

Ingenieurgesellschaft Dr.-Ing. Michael Beuße mbH

Bericht Nr. 19 - 16191

**Projekt: BVH Erschließung des
Bebauungsplans „Brunskamp“
27389 Vahlde**

**Auftraggeber: Gemeinde Vahlde
Frau Riebesehl
In den Eichen 8
27389 Vahlde**

**Auftrag: Geotechnischer Bericht mit
Baugrunduntersuchung und -beurteilung,
chemischen Untersuchung sowie
Beurteilung der Versickerungsfähigkeit**

erteilt am: 13. August 2019

**vom
09. Oktober 2019**

Geotechnik
Baugrund

Erdbaulaboratorium
Baustoffprüfung

Hydrogeologie
Rohstoffgeologie

Deponiewesen
Altlasten

Brandschutz

Industriebau
Gewerbebau

Landschaftsplanung
Umweltplanung

Fachplanung
Bauleitung

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



I Inhaltsverzeichnis

	Seite
II Anlagenverzeichnis	3
III Anhang	3
IV Tabellenverzeichnis	3
1 Auftrag und Vorgang	4
2 Bearbeitungsunterlagen	4
3 Örtliche Situation	6
4 Baugrund	6
4.1 Erkundung	6
4.2 Aufbau	7
4.3 Wasser	8
4.4 Laborversuche	9
4.4.1 Wassergehaltsbestimmung nach DIN EN ISO 17 892-1	9
4.4.2 Siebanalysen nach DIN EN ISO 17892-4	9
4.4.3 Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12	10
4.4.4 Bestimmung des Glühverlusts nach DIN 18 128	10
4.5 Tragfähigkeit	11
4.6 Chemische Untersuchung der Aushubböden	12
4.6.1 Probenentnahme	12
4.6.2 Ergebnisse und Bewertung	12
4.6.3 Hinweise zum Chemismus im Boden	14
4.7 Versickerungsfähigkeit	15
4.7.1 Vorbemerkungen	15
4.7.2 Versuche	15
4.7.3 Bewertung	16
5 Homogenbereiche: Bodenklassifikationen und -kennwerte	17
5.1 Vorbemerkungen	17
5.2 Homogenbereiche nach DIN 18 300: Erdarbeiten	18
5.3 Bodengruppen und -kennwerte	19
6 Allgemeine Gründungsempfehlung	20
7 Zusammenfassung	24



II Anlagenverzeichnis

1	1 Blatt	Lageplan
2	8 Blatt	Säulendiagramme der abgeteufte Kleinbohrungen
3	2 Blatt	Protokolle der Versickerungsversuche nach Heitfeld et. al.
4	1 Blatt	Bestimmung der Wassergehalte nach DIN EN ISO 17 892-1
5	1 Blatt	Darstellungen der ermittelten Korngrößenverteilungen
6	1 Blatt	Ergebnisse der Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenzen
7	1 Blatt	Ergebnis der Bestimmung des Glühverlustes
8	1 Blatt	Ergebnisse der Grundbruch- und Setzungsberechnungen (BS-P)

III Anhang

1	3 Blatt	Prüfbericht-Nr.: 2019P524644 / 1 vom 04. Oktober 2019, Unterlagen der GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH aus Pinneberg (Material: Boden)
---	---------	--

IV Tabellenverzeichnis

	Seite
Tabelle 4-1: Vereinfachter Baugrundaufbau	8
Tabelle 4-2: Ergebnisse der Wassergehaltsbestimmung nach DIN 18 121	9
Tabelle 4-3: Ergebnisse der kombinierten Sieb-Schlämmanalyse	9
Tabelle 4-4: Fließ- und Ausrollgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12	10
Tabelle 4-5: Ergebnisse der Glühverlustbestimmung 18 128	10
Tabelle 4-6: Mischprobenherstellung	12
Tabelle 4-7: Analyseergebnis der orientierenden Mischprobe	13
Tabelle 4-8: Berechnung des Bemessungs- k_r -Wertes	16
Tabelle 5-1: Homogenbereiche für Erdarbeiten: DIN 18 300	18
Tabelle 5-2: Bodengruppen und -kennwerte (charakteristische Werte)	19
Tabelle 6-1: Ergebnisse der Grundbruch- und Setzungsberechnungen (BS-P)	22
Tabelle 6-2: Errechnete Bettungsmoduln (ungünstigste Baugrundsichtung, BS 4)	23

1 Auftrag und Vorgang

Die Gemeinde Vahlde beabsichtigt die Erschließung des Bebauungsplans Brunskamp in 27389 Vahlde. Für dieses Bauvorhaben wurde die Ingenieurgesellschaft Dr.-Ing. Michael Beuße mbH, Elsterbogen 18 in 21255 Tostedt, am 13. August 2019 durch die Gemeinde Vahlde mit der Durchführung einer Baugrunderkundung und -beurteilung, chemischen Untersuchung sowie der Beurteilung der Versickerungsfähigkeit beauftragt.

Im nachfolgenden Bericht werden die ausgeführten Untersuchungen beschrieben und bewertet.

2 Bearbeitungsunterlagen

Zur Bearbeitung standen uns folgende Unterlagen zur Verfügung:

- a) Liegenschaftskarte mit geplanter Lage des Baugebiets, im Maßstab 1 : 1.575, erstellt am 08. Juli 2019, bereitgestellt per Mail
- b) Geologische Karte, Maßstab 1 : 25.000, eingesehen auf dem Kartenserver des Landesamtes für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) am 27. September 2019 (URL: <http://nibis.lbeg.de/cardomap3/?permalink=19a1sZc3>)
- c) Hydrogeologische Übersichtskarte, Geologische Karte, Maßstab 1 : 200.000, eingesehen am 27. September 2019 auf dem NIBIS®-Kartenserver des Landesamtes für Bergbau Energie und Geologie (URL: <https://nibis.lbeg.de/cardomap3/?permalink=1Zfq4TGz>)
- d) Schichtenverzeichnisse der abgeteufte Kleinbohrungen, Protokolle der bodenmechanischen Laborversuche, Unterlagen des aufstellenden Büros
- e) DWA-A 138 Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zu Versickerung von Niederschlagswasser, Hrsg. DWA e.V., Hennef 2005

- f) DIN-Normen
- | | |
|---------------------|--|
| DIN 1 054 | Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau |
| DIN 1 055 | Einwirkung auf Tragwerke - Teil 2 Bodenkenngrößen |
| DIN 4 020 | Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke - Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1 997 |
| DIN 18 196 | Erd- und Grundbau - Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke |
| DIN 18 300 | VOB - Teil C: ATV - Erdarbeiten |
| DIN EN 1 997-1 | Eurocode 7 - Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 1: Allgemeine Regeln |
| DIN EN 1 997-2 | Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds |
| DIN EN ISO 14 688 | Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Böden (ersetzt DIN 4 022 und DIN 4 023) |
| DIN EN ISO 17 892-4 | Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Laborversuche an Bodenproben - Bestimmung der Kornverteilung (ersetzt DIN 18 123) |
| DIN EN ISO 22 475 | Geotechnische Erkundung und Untersuchung (ersetzt DIN 4 021) |

3 Örtliche Situation

Ausweislich der Bearbeitungsunterlagen a) liegt das Erkundungsgebiet auf dem Flurstück 97, südlich vom „Friedhofweg“ in 27389 Vahlde.

Ausgehend von den Ansatzpunkten der ausgeführten Feldarbeiten konnte eine Höhendifferenz von ca. 2,65 m gemessen werden. Das Gelände fällt in südwestliche Richtung ab.

Geplant ist gemäß der Bearbeitungsunterlag a) die Erschließung des Bebauungsplans.

4 Baugrund

4.1 Erkundung

Am 19. September 2019 wurden nach dem Erhalt der Leitungspläne durch das aufstellende Büro insgesamt acht Kleinbohrungen (BS) nach DIN EN ISO 22 475 (NW 80 mm) im Bereich des geplanten Bebauungsgebietes bis auf eine Endteufe von max. 4,00 m unter Geländeoberkante niedergebracht.

Die Ansatzpunkte der Kleinbohrungen (BS) sind auf dem Lageplan in der **Anlage 1** dargestellt.

Zum höhenmäßigen Einmessen der Bohransatzpunkte wurde die Oberkante des Kanaldeckels im Kreuzungsbereich der Straßen „Am Berg“ und „Friedhofsweg“ als Höhenfestpunkt verwendet. Die Lage des Höhenfestpunktes kann ebenfalls der **Anlage 1** entnommen werden.

4.2 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 **Anlagen 2** beigefügt.

Gemäß der Bearbeitungsunterlage d) liegt das Untersuchungsgebiet im Bereich von weichselzeitlichen Sandablagerungen über drenthezeitlichen Geschiebeböden. Dementsprechende Bodenverhältnisse wurden erkundet.

Bis maximal 0,70 m unter GOK wurde locker gelagerter **Oberboden** erbohrt. Die Zusammensetzung des Oberbodens kann als Sand mit Anteilen von Schluff, Kies und humosen Bestandteilen im Nebengemenge angegeben werden.

Unterlagert wird der Oberboden meist von mitteldicht gelagerten **Geschiebedecksanden**. Diese sind als Sande mit schluffigen und kiesigen Anteilen zu bewerten. Bereichsweise sind Lehmlagen angetroffen worden.

Der angetroffene **Geschiebelehm** ist hauptsächlich in steifer bis halbfester und halbfester Konsistenz angetroffen worden. Lediglich am Bohransatzpunkt BS 4 wurde eine weiche bis steife und steife Festigkeit festgestellt. Bodenmechanisch kann der Geschiebelehm als Sand mit schluffigen, tonigen und kiesigen Beimengungen angesprochen werden. Bereichsweise sind Sandlinsen erteuft worden. Die Mächtigkeit der Lehmschicht nimmt in südliche Richtung ab.

Unterhalb der Geschiebeböden wurden Sande mit unterschiedlichen Korngrößenabstufungen erkundet. Die **Feinsand bis Mittelsande** weisen eine mitteldichte Lagerungsdichte auf. Im Nebengemenge sind Schluff, Grobsand und Kies angetroffen worden, wobei der Feinanteil zum Liegenden abnimmt.

Am Ansatzpunkt BS 8 wurden feinkörnige Schichten angetroffen, die durch schwach organischen **Schluff** beziehungsweise durch organische **Mudde** repräsentiert werden. Diese Schichten weisen eine steife bis halbfeste Konsistenz auf. Bodenmechanisch sind diese Böden als Schluff mit unterschiedlichen Sand- und Tonanteilen.

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 FP]	Erkundet in Bohrung	Bezeichnung	Lagerungsdichte / Konsistenz
-0,85	BS 1 bis BS 8	Oberboden	locker
-1,23	BS 1 bis BS 6	Geschiebedecksand	mitteldicht
-2,77	BS 1 bis BS 5	Geschiebelehm	weich bis steif bis halfest
-5,87	BS 2, BS 3 und BS 5 bis BS 8	Fein- Mittelsand	mitteldicht
< -6,37	BS 8	org. Schluff / Mudde	steif bis halfest

Tabelle 4-1: 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.

4.3 Wasser

Die Wasserspiegellage des oberen Grundwasserstocks liegt entsprechend der Bearbeitungsunterlage e) auf Höhenkoten zwischen > 35,00 m NN bis 40,00 m NN (großräumige Betrachtung).

Nach den Bohrarbeiten wurden die Bohrlöcher kurzfristig mit Peilrohren versehen. Es konnte dabei in sieben der acht Bohrlöcher ein Wasserstand gemessen werden. Die Wasserstände sind auf Tiefen zwischen 1,40 und 3,70 m unterhalb der Geländeoberkante gemessen worden.

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

4.4 Laborversuche

4.4.1 Wassergehaltsbestimmung nach DIN EN ISO 17 892-1

Die Wassergehaltsbestimmung erfolgte an sechs ausgewählten, gestörten Proben nach DIN EN ISO 17 892 mittels Ofentrocknung.

Die Ergebnisse der Wassergehaltsbestimmung liegen diesem Bericht als **Anlage 4** bei und sind nachfolgend aufgeführt:

Probe	Entnahmestelle / -tiefe [m u. GOK]	Bodenart	Wassergehalt [%]
P 008 / P 1.2	BS 1 / 1.10 - 2.00	Geschiebelehm	6,42
P 009 / P 4.3	BS 4 / 2.50 - 3.50	Geschiebelehm	16,44
P 010 / P 5.2	BS 5 / 1.00 - 2.00	Geschiebelehm	8,76
P 011 / P 6.1	BS 6 / 0.50 - 1.00	Geschiebedecksand	7,86
P 012 / P 8.2	BS 8 / 6.00 - 7.00	Schluff	12,30
P 013 / P 8.3	BS 8 / 1.00 - 2.00	Mudde	25,87

Tabelle 4-2: Ergebnisse der Wassergehaltsbestimmung nach DIN 18 121

4.4.2 Siebanalysen nach DIN EN ISO 17892-4

Zur Feststellung der Bodengruppe und weiterer bodenmechanischer Parameter sind die Korngrößenverteilungskurven von vier Bodenproben ermittelt worden. Die maßgebenden Ergebnisse sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst.

Probe	Bodenart (geologisch)	Anteil Ton [%]	Anteil Schluff [%]	Anteil Sand [%]	Anteil Kies [%]	Bodengruppe DIN 18 196
P 003 / BS 2	Feinsand	-	7,1	92,9	-	SU
P 004 / BS 5	Mittelsand	-	1,4	96,9	1,6	SE
P 005 / BS 6	Fein- Mittelsand	-	3,9	96,0	0,1	SE
P 006 / BS 4	Geschiebelehm	17,5	24,3	56,2	1,9	TL

Tabelle 4-3: Ergebnisse der kombinierten Sieb-Schlämmanalyse

Die detaillierten Ergebnisse sind diesem Gutachten zusammen mit der Darstellung der Kornverteilungslinien in der **Anlage 5** beigefügt.

Die Bodengruppen werden nach der DIN 18 196 bestimmt. Entsprechend der durchgeführten Untersuchungen zur Ermittlung der Korngrößenverteilung der erkundeten Böden können die betrachteten Sande der Bodengruppe SE bzw. SU zugeordnet werden. Sie sind entsprechend der ermittelten Korngrößenverteilungen und gemäß der ZTV E- StB 09 in die Frostempfindlichkeitsklasse F1 einzuteilen.

Der Geschiebelehm zählt zu der Bodengruppe ST* bzw. TL und gehört somit der Frostempfindlichkeitsklasse F3 an.

4.4.3 Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

Die Fließ- und Ausrollgrenzen sind an einer gestörten Probe des Geschiebelehms (P 007) bestimmt worden. Die Ergebnisse werden nachfolgend zusammengefasst:

Prüfungsnummer / Probe	Wassergehalt w_n [%]	Fließgrenze w_L [%]	Ausrollgrenze w_P [%]	Plastizitätszahl I_P [%]	Konsistenzzahl I_c [-]
P 007 / P 4.3	16,4	25,1	14,2	10,9	0,80

Tabelle 4-4: Fließ- und Ausrollgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

Die Konsistenz des Geschiebelehms wurde anhand der Konsistenzzahl $I_c = 0,80$ als steif ermittelt. Dies bestätigt die im Gelände ausgeführte Bodenansprache. Über die Plastizitätszahl I_P und die Fließgrenze w_L wird der Boden im Zwischenbereich zwischen einem Sand - Ton - Gemisch und einem leicht plastischen Ton eingestuft.

Die Versuchsergebnisse nebst Plastizitätsdiagramm können in detaillierter Form dem Protokoll aus der **Anlage 6** entnommen werden.

4.4.4 Bestimmung des Glühverlusts nach DIN 18 128

Zur Ermittlung des organischen Anteils ist an einer Materialprobe Glühverlustuntersuchungen nach DIN 18 128 ausgeführt worden. Die Ergebnisse sind der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen.

Probe	Bodenart (geologisch)	Entnahmetiefe [m u. GOK]	Anteil V_{GI} [%]	Beurteilung DIN EN ISO 14 688
P 014 / P 8.3	Mudde	3,8 - 4,0	14,04	organisch

Tabelle 4-5: Ergebnisse der Glühverlustbestimmung 18 128

Die Ergebnisse der Laborprotokolle sind der **Anlage 7** zu entnehmen.

4.5 Tragfähigkeit

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

Der **Geschiebedecksand** ist in mitteldichter Lagerung angetroffen worden und als mäßig tragfähig zu bewerten.

Die Tragfähigkeitseigenschaften des **Geschiebelehms** variiert mit der Konsistenz. Während der Geschiebelehm in halbfester und in steifer Konsistenz eine mittlere gute bzw. mittlere Tragfähigkeit aufweist, ist weicher bis steifer Geschiebelehm nur mäßig tragfähig.

Die anstehenden **Sande** sind in mitteldichter Lagerung erkundet worden. Sie weisen gute gute Tragfähigkeitseigenschaften auf.

Die an der Bohrung BS 8 erkundete **Mudde** ist aufgrund der Feinkörnigkeit und des hohen organischen Anteils als nicht tragfähig einzustufen. Der **Schluff** liegt in steifer bis halbfester Konsistenz vor und ist in Abhängigkeit des organischen Anteils als gering bis nicht tragfähig zu bewerten.

Hinweis: Feinkörnige und gemischtkörnige Böden neigen unter Wassereinwirkung und / oder dynamischer Belastung zum Aufweichen und Ausfließen. Sodann muss mit einer Verschlechterung der beschriebenen Tragfähigkeitseigenschaften gerechnet werden.

4.6 Chemische Untersuchung der Aushubböden

4.6.1 Probenentnahme

Für eine orientierende Untersuchung hinsichtlich der chemischen Belastung des oberen Baugrundhorizonts bis zur möglichen Aushubsohle wurden Einzelproben im Zuge der Erkundungsarbeiten direkt aus dem Bohrgestänge entnommen.

Die Proben wurden in das bodenmechanische Labor des aufstellenden Büros transportiert und dort entsprechend ihrer bodenmechanischen Zusammensetzung zu insgesamt einer repräsentativen Mischprobe zusammengeführt. Dabei setzt sich die Mischprobe (P), wie in der nachfolgenden Tabelle angegeben, zusammen:

Bohrungen / Bereich	(Zusammengefasstes) Material	Entnahmetiefe [m u. GOK]	Untersuchung	Probenbezeichnung
BS 1 bis BS 8	Geschiebedecksande und obere Feinsande	0,4 bis 1,5	LAGA - „Boden“ (Bodenart: Sand)	P 001

Tabelle 4-6: Mischprobenherstellung

Zur Bestimmung der chemischen Belastung sind die Mischproben an das chemische Labor der GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH, Pinneberg, übergeben worden. Die GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH ist unter der Registrierungsnummer D-PL-14170-01-00 akkreditiert.

Die Ergebnisse der chemischen Untersuchungen wurden uns als Prüfbericht am 04. Oktober 2019 in digitaler Form zur Verfügung gestellt. Der Prüfbericht liegt diesem Bericht als **Anhang 1** bei.

4.6.2 Ergebnisse und Bewertung

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 Ergebnisse der chemischen Analysen gemäß LAGA (vgl. Bearbeitungsunterlage g)) an dem untersuchten Probenmaterial liegen diesem Bericht als **Anhang 1** bei. Die Einstufung in eine entsprechende Einbauklasse ist der nachfolgenden Tabelle 4-7 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 001	[-]	[-]	[-]	[-]	Z 0

Tabelle 4-7: Analyseergebnis der orientierenden Mischprobe

Die Mischprobe P 001 aus den natürlich gewachsenen Böden hält die Grenzwerte der Parameter nach LAGA „Boden“ für einen uneingeschränkten, offenen Einbau ein, sodass im Rahmen einer Entsorgung oder der Verwertung die

Einbauklasse Z 0

als maßgebend zu betrachten ist.

4.6.3 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.

4.7 Versickerungsfähigkeit

4.7.1 Vorbemerkungen

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

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

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

4.7.2 Versuche

Um die Versickerungsfähigkeit zu überprüfen, wurden zwei in-situ-Versickerungsversuch 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 3** beigefügt.

Die Durchführung eines weiteren, im Auftrag berücksichtigten, Versickerungsversuchs war wegen der geringdurchlässigen Bodenschichten sowie des teilweise hoch anstehenden Wassers (BS 8) nicht möglich.

Gemäß dem Arbeitsblatt A 138, Anhang B, Tabelle B.1, (vgl. Bearbeitungsunterlage g)) muss für Feldversuche ein Korrekturfaktor von 2,0 angesetzt werden.

Die ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte sind der nachfolgenden Tabelle 4-8 zu entnehmen.

Bohrung	Bestimmungsmethode	(Ausbau-)Tiefe [m]	k_f -Wert [m/s]	Korrekturfaktor	Bemessungs- k_f -Wert [m/s]
BS 6	in-situ-Versickerungsversuch	1,60	$1,68 \cdot 10^{-5}$	2,0	$3,4 \cdot 10^{-5}$
BS 7	in-situ-Versickerungsversuch	1,30	$2,45 \cdot 10^{-5}$	2,0	$4,9 \cdot 10^{-5}$

Tabelle 4-8: Berechnung des Bemessungs- k_f -Wertes

4.7.3 Bewertung

Aus den Baugrundaufschlüssen der **Anlage 2** geht hervor, dass ein ausreichender Sickerraum mit einer Mächtigkeit von $\geq 1,00$ m an den Ansatzpunkten BS 6 und BS 7 vorhanden ist. Ferner ist in den dort anstehenden Sanden ein Bemessungs- k_f -Wert von $k_f > 1 \cdot 10^{-6}$ m/s bestimmt worden.

Ausweislich der durchgeführten in-situ Versickerungsversuche ist der erkundete Sand im Baugrundhorizont unterhalb des Oberbodens und des Geschiebedecksandes an den Ansatzpunkten BS 6 und BS 7 für eine Versickerung von Oberflächenwasser im Sinne der Bearbeitungsunterlage h) geeignet. An den übrigen Bohransatzpunkten ist die Wasserdurchlässigkeit des Bodens erfahrungsgemäß zu gering.

Wir empfehlen, die Versickerungsanlage mit dem aus dem Feldversuch ermittelten k_f -Wert, ohne Korrekturfaktor, von $1,7 \cdot 10^{-5}$ m/s zu bemessen, um auf der sicheren Seite zu liegen.

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

5 Homogenbereiche: Bodenklassifikationen und -kennwerte

5.1 Vorbemerkungen

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

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

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

In der nachfolgenden Tabelle erfolgt die Angabe von Homogenbereichen. Dabei werden die erkundeten Bodenschichten betrachtet, die im Zuge von Erdarbeiten im Sinne der DIN 18 300 angeschnitten werden. Die anstehenden Böden werden bis zur Tiefe von maximal 2,00 m betrachtet.

Die Angabe der Kennwerte und Eigenschaften beruhen hier auf den Erfahrungswerten von vergleichbaren Maßnahmen und der Bodenansprache nach DIN EN ISO 14 688 sowie auf durchgeführte Laborversuche.

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

5.2 Homogenbereiche nach DIN 18 300: Erdarbeiten

Parameter	Einheit	E-I	E-II	E-III	
Ortsübliche Bezeichnung	[-]	Geschiebedecksand	Geschiebelehm	Fein- Mittelsand	
Korngrößenverteilung ⁽¹⁾	%	≤ 0,06 mm	5 - 30	15 - 45	0 - 10
		>0,06-2,0 mm	45 - 75	40 - 65	85 - 99
		>2,0-63 mm	2 - 25	0 - 10	0 - 5
Anteil Steine ^{(1), (2)} (>63 mm - 200 mm)	%	< 20	< 20	< 10	
Anteil Blöcke ⁽¹⁾ (>200 mm - 630 mm; >630 mm)	%	< 10	< 10	< 5	
Wassergehalt w_n ⁽¹⁾	%	2 - 16	5 - 20	2 - 12	
Plastizitätszahl I_p ⁽¹⁾	%	[-]	8 - 12	[-]	
Konsistenzzahl I_c ⁽¹⁾	%	[-]	0,5 - 1,2	[-]	
Konsistenz	[-]	[-]	halbfest	[-]	
Lagerungsdichte	[-]	mitteldicht	[-]	mitteldicht	
Bezogene Lagerungsdichte ⁽¹⁾	%	35 - 65	[-]	35 - 65	
Organischer Anteil ⁽¹⁾	%	< 0,50	< 0,05	< 0,05	
Bodengruppe	[-]	SU, SU*	ST*, TL	SE, SU	
Frostempfindlichkeitsklasse	[-]	F2, F3	F3	F1	

Tabelle 5-1: Homogenbereiche für Erdarbeiten: DIN 18 300

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

(2) Bei den Erdarbeiten muss mit einem Vorhandensein von Steinen >63 mm und Blöcken >200 mm sowie mit Findlingen gerechnet werden.

5.3 Bodengruppen und -kennwerte

Aufgrund uns vorliegenden Versuchsergebnissen aus vergleichbaren Bodenarten sowie den Ergebnissen aus den durchgeführten Laborversuchen sind für erdstatische Berechnungen und Planungen die Werte der nachfolgenden Tabelle anzusetzen. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass es sich um charakteristische Kennwerte handelt und dass insbesondere die Steifigkeiten von Böden abhängig vom Spannungszustand des Bodens sind.

Bodenschicht	Bodengruppe DIN 18 196	γ_k [kN/m ³]	γ'_k [kN/m ³]	ϕ'_k [°]	c'_k [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]
Oberboden, locker	[OH]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
Geschiebedecksand, mitteldicht	SU, SU*	18	10	28,0	0	15
Geschiebelehm, weich bis steif, steif, steif bis halbfest, halbfest	ST*	20	10	27,5	7,5 10,0 12,5	15 25 35
Fein und Mittelsand, mitteldicht	SE, SU	19	10	32,0	0	50 - 80

Tabelle 5-2: Bodengruppen und -kennwerte (charakteristische Werte)

6 Allgemeine Gründungsempfehlung

Die Gründung von Gebäuden und sonstigen Hochbauwerken kann in den erkundeten Sanden und Geschiebeböden grundsätzlich flach erfolgen. Es sind die Hinweise im Abschnitt 7 zu berücksichtigen.

Die Gründungsart kann allerdings infolge der Bauwerksart sowie aufgrund des spezifischen Lastabtrages variieren. Im Rahmen der hier aufgeführten, allgemeinen Gründungsempfehlung werden Grundbruch- und Setzungsberechnungen für nicht unterkellerte Gebäude im Bereich des Geschiebelehms angestellt.

Da zum Zeitpunkt der Berichtserstellung noch keine konkreten Planungen für die Bauungen vorliegen, werden im Folgenden hinsichtlich der Bauweise, der Abmessungen und der Gründungskote Annahmen getroffen.

Für die Ermittlung der Gründungskote gehen wir davon aus, dass die Unterkante der Sohlplatte auf **GS_{Sohlplatte} = -1,00 m FP** liegt. Um eine frostfreie Einbindung von Streifenfundamenten in den Baugrund sicherzustellen, wird von einer Gründungskote auf **GS_{Fdt} = -1,60 m FP** ausgegangen.

Für den Aufbau des Baugrundmodells und für die Berechnung wurde das Programm GGU - FOOTING, Version 7.19 (Hrsg. Prof. Buß) verwendet. Das Programm ermöglicht den Nachweis von Fundamenten entsprechend der aktuellen DIN 4 017 und DIN 4 019, unter Berücksichtigung des Teilsicherheitskonzeptes nach DIN 1 054: 2010 bzw. dem EC 7.

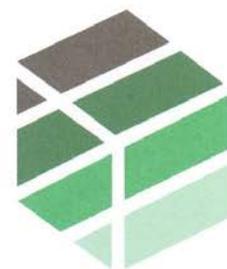
Die Grundbruch- und Setzungsberechnungen erfolgen anhand der, in Bezug auf die angenommene Gründungskote, ungünstigsten Baugrundschichtung der Bohrung BS 1 unter dem Ansatz der Teilsicherheitsbeiwerte für die Ständige Bemessungssituation BS-P. Dabei ist der Grundbruchwiderstand mit $V_d / R_d \leq 1,0$ gewährleistet, sofern die angesetzten Abmessungen und freigegebenen Sohlwiderstände eingehalten werden (vgl. **Anlage 8**). Außerdem wird bei der Berechnung eine gleichbleibende Bodenschichtung mit ausreichender Tiefe (in den Bohrungen ist die erforderliche Endtiefe von 6,00 m unter Gründungssohle nicht erreicht) angenommen.

Um die Grundbruchsicherheit zu gewährleisten, wurde der Bemessungswert des Sohlwiderstands auf

$$\sigma_{R,d} \leq 250,00 \text{ kN/m}^2$$

begrenzt.

Ingenieurgesellschaft
Dr.-Ing. Michael Beuße mbH
Beratende Ingenieure



INGENIEURGRUPPE PTM

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

Für die Bereiche der geplanten Bebauung in denen zur Geländeprofilierung Bodenersatzmaterial aufgefüllt werden muss, kommt Bodenmaterial der Bodengruppen SU, SE, SI oder SW in Betracht, welches auf eine mindestens mitteldichte Lagerung zu verdichten ist. Sodann werden rechnerisch die folgenden Bodenkennwerte angesetzt:

- Wichte $\gamma_k = 18,0 \text{ kN/m}^3$
- Wichte unter Auftrieb $\gamma'_k = 10,0 \text{ kN/m}^3$
- Reibungswinkel $\varphi'_k = 32,5^\circ$
- Steifemodul $E_{s,k} = 50,0 \text{ MN/m}^2$

Die Berechnungsergebnisse anhand der ungünstigsten Baugrundsichtung für ein 0,50 m breites Streifenfundament können der nachfolgenden Tabelle 6-1 entnommen werden. Die detaillierten Berechnungsergebnisse für weitere Fundamentbreiten sind der **Anlage 8** zu entnehmen.

Bohrung	Fundamentform	Abmessungen a · b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	Setzungen S _{max} [cm]
BS 1	Streifenfundament	15,00 · 0,50	250,00	< 1,0

Tabelle 6-1: Ergebnisse der Grundbruch- und Setzungsberechnungen (BS-P)

Die errechneten Setzungsbeträge stellen sich nur ein, sofern der angegebene Sohlwiderstand vollständig ausgenutzt wird. Bei Einhaltung des angegebenen Sohlwiderstands ist mit keinen bauwerksunverträglichen Setzungsdifferenzen zu rechnen.

Hinweis: Bei dem errechneten Sohlwiderstand und den darunter auftretenden Setzungen handelt es sich um eine Vorbemessung, die auf den Angaben der vorliegenden Bearbeitungsunterlagen sowie den getroffenen Annahmen des Unterzeichners beruhen. Bei stark abweichenden Bauwerksabmessungen oder sonstigen, gründungsrelevanten Änderungen sind gegebenenfalls erneute Untersuchungen oder Berechnungen durchzuführen, um repräsentative Ergebnisse zu erhalten.

Bettungsmodul:

Die nachfolgende Angabe des Bettungsmoduls berücksichtigt eine EDV-gestützte Berechnung anhand der ungünstigsten Baugrundsichtung in Anlehnung an die DIN 4 018 nach dem Bettungsmodulverfahren. Dabei wird berücksichtigt, dass der Sohldruck (hier: zul. σ) verhältnisgleich zu der dazugehörigen Einsenkung (Setzungen) des Fundaments ist. Ferner wird bei der Berechnung des Bettungsmoduls angenommen, dass die erkundeten Baugrundsichten unterhalb der angesetzten Fundamentplatte nahezu waagrecht verlaufen.

Rechnerisch ist zur Ermittlung des Bettungsmoduls in höher belasteten Bereichen (z.B. unter tragenden Wänden) ein Sohlplattenstreifen in einer Breite von 0,64 m angesetzt worden, der sich aus einer angenommenen Sohlplattenstärke von $d = 0,20$ m und einer Dicke der aufgehenden Wände von $d = 0,24$ m unter der Berücksichtigung eines Lastausbreitungswinkels von 45° bestimmt.

Zur Bestimmung des Bettungsmoduls in schwächer belasteten Teilflächen der Sohlplatte wurde ein großformatiges Einzelfundament mit den Abmessungen von $a / b = 5,00$ m / $5,00$ m betrachtet. Die angesetzte Sohlspannung ist für die schwächer belasteten Teilflächen abgemindert worden, um die darunter auftretenden Setzungsbeträge rechnerisch zu minimieren.

Die Ergebnisse sind der nachfolgenden Tabelle 6-2 zu entnehmen.

Bohrung	Bereich der Sohlplatte	Abmessungen $a \cdot b$ [m]	Einwirkung ¹⁾	Setzungen s [cm]	Bettungsmodul κ_s [MN/m ³]
BS 1	Streifen	10,00 · 0,64	zul. $\sigma = 99,3$ kN/m ²	< 1,0	17,8
	Teilfläche	5,00 · 5,00	zul. $\sigma = 99,3$ kN/m ²	< 1,5	7,2

1) In der DIN 4 018 findet der Sohlwiderstand gemäß der aktuellen Normierung keine Anwendung. Daher wird hier der zulässige Sohldruck berücksichtigt.

Tabelle 6-2: Errechnete Bettungsmoduln (ungünstigste Baugrundsichtung, BS 4)

Hinweis: Bei der Berechnung des Bettungsmoduls handelt es sich um Näherungswerte, die auf der sicheren Seite liegend berechnet und angegeben wurden. Für die Berechnung muss neben den Abmessungen der zu betrachtenden Fundamentierung die Einwirkung (hier: zul. σ) unter dem Ansatz der Baugrundsichtung vorgegeben werden. Zum Zeitpunkt der Berichtserstellung liegen diese Angaben aus der Tragwerksplanung sowie das dabei verwendete Berechnungsverfahren nicht vor, sodass die nachfolgenden Angaben auf Annahmen des Unterzeichners beruhen.

7 Zusammenfassung

Für die Erschließung des Bebauungsplans „Brunskamp“ in 27389 Vahlde sollte der Untergrund erkundet und im Hinblick auf die Versickerungsfähigkeit beurteilt werden. Hierfür erhielt das aufstellende Büro am 13. August 2019 durch Gemeinde Vahlde den Auftrag.

Am 19. September 2019 wurden durch die Ingenieurgesellschaft Dr.-Ing. Michael Beuße mbH insgesamt acht Kleinbohrungen nach DIN EN ISO 22 475 (NW 80 mm) bis zu einer Endteufe von maximal 4,00 m im Bereich des geplanten Erschließungsgebiets niedergebracht.

Der geologische Untergrund besteht aus weichselzeitlichen Sandablagerungen über drenthezeitlichen Geschiebeböden. Ein Wasserstand konnte gemessen werden.

Angaben über die Versickerungsfähigkeit von Oberflächenwasser wurden auf Basis der in-situ-Versickerungsversuche gemacht.

Auf der Grundlage von Laborversuchen und vorliegenden Kenndaten sind die Homogenbereiche für Erdarbeiten vorläufig festgelegt worden.

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

Baugrundaufschlüsse basieren auch bei Einhaltung der nach den gültigen Vorschriften vorgegebenen Rasterabstände zwangsläufig auf punktuellen Aufschlüssen, so dass eine exakte Aussage über den Baugrund nur für den jeweiligen Untersuchungspunkt möglich ist. Da Abweichungen von den vorstehend beschriebenen Verhältnissen zwischen den Ansatzpunkten nicht völlig ausgeschlossen werden können, basieren hier getroffene Bewertungen zwangsläufig auf Wahrscheinlichkeitsaussagen. Die Ingenieurgesellschaft Dr.-Ing. Michael Beuße mbH behält sich daher eine Überprüfung der Gründungssituation im Zuge einer förmlichen Abnahme der Aushub- und Gründungssohlen (nach DIN 4 020 gefordert), gegebenenfalls auch ergänzende Ausführungshinweise vor.

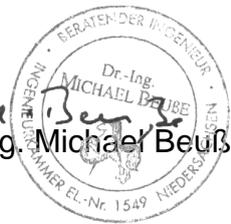
Wird im Zuge der Auskofferungsarbeiten ein anderer als im Gutachten dargestellter Aufbau des Untergrunds angetroffen, ist unser Büro unverzüglich zu benachrichtigen und durch den Gutachter eine Bestandsaufnahme vor Ort durchzuführen.

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

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

Ingenieurgesellschaft Dr.-Ing. Michael Beuße mbH


Dr.-Ing. Michael Beuße



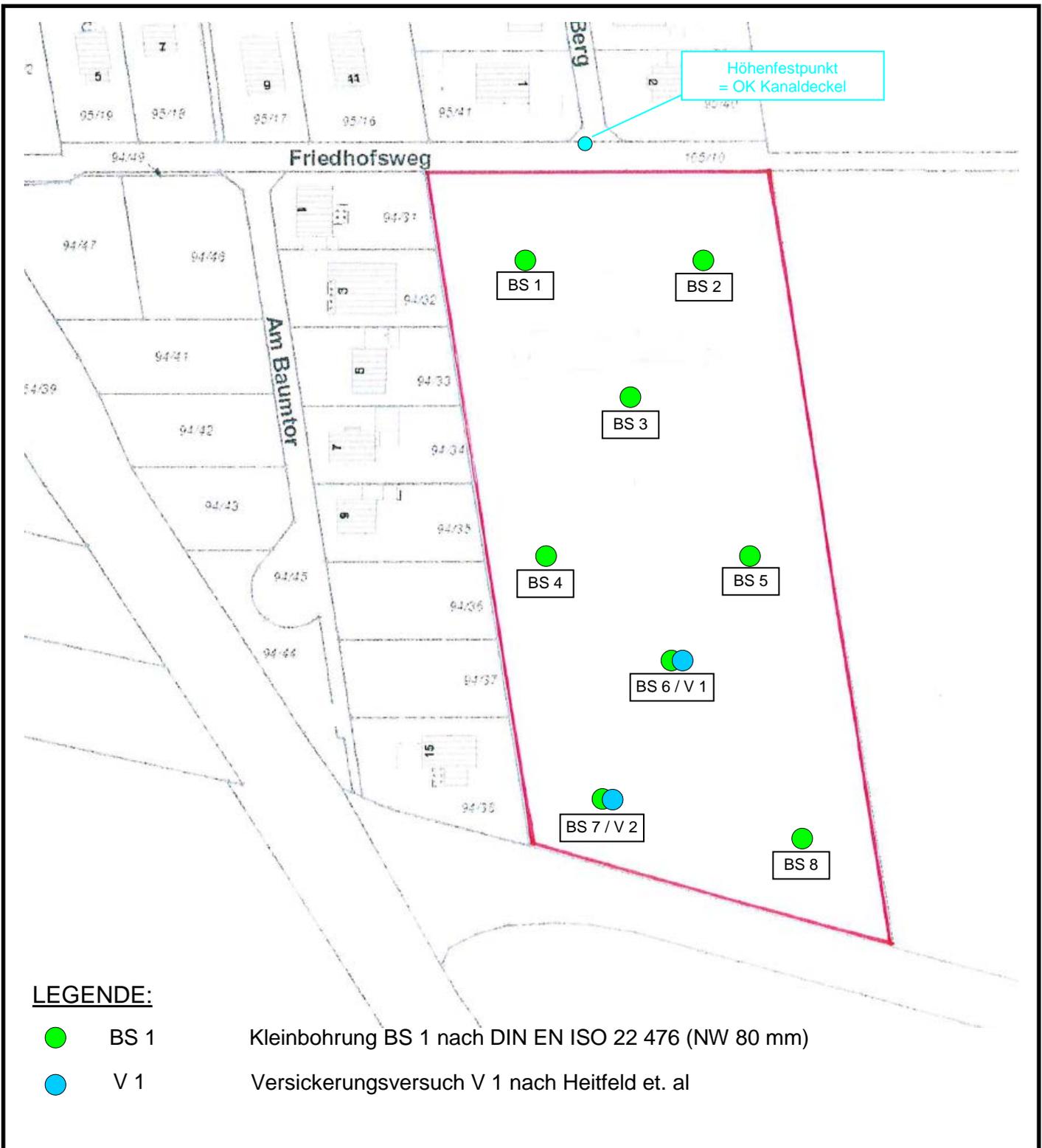

B.Sc. Arne Willenböckel

Verteiler:

- Gemeinde Vahlde, Frau Riebesehl

2- fach in Berichtsform

1- fach digital im pdf-Format



LEGENDE:

- BS 1 Kleinbohrung BS 1 nach DIN EN ISO 22 476 (NW 80 mm)
- V 1 Versickerungsversuch V 1 nach Heitfeld et. al



Ingenieuresellschaft
Dr.-Ing. Michael Beuße mbH

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

Auftraggeber:

GEMEINDE VAHLDE

Projekt:
BVH Erschließung
B-Plan Brunskamp
27389 Vahlde

Bearbeiter: AW	Anlage: 1
Zeichner: AW	Datum: 25.09.2019
Maßstab: o. M.	

Darstellung:

Lageplan

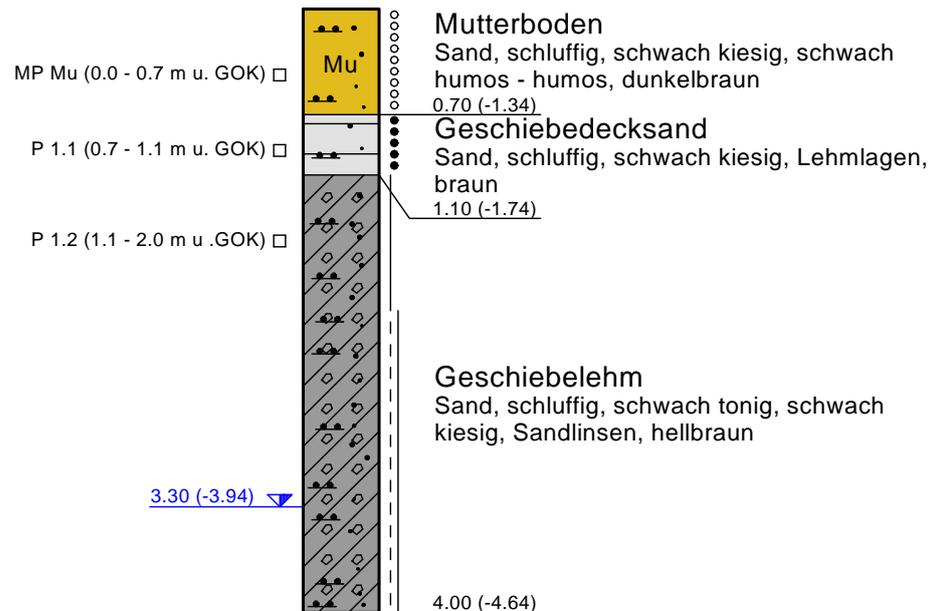
Legende

	halbfest		Geschiebedecksand
	steif - halbfest		Geschiebelehm
	locker		Mutterboden
	mitteldicht		

3.30 W nach Bohrende
19.09.2019

BS 1

-0,64 m FP



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:

BVH Erschließung
B-Plan Brunskamp,
27389 Vahlde

Auftraggeber:

GEMEINDE VAHLDE

Anlage:

2.1

Bericht:

19 - 16191

Maßstab (L/H):

- / 1 : 50

Datum:

25.09.2019

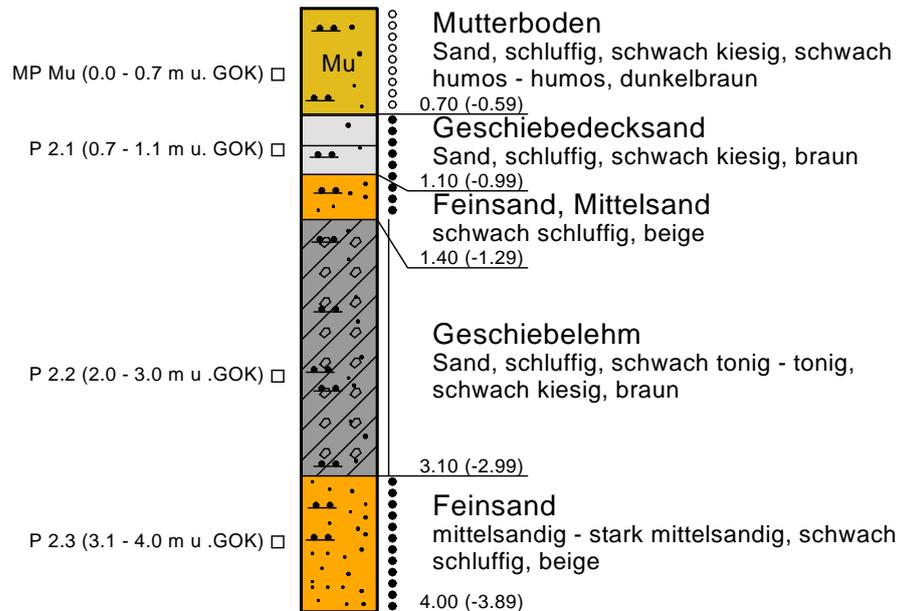
Säulendiagramm BS 1

Legende

	halbfest		Geschiebedecksand		Feinsand
	locker		Geschiebelehm		
	mitteldicht		Mutterboden		
			Mittelsand		

BS 2

+0,11 m FP



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:

BVH Erschließung
B-Plan Brunskamp,
27389 Vahlde

Auftraggeber:

GEMEINDE VAHLDE

Anlage:

2.2

Bericht:

19 - 16191

Maßstab (L/H):

- / 1 : 50

Datum:

25.09.2019

Säulendiagramm BS 2

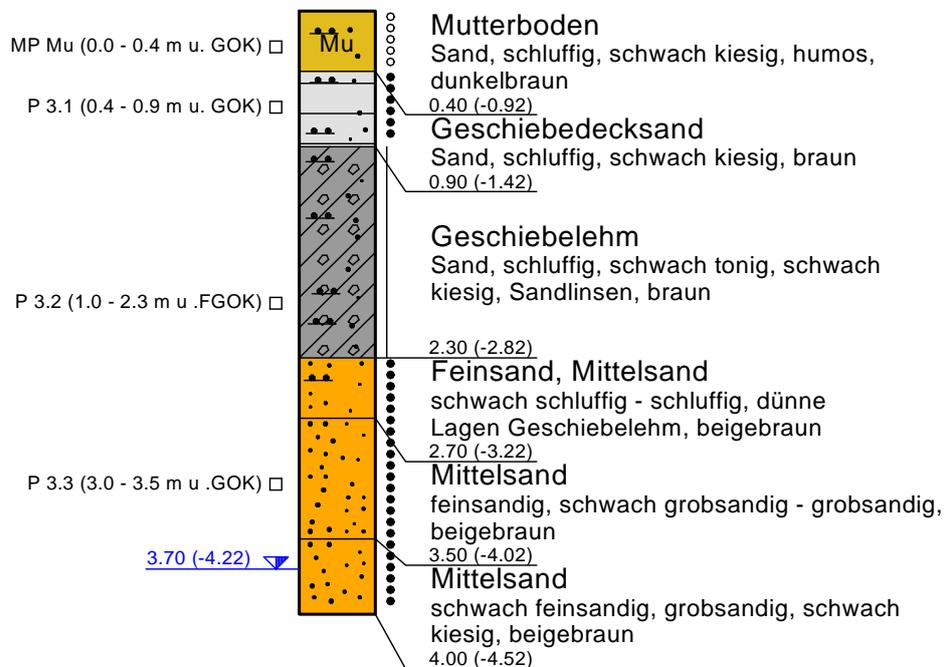
Legende

 halbfest	 Geschiebedecksand	 Feinsand
 locker	 Geschiebelehm	
 mitteldicht	 Mutterboden	
	 Mittelsand	

3.70  W nach Bohrende
19.09.2019

BS 3

-0,52 m FP



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:

BVH Erschließung
B-Plan Brunskamp,
27389 Vahlde

Auftraggeber:

GEMEINDE VAHLDE

Anlage:

2.3

Bericht:

19 - 16191

Maßstab (L/H):

- / 1 : 50

Datum:

25.09.2019

Säulendiagramm BS 3

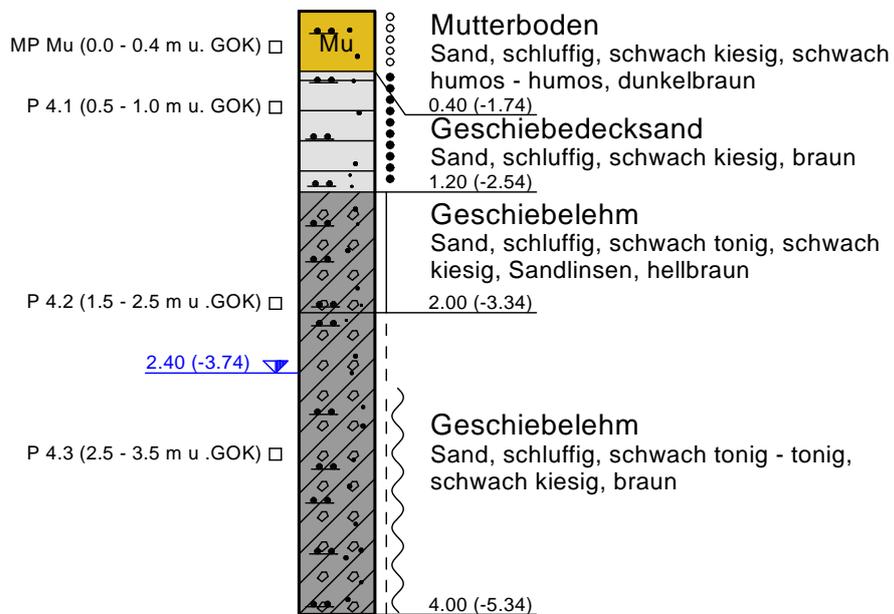
Legende

	halbfest		Geschiebedecksand
	steif		Geschiebelehm
	weich - steif		Mutterboden
	locker		
	mitteldicht		

2.40 ▼ W nach Bohrende
19.09.2019

BS 4

-1,34 m FP



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:

BVH Erschließung
B-Plan Brunskamp,
27389 Vahlde

Auftraggeber:

GEMEINDE VAHLDE

Anlage:

2.4

Bericht:

19 - 16191

Maßstab (L/H):

- / 1 : 50

Datum:

25.09.2019

Säulendiagramm BS 4

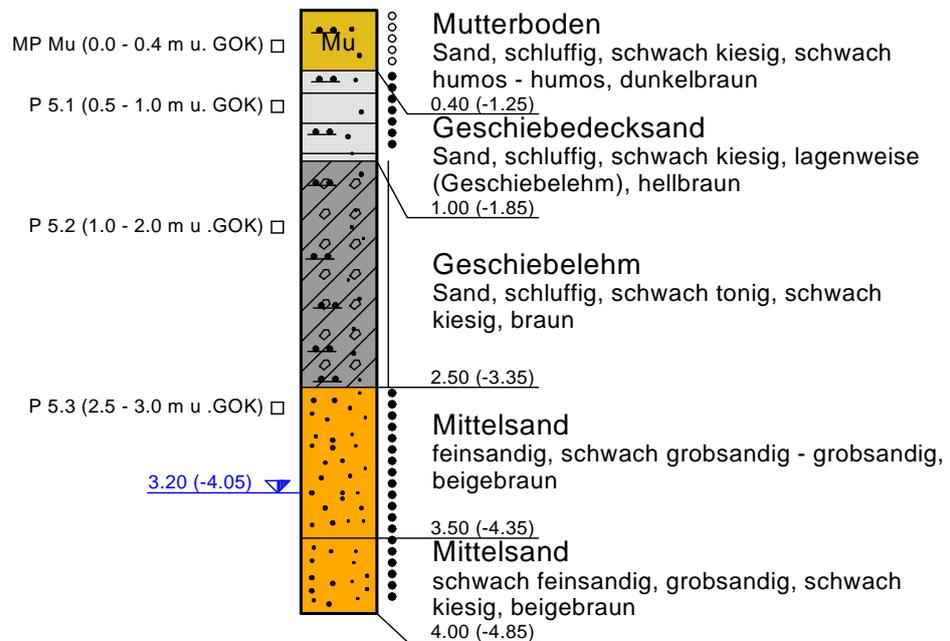
Legende

	halbfest		Geschiebedecksand
	locker		Geschiebelehm
	mitteldicht		Mutterboden
			Mittelsand

3.20 ▾ W nach Bohrende
19.09.2019

BS 5

-0,85 m FP



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:

BVH Erschließung
B-Plan Brunskamp,
27389 Vahlde

Auftraggeber:

GEMEINDE VAHLDE

Anlage:

2.5

Bericht:

19 - 16191

Maßstab (L/H):

- / 1 : 50

Datum:

25.09.2019

Säulendiagramm BS 5

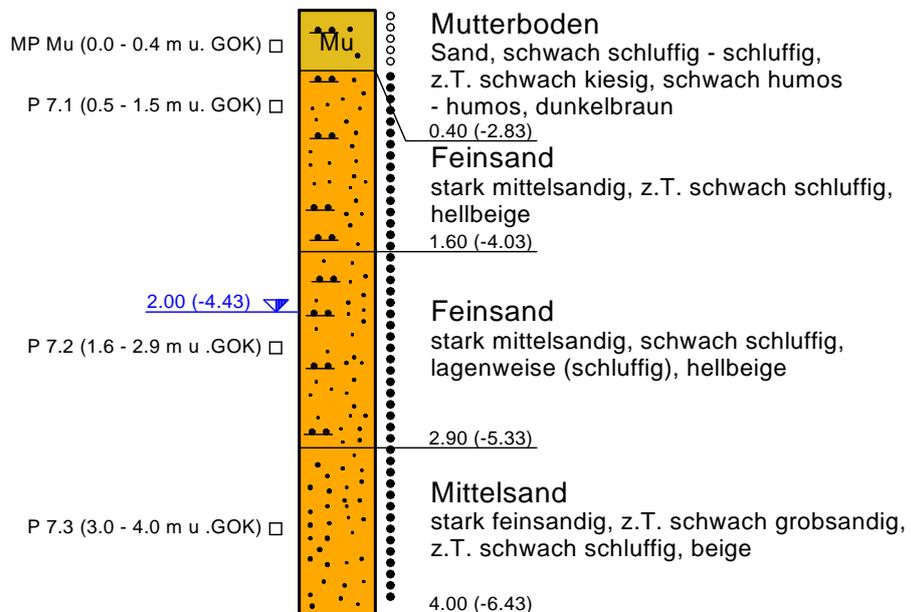
Legende

	locker		Mutterboden
	mitteldicht		Mittelsand
			Feinsand

2.00 ▾ W nach Bohrende
19.09.2019

BS 7

-2,43 m FP



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:

BVH Erschließung
B-Plan Brunskamp,
27389 Vahlde

Auftraggeber:

GEMEINDE VAHLDE

Anlage:

2.7

Bericht:

19 - 16191

Maßstab (L/H):

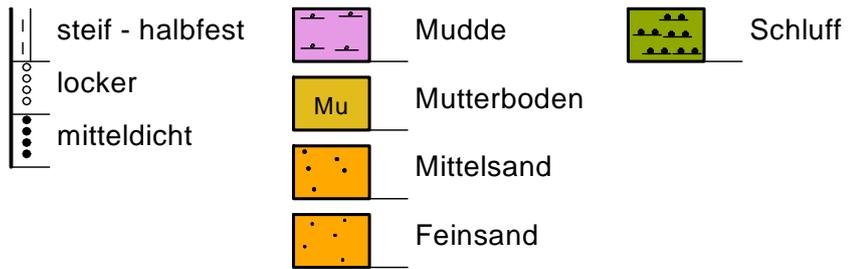
- / 1 : 50

Datum:

25.09.2019

Säulendiagramm BS 7

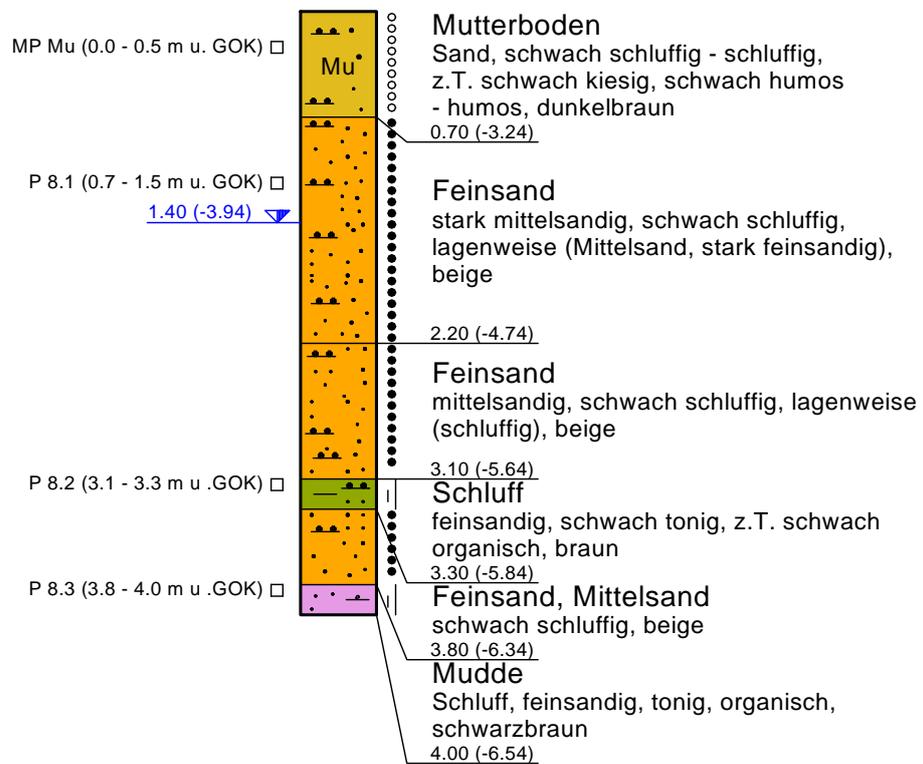
Legende



1.40 W nach Bohrende
19.09.2019

BS 8

-2,54 m FP



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:

BVH Erschließung
B-Plan Brunskamp,
27389 Vahlde

Auftraggeber:

GEMEINDE VAHLDE

Anlage:

2.8

Bericht:

19 - 16191

Maßstab (L/H):

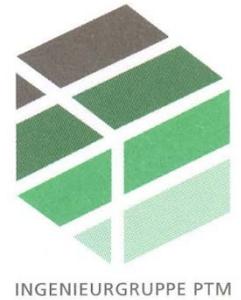
- / 1 : 50

Datum:

25.09.2019

Säulendiagramm BS 8

Projekt: Erschließung B-Plan Brunskamp, 21389 Vahlde	Auftraggeber: GEMEINDE VAHLDE	Anlage: 3.1
Projekt Nr.: 19 - 16191		



Versickerungsversuch V 1 (BS 6) nach HEITFELD et al.

$$k_f = \frac{\pi * \Delta h * C_t * r_a}{C_u * h' * (t_2 - t_1)} = \frac{3,14 * 0,87 * 1,15 * 0,03}{25 * 1,87 * 120} = 1,68 * 10^{-5} m/s$$

Geländedaten

Berechnete Werte

Werte aus Nomogramm

$h_1 = 2,30$ m

$h' = 1,87$ m

$C_u = 25$ (aus Abb. 1)

$h_2 = 1,43$ m

$\Delta h = 0,87$ m

$C_t = 1,15$ (aus Abb. 2)

$r_a = 0,03$ m

$h'/r_a = 62,17$

$L = 0,30$ m

$L/h' = 0,16$

$\Delta t = 120$ s

$T = 1,60$ m

$T_{H_2O} = 15^\circ C$

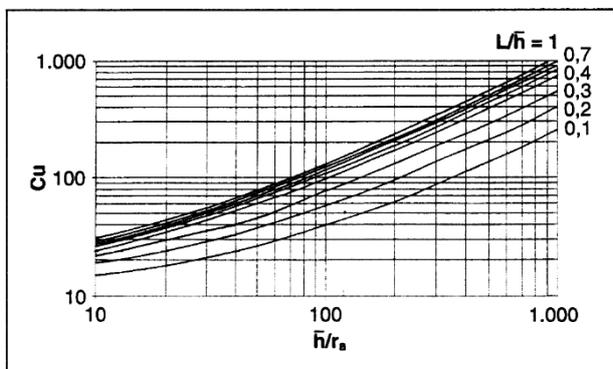


Abb. 1 Nomogramm zur Ermittlung von C_u nach EARTH MANUAL (1951)

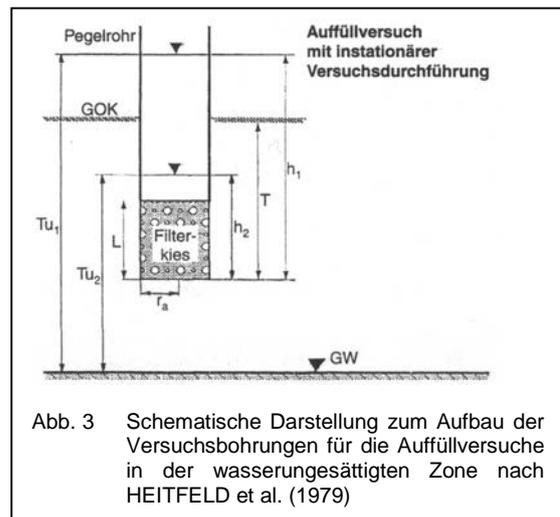


Abb. 3 Schematische Darstellung zum Aufbau der Versuchsbohrungen für die Auffüllversuche in der wasserungesättigten Zone nach HEITFELD et al. (1979)

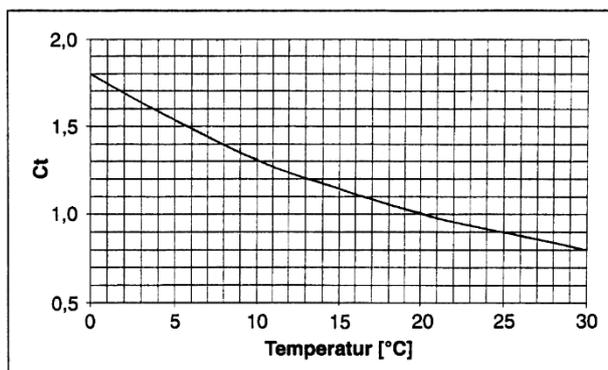
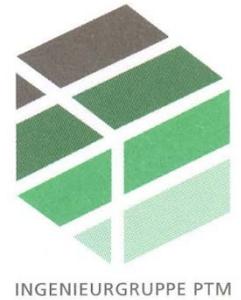


Abb. 2 Nomogramm zur Ermittlung von C_t nach KOHLRAUSCH (1986)

Projekt: Erschließung B-Plan Brunskamp, 21389 Vahlde	Auftraggeber: GEMEINDE VAHLDE	Anlage: 3.2
Projekt Nr.: 19 - 16191		



Versickerungsversuch V 2 (BS 7) nach HEITFELD et al.

$$k_f = \frac{\pi * \Delta h * C_t * r_a}{C_u * h' * (t_2 - t_1)} = \frac{3,14 * 0,86 * 1,15 * 0,03}{19 * 1,67 * 120} = 2,45 * 10^{-5} m/s$$

Geländedaten

Berechnete Werte

Werte aus Nomogramm

$h_1 = 2,10 \text{ m}$

$h' = 1,67 \text{ m}$

$C_u = 19$ (aus Abb. 1)

$h_2 = 1,24 \text{ m}$

$\Delta h = 0,86 \text{ m}$

$C_t = 1,15$ (aus Abb. 2)

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

$h'/r_a = 55,67$

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

$L/h' = 0,06$

$\Delta t = 120 \text{ s}$

$T = 1,30 \text{ m}$

$T_{H_2O} = 15^\circ \text{ C}$

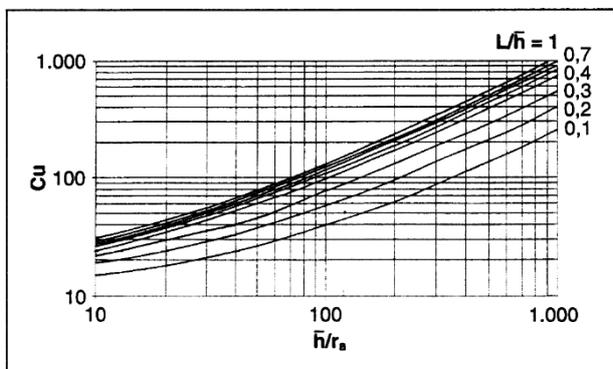


Abb. 1 Nomogramm zur Ermittlung von C_u nach EARTH MANUAL (1951)

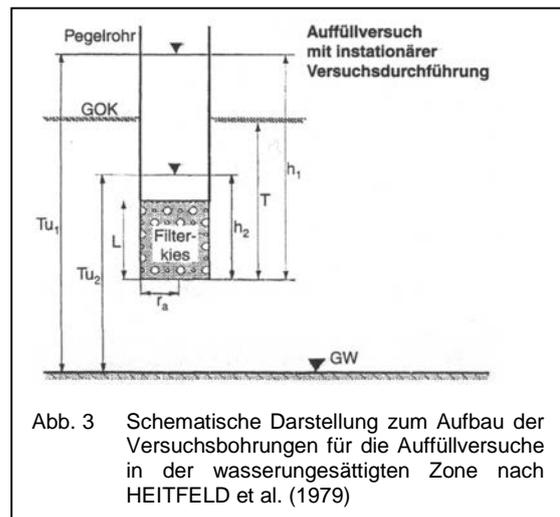


Abb. 3 Schematische Darstellung zum Aufbau der Versuchsbohrungen für die Auffüllversuche in der wasserungesättigten Zone nach HEITFELD et al. (1979)

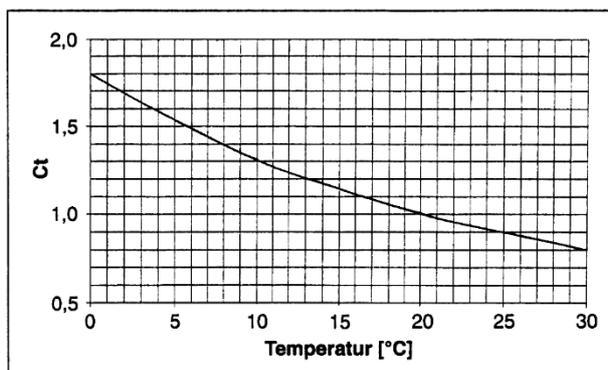


Abb. 2 Nomogramm zur Ermittlung von C_t nach KOHLRAUSCH (1986)



Wassergehalt nach DIN EN ISO 17 892-1

GEMEINDE VAHLDE

BVH Erschließung B-Plan Brunskamp

Bearbeiter: A. Willenbockel

Datum: 08.10.2019

Prüfungsnummer: 19-16191 P 008-013

Material: diverse

Probe entnommen am: 19.09.2019

Probe entnommen durch: A. Steffens

Probenbezeichnung:	P 008 (P 1.2)	P 009 (P 4.3)	P 010 (P 5.2)
Bohrung:	BS 1	BS 4	BS 5
Entnahmetiefe [m u. GOK]:	1,10 - 2,00	2,00 - 3,00	1,00 - 2,00
Bodenart:	Geschiebe- lehm	Geschiebe- lehm	Geschiebe- lehm
Feuchte Probe + Behälter [g]:	446.50	279.70	447.60
Trockene Probe + Behälter [g]:	433.70	272.64	428.30
Behälter [g]:	234.40	229.70	207.90
Porenwasser [g]:	12.80	7.06	19.30
Trockene Probe [g]:	199.30	42.94	220.40
Wassergehalt [%]	6.42	16.44	8.76

Probenbezeichnung:	P 011 (P 6.1)	P 012 (P 8.2)	P 013 (P 8.3)
Bohrung:	BS 6	BS 8	BS 8
Entnahmetiefe [m u. GOK]:	0,50 - 1,00	3,00 - 3,30	3,80 - 4,00
Bodenart:	Geschiebe- lehm	Schluff	Mudde
Feuchte Probe + Behälter [g]:	516.60	402.20	455.50
Trockene Probe + Behälter [g]:	495.50	382.60	408.80
Behälter [g]:	227.00	223.20	228.30
Porenwasser [g]:	21.10	19.60	46.70
Trockene Probe [g]:	268.50	159.40	180.50
Wassergehalt [%]	7.86	12.30	25.87



Körnungslinie

GEMEINDE VAHLDE

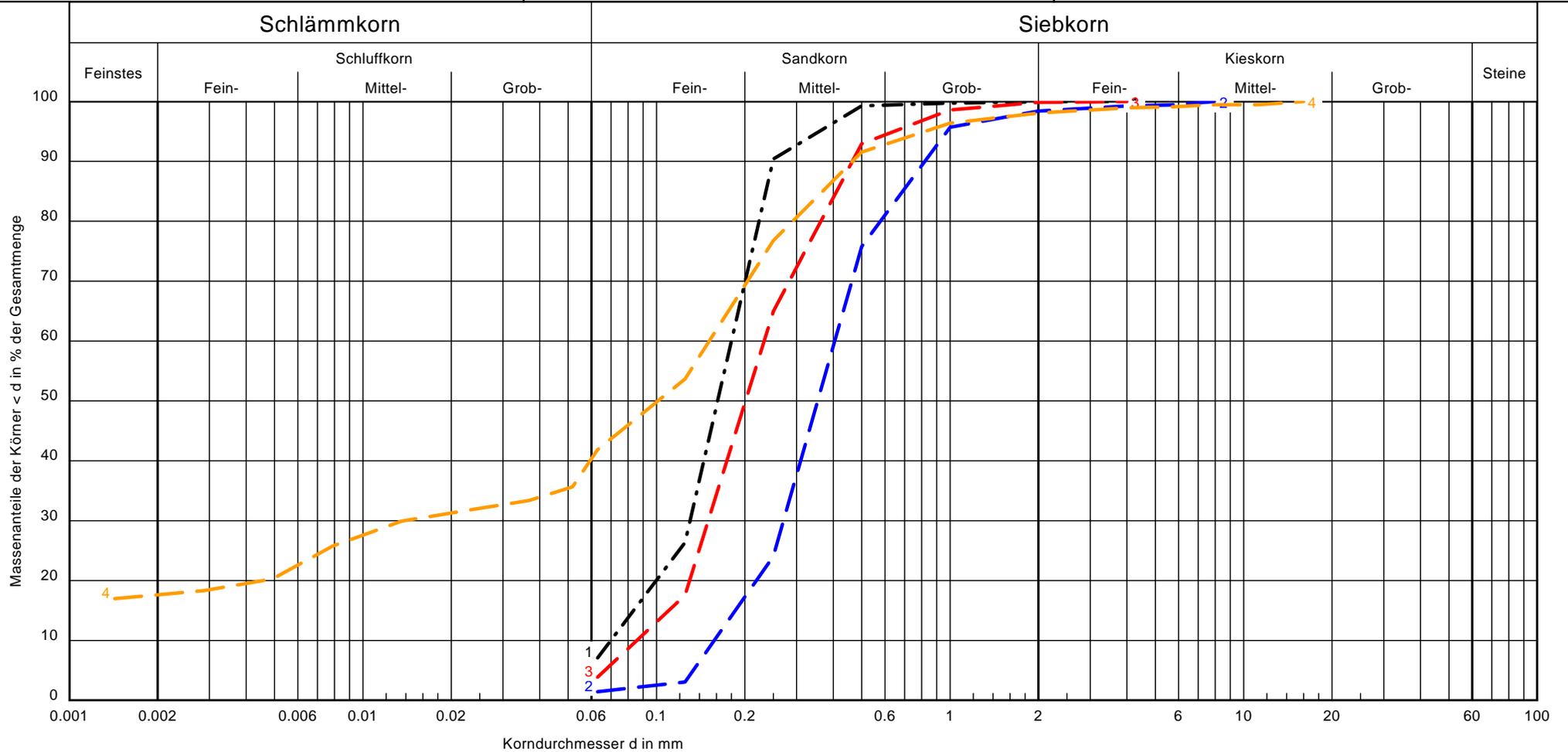
BVH Erschließung B-Plan Brunskamp

Prüfungsnummer: 19 - 16191 P 003 - P 006

Entnahmestelle: BS 1, BS 4, BS 5, BS 6

Entnommen am / durch: A. Steffens

Arbeitsweise: Siebanalyse nach DIN EN ISO 17 892-4



Entnahmestelle / Probe:	BS 2 / P 003	BS 5 / P 004	BS 6 / P 005	BS 4 / P 006
Entnahmetiefe:	3.10 - 4.00 [m u. GOK]	2.50 - 3.00 [m u. GOK]	2.50 - 3.00 [m u. GOK]	2.00 - 3.00 [m u. GOK]
Bodenart:	fS, ms, u'	mS, gs, fs'	fS, mS, gs'	S, t, u
T/U/S/G [%]:	- /7.1/92.9/0.0	- /1.4/96.9/1.6	- /3.9/96.0/0.1	17.5/24.3/56.2/1.9
U/Cc:	2.6/1.3	2.5/1.1	2.6/1.2	-/-
Bodengruppe:	SU	SE	SE	TL
Frostklasse:	F1	F1	F1	F3
k-Wert nach Beyer:	$5.2 \cdot 10^{-5}$	$2.8 \cdot 10^{-4}$	$8.2 \cdot 10^{-5}$	-
Signatur	— · — · — ·	— — — —	— — — —	— — — —

Bemerkungen:

Bericht:
19 - 16191
Anlage:
5



Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

GEMEINDE VAHLDE

BVH Erschließung B-Plan Brunskamp

Bearbeiter: A. Willenbockel

Datum: 08.10.2019

Prüfungsnummer : 19 - 16191 P 007

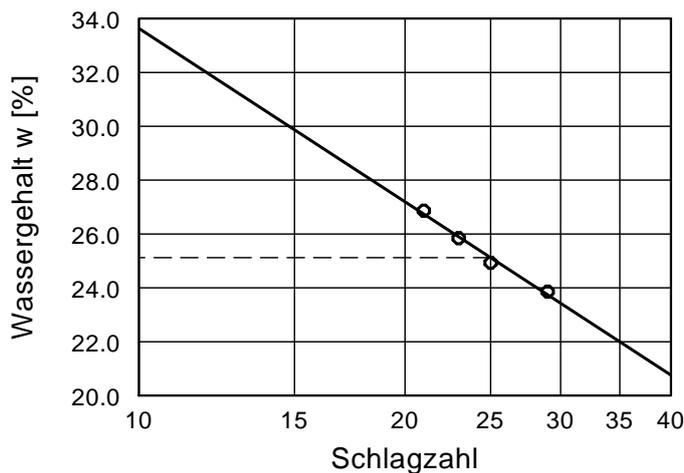
Entnahmestelle : BS 4

Tiefe : 2.00 m - 3.00 m u. GOK

Art der Entnahme : gestört

Bodenart : Geschiebelehm

Probe entnommen am : 19.09.2019



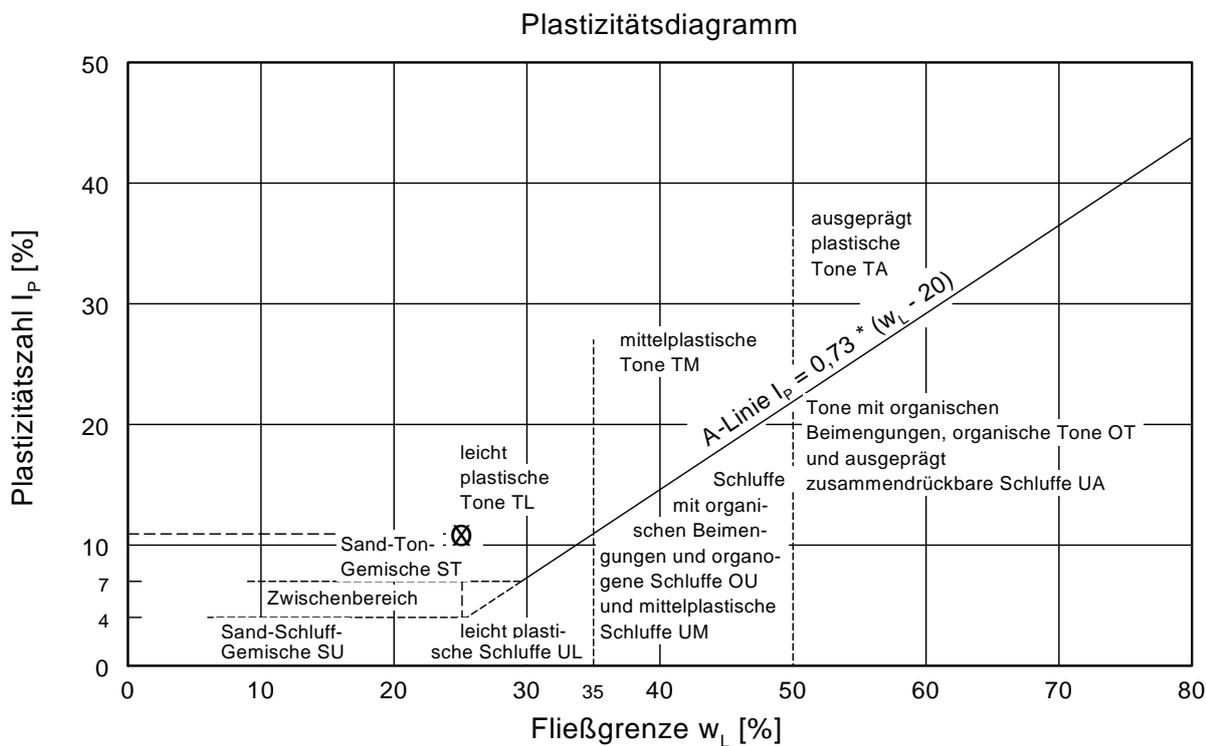
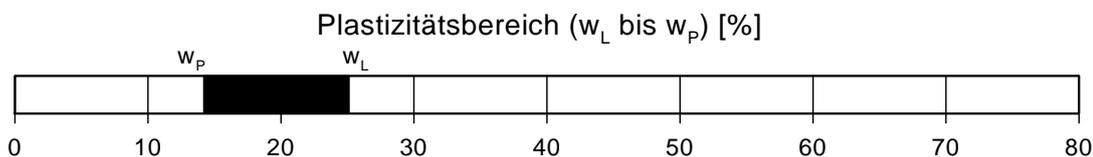
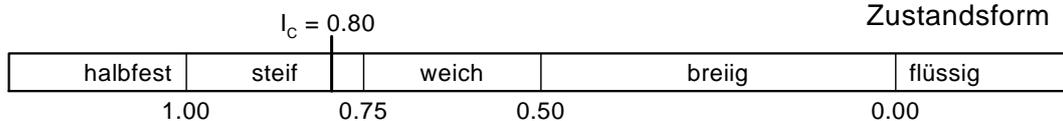
Wassergehalt $w = 16.4 \%$

Fließgrenze $w_L = 25.1 \%$

Ausrollgrenze $w_p = 14.2 \%$

Plastizitätszahl $I_p = 10.9 \%$

Konsistenzzahl $I_C = 0.80$





Glühverlust nach DIN 18 128

GEMEINDE VAHLDE

BVH Erschließung B-Plan Brunskamp

Bearbeiter: A. Willenbockel

Datum: 08.10.2019

Prüfungsnummer : 19 - 16191 P 014

Entnahmestelle : BS 8

Bodenart : Mudde

Probe entnommen am : 19.09.2019

Probe entnommen durch : A. Steffens

Probenbezeichnung:	P 014-1	P 014-2	P 014-3
Ungeglühte Probe + Behälter [g]	33.72	33.71	33.57
Geglühte Probe + Behälter [g]	31.40	31.32	31.15
Behälter [g]	16.90	16.73	16.60
Massenverlust [g]	2.32	2.39	2.42
Trockenmasse vor Glühen [g]	16.82	16.98	16.97
Glühverlust [%]	13.79	14.08	14.26
Mittelwert [%]	14.04		

Berechnungsgrundlagen:
 Berechnung für Streifenfundamente
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Streifenfundament (a = 15.00 m)
 $\gamma_{Gr} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.400 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.400) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.410$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.400
 $\sigma_{R,d}$ auf 250.00 kN/m² begrenzt
 OK Gelände = -0.80 m
 Gründungssohle = -1.60 m
 Grundwasser = -3.90 m
 Grenztiefe mit festem Wert von 6.00 m u. GS
 — Sohlruck
 — Setzungen

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	Bezeichnung
	18.0	10.0	32.5	0.0	50.0	Bodenersatzmaterial, md [SE]
	20.0	10.0	27.5	5.0	15.0	Geschiebedecksand, md [SU*]
	20.0	10.0	27.5	12.5	35.0	Geschiebelehm, st-hf, hf [ST*]
	20.0	10.0	27.5	7.5	15.0	Geschiebelehm, w-st [ST*]

Ingenieurgesellschaft
Dr.-Ing. Michael Beuße mbH

Wilkenweg 6 Tel.: 040 - 70382356
 21149 Hamburg Fax.: 040 - 70382357
 www.dr-beusse.de

Projekt:
**BVH Erschließung
 B-Plan "Brunskamp",
 27389 Vahlde**

Auftraggeber :
GEMEINDE VAHLDE

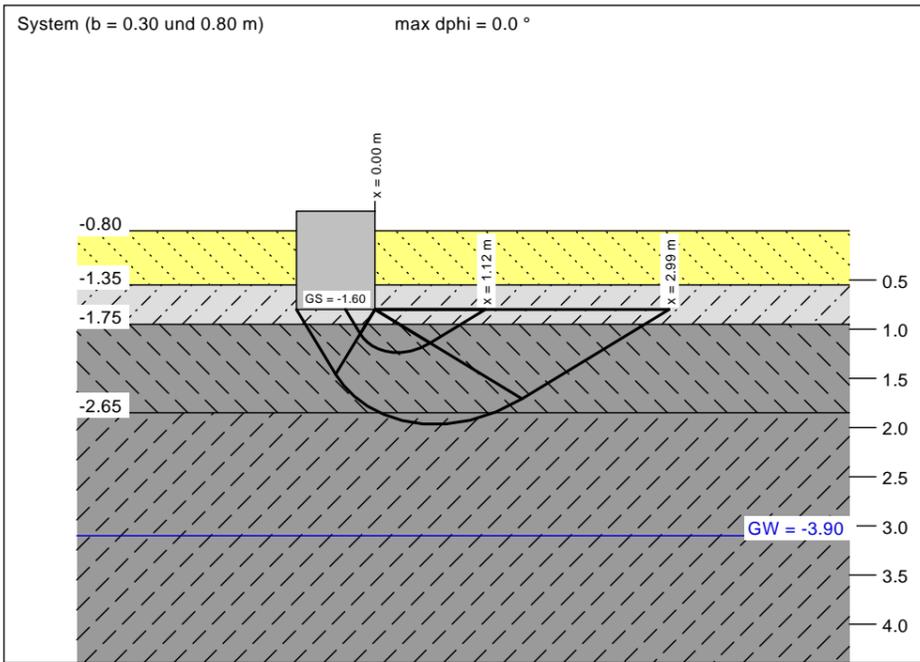
Anlage :
 8

Bericht :
 19 - 16191

Maßstab (L/H) :
 - / -

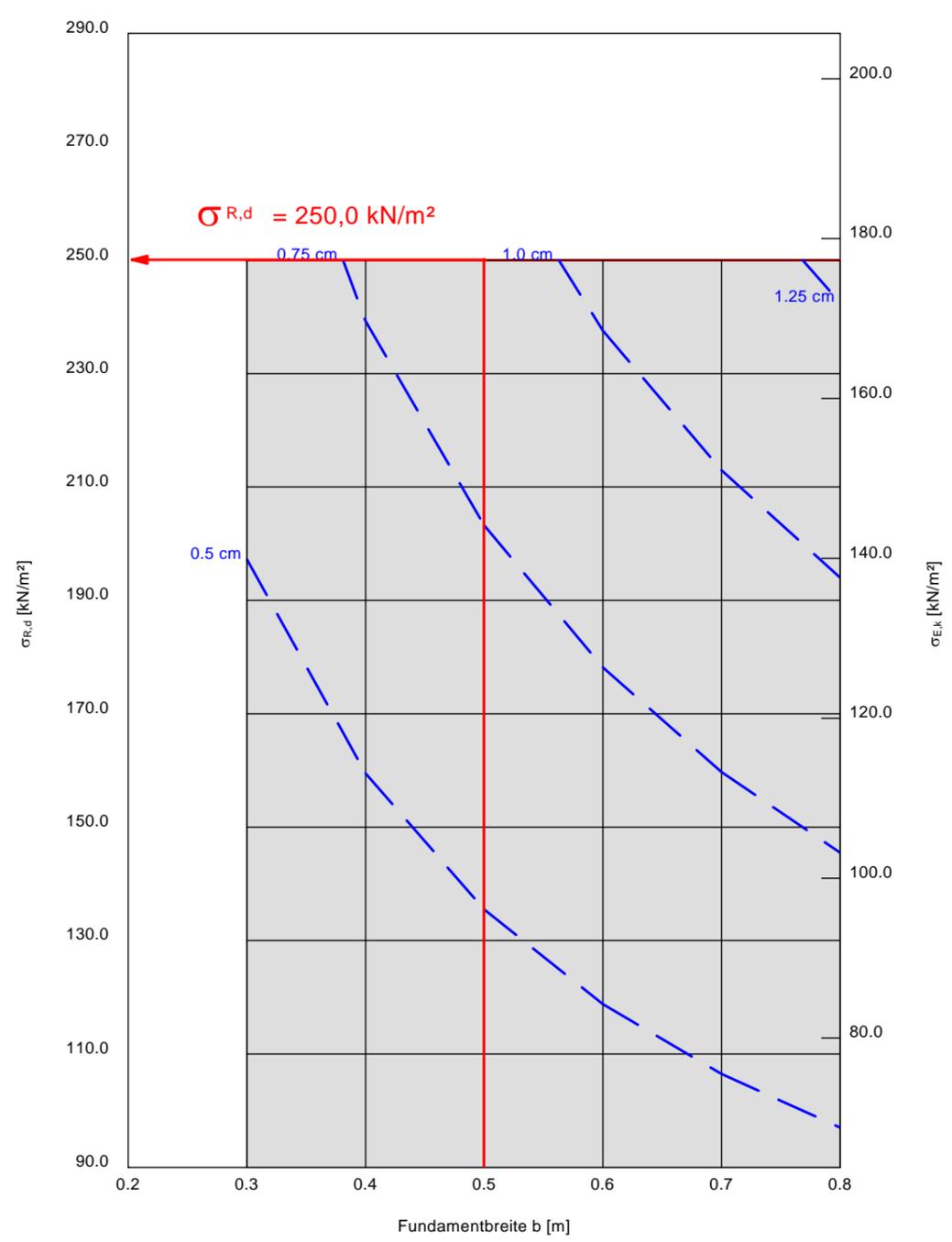
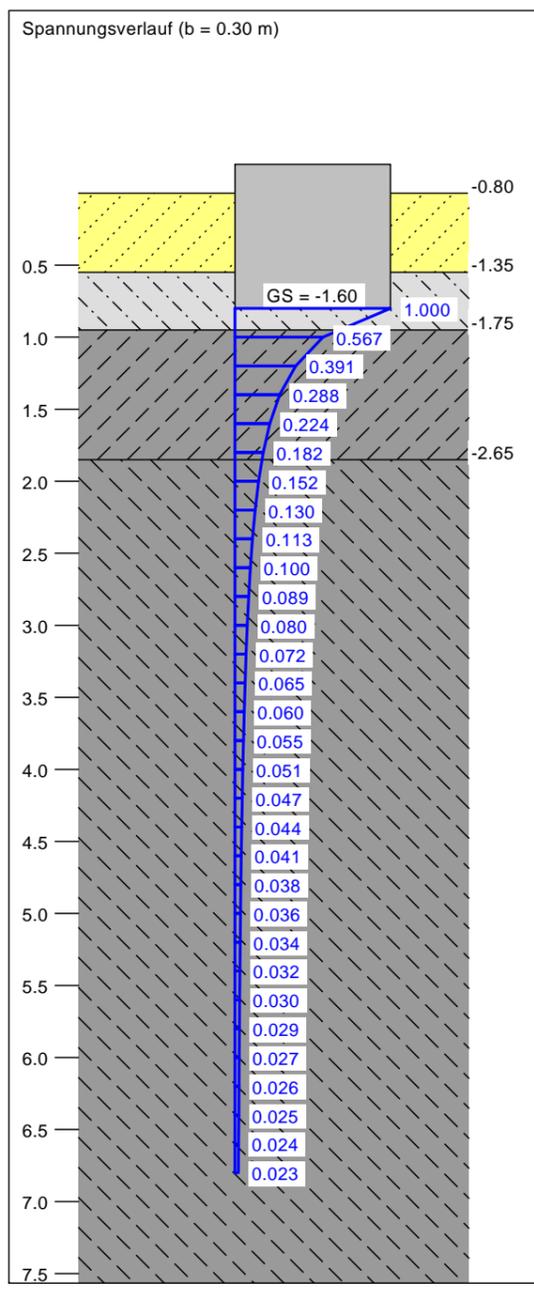
Datum :
 26.09.2019

**Grundbruch- und Setzungsberechnung für nicht unterkellerte Gebäude
 (Streifenfundamente / Bereich BS 1 / BS-P)**

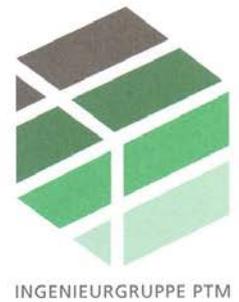


a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	$R_{n,d}$ [kN/m]	Zul $\sigma/\sigma_{E,k}$ [kN/m ²]	s [cm]	cal ϕ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	σ_0 [kN/m ²]	t_g [m]	UK LS [m]
15.00	0.30	250.0	75.0	177.3	0.63	27.5	10.50	20.00	14.90	6.80	1.24
15.00	0.40	250.0	100.0	177.3	0.78	27.5	11.00	20.00	14.90	6.80	1.38
15.00	0.50	250.0	125.0	177.3	0.92	27.5	11.30	20.00	14.90	6.80	1.53
15.00	0.60	250.0	150.0	177.3	1.05	27.5	11.50	20.00	14.90	6.80	1.67
15.00	0.70	250.0	175.0	177.3	1.17	27.5	11.64	20.00	14.90	6.80	1.82
15.00	0.80	250.0	200.0	177.3	1.29	27.5	10.47	20.00	14.90	6.80	1.96

Zul $\sigma = \sigma_{E,k} = \sigma_{01,k} / (\gamma_{Gr} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{01,k} / (1.40 \cdot 1.41) = \sigma_{01,k} / 1.97$ (für Setzungen)
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamlasten(G+Q) [-] = 0.40



Ingenieurgesellschaft
Dr.-Ing. Michael Beuße mbH
Beratende Ingenieure



Anhang 1 zum Bericht 19 - 16191

Prüfbericht 2019P524644/ 1 vom 04.10.2019
Unterlagen der GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
(Material: Boden)

GBA Gesellschaft für Bioanalytik · Flensburger Straße 15 · 25421 Pinneberg

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



Elsterbogen 18

21255 Tostedt

Prüfbericht-Nr.: 2019P524644 / 1

Auftraggeber	Ingenieurgesellschaft Dr.-Ing. Michael Beuße mbH Beratende Ingenieure
Eingangsdatum	24.09.2019
Projekt	19-16191 / Erschließung B-Plan Brunskamp, Vahlde
Material	Sand
Kennzeichnung	P 001 (MP BS 1-8 oberer Sand / Geschiebedecksand)
Auftrag	19-16191 - PNS Nr. 466
Verpackung	Braunglas
Probenmenge	0,5 l
Auftragsnummer	19516308
Probenahme	durch den Auftraggeber
Probentransport	GBA
Labor	GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
Prüfbeginn / -ende	24.09.2019 - 04.10.2019
Methoden	siehe letzte Seite
Unteraufträge	
Bemerkung	
Probenaufbewahrung	Wenn nicht anders vereinbart, werden Feststoffproben drei Monate und Wasserproben bis zwei Wochen nach Prüfberichtserstellung aufbewahrt.

Pinneberg, 04.10.2019



Ralf Murzen

(Geschäftsführer)

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 auszugsweise vervielfältigt werden. Entscheidungsregeln der GBA sind in den AGBs einzusehen.

Seite 1 von 3 zu Prüfbericht-Nr.: 2019P524644 / 1

Prüfbericht-Nr.: 2019P524644 / 1

19-16191 / Erschließung B-Plan Brunskamp, Vahlde

Zuordnung gem. LAGA-Boden (M20, Fassung 2004) / Bodenart "Sand"

Auftrag		19516308
Probe-Nr.		001
Material		Sand
Probenbezeichnung		P 001 (MP BS 1-8 oberer Sand / Geschiebedecksand)
Probemenge		0,5 l
Probenahme		19.09.2019
Probeneingang		24.09.2019
Analysenergebnisse	Einheit	
Trockenrückstand	Masse-%	95,1 ---
EOX	mg/kg TM	<1,0 Z0
Kohlenwasserstoffe	mg/kg TM	<100 Z0
mobiler Anteil bis C22	mg/kg TM	<50 Z0
Cyanid ges.	mg/kg TM	<1,0 Z0
Summe BTEX	mg/kg TM	<1,0 Z0
Summe LHKW	mg/kg TM	<1,0 Z0
Summe PAK (EPA)	mg/kg TM	n.n. Z0
Benzo(a)pyren	mg/kg TM	<0,050 Z0
PCB Summe 6 Kongenere	mg/kg TM	n.n. Z0
Aufschluss mit Königswasser		---
Arsen	mg/kg TM	1,7 Z0
Blei	mg/kg TM	3,1 Z0
Cadmium	mg/kg TM	<0,10 Z0
Chrom ges.	mg/kg TM	4,0 Z0
Kupfer	mg/kg TM	5,7 Z0
Nickel	mg/kg TM	2,8 Z0
Quecksilber	mg/kg TM	<0,10 Z0
Thallium	mg/kg TM	<0,30 Z0
Zink	mg/kg TM	13 Z0
TOC	Masse-% TM	0,15 Z0
Eluat		
pH-Wert		6,8 Z0
Leitfähigkeit	µS/cm	13 Z0
Chlorid	mg/L	<0,60 Z0
Sulfat	mg/L	<1,0 Z0
Cyanid ges.	µg/L	<5,0 Z0
Phenolindex	µg/L	<5,0 Z0
Arsen	µg/L	<0,50 Z0
Blei	µg/L	<1,0 Z0
Cadmium	µg/L	<0,30 Z0
Chrom ges.	µg/L	<1,0 Z0
Kupfer	µg/L	2,0 Z0
Nickel	µg/L	<1,0 Z0
Quecksilber	µg/L	<0,20 Z0
Zink	µg/L	<10 Z0

() = Zuordnungswert in Klammern gilt nur in besonderen Fällen (siehe LAGA TR Boden)

Prüfbericht-Nr.: 2019P524644 / 1
19-16191 / Erschließung B-Plan Brunskamp, Vahlde
Angewandte Verfahren und Bestimmungsgrenzen (BG)

Parameter	BG	Einheit	Methode
Trockenrückstand	0,40	Masse-%	DIN ISO 11465: 1996-12 ^a 5
EOX	1,0	mg/kg TM	US-Extr. Cyclo/Hex/Acet; DIN 38414 (S17): 2017-01 ^a 5
Kohlenwasserstoffe	100	mg/kg TM	DIN EN 14039: 2005-01 i.V.m. LAGA KW/04: 2009-12 ^a 5
mobiler Anteil bis C22	50	mg/kg TM	DIN EN ISO 16703: 2011-09 ^a i.V.m. LAGA KW/04: 2009-12 ^a 5
Cyanid ges.	1,0	mg/kg TM	DIN ISO 17380: 2013-10 ^a 5
Summe BTEX	1,0	mg/kg TM	DIN EN ISO 22155: 2016-07 ^a 5
Summe LHKW	1,0	mg/kg TM	DIN EN ISO 22155: 2016-07 ^a 5
Summe PAK (EPA)		mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Benzo(a)pyren	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
PCB Summe 6 Kongenere		mg/kg TM	DIN EN 15308: 2016-12 ^a 5
Aufschluss mit Königswasser			DIN EN 13657: 2003-01 ^a 5
Arsen	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Blei	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Cadmium	0,10	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Chrom ges.	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Kupfer	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Nickel	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Quecksilber	0,10	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Thallium	0,30	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Zink	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
TOC	0,050	Masse-% TM	DIN EN 13137: 2001-12 (als Einfachbest.) ^a 5
Eluat			DIN EN 12457-4: 2003-01 ^a 5
pH-Wert			DIN EN ISO 10523: 2012-04 ^a 5
Leitfähigkeit		µS/cm	DIN EN 27888: 1993-11 ^a 5
Chlorid	0,60	mg/L	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07 ^a 5
Sulfat	1,0	mg/L	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07 ^a 5
Cyanid ges.	5,0	µg/L	DIN EN ISO 14403-2 (D3): 2012-10 ^a 5
Phenolindex	5,0	µg/L	DIN EN ISO 14402: 1999-12 ^a 5
Arsen	0,50	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Blei	1,0	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Cadmium	0,30	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Chrom ges.	1,0	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Kupfer	1,0	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Nickel	1,0	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Quecksilber	0,20	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Zink	10	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5

Die mit ^a gekennzeichneten Verfahren sind akkreditierte Verfahren. Die Bestimmungsgrenzen können matrixbedingt variieren.
 Untersuchungslabor: 5GBA Pinneberg