

Ingenieurgesellschaft Dr.-Ing. Michael Beuße mbH

Bericht Nr. 21 - 17317

**Projekt: BVH Ersatzneubau Brücke FBH 4
Klostergang-Hollengrund
27404 Heeslingen**

**Auftraggeber: Gemeinde Heeslingen
Am Markt 4
27404 Zeven**

Auftrag: Geotechnischer Bericht

erteilt am: 07. Dezember 2021

**vom
28. Februar 2022**

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 und Bauwerk	6
4 Baugrund	7
4.1 Erkundung	7
4.2 Aufbau	7
4.3 Wasser	9
4.3.1 Felduntersuchungen	9
4.3.2 Chemische Beschaffenheit	10
4.4 Tragfähigkeit	11
4.5 Laborversuche	11
4.5.1 Wassergehaltsbestimmung nach DIN EN ISO 17 892-1	11
4.5.2 Siebanalysen nach DIN EN ISO 17 892-4	12
4.5.3 Bestimmung der Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17 892 - 12	12
4.5.4 Bestimmung des Glühverlusts nach DIN 18 128	12
4.6 Chemismus des Bodens	13
4.6.1 Probenentnahme	13
4.6.2 Ergebnisse und Bewertung	14
4.6.3 Hinweise zum Chemismus im Boden	16
5 Homogenbereiche, Bodenklassifikationen und -kennwerte	17
5.1 Vorbemerkungen	17
5.2 Homogenbereiche für Erdarbeiten: DIN 18 300	18
5.3 Homogenbereiche: Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten: DIN 18 304	19
5.4 Charakteristische Bodenkennwerte	20
6 Baugrund- und Gründungsbeurteilung	21
6.1 Tiefgründung	21
6.1.1 Vorbemerkung	21
6.1.2 Pfahlarten	21
6.1.3 Berechnungsansätze und Ergebnisse	22
6.2 Gruppenwirkung der Pfähle	23
6.3 Hinweise zur negativen Mantelreibung und dem Seitendruck	23
7 Hinweise zur Bauausführung	24
8 Zusammenfassung	26

II Anlagenverzeichnis

1	1 Blatt	Lageplan
2	2 Blatt	Säulen- und Rammdiagramme
3	1 Blatt	Bestimmung des Wassergehaltes nach DIN EN ISO 17 892-1
4	1 Blatt	Bestimmung der Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17 892-4
5	1 Blatt	Bestimmung der Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12
6	1 Blatt	Bestimmung des Glühverlusts nach DIN 18 128
7	1 Blatt	Vorbemessung der äußeren axialen Pfahltragfähigkeit für Fertigrammpfahl (BS-P)

III Anhang

1	3 Blatt	Prüfbericht-Nr.: 2022P504010 / 1 vom 18.02.2022, Unterlagen der GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH aus Pinneberg (Material: Boden)
2	5 Blatt	Prüfbericht-Nr.: 2022P504011 / 1 vom 18.02.2022, Unterlagen der GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH aus Pinneberg (Material: Wasser)

IV Tabellenverzeichnis

Tabelle 4-1: Vereinfachter Baugrundaufbau	Seite 8
Tabelle 4-2: Ergebnisse der Wassergehaltsbestimmung nach DIN EN ISO 17 892-1	11
Tabelle 4-3: Ergebnisse der Korngrößenanalysen nach DIN EN ISO 17 892-4	12
Tabelle 4-4: Ergebnisse der Bestimmung der Zustandsgrenzen	12
Tabelle 4-5: Ergebnisse der Glühverlustbestimmung	12
Tabelle 4-6: Mischprobenherstellung	13
Tabelle 4-7: Analyseergebnis der orientierenden Mischprobe	14
Tabelle 5-1: Homogenbereiche für Erdarbeiten nach DIN 18 300 (GK 2)	18
Tabelle 5-2: Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten nach DIN 18 304 (GK 2)	19
Tabelle 5-3: Bodenkennwerte (charakteristische Werte)	20
Tabelle 5-4: Bodenmechanische Ansätze für eine Pfahlgründung	20
Tabelle 6-1: Ergebnisse für Stahlrohrpfähle mit Innenrammung	22

1 Auftrag und Vorgang

Die Gemeinde Heeslingen beabsichtigt den Neubau eines Brückenbauwerks über die „Oste“ am „Hollengrund“ in 27404 Heeslingen. Für dieses Bauvorhaben wurde die Ingenieurgesellschaft Dr.-Ing. Michael Beuße mbH, Elsterbogen 18 in 21255 Tostedt, am 07. Dezember 2021 durch die Gemeinde Heeslingen mit der Durchführung einer Baugrunderkundung, einer Baugrundbeurteilung sowie der Erarbeitung einer Gründungsempfehlung beauftragt.

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

2 Bearbeitungsunterlagen

Zur Bearbeitung standen uns folgende Unterlagen zur Verfügung:

- a) Bauwerksbuch, Bauwerksname: FBH 4 - Klostergang-Hollengrund über die Oste, Heeslingen, vom 18.03.2013, per E-Mail bereitgestellt
- b) Übersichtskarte, Maßnahme: Ersatzneubau FBH 4 „Hollengrund“ in Heeslingen, ohne Maßstab, erstellt am 19.08.2019, per E-Mail bereitgestellt
- c) Geologische Karte, Maßstab 1 : 25.000, eingesehen auf dem Kartenserver des Landesamtes für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) am 25. Februar 2022 (URL: <https://nibis.lbeg.de/cardomap3/?permalink=2WoRXr77>)
- d) Hydrogeologische Karte, Maßstab 1 : 50.000, eingesehen auf dem Kartenserver des Landesamtes für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) am 25. Februar 2022 (URL: <https://nibis.lbeg.de/cardomap3/?permalink=22ztwTtl>)
- e) Schichtenverzeichnisse und Rammprotokolle, Unterlagen des aufstellenden Büros
- f) Protokolle der bodenmechanischen Laborversuche, Unterlagen des aufstellenden Büros
- g) LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT ABFALL, 2004: Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen. Teil II: Technische Regeln für die Verwertung - 1.2 Bodenmaterial (TR Boden)

- h) Floss, R.: Handbuch ZTV E-StB - Kommentar und Leitlinien mit Kompendium Erd- und Felsbau
- i) EA-Pfähle (2012): Empfehlungen des Arbeitskreises „Pfähle“, 2. Auflage 2012, Hrsg. DGGT e.V.
- j) EAU (2012): Empfehlungen des Arbeitsausschusses „Ufereinfassungen“, Häfen und Wasserstraßen, 11. Auflage 2012, Hrsg. Arbeitsausschuss „Ufereinfassungen“ (DGGT e.V., HTG e.V.)
- k) Grundbau-Taschenbuch Teil 1 - Geotechnische Grundlagen, 7. Auflage, Herausgeber und Schriftleiter: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Karl Josef Witt
- l) DIN-Normen

DIN 1 054	Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau
DIN 1 055	Einwirkung auf Tragwerke - Teil 2 Bodenkenngroßen
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 18 123	Baugrund, Untersuchung von Bodenproben Bestimmung der Korngrößenverteilung
DIN 18 128	Baugrund, Untersuchung von Bodenproben Bestimmung des Glühverlusts
DIN 18 196	Erd- und Grundbau - Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke
DIN 18 300	VOB - Teil C: ATV - Erdarbeiten
DIN EN 1 997-1	Eurocode 7 - Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 1: Allgemeine Regeln
DIN EN 1 997-2	Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds

DIN EN ISO 14 688	Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Böden (ersetzt DIN 4 022 und DIN 4 023)
DIN EN ISO 17 892	Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Laborversuche an Bodenproben
DIN EN ISO 22 475	Geotechnische Erkundung und Untersuchung (ersetzt DIN 4 021)
DIN EN ISO 22 476	Geotechnische Erkundung und Untersuchung (ersetzt DIN 4 094)

3 Örtliche Situation und Bauwerk

Gemäß der Bearbeitungsunterlage b) befindet sich das Erkundungsgebiet südlich der „Klosterstraße“ und südwestlich der Straße „Am Mühlenberg“ in Heeslingen. Die Fließrichtung der durch den geplanten Brückenneubau zu überspannenden „Oste“ ist von Südost nach Nordwest gerichtet.

Bei der Bestandsbrücke handelt es sich um eine 3-Felder-Holzbrücke für Fußgänger mit einer Gesamtlänge von 26,15 m und einer Breite von 1,40 m (Bearbeitungsunterlage a)). Der Neubau soll in ähnlichen Abmaßen gebaut werden.

Anhand der vorliegenden Daten über das Bauwerk wurde das Bauvorhaben für die Planung der Untersuchungen gemäß der DIN EN 1 997 (bzw. DIN 4 020) in die Geotechnische Kategorie GK 2 eingestuft.

4 Baugrund

4.1 Erkundung

Die Aufschlussarbeiten wurden am 03. Februar 2022 ausgeführt. Insgesamt sollten durch das aufstellende Büro auftragsgemäß zwei Kleinbohrungen (BS) nach DIN EN ISO 22 475 (NW 80 mm) im Bereich der Widerlager bis zu einer Endteufe von maximal 10,00 m niedergebracht werden.

Zur Bestimmung der Lagerungsdichte von grobkörnigen Böden sowie zur Abschätzung der Konsistenz von feinkörnigen Böden sollten zusätzlich an zwei Ansatzpunkten schwere Rammsondierungen (DPH) nach DIN EN ISO 22 476 bis zu einer Tiefe von 10,00 m niedergebracht werden. Aufgrund der hohen Lagerungsdichte der anstehenden Sande konnten die geforderten Tiefen an Bohrung BS 2 nicht erreicht werden.

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

Zum höhenmäßigen Einmessen der Bohransatzpunkte wurde die Oberkante eines Kanaldeckels als Höhenfestpunkt (HFP = $\pm 0,00$ m FP) 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 Säulenprofilen und Rammdiagrammen aufgetragen und dem Gutachten als **Anlagen 2** beigelegt.

Gemäß der Bearbeitungsunterlage c) liegt das Untersuchungsgebiet im Bereich von holozänen, fluviatilen Sandablagerungen. Derartige Bodenverhältnisse sind oberflächennah erkundet worden.

An der Geländeoberfläche steht ein 0,30 m mächtiger, locker gelagerter **Oberboden** an. Es handelt sich dabei um einen teilweise aufgefüllten Sand mit schluffigen und schwach humosen bis humosen Anteilen.

Unterhalb des Oberbodens stehen locker gelagerte **Mittelsande** mit unterschiedlicher Korngrößenverteilung bis zu einer Tiefe von 3,40 m unter Gelände an. Diese Sande enthalten bereichsweise organische Beimengungen.

Es folgen mitteldicht gelagerte **Mittel-** bis **Grobsande** mit teilweise stark kiesigen Anteilen.

Bei Bohrung BS 1 wurde ein gering mächtiger **Geschiebemergel** in weicher bis steifer Konsistenz erkundet. Bodenmechanisch handelt es sich dabei um einen Sand mit schluffigen, tonigen und kiesigen Beimengungen.

Im Liegenden folgt bis zur jeweiligen Endteufe ein **Mittelsand** in mitteldichter und dichter Lagerung. Bodenmechanisch handelt es sich um einen Sand mit schwach schluffigen Anteilen im Nebengemenge. In den oberen Bereichen sind dünne Mergellagen enthalten.

In der nachfolgenden Tabelle werden die Erkundungsergebnisse als vereinfachter Baugrundaufbau dargestellt, 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.

Schichtunterkante [m u. GOK]	Erkundet in Bohrung	Bezeichnung	Lagerungsdichte / Konsistenz
0,30	BS 1 und BS 2	Oberboden	locker
bis 3,40	BS 1 und BS 2	Mittelsand, schwach org.	locker
bis 4,90	BS 1 und BS 2	Mittelsand - Grobsand	mitteldicht
bis 4,90	BS 1	Geschiebemergel	weich bis steif
bis 7,50	BS 1 und BS 2	Mittelsand, Mergellagen	mitteldicht
10,00	BS 1 und BS 2	Mittelsand	dicht, sehr dicht

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

4.3.1 Felduntersuchungen

Die Wasserspiegellage des oberen Grundwasserstocks liegt entsprechend der Bearbeitungsunterlage d) auf Höhenkoten zwischen $> 10,00$ m NHN bis $15,00$ m NHN (großräumige Betrachtung).

Nach den Bohrarbeiten wurden die Bohrlöcher kurzfristig mit Peilrohren versehen. Es konnte dabei in allen Bohrlöchern ein Grundwasserstand gemessen werden. Die ermittelten Wasserstände liegen dabei auf einer Tiefe zwischen $1,00$ m und $1,40$ m unterhalb der Geländeoberkante.

Der Wasserspiegel der „Oste“ ist mit $1,83$ m unterhalb des Festpunktes ermittelt worden.

Bei dem gemessenen Wasser handelt es sich um noch nicht beruhigte Wasserstände, die jahreszeitlich und witterungsbedingt auch höher ausfallen können. Ferner sind die Wasserstände durch die Schwankungen der Wasserspiegellage im Wasserlauf der Oste beeinflusst.

Ein Bemessungswasserstand kann nur durch das Auswerten von historischen Daten oder der Durchführung eines langfristigen Grundwassermonitorings und Pegelmessungen des Fließgewässers angegeben werden. Diese Leistungen waren allerdings nicht Bestandteil unseres Auftrages.

Für unsere erdstatischen Berechnungen setzen wir einen Wasserstand in Ufernähe bei $1,00$ unterhalb des Festpunktes an.

4.3.2 Chemische Beschaffenheit

Im Zuge der Felduntersuchungen wurde die Kleinbohrung BS 1 zu einem temporären Messpegel ausgebaut und im Anschluss an eine angemessene Wartezeit aus einer Tiefe zwischen 1,60 m bis etwa 2,00 m unter Gelände die **Wasserprobe P 004** entnommen. Vorbereitend ist das Wasser klar gepumpt worden und anschließend wurde die Probe in entsprechende Behältnisse zur Analyse auf die maßgebenden Parameter aufgeteilt.

Die Probe wurde anschließend gekühlt zur weiteren chemischen Analyse an das Labor der GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH geliefert worden. Die GBA ist unter der Nummer D-PL-14170-01-00 akkreditiert.

Die Ergebnisse sind uns als Prüfbericht-Nr.: 2022P504011 / 1 am 18. Februar 2022 in digitaler Form zur Verfügung gestellt worden. Der Prüfbericht liegt dem Gutachten als **Anhang 2** bei.

Die Wasserprobe P 004 wurde im Hinblick auf die Beton- und Stahlaggressivität untersucht. Die Einteilung in eine Expositionsklasse erfolgt nach DIN 4 030, Teil 1. Die Abschätzung der Korrosionswahrscheinlichkeiten ist anhand der DIN 50 929, Teil 3, ausgeführt worden.

Gemäß der Bewertung hinsichtlich der Betonaggressivität ist die untersuchte Wasserprobe als **schwach betonangreifend** (Expositionsklasse XA1) zu bewerten.

Die Stahlaggressivität für Bauteile im Unterwasserbereich kann wie folgt abgeschätzt werden:

- **Mulden- und Lochkorrosion:** sehr gering.
- **Flächenkorrosion:** sehr gering.

Für Stahlbauteile im Bereich der Wasser- / Luftgrenze kann die Stahlaggressivität ausweislich des vorliegenden Prüfberichts, wie nachfolgend beschrieben, angegeben werden:

- **Mulden- und Lochkorrosion:** sehr gering.
- **Flächenkorrosion:** sehr gering.

4.4 Tragfähigkeit

Der **Oberboden** ist aufgrund der enthaltenen organischen Anteile für einen Lastabtrag ungeeignet.

Die schwach organischen, oberflächennahen **Sande** sind in locker Lagerung für einen Lastabtrag als gering tragfähig einzustufen.

Der im Liegenden angetroffene **Geschiebemergel** ist in weicher bis steifer Konsistenz erkundet worden. Damit ist der bindige Boden als tragfähig einzustufen.

Die weiteren **Sande** wurden in mitteldichter und dichter Lagerung erbohrt. Die Tragfähigkeit dieser Schichten ist als gut bis sehr gut anzusetzen.

Hinweis: Bei gemischtkörnigen Böden, ist zu beachten, dass diese unter Wassereinwirkung und / oder dynamischer Belastung zum Aufweichen und Ausfließen neigen. Sodann muss mit einer Verschlechterung der beschriebenen Tragfähigkeitseigenschaften gerechnet werden.

4.5 Laborversuche

4.5.1 Wassergehaltsbestimmung nach DIN EN ISO 17 892-1

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

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

Probe	Entnahmestelle / -tiefe [m u. GOK]	Bodenart	Wassergehalt
P 005 / 1.1	BS 1 / 0,30 - 1,00	Sand	19,46
P 006 / 1.4	BS 1 / 4,60 - 4,90	Geschiebemergel	15,37
P 007 / 2.1	BS 2 / 0,40 - 1,40	Sand	23,31

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

4.5.2 Siebanalysen nach DIN EN ISO 17 892-4

Zur Bestimmung der Korngrößenverteilung sowie zur Feststellung der Bodengruppe und weiterer bodenmechanischer Parameter sind an je zwei gestörte Proben Siebungen ausgeführt worden.

Die Ergebnisse hinsichtlich der Korngrößenverteilung wurden in der nachfolgenden Tabelle 4-3 zusammengefasst. Die detaillierten Ergebnisse sind diesem Gutachten zusammen mit der Darstellung der Kornverteilungslinien auf der **Anlage 4** beigelegt.

Probe	Bodenart (Geologisch)	Anteile [%]				Bodengruppe DIN 18 196
		Ton	Schluff	Sand	Kies	
P 008 / 1.4	Geschiebemergel	7,3	17,4	61,1	14,2	SU*/ST*
P 009 / 2.1	Feinsand	[-]	0,5	99,5	[-]	SE

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

4.5.3 Bestimmung der Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17 892 - 12

Die Fließ- und Ausrollgrenzen sind an einer Bodenprobe des Geschiebemergels bestimmt worden. Die Ergebnisse werden nachfolgend zusammengefasst:

Probe	Wassergehalt w_n [%]	Fließgrenze w_L [%]	Ausrollgrenze w_P [%]	Plastizitätszahl I_P [%]	Konsistenzzahl I_c [-]
P 010 / P 1.4	15,4	19,4	12,3	7,1	0,57

Tabelle 4-4: Ergebnisse der Bestimmung der Zustandsgrenzen

4.5.4 Bestimmung des Glühverlusts nach DIN 18 128

Der Glühverlust wurde an der dem oberflächennahen Sand bestimmt. Die Ergebnisse sind nachfolgend zusammengefasst.

Probe	Bodenart (geologisch)	Entnahmetiefe [m u. GOK]	Anteil V_{GI} [%]	Beurteilung DIN EN ISO 14 688
P 011 / P 1.1	Sand	0,30 - 1,00	1,31	nicht organisch

Tabelle 4-5: Ergebnisse der Glühverlustbestimmung

4.6 Chemismus des Bodens

4.6.1 Probenentnahme

Für eine orientierende Untersuchung hinsichtlich der chemischen Belastung der möglichen Aushubböden wurden Einzelproben im Zuge der Erkundungsarbeiten entnommen. Die Probenahme erfolgt dabei bis in eine Tiefe von maximal 4,60 m unterhalb der Geländeoberkante.

Die Proben wurden in das bodenmechanische Labor des aufstellenden Büros transportiert und dort zu drei repräsentativen Proben zusammengeführt. Dabei setzen sich die Proben, wie in der nachfolgenden Tabelle angegeben, zusammen:

Bohrungen / Bereich	Zusammengefasstes Material	Entnahmetiefe [m u. GOK]	Untersuchung	Probenbezeichnung
BS 1 und BS 2	MP Sande	0,3 bis 1,4	LAGA - „Boden“ (Bodenart: Sand)	P 001
BS 1 und BS 2	MP Sande	2,2 bis 3,4	LAGA - „Boden“ (Bodenart: Sand)	P 002
BS 1 und BS 2	MP Sande	3,1 bis 4,6	LAGA - „Boden“ (Bodenart: Sand)	P 003

Tabelle 4-6: Mischprobenherstellung

Zur Bestimmung der chemischen Belastung ist die Mischprobe 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.

Das Ergebnis der chemischen Untersuchungen wurde uns unter der Prüfberichts-Nr.: 2022P504010 / 1 am 18. Februar 2022 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 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 der Parameter, dem die höchste Einbauklasse zugeteilt wurde.

Probe	Parameter >Z 2	Parameter Z 2	Parameter Z 1.2	Parameter Z 1.1	Parameter Z 1	Einbau- klasse
P 001	[-]	[-]	[-]	[-]	TOC	Z 1 (Z 0)
P 002	[-]	TOC, Sulfat	Leitfähigkeit	[-]	[-]	Z 2
P 003	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	Z 0

Tabelle 4-7: Analyseergebnis der orientierenden Mischprobe

Die aus den oberflächennahen Sanden erstellte Mischprobe (P 001) weist Auffälligkeiten im Parameter „TOC“ auf. Dies ist voraussichtlich auf die lokal enthaltenen humosen Beimengungen und pflanzlichen Reste zurückzuführen. Die ermittelte Ausprägung bewirkt entsprechend der vorliegenden Analyseergebnisse eine Einstufung des Materials in die

Einbauklasse Z 1.

Bei einem C : N Verhältnis von >25 beträgt der Zuordnungswert jedoch 1 Masse-%. Sodass die Mischprobe im Rahmen einer Entsorgung oder der Verwertung in die

Einbauklasse Z 0

Die erstellte Mischprobe P 002 aus den Bohrungen BS 1 und BS 2 weist besonders Überschreitungen bei den Parametern „TOC“ und „Sulfat“ nach LAGA TR Boden auf. Entsprechend den vorliegenden Analyseergebnissen erfolgt daher eine Einstufung des Materials in die

Einbauklasse Z 2.

Die Mischprobe P 003 aus den tieferliegenden Sanden halten 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

Bei einer nichtbautechnischen Wiederverwendung außerhalb des Baugrundstücks sind nachträgliche Untersuchungen gemäß der Bundesbodenschutzverordnung BBodschV in Abstimmung mit der zuständigen Behörde notwendig.

Weiterführend 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.“

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. Allerdings kann die Beurteilung des Chemismus für ausschreibungstechnische Zwecke 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.

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.

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.

Um eine mögliche Tiefgründung zu berücksichtigen, müssen ferner Homogenbereiche für Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten nach DIN 18 304 aufgeführt werden. Hierzu gehen wir davon aus, dass die Gründungspfähle von der bestehenden Geländeoberkante aus niedergebracht werden.

Die nachfolgend angegebenen Kennwerte und Eigenschaften beruhen hier auf den Ergebnissen von Laborversuchen und den Erfahrungswerten von den Versuchsergebnissen an vergleichbaren Böden und der Bodenansprache nach DIN EN ISO 14 688. Ausweislich der erkundeten Baugrundverhältnisse in Wechselwirkung mit dem geplanten Bauwerk erfolgt die Einstufung in die geotechnische Kategorie GK 2.

Die den angegebenen Kennwerten und Eigenschaften zu Grunde 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 verwendet werden darf.

5.2 Homogenbereiche für Erdarbeiten: DIN 18 300

Parameter	Einheit		E-I
Ortsübliche Bezeichnung	[-]		Mittelsand
Korngrößenverteilung ⁽¹⁾	%	≤ 0,06 mm	0 - 7
		>0,06-2,0 mm	90 - 99
		>2,0-63 mm	0 - 5
Anteil Steine ⁽¹⁾ (>63 mm - 200 mm)	%		< 10
Anteil Blöcke ⁽¹⁾ (>200 mm - 630 mm; >630 mm)	%		< 5
Wassergehalt $w_n^{(1)}$	%		[-]
Lagerungsdichte	[-]		locker
Organischer Anteil ⁽¹⁾	%		< 2,0
Bodengruppe	[-]		SE, SU
Frostempfindlichkeitsklasse	[-]		F1
Einbauklasse nach LAGA	[-]		Z 1

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

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

5.3 Homogenbereiche: Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten: DIN 18 304

Parameter	Einheit		R-I	R-II	R-III
Ortsübliche Bezeichnung	[-]		Mittelsand	Geschiebemergel	Mittel- bis Grobsande
Korngrößenverteilung ⁽¹⁾	%	≤ 0,06 mm	0 - 7	20 - 40	0 - 5
		>0,06-2,0 mm	90 -99	50 -75	90 - 99
		>2,0-63 mm	0 - 5	5 - 20	0 - 10
Anteil Steine ^{(1),(2)} (>63 mm - 200 mm)	%		< 10	< 20	< 10
Anteil Blöcke ^{(1),(2)} (>200 mm - 630 mm; >630 mm)	%		< 5	< 10	< 5
Undränierete Scherfestigkeit c _u ⁽¹⁾	kN / m²		[-]	40 - 250	[-]
Wassergehalt w _n ⁽¹⁾	%		15 - 25	11 - 18	wassergesättigt
Plastizitätszahl I _p ⁽¹⁾	%		[-]	6 - 11	[-]
Konsistenzzahl I _c ⁽¹⁾	%		[-]	0,50 - 0,75	[-]
Lagerungsdichte / Konsistenz	[-]		locker	weich bis steif	mitteldicht, dicht
Bezogene Lagerungsdichte I _D ⁽¹⁾	%		10 - 35	[-]	60 - 90
Bodengruppe	[-]		SE, SU, OH	SU*, ST*	SE

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

(2) Mit Hindernissen in Form von Geschieben oder Findlingen muss im Geschiebemergel gerechnet werden.

Tabelle 5-2: Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten nach DIN 18 304 (GK 2)

5.4 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.

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	-	-	-	-	-
Mittelsande, locker	SE, SU, OH	17	10	30,0	0	20
Mittel - Grobsande, mitteldicht	SE	18	10	35,0	0	70
Geschiebemergel, weich bis steif	SU*, ST*	20	10	27,5	7,5	15
Mittelsande, mitteldicht, dicht	SE, SU	18	10	32,5	0	60
		18	10	35,0	0	100

Tabelle 5-3: Bodenkennwerte (charakteristische Werte)

Darüber hinaus können in Anlehnung an die Bearbeitungsunterlage g) und in Korrelation mit den ausgeführten direkten und indirekten Aufschlüssen die folgenden Parameter für die Vorbemessung einer Pfahlgründung angegeben werden.

Bodenschicht	Bodengruppe DIN 18 196	Spitzendruck q_c [MN/m ²]	Undrainede Scherfestigkeit $c_{u,k}$ [kN/m ²]
Mittelsand locker	[SE], [SU], [OH]	1,0	[-]
Geschiebemergel weich bis steif	SU*, ST*	[-]	60
Sande mitteldicht dicht	SE, SU	10,0	[-]
		20,0	[-]

Tabelle 5-4: Bodenmechanische Ansätze für eine Pfahlgründung

6 Baugrund- und Gründungsbeurteilung

6.1 Tiefgründung

6.1.1 Vorbemerkung

Aufgrund der erkundeten Baugrundsichtung muss der Abtrag der Bauwerkslasten in tragfähige Schichten über eine Tiefgründung erfolgen. Aufgrund des angrenzenden Oberflächengewässers und der hohen Grundwasserstände ist ein Auskoffern der locker gelagerten, organischen Sande nicht mit vertretbarem Aufwand durchführbar.

6.1.2 Pfahlarten

Für die Herstellung der Gründung empfehlen wir die Ausführung von Fertigrammpfählen, die in die Kategorie der Verdrängungspfähle nach DIN EN 12 699 eingestuft werden. Derartige Pfahlsysteme werden durch Einrammen in den Baugrund eingebracht und verdrängen den umgebenden Boden dabei vollständig, sodass keine Entsorgung von Bohrgut notwendig wird. Die Fertigrammpfähle können entsprechend den statischen Erfordernissen senkrecht oder mit Neigung eingerammt werden (vgl. Bearbeitungsunterlage j)).

Es wird der Stahlrohrpfahl mit Innenrammung als Pfahlsystem betrachtet. Bei der Herstellung dieses Pfahltyps wird ein am Ende geschlossenes Rohr mittels Freifallbär in den Boden gerammt. Die Stahlrohre werden in Schüssen eingebracht und miteinander verschweißt bzw. überschüssige Längen abgebrannt. Anschließend wird das im Baugrund verbleibende Rohr bis zur erforderlichen Höhe ausbetoniert. Je nach aufgehender Konstruktion kann eine Anschlussbewehrung oder ein Betonpfahlkopf hergestellt werden. Sofern möglich, ist auch ein Verschweißen zwischen Pfahl und Oberkonstruktion ausführbar.

6.1.3 Berechnungsansätze und Ergebnisse

Für die Berechnungen wurden in Anlehnung an die Bearbeitungsunterlage j) die folgenden Ansätze gewählt:

Die Pfähle müssen mindestens um 2,50 m in den tragfähigen Baugrund einbinden. Unterhalb des Pfahlfußes muss darüber hinaus mindestens ein Erdkörper von > 1,50 m des tragfähigen Baugrunds vorhanden sein. Der tragfähige Baugrund kann hier als der im Liegenden erkundeten Sandschichten beschrieben werden.

Die Pfahllängen können daher anhand der Säulen und Rammdiagramme (vgl. **Anlage 2**) zwischen $L_{\text{Pfahl}} \geq 7,00 \text{ m}$ bis $L_{\text{Pfahl}} \geq 10,00 \text{ m}$, bezogen auf die bestehende Geländeoberkante, variieren. Es wird empfohlen die Pfähle jeweils ausreichend in die mitteldicht bis dicht gelagerten Sandschichten einbinden zu lassen.

Die Berechnung wird nachfolgend anhand der ungünstigsten Baugrundsichtung aus der Bohrung BS 1 sowie DPH 1 geführt.

Der Aufbau des Baugrundmodells sowie die Vorbemessung der axialen Pfahltragfähigkeiten erfolgte EDV gestützt mit dem Programm GGU-Axpil, Version 7.03, 2019, (Hrsg. Prof. Dr.-Ing. Buß). Das Programm ermöglicht die Berechnung von axialen Pfahltragfähigkeiten unter Berücksichtigung des aktuellen Teilsicherheitskonzepts sowie unter der Berücksichtigung der einschlägigen Normen und Literaturhinweise (z. B. EA-„Pfähle“, Bearbeitungsunterlage i)).

In den nachfolgenden Tabellen werden die Ergebnisse der Vorbemessungen für Druckpfähle anhand der ständigen Bemessungssituation BS-P zusammengefasst dargelegt. Betrachtet wurden dabei die Stahlrohrpfähle mit Innenrammung mit einem Durchmesser von 219 mm.

Eine detailliertere Aufschlüsselung der Berechnungen ist der **Anlage 7** zu entnehmen.

Pfahlart / Bereich	Pfahldurchmesser [mm]	Pfahllängen [m]	Pfahltragfähigkeit R_d [kN]	Setzungen [cm]
Stahlrohrpfahl BS 1 / DPH 1	219	7,00 - 10,00	265 - 365	$\leq 1,0$

Tabelle 6-1: Ergebnisse für Stahlrohrpfähle mit Innenrammung

Hinweise: Bei den hier aufgeführten Berechnungsergebnissen handelt es sich um eine Vorbemessung, die auf der Grundlage von Erfahrungswerten erfolgt. Im Zuge der Herstellung kann aufgrund der Rammenergie und dem Verdrängen nicht ausgeschlossen werden, dass es zu einer Nachverdichtung des umgebenden Baugrunds kommt und somit die Pfahllängen auch kürzer ausfallen können. Dieser Ansatz kann allerdings im Rahmen der Vorbemessung nicht berücksichtigt werden und ist daher im Zuge der Herstellung zu prüfen und gegebenenfalls nachzurechnen.

Die endgültigen, äußeren und inneren Pfahltragfähigkeiten sind durch den jeweiligen Hersteller detailliert nachzuweisen.

In der Regel können Pfahlprobelastungen seitens der Prüfstatik, auch für auf Druck belastete Pfähle gefordert werden. Weitere Informationen hierzu sind der Bearbeitungsunterlage j) und der DIN EN ISO 22 477 zu entnehmen.

Das zur Verbindung, Lastweiterleitung und Lasteinleitung erforderliche **Pfahlrost** ist durch den Tragwerksplaner zu bemessen.

6.2 Gruppenwirkung der Pfähle

Gemäß den Angaben der Bearbeitungsunterlage j) ist die Wechselwirkung zweier benachbarter Pfähle vernachlässigbar klein, sofern der Grenzabstand zwischen den Pfählen zueinander etwa dem **6- bis 8-fachem** des **Pfahldurchmessers** entspricht. Allerdings ist der notwendige Grenzabstand auch abhängig von der Pfahllänge sowie der Einbindung in den tragfähigen Baugrund. Mit steigender Einbindung nimmt der Grenzabstand zu.

Wir empfehlen daher eine nachträgliche Berechnung der Gruppenwirkung, sobald im Rahmen der Vorentwurfsplanung die erforderlichen Pfahllängen anhand der Pfahltragfähigkeiten sowie die geplanten Abstände der Pfähle untereinander endgültig festgelegt wurden.

6.3 Hinweise zur negativen Mantelreibung und dem Seitendruck

Die **negative Mantelreibung** ergibt sich aus Konsolidierungsvorgängen im Boden, die im Anschluss an die Pfahlherstellung erfolgt. Dabei ist die negative Mantelreibung als eine ständige Einwirkung, die sich aus der Relativverschiebung zwischen dem Boden und dem Pfahl in axialer Richtung ergibt, zu verstehen. Der Einfluss der nega-

tiven Mantelreibung ist beispielsweise bei nachträglichen Geländeauffüllungen auf Weichschichten zu erwarten.

Ein **Seitendruck** auf Pfähle ist beispielsweise bei nachträglich hergestellten, einseitigen Aufschüttungen, einseitigen, nachträglichen Abgrabungen sowie bei einer Hangsicherung oder der Sicherung eines Geländesprungs mittels Pfählen (insbesondere auf weichem bzw. noch ungünstigerem Baugrund) zu erwarten. Der Seitendruck kann sich z. B. auch aus nachträglich hergestellten, flachgegründeten Bauwerken neben tief gegründeten Bauwerken ergeben.

Zum derzeitigen Planungsstand liegen uns keine Informationen vor, die eine Überprüfung einer negativen Mantelreibung bzw. des Seitendrucks erfordern. Sofern entsprechende Maßnahmen (z. B. nachträgliche Geländeauffüllungen, Neuerrichtung von Bauwerken) angedacht sind, ist das aufstellende Büro zu informieren.

7 Hinweise zur Bauausführung

Für die Durchführung der Erd- und Gründungsarbeiten ergeben sich folgende Maßnahmen:

- Bei nicht ausreichenden Tragfähigkeiten zum Befahren der Arbeitsebene mit dem Pfahlbohrgerät sind ggf. weiterführende Maßnahmen (Baggermatratzen, Schottertragschicht) zu treffen,
- die Zugänglichkeit und die Tragfähigkeit der Arbeitsebene ist vor Beginn der Baustelleneinrichtung mit dem Pfahlhersteller zu begutachten,
- befindet sich die Widerlageraufstandsfläche unterhalb der Pfahlherstellenebene, so sind die Pfähle vorab herzustellen und anschließend zu kappen,
- je nach Tiefenlage des herzustellenden Widerlagers muss ggf. ein entsprechender Verbau hergestellt werden (z. B. ausgesteifter Spundwandkasten),
- für die Erdarbeiten sind ferner die Sicherungsmaßnahmen der DIN 4 124 zu beachten,
- als Bodenersatz eignen sich grobkörnige und steinfreie Böden der Bodengruppen SE, SW, SI sowie GE, GW und GI mit einem Schluffanteil von < 5%,

- das Bodenersatzmaterial ist in Lagen von ≤ 25 cm einzubauen und mindestens bis auf eine mitteldichte Lagerung zu verdichten,
- eine mitteldichte Lagerung ist erreicht, wenn eine Proctordichte von $D_{Pr} = 98 \%$ nachgewiesen werden kann,
- für die Verdichtungsprüfung eingebauter Böden empfiehlt sich die Entnahme von ungestörten Zylinderproben sowie das Bodenersatzverfahren (Densitometer) nach DIN 18 125 zur Überprüfung der labormäßig ermittelten Proctordichte nach DIN 18 127,
- die Anforderungen an verwendete Bodenersatzstoffe richten sich nach den entsprechenden Technischen Lieferbedingungen (TL) sowie den Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen (ZTV),
- die Verdichtungskontrollen eingebauter Böden sollte im Rahmen von Eigenüberwachungsprüfungen dem Umfang der gültigen Regelwerke entsprechen,
- Wasserstandsganglinien der Oste sowie die Gründungskoten des Bestandsbauwerkes standen uns zur detaillierten Prüfung zum Zeitpunkt der Berichtserstellung allerdings nicht zur Verfügung,
- das Fördern von Grundwasser im Rahmen einer bauzeitlichen Wasserhaltung sowie die Wiedereinleitung in ein Oberflächengewässer oder in das öffentliche Kanalnetz ist erlaubnispflichtig und bei der unteren Wasserbehörde des Landkreises rechtzeitig vor dem Beginn der Baumaßnahme anzuzeigen,
- je nach Bauweise des Brückenneubaus wird empfohlen, Maßnahmen zum Kolk-schutz zu berücksichtigen (Spundwand, wasserbauliche Maßnahmen usw.).

8 Zusammenfassung

Für den Neubau einer Fußgängerbrücke über die Oste in Heeslingen sollte der Untergrund erkundet und beurteilt werden. Hierfür erhielt das aufstellende Büro am 07. Dezember 2021 durch die Gemeinde Heeslingen den Auftrag.

Am 03. Februar 2022 sollten durch das aufstellende Büro zur Erkundung des Baugrunds insgesamt zwei Kleinbohrungen (BS) nach DIN EN ISO 22 475 (NW 80 mm) und zwei schwere Rammsondierungen (DPH) im Bereich der geplanten Bebauung bis zu einer Endteufe von maximal 10,00 m niedergebracht werden. Aufgrund der hohen Lagerungsdichte der angetroffenen Sande konnte die erforderliche Tiefe am Bohransatzpunkt BS 2 nicht erreicht werden.

Der geologische Untergrund besteht aus schwach organischen Sanden über gering mächtigen Geschiebemergel und Sandablagerungen.

Auf der Grundlage von Erfahrungswerten und der Bodenansprache sind Homogenbereiche für Erdarbeiten sowie für Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten vorläufig festgelegt worden.

Die Bauwerkslasten müssen über Pfähle in den tragfähigen Baugrund eingeleitet werden. Dabei wurden Pfahllängen von 7,00 m bis 10,00 m ermittelt.

Ein Wasserstand wurde in jedem Bohrloch gemessen und einer Grundwasserprobe zur Beurteilung der Stahl- und Betonaggressivität des Grundwassers wurde entnommen. Es wurde hinsichtlich der Betonaggressivität als schwach Beton angreifend ermittelt. Die Korrosionswahrscheinlichkeiten für Stahlbauteile können zusammenfassend als „sehr gering“ angegeben werden.

Chemische Untersuchungen an den oberflächennahen Sanden wurde gemacht. Teilweise sind Überschreitungen der Grenzwerte ermittelt worden.

Maßnahmen zur Bauausführung wurden angegeben. Die Aushub- und Gründungssituation muss nach den Vorgaben der DIN 4 020 durch den Gutachter abgenommen werden.

Die im Gutachten angenommenen Höhenbezüge sind bauseits zu prüfen. Bei Abweichungen ist das aufstellende Büro unverzüglich zu informieren.

Um nicht das Risiko von unkontrollierten Setzungen entstehen zu lassen, sind die Gründungsarbeiten sorgfältig nach Anweisung des Gutachters durchzuführen.

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.

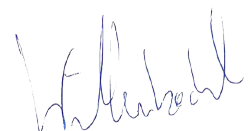
Ingenieurgesellschaft Dr.-Ing. Michael Beuße mbH



Dr.-Ing. Michael Beuße

Verteiler:

- Gemeinde Heeslingen



Geol. Arne Willenbockel

2- fach in Berichtsform

1- fach digital im pdf-Format



LEGENDE:

- BS 1 Kleinbohrung BS 1 nach DIN EN ISO 22 475 - NW 80 mm
- ▲ DPH 1 Schwere Rammsondierung DPH 1 nach DIN EN ISO 22 476



Ingenieurgesellschaft
Dr.-Ing. Michael Beuße mbH

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

Auftraggeber:

GEMEINDE HEESLINGEN

Projekt:

BVH Ersatzneubau Brücke FBH 4
Klostergang-Hollengrund,
27404 Heeslingen

Bearbeiter:
AW

Anlage:
1

Zeichner:
AW

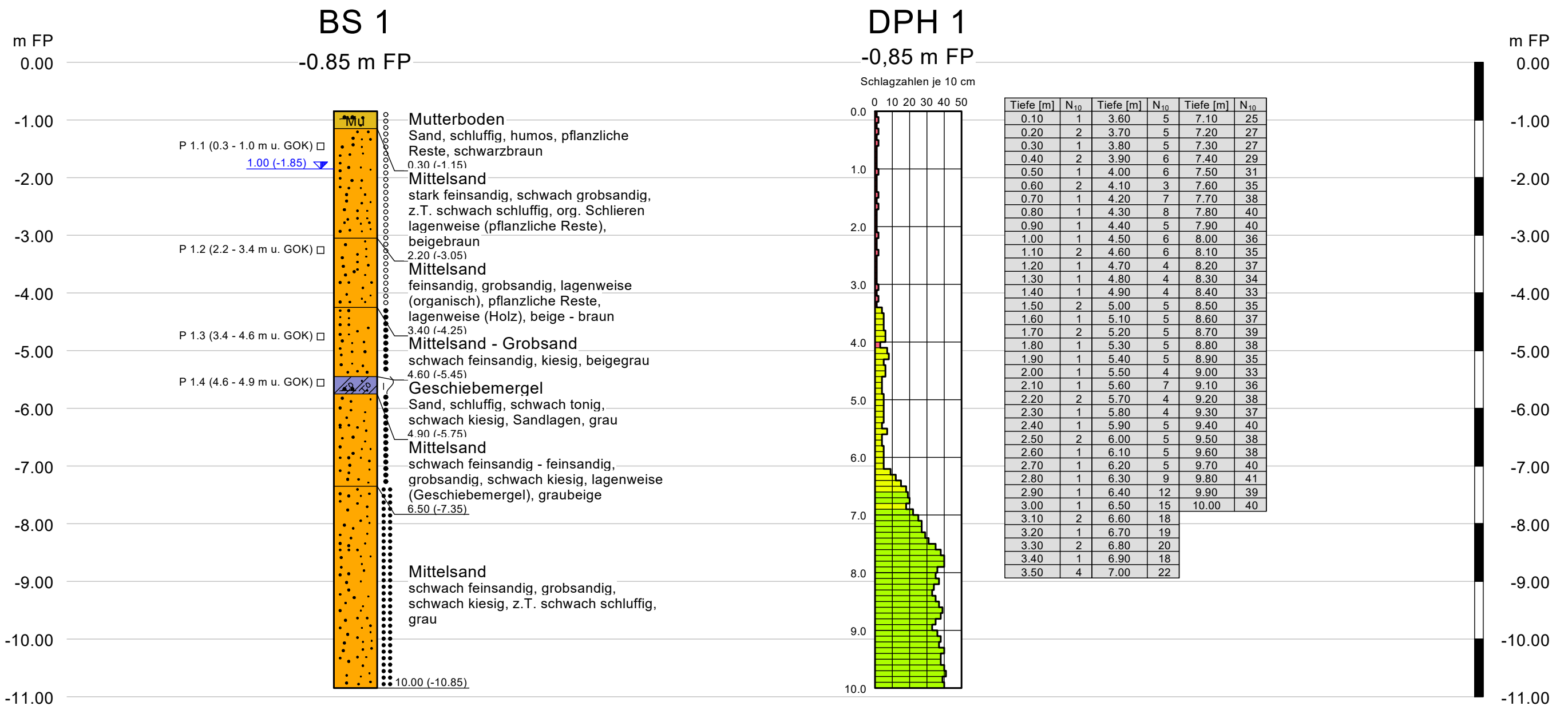
Datum:
28.02.2022

Maßstab:
o. M.

Darstellung:

Lageplan

Projekt: 21 - 17317 Verzeichnis: U:\Proj21\21-17317\CAD



BS - Kleinbohrung nach DIN EN ISO 22 475 - NW 80 mm
DPH - Schwere Rammsondierung nach DIN EN ISO 22 476

1.00 u. GOK ▼ GW nach Bohrende
03.02.2022

Legende DPH		weich - steif		Geschiebemergel	
	sehr locker		locker		Mutterboden
	locker		mitteldicht		Grobsand
	mitteldicht		dicht		Mittelsand
	dicht				
	sehr dicht				

Ingenieurgesellschaft
Dr.-Ing. Michael Beuße mbH

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

Projekt :
BVH Ersatzneubau Brücke FBH 4
Klostergang-Hollengrund
27404 Heeslingen

Auftraggeber :
GEMEINDE HEESLINGEN

Anlage :
2.1

Bericht :
21 - 17317

Maßstab (L/H) :
- / 1 : 75

Datum :
24.02.2022

Säulen- und Rammdiagramm BS / DPH 1

BS 2

-0.50 m FP

m FP

0.00

-1.00

-2.00

-3.00

-4.00

-5.00

-6.00

-7.00

-8.00

-9.00

-10.00

-11.00

P 2.1 (0.4 - 1.4 m u. GOK) □

1.40 (-1.90) ▼

P 2.2 (2.4 - 3.1 m u. GOK) □

P 2.3 (3.1 - 3.7 m u. GOK) □

P 2.4 (3.7 - 4.9 m u. GOK) □

P 2.5 (7.5 - 7.9 m u. GOK) □

Kein Bohrfortschritt

Mutterboden
Sand, schwach humos, pflanzliche
Reste, schwarzbraun
0.10 (-0.60)

Mittelsand
feinsandig - stark feinsandig,
schwach grobsandig, z.T. schwach
schluffig, org. Schlieren, beigebraun
2.40 (-2.90)

Mittelsand
feinsandig, schwach grobsandig
- grobsandig, z.T. organisch, pflanzliche
Reste, beige - braun
3.10 (-3.60)

Mittelsand
feinsandig, schwach grobsandig
- grobsandig, beige
3.70 (-4.20)

Mittelsand - Grobsand
kiesig - stark kiesig, beigebraun
4.90 (-5.40)

Mittelsand
feinsandig, schwach grobsandig,
lagenweise (Geschiebemergel),
graubeige
7.20 (-7.70)

Mittelsand
schwach feinsandig, grobsandig,
schwach kiesig, schwach schluffig,
lagenweise (Geschiebemergel),
grau
7.50 (-8.00)

Mittelsand
schwach feinsandig, grobsandig,
schwach kiesig, schwach schluffig,
grau
7.90 (-8.40)

DPH 2

-0,50 m FP

Schlagzahlen je 10 cm

0 10 20 30 40 50

0.0

1.0

2.0

3.0

4.0

5.0

6.0

7.0

8.0

9.0

Tiefe [m]	N ₁₀	Tiefe [m]	N ₁₀	Tiefe [m]	N ₁₀
0.10	0	3.60	15	7.10	6
0.20	1	3.70	10	7.20	6
0.30	0	3.80	4	7.30	10
0.40	0	3.90	4	7.40	16
0.50	1	4.00	4	7.50	17
0.60	0	4.10	4	7.60	23
0.70	0	4.20	4	7.70	22
0.80	1	4.30	4	7.80	33
0.90	0	4.40	5	7.90	45
1.00	1	4.50	5	8.00	53
1.10	0	4.60	8	8.10	59
1.20	1	4.70	7	8.20	65
1.30	1	4.80	5	8.30	62
1.40	1	4.90	5	8.40	60
1.50	1	5.00	4	8.50	48
1.60	2	5.10	4	8.60	43
1.70	1	5.20	4	8.70	49
1.80	2	5.30	4	8.80	55
1.90	1	5.40	4	8.90	58
2.00	1	5.50	4	9.00	65
2.10	1	5.60	4	9.10	72
2.20	1	5.70	4	9.20	85
2.30	1	5.80	4		
2.40	1	5.90	5		
2.50	2	6.00	5		
2.60	1	6.10	5		
2.70	2	6.20	5		
2.80	1	6.30	5		
2.90	1	6.40	5		
3.00	1	6.50	5		
3.10	2	6.60	5		
3.20	4	6.70	5		
3.30	5	6.80	5		
3.40	7	6.90	8		
3.50	11	7.00	6		

m FP

0.00

-1.00

-2.00

-3.00

-4.00

-5.00

-6.00

-7.00

-8.00

-9.00

-10.00

-11.00

BS - Kleinbohrung nach DIN EN ISO 22 475 - NW 80 mm
DPH - Schwere Rammsondierung nach DIN EN ISO 22 476

Legende DPH

	sehr locker
	locker
	mitteldicht
	dicht
	sehr dicht

	locker
	mitteldicht
	dicht

	Mutterboden
	Grobsand
	Mittelsand

1.40 u. GOK ▼ GW nach Bohrende
03.02.2022

Ingenieurgesellschaft
Dr.-Ing. Michael Beuße mbH

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



Projekt :
BVH Ersatzneubau Brücke FBH 4
Klostergang-Hollengrund
27404 Heeslingen

Auftraggeber :
GEMEINDE HEESLINGEN

Anlage :
2.2

Bericht :
21 - 17317

Maßstab (L/H) :
- / 1 : 75

Datum :
24.02.2022

Säulen- und Rammdiagramm BS / DPH 2



Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1

GEMEINDE HEESLINGEN

BVH Ersatzneubau Brücke FBH 4

Bearbeiter: A. Willenbockel

Datum: 28.02.2022

Prüfungsnummer: 21 - 17317 / P 005 - P 007

Probe entnommen am: 03.02.2022

Probe entnommen durch: A. Steffens

Art der Trocknung: Ofentrocknung

Probenbezeichnung:	P 005 / 1.1	P 006 / 1.4	P 007 / 2.1
Bohrung und Entnahmetiefe [m u. GOK]:	BS 1 0.30 - 1.00	BS 1 4.60 - 4.90	BS 2 0.40 - 1.40
Bodenart:	Sand	Geschiebe- mergel	Sand
Feuchte Probe + Behälter [g]:	346.70	337.43	302.90
Trockene Probe + Behälter [g]:	325.90	324.11	270.40
Behälter [g]:	219.00	237.43	131.00
Porenwasser [g]:	20.80	13.32	32.50
Trockene Probe [g]:	106.90	86.68	139.40
Wassergehalt [%]	19.46	15.37	23.31

Ingenieurgesellschaft
Dr.-Ing. Michael Beuße mbH

Elsterbogen 18 Tel.: 04182 - 28770
21255 Tostedt Fax.: 04182 - 287728

Bearbeiter: A. Willenbockel

Datum: 28.02.2022



Körnungslinie

GEMEINDE HEELINGEN

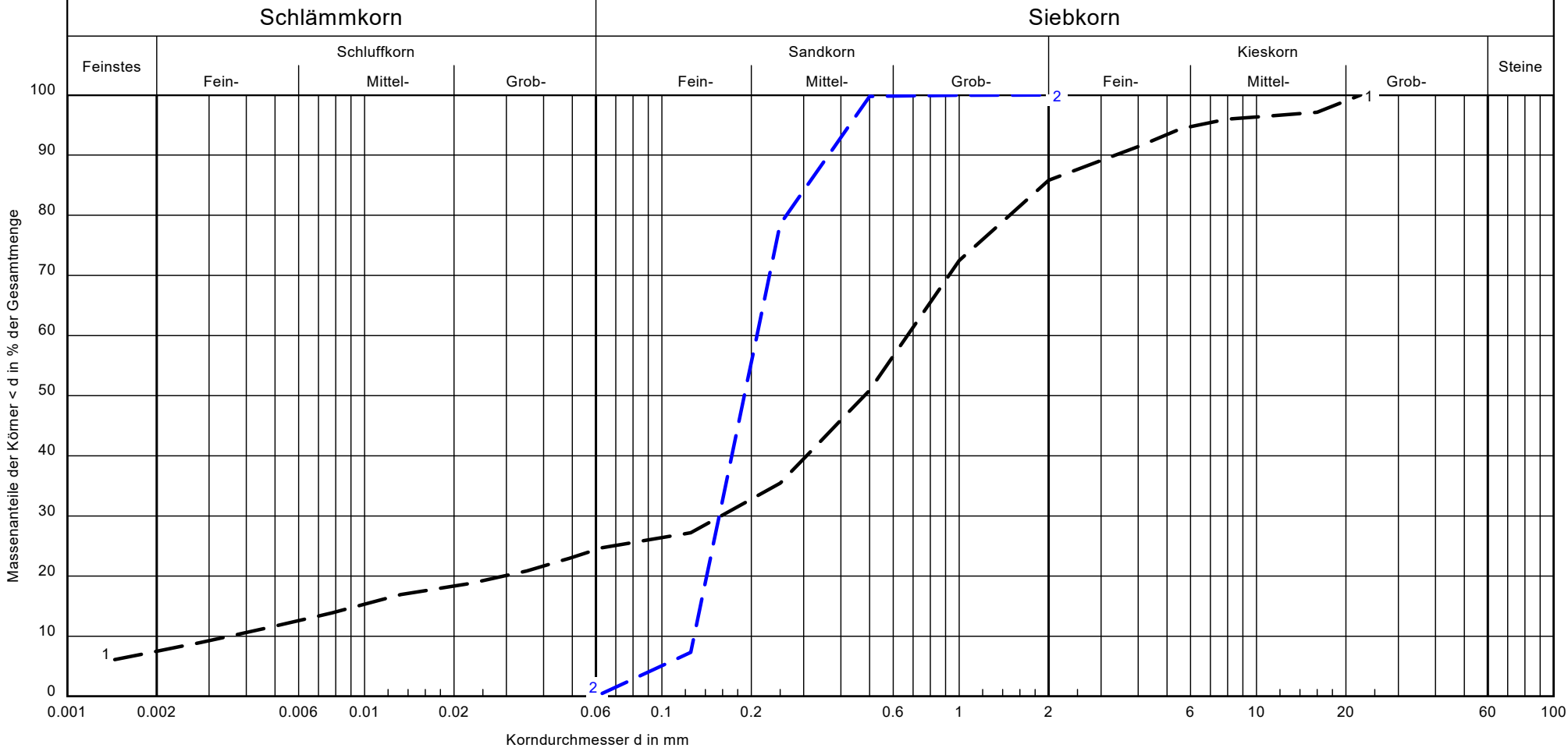
BVH Ersatzneubau Brücke FBH 4

Prüfungsnummer: 21 - 17317 / P 008 + P 009

Entnahmestelle: BS 2

Entnommen am / durch: 03.02.2022 / A. Steffens

Arbeitsweise: Siebanalyse nach DIN EN ISO 17 892-4



Entnahmestelle / Probe:

BS 1 / P 008

Entnahmetiefe:

4,60 - 4,90 [m u. GOK]

Bodenart:

S_t, u, t', fg'

T/U/S/G [%]:

7.3/17.4/61.1/14.2

U/Cc:

195.5/10.8

Bodengruppe:

SU*

Frostklasse:

F3

k-Wert nach Beyer:

8.3 * 10⁻⁸

Signatur

BS 2 / P 009

0,40 - 1,40 [m u. GOK]

fS, mS

- /0.5/99.5/ -

1.7/1.0

SE

F1

1.9 * 10⁻⁴

Bemerkungen:

Bericht:
21 - 17317
Anlage:
4



Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

GEMEINDE HEESLINGEN

BVH Ersatzneubau Brücke FBH 4

Bearbeiter: A. Willenbockel

Datum: 28.02.2022

Prüfungsnummer : 21 - 17317 / P 010

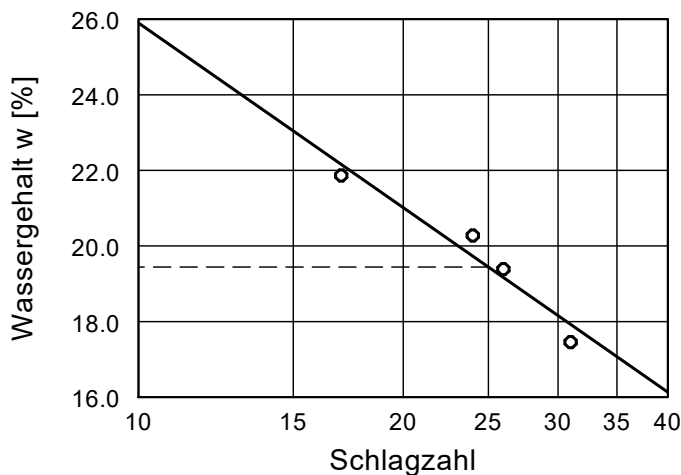
Entnahmestelle : BS 1

Tiefe : 4.60 m - 4.90 m u. GOK

Art der Entnahme : gestört

Bodenart : Geschiebemergel

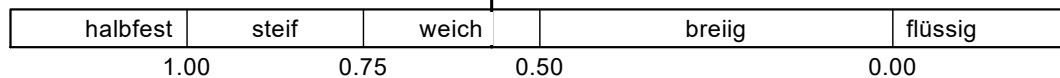
Probe entnommen am : 03.02.2022



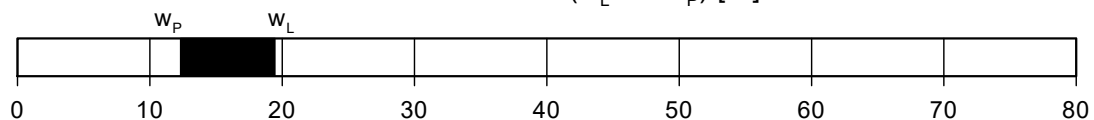
Wassergehalt $w = 15.4 \%$
 Fließgrenze $w_L = 19.4 \%$
 Ausrollgrenze $w_p = 12.3 \%$
 Plastizitätszahl $I_p = 7.1 \%$
 Konsistenzzahl $I_c = 0.57$

Zustandsform

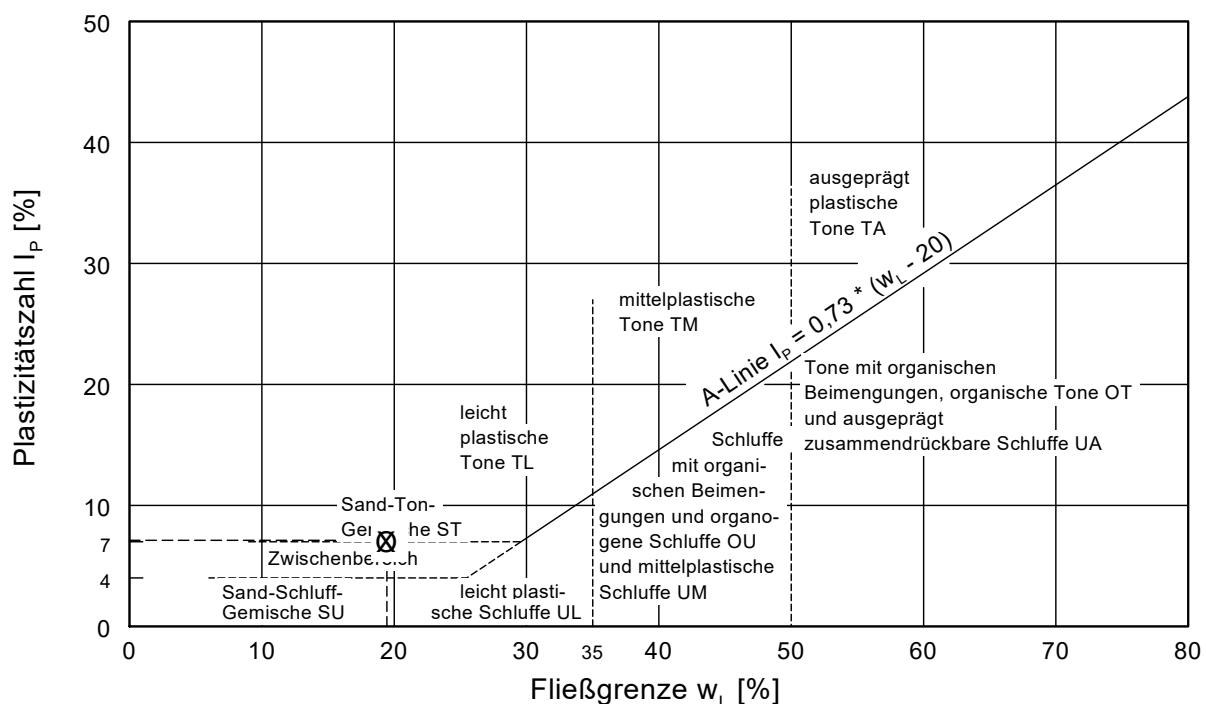
$I_c = 0.57$



Plastizitätsbereich (w_L bis w_p) [%]



Plastizitätsdiagramm





Glühverlust nach DIN 18 128

GEMEINDE HEESLINGEN

BVH Ersatzneubu Brücke FBH 4

Bearbeiter: A. Willenbockel

Datum: 28.02.2022

Prüfungsnummer : 21 - 17317 / P 011

Entnahmestelle : BS 1

Tiefe : 0,30 - 1,00 m u. GOK

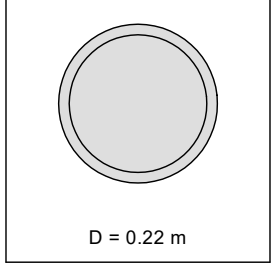
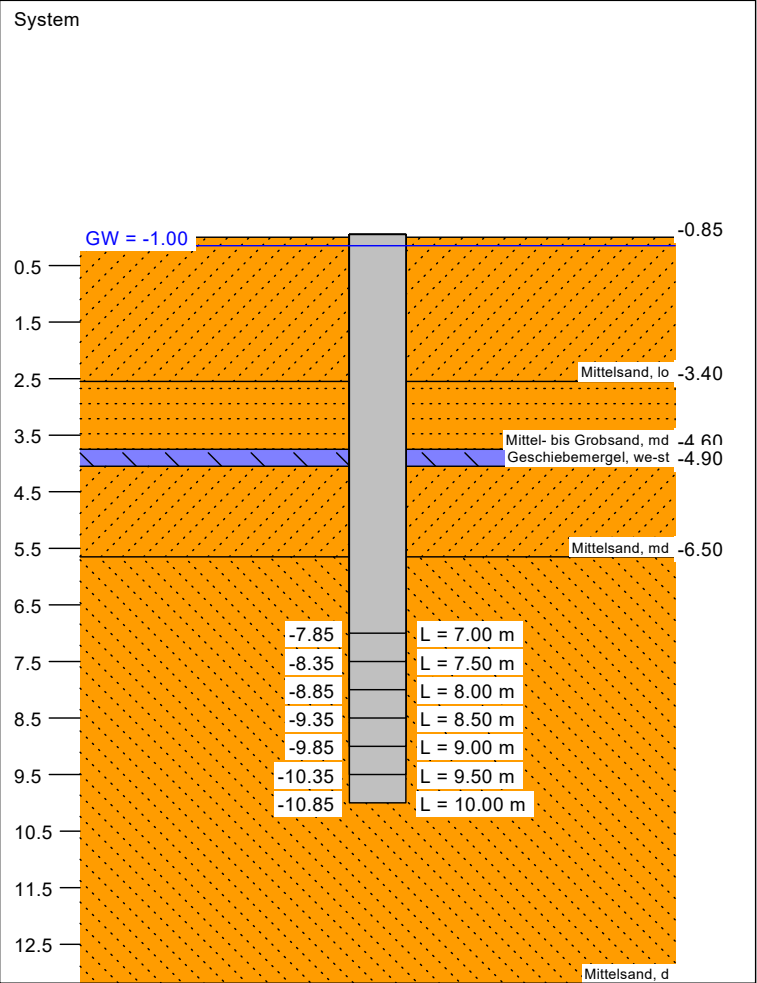
Art der Entnahme : gestört

Bodenart : Sand

Probe entnommen am : 03.02.2022

Probenbezeichnung:	P 011-1	P 011-2	P 011-3
Ungeglühte Probe + Behälter [g]	72.53	68.34	57.45
Geglühte Probe + Behälter [g]	72.03	67.83	57.07
Behälter [g]	31.69	29.45	30.45
Massenverlust [g]	0.50	0.51	0.38
Trockenmasse vor Glühen [g]	40.84	38.89	27.00
Glühverlust [-]	1.22	1.31	1.41
Mittelwert [-]	1.31		

Boden	q_c [MN/m ²]	$c_{u,k}$ [kN/m ²]	$q_{b,k35}$ [MN/m ²]	$q_{b,k10}$ [MN/m ²]	$q_{s(90^\circ),k}$ [MN/m ²]	$q_{s(45^\circ),k}$ [MN/m ²]	Bezeichnung
	1.0	0.0	0.000	0.000	0.0000	0.0000	Mittelsand, lo
	10.0	0.0	2.800	5.333	0.0417	0.0583	Mittel- bis Grobsand, md
	0.0	60.0	0.000	0.000	0.0200	0.0200	Geschiebemergel, we-st
	10.0	0.0	2.800	5.333	0.0417	0.0583	Mittelsand, md
	20.0	0.0	4.250	8.175	0.0750	0.1100	Mittelsand, d



D [m]	Länge [m]	R_k [kN]	R_d [kN]	$R_{E,k}$ [kN]	zul V [kN]	s [cm]
0.219	7.00	377.6	269.7	189.3	189.3	0.530
0.219	7.50	400.3	285.9	200.6	200.6	0.501
0.219	8.00	423.0	302.1	212.0	212.0	0.474
0.219	8.50	445.7	318.3	223.4	223.4	0.448
0.219	9.00	468.4	334.6	234.8	234.8	0.423
0.219	9.50	491.1	350.8	246.2	246.2	0.400
0.219	10.00	513.8	367.0	257.5	257.5	0.378

zul V = $R_{E,k} = R_k / (\gamma_P \cdot \gamma_{(G,Q)}) = R_k / (1.400 \cdot 1.425) = R_k / 1.99$ [$\gamma_{(G,Q)} = 1.425$]

Projekt:
BVH Ersatzneubau Brücke FBH 4
Klostergang-Hollengrund
27404 Heeslingen

Anlage :
7

Bericht :
21 - 17317

Auftraggeber :
GEMEINDE HEESLINGEN

Maßstab (L/H) :
- / -

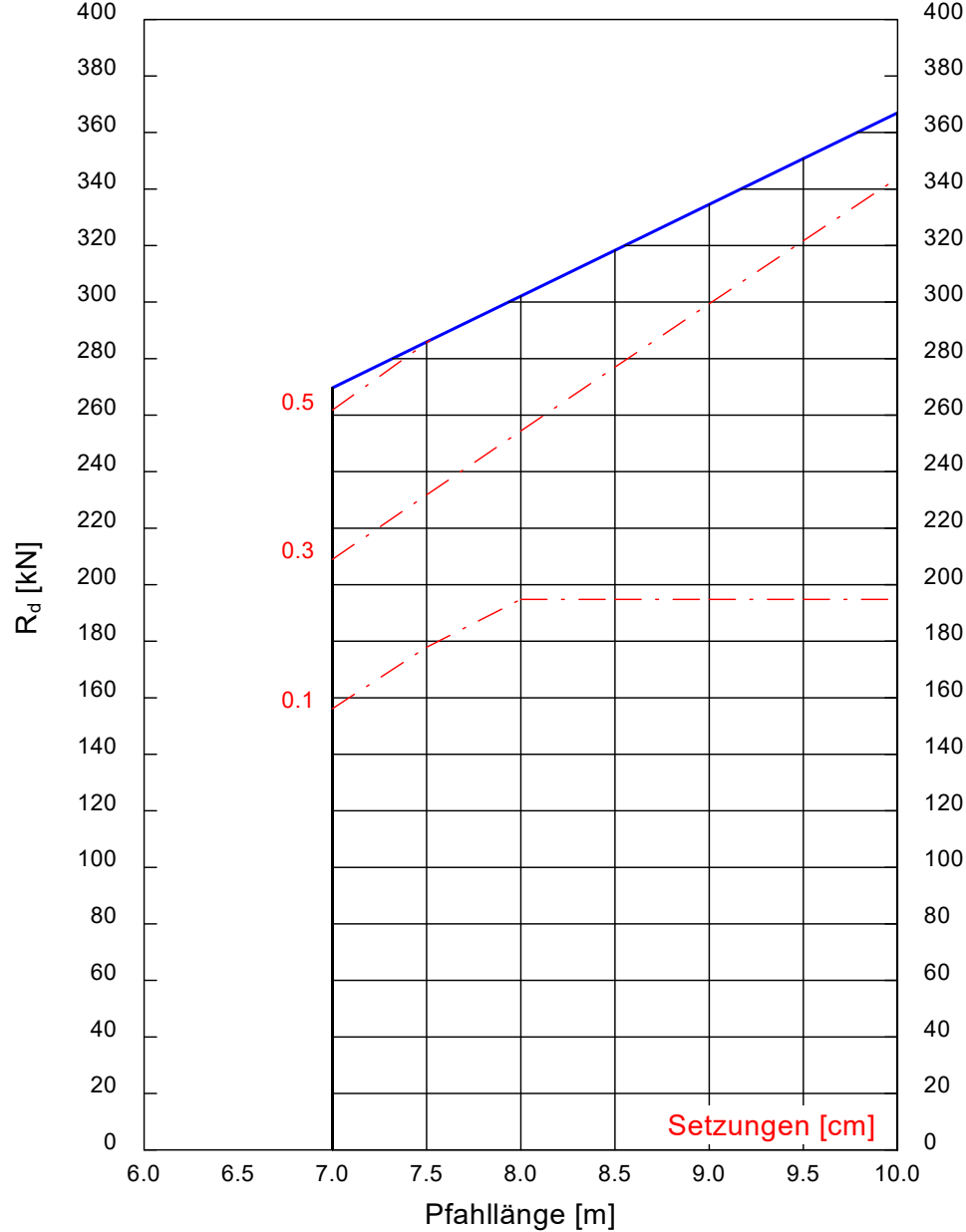
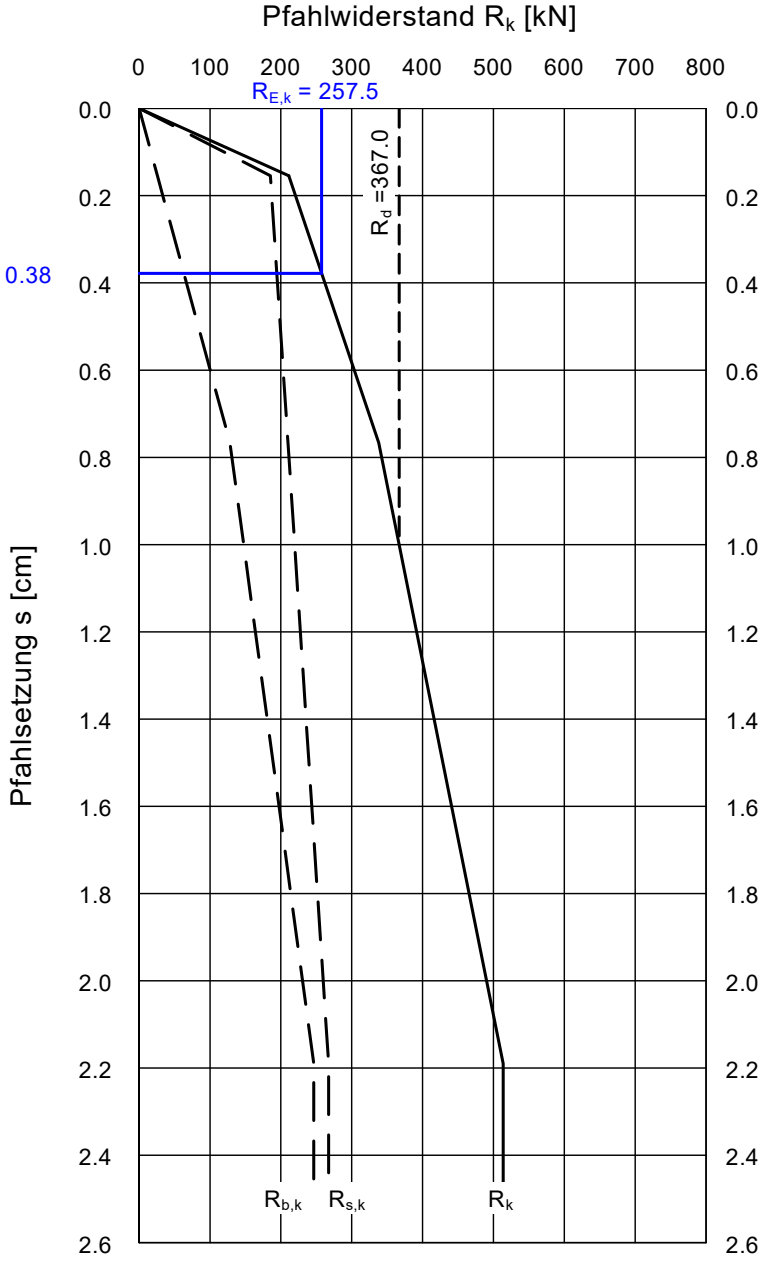
Datum :
28.02.2021

Vorbemessung eines Fertigrampfpfahls (D = 219 mm) mit variierender Länge
(geschlossener Stahlrohrpfahl / Bereich BS 1 / BS-P / Druckpfahl)

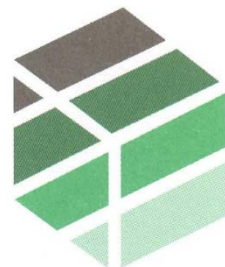
Berechnungsgrundlagen
Fertigrampfpfahl aus Stahl (DIN EN 12699)
Norm: EC 7
Fertigrampfpfahl
Geschlossenes Stahlrohr
Verhältniswert (min, max) = 0.00
Interpolation Mantelreibung:
bei $q_c < 7.5$ MN/m² deaktiviert

bei $c_{u,k} < 60$ kN/m² deaktiviert
 $\eta_b = 0.800$
 $\eta_s = 0.600$
Pfahldurchmesser = 0.219 m
Grundwasser = -1.00 m
 $\gamma_P = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$

Anteil Veränderliche Lasten = 0.500
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 R_d
Setzung



Widerstandssetzungslinie
für Pfahllänge = 10.00 m



Anhang 1 zum Bericht 21 - 17317

**Prüfbericht-Nr.: 2022P504010 / 1 vom 18.02.2022,
Unterlagen der GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
aus Pinneberg (Material: Boden)**

GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH · Flensburger Straße 15 · 25421 Pinneberg

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



Elsterbogen 18

21255 Tostedt

Prüfbericht-Nr.: 2022P504010 / 1

Auftraggeber	Ingenieurgesellschaft Dr.-Ing. Michael Beuße mbH Beratende Ingenieure
Eingangsdatum	09.02.2022
Projekt	21-17317/ BVH Ersatzneubau Brücke Hollengrund
Material	Sand
Kennzeichnung	siehe Tabelle
Auftrag	21-17317 / PNS Nr. 3013
Verpackung	Braunglas
Probenmenge	ca. 350 g
Auftragsnummer	22502456
Probenahme	durch den Auftraggeber
Probentransport	GBA
Labor	GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
Prüfbeginn / -ende	09.02.2022 - 18.02.2022
Methoden	siehe letzte Seite
Unteraufträge	
Bemerkung	
Probenaufbewahrung	Wenn nicht anders vereinbart, werden Feststoffproben drei Monate und Wasserproben bis zwei Wochen nach Prüfberichtserstellung aufbewahrt.

Pinneberg, 18.02.2022



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.: 2022P504010 / 1

GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
Flensburger Str. 15, 25421 Pinneberg
Telefon +49 (0)4101 7946-0
Fax +49 (0)4101 7946-26
E-Mail pinneberg@gba-group.de
www.gba-group.com

HypoVereinsbank
IBAN DE45 2003 0000 0050 4043 92
SWIFT BIC HYVEDEMM300
Commerzbank Hamburg
IBAN DE67 2004 0000 0449 6444 00
SWIFT-BIC COBADEHHXXX

Sitz der Gesellschaft:
Hamburg
Handelsregister:
Hamburg HRB 42774
USt-Id.Nr. DE 118 554 138
St.-Nr. 47/723/00196

Geschäftsführer:
Ralf Murzen,
Dr. Roland Bernerth,
Kai Plinke,
Dr. Dominik Obeloer
Ole Borchert

Prüfbericht-Nr.: 2022P504010 / 1

21-17317 / BVH Ersatzneubau Brücke Hollengrund

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

Auftrag		22502456	22502456	22502456
Probe-Nr.		001	002	003
Material		Sand	Sand	Sand
Probenbezeichnung		P 001 (MP BS 1.1 + 2.1)	P 002 (MP BS 1.2 + 2.2)	P 003 (MP BS 1.3 + 2.3)
Probemenge		ca. 350 g	ca. 350 g	ca. 350 g
Probeneingang		09.02.2022	09.02.2022	09.02.2022
Zuordnung gemäß		Sand	Sand	Sand
Trockenrückstand	Masse-%	86,6 ---	75,0 ---	87,7 ---
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 (EPA)	mg/kg TM	n.n. Z0	n.n. Z0	n.n. Z0
Benzo(a)pyren	mg/kg TM	<0,050 Z0	<0,050 Z0	<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	<1,0 Z0	7,0 Z0	<1,0 Z0
Blei	mg/kg TM	7,0 Z0	2,8 Z0	1,2 Z0
Cadmium	mg/kg TM	<0,10 Z0	<0,10 Z0	<0,10 Z0
Chrom ges.	mg/kg TM	1,6 Z0	2,3 Z0	1,6 Z0
Kupfer	mg/kg TM	3,5 Z0	2,2 Z0	3,6 Z0
Nickel	mg/kg TM	<1,0 Z0	2,8 Z0	1,4 Z0
Quecksilber	mg/kg TM	<0,10 Z0	<0,10 Z0	<0,10 Z0
Thallium	mg/kg TM	<0,30 Z0	<0,30 Z0	<0,30 Z0
Zink	mg/kg TM	7,6 Z0	16 Z0	6,7 Z0
TOC	Masse-% TM	0,59 Z1 (Z0)	1,7 Z2	0,090 Z0
Eluat		--- ---	--- ---	--- ---
pH-Wert		8,2 Z0	6,8 Z0	8,3 Z0
Leitfähigkeit	µS/cm	17 Z0	313 Z1.2	31 Z0
Chlorid	mg/L	0,62 Z0	0,85 Z0	0,66 Z0
Sulfat	mg/L	2,9 Z0	110 Z2	3,1 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	3,7 Z0	1,2 Z0
Blei	µg/L	<1,0 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0
Cadmium	µg/L	<0,30 Z0	0,34 Z0	<0,30 Z0
Chrom ges.	µg/L	<1,0 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0
Kupfer	µg/L	<1,0 Z0	<1,0 Z0	1,1 Z0
Nickel	µg/L	<1,0 Z0	11 Z0	<1,0 Z0
Quecksilber	µg/L	<0,20 Z0	<0,20 Z0	<0,20 Z0
Zink	µg/L	<10 Z0	140 Z0	<10 Z0

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

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

Prüfbericht-Nr.: 2022P504010 / 1
21-17314 / BVH Ersatzneubau Brücke Hollengrund
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: 2019-09 ^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

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

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

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



Anhang 2 zum Bericht 21 - 17317

**Prüfbericht-Nr.: 2022P504011 / 1 vom 18.02.2022,
Unterlagen der GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
aus Pinneberg (Material: Wasser)**

Anlage zu Prüfbericht 2022P504011

Probe-Nr.: 22502456 / 004

Probenbezeichnung: P 004 (Wasserprobe aus temp. Pegel bei BS 1)

Tabelle 1: Expositionsklassen für Betonkorrosion durch chemischen Angriff durch Grundwasser nach DIN 4030 Teil 1 (06/2008), Tabelle 4

	Messwert	Einheit	Expositionsklasse		
			XA1	XA2	XA3
pH-Wert	7,3		6,5 - 5,5	< 5,5 - 4,5	< 4,5 - 4,0
Kohlendioxid, kalklösend	18	mg/L	15 - 40	> 40 - 100	> 100
Ammonium	<0,20	mg/L	15 - 30	> 30 - 60	> 60 -100
Magnesium	2,8	mg/L	300 - 1000	>1000-3000	> 3000
Sulfat	17	mg/L	200 - 600	> 600 - 3000	> 3000 - 6000
Chlorid	32	mg/L	---	---	---
Gesamthärte	12	°dH	---	---	---
Härtehydrogencarbonat	10	°dH	---	---	---
Permanganat-Verbrauch	13	mg KMnO ₄ /L	---	---	---

Kurzbeurteilung: Das Wasser ist in die Expositionsklasse XA1 einzustufen.

GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH · Flensburger Straße 15 · 25421 Pinneberg

Ingenieurgesellschaft Dr.-Ing. Michael Beuße mbH
Beratende Ingenieure
Herr Dr.-Ing. Beuße
Elsterbogen 18



21255 Tostedt

Prüfbericht-Nr.: 2022P504011 / 1

Auftraggeber	Ingenieurgesellschaft Dr.-Ing. Michael Beuße mbH Beratende Ingenieure
Eingangsdatum	09.02.2022
Projekt	21-17317 / BVH Ersatzneubau Brücke Hollengrund
Material	Wasser
Auftrag	21-17317 / PNS Nr. 3013
Verpackung	Flaschenset
Probenmenge	ca. 1,75 L
GBA-Nummer	22502456
Probenahme	durch den Auftraggeber
Probentransport	GBA
Labor	GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
Analysenbeginn / -ende	09.02.2022 - 18.02.2022
Bemerkung	keine
Probenaufbewahrung	Wenn nicht anders vereinbart, werden Feststoffproben drei Monate und Wasserproben bis zwei Wochen nach Prüfberichtserstellung aufbewahrt.

Pinneberg, 18.02.2022



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.: 2022P504011 / 1

Prüfbericht-Nr.: 2022P504011 / 1

21-17314 / BVH Ersatzneubau Brücke Hollengrund

GBA-Nummer		22502456
Probe-Nummer		004
Material		Wasser
Probenbezeichnung		P 004 (Wasserprobe aus temp. Pegel bei BS 1)
Probemenge		ca. 1,75 L
Probeneingang		09.02.2022
Analysenergebnisse	Einheit	
Betonaggressivität		
pH-Wert		7,3
Geruch		unauffällig
Permanganat-Verbrauch	mg KMnO ₄ /L	13
Gesamthärte	°dH	12
Härtehydrogencarbonat	°dH	10
Nichtcarbonathärte	°dH	1,6
Magnesium	mg/L	2,8
Ammonium	mg/L	<0,20
Sulfat	mg/L	17
Chlorid	mg/L	32
Kohlendioxid, kalklösend	mg/L	18
Stahlaggressivität		
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/L	3,70
Calcium	mg/L	81

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

Prüfbericht-Nr.: 2022P504011 / 1
21-17314 / BVH Ersatzneubau Brücke Hollengrund
Angewandte Verfahren

Parameter	BG	Einheit	Methode
Betonaggressivität			DIN 4030-2: 2008-06 ^a 5
pH-Wert			DIN EN ISO 10523: 2012-04 ^a 5
Geruch			DIN EN 1622 Anhang C: 2006-10 ^a 5
Permanganat-Verbrauch	2,0	mg KMnO ₄ /L	DIN EN ISO 8467: 1995-05 ^a 5
Gesamthärte	0,010	°dH	DIN 38409-6: 1986-01 ^a 5
Härtehydrogencarbonat	0,050	°dH	DIN 38409-7: 2005-12/DEV D8: 1971 ^a 5
Nichtcarbonathärte	0,050	°dH	berechnet 5
Magnesium	0,10	mg/L	DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09 ^a 5
Ammonium	0,20	mg/L	DIN EN ISO 11732: 2005-05 ^a 5
Sulfat	0,50	mg/L	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07 ^a 5
Chlorid	0,60	mg/L	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07 ^a 5
Kohlendioxid, kalklösend	5,0	mg/L	DIN 4030-2: 2008-06 ^a 5
Stahlaggressivität			DIN 50929-3: 2018-03 5
Säurekapazität bis pH 4,3	0,050	mmol/L	DIN 38409-7: 2005-12 ^a 5
Calcium	0,020	mg/L	DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09 ^a 5

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

Anlage zu Prüfbericht 2022P504011

Probe-Nr.: 22502456 / 004

Probenbezeichnung: P 004 (Wasserprobe aus temp. Pegel bei BS 1)

Tabelle 1: Beurteilung von Wässern gem. DIN 50929 Teil 3

Nr.	Merkmal und Dimension / Einheit				Bewertungs- ziffer
		unlegierte Eisen	verzinkter Stahl		
1	Wasserart - fließende Gewässer - stehende Gewässer - Küste von Binnenseen - anaerob. Moor, Meeresküste	N1 0 -1 -3 -5	M1 -2 1 -3 -5		N1 -1
2	Lage des Objektes - Unterwasserbereich - Wasser / Luft-Bereich - Spritzwasserbereich	N2 0 1 0,3	M2 0 -6 -2		N2 0
3	c (Cl-) + 2c (SO4²⁻) / mol/m³ < 1 > 1 bis 5 > 5 bis 25 > 25 bis 100 > 100 bis 300 > 300	N3 0 -2 -4 -6 -7 -8	M3 0 0 -1 -2 -3 -4	1,3	N3 -2
4	Säurekapazität bis pH 4,3 mol/m³ < 1 1 bis 2 > 2 bis 4 > 4 bis 6 > 6	N4 1 2 3 4 5	M4 -1 1 1 0 -1	3,7	N4 3
5	c (Ca²⁺) / mol/m³ < 0,5 0,5 bis 2 > 2 bis 8 > 8	N5 -1 0 1 2	M5 0 2 3 4	2,0	N5 1
6	pH-Wert < 5,5 5,5 bis 6,5 > 6,5 bis 7,0 > 7,0 bis 7,5 > 7,5	N6 -3 -2 -1 0 1	M6 -6 -4 -1 1 1	7,3	N6 0

Bewertungszahlsumme Unterwasserbereich: $W0 = N1 + N3 + N4 + N5 + N6 + N3/N4 =$

0,33

Bewertungszahlsumme Wasser/Luft-Grenze: $W1 = W0 - N1 + N2 \times N3 =$

1,33

Abschätzung der Korrosionswahrscheinlichkeiten:

W0- bzw. W1 - Werte	Mulden- und Lochkorrosion	Flächen- korrosion
>= 0 -1 bis -4 <-4 bis -8 <-8	sehr gering gering mittel hoch	sehr gering sehr gering gering mittel