht:  
23 - 17934

Maßstab (L/H):  
- / 1 : 50

Datum:  
27.07.2023

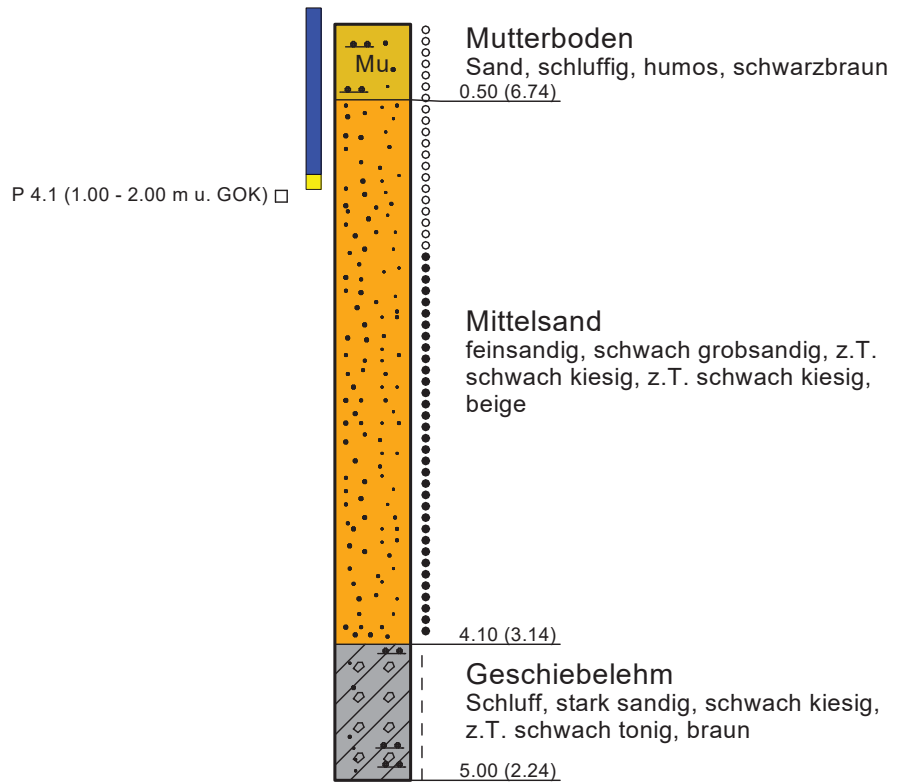
## Säulendiagramm BS 3 / V 1

## Legende

	steif		Geschiebelehm
o o o	locker		Mutterboden
• • •	mitteldicht		Mittelsand

# BS 4 / V 2

+7,24 m NHN



BS - Kleinbohrung nach DIN EN ISO 22 475 - NW 80mm  
V - Versickerungsversuch nach Heitfeld et al.



Ingenieurgesellschaft  
Dr.-Ing. Michael Beuße mbH

Elsterbogen 18      Tel.: 04182 - 28770  
21255 Tostedt      Fax.: 04182 - 287728  
www.dr-beusse.de

Projekt:  
B-Plan 125 Vörder Feld Nord  
"Vörder Feld Nord"  
27432 Bremervörde

Auftraggeber:  
**STADT BREMERVÖRDE**  
**DEZERNAT III**

Anlage:  
2.4

Bericht:  
23 - 17934

Maßstab (L/H):  
- / 1 : 50

Datum:  
27.07.2023

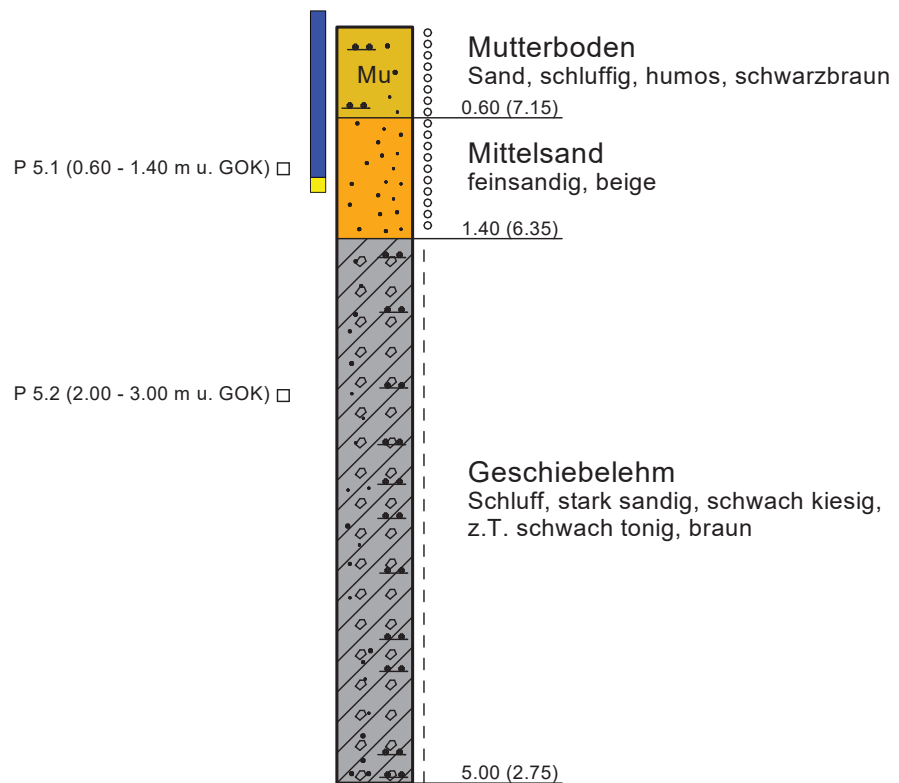
## Säulendiagramm BS 4 / V 2

## Legende

<table border="0"> <tr> <td style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; height: 10px; width: 10px;"></td> <td>steif</td> <td style="border: 1px solid black; background-color: #cccccc; width: 30px; height: 20px; text-align: center; margin: 0 auto;">◊ ◊</td> <td>Geschiebelehm</td> </tr> <tr> <td style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; height: 10px; width: 10px;"></td> <td>locker</td> <td style="border: 1px solid black; background-color: #ffff00; width: 30px; height: 20px; text-align: center; margin: 0 auto;">Mu</td> <td>Mutterboden</td> </tr> <tr> <td style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; height: 10px; width: 10px;"></td> <td></td> <td style="border: 1px solid black; background-color: #ff9900; width: 30px; height: 20px; text-align: center; margin: 0 auto;">• •</td> <td>Mittelsand</td> </tr> </table>		steif	◊ ◊	Geschiebelehm		locker	Mu	Mutterboden			• •	Mittelsand	
	steif	◊ ◊	Geschiebelehm										
	locker	Mu	Mutterboden										
		• •	Mittelsand										

# BS 5 / V 3

+7,75 m NHN



BS - Kleinbohrung nach DIN EN ISO 22 475 - NW 80mm  
 V - Versickerungsversuch nach Heitfeld et al.



Ingenieurgesellschaft  
 Dr.-Ing. Michael Beuße mbH

Elsterbogen 18      Tel.: 04182 - 28770  
 21255 Tostedt      Fax.: 04182 - 287728  
 www.dr-beusse.de

Projekt:  
 B-Plan 125 Vörder Feld Nord  
 "Vörder Feld Nord"  
 27432 Bremervörde

Auftraggeber:  
**STADT BREMERVÖRDE**  
**DEZERNAT III**

Anlage:  
 2.5






Bericht:  
 23 - 17934

Maßstab (L/H):  
 - / 1 : 50

Datum:  
 27.07.2023

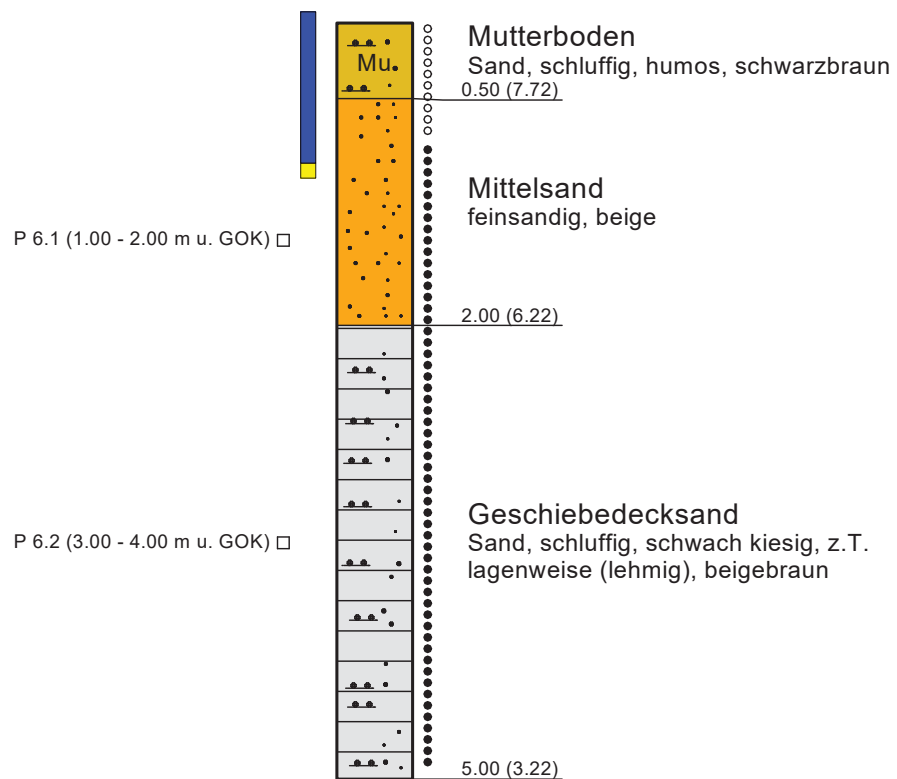
## Säulendiagramm BS 5 / V 3

## Legende

	locker		Geschiebedecksand
	mitteldicht		Mutterboden
			Mittelsand

# BS 6 / V 4

+8,22 m NHN



BS - Kleinbohrung nach DIN EN ISO 22 475 - NW 80mm  
 V - Versickerungsversuch nach Heitfeld et al.



Ingenieurgesellschaft  
 Dr.-Ing. Michael Beuße mbH

Elsterbogen 18      Tel.: 04182 - 28770  
 21255 Tostedt      Fax.: 04182 - 287728  
 www.dr-beusse.de

Projekt:  
 B-Plan 125 Vörder Feld Nord  
 "Vörder Feld Nord"  
 27432 Bremervörde

Auftraggeber:  
 STADT BREMERVÖRDE  
 DEZERNAT III

Anlage:  
 2.6

Bericht:  
 23 - 17934

Maßstab (L/H):  
 - / 1 : 50

Datum:  
 27.07.2023

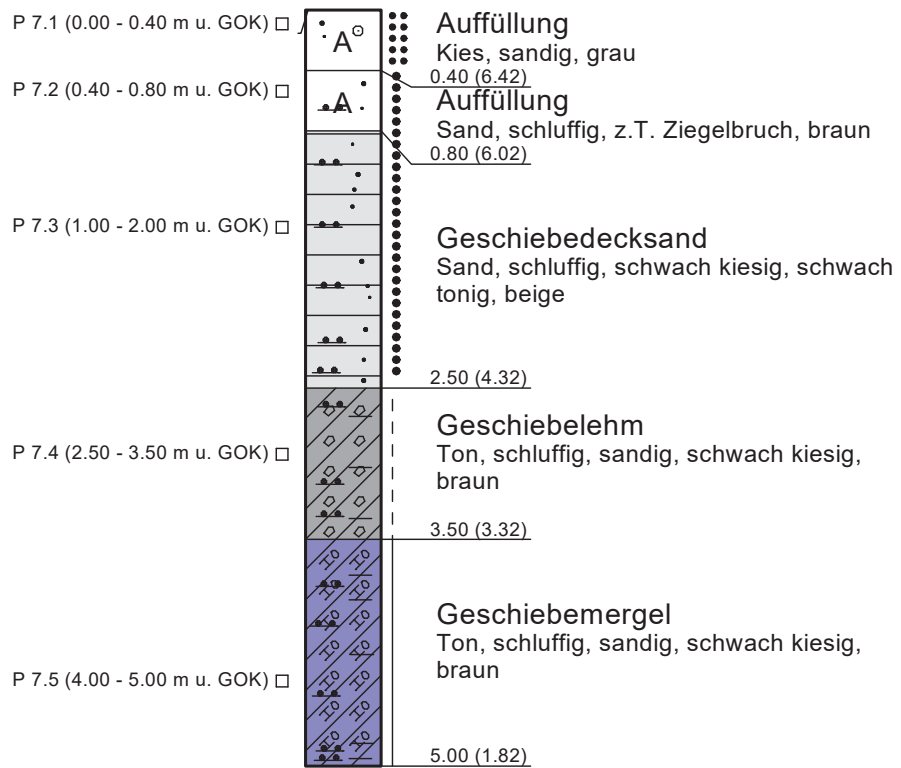
## Säulendiagramm BS 6 / V 4

## Legende

	halbfest		Geschiebedecksand
	steif		Geschiebemergel
	mitteldicht		Geschiebelehm
	dicht		Auffüllung

# BS 7

+6,82 m NHN



## BS - Kleinbohrung nach DIN EN ISO 22 475 - NW 80 mm



Ingenieurgesellschaft  
Dr.-Ing. Michael Beuße mbH

Elsterbogen 18      Tel.: 04182 - 28770  
21255 Tostedt      Fax.: 04182 - 287728  
www.dr-beusse.de

Projekt:  
B-Plan 125  
"Vörder Feld Nord"  
27432 Bremervörde

Auftraggeber:  
**STADT BREMERVÖRDE**  
**DEZERNAT III**

Anlage:  
2.7

Bericht:  
23 - 17934

Maßstab (L/H):  
- / 1 : 50

Datum:  
27.07.2023

## Säulendiagramm BS 7

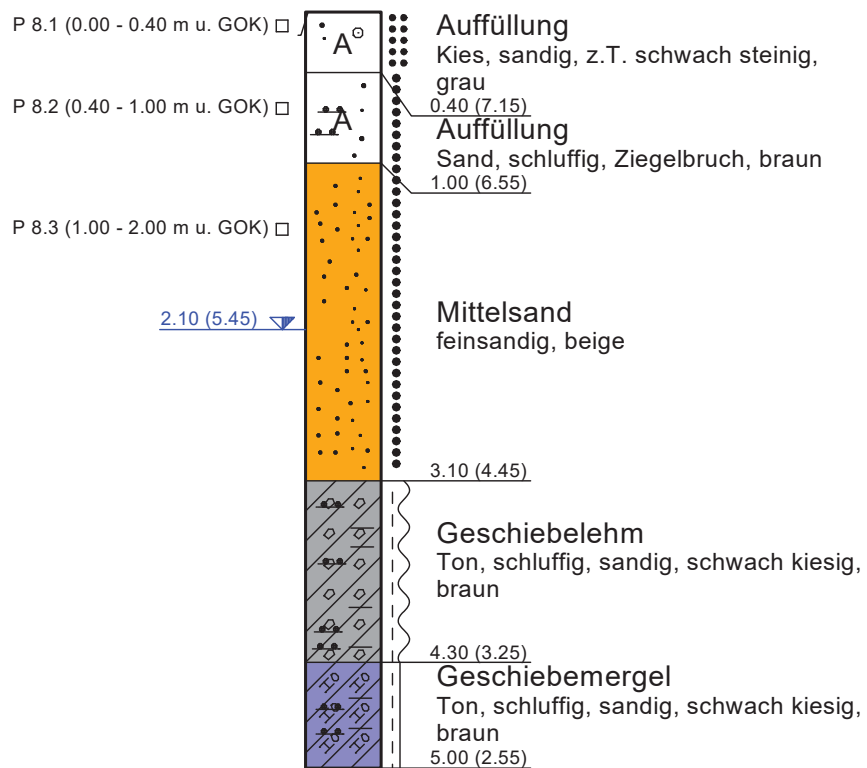
## Legende

	steif - halbfest		Geschiebemergel
	weich - steif		Geschiebelehm
	mitteldicht		Auffüllung
	dicht		Mittelsand

2,10 W nach Bohrende  
14.06.2023

# BS 8

+7,55 m NHN



BS - Kleinbohrung nach DIN EN ISO 22 475 - NW 80 mm



Ingenieurgesellschaft  
Dr.-Ing. Michael Beuße mbH

Elsterbogen 18      Tel.: 04182 - 28770  
21255 Tostedt      Fax.: 04182 - 287728  
www.dr-beusse.de

Projekt:  
B-Plan 125  
"Vörder Feld Nord"  
27432 Bremervörde

Auftraggeber:  
**STADT BREMERVÖRDE**  
**DEZERNAT III**

Anlage:  
2.8

Bericht:  
23 - 17934

Maßstab (L/H):  
- / 1 : 50

Datum:  
27.07.2023

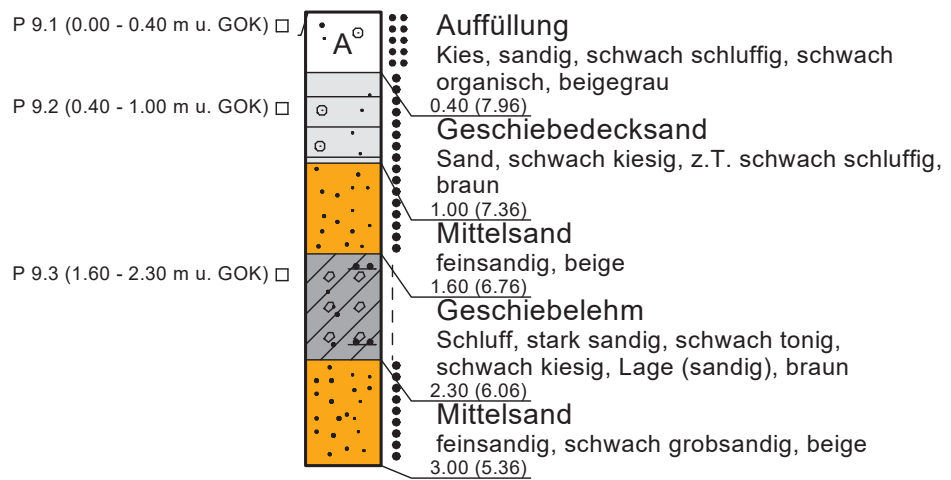
## Säulendiagramm BS 8

## Legende

	steif		Geschiebedecksand
	mitteldicht		Geschiebelehm
	dicht		Auffüllung
			Mittelsand

## BS 9

+8,36 m NHN



BS - Kleinbohrung nach DIN EN ISO 22 475 - NW 80 mm



Ingenieurgesellschaft  
Dr.-Ing. Michael Beuße mbH

Elsterbogen 18      Tel.: 04182 - 28770  
21255 Tostedt      Fax.: 04182 - 287728  
www.dr-beusse.de

Projekt:  
B-Plan 125  
"Vörder Feld Nord"  
27432 Bremervörde

Auftraggeber:  
**STADT BREMERVÖRDE**  
**DEZERNAT III**

Anlage:  
2.9










Bericht:  
23 - 17934

Maßstab (L/H):  
- / 1 : 50

Datum:  
27.07.2023

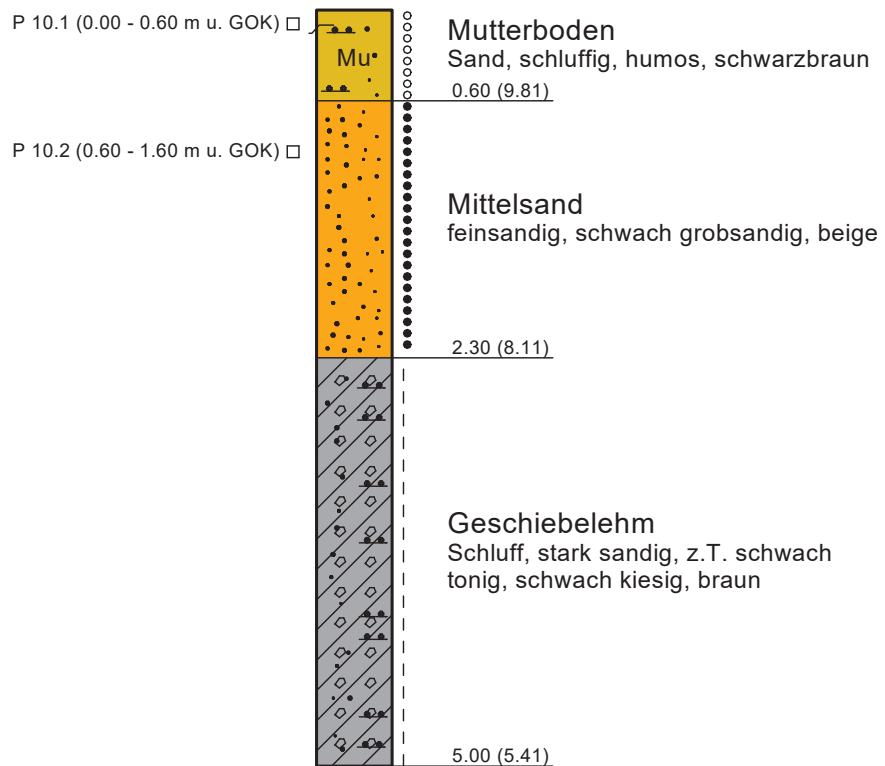
Säulendiagramm BS 9

## Legende

<table border="0"> <tr><td> </td><td>steif</td></tr> <tr><td>○</td><td>locker</td></tr> <tr><td>●</td><td>mitteldicht</td></tr> </table>		steif	○	locker	●	mitteldicht	<table border="0"> <tr><td></td><td>Geschiebelehm</td></tr> <tr><td></td><td>Mutterboden</td></tr> <tr><td></td><td>Mittelsand</td></tr> </table>		Geschiebelehm		Mutterboden		Mittelsand
	steif												
○	locker												
●	mitteldicht												
	Geschiebelehm												
	Mutterboden												
	Mittelsand												

# BS 10

+10,41 m NHN



BS - Kleinbohrung nach DIN EN ISO 22 475 - NW 80 mm



Ingenieurgesellschaft  
Dr.-Ing. Michael Beuße mbH

Elsterbogen 18      Tel.: 04182 - 28770  
21255 Tostedt      Fax.: 04182 - 287728  
www.dr-beusse.de

Projekt:  
B-Plan 125  
"Vörder Feld Nord"  
27432 Bremervörde

Auftraggeber:  
**STADT BREMERVÖRDE**  
**DEZERNAT III**

Anlage:  
2.10

Bericht:  
23 - 17934

Maßstab (L/H):  
- / 1 : 50

Datum:  
27.07.2023

## Säulendiagramm BS 10

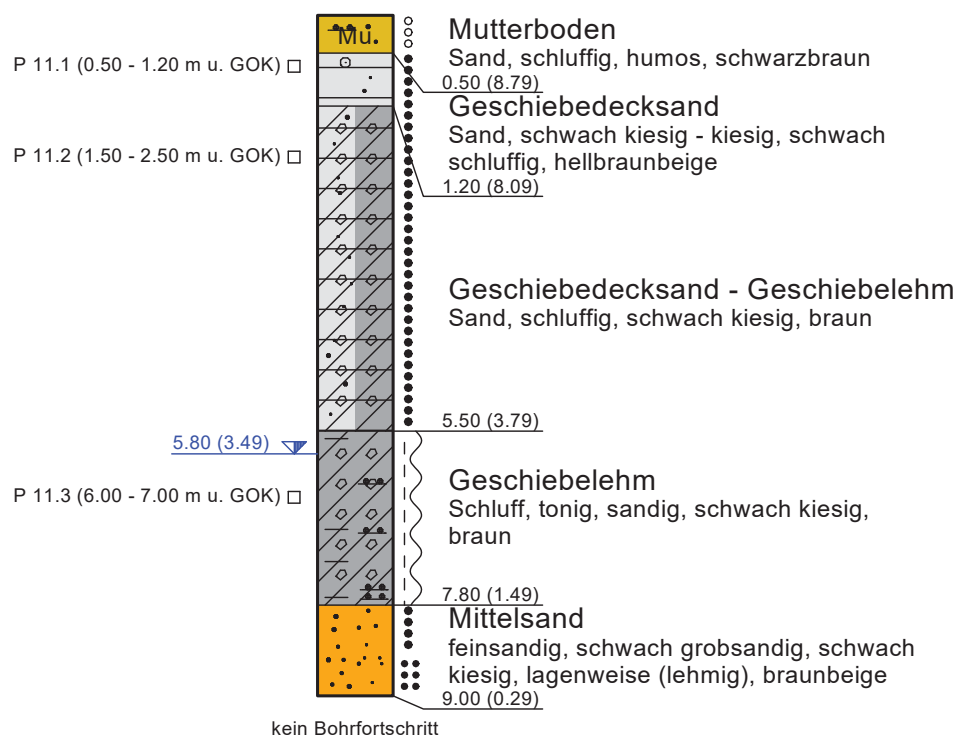
## Legende

	weich - steif		Geschiebedecksand
	locker		Geschiebelehm
	mitteldicht		Mutterboden
	dicht		Mittelsand

5.80 W nach Bohrende  
15.06.2023

# BS 11

+9,29 m NHN



BS - Kleinbohrung nach DIN EN ISO 22 475 - NW 80 mm



Ingenieurgesellschaft  
Dr.-Ing. Michael Beuße mbH

Elsterbogen 18 Tel.: 04182 - 28770  
21255 Tostedt Fax.: 04182 - 287728  
www.dr-beusse.de

Projekt:  
B-Plan 125  
"Vörder Feld Nord"  
27432 Bremervörde

Auftraggeber:  
**STADT BREMERVÖRDE**  
**DEZERNAT III**

Anlage:  
2.11

Bericht:  
23 - 17934

Maßstab (L/H):  
- / 1 : 100

Datum:  
27.07.2023

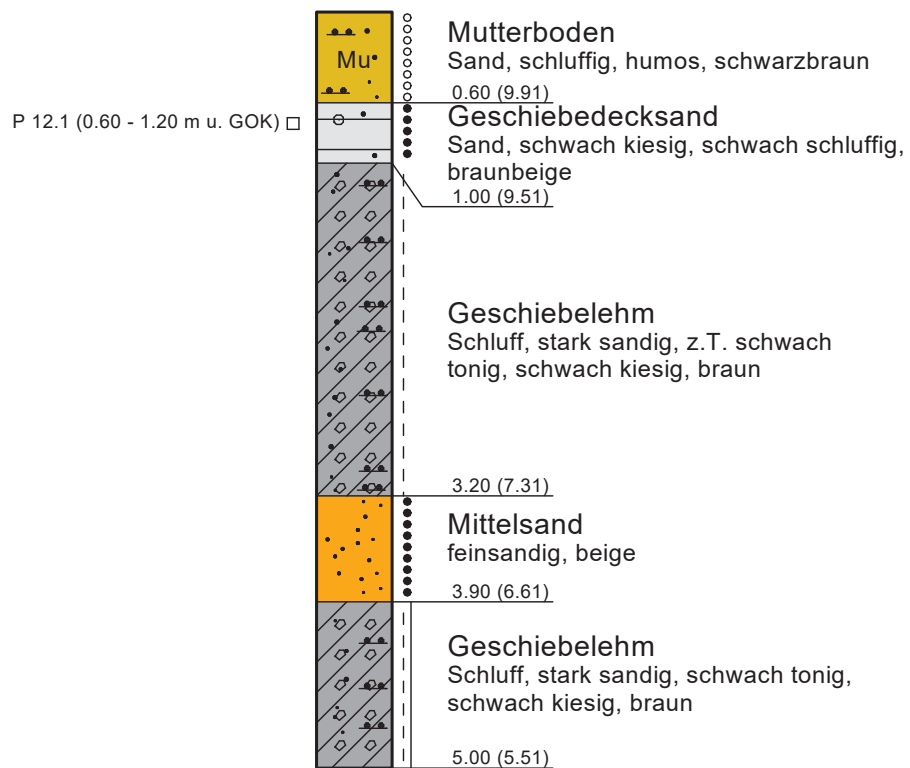
Säulendiagramm BS 11

## Legende

	steif - halbfest		Geschiebedecksand
	steif		Geschiebelehm
	locker		Mutterboden
	mitteldicht		Mittelsand

# BS 12

+10,51 m NHN



BS - Kleinbohrung nach DIN EN ISO 22 475 - NW 80 mm



Ingenieurgesellschaft  
Dr.-Ing. Michael Beuße mbH

Elsterbogen 18      Tel.: 04182 - 28770  
21255 Tostedt      Fax.: 04182 - 287728  
www.dr-beusse.de

Projekt:  
B-Plan 125  
"Vörder Feld Nord"  
27432 Bremervörde

Auftraggeber:  
**STADT BREMERVÖRDE**  
**DEZERNAT III**

Anlage:  
2.12

Bericht:  
23 - 17934

Maßstab (L/H):  
- / 1 : 50

Datum:  
27.07.2023

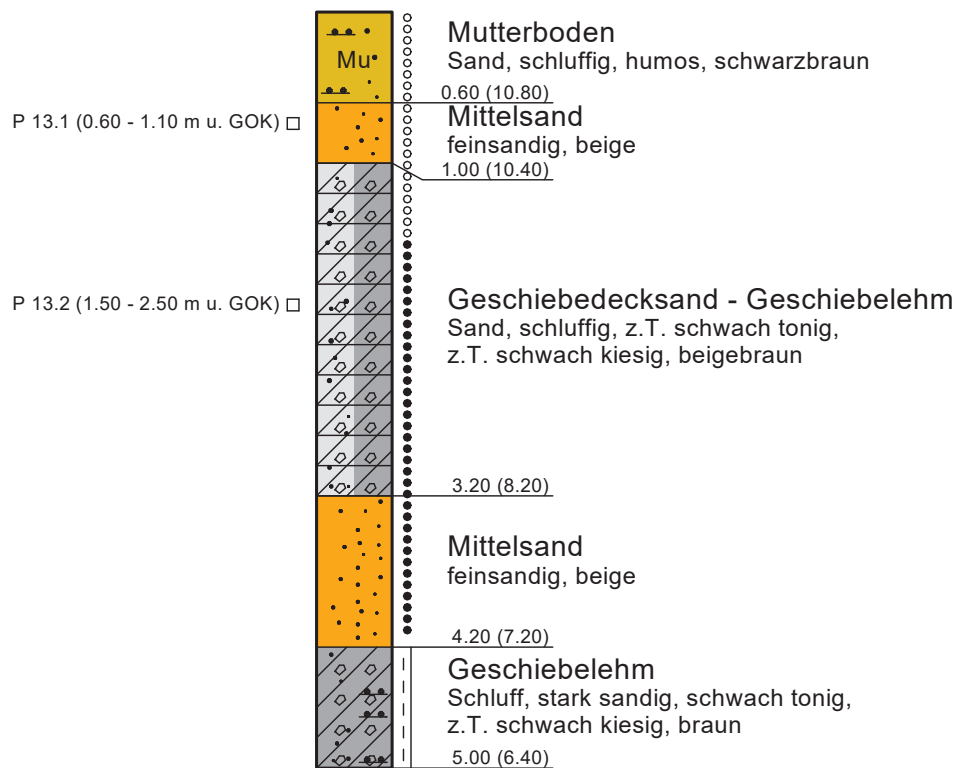
Säulendiagramm BS 12

## Legende

	steif - halbfest		Geschiebedecksand
	locker		Geschiebelehm
	mitteldicht		Mutterboden
			Mittelsand

# BS 13

+11,40 m NHN



BS - Kleinbohrung nach DIN EN ISO 22 475 - NW 80 mm



Ingenieurgesellschaft  
Dr.-Ing. Michael Beuße mbH

Elsterbogen 18      Tel.: 04182 - 28770  
21255 Tostedt      Fax.: 04182 - 287728  
www.dr-beusse.de

Projekt:  
B-Plan 125  
"Vörder Feld Nord"  
27432 Bremervörde

Auftraggeber:  
**STADT BREMERVÖRDE**  
**DEZERNAT III**

Anlage:  
2.13







Bericht:  
23 - 17934

Maßstab (L/H):  
- / 1 : 30

Datum:  
27.07.2023

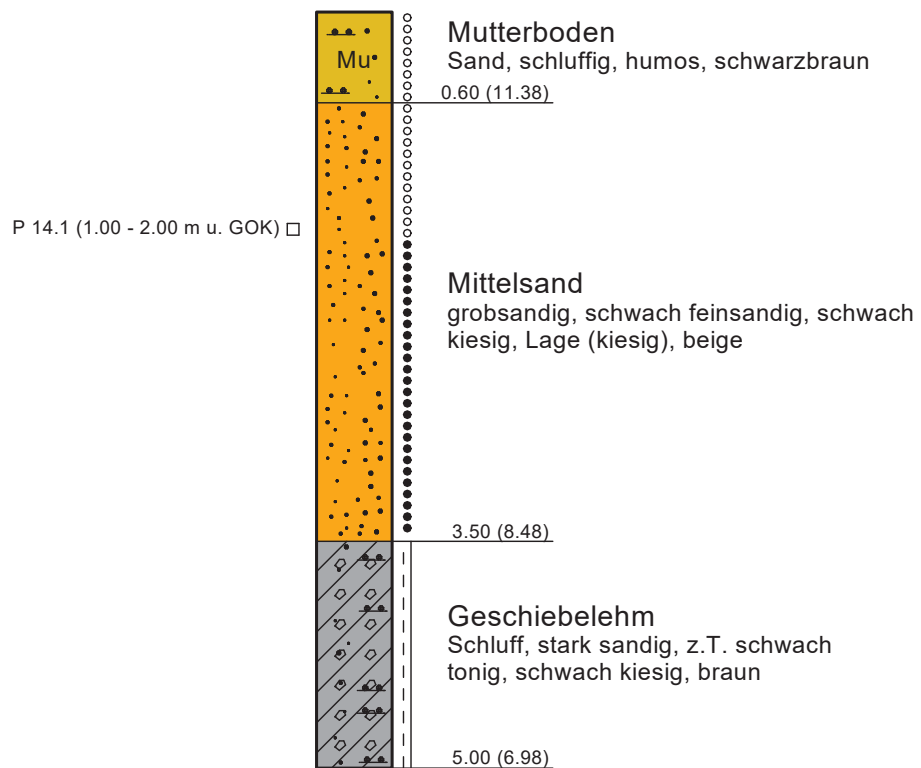
Säulendiagramm BS 13

## Legende

	steif - halbfest		Geschiebelehm
	locker		Mutterboden
	mitteldicht		Mittelsand

# BS 14

+11,98 m NHN



BS - Kleinbohrung nach DIN EN ISO 22 475 - NW 80 mm

  
 Ingenieurgesellschaft  
 Dr.-Ing. Michael Beuße mbH  
 Elsterbogen 18    Tel.: 04182 - 28770  
 21255 Tostedt    Fax.: 04182 - 287728  
 www.dr-beusse.de

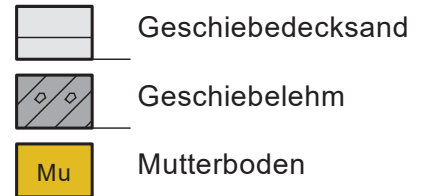
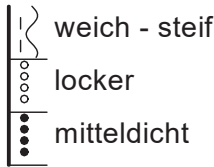
Projekt:  
 B-Plan 125  
 "Vörder Feld Nord"  
 27432 Bremervörde

Auftraggeber:  
**STADT BREMERVÖRDE**  
**DEZERNAT III**

Anlage:  
 2.14  
 Bericht:  
 23 - 17934  
 Maßstab (L/H):  
 - / 1 : 50  
 Datum:  
 27.07.2023

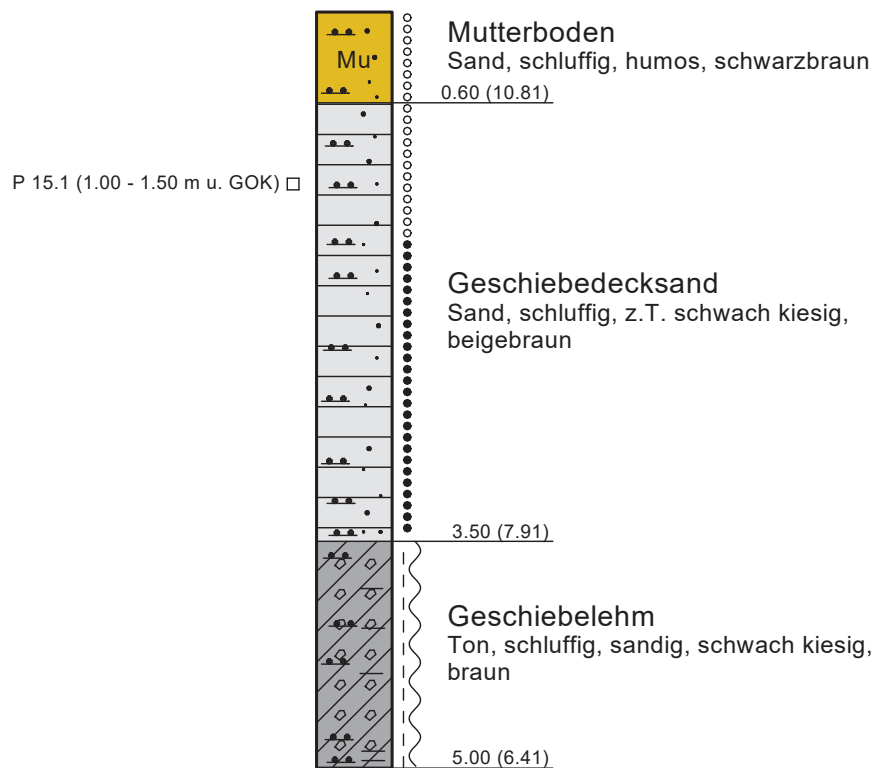
## Säulendiagramm BS 14

## Legende



# BS 15

+11,41 m NHN



BS - Kleinbohrung nach DIN EN ISO 22 475 - NW 80 mm



Ingenieurgesellschaft  
Dr.-Ing. Michael Beuße mbH

Elsterbogen 18      Tel.: 04182 - 28770  
21255 Tostedt      Fax.: 04182 - 287728  
www.dr-beusse.de

Projekt:  
B-Plan 125  
"Vörder Feld Nord"  
27432 Bremervörde

Auftraggeber:  
**STADT BREMERVÖRDE**  
**DEZERNAT III**

Anlage:  
2.15







Bericht:  
23 - 17934

Maßstab (L/H):  
- / 1 : 50

Datum:  
27.07.2023

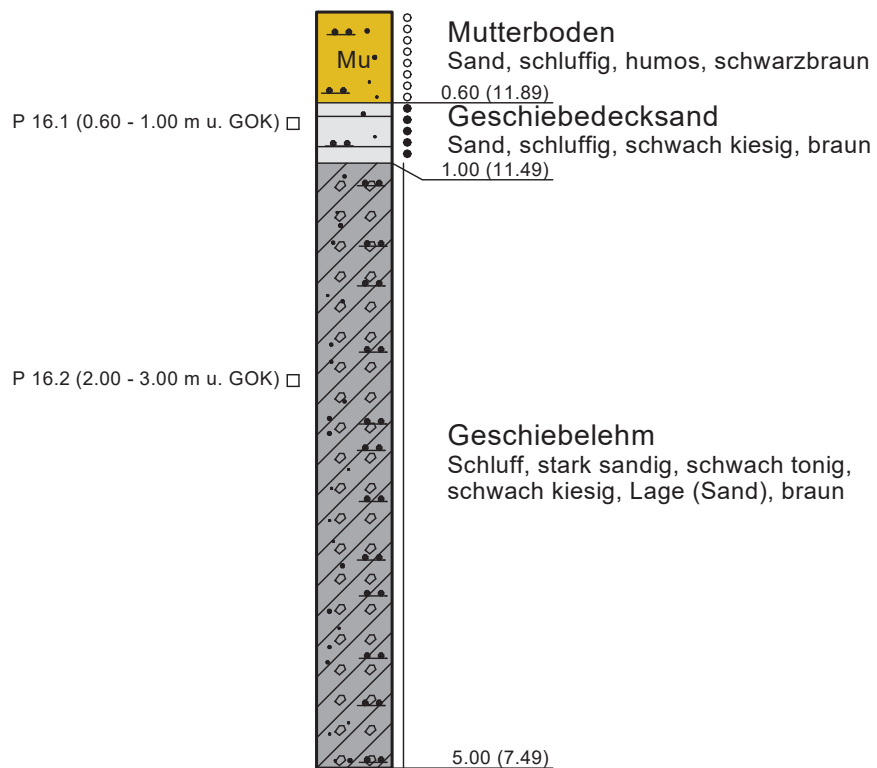
## Säulendiagramm BS 15

## Legende

	halbfest		Geschiebedecksand
	locker		Geschiebelehm
	mitteldicht		Mutterboden

# BS 16

+12,49 m NHN



BS - Kleinbohrung nach DIN EN ISO 22 475 - NW 80 mm



Ingenieurgesellschaft  
Dr.-Ing. Michael Beuße mbH

Elsterbogen 18      Tel.: 04182 - 28770  
21255 Tostedt      Fax.: 04182 - 287728  
www.dr-beusse.de

Projekt:  
B-Plan 125  
"Vörder Feld Nord"  
27432 Bremervörde

Auftraggeber:  
**STADT BREMERVÖRDE**  
**DEZERNAT III**

Anlage:  
2.16





Bericht:  
23 - 17934

Maßstab (L/H):  
- / 1 : 50

Datum:  
27.07.2023

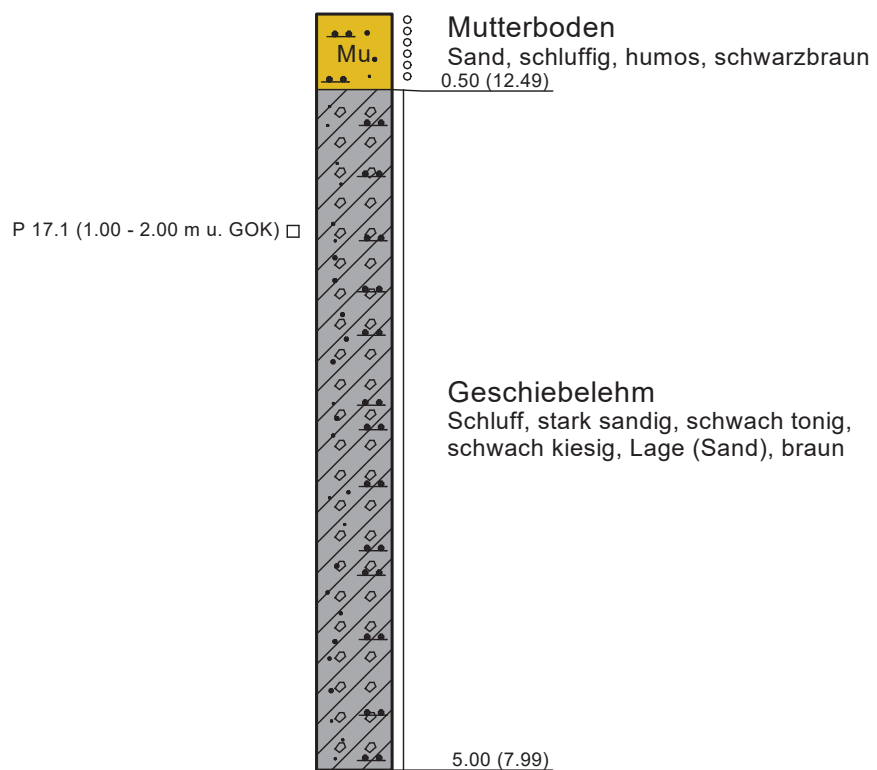
## Säulendiagramm BS 16

## Legende

	halbfest		Geschiebelehm
	locker		Mutterboden

# BS 17

+12,99 m NHN









BS - Kleinbohrung nach DIN EN ISO 22 475 - NW 80 mm

 Ingenieurgesellschaft <b>Dr.-Ing. Michael Beuße mbH</b>  Elsterbogen 18    Tel.: 04182 - 28770 21255 Tostedt    Fax.: 04182 - 287728 www.dr-beusse.de	Projekt: B-Plan 125 "Vörder Feld Nord" 27432 Bremervörde	Anlage: 2.17
	Auftraggeber: <b>STADT BREMERVÖRDE                  DEZERNAT III</b>	Bericht: 23 - 17934
		Maßstab (L/H): - / 1 : 50
		Datum: 27.07.2023

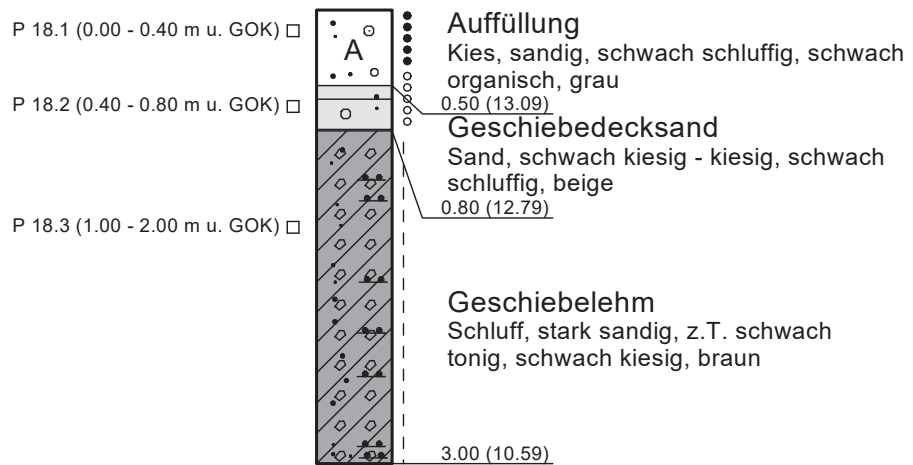
## Säulendiagramm BS 17

## Legende

	steif		Geschiebedecksand
	locker		Geschiebelehm
	mitteldicht		Auffüllung

# BS 18

+13,59 m NHN



BS - Kleinbohrung nach DIN EN ISO 22 475 - NW 80 mm



Ingenieurgesellschaft  
Dr.-Ing. Michael Beuße mbH

Elsterbogen 18      Tel.: 04182 - 28770  
21255 Tostedt      Fax.: 04182 - 287728  
www.dr-beusse.de

Projekt:  
B-Plan 125  
"Vörder Feld Nord"  
27432 Bremervörde

Auftraggeber:  
**STADT BREMERVÖRDE**  
**DEZERNAT III**

Anlage:  
2.18









Bericht:  
23 - 17934

Maßstab (L/H):  
- / 1 : 50

Datum:  
27.07.2023

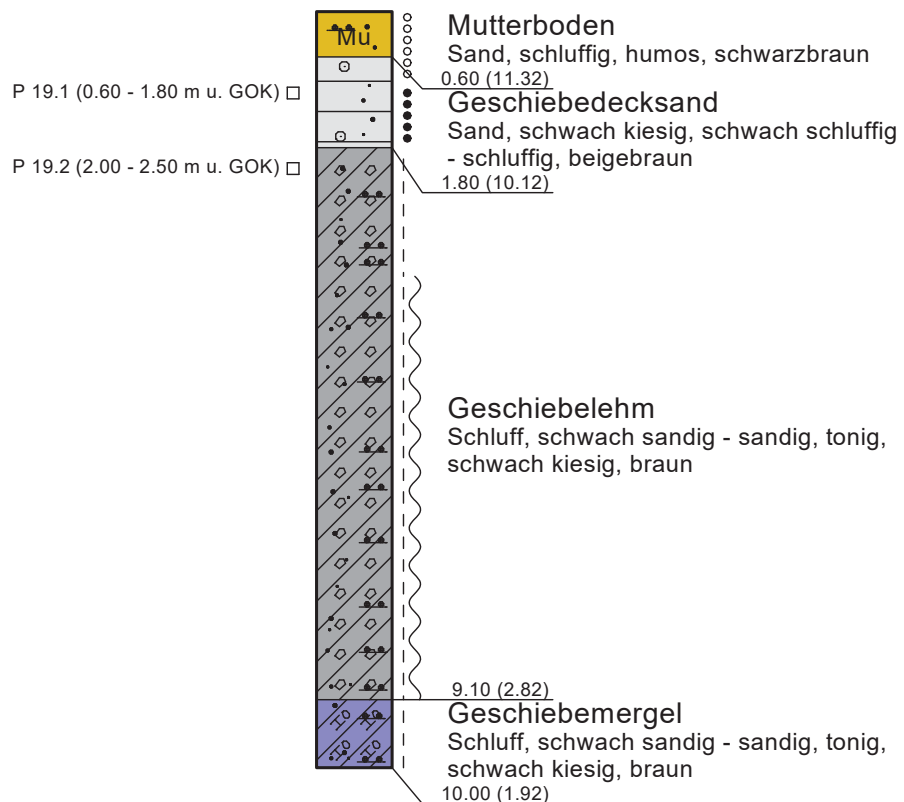
## Säulendiagramm BS 18

## Legende

	steif		Geschiebedecksand
	weich - steif		Geschiebemergel
	locker		Geschiebelehm
	mitteldicht		Mutterboden

# BS 19

+11,92 m NHN



BS - Kleinbohrung nach DIN EN ISO 22 475 - NW 80 mm

Ingenieurgesellschaft  
Dr.-Ing. Michael Beuße mbH

Elsterbogen 18      Tel.: 04182 - 28770  
21255 Tostedt      Fax.: 04182 - 287728  
www.dr-beusse.de

Projekt:  
B-Plan 125  
"Vörder Feld Nord"  
27432 Bremervörde

Auftraggeber:  
**STADT BREMERVÖRDE**  
**DEZERNAT III**

Anlage:  
2.19







Bericht:  
23 - 17934

Maßstab (L/H):  
- / 1 : 100

Datum:  
27.07.2023

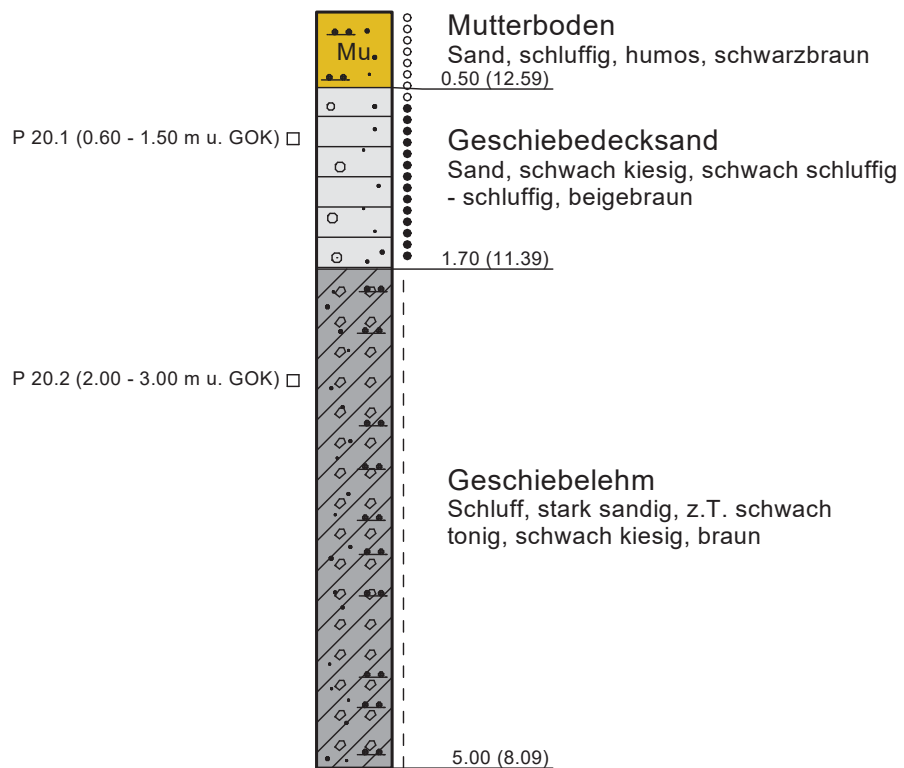
## Säulendiagramm BS 19

## Legende

	steif		Geschiebedecksand
	locker		Geschiebelehm
	mitteldicht		Mutterboden

# BS 20

+13,09 m NHN



BS - Kleinbohrung nach DIN EN ISO 22 475 - NW 80 mm



Ingenieurgesellschaft  
Dr.-Ing. Michael Beuße mbH

Elsterbogen 18      Tel.: 04182 - 28770  
21255 Tostedt      Fax.: 04182 - 287728  
www.dr-beusse.de

Projekt:  
B-Plan 125  
"Vörder Feld Nord"  
27432 Bremervörde

Auftraggeber:  
**STADT BREMERVÖRDE**  
**DEZERNAT III**

Anlage:  
2.20









Bericht:  
23 - 17934

Maßstab (L/H):  
- / 1 : 50

Datum:  
27.07.2023

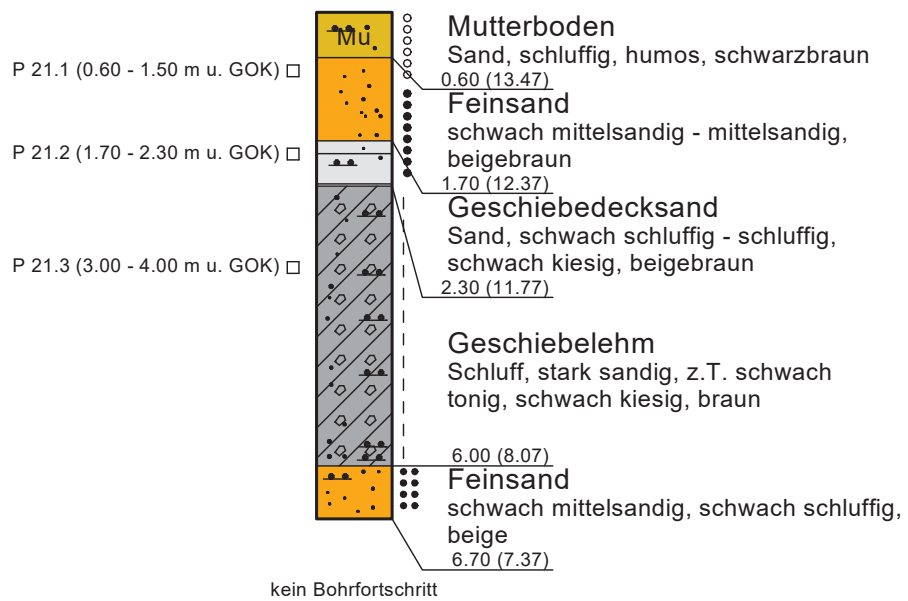
## Säulendiagramm BS 20

## Legende

	steif		Geschiebedecksand
	locker		Geschiebelehm
	mitteldicht		Mutterboden
	dicht		Feinsand

# BS 21

+14,07 m NHN



BS - Kleinbohrung nach DIN EN ISO 22 475 - NW 80 mm



Ingenieurgesellschaft  
Dr.-Ing. Michael Beuße mbH

Elsterbogen 18      Tel.: 04182 - 28770  
21255 Tostedt      Fax.: 04182 - 287728  
www.dr-beusse.de

Projekt:  
B-Plan 125  
"Vörder Feld Nord"  
27432 Bremervörde

Auftraggeber:  
**STADT BREMERVÖRDE**  
**DEZERNAT III**

Anlage:  
2.21







Bericht:  
23 - 17934

Maßstab (L/H):  
- / 1 : 100

Datum:  
27.07.2023

Säulendiagramm BS 21

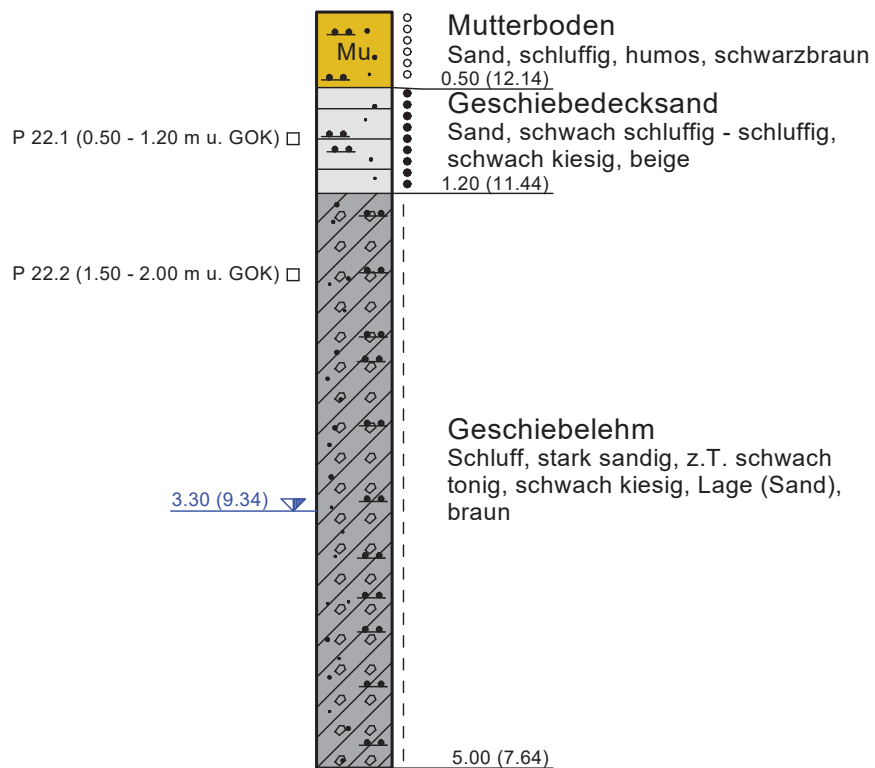
## Legende

	steif		Geschiebedecksand
	locker		Geschiebelehm
	mitteldicht		Mutterboden

3.30  W nach Bohrende  
19.06.2023

# BS 22

+12,64 m NHN



## BS - Kleinbohrung nach DIN EN ISO 22 475 - NW 80 mm



Ingenieurgesellschaft  
Dr.-Ing. Michael Beuße mbH

Elsterbogen 18 Tel.: 04182 - 28770  
21255 Tostedt Fax.: 04182 - 287728  
www.dr-beusse.de

Projekt:  
B-Plan 125  
"Vörder Feld Nord"  
27432 Bremervörde

Auftraggeber:  
**STADT BREMERVÖRDE**  
**DEZERNAT III**

Anlage:  
2.22









Bericht:  
23 - 17934

Maßstab (L/H):  
- / 1 : 50

Datum:  
27.07.2023

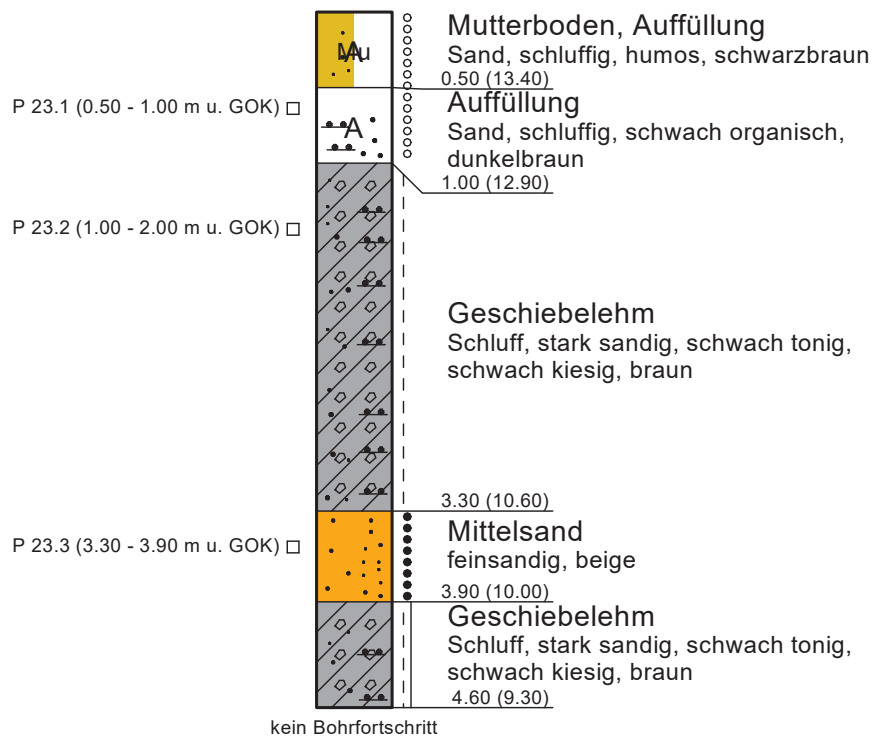
## Säulendiagramm BS 22

## Legende

	steif - halbfest		Geschiebelehm
	steif		Auffüllung
	locker		Mutterboden
	mitteldicht		Mittelsand

# BS 23

+13,90 m NHN



## BS - Kleinbohrung nach DIN EN ISO 22 475 - NW 80 mm



Ingenieurgesellschaft  
Dr.-Ing. Michael Beuße mbH

Elsterbogen 18      Tel.: 04182 - 28770  
21255 Tostedt      Fax.: 04182 - 287728  
www.dr-beusse.de

Projekt:  
B-Plan 125  
"Vörder Feld Nord"  
27432 Bremervörde

Auftraggeber:  
**STADT BREMERVÖRDE**  
**DEZERNAT III**

Anlage:  
2.23

Bericht:  
23 - 17934

Maßstab (L/H):  
- / 1 : 50

Datum:  
27.07.2023

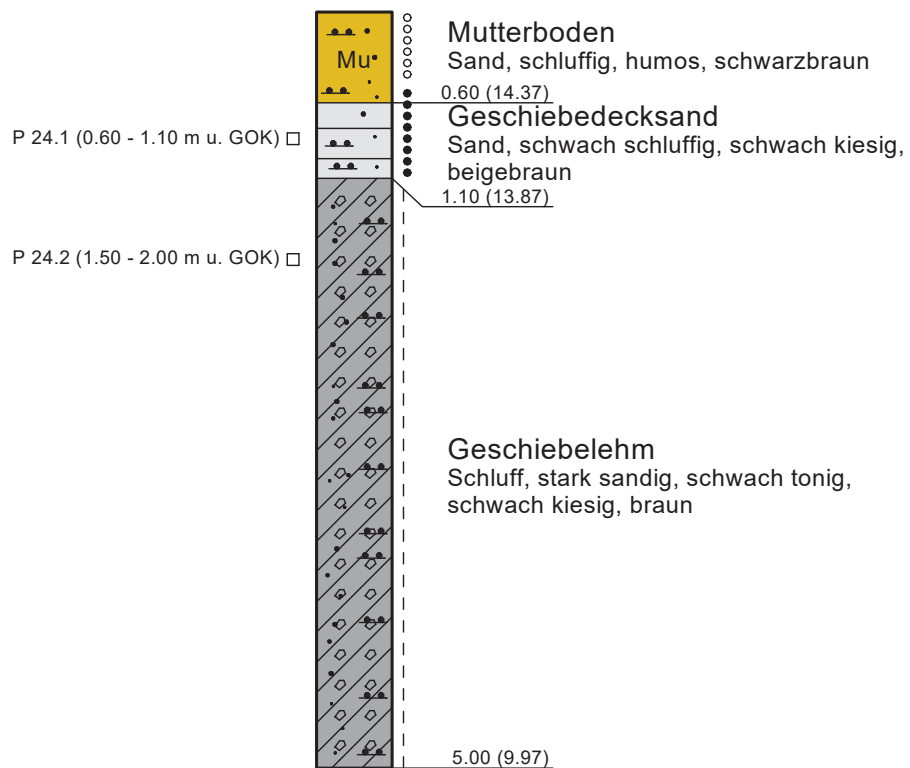
## Säulendiagramm BS 23

## Legende


<table border="0"> <tr><td> </td><td>steif</td></tr> <tr><td>○</td><td>locker</td></tr> <tr><td>●</td><td>mitteldicht</td></tr> </table>		steif	○	locker	●	mitteldicht	<table border="0"> <tr><td></td><td>Geschiebedecksand</td></tr> <tr><td></td><td>Geschiebelehm</td></tr> <tr><td></td><td>Mutterboden</td></tr> </table>		Geschiebedecksand		Geschiebelehm		Mutterboden
	steif												
○	locker												
●	mitteldicht												
	Geschiebedecksand												
	Geschiebelehm												
	Mutterboden												

# BS 24

+14,97 m NHN



BS - Kleinbohrung nach DIN EN ISO 22 475 - NW 80 mm

 <b>Ingenieurgesellschaft</b> <b>Dr.-Ing. Michael Beuße mbH</b>  Elsterbogen 18    Tel.: 04182 - 28770 21255 Tostedt    Fax.: 04182 - 287728 www.dr-beusse.de	Projekt: B-Plan 125 "Vörder Feld Nord" 27432 Bremervörde	Anlage: 2.24
	Auftraggeber: <b>STADT BREMERVÖRDE</b> <b>DEZERNAT III</b>	Bericht: 23 - 17934
		Maßstab (L/H): - / 1 : 50
		Datum: 27.07.2023

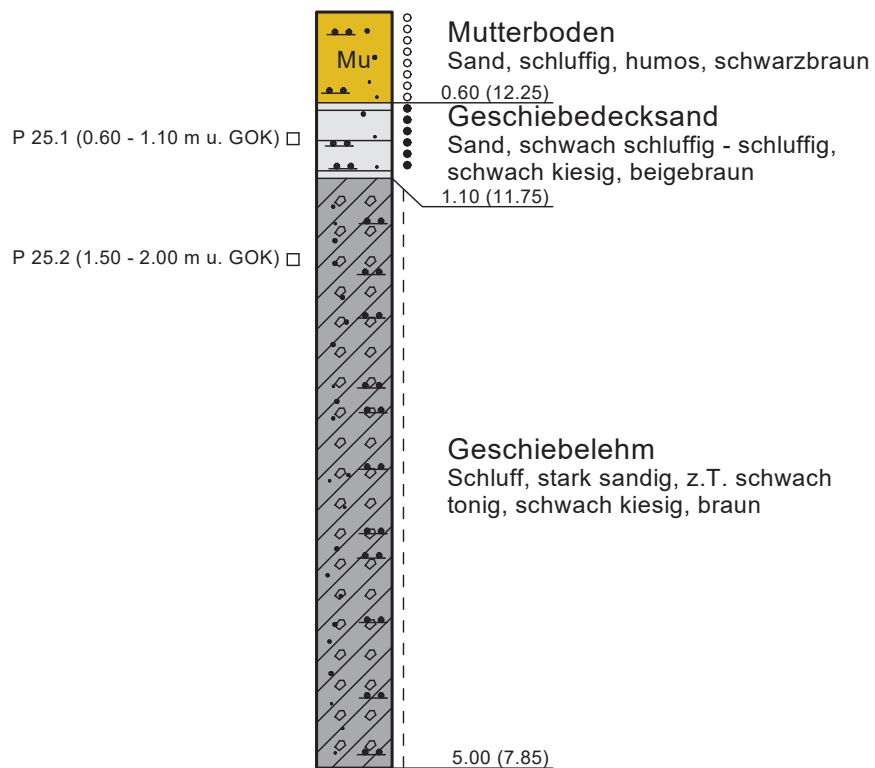
## Säulendiagramm BS 24

## Legende

<table border="0"> <tr><td> </td><td>steif</td></tr> <tr><td>○</td><td>locker</td></tr> <tr><td>●</td><td>mitteldicht</td></tr> </table>		steif	○	locker	●	mitteldicht	<table border="0"> <tr><td></td><td>Geschiebedecksand</td></tr> <tr><td></td><td>Geschiebelehm</td></tr> <tr><td></td><td>Mutterboden</td></tr> </table>		Geschiebedecksand		Geschiebelehm		Mutterboden
	steif												
○	locker												
●	mitteldicht												
	Geschiebedecksand												
	Geschiebelehm												
	Mutterboden												

# BS 25

+12,85 m NHN



BS - Kleinbohrung nach DIN EN ISO 22 475 - NW 80 mm



Ingenieurgesellschaft  
Dr.-Ing. Michael Beuße mbH

Elsterbogen 18      Tel.: 04182 - 28770  
21255 Tostedt      Fax.: 04182 - 287728  
www.dr-beusse.de

Projekt:  
B-Plan 125  
"Vörder Feld Nord"  
27432 Bremervörde

Auftraggeber:  
**STADT BREMERVÖRDE**  
**DEZERNAT III**

Anlage:  
2.25








Bericht:  
23 - 17934

Maßstab (L/H):  
- / 1 : 50

Datum:  
27.07.2023

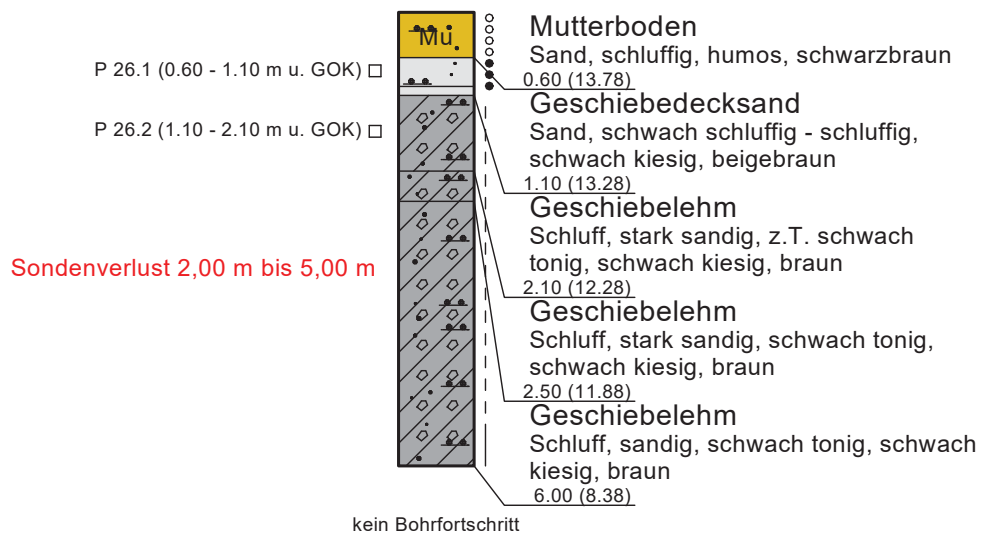
## Säulendiagramm BS 25

## Legende


	halbfest		Geschiebedecksand
	steif		Geschiebelehm
	locker		Mutterboden
	mitteldicht		

# BS 26

+14,38 m NHN











BS - Kleinbohrung nach DIN EN ISO 22 475 - NW 80 mm

 Ingenieurgesellschaft Dr.-Ing. Michael Beuße mbH  Elsterbogen 18    Tel.: 04182 - 28770 21255 Tostedt    Fax.: 04182 - 287728 www.dr-beusse.de	Projekt: B-Plan 125 "Vörder Feld Nord" 27432 Bremervörde	Anlage: 2.26
	Auftraggeber: <b>STADT BREMERVÖRDE</b> <b>DEZERNAT III</b>	Bericht: 23 - 17934
		Maßstab (L/H): - / 1 : 100
		Datum: 27.07.2023

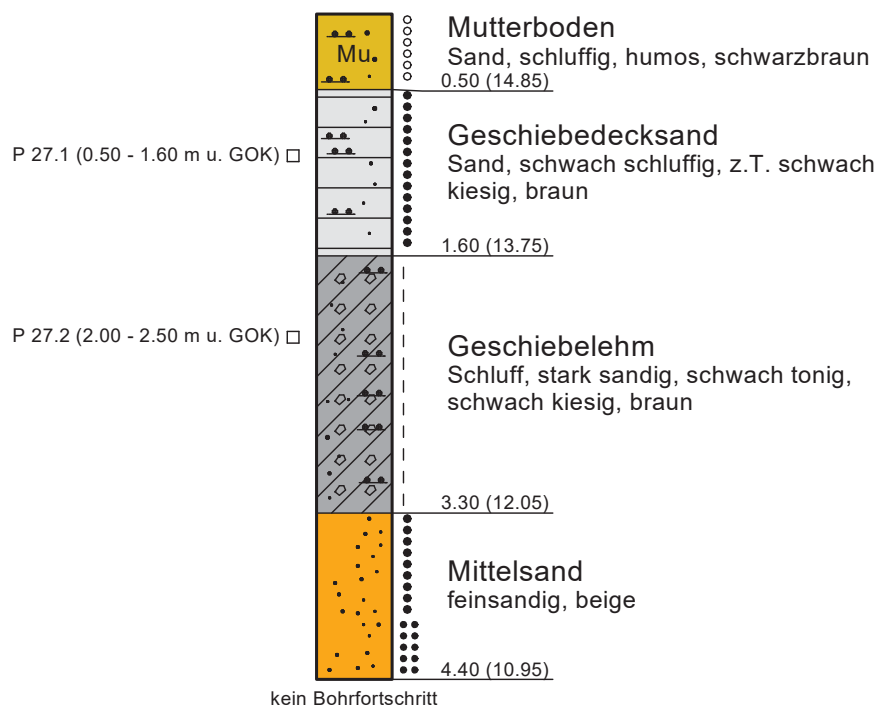
## Säulendiagramm BS 26

## Legende

	steif		Geschiebedecksand
	locker		Geschiebelehm
	mitteldicht		Mutterboden
	dicht		Mittelsand

# BS 27

+15,35 m NHN



BS - Kleinbohrung nach DIN EN ISO 22 475 - NW 80 mm



Ingenieurgesellschaft  
Dr.-Ing. Michael Beuße mbH

Elsterbogen 18      Tel.: 04182 - 28770  
21255 Tostedt      Fax.: 04182 - 287728  
www.dr-beusse.de

Projekt:  
B-Plan 125  
"Vörder Feld Nord"  
27432 Bremervörde

Auftraggeber:  
**STADT BREMERVÖRDE**  
**DEZERNAT III**

Anlage:  
2.27





Bericht:  
23 - 17934

Maßstab (L/H):  
- / 1 : 50

Datum:  
27.07.2023

## Säulendiagramm BS 27

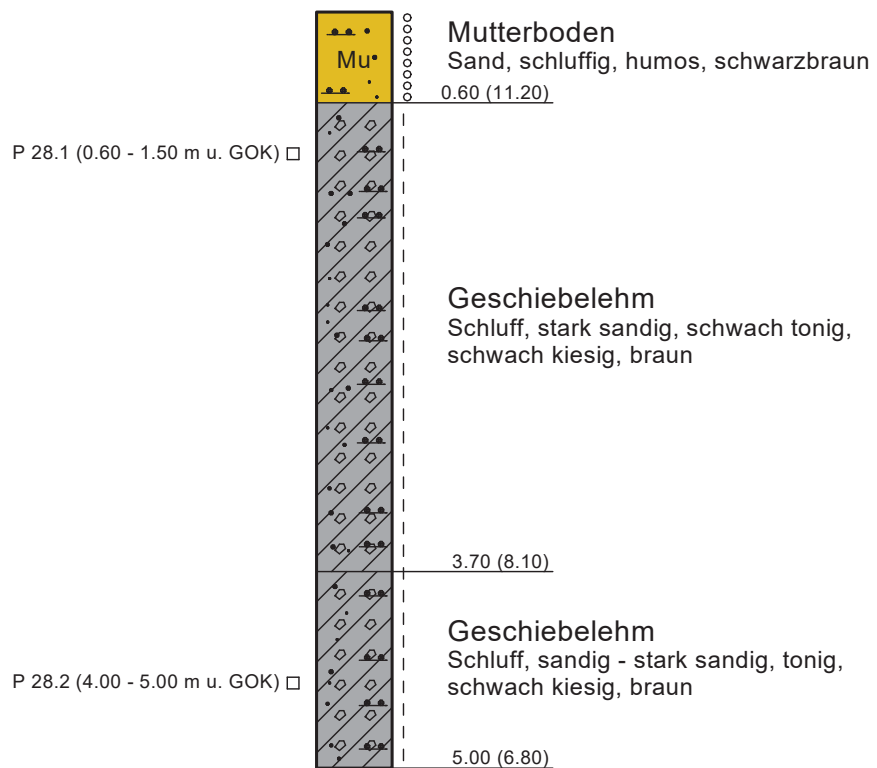
## Legende

	steif		Geschiebelehm
	locker		Mutterboden

2.90 W nach Bohrende  
19.06.2023

# BS 28

+11,80 m NHN



BS - Kleinbohrung nach DIN EN ISO 22 475 - NW 80 mm



Ingenieurgesellschaft  
Dr.-Ing. Michael Beuße mbH

Elsterbogen 18 Tel.: 04182 - 28770  
21255 Tostedt Fax.: 04182 - 287728  
www.dr-beusse.de

Projekt:  
B-Plan 125  
"Vörder Feld Nord"  
27432 Bremervörde

Auftraggeber:  
**STADT BREMERVÖRDE**  
**DEZERNAT III**

Anlage:  
2.28







Bericht:  
23 - 17934

Maßstab (L/H):  
- / 1 : 50

Datum:  
27.07.2023

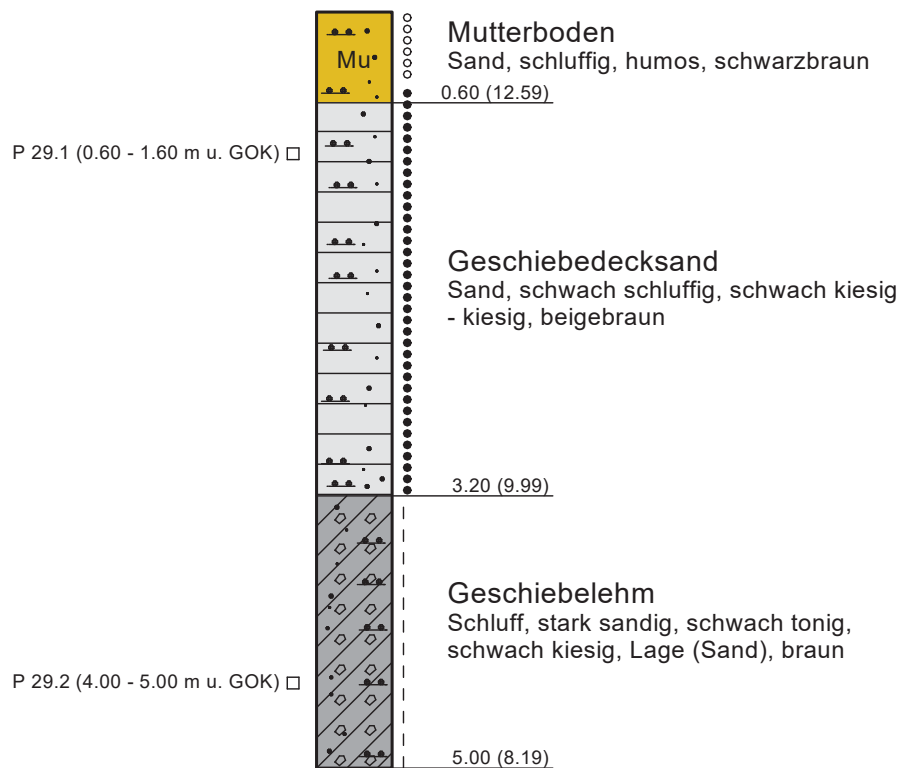
## Säulendiagramm BS 28

## Legende

	steif		Geschiebedecksand
	locker		Geschiebelehm
	mitteldicht		Mutterboden

# BS 29

+13,19 m NHN



BS - Kleinbohrung nach DIN EN ISO 22 475 - NW 80 mm



Ingenieurgesellschaft  
Dr.-Ing. Michael Beuße mbH

Elsterbogen 18      Tel.: 04182 - 28770  
21255 Tostedt      Fax.: 04182 - 287728  
www.dr-beusse.de

Projekt:  
B-Plan 125  
"Vörder Feld Nord"  
27432 Bremervörde

Auftraggeber:  
**STADT BREMERVÖRDE**  
**DEZERNAT III**

Anlage:  
2.29







Bericht:  
23 - 17934

Maßstab (L/H):  
- / 1 : 50

Datum:  
27.07.2023

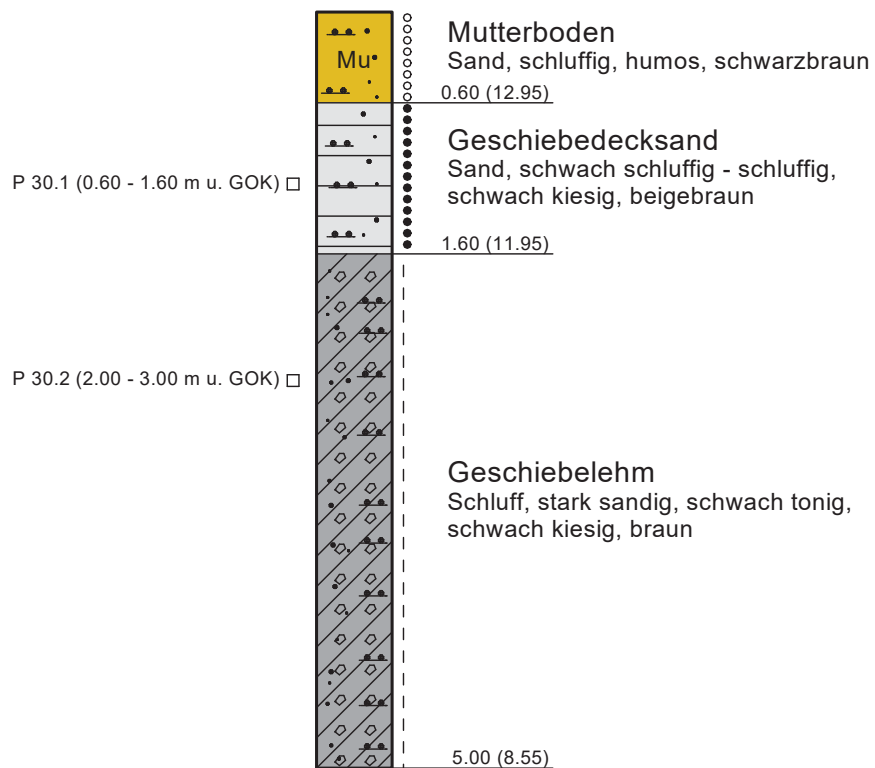
Säulendiagramm BS 29

## Legende

	steif		Geschiebedecksand
	locker		Geschiebelehm
	mitteldicht		Mutterboden

# BS 30

+13,55 m NHN









BS - Kleinbohrung nach DIN EN ISO 22 475 - NW 80 mm

 Ingenieurgesellschaft Dr.-Ing. Michael Beuße mbH  Elsterbogen 18    Tel.: 04182 - 28770 21255 Tostedt    Fax.: 04182 - 287728 www.dr-beusse.de	Projekt: B-Plan 125 "Vörder Feld Nord" 27432 Bremervörde	Anlage: 2.30
	Auftraggeber: <b>STADT BREMERVÖRDE</b> <b>DEZERNAT III</b>	Bericht: 23 - 17934
		Maßstab (L/H): - / 1 : 50
		Datum: 27.07.2023

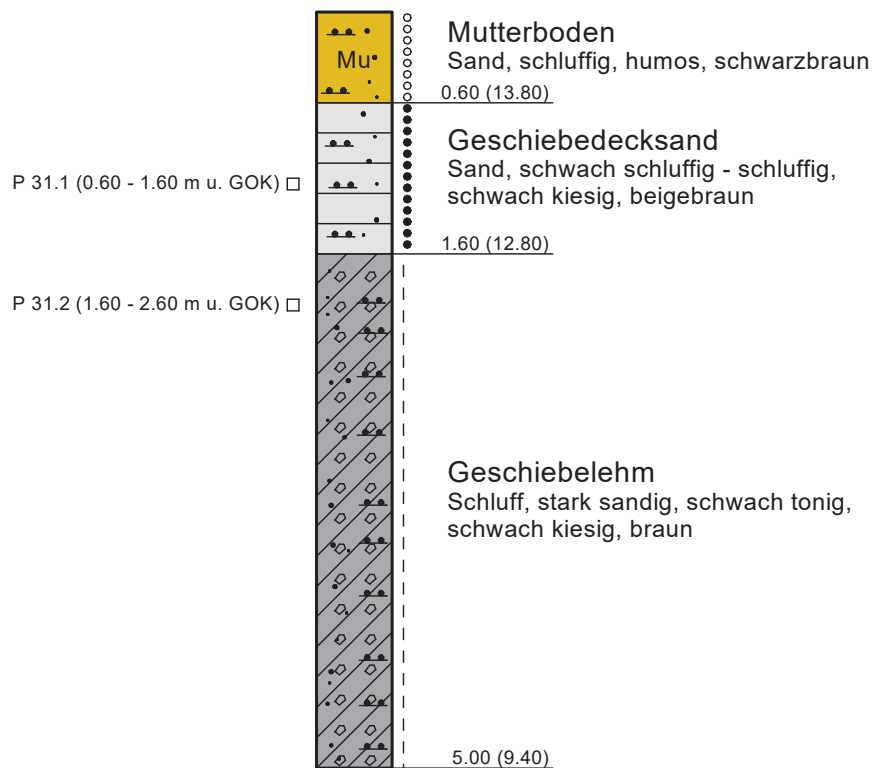
## Säulendiagramm BS 30

## Legende

	steif		Geschiebedecksand
	locker		Geschiebelehm
	mitteldicht		Mutterboden

# BS 31

+14,40 m NHN



BS - Kleinbohrung nach DIN EN ISO 22 475 - NW 80 mm



Ingenieurgesellschaft  
Dr.-Ing. Michael Beuße mbH

Elsterbogen 18      Tel.: 04182 - 28770  
21255 Tostedt      Fax.: 04182 - 287728  
www.dr-beusse.de

Projekt:  
B-Plan 125  
"Vörder Feld Nord"  
27432 Bremervörde

Auftraggeber:  
**STADT BREMERVÖRDE**  
**DEZERNAT III**

Anlage:  
2.31







Bericht:  
23 - 17934

Maßstab (L/H):  
- / 1 : 50

Datum:  
27.07.2023

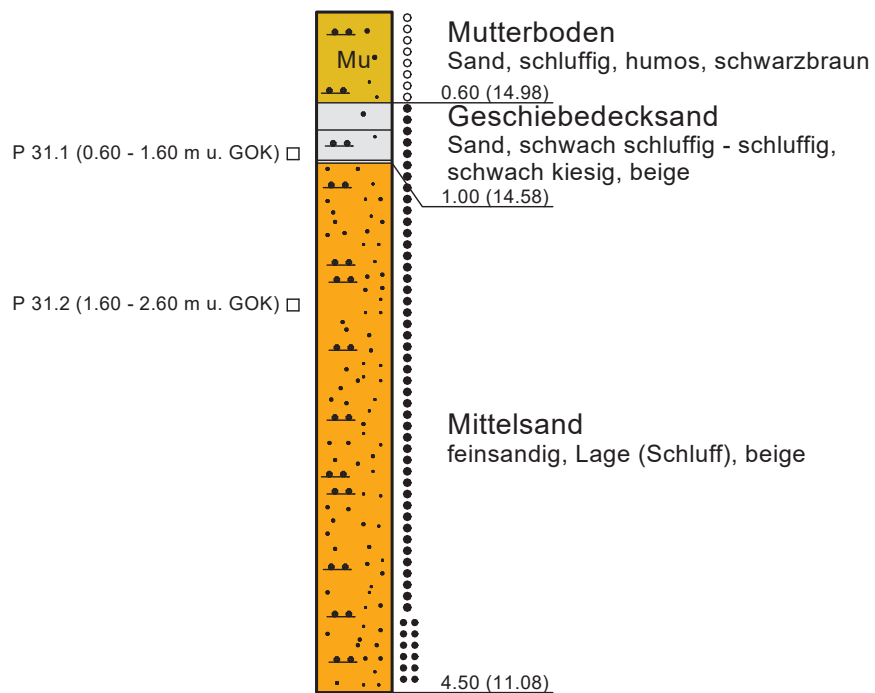
## Säulendiagramm BS 31

## Legende

	locker		Geschiebedecksand
	mitteldicht		Mutterboden
	dicht		Mittelsand

# BS 32

+15,58 m NHN



BS - Kleinbohrung nach DIN EN ISO 22 475 - NW 80 mm

Ingenieurgesellschaft  
Dr.-Ing. Michael Beuße mbH

Elsterbogen 18      Tel.: 04182 - 28770  
21255 Tostedt      Fax.: 04182 - 287728  
www.dr-beusse.de

Projekt:  
B-Plan 125  
"Vörder Feld Nord"  
27432 Bremervörde

Auftraggeber:  
**STADT BREMERVÖRDE**  
**DEZERNAT III**

Anlage:  
2.32

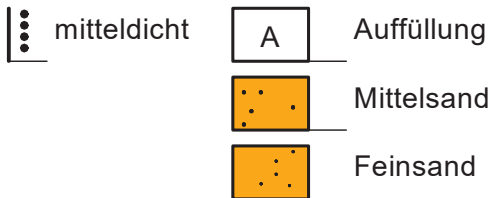
Bericht:  
23 - 17934

Maßstab (L/H):  
- / 1 : 50

Datum:  
27.07.2023

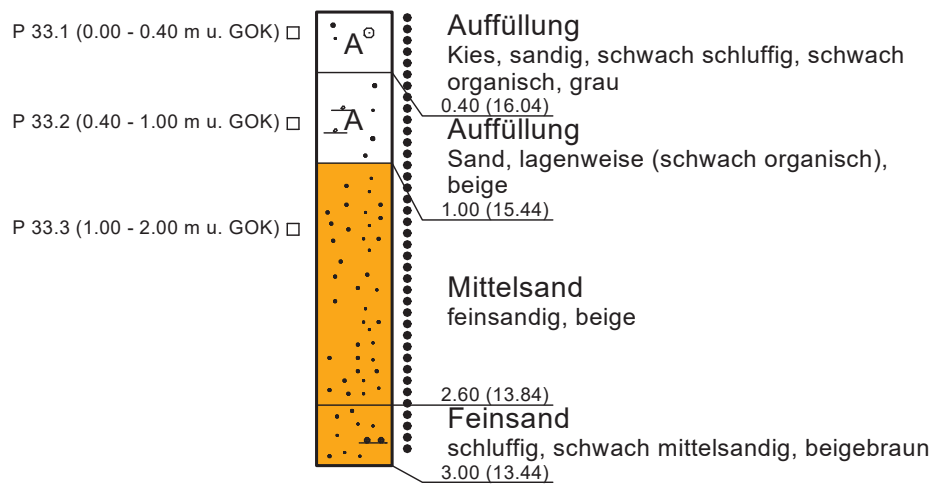
## Säulendiagramm BS 32

## Legende



# BS 33

+16,44 m NHN



BS - Kleinbohrung nach DIN EN ISO 22 475 - NW 80 mm



Ingenieurgesellschaft  
Dr.-Ing. Michael Beuße mbH

Elsterbogen 18      Tel.: 04182 - 28770  
21255 Tostedt      Fax.: 04182 - 287728  
www.dr-beusse.de

Projekt:  
B-Plan 125  
"Vörder Feld Nord"  
27432 Bremervörde

Auftraggeber:  
**STADT BREMERVÖRDE**  
**DEZERNAT III**

Anlage:  
2.33

Bericht:  
23 - 17934

Maßstab (L/H):  
- / 1 : 50

Datum:  
27.07.2023

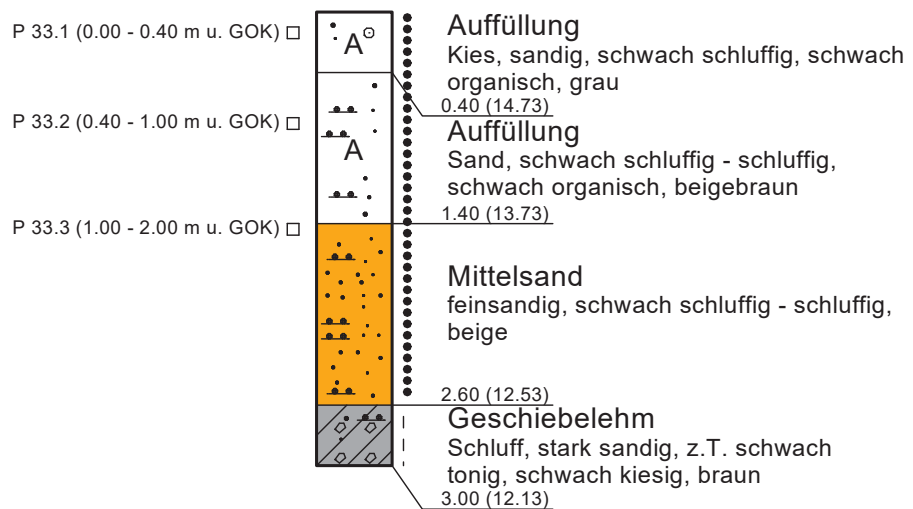
## Säulendiagramm BS 33

## Legende

	steif		Geschiebelehm
	mitteldicht		Auffüllung
			Mittelsand

# BS 34

+15,13 m NHN



BS - Kleinbohrung nach DIN EN ISO 22 475 - NW 80 mm



Ingenieurgesellschaft  
Dr.-Ing. Michael Beuße mbH

Elsterbogen 18      Tel.: 04182 - 28770  
21255 Tostedt      Fax.: 04182 - 287728  
www.dr-beusse.de

Projekt:  
B-Plan 125  
"Vörder Feld Nord"  
27432 Bremervörde

Auftraggeber:  
**STADT BREMERVÖRDE**  
**DEZERNAT III**

Anlage:  
2.34

Bericht:  
23 - 17934

Maßstab (L/H):  
- / 1 : 50

Datum:  
27.07.2023

## Säulendiagramm BS 34



## Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1

### STADT BREMERVÖRDE

B - P Lan Nr. 125 "Vörder Feld Nord", Bremervörde

Bearbeiter: M. Grünewald

Datum: 27.07.2023

Prüfungsnummer: 23 - 17934 P 015 - 018

Probe entnommen am: 14. - 20.06.2023

Probe entnommen durch: O. Kowalski

Art der Trocknung: Ofentrocknung

Bodenart: siehe unten

Probenbezeichnung:	P 015/ P 2.4	P 016/ P 3.1	P 017/ P 6.1
Bodenart:	Geschiebelehm	Sand	Sand
Feuchte Probe + Behälter [g]:	598.60	582.10	576.60
Trockene Probe + Behälter [g]:	547.30	556.20	555.80
Behälter [g]:	222.80	223.50	222.10
Porenwasser [g]:	51.30	25.90	20.80
Trockene Probe [g]:	324.50	332.70	333.70
Wassergehalt [%]	15.81	7.78	6.23

Probenbezeichnung:	P 018/ P 13.1	P 020/ P 21.1	P 021/ P 24.1
Bodenart:	Sand	Sand	Geschiebedecksand
Feuchte Probe + Behälter [g]:	325.40	378.40	346.20
Trockene Probe + Behälter [g]:	318.00	376.30	344.10
Behälter [g]:	221.90	223.60	223.50
Porenwasser [g]:	7.40	2.10	2.10
Trockene Probe [g]:	96.10	152.70	120.60
Wassergehalt [%]	7.70	1.38	1.74



# Körnungslinie STADT BREMERVÖRDE

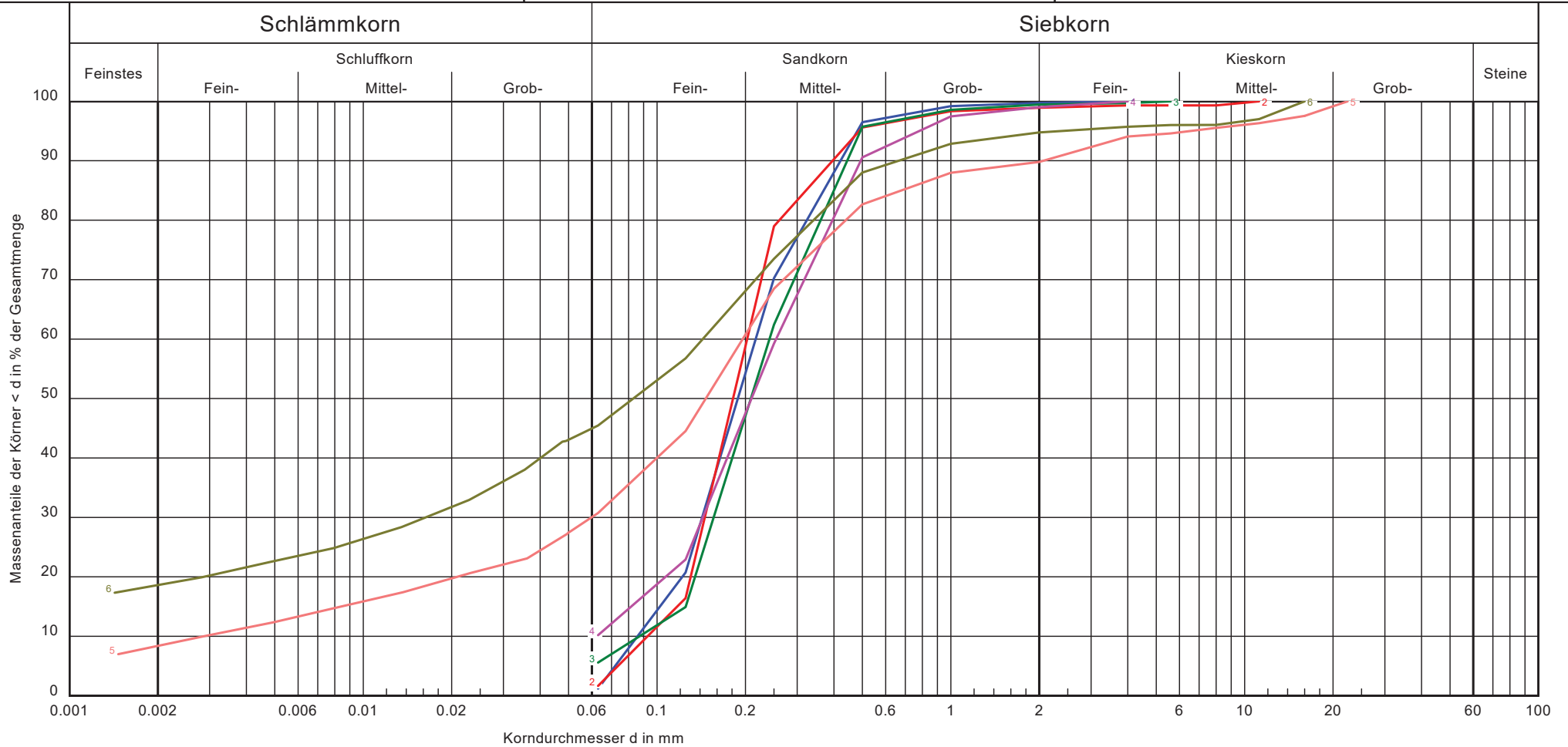
B - Plan Nr. 125 "Vörder Feld Nord", Bremervörde

Prüfungsnummer: 23 - 17934 P 023 - P 028

Entnahmestelle: s.u.

Entnommen am / durch: 14. - 20.06.2023 / O. Kowalski

Arbeitsweise: DIN EN ISO 17892-4



Probe:	P 023	P 024	P 025	P 026	P 027	P 028
Entnahmetiefe:	1,00 - 2,00 [m u. GOK]	0,60 - 1,10 [m u. GOK]	0,60 - 1,50 [m u. GOK]	0,60 - 1,10 [m u. GOK]	1,50 - 2,50 [m u. GOK]	0,60 - 1,50 [m u. GOK]
Bodenart:	S	S	S, u'	S, u'	S, u, g', t'	S, u, t, g'
T/U/S/G [%]:	- /1.2/98.5/0.3	- /1.7/97.3/1.1	- /5.6/93.9/0.5	- /10.2/88.8/1.0	8.1/22.6/59.1/10.2	18.4/27.1/49.3/5.2
U/Cc:	2.5/1.1	2.2/1.1	2.6/1.2	- /-	71.8/6.1	- /-
Bodengruppe:	SE	SE	SU	SU	SU*	TL
Entnahmestelle:	BS 6 / P 6.1	BS 13 / 13.1	BS 21 / 21.1	BS 24 / 24.1	BS 11 / 11.2	BS 28 / P 28.1
k-Wert nach Beyer	$8.3 \cdot 10^{-5}$	$9.6 \cdot 10^{-5}$	$8.5 \cdot 10^{-5}$	-	-	-
Signatur						

Bemerkungen:

Bericht:  
23 - 17934  
Anlage:  
4

Projekt: B - Plan Nr. 125 „Vörder Feld Nord“ in 27432 Bremervörde Projekt Nr.: 23 - 17934	Auftraggeber:  STADT BREMERVÖRDE - DEZERNAT III	Anlage:  5.1
---	--	--------------------



## Versickerungsversuch V 1 (BS 3) nach HEITFELD et al.

$$k_f = \frac{\pi \cdot \Delta h \cdot C_t \cdot r_a}{C_u \cdot h' \cdot (t_2 - t_1)} = \frac{3,14 \cdot 0,53 \cdot 1,15 \cdot 0,03}{22,00 \cdot 0,84 \cdot 70,00} = 4,46 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$$

### Geländedaten

### Berechnete Werte

### Werte aus Nomogramm

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

$h' = 0,84 \text{ m}$

$C_u = 22$  (aus Abb. 1)

$h_2 = 0,57 \text{ m}$

$\Delta h = 0,53 \text{ m}$

$C_t = 1,05$  (aus Abb. 2)

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

$h'/r_a = 27,83$

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

$L/h' = 0,12$

$\Delta t = 70 \text{ s}$

$T = 1,05 \text{ m}$

$T = 18^\circ \text{ C}$

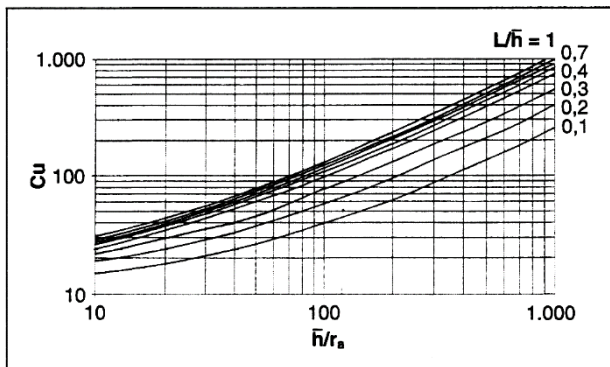


Abb. 1 Nomogramm zur Ermittlung von  $C_u$  nach EARTH MANUAL (1951)

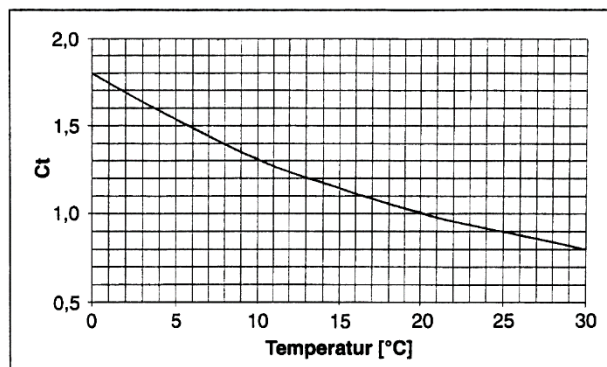


Abb. 2 Nomogramm zur Ermittlung von  $C_t$  nach KOHLRAUSCH (1986)

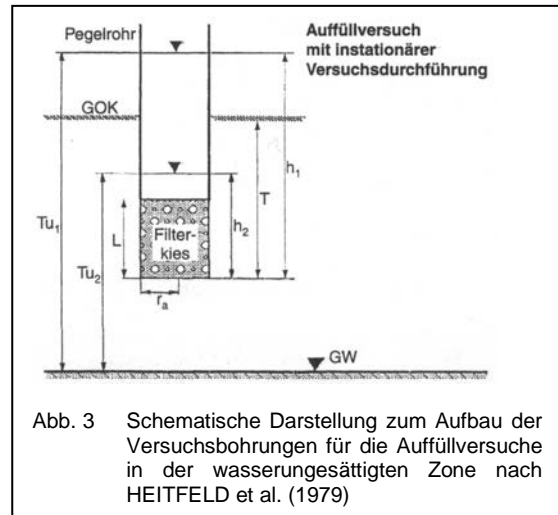


Abb. 3 Schematische Darstellung zum Aufbau der Versuchsbohrungen für die Auffüllversuche in der wasserungesättigten Zone nach HEITFELD et al. (1979)

Projekt: B - Plan Nr. 125 „Vörder Feld Nord“ in 27432 Bremervörde Projekt Nr.: 23 - 17934	Auftraggeber:  STADT BREMERVÖRDE - DEZERNAT III	Anlage:  5.2
---	--	--------------------



## Versickerungsversuch V 2 (BS 4) nach HEITFELD et al.

$$k_f = \frac{\pi \cdot \Delta h \cdot C_t \cdot r_a}{C_u \cdot h' \cdot (t_2 - t_1)} = \frac{3,14 \cdot 0,89 \cdot 1,15 \cdot 0,03}{22,00 \cdot 0,66 \cdot 60,00} = 1,12 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$$

### Geländedaten

### Berechnete Werte

### Werte aus Nomogramm

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

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

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

$h_2 = 0,21 \text{ m}$

$\Delta h = 0,89 \text{ m}$

$C_t = 1,05 \text{ (aus Abb. 2)}$

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

$h'/r_a = 21,83$

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

$L/h' = 0,15$

$\Delta t = 60 \text{ s}$

$T = 1,05 \text{ m}$

$T = 18^\circ \text{ C}$

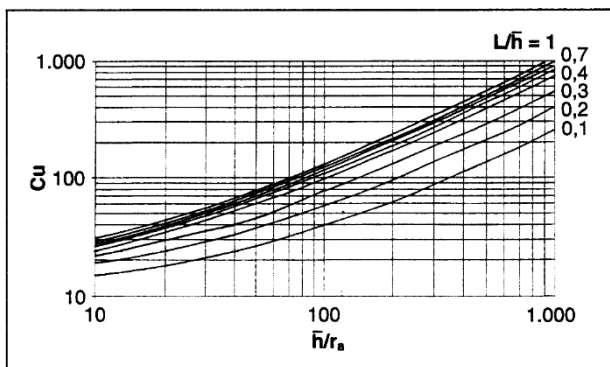


Abb. 1 Nomogramm zur Ermittlung von  $C_u$  nach EARTH MANUAL (1951)

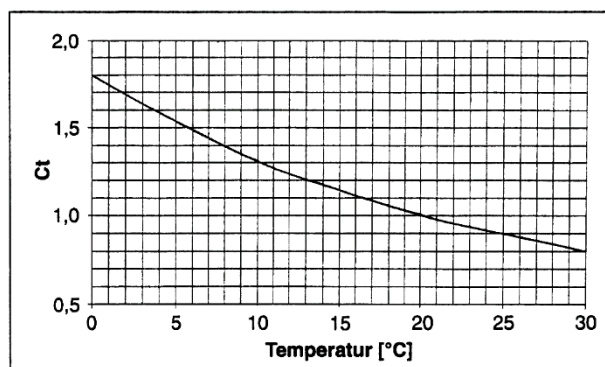


Abb. 2 Nomogramm zur Ermittlung von  $C_t$  nach KOHLRAUSCH (1986)

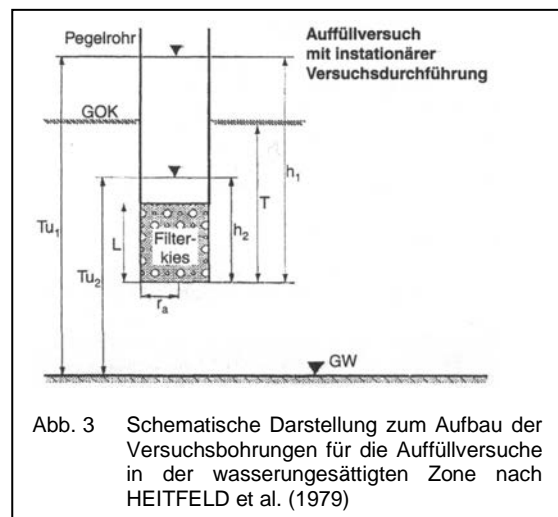
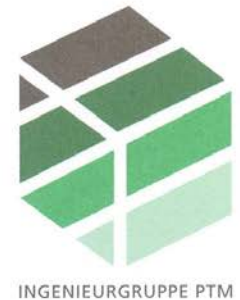


Abb. 3 Schematische Darstellung zum Aufbau der Versuchsbohrungen für die Auffüllversuche in der wasserungesättigten Zone nach HEITFELD et al. (1979)

Projekt: B - Plan Nr. 125 „Vörder Feld Nord“ in 27432 Bremervörde Projekt Nr.: 23 - 17934	Auftraggeber:  <b>STADT BREMERVÖRDE - DEZERNAT III</b>	Anlage:  <b>5.3</b>
---	--	---------------------------



## Versickerungsversuch V 3 (BS 5) nach HEITFELD et al.

$$k_f = \frac{\pi \cdot \Delta h \cdot C_t \cdot r_a}{C_u \cdot h' \cdot (t_2 - t_1)} = \frac{3,14 \cdot 0,95 \cdot 1,15 \cdot 0,03}{22,00 \cdot 0,63 \cdot 40,00} = 1,87 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$$

### Geländedaten

### Berechnete Werte

### Werte aus Nomogramm

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

$h' = 0,63 \text{ m}$

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

$h_2 = 0,15 \text{ m}$

$\Delta h = 0,95 \text{ m}$

$C_t = 1,05 \text{ (aus Abb. 2)}$

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

$h'/r_a = 20,83$

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

$L/h' = 0,16$

$\Delta t = 40 \text{ s}$

$T = 1,05 \text{ m}$

$T = 18^\circ \text{ C}$

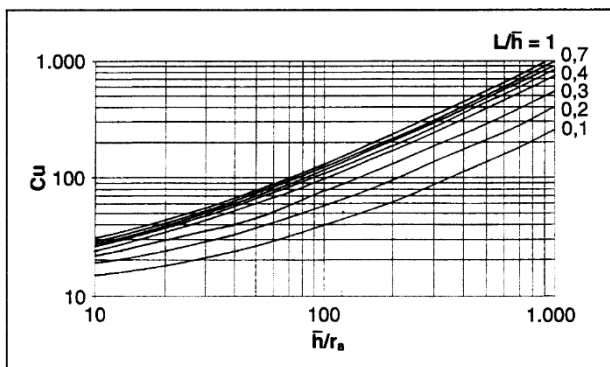


Abb. 1 Nomogramm zur Ermittlung von  $C_u$  nach EARTH MANUAL (1951)

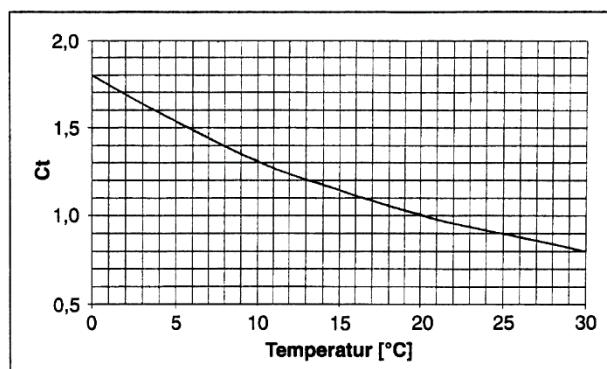


Abb. 2 Nomogramm zur Ermittlung von  $C_t$  nach KOHLRAUSCH (1986)

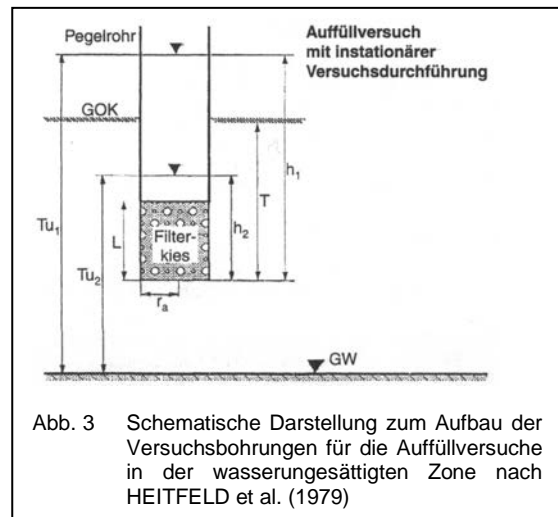


Abb. 3 Schematische Darstellung zum Aufbau der Versuchsbohrungen für die Auffüllversuche in der wasserungesättigten Zone nach HEITFELD et al. (1979)

Projekt: B - Plan Nr. 125 „Vörder Feld Nord“ in 27432 Bremervörde Projekt Nr.: 23 - 17934	Auftraggeber:  STADT BREMERVÖRDE - DEZERNAT III	Anlage:  5.4
---	--	--------------------



## Versickerungsversuch V 3 (BS 5) nach HEITFELD et al.

$$k_f = \frac{\pi \cdot \Delta h \cdot C_t \cdot r_a}{C_u \cdot h' \cdot (t_2 - t_1)} = \frac{3,14 \cdot 0,91 \cdot 1,15 \cdot 0,03}{22,00 \cdot 0,60 \cdot 60,00} = 1,26 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$$

### Geländedaten

### Berechnete Werte

### Werte aus Nomogramm

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

$h' = 0,60 \text{ m}$

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

$h_2 = 0,14 \text{ m}$

$\Delta h = 0,91 \text{ m}$

$C_t = 1,05 \text{ (aus Abb. 2)}$

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

$h'/r_a = 19,83$

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

$L/h' = 0,17$

$\Delta t = 60 \text{ s}$

$T = 1,05 \text{ m}$

$T = 18^\circ \text{ C}$

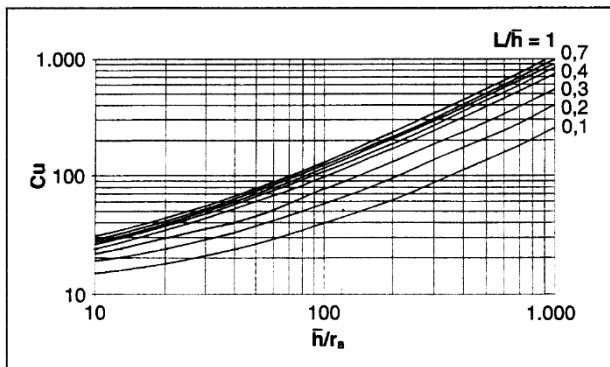


Abb. 1 Nomogramm zur Ermittlung von  $C_u$  nach EARTH MANUAL (1951)

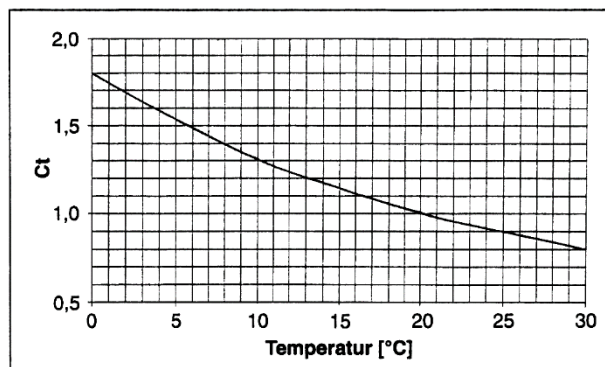


Abb. 2 Nomogramm zur Ermittlung von  $C_t$  nach KOHLRAUSCH (1986)

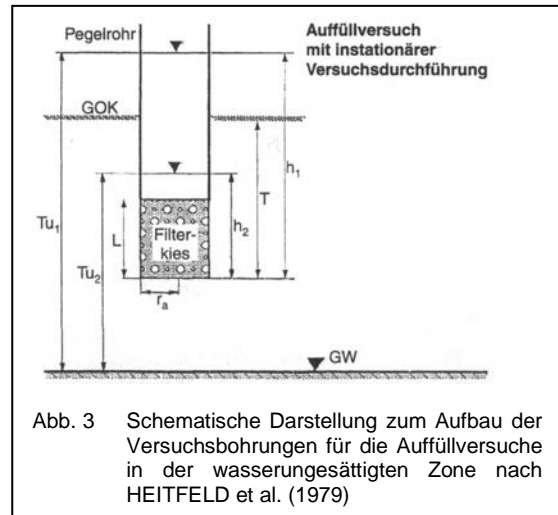


Abb. 3 Schematische Darstellung zum Aufbau der Versuchsbohrungen für die Auffüllversuche in der wasserungesättigten Zone nach HEITFELD et al. (1979)

**Anhang 1 zum Bericht 23 - 17934**

**Fotodokumentation der entnommenen Ausbaustücke, Bohrkernansprache**



## Bohrkerndokumentation und -analyse

Projektnummer:	23 - 17934	Auftraggeber:	<b>Stadt Bremervörde, Dezernat III</b>
Entnahmedatum:	14.06.2023		Rathausmarkt 1
Entnahmestelle:	BS 1 / BK 1		27432 Bremervörde
Bohrkern- bezeichnung:	BK 1	Probe-Nr. 001	Projekt- bezeichnung: B-Plan 125, Vörder Feld Nord, Bremervörde

Visuelle Ansprache				Analyseergebnisse						fehlender Schichtenverbund	Maße [cm]	
Material	Körnung	Offenporigkeit	Rissbildung	Summe PAK* [mg/kg]	Phenolindex* [mg/L]	Asbest, VDI**	Asbest, BIA*** [M.-%]	Verwertungs-klasse	Abfall-schlüssel		Einzelmaß	Summenmaß
Asphaltdeckschicht	0/8	-	-	<b>noch offen</b>							2,2	2,2
Asphalttragschicht	0/11	-	-							-	3,9	6,1
Asphalttragschicht	0/2	-	-							x	1,0	7,1
Asphalttragschicht	0/5	-	-							-	2,1	9,2
Unterbau:	siehe Bohrung BS 1										9,2	



Erläuterungen:	
[*]	gem. RuVA-StB 01, Untersuchung auf die Parameter Summe PAK (EPA) und Phenolindex
[**]	qualitative Asbestanalytik gem. VDI 3866, Blatt 5
[***]	quantitative Asbestanalytik gem. TRGS 517, BIA-Verfahren 7487
[n.e.]	nicht eindeutig

Bewertung / Hinweise:



## Bohrkerndokumentation und -analyse

Projektnummer:	23 - 17934	Auftraggeber:	<b>Stadt Bremervörde, Dezernat III</b>
Entnahmedatum:	14.06.2023		Rathausmarkt 1
Entnahmestelle:	BS 2 / BK 2		27432 Bremervörde
Bohrkern-bezeichnung:	BK 2	Probe-Nr.	002
		Projekt-bezeichnung:	B-Plan 125, Vörder Feld Nord, Bremervörde

Visuelle Ansprache				Analyseergebnisse						fehler Schichtenverbund	Maße [cm]																			
Material	Körnung	Offenporigkeit	Rissbildung	Summe PAK* [mg/kg]	Phenolindex* [mg/L]	Asbest, VDI**	Asbest, BIA*** [M.-%]	Verwertungs-klasse	Abfall-schlüssel		Einzelmaß	Summenmaß																		
Asphaltdeckschicht	0/8	-	-	<b>noch offen</b>						-	2,1	2,1																		
Asphalttragschicht	0/11	-	-							<b>noch offen</b>						-	2,7	4,8												
Asphalttragschicht	0/2	-	-													<b>noch offen</b>						x	1,2	6,0						
Asphalttragschicht	0/5	-	-																			<b>noch offen</b>						-	1,1	7,1
																												<b>noch offen</b>		
				<b>noch offen</b>																										
										<b>noch offen</b>																				
																<b>noch offen</b>														
																						<b>noch offen</b>								
																												<b>noch offen</b>		
Unterbau:	siehe Bohrung BS 2																													



Erläuterungen:	
[*]	gem. RuVA-StB 01, Untersuchung auf die Parameter Summe PAK (EPA) und Phenolindex
[**]	qualitative Asbestanalytik gem. VDI 3866, Blatt 5
[***]	quantitative Asbestanalytik gem. TRGS 517, BIA-Verfahren 7487
[n.e.]	nicht eindeutig

Bewertung / Hinweise:

**Anhang 2 zum Bericht 23 - 17934**

**Prüfbericht 2023P516963 / 1 vom 18. Juli 2023**  
**Unterlagen der GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH**  
**(Material: Auffüllung Bauschutt)**

Ingenieurgesellschaft Dr.-Ing. Michael Beuße mbH  
Beratende Ingenieure  
Herr Dr.-Ing. Beuße



Elsterbogen 18

**21255 Tostedt**

**Prüfbericht-Nr.: 2023P516963 / 1**

<b>Auftraggeber</b>	Ingenieurgesellschaft Dr.-Ing. Michael Beuße mbH Beratende Ingenieure
<b>Eingangsdatum</b>	30.06.2023
<b>Projekt</b>	23 - 17934 / B-Plan 125, Vörder Feld Nord / Bremervörde
<b>Material</b>	Auffüllung Bauschutt
<b>Auftrag</b>	23 - 17934 / PNS Nr. 13592
<b>Verpackung</b>	Braunglas
<b>Probenmenge</b>	ca. 500 g
<b>unsere Auftragsnummer</b>	23511323
<b>Probenahme</b>	durch den Auftraggeber
<b>Probentransport</b>	GBA
<b>Labor</b>	GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
<b>Prüfbeginn / -ende</b>	30.06.2023 - 18.07.2023
<b>Bemerkung</b>	keine
<b>Probenaufbewahrung</b>	Wenn nicht anders vereinbart, werden Feststoffproben drei Monate und Wasserproben bis zwei Wochen nach Prüfberichtserstellung aufbewahrt.

Pinneberg, 18.07.2023



i. A. G. Binde

Projektbearbeitung

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die genannten Prüfgegenstände. Es wird keine Verantwortung für die Richtigkeit der Probenahme übernommen, wenn die Proben nicht durch die GBA oder in ihrem Auftrag genommen wurden. In diesem Fall beziehen sich die Ergebnisse auf die Probe wie erhalten. Ohne schriftliche Genehmigung der GBA darf der Prüfbericht nicht veröffentlicht sowie nicht auszugsweise vervielfältigt werden. Entscheidungsregeln der GBA sind in den AGBs einzusehen.

Seite 1 von 3 zu Prüfbericht-Nr.: 2023P516963 / 1

Prüfbericht-Nr.: 2023P516963 / 1

23 - 17934 / B-Plan 125, Vörder Feld Nord / Bremervörde

**Zuordnungswerte gem. LAGA-Bauschutt (Fassung 1997)**

unsere Auftragsnummer		23511323	
Probe-Nr.		002	
Material		Auffüllung Bauschutt	
Probenbezeichnung		<b>P 009 / MP BS1+BS2 / P1.2+P2.2</b>	
Probemenge		ca. 500 g	
Probenahme		29.06.2023	
Probeneingang		30.06.2023	
Zuordnung gemäß		Bauschutt	
Trockenrückstand	Masse-%	99,0	---
Kohlenwasserstoffe	mg/kg TM	<100	Z0
mobiler Anteil bis C22	mg/kg TM	<50	---
EOX	mg/kg TM	<1,0	Z0
Summe PAK (16)	mg/kg TM	44,8	Z2 (Z1.2)
Naphthalin	mg/kg TM	0,24	---
Benzo(a)pyren	mg/kg TM	4,2	---
PCB Summe 6 Kongenere	mg/kg TM	n.n.	Z0
Aufschluss mit Königswasser		---	---
Arsen	mg/kg TM	28	(Z1.1)
Blei	mg/kg TM	9,9	Z0
Cadmium	mg/kg TM	<0,10	Z0
Chrom ges.	mg/kg TM	20	Z0
Kupfer	mg/kg TM	5,5	Z0
Nickel	mg/kg TM	12	Z0
Quecksilber	mg/kg TM	<0,10	Z0
Zink	mg/kg TM	14	Z0
Eluat 10:1		---	---
pH-Wert		10,3	Z0
Temp. bei pH-Messung im Eluat	°C	23,9	---
Leitfähigkeit	µS/cm	285	Z0
Chlorid	mg/L	1,9	Z0
Sulfat	mg/L	80	Z1.1
Phenolindex	µg/L	<5,0	Z0
Arsen	µg/L	3,0	Z0
Blei	µg/L	<1,0	Z0
Cadmium	µg/L	<0,30	Z0
Chrom ges.	µg/L	<1,0	Z0
Kupfer	µg/L	<1,0	Z0
Nickel	µg/L	<1,0	Z0
Quecksilber	µg/L	<0,20	Z0
Zink	µg/L	<10	Z0

BG = Bestimmungsgrenze MU = Messunsicherheit n.a. = nicht auswertbar n.b. = nicht bestimmbar n.n. = nicht nachweisbar ngw. = nachgewiesen

Zuordnungswert in Klammern gilt nur in besonderen Fällen. Sonderregelungen einzelner Bundesländer sowie der TR zur Einstufung sind zu beachten.

Die angegebenen Einstufungen sind eine Serviceleistung und dienen zur Unterstützung der Auswertung durch den Auftraggeber. Die abschließende rechtsverbindliche Einstufung ist durch den Auftraggeber vorzunehmen und liegt allein in seinem Verantwortungsbereich.

**Angewandte Verfahren und Bestimmungsgrenzen (BG)**

Parameter	BG	Einheit	Methode
Trockenrückstand	0,40	Masse-%	DIN ISO 11465: 1996-12 <sup>a</sup> 5
Kohlenwasserstoffe	100	mg/kg TM	DIN EN 14039: 2005-01 i.V.m. LAGA KW/04: 2019-09 <sup>a</sup> 5
mobiler Anteil bis C22	50	mg/kg TM	DIN EN ISO 16703: 2011-09 <sup>a</sup> i.V.m. LAGA KW/04: 2009-12 <sup>a</sup> 5
EOX	1,0	mg/kg TM	US-Extr. Cyclo/Hex/Acet; DIN 38414 (S17): 2017-01 <sup>a</sup> 5
Summe PAK (16)		mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 <sup>a</sup> 5
Naphthalin	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 <sup>a</sup> 5
Benzo(a)pyren	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 <sup>a</sup> 5
PCB Summe 6 Kongenere		mg/kg TM	DIN EN 15308: 2016-12 <sup>a</sup> 5
Aufschluss mit Königswasser			DIN EN 13657: 2003-01 <sup>a</sup> 5
Arsen	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Blei	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Cadmium	0,10	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Chrom ges.	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Kupfer	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Nickel	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Quecksilber	0,10	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Zink	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Eluat 10:1			DIN EN 12457-4: 2003-01 <sup>a</sup> 5
pH-Wert			DIN EN ISO 10523: 2012-04 <sup>a</sup> 5
Temp. bei pH-Messung im Eluat		°C	DIN 38404-4: 1976-12 <sup>a</sup> 5
Leitfähigkeit		µS/cm	DIN EN 27888: 1993-11 <sup>a</sup> 5
Chlorid	0,60	mg/L	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07 <sup>a</sup> 5
Sulfat	0,50	mg/L	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07 <sup>a</sup> 5
Phenolindex	5,0	µg/L	DIN EN ISO 14402: 1999-12 <sup>a</sup> 5
Arsen	0,50	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Blei	1,0	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Cadmium	0,30	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Chrom ges.	1,0	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Kupfer	1,0	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Nickel	1,0	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Quecksilber	0,20	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Zink	10	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 <sup>a</sup> 5

Die mit <sup>a</sup> gekennzeichneten Verfahren sind akkreditierte Verfahren. Die Bestimmungsgrenzen (BG) können matrixbedingt variieren.  
 Untersuchungslabor: 5GBA Pinneberg

**Anhang 3 zum Bericht 23 - 17902**

**Prüfbericht 2023P516964 / 1 vom 18. Juli 2023**  
**Unterlagen der GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH**  
**(Material: Sand, Lehm / Schluff)**

Ingenieurgesellschaft Dr.-Ing. Michael Beuße mbH  
Beratende Ingenieure  
Herr Dr.-Ing. Beuße



Elsterbogen 18

**21255 Tostedt**

**Prüfbericht-Nr.: 2023P516964 / 1**

<b>Auftraggeber</b>	Ingenieurgesellschaft Dr.-Ing. Michael Beuße mbH Beratende Ingenieure
<b>Eingangsdatum</b>	30.06.2023
<b>Projekt</b>	23 - 17934 / B-Plan 125, Vörder Feld Nord / Bremervörde
<b>Material</b>	siehe Tabelle
<b>Auftrag</b>	23 - 17934 / PNS Nr. 13592
<b>Verpackung</b>	Braunglas
<b>Probenmenge</b>	ca. 500 g
<b>unsere Auftragsnummer</b>	23511323
<b>Probenahme</b>	durch den Auftraggeber
<b>Probentransport</b>	GBA
<b>Labor</b>	GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
<b>Prüfbeginn / -ende</b>	30.06.2023 - 18.07.2023
<b>Bemerkung</b>	keine
<b>Probenaufbewahrung</b>	Wenn nicht anders vereinbart, werden Feststoffproben drei Monate und Wasserproben bis zwei Wochen nach Prüfberichtserstellung aufbewahrt.

Pinneberg, 18.07.2023



i. A. G. Binde

Projektbearbeitung

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die genannten Prüfgegenstände. Es wird keine Verantwortung für die Richtigkeit der Probenahme übernommen, wenn die Proben nicht durch die GBA oder in ihrem Auftrag genommen wurden. In diesem Fall beziehen sich die Ergebnisse auf die Probe wie erhalten. Ohne schriftliche Genehmigung der GBA darf der Prüfbericht nicht veröffentlicht sowie nicht auszugsweise vervielfältigt werden. Entscheidungsregeln der GBA sind in den AGBs einzusehen.

Seite 1 von 4 zu Prüfbericht-Nr.: 2023P516964 / 1

Prüfbericht-Nr.: 2023P516964 / 1

23 - 17934 / B-Plan 125, Vörder Feld Nord / Bremervörde

**Zuordnungswerte gem. LAGA-Boden (M20, Fassung 2004)**

unsere Auftragsnummer		23511323	23511323	23511323			
Probe-Nr.		001	003	004			
Material		Auffüllung	Auffüllung	Auffüllung			
Probenbezeichnung		<b>P 008 / MP BS 9,18,33,34 /0,0-1,4 m</b>	<b>P 010 / MPBS1+BS2 / P1.3+P2.3</b>	<b>P 011 / MP BS7+BS8 / P7.1+P8.1</b>			
Probemenge		ca. 500 g	ca. 500 g	ca. 500 g			
Probenahme		29.06.2023	29.06.2023	29.06.2023			
Probeneingang		30.06.2023	30.06.2023	30.06.2023			
Zuordnung gemäß		Sand	Lehm/Schluff	Sand			
Trockenrückstand	Masse-%	98,0	---	86,2	---	99,8	---
EOX	mg/kg TM	<1,0	Z0	<1,0	Z0	<1,0	Z0
Kohlenwasserstoffe	mg/kg TM	<100	Z0	<100	Z0	<100	Z0
mobiler Anteil bis C22	mg/kg TM	<50	Z0	<50	Z0	<50	Z0
Cyanid ges.	mg/kg TM	<1,0	Z0	<1,0	Z0	<1,0	Z0
Summe BTEX	mg/kg TM	<1,0	Z0	<1,0	Z0	<1,0	Z0
Summe LHKW	mg/kg TM	<1,0	Z0	<1,0	Z0	<1,0	Z0
Summe PAK (16)	mg/kg TM	0,131	Z0	10,9	Z2	n.n.	Z0
Benzo(a)pyren	mg/kg TM	<0,050	Z0	0,82	Z1	<0,050	Z0
PCB Summe 6 Kongenere	mg/kg TM	n.n.	Z0	n.n.	Z0	n.n.	Z0
Aufschluss mit Königswasser		---	---	---	---	---	---
Arsen	mg/kg TM	1,6	Z0	4,1	Z0	1,6	Z0
Blei	mg/kg TM	9,4	Z0	96	Z1	17	Z0
Cadmium	mg/kg TM	<0,10	Z0	0,13	Z0	<0,10	Z0
Chrom ges.	mg/kg TM	4,7	Z0	7,2	Z0	5,7	Z0
Kupfer	mg/kg TM	8,3	Z0	52	Z1	6,6	Z0
Nickel	mg/kg TM	2,4	Z0	15	Z0	3,2	Z0
Quecksilber	mg/kg TM	<0,10	Z0	<0,10	Z0	<0,10	Z0
Thallium	mg/kg TM	<0,30	Z0	<0,30	Z0	0,40	Z0
Zink	mg/kg TM	13	Z0	102	Z0	79	Z1
TOC	Masse-% TM	0,45	Z0	2,1	Z2	0,28	Z0
Eluat 10:1		---	---	---	---	---	---
pH-Wert		7,8	Z0	8,5	Z0	7,8	Z0
Temp. bei pH-Messung im Eluat	°C	24,8	---	24,8	---	24,7	---
Leitfähigkeit	µS/cm	53	Z0	111	Z0	74	Z0
Chlorid	mg/L	<0,60	Z0	5,3	Z0	<0,60	Z0
Sulfat	mg/L	1,4	Z0	13	Z0	8,0	Z0
Cyanid ges.	µg/L	<5,0	Z0	<5,0	Z0	<5,0	Z0
Phenolindex	µg/L	<5,0	Z0	<5,0	Z0	<5,0	Z0
Arsen	µg/L	<0,50	Z0	1,4	Z0	<0,50	Z0
Blei	µg/L	<1,0	Z0	1,9	Z0	<1,0	Z0
Cadmium	µg/L	<0,30	Z0	<0,30	Z0	<0,30	Z0
Chrom ges.	µg/L	<1,0	Z0	<1,0	Z0	<1,0	Z0
Kupfer	µg/L	2,4	Z0	13	Z0	2,4	Z0
Nickel	µg/L	<1,0	Z0	2,3	Z0	<1,0	Z0
Quecksilber	µg/L	<0,20	Z0	<0,20	Z0	<0,20	Z0
Zink	µg/L	<10	Z0	<10	Z0	<10	Z0

BG = Bestimmungsgrenze MU = Messunsicherheit n.a. = nicht auswertbar n.b. = nicht bestimmbar n.n. = nicht nachweisbar ngw. = nachgewiesen

Zuordnungswerte in Klammern gelten nur in besonderen Fällen. Zur abschließenden Einstufung sind die Regelungen der TR zu Zuordnungswerten sowie die Sonderregelungen einzelner Bundesländer zu beachten. Die angegebenen Einstufungen sind eine Serviceleistung und dienen zur Unterstützung der Auswertung durch den Auftraggeber. Die abschließende rechtsverbindliche Einstufung ist durch den Auftraggeber vorzunehmen und liegt allein in seinem Verantwortungsbereich.

Prüfbericht-Nr.: 2023P516964 / 1

23 - 17934 / B-Plan 125, Vörder Feld Nord / Bremervörde

**Zuordnungswerte gem. LAGA-Boden (M20, Fassung 2004)**

unsere Auftragsnummer		23511323	23511323
Probe-Nr.		005	006
Material		Sand	Geschiebelehm
Probenbezeichnung		<b>P 012 / MP Sand / alle BS Baufeld</b>	<b>P 013 / MP Geschiebelehm / alle BS Baufeld</b>
Probemenge		ca. 500 g	ca. 500 g
Probenahme		29.06.2023	29.06.2023
Probeneingang		30.06.2023	30.06.2023
Zuordnung gemäß		Sand	Lehm/Schluff
Trockenrückstand	Masse-%	96,5	86,2
EOX	mg/kg TM	<1,0	<1,0
Kohlenwasserstoffe	mg/kg TM	<100	<100
mobiler Anteil bis C22	mg/kg TM	<50	<50
Cyanid ges.	mg/kg TM	<1,0	<1,0
Summe BTEX	mg/kg TM	<1,0	<1,0
Summe LHKW	mg/kg TM	<1,0	<1,0
Summe PAK (16)	mg/kg TM	n.n.	n.n.
Benzo(a)pyren	mg/kg TM	<0,050	<0,050
PCB Summe 6 Kongenere	mg/kg TM	n.n.	n.n.
Aufschluss mit Königswasser		---	---
Arsen	mg/kg TM	1,9	6,5
Blei	mg/kg TM	5,1	9,5
Cadmium	mg/kg TM	<0,10	<0,10
Chrom ges.	mg/kg TM	5,7	19
Kupfer	mg/kg TM	6,0	12
Nickel	mg/kg TM	4,5	14
Quecksilber	mg/kg TM	<0,10	<0,10
Thallium	mg/kg TM	<0,30	<0,30
Zink	mg/kg TM	14	34
TOC	Masse-% TM	0,17	<0,050
Eluat 10:1		---	---
pH-Wert		6,4	5,6
Temp. bei pH-Messung im Eluat	°C	24,8	25,4
Leitfähigkeit	µS/cm	9,0	10
Chlorid	mg/L	<0,60	<0,60
Sulfat	mg/L	<1,0	2,0
Cyanid ges.	µg/L	<5,0	<5,0
Phenolindex	µg/L	<5,0	<5,0
Arsen	µg/L	<0,50	<0,50
Blei	µg/L	<1,0	<1,0
Cadmium	µg/L	<0,30	<0,30
Chrom ges.	µg/L	<1,0	<1,0
Kupfer	µg/L	4,3	1,0
Nickel	µg/L	<1,0	<1,0
Quecksilber	µg/L	<0,20	<0,20
Zink	µg/L	<10	<10

BG = Bestimmungsgrenze MU = Messunsicherheit n.a. = nicht auswertbar n.b. = nicht bestimmbar n.n. = nicht nachweisbar ngw. = nachgewiesen

Zuordnungswerte in Klammern gelten nur in besonderen Fällen. Zur abschließenden Einstufung sind die Regelungen der TR zu Zuordnungswerten sowie die Sonderregelungen einzelner Bundesländer zu beachten. Die angegebenen Einstufungen sind eine Serviceleistung und dienen zur Unterstützung der Auswertung durch den Auftraggeber. Die abschließende rechtsverbindliche Einstufung ist durch den Auftraggeber vorzunehmen und liegt allein in seinem Verantwortungsbereich.

**Angewandte Verfahren und Bestimmungsgrenzen (BG)**

Parameter	BG	Einheit	Methode
Trockenrückstand	0,40	Masse-%	DIN ISO 11465: 1996-12 <sup>a</sup> 5
EOX	1,0	mg/kg TM	US-Extr. Cyclo/Hex/Acet; DIN 38414 (S17): 2017-01 <sup>a</sup> 5
Kohlenwasserstoffe	100	mg/kg TM	DIN EN 14039: 2005-01 i.V.m. LAGA KW/04: 2019-09 <sup>a</sup> 5
mobiler Anteil bis C22	50	mg/kg TM	DIN EN ISO 16703: 2011-09 <sup>a</sup> i.V.m. LAGA KW/04: 2009-12 <sup>a</sup> 5
Cyanid ges.	1,0	mg/kg TM	DIN ISO 17380: 2013-10 <sup>a</sup> 5
Summe BTEX	1,0	mg/kg TM	DIN EN ISO 22155: 2016-07 <sup>a</sup> 5
Summe LHKW	1,0	mg/kg TM	DIN EN ISO 22155: 2016-07 <sup>a</sup> 5
Summe PAK (16)		mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 <sup>a</sup> 5
Benzo(a)pyren	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 <sup>a</sup> 5
PCB Summe 6 Kongenere		mg/kg TM	DIN EN 15308: 2016-12 <sup>a</sup> 5
Aufschluss mit Königswasser			DIN EN 13657: 2003-01 <sup>a</sup> 5
Arsen	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Blei	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Cadmium	0,10	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Chrom ges.	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Kupfer	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Nickel	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Quecksilber	0,10	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Thallium	0,30	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Zink	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 <sup>a</sup> 5
TOC	0,050	Masse-% TM	DIN EN 15936: 2012-11 <sup>a</sup> 5
Eluat 10:1			DIN EN 12457-4: 2003-01 <sup>a</sup> 5
pH-Wert			DIN EN ISO 10523: 2012-04 <sup>a</sup> 5
Temp. bei pH-Messung im Eluat		°C	DIN 38404-4: 1976-12 <sup>a</sup> 5
Leitfähigkeit		µS/cm	DIN EN 27888: 1993-11 <sup>a</sup> 5
Chlorid	0,60	mg/L	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07 <sup>a</sup> 5
Sulfat	1,0	mg/L	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07 <sup>a</sup> 5
Cyanid ges.	5,0	µg/L	DIN EN ISO 14403-2 (D3): 2012-10 <sup>a</sup> 5
Phenolindex	5,0	µg/L	DIN EN ISO 14402: 1999-12 <sup>a</sup> 5
Arsen	0,50	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Blei	1,0	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Cadmium	0,30	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Chrom ges.	1,0	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Kupfer	1,0	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Nickel	1,0	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Quecksilber	0,20	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Zink	10	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 <sup>a</sup> 5

Die mit <sup>a</sup> gekennzeichneten Verfahren sind akkreditierte Verfahren. Die Bestimmungsgrenzen (BG) können matrixbedingt variieren.  
 Untersuchungslabor: 5GBA Pinneberg