



2023/036 – Hk/Gi/Blm – 31.05.2023

**BBI Geo- und Umwelttechnik  
Ingenieur-Gesellschaft mbH  
Beratende Ingenieure**

Lübecker Str. 1 · 22087 Hamburg  
Tel. +49-40-229 468-0 · Fax -40  
E-Mail info@b-b-i.de  
www.b-b-i.de

## **BV ERSATZNEUBAU FREIBAD NORDEN-NORDDEICH**

### **Geotechnischer Bericht und Orientierender Schadstoffbericht**

**Gutachten  
Beratung  
Planung  
Bauüberwachung  
Baugruddynamik  
Umwelttechnik**

#### **Geschäftsleitung**

Dr.-Ing. Franjo Böckmann<sup>1</sup>  
Dr. rer. nat. Götz Hirschberg<sup>1</sup>  
Dr.-Ing. Fabian Kirsch<sup>1,2</sup>  
Dr.-Ing. Olaf Stahlhut<sup>1</sup>

#### **Partner**

Dipl.-Ing. Peter Bahnsen<sup>1</sup>  
Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Sascha Henke<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Mitglieder der Hamburgischen  
Ingenieurkammer-Bau

<sup>2</sup> Anerkannter Prüfsachverständiger für  
den Erd- und Grundbau.

Verband Beratender Ingenieure

Zertifiziert gemäß:  
DIN EN ISO 9001: 2008



SCC (Safety Certificate Contractors)



#### **Auftraggeber:**

Wirtschaftsbetriebe der Stadt Norden GmbH  
Dörper Weg 22  
26506 Norden





## INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1. VERANLASSUNG .....	3
2. UNTERLAGEN .....	3
2.1. Dokumentationen, Berichte und Pläne .....	3
2.2. Verordnungen, Regelwerke & Literatur .....	4
2.3. Normen .....	4
3. BAUWERK UND BAUGELÄNDE .....	6
4. KAMPFMITTELVERDACHT .....	7
5. UNTERSUCHUNGSPROGRAMM .....	7
6. UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE .....	8
6.1. Ergebnisse der Sondierbohrungen .....	8
6.2. Ergebnisse der Schweren Rammsondierungen (DPH) .....	8
7. BODENMECHANISCHE LABORVERSUCHE .....	9
7.1. Kornverteilung nach DIN EN ISO 17892-4 .....	9
7.2. Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1:2015-03 .....	10
7.3. Glühverlust nach DIN 18128 .....	10
7.4. Baugrundkennwerte für erdstatische Berechnungen .....	11
8. GRUNDWASSERVERHÄLTNISSE .....	11
8.1 Grundwasserstände .....	12
8.2 Bemessungswasserstand .....	12
9. GRÜNDUNGSEMPFEHLUNG .....	12
9.1 Schwimmbad (Schwimmer- sowie Nichtschwimmer-Teil) .....	13
9.2 Kinderbecken .....	14
9.3 Technikkeller .....	14
9.4 Tiefgründung mittels Mikropfählen .....	15
10. BAUGRUBENSICHERUNG .....	16
10.1 Allgemeines .....	16
10.2 Baugrubenumschließung des Technikkellers .....	17
	...



10.3	Erdstatische Rechenansätze .....	18
10.4	Wasserhaltung .....	19
11.	ORIENTIERENDE SCHADSTOFFERKUNDUNG .....	19
11.1	Organoleptische Bodenansprache .....	19
11.2	Untersuchungsumfang .....	19
11.3	Ergebnisse und Bewertung .....	20
11.3.1	Sande .....	20
11.3.2	Aufgefüllte Lehm- und Kleiböden .....	20
11.3.3	Organische Weichschichten: Klei- und Torfböden .....	20
11.4	Fazit der orientierenden Schadstofferkundung .....	21
11.5	Hinweise zur Bodenverwertung .....	21
12.	VERSAUERUNGSPOTENZIAL .....	23
13.	ERGÄNZENDE GEOTECHNISCHE HINWEISE .....	24
	ANLAGENVERZEICHNISS .....	26

## 1. VERANLASSUNG

Die Wirtschaftsbetriebe Norden planen den Ersatzneubau des Freibads in Norden Norddeich, Niedersachsen. In der Vergangenheit wurden bereits zwei geotechnische Berichte durch die BBI Geo- und Umwelttechnik Ingenieurgesellschaft mbH für die Anlagenteile 1 bis 5 für das BV Nationalparkpromenade und Dünenlandschaft im Westen-Norden Norddeich [U 1] und [U 2] erstellt. Die aktuell zusätzlich geplanten Maßnahmen unterteilen sich in drei weitere Bauwerke:

- Neubau Becken
- Neubau Wasserbehälter
- Neubau Technikeller

Die BBI Geo- und Umwelttechnik Ingenieurgesellschaft mbH wurde von den Wirtschaftsbetrieben Norden beauftragt, eine Baugrunderkundung der Baufelder mit der anschließenden Erstellung eines Geotechnischen Berichtes durchzuführen.

Parallel zur Baugrunderkundung erfolgte eine Orientierende Schadstoffuntersuchung des im Rahmen der Baumaßnahme voraussichtlich anfallenden Bodenaushubs für Bauwerke. Die Ergebnisse dieser vorlaufenden Schadstoffuntersuchung werden ebenfalls in diesem Bericht dokumentiert.

## 2. UNTERLAGEN

Zur Projektbearbeitung wurden folgende Unterlagen verwendet und liegen diesem Bericht zugrunde:

### 2.1. Dokumentationen, Berichte und Pläne

- [U 1] BV Nationalparkpromenade und Dünenlandschaft Ost - Norden Norddeich – Teil 1 Zentrum, Teil 2 Westdüne, Teil 3 Deich, Geotechnischer Bericht, BBI Geo- und Umwelttechnik Ingenieur-Gesellschaft mbH, 02.02.2018
- [U 2] BV Nationalparkpromenade und Dünenlandschaft West - Norden Norddeich – Teil 4 Wasserkante Ost, 4a Wattfenster, 4b Meeresterrasse, Teil 5 Schwimmbad, Geotechnischer Bericht, BBI Geo- und Umwelttechnik Ingenieur-Gesellschaft mbH, 20.05.2019
- [U 3] Ersatzneubau FB Norden-Norddeich, Grundlagen - Grundriss/Schnitt, Janßen Bär Partnerschaft mbB Architekten, 24.05.2023.
- [U 4] Schalplan, Nordseeküstenbad Norden-Norddeich, Badebecken Norddeich, 17.08.1972.



- [U 5] Aufmaß der Stahlbetonbohrpfähle, Nordseeküstenbad Norden-Norddeich, Baderbecken Norddeich, 26.09.1972.
- [U 6] Grundriss und Leitungsplan - Meerwasserbad, Allfiltra GmbH, 07.11.1972
- [U 7] Ergebnis der beantragten Luftbildauswertung nach § 3 NUIG, LGLN Kampfmittelbeseitigungsdienst, 14.11.2016
- [U 8] Deichbehördliche Ausnahmegenehmigung IV/66-67500510-20563/2023 Norden, Landkreis Aurich, 04.04.2023
- [U 9] Baugrund Wolter, Rusch: Schichtenverzeichnisse, 04/2023

## **2.2. Verordnungen, Regelwerke & Literatur**

- [U 10] EBV Ersatzbaustoffverordnung – ErsatzbaustoffV: Verordnung über Anforderungen an den Einbau von mineralischen Ersatzbaustoffen in technische Bauwerke, 09.07.2021
- [U 11] Mitteilung der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall 20, Anforderung an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen: Teil II: Technische Regeln für die Verwertung, 1.2 Bodenmaterial (TR Boden), 05.11.2004
- [U 12] Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung - DepV), Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, 15.01.2013
- [U 13] Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV), 12.07.1999
- [U 14] LBEG – Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie: Geofakten 24 Sulfatsaure Böden in niedersächsischen Küstengebieten: Entstehung, Vorkundung und Auswertungskarten, 10/2018
- [U 15] LBEG - Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie: Sulfatsaure Böden in niedersächsischen Küstengebieten 1:50 000 - unterhalb von 2 m Tiefe , 03/2018
- [U 16] EAB - Empfehlungen des Arbeitskreises "Baugruben", 5. Auflage.

## **2.3. Normen**

DIN 1045	Beton und Stahlbeton
DIN 1054:2010-12	Baugrund – Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1
DIN 4017-2006-03	Baugrund - Berechnung des Grundbruchwiderstandes von Flachgründungen



DIN 4020:2010-12	Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke - Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-2
DIN 4030-1:2008-06	Beurteilung betonangreifender Wässer, Böden und Gase – Teil 1: Grundlage und Grenzwerte
DIN 4094:1990-12	Baugrund - Erkundung durch Sondierungen
DIN 4124:2012-01	Baugruben und Gräben - Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten
DIN 4085:2011-05	Baugrund - Berechnung des Erddrucks
DIN 18128:2002-12	Baugrund, Untersuchung von Bodenproben - Bestimmung des Glühverlustes
DIN 18196:2011-05	Erd- und Grundbau - Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke
DIN 19712:2013-01	Hochwasserschutzanlagen an Fließgewässern
DIN EN 206-1:2001-07:	Beton Teil 1, Tabelle 2: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität
DIN EN 1997-1:2009-09	Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 1: Allgemeine Regeln; Deutsche Fassung EN 1997-1:2004 + AC:2009 Hinweis: Die neuere Ausgabe 2014-03 der DIN EN 1997-1 ist zum Zeitpunkt des vorliegenden Berichtes bauaufsichtlich noch nicht eingeführt. Nach deren bauaufsichtlicher Einführung ist die Ausgabe 2014-03 zugrunde zu legen.
DIN EN 1997-1/NA:2010-12	Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 1: Allgemeine Regeln
DIN EN 1997-2:2010-10	Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds; Deutsche Fassung EN 1997-2:2007 + AC:2010



DIN EN 1997-2/NA:2010-12	Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds
DIN EN ISO 14688-1:2013-12	Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden - Teil 1: Benennung und Beschreibung (ISO 14688-1:2002 + Amd 1:2013); Deutsche Fassung EN ISO 14688-1:2002 + A1:2013
DIN EN ISO 14688-2:2013-12	Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden - Teil 2: Grundlagen für Bodenklassifizierungen (ISO 14688-2:2004 + Amd 1:2013); Deutsche Fassung EN ISO 14688-2:2004 + A1:2013
DIN EN ISO 17892-1:2015-03	Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Laborversuche an Bodenproben - Teil 1: Bestimmung des Wassergehalts (ISO 17892-1:2014); Deutsche Fassung EN ISO 17892-1:2014
DIN EN ISO 17892-4:2017-04	Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Laborversuche an Bodenproben - Teil 4: Bestimmung der Korngrößenverteilung

### 3. **BAUWERK UND BAUGELÄNDE**

Der Untersuchungsgebiet, auf dem das neue Freibad erbaut wird, ist von einem Weg im Norden, dem Deichlängsweg im Südosten und der Strandkorbwiese bzw. der Ostsee im Norden und dem dreigeschossigen Bestandsgebäude begrenzt. Die geographische Lage der Baufelder ist der Übersichtskarte in der Anlage 1 zu entnehmen.

Das dreigeschossige Bestandsgebäude, das Haus des Gastes [U 4], befindet sich teilweise im Untersuchungsgebiet. Die Außenfläche des Gebäudes ist mit gepflasterten Wegen versehen. Das in den 70er Jahren errichtete Schwimmbad mit einer Beckenlänge von rd. 100 m und einer max. Breite von 50 m befindet sich nördlich an dem Haus des Gastes. Zwei Sprungtürme mit 3 m und 1 m Höhe sind am Beckenrand positioniert. Zu- und Ableitungen sowie Reinigungsanlagen befinden sich auf der Fläche. Derzeit ist das Schwimmbad außer Betrieb genommen. Außer den bestehenden Bauwerken befindet sich eine unversiegelte Wiesenoberfläche mit vereinzelt Gehölzen im Untersuchungsgebiet.



Gemäß den uns zur Verfügung gestellten Planungsunterlagen [U 3] ist das im Rahmen dieser Untersuchung betrachtete Gelände planerisch in drei Bauwerken gegliedert:

- Die neu zu errichtenden Becken sollen eine maximale Wassertiefe von 1,35 m (Fertigmaß) und gesamt ca. 500 m<sup>2</sup> Wasserfläche aufweisen.
- 2 neuen Wasserbehälter, ein Nichtschwimmerbecken mit ca. 360 m<sup>2</sup> Fläche, ein Kinderbecken mit ca. 65 m<sup>2</sup> Fläche
- Neubau Technikeller (unterirdisch) mit ca. 123,25 m<sup>2</sup> BGF geplant.

#### 4. KAMPFMITTELVERDACHT

Die sicherheitstechnische Begleitung der Aufschlussarbeiten wurde durch einen befähigten Feuerwerker nach § 20 Sprengstoffgesetz der Fa. BKB Blankenburger Kampfmittelbergung, Blankenburg im Bereich der Kampfmittelverdachtsflächen am Freibad sichergestellt [U 7].

#### 5. UNTERSUCHUNGSPROGRAMM

Im Rahmen der Baugrunderkundungsarbeiten wurden insgesamt **4 Bohrsondierungen** (BS 1/23 - BS 4/23) gemäß DIN 4020:2010-12 mit daran gekoppelter Probennahme niedergebracht. Weiterhin wurden **3 schwere Rammsondierungen** (DPH 1/23 - DPH 3/23) durchgeführt, um die Lagerungsverhältnisse der anstehenden nichtbindigen Böden zu ermitteln. Die Sondierungen BS/DPH 38 bis 40 aus dem Jahr 2019 [U 1], sowie BS/DPH 4 und 5 aus dem Jahr 2017 [U 1] wurden auf der Fläche des Schwimmbades ausgeführt und werden ebenfalls zur Baugrundbeurteilung hinzugezogen.

Die neu durchgeführten Aufschlüsse erfolgten durch der Fa. Baugrund R. Wolter, Rusch im Zeitraum von 04. bis 06. April 2023 in unserem Auftrag. Die Bohrsondierungen sowie schwere Rammsondierungen wurden jeweils bis in eine Tiefe von 15 m unter Ansatzpunkt durchgeführt.

Die fachtechnische Überwachung der Aufschlussarbeiten wurde gemäß Auflage aus der Deichbehördlichen Ausnahmegenehmigung [U 8] von einer geologischen Fachkraft aus unserem Ingenieurbüro kontinuierlich durchgeführt.

Die Aufschlusspunkte wurden vom Bohrunternehmen lage- und höhenmäßig eingemessen. Die genaue Lage der Aufschlusspunkte sowie die Schnittführung der Untergrundaufschlüsse gehen aus dem Lageplan der Anlage 2 hervor. Die Ergebnisse der Baugrundaufschlüsse sind in Form von Bohrprofilen (BS) und Rammsondierdiagrammen (DPH) in den Anlagen 3.1 - 3.2 aufgetragen. Die höhengerechte Einmessung der Geländeoberkante ist dort für jede Sondierung angegeben.





Den Bohrprofilen liegen die Schichtenverzeichnisse des Bohrunternehmers [U 9] zugrunde, die von uns nach DIN EN ISO 14688-1:2013-12 überarbeitet und ergänzt wurden. Außerdem wurden die Böden substratgenetisch eingestuft.

## 6. UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE

Die Geländeoberfläche im Bereich des Baufeldes ist gemäß der eingemessenen Bohransatzpunkte mit Höhen von + 4,08 m NHN (BS 1/23) bis + 6,34 m NHN (BS 5) bzw. auf einer gemittelten Höhe von + 4,7 m NHN nivelliert.

### 6.1. Ergebnisse der Sondierbohrungen

Unterhalb der vorhandenen Betonplatte sowie Grünfläche folgt eine **sandige sowie bindige Auffüllung** mit Schichtdicken zwischen ca. 0,9 m (BS 1/23) und 7,3 m (BS 5) u. GOK in Abhängigkeit zu den Bohransatzhöhen. Der obere Bereich der aufgefüllten Böden ist meistens durch sandige Bestandteile gekennzeichnet. Die sandigen und bindigen Auffüllungen sind in entsprechender Wechsellagerung und/oder mit zwischengeschalteten Schichten ausgebildet. Die Auffüllung enthält tonige, schluffige und kiesige sowie organische Anteile, z. B. vereinzelte Muschelreste (BS 5). Darüber hinaus weist die Auffüllung in BS 3/23 anthropogene Fremdbestandteile wie z. B. Ziegelreste auf. Die Unterkanten der Auffüllung liegen in Tiefen zwischen ca. +3,18 m NHN (BS 1/23) und -1,04 m NHN (BS 5).

Darunter hat sich seeseitig ein Sandwatt abgelagert, das mit Schichtdicken zwischen ca. 1,4 m (BS 40) und 3,5 m (BS 4/23) (außer BS 5 und BS 38) ansteht. Unterhalb der Auffüllung sowie des Sandwatts folgt eine rd. 1,6 m mächtige Klei- und Torfschicht. Die Kleischichten wurden mit einer weichen Konsistenz festgestellt.

Die Unterkante der Weichschicht reicht zwischen ca. -1,13 m NHN (BS 40) bis -2,49 m NHN (BS 2/23). Unterhalb der Weichschicht ist bis zur Endteufe ein feinkörniger Sand mit Mittelsandanteilen sowie organischen Anteilen erbohrt worden, in dem wechselnden Gehalte bzw. Lagen an Schluff eingelagert sind. In den Sondierungen BS 4/23 und BS 40 ist im Sand eine Torflinse von 0,3 m bis 1,1 m Mächtigkeit eingeschaltet. Eine Torfschicht ist von 8,3 bis 9,4 m unter Ansatzpunkt in den Sand der BS 40 sowie von 7,7 bis 8,0 m unter Ansatzpunkt in der BS 4/23 eingeschaltet.

### 6.2. Ergebnisse der Schweren Rammsondierungen (DPH)

Die durchgeführten schweren Rammsondierungen (DPH) wurden bis in eine maximale Tiefe von 15 m unter Gelände paarweise mit den Bohrsondierungen niedergebracht. Aufgrund des Vorschachtens zur Feststellung der Leitungsfreiheit ist die Messung der Schlagzahlen bei den alten Aufschlüssen erst ab 1,0 m unter Flur aufgezeichnet. Im Rahmen der Messungen werden die Schlagzahlen pro 10 cm aufgezeichnet, woraus die Lagerungsdichte nichtbindiger Bodenschichten abgeleitet werden kann.



Die sandige Auffüllung weist eine sehr lockere bis lockere, z. T. mitteldichte Lagerungsdichte bis zu einer Tiefe von ca. 2,0 m unter GOK bzw. bis zu ca. + 3,0 m NHN von + 2,0 m NHN auf. In der Sondierung DPH 39 reicht der locker gelagerte Bereich bis in eine Tiefe von 1,2 m (+ 3,20 m NHN).

Darunter wurde eine mindestens mitteldichte Lagerung der gewachsenen Sande (Sandwatt) bis zur jeweiligen Endteufe festgestellt. Eine Einschränkung wurde im Messverlauf der Sondierung DPH 40 festgestellt. Hier ist der sandige Untergrund bis in eine Tiefe von 4,9 m sehr locker gelagert mit teilweisen Schlagzahlen von  $n_{10} = 0$ . Obwohl diese Sande den potenziell tragfähigen Untergrund bilden, sind sie aufgrund der untergelagerten Weichschicht nicht für den Abtrag von Bauwerkslasten geeignet.

Der gewachsene Sand unterhalb der Klei-, und Muddeschicht bildet den potenziell tragfähigen Baugrund.

Die Sondierdiagramme sind neben den Bohrprofilen in den Anlage 3.1 bis 3.2 aufgetragen.

## 7. **BODENMECHANISCHE LABORVERSUCHE**

Aus den in der Untergrunderkundung angetroffenen Bodenschichten unterhalb der Gründungsebene wurden repräsentative Bodenproben ausgewählt und in unserem bodenmechanischen Labor untersucht. Die Bodenansprache erfolgte nach DIN EN ISO 14688-1:2013-12.

Unter Berücksichtigung der geplanten Baumaßnahme und der vorhandenen Unterlagen wurden die folgenden bodenmechanischen Laborversuche vorgenommen:

- Bestimmen der Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4:2017-04
- Bestimmen des Wassergehaltes nach DIN EN ISO 17892-1:2015-03
- Bestimmen des Glühverlusts nach DIN 18128:2002-12

Die ausgeführten bodenmechanischen Laborversuche sind in der Anlage 4.1 bis Anlage 4.3 tabellarisch zusammengefasst.

### 7.1. **Kornverteilung nach DIN EN ISO 17892-4**

Zur Bestimmung der Bodenart wurden in Ramen dieses Projekts insgesamt zwölf Korngrößenverteilungen von ausgewählten Schichten ermittelt. Dazu wurden neun Nasssiebungen repräsentativer Proben aus den Sanden durchgeführt. Die bindigen Schichten wurden mit drei kombinierten Sieb- und Schlämmanalysen granulometrisch bestimmt. Die Körnungslinien der Analysen sind in der Anlage 5.1 bis 5.3 beigefügt.



Das **obere Sandwatt**, das sich zwischen der Auffüllung und Weichschicht befindet, ist kornanalytisch überwiegend als Fein- bis Mittelsand mit vereinzelt kiesigen Anteilen einzustufen. Bei drei Kornverteilungskurven liegt der Kieskornanteil bei  $< 2\%$ , und der Feinkornanteil beträgt in der Regel  $< 5\%$ . Mit einer Ungleichförmigkeitszahl ( $C_U$ ) von 2,9 bis 3,1 ist der Sand enggestuft (SE), vgl. Anlage 5.1.

Granulometrisch besteht der **Klei** primär aus Schluff (zwischen ca. 48 % und 60 %), der stark tonig (rd. 30 %) beeinflusst ist. Sand ist in Mengenanteilen von rd. 15 % vorhanden.

Der unterhalb der Weichschicht liegende Sand wurde granulometrisch mit rd. 60 % bis 80 % Feinsandanteil, rd. 20 - 40 % Mittelsandanteil und  $< 10\%$  schluffigen Anteilen sowie einer Ungleichförmigkeitszahl von  $C_U = 2,2$  bis 2,7 als enggestufter bzw. gemischtkörniger Sand (SE-SU) bestimmt.

### 7.2. Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1:2015-03

Die Konsistenzbestimmung von bindigen Böden ist, zusätzlich zu dem Gehalt an Feinkorn, abhängig von der aktuellen Bodenfeuchte. Deshalb wurde im Rahmen von insgesamt drei Versuchen zur Wassergehaltsbestimmung gemäß DIN EN ISO 17892 der Wassergehalt des Bodens bestimmt (Anlage 4.1 bis 4.3).

Der Wassergehalt des **Kleis** beträgt zwischen  $w = 59,4$  und  $61,3\%$ , was die weiche Konsistenz bestätigt. Der im Sandwatt zwischengelagerte Klei weist einen Wassergehalt von  $w = 30,9 - 36,4\%$  auf. Demnach wird die im Gelände getroffene Bodenansprache hinsichtlich der vorwiegend weich bis steifen Konsistenz des zwischengelagerten Kleis bestätigt.

### 7.3. Glühverlust nach DIN 18128

An zwei ausgewählten Proben der Weichschicht wurde der Glühverlust ermittelt, um daraus den Gehalt an organischer Substanz in der Trockenmasse abzuleiten. Dieser Parameter fließt in die Bestimmung der Bodenart ein. Die Laborergebnisse sind in dem Prüfbericht der GBA, Pinneberg in Anlage 7 zusammengestellt.

Die Proben der Bohrsondierung BS 1/23/13 enthalten einen Gehalt an organischer Substanz von 13,3 bis 19,4 Massen-%. Unter Berücksichtigung des organischen Anteils sowie des Schluffgehalts, der sich aus der Bodenansprache ergibt, wird die Weichschicht als **Schluffmudde** eingestuft (F).



#### 7.4. Baugrundkennwerte für erdstatische Berechnungen

Auf der Grundlage der Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse, der Laboruntersuchungen sowie unter Berücksichtigung von Erfahrungen mit vergleichbaren Böden, können den angetroffenen Bodenschichten nachfolgende charakteristische Kennwerte gemäß DIN EN 1997-1 zugeordnet werden. Die Bodengruppen entsprechen der Klassifikation nach DIN 18196:2011-05. In Tabelle 1 sind die Baugrundkennwerte für die angetroffenen Bodenschichten aufgelistet.

Tabelle 1: Baugrundkennwerte der angetroffenen Böden

Bodenschicht (Bodengruppe)	Wichte	Scherfestigkeit		undrÄnierte Scherfestig- keit	DurchlÄs- sigkeit	Steifezahl
	$\gamma/\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi'_k$ [°]	$c'_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$c_{u,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$k_f$ [m/s]	$E_{sk}$ [MN/m <sup>2</sup> ]
Auffüllung, sandig (A) [SE, SU, SI]	18/10	27,5	-	-	$1 \times 10^{-6}$ - $1 \times 10^{-4}$	-
Torf, Mudde, (HN, HZ, F)	11/1	20	0	10	$1 \times 10^{-10}$ - $1 \times 10^{-8}$	0,5-1,5
Klei, weich (UL, UM, UA, OT)	15/5	20	5	10	$1 \times 10^{-10}$ - $1 \times 10^{-8}$	1 - 2
Klei, weich bis steif (UL, UM, UA, OT)	18/10	22,5	5	15	$1 \times 10^{-10}$ - $1 \times 10^{-8}$	3-5
Sand-Schluff (SU, SU*)	19/9	27,5	5	30	$1 \times 10^{-11}$ - $1 \times 10^{-7}$	20
Sand, locker gelagert, (SE, SI)	19/11	30	0	-	$1 \cdot 10^{-5}$ - $1 \cdot 10^{-3}$	15 - 30
Sand, mindestens mittel- dicht, (SE, SI)	20/11	35	0	-	$1 \times 10^{-4}$ - $1 \times 10^{-3}$	50

#### 8. GRUNDWASSERVERHÄLTNISS

Generell ist das Deichvorland innerhalb der Gezeitenzone lokalisiert, die vom Wechsel zwischen Ebbe und Flut geprägt ist. Grundsätzlich ist festzuhalten, dass aufgrund der unmittelbaren Nähe zur Nordsee die Grundwasserstände stark vom jeweiligen Nordseewasserstand und somit gezeitenabhängig sind. Somit sind alle im Bohrloch gemessenen Werte als punktuelle Messung zu betrachten, die sich bei anderem Nordseewasserstand in Abhängigkeit dieses Wasserstandes verändern.



## 8.1 Grundwasserstände

Die beim Niederbringen der Bohrungen im April 2023 (BS 1/23 bis BS 4/23), April 2019 [U 2] sowie Februar 2017 [U 1] angetroffenen Grundwasserverhältnisse sind neben den Profilsäulen in der beigefügten Anlage 3 aufgetragen.

Das **Grundwasser** wurde in den durchgeführten Sondierbohrungen in Tiefen zwischen ca. + 1,91 m NHN (BS 39) und + 2,86 m NHN (BS 4) angebohrt, sowie nach Beendigung der jeweiligen Sondierbohrungen zwischen ca. + 1,98 (BS 1/23) m NHN und + 2,84 m NHN (BS 3/23 und BS 5) gelotet. Der Grundwasserspiegelanschnitt steht in direktem Zusammenhang mit der Lage der oberen Sande sowie sandigen Auffüllung.

Es wurde eine Bohrung zur temporären Grundwassermessstelle (GWS) zur Entnahme von Wasserproben innerhalb der wasserführenden Sande ausgebaut (BS 2 / RFB 2/23). Der **Grundwasserstand** wurde dort mit + **2,31 m NHN** eingemessen.

## 8.2 Bemessungswasserstand

Da das Deichvorland als Sturmflutrisikogebiet gilt, ist zu beachten, dass bauzeitlich die Gefahr einer Sturmflut mit Überschwemmungen gegeben ist. Dementsprechend sind derartige Szenarien in der Planung zwingend zu berücksichtigen.

Allgemein kann somit im Deichvorland sowohl bauzeitlich als auch im Endzustand ein Wasserstand bis in Höhe des **höchsten Tidehochwasserstandes (HThw)** nicht ausgeschlossen werden, sodass die Bemessung aller Bauwerke hierauf erfolgen muss.

## 9. GRÜNDUNGSEMPFEHLUNG

Die anstehenden Baugrundsichten werden hinsichtlich ihrer Tragfähigkeit wie folgt beurteilt:

Auffüllung sandig/bindig	nicht tragfähig
Oberer Sand (Sandwatt)	nicht tragfähig
Weichschichten	nicht tragfähig
Sand	tragfähig

Demnach ergibt sich, dass sowohl die inhomogenen Auffüllungen mit ihren starken Anteilen an Organik und die darunter folgenden Weichschichten (Mudde, Klei, Torf) als auch der obere Sand, der zwischen Auffüllung und Weichschicht gelagert wurde, als nicht tragfähig eingestuft werden.



Das in den 70er Jahren errichtete, nun stillgelegte Schwimmbad mit einer Beckenlänge von rd. 100 m und einer max. Breite von 50 m befindet sich nördlich an dem Haus des Gastes [U 6]. Die Sohlebene des bestehenden Schwimmbades liegt auf einem Niveau von ca. - 0,5 m NHN im Bereich des Sprungturms, ca. + 1,8 m NHN im Schwimmer-Teil und zwischen ca. + 2,7 m NHN und + 3,2 m NHN im Nichtschwimmer-Teil. Das Schwimmbad ist tiefgegründet [U 4 und U 5].

### 9.1 Schwimmbad (Schwimmer- sowie Nichtschwimmer-Teil)

Sofern ein neues Schwimmbad (Schwimmer-Teil) gebaut wird, ist gemäß Entwurfsplanung [U 3] eine Beckentiefe von 1,35 m geplant, was einer Gründungsebene von rd. +3 m NHN entspricht. Der neue Nichtschwimmer-Teil wird im Nordosten des geplanten neuen Schwimmbeckens errichtet. Es ist mit einer Beckentiefe von 0,60 m bis 1,10 m vorgesehen, was einem Gründungsniveau von ca. + 3,5 m NHN entspricht [U 3].

Auf Grundlage der durchgeführten Bohr- und Rammsondierungen (vgl. BS 38, BS 40 und BS 1/23) wird nachfolgendes Bemessungsprofil (Tab. 2) zur Errichtung der Becken festgelegt.

**Tabelle 2: Bemessungsprofil für das Schwimmbad**

Bodenart	Tiefenbereich	
	von	bis
Alte Bodenplatte	+1,8 m NHN	+ 3,2 m NHN
Heterogene Auffüllung	+1,0 m NHN	0,0 m NHN
Sandwatt, mitteldicht	+ 0,3 m NHN	- 0,1 m NHN
Weichschicht (Klei und Torf)	-1,1 m NHN	-2,4 m NHN
Sand, mitteldicht bis dicht	bis ca. -11,00 m NHN	

In größerer Tiefe anstehende organische Weichschichten sind zur Abtragung der Bauwerkslasten nicht geeignet. Sollten Lasten direkt in diese Schichten eingeleitet werden, wären ggf. langanhaltende Verformungen aufgrund von Kriech- und Sackungsprozessen in den organischen Böden möglich.

Bei den vorliegenden Baugrundverhältnissen beginnen die tragfähigen Böden mit den unterhalb der Weichschicht liegenden, gewachsenen Sanden. Aufgrund der in dem Sand mit einer Mächtigkeit von etwa 1 m bis 1,5 m eingelagerten Weichschichten ist der Beginn des tragfähigen Baugrunds auf einem Niveau von - 9,0 m NHN definiert. Bei den vorliegenden kleinräumigen Verhältnissen und der geringen Belastung wird sowohl aus geotechnischer als auch wirtschaftlicher Sicht für die Fundamente die Ausführung einer **Tiefgründung auf Mikropfählen** empfohlen.



## 9.2 Kinderbecken

Das neue Kinderbecken ist im Nordosten des geplanten neuen Schwimmbeckens im bestehenden Schwimmbad geplant. Aufgrund der geringeren Wassertiefe wird das Becken mit einer Flachgründung auf dem Niveau der Geländeoberfläche vorgesehen.

Bei den unterliegenden Randbedingungen ist unter Beachtung der nachfolgenden Hinweise eine **Flachgründung** auf einer **Gründungsplatte** möglich.

Gemäß der Planung des alten Schwimmbades [U 4] liegt die alte Bodenplatte unterhalb der Gründungssohle des bestehenden Schwimmbads in einer Tiefe von ca. 1,5 m. Für eine Flachgründung ist der Boden von der Oberkante der alten Platte bis zur Unterkante der Gründungssohle des Kinderbeckens auszutauschen und zu verfüllen. Hierbei sollte der Einbau in Schichten von nicht mehr als 0,25 m erfolgen und jeweils ausreichend verdichtet werden.

Für die Verfüllung sind bis zur Gründungssohle des Kinderbeckens **gut verdichtungsfähige, ton- und schlufffreie Sande zu verwenden**. Der Füllsand ( $C_U > 3,0$ ) ist lagenweise einzubauen und so zu verdichten, dass eine mindestens mitteldichte Lagerung erreicht wird. Je nach gewähltem Prüfverfahren sind für den Einbau folgende Werte nachzuweisen:

- Proctorversuch:  $D_{Pr} \geq 97 \%$
- dynamischer Plattendruckversuch:  $E_{vd} \geq 30 \text{ MN/m}^2$
- statischer Plattendruckversuch:  $E_{v2} \geq 60 \text{ MN/m}^2$

Die Verdichtung in dünnen Lagen dient hinsichtlich des Abtrags der Lasten als Bettungsschicht und führt zu einer Vergleichmäßigung der Setzungen. Es wird empfohlen, die Gründungssohle vorab nachzuverdichten, um eine einheitliche, mindestens mitteldichte Lagerungsdichte gewährleisten zu können.

Der Umfang der Verdichtung ist insbesondere von den zu erwartenden Lasten abhängig und sollte im Zuge des Baugrubensohlensaushubes mit dem Geotechnischen Sachverständigen abgestimmt werden. Es ist ein Lastausbreitungswinkel von  $45^\circ$  zu berücksichtigen.

## 9.3 Technikkeller

Der Technikkeller wird im Nordosten des Gasthauses geplant, und weist gemäß vorliegender Entwurfsplanung eine Gründungstiefe von rd. +1,35 m NHN auf [U 3]. Auf Grundlage der durchgeführten Bohr- und Rammsondierungen (vgl. BS 4, BS 3/23 und BS 4/23) wird nachfolgendes Bemessungsprofil für die Errichtung des Technikkellers (Tab. 3) festgelegt.



**Tabelle 3: Bemessungsprofil für den Technikkeller**

Bodenart	Tiefenbereich	
	von	bis
<b>Heterogene Auffüllung</b>	+2,8 m NHN	+2,0 m NHN
<b>Sandwatt, mitteldicht</b>	- 0,1m NHN	- 1,0 m NHN
<b>Weichschicht (Klei und Torf)</b>	-1,6 m NHN	-2,2 m NHN
<b>Sand, mitteldicht bis dicht</b>	bis ca. -11,00 m NHN	

In größerer Tiefe anstehende organische Weichschichten sind zur Abtragung der Bauwerkslasten nicht geeignet. Sollten Lasten direkt in diese Schichten eingeleitet werden, wären ggf. langanhaltende Verformungen aufgrund von Kriech- und Sackungsprozessen in den organischen Böden möglich.

Bei den vorliegenden Baugrundverhältnissen beginnen die tragfähigen Böden mit den unterhalb der Weichschicht liegenden, gewachsenen Sanden. Aufgrund der in dem Sand mit einer Mächtigkeit von etwa 1 m bis 1,5 m eingelagerten Weichschichten ist der Beginn des tragfähigen Bodens auf einem Niveau von - 9,0 m NHN festgelegt. Bei den vorliegenden kleinräumigen Verhältnissen und der geringen Belastung wird sowohl aus geotechnischer als auch wirtschaftlicher Sicht für die Fundamente die Ausführung einer **Tiefgründung auf Mikropfählen** empfohlen.

#### **9.4 Tiefgründung mittels Mikropfählen**

Eine Tiefgründung auf Pfählen für den Schwimmer- und Nichtschwimmer-Teil sowie den Technikkeller kann mittels Mikropfählen nach DIN EN 14199 erfolgen.

Im Falle des Einsatzes von verpressten Mikropfählen (Pfähle mit kleinem Durchmesser  $\leq 30$  cm, z. B. GEWI-Pfähle) ist der Nachweis der äußeren Tragfähigkeit anhand von Probelastungen oder vergleichbaren Ergebnissen zu führen, vgl. o. g. DIN EN 14199.

Auf Grund von Erfahrungen ist bei den vorliegenden Untergrundverhältnissen bei Ausführung von verpressten Mikropfählen von einem äußeren Durchmesser von 0,2 m auszugehen. Dieser ist beim Nachweis der äußeren Tragfähigkeit in Ansatz zu bringen, sofern nicht planerisch andere Mikropfahldurchmesser vorgesehen werden.

Bei der Ausführung von verpressten Mikropfählen können für den Nachweis der äußeren Tragfähigkeit zur Ermittlung des Pfahlwiderstandes unter Voraussetzung einer ausreichenden Einbindung in den tragfähigen Baugrund folgende charakteristische Pfahlmantelreibungswerte  $q_{s,k}$  in Anlehnung an EA Pfähle in Ansatz gebracht werden:

- Gewachsene Sande, mind. mitteldicht:  $q_{s,k} = 180 \text{ kN/m}^2$





Zur Ermittlung des Bemessungswertes des Pfahlwiderstandes  $R_{c,d}$  ist der charakteristische Pfahlwiderstand  $R_{c,k}$  mit dem **Teilsicherheitsbeiwert für Widerstände** gemäß Tabelle A 2.3 nach DIN 1054 abzumindern. Im vorliegenden Fall gilt folgender **Teilsicherheitsbeiwert** (Pfahlwiderstände für Druckpfähle auf der Grundlage von Erfahrungswerten):

$$\gamma_p = 1,4$$

für die Bemessungssituationen BS-P, BS-T und BS-A.

Weiter sind bei der Ermittlung der Bemessungslasten die Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen und Beanspruchungen zu berücksichtigen.

Eine ausreichende Einbindetiefe der Pfähle in den tragfähigen Boden ist erforderlich. Es wird empfohlen, dass die Mikropfähle **mindestens 2,5 m** in den tragfähigen Boden einbinden. Im hier untersuchten Bereich steht die Oberkante des tragfähigen Sandes bei ca. – 9,00 m NHN, sodass wir eine **Mindestabsetztiefe der Pfahlgründung bei - 11,50 m NHN** empfehlen.

In Abhängigkeit der noch unbekanntenen Lasten können aus statischen Gründen größere Absetztiefen erforderlich werden. Aufgrund der geringen Scherfestigkeiten der Weichschichten ist auch die Knicksicherheit von Kleinverpresspfählen zu überprüfen.

Bei ordnungsgemäßer Pfahlgründung sind Setzungen gering und liegen erfahrungsgemäß in einer Größenordnung von  $s < 10$  mm.

## 10. BAUGRUBENSICHERUNG

### 10.1 Allgemeines

Unter Berücksichtigung einer Flächendränage von 0,20 m liegt das Aushubniveau des Technikellers bzgl. der Baugrubensohle bei ca. + 1,00 m NHN. Bei der vorgenannten Aushubtiefe liegt die Baugrubensohle überwiegend in dem Sandwatt. Unter Berücksichtigung des Bemessungswasserstandes (vgl. Abschnitt 8.2) liegt die Baugrubensohle somit etwa 2 m unter dem Grundwasserspiegel.

Bei den vorliegenden Baugrund- und Grundwasserverhältnissen ergibt sich die Notwendigkeit einer wasserdichten, verformungsarmen, vertikalen Baugrubenumschließung. Bei der vorliegenden Baugrubentiefe und den geologischen Gegebenheiten der flächig anstehenden nicht- bis geringleitenden Weichschichten ist eine ausreichende hydraulische Abdichtung/Aufbruchsicherung der Baugrubensohle gegeben. Deshalb ist keine Ausführung einer zusätzlichen horizontalen Dichtsohle erforderlich.



Nachfolgend werden die empfohlenen Maßnahmen zur Baugrubensicherung beschrieben. An die herzustellende Baugrubensicherung sind im vorliegenden Fall generell folgende Anforderungen zu stellen:

- Sicherung des Geländesprungs von ca. 4 m Tiefe,
- Sicherung der angrenzenden Bebauung (Haus der Gäste sowie Bestandsschwimmbad),

wasserundurchlässige Umschließung der Baugrube zur Vermeidung des seitlichen Eindringens von Grundwasser.

## 10.2 Baugrubenumschließung des Technikkellers

Unter Berücksichtigung des Bemessungswasserstandes sowie der daraus notwendigen Wasserhaltung wird für die Baugruben des Technikkellers sowie der Sielleitung die Ausführung von wasserdichten Verbauelementen empfohlen. Bei den oben definierten Anforderungen bietet sich **eine wasserdichte Spundwand mit Schlossdichtung** an.

Für das Einbringen des vertikalen Verbausystems wird bei den anstehenden mindestens mitteldicht gelagerten Sanden das erschütterungsarme Einpressverfahren empfohlen. Ramm- bzw. Vibrationsverfahren sind wegen der damit einhergehenden Schwingungseinleitung in den Untergrund im Hinblick auf die Nachbarbebauung nicht zu empfehlen. Die Spundbohlen sind ggf. unter Verwendung von Lockerungsbohrungen und Spülhilfen einzupressen. Die Lockerungsbohrungen sollten dabei nicht bis auf die planmäßige Absetztiefe der Spundwand erfolgen. Zur Reduktion der der Baugrube zufließenden Wassermenge sind Spundwandprofile mit Schlossdichtung zu verwenden.

Die vertikalen Lasten der Wände können hierbei im gewachsenen Sand abgetragen werden. Im Hinblick auf die Herstellung der Spundwand sind die Profile ausreichend tief in den tragfähigen Baugrund einzubinden. Die erforderliche Einbindelänge der Gründungselemente (Spundbohlen) ist nach statischen Erfordernissen auszuführen. Die Spundbohlen können auch tiefengestaffelt entsprechend der statischen Bemessung ausgeführt werden.

Aufgrund der notwendigen Aushubtiefe und den daraus resultierenden Geländesprüngen ist für derartige Baugrubenumschließungen voraussichtlich eine Rückverankerung mittels Verankerungselementen bzw. eine horizontale Aussteifung der Verbauwände mittels Steifen erforderlich.

In Anlehnung an die EAB ist bei Spundwänden ein Wandreibungswinkel in Ansatz zu bringen:

$$\text{Spundwand (gepresst)} \quad \delta_a = + 2/3 * \varphi'$$



Für den Nachweis der äußeren Tragfähigkeit der **Spundwand** können erfahrungsgemäß und in Anlehnung an die EAB, Anlage 10, folgende charakteristische Werte für den Spitzenwiderstand  $q_{b,k}$  und die Mantelreibung  $q_{s,k}$  beim Einsatz von gerammten Spundwandprofilen in Ansatz gebracht werden:

### Charakteristische Widerstände für die gerammte Spundwand:

- Gewachsene Sande, mind. mitteldicht  
Spitzendruck:  $q_{b,k} = 15,0 \text{ MN/m}^2$   
Mantelreibung:  $q_{s,k} = 0,040 \text{ MN/m}^2$

Es wird an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass die angegebenen Kennwerte für eingerammte bzw. eingepresste Spundwände gelten. Sollten die Spundwände im Vibrationsverfahren eingerüttelt werden, so sind die Werte für die Mantelreibung und den Fußwiderstand auf 75% der oben genannten Werte abzumindern. Werden die Spundbohlen mit Hilfe von Auflockerungsbohrungen oder Spüllanzen eingebracht, ist der geotechnische Sachverständige zur Bestätigung der Kennwerte hinzuzuziehen. Die Einbindelänge der Tragbohlen, in den unter der Weichschicht liegenden tragfähigen Baugrund (Sand mind. mitteldicht), sollte mindestens 2,5 m betragen.

Bei der Berechnung ist gemäß EAB, EB 85 für den Spitzendruck die Grundfläche der Spundwand in Ansatz zu bringen.

Bei Herstellung eines vertikalen Baugrubenverbaus sind Hindernisse, insbesondere in Form von Steinen und Findlingen nicht auszuschließen. Für die Herstellung der Baugrube ist die DIN 4124 zu beachten.

### 10.3 Erdstatische Rechenansätze

Bei der Bemessung der Baugrubenwände ist bei den vorliegenden Randbedingungen zu den **Nachbarbauwerken** der **erhöhte aktive Erddruck** wie folgt in Ansatz zu bringen.

$$E_{h,k} = 0,50 \times (E_{oh,k} + E_{ah,k})$$

Inwieweit vorgenannter Ansatz im Hinblick auf die Einhaltung zulässiger Kopfverformungen auch entlang der vorderen Deichseite erforderlich wird, ist maßgeblich von Art und Lage der angrenzenden Ver- und Entsorgungsleitungen abhängig. Gegebenenfalls kann der erhöhte Erddruck auf

$$E_{h,k} = 0,25 \times E_{oh,k} + 0,75 \times E_{ah,k}$$

reduziert werden.

Es sind die Hinweise der EAB [U 16] zu berücksichtigen.



Weiterhin sind - soweit keine weiteren Vorgaben zu max. zulässigen Verformungen der Nachbarbauwerke vorliegen - bei der Baugrubenbemessung folgende horizontale Verformungsbedingungen üblicherweise einzuhalten.

- **max.  $s_h = 10 \text{ mm}$**  (im Bereich, der Nachbarbauwerken sowie Leitungen enthalten)
- **max.  $s_h = 20 \text{ mm}$**  (im Bereich, der keine angrenzenden Nachbarbauwerken sowie Leitungen enthalten)

#### **10.4 Wasserhaltung**

Aufgrund der Abdichtung der Baugrubensohle durch die anstehenden, gering- bis nichtleitenden Weichschichten ist die Ausführung einer horizontale Dichtsohle voraussichtlich nicht erforderlich. Unter den zuvor genannten Randbedingungen wird eine bauzeitliche Wasserhaltung durch den Einbau eines Flächenfilter mit Drainagesträngen empfohlen, um anfallendes Oberflächenwasser sowie Restwasser zu fassen und abzuführen. Für die Entnahme und Einleitung des Wassers sind entsprechende Anträge auf wasserrechtliche Genehmigung zu erstellen und bei den relevanten Behörden die dazugehörigen Erlaubnisse einzuholen.

### **11. ORIENTIERENDE SCHADSTOFFERKUNDUNG**

Eine orientierende Schadstoffuntersuchung mit chemischen Laboranalysen erfolgte anhand von Bodenmischproben, die differenziert nach Bodenart aus den Einzelproben der angetroffenen Bodenschichten aus den Tiefenbereichen der geplanten Aushubzone zusammengestellt wurden.

#### **11.1 Organoleptische Bodenansprache**

Die während der Aufschlussarbeiten gewonnenen Einzelbodenproben zeigten keine organoleptischen Auffälligkeiten im Hinblick auf Farbe, Geruch, Konsistenz und/oder sonstige anthropogene Fremdanteile auf, die auf signifikante Schadstoffbelastungen schließen lassen.

#### **11.2 Untersuchungsumfang**

Die während der Bohrkampagne im April 2021 gewonnenen Einzelproben wurden zu drei Bodenmischproben zusammengefasst und dem Labor der Gesellschaft für Bioanalytik Hamburg mbH (GBA), Pinneberg, zur Durchführung der chemischen Analytik übergeben. Die Parameterauswahl erfolgte, da keine Störstoffe oder organoleptischen Auffälligkeiten vorhanden waren, auf Basis des Parameterumfang BM-0 der Ersatzbaustoffverordnung (EBV) [U 10].



Die Analyseergebnisse der Bodenproben sind in der Anlage 6 tabellarisch zusammengefasst und werden dort mit den Materialwerten für Bodenmaterial der EBV Anlage 1, Tabelle 3 verglichen. Die daraus erfolgte Einstufung kann für die im Rahmen des Bauvorhabens zur Wiederverwertung, der Verbringung bzw. zur Entsorgung anfallenden Aushubböden orientierend herangezogen werden. Die Prüfberichte des Labors GBA sind in der Anlage 7 dokumentiert.

Nachfolgend werden die Ergebnisse der orientierenden Schadstoffbeurteilung der im Aushubbereich vorkommenden Auffüllungen und gewachsenen Böden vorgestellt. Zum einen ist das sandige Material in der Mischprobe MP 1.S zusammengefasst. Die oberflächennahen aufgefüllten Klei- und Lehmböden werden in der MP 2.L erfasst und chemisch analysiert. In der Bodenmischprobe MP 3.KI sind die erbohrten organischen Weichschichten enthalten.

### **11.3 Ergebnisse und Bewertung**

#### **11.3.1 Sande**

In der Mischprobe **MP 1.S** sind die Auffüllung aus Spülsand ohne Störstoffe oder andere organoleptischen Auffälligkeiten sowie die gewachsenen Sande, zusammengefasst. Aufgrund der Ähnlichkeit hinsichtlich der Färbung und der Körnung, sowie des Fehlens von Störstoffen, war keine Separation von im Ökosystem sedimentierten Sanden und anthropogen umgelagerten Spülsanden möglich. Darüber hinaus stammen die Spülsande aus dem gleichen Gebiet und bestehen aus küstennahen, marinen Sedimenten.

Das sandige Material stammt aus einer Tiefe von 0,05 m bis 5,0 m Tiefe und es konnten keine Überschreitungen bei den untersuchten Parametern festgestellt werden. Der untersuchte **Sand** hält die Materialwerte **BM-0** ein.

#### **11.3.2 Aufgefüllte Lehm- und Kleiböden**

Die aufgefüllten, oberflächennahen und gut durchwurzelten **Lehm- und Kleiböden** wurden aus Tiefen zwischen 0,0 m und 1,9 m entnommen und in der Mischprobe **MP 2.L** untersucht. Die Befunde halten die Materialwerte **BM-0** ein.

#### **11.3.3 Organische Weichschichten: Klei- und Torfböden**

Die organischen Weichschichten, die aus einer Wechsellagerungen aus Klei- und Torfschichten bestehen, wurden aus Tiefen zwischen 4,0 m und 7,8 m entnommen und in der Mischprobe **MP 2.KI** zusammengefasst. Der Sulfat- Gehalt sowie der TOC- Gehalt überschreiten die Materialwerte **BM-0**.



Da der TOC-Gehalt natürlich in dem organogenen Wattsediment vorkommt, ist die Auf- und Einbringung auch bei diesem Gehalt zulässig (siehe Fußnote 5, Anlage 1, Tab. 3 der EBV mit Bezug auf BBodschV § 6 Absatz 11 Satz 2 und 3). Der erhöhte Gehalt an TOC stellt im vorliegenden Fall kein Schadstoff im eigentlichen Sinne dar. Gleiches gilt für den erhöhten Gehalt an Sulfat, der als geogen anzusehen ist und aus dem marinen Ablagerungsmilieu mit erhöhter Salinität stammt. Eine Wiederverwertung in einem Gebiet mit ähnlich hohen, geogenen Sulfat- Konzentrationen ist gem. Fußnoten 5 Anlage 1, Tab. 3 der EBV demnach zulässig.

#### 11.4 Fazit der orientierenden Schadstofferkundung

Im Überblick ergeben die vorliegenden Laborergebnisse der untersuchten Bodenschichten orientierend folgende Einstufungen gemäß der EBV (siehe Tab. 4):

**Tabelle 4: Zuordnung der Böden in Materialwerte gem. EBV**

Probe [MP]	Zusammenstellung der Probe	Generalisierte Teufe [m]	Bodenart/ Aushubmaterial	Maßgeblicher Parameter	Deklaration
MP 1.S	BS 1/23 – BS 4/23	0,05 - 5,0	Sandige Auffüllungen	–	BM-0
MP 2.L	BS 3/23, BS 4/23	0,0 - 1,9	Schluffige Auffüllungen (Klei, Lehm)	TOC	BM-0
MP 3.Kl	BS 1/23 – BS 4/23	4,0 - 7,8	Klei mit Torflagen	(TOC, Sulfat) <sup>1)</sup>	BM-0 <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Der TOC- und Sulfat- Gehalt stellen keine Schadstoffbelastung dar, sondern sind typisch für ein organogenes Watt-Sediment im marinen Ablagerungsmilieu.

#### 11.5 Hinweise zur Bodenverwertung

Eine orientierende abfalltechnische Untersuchung liefert für die weitere Planung erste Anhaltspunkte im Hinblick auf den zukünftigen Entsorgungsaufwand, kann jedoch nicht als repräsentativ für das zu bewertende Grundstück/Baufeld angesehen werden, was insbesondere der heterogen zusammengesetzten Auffüllung sowie dem stichprobenartigen Charakter der Probenahme geschuldet ist. Diese Untersuchungen können daher auch nicht für eine erforderliche abfalltechnische Deklaration zu Grunde gelegt werden. Dazu sind entweder baubegleitende Haufwerksuntersuchungen oder eine vorlaufende Rasterfeldbeprobungen erforderlich.

Diese orientierenden Schadstoffuntersuchungen erfolgten nach der Ersatzbaustoffverordnung (EBV), die ab dem 01.08.2023 bundesweit in Kraft tritt. Damit verbunden ist eine Neuregelung der Abfalldeklaration (geänderte Parameterumfänge und Analyseverfahren sowie -einstufung durch neues Klassifikationssystem), einhergehend mit einem Wegfall der LAGA-Richtlinien.



Insofern werden bei Untersuchungen und Einstufungen nach LAGA bezüglich der aktuell getroffenen abfalltechnischen Einstufung zukünftig noch Änderungen ergeben. Es ist auch noch nicht abzusehen, welche Kosten für die sich neu ergebenden Abfallklassen bei den Entsorgungsanlagen anfallen werden.

Abfalltechnische Deklarationsuntersuchungen werden üblicherweise an Bodenchargen von ca. 500 m<sup>3</sup> Volumen, mindestens jedoch einer Untersuchung je Bodenart durchgeführt. Die analytischen Untersuchungsumfänge sind gemäß den jeweils geltenden Vorschriften für die Verwertung bzw. Beseitigung von mineralischen Abfällen zu wählen (gegenwärtig LAGA M 20 Teil II [U 11] und ab dem 01.08.2023 die EBV [U 10] sowie in beiden Fällen ergänzend die Deponieverordnung DepV [U 12]).

Für die erste Einschätzung der Aushubböden gem. LAGA M 20 ist die orientierende Schadstoffuntersuchung des geotechnischen Berichts [U 2] heranzuziehen.

Die Einsatzmöglichkeiten von Ersatzbaustoffen in technischen Bauwerken sind abhängig von, dem Aufbau der Grundwasserdeckschicht (Bodenarten S, L, U, T), dem höchsten gemessenen Grundwasserstand ggf. zuzüglich eines Sicherheitsabstands, dem Vorhandensein eines Wasserschutzgebiets sowie der geplanten Einbauweise. Es ist zu beachten, dass die Einbaumöglichkeit gem. EBV keine Entscheidungsgrundlage für die geotechnische Eignung bildet, sondern lediglich die Umweltverträglichkeit des Materials bewertet. Eine geotechnische Eignung für die vorgesehene Einbauweise ist von dem/der geotechnischen Sachverständigen gesondert zu prüfen und zu bewerten.

Die umwelttechnische Einsatzmöglichkeit gem. EBV [U 10] von Böden in technischen Bauwerken ist in Anlage 2, Tab. 5 bis Tab. 8 geregelt. Demnach darf in einer Grundwasserdeckschicht mit ungünstigen hydrogeologischen Verhältnissen, was eine grundwasserfreie Sickerstrecke von 0,1 m bis 1 m zum höchsten Grundwasserstand entspricht, Bodenmaterial der Materialklassen BM- 0, BM- 0\* und BM- F0\* eingebaut werden. Für alle anderen Materialklassen, die in einem ungünstigen hydrogeologischen Fall (freie Sickerstrecke  $\geq 0,5$  bis 1 m) eingebaut werden sollen, ist ein Sicherheitsabstand von 0,5 m aufzuschlagen. Bei hydrogeologisch günstigen Verhältnissen, was eine grundwasserfreie Sickerstrecke von  $> 1$  m entspricht, ist für alle Materialklassen ein Sicherheitsabstand von 0,5 m einzubeziehen.

In Wasserschutzgebieten ist der Einbau nur in günstigen hydrogeologischen Verhältnissen möglich, was einer grundwasserfreien Sickerstrecke von  $> 1$  m entspricht. In Wasserschutzgebieten der Zone I ist der Einbau von Ersatzbaustoffen generell unzulässig. In Wasserschutzgebieten der Zone II ist der Einbau von Bodenmaterial der Materialklasse BM-0 erlaubt.



Um die Mengen an zu entsorgenden Böden gering zu halten und eine möglichst sortenreine Trennung des Aushubmaterials in wiederverwertbare mineralische Böden zu erreichen, wird die Durchführung der Erdarbeiten unter Begleitung eines Bodenmanagements empfohlen.

## 12. VERSAUERUNGSPOTENZIAL

Die auf dem Baufeld oberflächennah anstehenden organischen Böden werden für die Herstellung der Gründungseben für die geplanten Ingenieurbauwerke teilweise ausgehoben. Organische Böden können als sog. „sulfatsaure Böden“ vorkommen oder sind vulnerabel gegenüber einer Versauerung, wenn sich das Milieu ändert.

Bedingung für die Entstehung sulfatsaurer Böden ist das Vorhandensein von organischer Substanz sowie einer Eisenquelle als auch die Zufuhr von sulfathaltigem Wasser. Ein weiterer einflussnehmender Faktor ein Wechsel von aeroben von anaerobem Milieu, wie er z. B. bei Grundwasserschwankungen durch Tidebeeinflussung oder Umlagerungen durch Erdbaumaßnahmen eintritt. Wenn diese Faktoren zusammentreffen kann es zur Reduzierung von anorganischen Schwefelverbindungen im Boden in anaeroben Zustand kommen (im Wesentlichen Eisensulfide, wie Pyrit) und es entsteht Schwefelsäure, was zu einer akuten Versauerung der dieser Böden führt. Weiterhin puffern z. B. das Vorhandensein von Carbonaten im Boden die Versauerung ab.

Da die organischen Weichschichten auf dem Baufeld potenziell Versauerungsgefährdet sein können, wurde eine Ersteinschätzung vorgenommen. Hierzu wurden einige bodenchemischen Parameter (pH- Wert, Sulfat, Chlorid und elektrische Leitfähigkeit), Indikatoren aus der Bodenansprache (Vorhandensein organischer Substanz, kalkführend) sowie Sichtung der Potenzialkarte des LBEG für sulfatsaure Böden [U 15] geprüft und bewertet.

In den untersuchten Weichschichten ist organische Substanz vorhanden. Aufgrund der Lokation ist ein stetiger Zustrom von Sulfaten aus dem Küstenwasser gegeben. Ein stetiger Wechsel von aeroben zu anaeroben Bedingungen ist durch die Korrespondenz des Tidenhubs des Küstenwasser zu dem örtlich vorkommenden Grundwasser gegeben. Es wurde in manchen Bodenproben ein schwacher Carbonat- Gehalt durch einen Schnelltest mit 10 %- Salzsäure festgestellt. Weiterhin wurden in manchen Proben Schill- und Muschelreste gefunden welche ebenfalls eine Carbonat- Quelle im Sediment bilden.

Eine Auswertung der Potenzialkarte des LBEG für sulfatsaure Böden [U 15] ergab, dass das Gebiet durch kalkhaltiges, schwefelarmes Bodenmaterial geprägt ist, was mit der Bodenansprache bestätigt wird, wonach der Boden z. T. schwach kalkführend ist.





Die Bodenmischprobe MP 3.K, die aus den Sondierungen BS 1/23 bis BS 4/23 entnommen wurden und aus einer Tiefe von 4,0 m bis 7,8 m stammt, wurde im chemischen Labor GBA, Pinneberg auf die Parameter pH- Wert, Sulfat, Chlorid und elektrische Leitfähigkeit untersucht. Um einen Trend festzustellen wurde eine Messreihe ausgeführt. Einmal wurde das Bodenmaterial feldfrisch auf den og. Parameterumfang analysiert. Anschließend wurde das Material ausgebreitet und 14 Tage gelagert um die anaerobe Exposition des Materials nach einer Umlagerung zu simulieren. Anschließend wurde das Material erneut chemisch analysiert. Die Befunde sind der [U 15] zu entnehmen und werden in der Tabelle 5 gegenübergestellt:

**Tabelle 5: Chemische Parameter zur Ersteinschätzung des Versauerungspotenzials**

Parameter	MP 3.K1 Probe A/1 17.04.2023	MP 3.K1 Probe A/2 02.05.2023	Auswertung
pH-Wert	7,7	7,5	Abfall um 0,2 (neutral)
Leitfähigkeit $\mu\text{S}/\text{cm}$	1780	2150	Anstieg um 21 %
Chlorid mg/l	373	425	Anstieg um 14 %
Sulfat mg/l	300	320	Anstieg um 7 %

Demnach ist nach einer 14- tägigen Lagerung unter anaeroben Bedingungen keine Versauerung gem. [U 14] eingetreten. Der pH-Wert ist nach wie vor im neutralen Bereich, der Parameter Sulfat führt nicht zu einer Einstufung in eine andere Materialklasse gem. EBV (siehe Abschnitt 11.3.3).

Abschließend wird nach der durchgeführten Ersteinschätzung das **Versauerungspotenzial** der organischen Weichschicht als **gering** angesehen.

Da es sich jedoch um eine stichprobenartige Untersuchung handelt, wird empfohlen im Zuge der Erdarbeiten, die Weichschichten Zug und Zug auszuheben und zeitnah ohne längere Liegedauer auf Mieten der weiteren Verwertung zuzuführen. Weiterhin sind bei festgestellten weiteren Auffälligkeiten während der Erdbaumaßnahmen ggf. weitere Untersuchungen und Bewertungen auf eine Versauerungspotenzial erforderlich. Bei dem Bodenmanagement sollten die Hinweise der Unterlage [U 14] berücksichtigt werden

### 13. ERGÄNZENDE GEOTECHNISCHE HINWEISE

Die durchgeführten Baugrundaufschlüsse stellen naturgemäß nur punktuelle Erkundungen des Untergrundes dar. Sofern im Zuge der weiteren Bautätigkeit davon abweichende Untergrundverhältnisse angetroffen werden, ist eine geotechnische Fachkraft zu informieren.

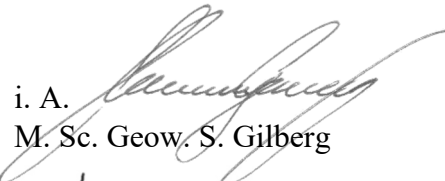



Vor Beginn der Baumaßnahme des Anlagenteils Schwimmbad wird die Durchführung eines Beweissicherungsverfahrens an dem Haus des Gastes empfohlen. Weiterhin sind grundsätzlich die Leitungsführungen auf dem Baugelände zu überprüfen.

### BBI Geo- und Umwelttechnik

  
Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. S. Henke



  
i. A.  
M. Sc. Geow. S. Gilberg

  
i. A. Mert Balamir  
M.Sc. Geo-Ing.

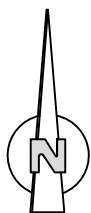


## **ANLAGENVERZEICHNISS**

Anlage 1	Übersichtskarte M 1: 100.000
Anlage 2	Lage der Untergrundaufschlüsse M 1: 2.000
Anlage 3	Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse M. d. H. 1: 100
Anlage 4	Zusammenstellung der Laboregebnisse
Anlage 5	Körnungslinien
Anlage 6	Zusammenstellung der Analyseergebnisse
Anlage 7	Laborberichte der Schadstoffuntersuchung
Anlage 8	Laborberichte Versauerungspotenzial
Anlage 9	Laborberichte Wasseruntersuchungen



© OpenStreetMap



**GEO-UND UMWELTECHNIK**  
**INGENIEUR-GESELLSCHAFT MBH**  
 BERATENDE INGENIEURE

**BBI LÜBECKER STR. 1 22087 HAMBURG TEL. 040 / 229 468 - 0 FAX 040 / 229 468 40**

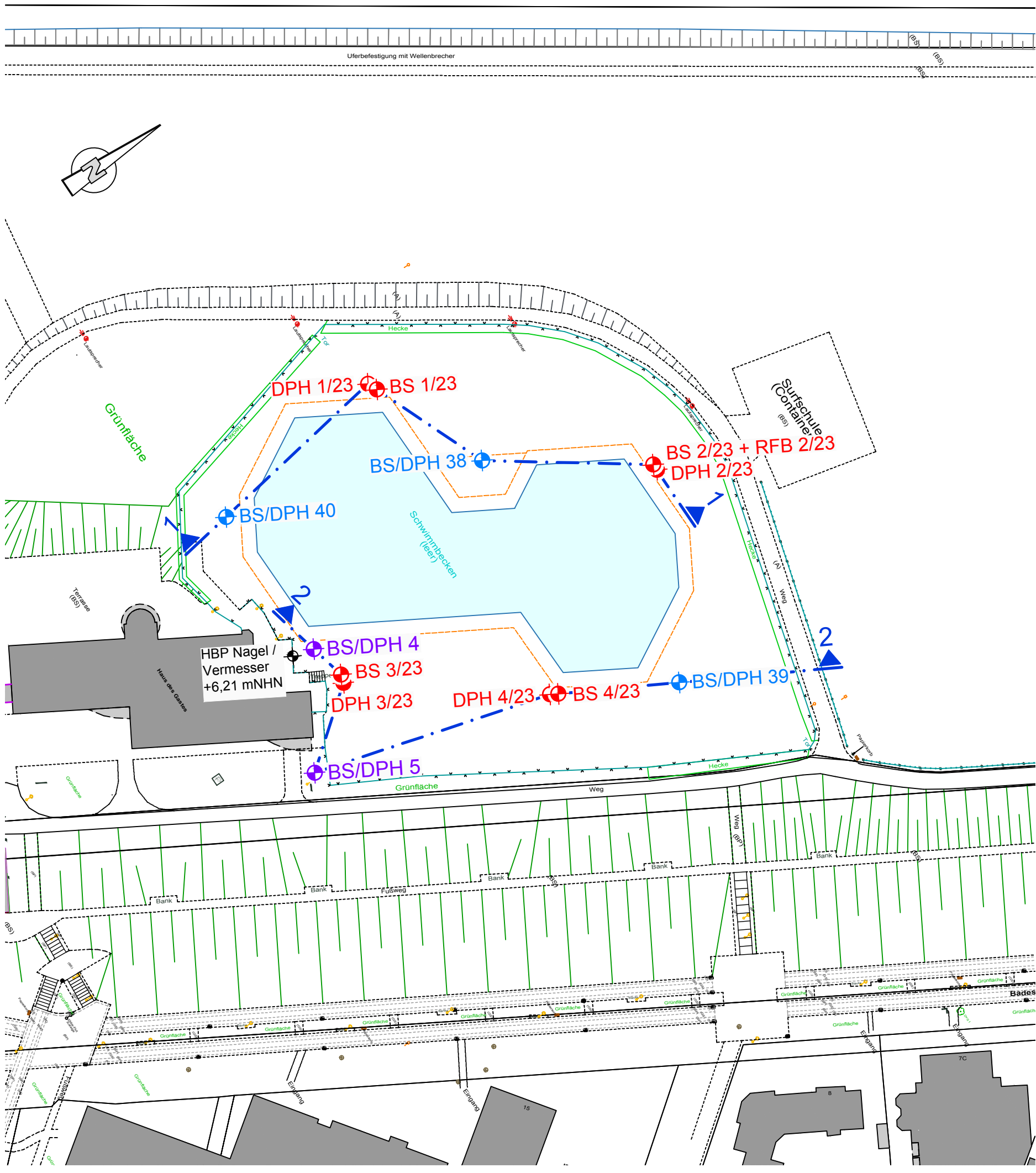
Projekt Nr.:  
2023/036

Anlagen Nr.:  
1

Zeichnungsnr.:  
L01GG01.DWG

**BV Freibad**  
**Norden-Norddeich**  
 ÜBERSICHTSKARTE


Datum: 25.04.2023	Blattgröße: A 4	Gezeichnet: Rd	Geprüft: Gi	Maßstab: ca. 1 : 20.000
----------------------	--------------------	-------------------	----------------	----------------------------



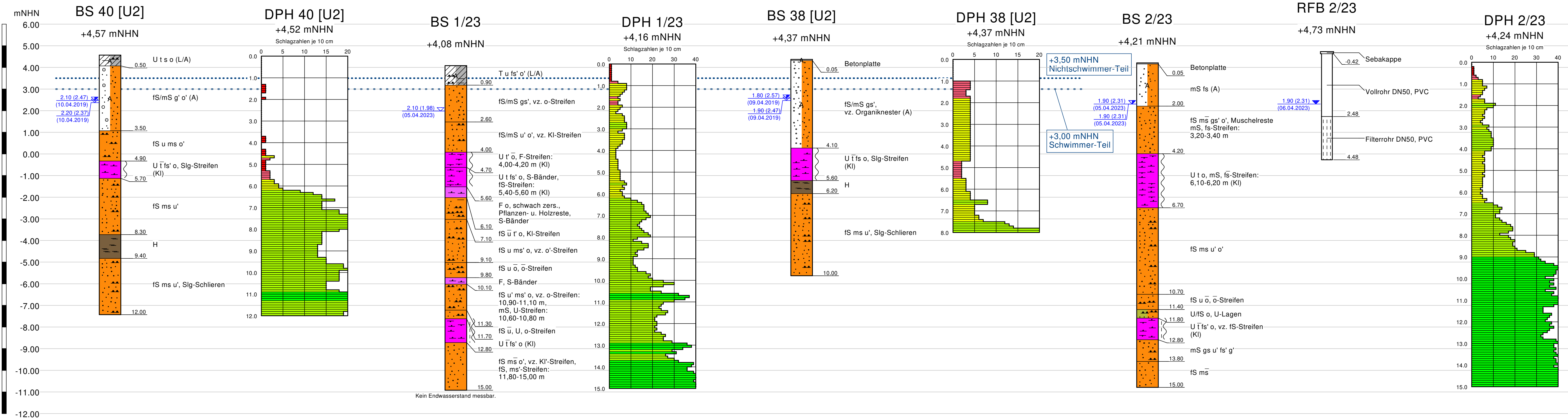
**LEGENDE :**

- ⊕ BS/DPH Sondierbohrung + Schwere Rammsondierung 09/2017 [U1]
- ⊕ BS/DPH Sondierbohrung + Schwere Rammsondierung 04/2019 [U2]
- ⊕ BS/DPH Sondierbohrung + Schwere Rammsondierung 04/2023

**Plangrundlage:**  
 Bestand aus Lageplan Strand - Variante Lagune, tiedeunabhängig, Plan-Nr.: M.003, Planstand: 29.02.2016,  
 Maßstab: 1 : 1000, Planverfasser: SWUP GmbH, Landschaftsarchitektur, Stadtplanung und Mediation,  
 Harksheider Weg 115C, 25451 Quickborn, Tel.: 04106 / 766 88 80, E-Mail: swup.sh@swup.de

 <p><b>GEO-UND UMWELTECHNIK INGENIEUR-GESELLSCHAFT MBH</b></p> <p>BERATENDE INGENIEURE</p> <p>BBI LÜBECKER STR. 1 22087 HAMBURG TEL. 040 / 229 468 - 0 FAX 040 / 229 468 40</p>	Projekt Nr.: 2023/036			
	Anlagen Nr.: 2			
Zeichnungsnr.: L01GG02.DWG				
<p><b>BV Freibad Norden-Norddeich</b></p> <p>LAGEPLAN</p>				
Datum: 25.04.2032	Blattgröße: A 3	Gezeichnet: Rd	Geprüft: Gi	Maßstab: 1 : 1.000

L:\CAD\_BOPO\_Zeichnungen\2023\2023\_036\_Norden-Norddeich\_Freibad\Zeichnungen\01\_LAGEPLAN\01-02GG01\_Lageplan.dwg 08.05.2023



**Legende**

	weich - steif		T (Ton)		gG (Grobkies)
	weich		U (Schluff)		G (Kies)
			fS (Feinsand)		H (Torf, Humus)
			mS (Mittelsand)		A (Auffüllung)
			gS (Grobsand)		F (Mudde)
			S (Sand)		KI (Klei)
			fG (Feinkies)		o (org. Beimengung)
			mG (Mittelkies)		Slg (Schlick)

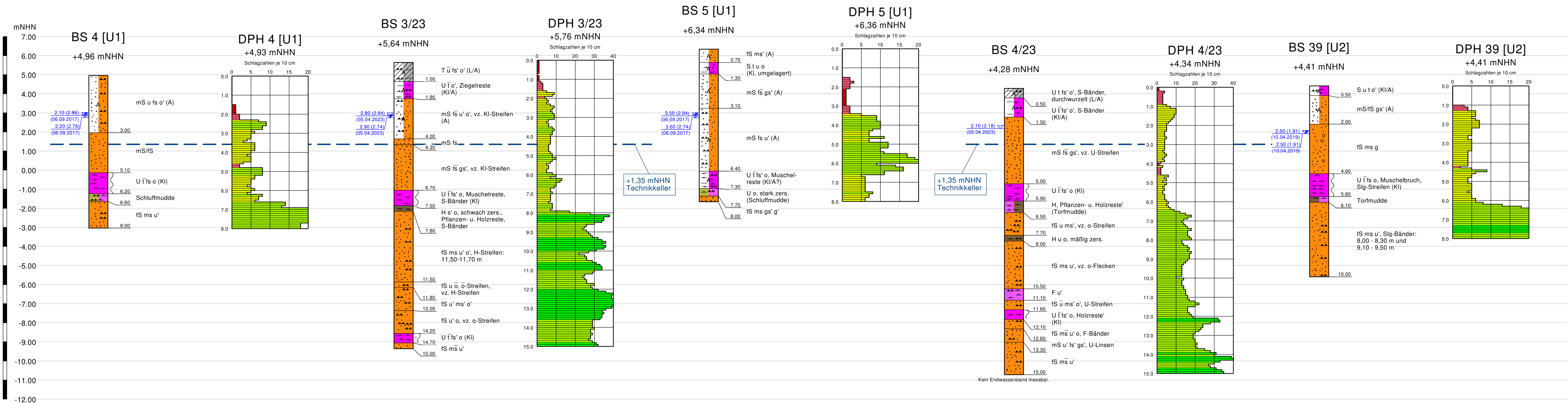
Beimengungen werden mit kleinen Buchstaben angegeben.  
 Anteil der Beimengung : ' = schwach, ' = stark  
 Beispiel : U<sub>s</sub>t' = schwach toniger, stark sandiger Schluff  
 ■ 5,2 Sonderprobe aus 5,2 m Tiefe unter Gelände  
 ▽ 6,00 (1.21) Grundwasser am 01.01.2023 in 6,00 m (1.21 mNHN) Tiefe unter Gelände angebohrt  
 ▽ 7,00 (1.21) Grundwasserstand nach Beendigung der Bohrung (01.01.2023)  
 ▽ 6,50 (1.21) Ruhewasserstand in einem ausgebauten Bohrloch (01.01.2023)  
 Zusatz : r. = Reste, st. = Stücke, str. = Streifen, stw. = stellenweise, vz. = vereinzelt, wsf. = wasserführend, wsh. = wasserhaltig, zers. = zersetzt  
 Kalkgehalt : k° = kalkfrei, k+ = kalkhaltig, k++ = stark kalkhaltig

**Legende DPH**

	sehr locker
	locker
	mitteldicht
	dicht
	sehr dicht

Planverfasser:	 BERATENDE INGENIEURE BBI LÜBECKER STR. 1 22087 HAMBURG TEL. 040 / 229 468 - 0 FAX 040 / 229 468 40	Projekt Nr.:	2023/036
		Anlagen Nr.:	3.1
		Zeichnungs-Nr.:	U01GG31.BOP

Bauvorhaben:				
<b>Freibad Norden-Norddeich</b> ERGEBNISSE DER UNTERGRUNDAUFSCHLÜSSE SCHNITT 1 - 1				
Datum:	Blattgröße:	Gezeichnet:	Geprüft:	Maßstab:
25.04.2023	98,0 x 29,7	Rd	Gi	d. H. 1 : 100



**Legende**

	weich - steif		T (Ton)		gG (Grobkies)
	weich		U (Schluff)		G (Kies)
			fS (Feinsand)		H (Torf, Humus)
			mS (Mittelsand)		A (Auffüllung)
			gS (Grobsand)		F (Mudde)
			S (Sand)		KI (Klei)
			fG (Feinkies)		o (org. Beimengung)
			mG (Mittelkies)		Slg (Schlick)

Beimengungen werden mit kleinen Buchstaben angegeben.  
 Anteil der Beimengung : ' = schwach, '' = stark  
 Beispiel : U s̄ .t' = schwach toniger, stark sandiger Schluff  
 5,2 Sonderprobe aus 5,2 m Tiefe unter Gelände  
 6,00 (1.21) Grundwasser am 01.01.2023 in 6,00 m (1.21 mNHN) Tiefe unter Gelände angebohrt  
 7,00 (1.21) Grundwasserstand nach Beendigung der Bohrung  
 6,50 (1.21) Ruhewasserstand in einem ausgebauten Bohrloch  
 Zusatz : r. = Reste, st. = Stücke, str. = Streifen, stw. = stellenweise, vz. = vereinzelt, wsf. = wasserführend, wsh. = wasserhaltig, zers. = zersetzt  
 Kalkgehalt : k° = kalkfrei, k+ = kalkhaltig, k++ = stark kalkhaltig

**Legende DPH**

	sehr locker
	locker
	mitteldicht
	dicht
	sehr dicht

Planverfasser: **GEO- UND UMWELTECHNIK INGENIEUR-GESELLSCHAFT MBH**  
 BERATENDE INGENIEURE  
 BBI LÜBECKER STR. 1 22087 HAMBURG TEL. 040 / 229 468 - 0 FAX 040 / 229 468 40

Projekt Nr.: 2023/036  
 Anlagen Nr.: 3.2  
 Zeichnungs-Nr.: U01GG32.BOP

Bauvorhaben:  
**Freibad Norden-Norddeich**  
 ERGEBNISSE DER UNTERGRUNDAUFSCHLÜSSE  
 SCHNITT 2 - 2

Datum: 25.04.2023	Blattgröße: 105,0 x 29,7	Gezeichnet: Rd	Geprüft: Gi	Maßstab: d. H. 1 : 100
-------------------	--------------------------	----------------	-------------	------------------------







ZUSAMMENSTELLUNG DER VERSUCHSERGEBNISSE



Entnahmestelle		4/23/19							
Bodenbezeichnung		S							
Entnahmetiefe unter Gelände	m	13,3 - 14,3							
Entnahmeart		gestört							
Wassergehalt [ w ]	%								
Fließgrenze [ w <sub>L</sub> ]	%								
Ausrollgrenze [ w <sub>p</sub> ]	%								
Plastizitätszahl [ I <sub>p</sub> ]	%								
Konsistenzzahl [ I <sub>c</sub> ]									
Feuchtwichte [ γ ]	kN/m <sup>3</sup>								
Trockenwichte [ γ <sub>d</sub> ]	kN/m <sup>3</sup>								
Kornwichte [ γ <sub>s</sub> ]	kN/m <sup>3</sup>								
Porenanteil [ n ]	%								
Durchlässigkeit [ k <sub>f</sub> ]	m/s								
Kornverteilung	s. Anlage	5.3							
Rohtongehalt	%								
Glühverlust [ V <sub>gl</sub> ]	%								
Kalkgehalt [ V <sub>Ca</sub> ]	%								
Scherfestigkeit	s. Anlage								
Zylinderdruckfestigkeit	s. Anlage								
Steifemodul	s. Anlage								



GEO-UND UMWELTECHNIK  
INGENIEUR-GESELLSCHAFT MBH

BERATENDE INGENIEURE

# Körnungslinie

FBNN Freibad, Norden, Nordedeich

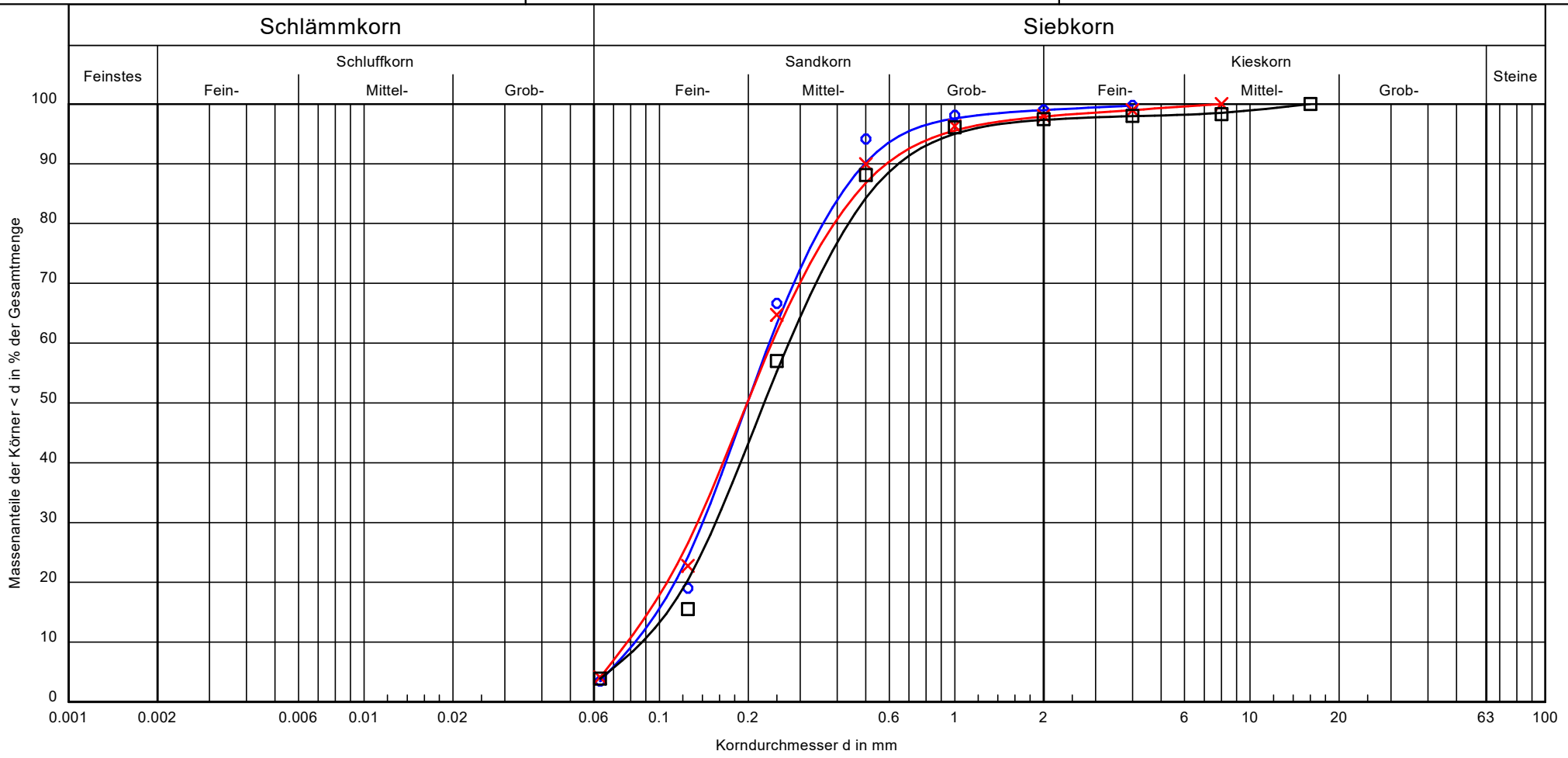
Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Nasssiebung

BBI LÜBECKER STR. 1 22087 HAMBURG TEL. 040 / 229 468 - 0 FAX 040 / 229 468 40

Bearbeiter: As

Datum: 24.04.23



Signatur			
Bodenart:	fs, mS, gs'	fS, mS, gs'	mS, fS, gs'
Tiefe:	2,0 - 2,3 m	2,4 - 3,5 m	1,5 - 2,5 m
Cu/Cc:	2.9/1.0	3.1/1.0	3.1/1.0
Entnahmestelle:	1/23/3	2/23/4	4/23/3
Entnahmedatum:	09.04.2023	05.04.2023	05.04.2023
Bodengruppe:	SE	SE	SE
T/U/S/G [%]:	- /3.5/95.5/1.0	- /4.1/93.8/2.1	- /3.9/93.4/2.7

Bemerkungen:

Projekt-Nr.:  
2023/036  
Anlage:  
5.1



GEO-UND UMWELTECHNIK  
INGENIEUR-GESELLSCHAFT MBH

BERATENDE INGENIEURE

BBI LÜBECKER STR. 1 22087 HAMBURG TEL. 040 / 229 468 - 0 FAX 040 / 229 468 40

Bearbeiter: As

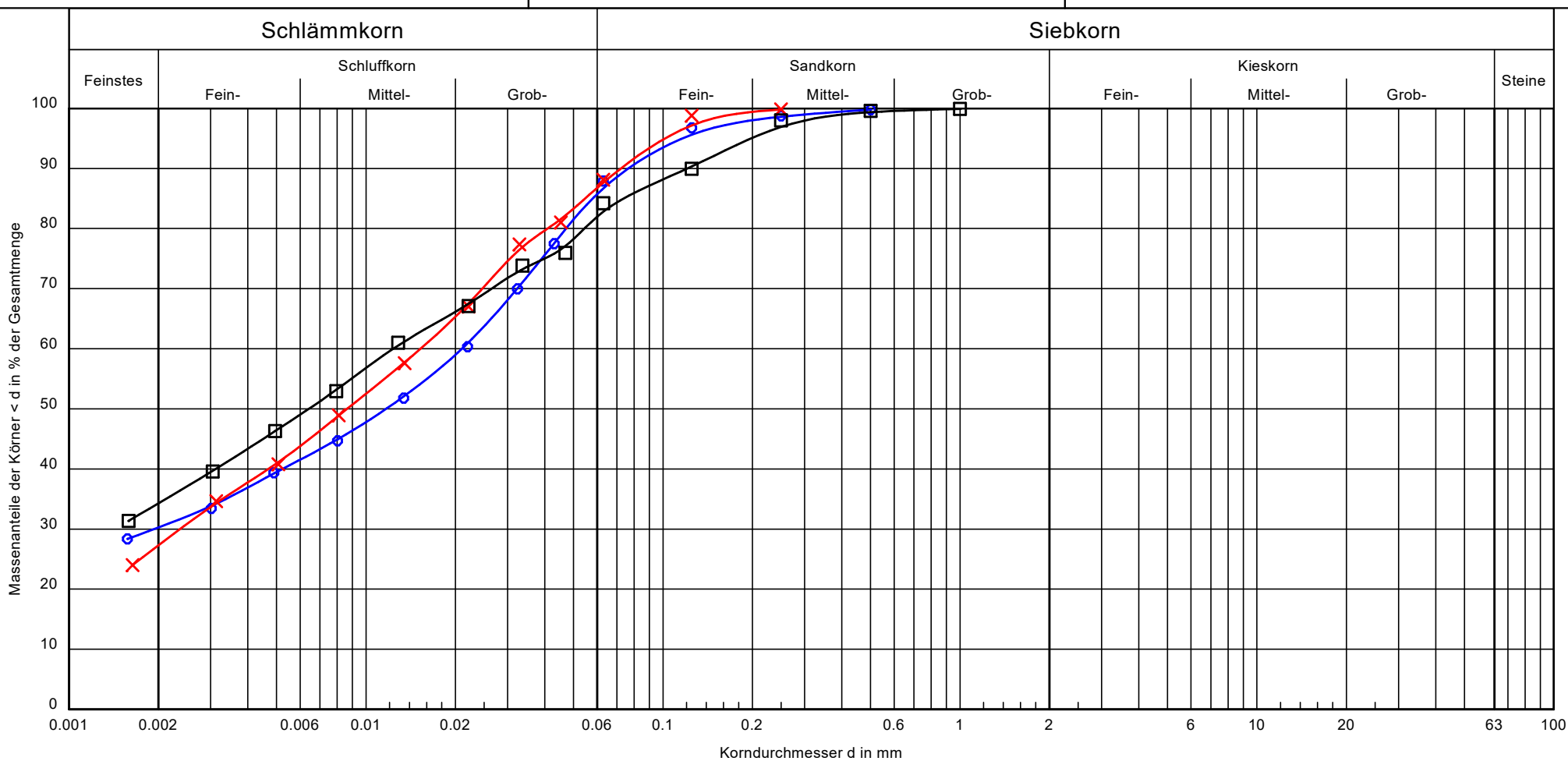
Datum: 24.04.23

# Körnungslinie

FBNN Freibad, Norden, Nordedeich

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Kombinierte Analyse



Signatur			
Bodenart:	U, $\bar{t}$ , fs' (KI)	U, t, fs' (KI)	U, $\bar{t}$ , fs' (KI)
Tiefe:	11,7 - 12,8 m	5,2 - 6,5 m	11,6 - 12,1 m
Cu/Cc:	-/-	-/-	-/-
Entnahmestelle:	1/23/16	2/23/7	4/23/16
Entnahmedatum:	05.04.2023	05.04.2023	05.04.2023
T/U/S/G [%]:	30.3/56.4/13.3/ -	27.3/60.4/12.4/ -	34.3/48.5/17.2/ -

Bemerkungen:

Projekt-Nr.:  
2023/036  
Anlage:  
5.2



GEO-UND UMWELTECHNIK  
INGENIEUR-GESELLSCHAFT MBH

BERATENDE INGENIEURE

# Körnungslinie

FBNN Freibad, Norden, Nordedeich

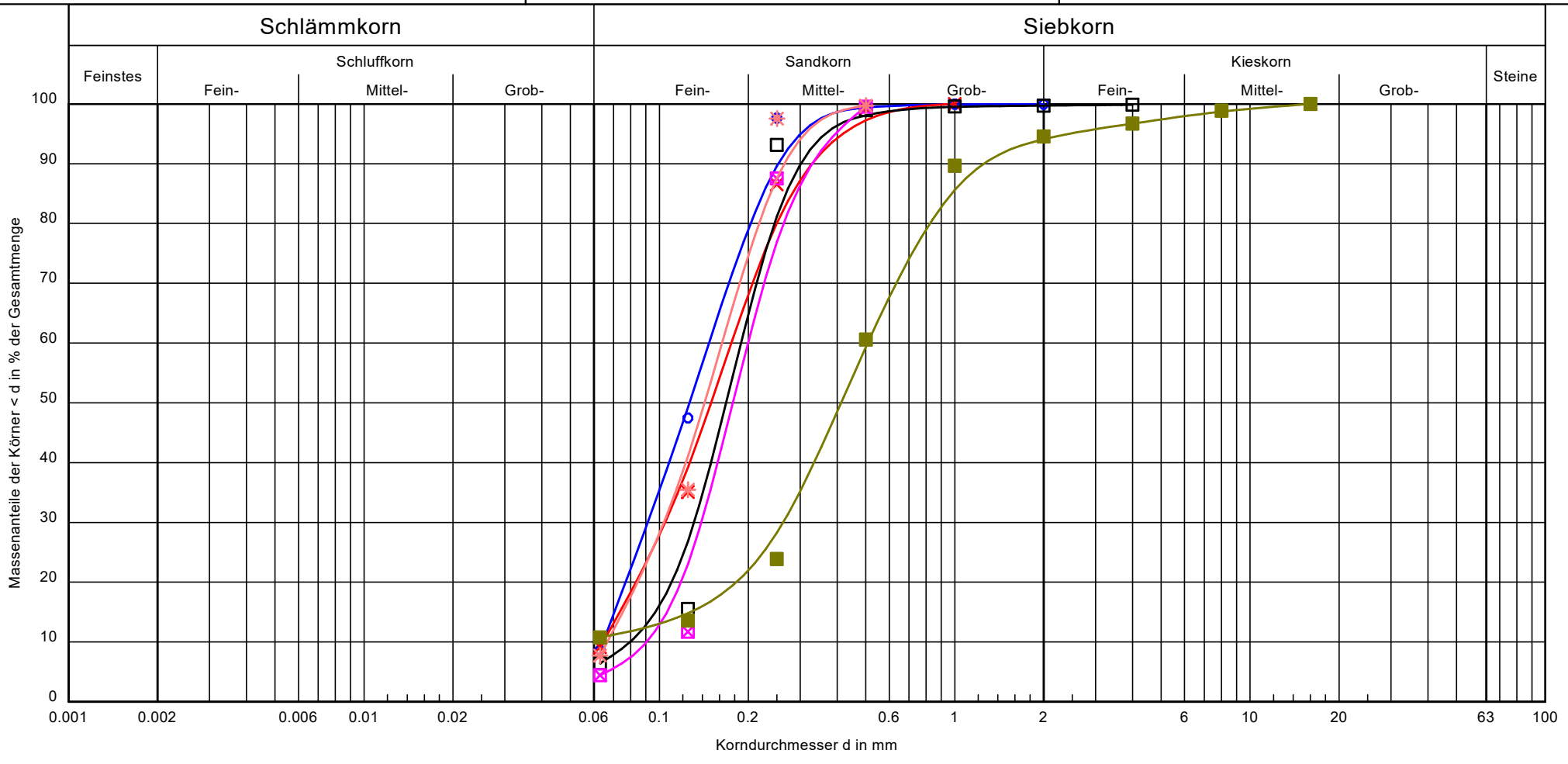
Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Nasssiebung

BBI LÜBECKER STR. 1 22087 HAMBURG TEL. 040 / 229 468 - 0 FAX 040 / 229 468 40

Bearbeiter: As

Datum: 24.04.23



Signatur						
Bodenart:	fS, ms, u'	fS, m $\bar{s}$ , u'	fS, m $\bar{s}$ , u'	fS, m $\bar{s}$	fS, ms, u'	mS, gs, u', g', fs'
Tiefe:	9,0 - 10,0 m	12,1 - 12,6 m	13,3 - 14,3 m	14,0 - 15,0 m	8,5 - 9,5 m	12,8 - 13,8 m
Cu/Cc:	2.3/0.9	2.7/1.0	2.4/1.1	2.2/1.1	2.4/1.0	-/-
Entnahmestelle:	3/23/11	4/23/17	4/23/19	1/23/18	2/23/10	2/23/15
Entnahmedatum:	05.04.2023	05.04.2023	05.04.2023	05.04.2023	05.04.2023	05.04.2023
Bodengruppe:	SU	SU	SU	SE	SU	SU
T/U/S/G [%]:	- /8.7/91.3/ -	- /9.1/90.9/ -	- /6.5/93.3/0.3	- /4.4/95.6/ -	- /7.7/92.3/ -	- /10.8/83.3/5.9

Bemerkungen:

Projekt-Nr.:  
2023/036  
Anlage:  
5.3

Deklarationsuntersuchung gem.:

Orientierende Schadstofferkundung

-ErsatzbaustoffV, Anlage 1, Tabelle 3

Probenbezeichnung		MP 1.S	MP 2.L	MP 3.KL			
Bereich		Freibad	Freibad	B10 + 11OB			
Entnahmetiefe, generalisiert (m)		0,05 - 5,0	0,0 - 1,9	4,0 - 7,8			
Probenart		Mischprobe	Mischprobe	Mischprobe			
Bodenart		Sand	Lehm/Schluff	Ton			
Parameter	Einheit						
Feststoff	Trockensubstanz	%	90,6	80,3	63,9		
	Kohlenwasserstoffe C <sub>10</sub> - C <sub>40</sub> <sup>5)</sup>	mg/kg TS	n.u.	n.u.	n.u.		
	Kohlenwasserstoffe C <sub>10</sub> - C <sub>22</sub>	mg/kg TS	n.u.	n.u.	n.u.		
	Σ BTEX	mg/kg TS	n.u.	n.u.	n.u.		
	Σ LHKW	mg/kg TS	n.u.	n.u.	n.u.		
	Benzo(a)pyren	mg/kg TS	<0,05 (n.n.)	<0,05 (n.n.)	<0,05 (n.b.)		
	Tributylzinn-Kation	µg/kg TS	n.u.	n.u.	n.u.		
	Cyanide	mg/kg TS	n.u.	n.u.	n.u.		
	Arsen	mg/kg TS	2,3	12	13		
	Blei	mg/kg TS	2,7	13	33		
	Cadmium	mg/kg TS	<0,10	<0,10	0,32		
	Chrom gesamt	mg/kg TS	5,1	26	32		
	Kupfer	mg/kg TS	3,7	7	13		
	Nickel	mg/kg TS	2,2	15	16		
	Quecksilber	mg/kg TS	<0,050	0,053	0,22		
	Thallium	mg/kg TS	<0,10	<0,10	<0,10		
	Zink	mg/kg TS	8,6	54	87		
	TOC	Gew.-% TS	<0,050	0,44	2,9		
	Σ PAK <sub>16</sub> <sup>10)</sup>	mg/kg TS	n.n.	0,075	0,817		
	PCB <sub>6</sub> und PCB-118	mg/kg TS	n.n.	n.n.	0,003		
EOX <sup>11)</sup>	mg/kg TS	<0,50	<0,50	<0,50			
Eluat	pH-Wert	--	7,4	7,7	7,8		
	elektr. Leitfähigkeit <sup>4)</sup>	µS/cm	350	220	7200		
	Sulfat	mg/l	48	3,5	1200		
	Arsen	µg/l	n.u.	n.u.	n.u.		
	Blei	µg/l	n.u.	n.u.	n.u.		
	Cadmium	µg/l	n.u.	n.u.	n.u.		
	Chrom gesamt	µg/l	n.u.	n.u.	n.u.		
	Kupfer	µg/l	n.u.	n.u.	n.u.		
	Nickel	µg/l	n.u.	n.u.	n.u.		
	Quecksilber <sup>12)</sup>	µg/l	n.u.	n.u.	n.u.		
	Thallium <sup>12)</sup>	µg/l	n.u.	n.u.	n.u.		
	Zink	µg/l	n.u.	n.u.	n.u.		
	PAK <sub>15</sub> <sup>9)</sup>	µg/l	n.u.	n.u.	n.u.		
	Naphthalin und Methylnaphthalin	µg/l	n.u.	n.u.	n.u.		
	PCB <sub>6</sub> und PCB-118	µg/l	n.u.	n.u.	n.u.		
	Phenole	mg/l	n.u.	n.u.	n.u.		
	Chlorphenole gesamt	µg/l	n.u.	n.u.	n.u.		
	Chlorbenzole gesamt	µg/l	n.u.	n.u.	n.u.		
	Hexachlorbenzol	µg/l	n.u.	n.u.	n.u.		
	Molybdän	µg/l	n.u.	n.u.	n.u.		
Antimon <sup>17)</sup>	µg/l	n.u.	n.u.	n.u.			
Vanadium	µg/l	n.u.	n.u.	n.u.			
MKW	µg/l	n.u.	n.u.	n.u.			
Zuordnung		BM-0	BM-0	BM-0 <sup>5) 7)</sup>			

Materialwerte für Bodenmaterial <sup>1)</sup>							
BM 0			BM 0*	BM-F0*	BM-F1	BM-F2	BM-F3
Sand <sup>2)</sup>	Lehm/Schluff <sup>2)</sup>	Ton <sup>2)</sup>					
-	-	-	-	-	-	-	-
			600	600	600	600	2.000
			300	300	300	300	1.000
				1	1	1	1
				1	1	1	1
0,3	0,3	0,3					
				20	100	100	1.000
				3	3	3	10
10	20	20	20	40	40	40	150
40	70	100	140	140	140	140	700
0,4	1	1,5	1 <sup>6)</sup>	2	2	2	10
30	60	100	120	120	120	120	600
20	40	60	80	80	80	80	320
15	50	70	100	100	100	100	350
0,2	0,3	0,3	0,6	0,6	0,6	0,6	5
0,5	1,0	1,0	1,0	2	2	2	7
60	150	200	300	300	300	300	1.200
1 <sup>7)</sup>	1 <sup>7)</sup>	1 <sup>7)</sup>	1 <sup>7)</sup>	5	5	5	5
3	3	3	6	6	6	9	30
0,05	0,05	0,05	0,1	0,15	0,15	0,15	0,5
1	1	1	1	3	3	3	10
				6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	5,5 - 12,0
			350	350	500	500	2.000
250 <sup>5)</sup>	250 <sup>5)</sup>	250 <sup>5)</sup>	250 <sup>5)</sup>	250 <sup>5)</sup>	450	450	1.000
			8	12	20	85	100
			23	35	90	250	470
			2	3	3	10	15
			10	15	150	290	530
			20	30	110	170	320
			20	30	30	150	280
			0,1				
			0,2 (0,3)				
			100 (210)	150	160	840	1.600
			0,2	0,3	1,5	308	20
			2				
			0,01	0,02	0,02	0,02	0,04
				12	60	60	2.000
				1,5	10	10	100
				1,5	1,7	1,7	4
				0,02	0,02	0,02	0,04
				7,5	7,5	7,5	15
				55	55	55	110
				30	55	450	840
				150	160	160	310



#### Legende

- <sup>1)</sup> Die Materialwerte gelten für Bodenmaterial und Baggergut mit bis zu 10 Volumenprozent (BM und BG) oder bis zu 50 Volumenprozent (BM-F und BG-F) mineralischer Fremdbestandteile im Sinne von § 2 Nummer 8 der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung mit nur vernachlässigbaren Anteilen an Störstoffen im Sinne von § 2 Nummer 9 der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung. Bodenmaterial der Klasse BM-0 und Baggergut der Klasse BG-0 erfüllen die wertebezogenen Anforderungen an das Auf- oder Einbringen gemäß § 7 Absatz 3 der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung. Bodenmaterial der Klasse BM-0 und Baggergut der Klasse BG-0 Sand erfüllen die wertebezogenen Anforderungen an das Auf- oder Einbringen gemäß § 8 Absatz 2 der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung; Bodenmaterial der Klasse BM-0\* und Baggergut der Klasse BG-0\* erfüllen die wertebezogenen Anforderungen an das Auf- oder Einbringen gemäß § 8 Absatz 3 Nummer 1 der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung.
- <sup>2)</sup> Bodenarten-Hauptgruppen gemäß Bodenkundlicher Kartieranleitung, 5. Auflage, Hannover 2009 (KA 5); stark schluffige Sande-lehmig-schluffige Sande und stark lehmige Sande sowie Materialien, die nicht bodenartspezifisch zugeordnet werden können, sind entsprechend der Bodenart Lehm, Schluff zu bewerten.
- <sup>3)</sup> Die Eluatwerte in Spalte 6 sind mit Ausnahme des Eluatwertes für Sulfat nur maßgeblich, wenn für den betreffenden Stoff der jeweilige Feststoffwert nach Spalte 3 bis 5 überschritten wird. Der Eluatwert für PAK15 und Naphthalin und Methylnaphthaline, gesamt, ist maßgeblich, wenn der Feststoffwert für PAK16 nach Spalte 3 bis 5 überschritten wird. Die in Klammern genannten Werte gelten jeweils bei einem TOC-Gehalt von  $\geq 0,5\%$ .
- <sup>4)</sup> Stoffspezifischer Orientierungswert; bei Abweichungen ist die Ursache zu prüfen.
- <sup>5)</sup> Bei Überschreitung des Wertes ist die Ursache zu prüfen. Handelt es sich um naturbedingt erhöhte Sulfatkonzentrationen, ist eine Verwertung innerhalb der betroffenen Gebiete möglich. Außerhalb dieser Gebiete ist über die Verwertungseignung im Einzelfall zu entscheiden.
- <sup>6)</sup> Der Wert 1 mg/kg gilt für Bodenmaterial der Bodenarten Sand und Lehm, Schluff. Für Bodenmaterial der Bodenart Ton gilt der Wert 1,5 mg/kg.
- <sup>7)</sup> Bodenmaterialspezifischer Orientierungswert. Der TOC-Gehalt muss nur bei Hinweisen auf erhöhte Gehalte nach den Untersuchungsverfahren in Anlage 5 bestimmt werden. § 6 Absatz 11 Satz 2 und 3 der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung ist entsprechend anzuwenden. Beim Einbau sind Volumenbeständigkeit und Setzungsprozesse zu berücksichtigen.
- <sup>8)</sup> Der Gesamtgehalt bestimmt nach der DIN EN 14039, „Charakterisierung von Abfällen - Bestimmung des Gehalts an Kohlenwasserstoffen von C10 bis C40 mittels Gaschromatographie“, Ausgabe Januar 2005 darf insgesamt den angegebenen Wert nicht überschreiten
- <sup>9)</sup> PAK15: PAK16 ohne Naphthalin und Methylnaphthaline
- <sup>10)</sup> PAK16: stellvertretend für die Gruppe der polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK) werden nach der Liste der US-amerikanischen Umweltbehörde, Environmental Protection Agency (EPA), 16 ausgewählte PAK untersucht: Acenaphthen, Acenaphthylen, Anthracen, Benzo[a]anthracen, Benzo[a]pyren, Benzo[b]fluoranthren, Benzo[g,h,i]perylen, Benzo- [k]fluoranthren, Chrysen, Dibenz[a,h]anthracen, Fluoranthren, Fluoren, Indeno[1,2,3- cd]pyren, Naphthalin, Phenanthren und Pyren.
- <sup>11)</sup> Bei Überschreitung der Werte sind die Materialien auf fallspezifische Belastungen zu untersuchen.
- <sup>12)</sup> Bei Quecksilber und Thallium ist für die Klassifizierung in die Materialklassen BM-F0\*/BG-F0\*, BM-F1/ BG-F-1, BM-F2/BG-F-2, BM-F-3/BG-F3 der angegebene Gesamtgehalt maßgeblich. Der Eluatwert der Materialklasse BM-0\*/BG-0\* ist einzuhalten.

#### Abkürzungen

Ob Oberboden  
A Auffüllung  
S Sand  
L/U Lehm/Schluff  
T Ton  
H/F Torf/Mudde  
Mg/Lg  
Geschiebemergel/Geschiebelehm  
KI Klei  
n. n. nicht nachweisbar  
n. b. nicht bestimmbar  
n. u. nicht untersucht



# **ANLAGE 7**

**Laborberichte der Schadstoffuntersuchung  
GBA mbH, Pinneberg**



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

BBI Geo- und Umwelttechnik  
Ingenieur-Gesellschaft mbH  
Frau Gilberg  
Lübecker Str. 1



22087 Hamburg

**Prüfbericht-Nr.: 2023P509477 / 1**

<b>Auftraggeber</b>	BBI Geo- und Umwelttechnik Ingenieur-Gesellschaft mbH
<b>Eingangsdatum</b>	13.04.2023
<b>Projekt</b>	FBNN Freibad Norden Norddeich
<b>Material</b>	Boden
<b>Auftrag</b>	2023/036
<b>Verpackung</b>	PE-Eimer
<b>Probenmenge</b>	ca. 2,5 kg
<b>unsere Auftragsnummer</b>	23506143
<b>Probenahme</b>	durch den Auftraggeber
<b>Probentransport</b>	GBA
<b>Labor</b>	GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
<b>Analysenbeginn / -ende</b>	13.04.2023 - 27.04.2023
<b>Bemerkung</b>	keine
<b>Probenaufbewahrung</b>	Wenn nicht anders vereinbart, werden Feststoffproben drei Monate und Wasserproben bis zwei Wochen nach Prüfberichtserstellung aufbewahrt.

Pinneberg, 27.04.2023



i. A. G. Blinde  
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 5 zu Prüfbericht-Nr.: 2023P509477 / 1

**Prüfbericht-Nr.: 2023P509477 / 1**  
**FBNN Freibad Norden Norddeich**

unsere Auftragsnummer		23506143	23506143	23506143
Probe-Nummer		001	002	003
Material		Boden	Boden	Boden
Probenbezeichnung		<b>MP 1.S</b>	<b>MP 2.L</b>	<b>MP 3.KI</b>
Probemenge		ca. 2,5 kg	ca. 2,5 kg	ca. 2,5 kg
Probeneingang		13.04.2023	13.04.2023	13.04.2023
<b>Analysenergebnisse</b>	<b>Einheit</b>			
<b>Probenvorbereitung</b>		+	+	+
<b>Anteil Fremdmaterial</b>	Masse-%	0,00	0,00	0,00
<b>Siebfraktion &gt; 2 mm</b>	Masse-%	1,8	<0,1	<0,1
<b>Siebfraktion &lt; 2 mm</b>	Masse-%	98,2	100,0	100,0
<b>Trockenrückstand</b>	Masse-%	90,6	80,3	63,9
<b>Aufschluss mit Königswasser</b>				
<b>Arsen</b>	mg/kg TM	2,3	12	13
<b>Blei</b>	mg/kg TM	2,7	13	33
<b>Cadmium</b>	mg/kg TM	<0,10	<0,10	0,32
<b>Chrom ges.</b>	mg/kg TM	5,1	26	32
<b>Kupfer</b>	mg/kg TM	3,7	7,0	13
<b>Nickel</b>	mg/kg TM	2,2	15	16
<b>Quecksilber</b>	mg/kg TM	<0,050	0,053	0,22
<b>Thallium</b>	mg/kg TM	<0,10	<0,10	<0,10
<b>Zink</b>	mg/kg TM	8,6	54	87
<b>TOC</b>	Masse-% TM	<0,050	0,44	2,9
<b>Summe PAK (16) (EBV)</b>	mg/kg TM	n.n.	0,0750	0,817
<b>Naphthalin</b>	mg/kg TM	<0,05 (n.n.)	<0,05 (n.n.)	<0,05 (ngw.)
<b>Acenaphthylen</b>	mg/kg TM	<0,05 (n.n.)	<0,05 (n.n.)	<0,05 (n.n.)
<b>Acenaphthen</b>	mg/kg TM	<0,05 (n.n.)	<0,05 (n.n.)	<0,05 (n.n.)
<b>Fluoren</b>	mg/kg TM	<0,05 (n.n.)	<0,05 (n.n.)	<0,05 (ngw.)
<b>Phenanthren</b>	mg/kg TM	<0,05 (n.n.)	<0,05 (n.n.)	0,069
<b>Anthracen</b>	mg/kg TM	<0,05 (n.n.)	<0,05 (n.n.)	<0,05 (ngw.)
<b>Fluoranthren</b>	mg/kg TM	<0,05 (n.n.)	<0,05 (ngw.)	0,14
<b>Pyren</b>	mg/kg TM	<0,05 (n.n.)	<0,05 (ngw.)	0,10
<b>Benz(a)anthracen</b>	mg/kg TM	<0,05 (n.n.)	<0,05 (n.n.)	0,063
<b>Chrysen</b>	mg/kg TM	<0,05 (n.n.)	<0,05 (n.n.)	0,069
<b>Benzo(b)fluoranthren</b>	mg/kg TM	<0,05 (n.n.)	<0,05 (ngw.)	0,091
<b>Benzo(k)fluoranthren</b>	mg/kg TM	<0,05 (n.n.)	<0,05 (n.n.)	0,063
<b>Benzo(a)pyren</b>	mg/kg TM	<0,05 (n.n.)	<0,05 (n.n.)	<0,05 (ngw.)
<b>Indeno(1,2,3-cd)pyren</b>	mg/kg TM	<0,05 (n.n.)	<0,05 (n.n.)	0,067
<b>Dibenz(a,h)anthracen</b>	mg/kg TM	<0,05 (n.n.)	<0,05 (n.n.)	<0,05 (n.n.)
<b>Benzo(g,h,i)perylene</b>	mg/kg TM	<0,05 (n.n.)	<0,05 (n.n.)	0,055
<b>Summe PCB (7) (EBV)</b>	mg/kg TM	n.n.	n.n.	0,00300
<b>PCB 28</b>	mg/kg TM	<0,003 (n.n.)	<0,003 (n.n.)	<0,003 (n.n.)
<b>PCB 52</b>	mg/kg TM	<0,003 (n.n.)	<0,003 (n.n.)	<0,003 (n.n.)
<b>PCB 101</b>	mg/kg TM	<0,003 (n.n.)	<0,003 (n.n.)	<0,003 (n.n.)
<b>PCB 118</b>	mg/kg TM	<0,003 (n.n.)	<0,003 (n.n.)	<0,003 (ngw.)
<b>PCB 153</b>	mg/kg TM	<0,003 (n.n.)	<0,003 (n.n.)	<0,003 (ngw.)
<b>PCB 138</b>	mg/kg TM	<0,003 (n.n.)	<0,003 (n.n.)	<0,003 (n.n.)
<b>PCB 180</b>	mg/kg TM	<0,003 (n.n.)	<0,003 (n.n.)	<0,003 (n.n.)
<b>EOX</b>	mg/kg TM	<0,50	<0,50	<0,50

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

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.

<b>unsere Auftragsnummer</b>		23506143	23506143	23506143
<b>Probe-Nummer</b>		001	002	003
<b>Material</b>		Boden	Boden	Boden
<b>Probenbezeichnung</b>		<b>MP 1.S</b>	<b>MP 2.L</b>	<b>MP 3.KI</b>
<b>Probemenge</b>		ca. 2,5 kg	ca. 2,5 kg	ca. 2,5 kg
<b>Eluat 2:1</b>				
<b>Trübung (quantitativ)</b>	FNU	0,16	3,2	1,5
<b>pH-Wert</b>		7,4	7,7	7,8
<b>Temperatur (Labor)</b>	°C	22,4	22,2	22,4
<b>Leitfähigkeit</b>	µS/cm	350	220	7200
<b>Sulfat</b>	mg/L	48	3,5	1200

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

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.

**Prüfbericht-Nr.: 2023P509477 / 1**
**Angewandte Verfahren**

Parameter	BG	Einheit	Methode
Probenvorbereitung			DIN 19747: 2009-07 <sup>a</sup> 5
Anteil Fremdmaterial		Masse-%	DIN 19747: 2009-07 <sup>a</sup> 5
Siebfraktion > 2 mm	0,10	Masse-%	DIN 19747: 2009-07 <sup>a</sup> 5
Siebfraktion < 2 mm	0,10	Masse-%	DIN 19747: 2009-07 <sup>a</sup> 5
Trockenrückstand	0,40	Masse-%	DIN EN 14346: 2007-03 <sup>a</sup> 5
Aufschluss mit Königswasser			DIN EN 13657: 2003-01 <sup>a</sup> 5
Arsen	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Blei	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Cadmium	0,10	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Chrom ges.	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Kupfer	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Nickel	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Quecksilber	0,050	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Thallium	0,10	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Zink	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 <sup>a</sup> 5
TOC	0,050	Masse-% TM	DIN EN 15936: 2012-11 <sup>a</sup> 5
Summe PAK (16) (EBV)		mg/kg TM	berechnet 5
Naphthalin	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 <sup>a</sup> 5
Acenaphthylen	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 <sup>a</sup> 5
Acenaphthen	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 <sup>a</sup> 5
Fluoren	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 <sup>a</sup> 5
Phenanthren	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 <sup>a</sup> 5
Anthracen	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 <sup>a</sup> 5
Fluoranthren	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 <sup>a</sup> 5
Pyren	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 <sup>a</sup> 5
Benz(a)anthracen	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 <sup>a</sup> 5
Chrysen	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 <sup>a</sup> 5
Benzo(b)fluoranthren	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 <sup>a</sup> 5
Benzo(k)fluoranthren	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 <sup>a</sup> 5
Benzo(a)pyren	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 <sup>a</sup> 5
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 <sup>a</sup> 5
Dibenz(a,h)anthracen	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 <sup>a</sup> 5
Benzo(g,h,i)perylene	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 <sup>a</sup> 5
Summe PCB (7) (EBV)		mg/kg TM	DIN EN 17322: 2021-03 <sup>a</sup> 5
PCB 28	0,0030	mg/kg TM	DIN ISO 10382: 2003-05 <sup>a</sup> 5
PCB 52	0,0030	mg/kg TM	DIN ISO 10382: 2003-05 <sup>a</sup> 5
PCB 101	0,0030	mg/kg TM	DIN ISO 10382: 2003-05 <sup>a</sup> 5
PCB 118	0,0030	mg/kg TM	DIN ISO 10382: 2003-05 <sup>a</sup> 5
PCB 153	0,0030	mg/kg TM	DIN ISO 10382: 2003-05 <sup>a</sup> 5
PCB 138	0,0030	mg/kg TM	DIN ISO 10382: 2003-05 <sup>a</sup> 5

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

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.

Parameter	BG	Einheit	Methode
PCB 180	0,0030	mg/kg TM	DIN ISO 10382: 2003-05 <sup>a</sup> 5
EOX	0,50	mg/kg TM	DIN 38414-17: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Eluat 2:1			DIN 19529: 2015-12 <sup>a</sup> 5
Trübung (quantitativ)	0,10	FNU	DIN EN ISO 7027-1: 2016-11 <sup>a</sup> 5
pH-Wert			DIN EN ISO 10523: 2012-04 <sup>a</sup> 5
Temperatur (Labor)		°C	DIN 38404-4: 1976-12 <sup>a</sup> 5
Leitfähigkeit		µS/cm	DIN EN 27888: 1993-11 <sup>a</sup> 5
Sulfat	0,50	mg/L	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07 <sup>a</sup> 5

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

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

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.



# **ANLAGE 8**

**Laborberichte Versauerungspotenzial  
GBA mbH, Pinneberg**

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

BBI Geo- und Umwelttechnik  
Ingenieur-Gesellschaft mbH  
Frau Gilberg



**22087 Hamburg**

**Prüfbericht-Nr.: 2023P510644/ 1**

<b>Auftraggeber</b>	BBI Geo- und Umwelttechnik Ingenieur-Gesellschaft mbH
<b>Eingangsdatum</b>	13.04.2023
<b>Projekt</b>	FBNN Freibad Norden Norddeich
<b>Material</b>	Boden
<b>Auftrag</b>	2023/036
<b>Verpackung</b>	PE-Eimer
<b>Probenmenge</b>	ca. 2,5 kg
<b>GBA-Nummer</b>	23506143
<b>Probenahme</b>	durch den Auftraggeber
<b>Probentransport</b>	GBA
<b>Labor</b>	GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
<b>Analysenbeginn / -ende</b>	13.04.2023 - 10.05.2023
<b>Bemerkung</b>	keine
<b>Probenaufbewahrung</b>	Wenn nicht anders vereinbart, werden Feststoffproben drei Monate und Wasserproben bis zwei Wochen nach Prüfberichtserstellung aufbewahrt.

Pinneberg, 10.05.2023

BL

i. A. G. Blinde  
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 2 zu Prüfbericht-Nr.: Prüfbericht-Nr.: 2023P510644/ 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,  
Ole Borchert,  
Alexander Kleinke,  
Dr. Dominik Obeloer

**Prüfbericht-Nr.: 2023P510644/ 1**  
**FBNN Freibad Norden Norddeich**

<b>GBA-Nummer</b>		23506143	23506143
<b>Probe-Nummer</b>		005	008
<b>Material</b>		Boden	Boden
<b>Probenbezeichnung</b>		<b>MP 3.KI Probe A/1 17.04.2023</b>	<b>MP 3.KI Probe A/2 02.05.2023</b>
<b>Probemenge</b>		ca. 2,5 kg	ca. 2,5 kg
<b>Probeneingang</b>		13.04.2023	13.04.2023
<b>Analysenergebnisse</b>	<b>Einheit</b>		
<b>pH-Wert Boden (CaCl<sub>2</sub>-Susp.)</b>		7,7	7,5
<b>Eluat</b>			
<b>Leitfähigkeit</b>	µS/cm	1780	2150
<b>Chlorid</b>	mg/L	373	425
<b>Sulfat</b>	mg/L	300	320

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

**Angewandte Verfahren**

<b>Parameter</b>	<b>BG</b>	<b>Einheit</b>	<b>Methode</b>
pH-Wert Boden (CaCl <sub>2</sub> -Susp.)			DIN ISO 10390: 2005-12 <sup>a</sup> 5
Eluat			DIN EN 12457-4: 2003-01 <sup>a</sup> 5
Leitfähigkeit		µS/cm	DIN EN 27888: 1993-11 <sup>a</sup> 5
Chlorid	0,60	mg/L	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07 <sup>a</sup> 5
Sulfat	0,50	mg/L	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07 <sup>a</sup> 5

Die mit <sup>a</sup> gekennzeichneten Verfahren sind akkreditierte Verfahren. Die Bestimmungsgrenzen (BG) können matrixbedingt variieren.

Untersuchungslabor: 5GBA Pinneberg





# **ANLAGE 9**

**Laborberichte Wasseruntersuchung  
GBA mbH, Pinneberg**

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

BBI Geo- und Umwelttechnik  
Ingenieur-Gesellschaft mbH  
Frau Gilberg  
Lübecker Str. 1



22087 Hamburg

### Prüfbericht-Nr.: 2023P509478 / 1

<b>Auftraggeber</b>	BBI Geo- und Umwelttechnik Ingenieur-Gesellschaft mbH
<b>Eingangsdatum</b>	13.04.2023
<b>Projekt</b>	FBNN Freibad Norden Norddeich
<b>Material</b>	Wasser
<b>Auftrag</b>	2023/036
<b>Verpackung</b>	Glas- und PE-Flaschen
<b>Probenmenge</b>	ca. 1,75 l
<b>unsere Auftragsnummer</b>	23506143
<b>Probenahme</b>	durch den Auftraggeber
<b>Probentransport</b>	GBA
<b>Labor</b>	GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
<b>Analysenbeginn / -ende</b>	13.04.2023 - 27.04.2023
<b>Bemerkung</b>	keine
<b>Probenaufbewahrung</b>	Wenn nicht anders vereinbart, werden Feststoffproben drei Monate und Wasserproben bis zwei Wochen nach Prüfberichtserstellung aufbewahrt.

Pinneberg, 27.04.2023



i. A. G. Binde  
Projektbearbeitung

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

Seite 1 von 3 zu Prüfbericht-Nr.: 2023P509478 / 1

**Prüfbericht-Nr.: 2023P509478 / 1**
**FBNN Freibad Norden Norddeich**

unsere Auftragsnummer		23506143
Probe-Nummer		004
Material		Wasser
Probenbezeichnung		<b>WP 1 Flaschensatz</b>
Probemenge		ca. 1,75 l
Probeneingang		13.04.2023
<b>Analysenergebnisse</b>	<b>Einheit</b>	
<b>Beton- und Stahlaggressivität</b>		
<b>pH-Wert</b>		7,6
<b>Geruch</b>		unauffällig
<b>Permanganat-Verbrauch</b>	mg KMnO <sub>4</sub> /L	45
<b>Gesamthärte</b>	°dH	30
<b>Härtehydrogencarbonat</b>	°dH	34
<b>Nichtcarbonathärte</b>	°dH	0,0
<b>Magnesium</b>	mg/L	80
<b>Ammonium</b>	mg/L	1,8
<b>Sulfat</b>	mg/L	130
<b>Chlorid</b>	mg/L	850
<b>Kohlendioxid, kalklösend</b>	mg/L	<5,0
<b>Säurekapazität bis pH 4,3</b>	mmol/L	12,1
<b>Calcium</b>	mg/L	80

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

**Prüfbericht-Nr.: 2023P509478 / 1**  
**FBNN Freibad Norden Norddeich**

### Angewandte Verfahren

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

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

## Anlage zu Prüfbericht 2023P509478

Probe-Nr.: 23506143 / 004

Probenbezeichnung: WP 1 Flaschensatz

**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	7,6		6,5 - 5,5	< 5,5 - 4,5	< 4,5 - 4,0
Kohlendioxid, kalklösend	<5,0	mg/L	15 - 40	> 40 - 100	> 100
Ammonium	1,8	mg/L	15 - 30	> 30 - 60	> 60 -100
Magnesium	80	mg/L	300 - 1000	>1000-3000	> 3000
Sulfat	130	mg/L	200 - 600	> 600 - 3000	> 3000 - 6000
Chlorid	850	mg/L	---	---	---
Gesamthärte	30	°dH	---	---	---
Härtehydrogencarbonat	34	°dH	---	---	---
Permanganat-Verbrauch	45	mg KMnO4/L	---	---	---

**Kurzbeurteilung:** Gemäß DIN 4030 Teil 2 sind bei der hier untersuchten Wasserprobe keine Maßnahmen nach DIN 1045 erforderlich. Das Wasser ist nicht Beton angreifend.

**Anlage zu Prüfbericht 2023P509478**

Probe-Nr.: 23506143 / 004

Probenbezeichnung: WP 1 Flaschensatz

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

Nr.	Merkmal und Dimension / Einheit			Bewertungs- ziffer
		unlegierte Eisen	verzinkter Stahl	
<b>1</b>	<b>Wasserart</b>	<b>N1</b>	<b>M1</b>	<b>N1</b>
	- fließende Gewässer	0	-2	
	- stehende Gewässer	-1	1	-1
	- Küste von Binnenseen	-3	-3	
	- anaerob. Moor, Meeresküste	-5	-5	
<b>2</b>	<b>Lage des Objektes</b>	<b>N2</b>	<b>M2</b>	<b>N2</b>
	- Unterwasserbereich	0	0	0
	- Wasser / Luft-Bereich	1	-6	
	- Spritzwasserbereich	0,3	-2	
<b>3</b>	<b>c (Cl-) + 2c (SO4<sup>2-</sup>) / mol/m<sup>3</sup></b>	<b>N3</b>	<b>M3</b>	<b>N3</b>
	< 1	0	0	
	> 1 bis 5	-2	0	
	> 5 bis 25	-4	-1	
	> 25 bis 100	-6	-2	27
	> 100 bis 300	-7	-3	
	> 300	-8	-4	
<b>4</b>	<b>Säurekapazität bis pH 4,3 mol/m<sup>3</sup></b>	<b>N4</b>	<b>M4</b>	<b>N4</b>
	< 1	1	-1	
	1 bis 2	2	1	
	> 2 bis 4	3	1	
	> 4 bis 6	4	0	12
	> 6	5	-1	5
<b>5</b>	<b>c (Ca<sup>2+</sup>) / mol/m<sup>3</sup></b>	<b>N5</b>	<b>M5</b>	<b>N5</b>
	< 0,5	-1	0	
	0,5 bis 2	0	2	2,0
	> 2 bis 8	1	3	
	> 8	2	4	
<b>6</b>	<b>pH-Wert</b>	<b>N6</b>	<b>M6</b>	<b>N6</b>
	< 5,5	-3	-6	
	5,5 bis 6,5	-2	-4	
	> 6,5 bis 7,0	-1	-1	
	> 7,0 bis 7,5	0	1	7,6
	> 7,5	1	1	1

 Bewertungszahlsumme Unterwasserbereich:  $W0 = N1 + N3 + N4 + N5 + N6 + N3/N4 =$ 
**-2,20**

 Bewertungszahlsumme Wasser/Luft-Grenze:  $W1 = W0 - N1 + N2 \times N3 =$ 
**-1,20**
**Abschätzung der Korrosionswahrscheinlichkeiten:**

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