



Mendelssohnstraße 15 F 22761 Hamburg  
Tel 040 - 810 00 90 Fax 040 - 890 56 65

**BV Steilshoop-Nord –  
Baufeld A und B  
in  
Hamburg-Steilshoop  
-  
Baugrundbeurteilung und  
Gründungsberatung**

## **1. Geotechnischer Bericht**

11.08.2025



## I Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung.....	1
2	Unterlagen.....	2
2.1	Eigene Unterlagen .....	2
2.2	Von der Siedlungs- und Aktiengesellschaft Hamburg (SAGA) .....	3
3	Standortbeschreibung .....	3
3.1	Lage und heutiger Zustand.....	3
3.2	Geplantes Bauvorhaben.....	5
4	Baugrund und Wasserstände .....	6
4.1	Baugrunderkundungen .....	6
4.2	Probennahme .....	7
4.3	Kampfmittel- und Bombenblindgängerverdacht sowie Altlastenhinweise .....	8
4.4	Grafische Darstellung der Bohrerergebnisse.....	9
4.5	Bodenschichtung / Baugrundverhältnisse .....	10
4.6	Hydrogeologie .....	17
4.6.1	Gemessene Wasserstände.....	17
4.6.2	Stau- und Schichtenwasser.....	18
4.6.3	Grundwasser .....	19
5	Laborversuche.....	20
5.1	Bodenmechanische Laborversuche .....	20
5.1.1	Kornverteilung .....	20
5.1.2	Wassergehalte.....	21
5.2	Chemische Bodenanalysen .....	22
5.2.1	Bewertungsgrundlage .....	23
5.2.2	Einteilung und Zusammensetzung der Mischproben .....	23
5.2.3	Zusammenstellung und Bewertung der Analyseergebnisse nach LAGA und Deponieverordnung.....	24
5.2.4	Zusammenstellung und Bewertung der Analyseergebnisse nach BBodSchV .....	28
6	Bodenmechanische Kennwerte (k-Werte) .....	29
6.1	Anstehende Böden.....	29



6.2	Verfüll- und Austauschböden .....	31
7	Gründungsempfehlungen .....	32
7.1	Geplante Geotechnische Kategorien .....	32
7.2	Bemessungswasserstände .....	32
7.3	Allgemeine Gründungsart und Tragfähiger Baugrund .....	33
7.4	Flachgründungsvariante für Baufeld B .....	35
7.4.1	Allgemeines .....	35
7.4.2	Bodenbemessungsprofil – Baufeld B .....	36
7.4.3	Bemessungswert des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d}$ für Flachgründungen und Setzungsabschätzung .....	37
7.4.4	Erforderliche Bodenaustauschmaßnahmen .....	39
7.5	Tiefgründungsvariante für Baufeld A .....	40
7.5.1	Empfohlene Pfahlarten für Hochbauten .....	40
7.5.2	Oberkante des tragfähigen Baugrundes .....	41
7.5.3	Pfahlbemessung für Hochbauten .....	43
7.5.3.1	Allgemeine Grundlagen .....	43
7.5.3.2	Bemessung von Bohrpfählen nach DIN EN 1997 bzw. DIN EN 1536 .....	43
7.5.3.3	Bemessung von Teilverdrängungsbohrpfählen nach DIN EN 1536 .....	45
7.5.3.4	Bemessung von Vollverdrängungsbohrpfählen nach DIN EN 12699 .....	45
7.5.4	Optionale Flachgründungsvarianten im Falle einer Umplanung für Baufeld A .....	47
8	Baupraktische Hinweise .....	47
8.1	Einbauempfehlungen für den Bodenaustausch im Falle einer Flachgründung für Baufeld B .....	47
8.2	Pfähle für Baufeld A .....	49
8.3	Baugruben und Verbauten .....	51
8.4	Wasserhaltung und Trockenhaltung Bauteile .....	53
8.5	Wiederverwendung des Aushubmaterials .....	55
8.5.1	Vorläufige Kostenschätzung der Aushubmaterialien .....	57
8.6	Weitere Hinweise .....	59
9	Zusammenfassung .....	60



## II Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Tiefen- und flächenbezogene Zusammensetzung der Bodenproben aus den Kleinrammbohrungen.....	24
Tabelle 2:	Grenzwertüberschreitende Parameter und Zuordnung der Proben gemäß der Einbauklassen nach LAGA-Boden (M20, Fassung 2004) und Deponieverordnung .....	25
Tabelle 3:	Grenzwertüberschreitende Parameter und Zuordnung der Probe gemäß der Nutzbarkeit nach BBodSchV .....	29
Tabelle 4:	Charakteristische Bodenkennwerte für erdstatische Berechnungen .....	30
Tabelle 5:	Bodenbemessungsprofil für das Baufeld B.....	37
Tabelle 6:	Oberkante des tragfähigen Baugrundes.....	42
Tabelle 7:	Zuordnung der Böden zur Bohrpfahlbemessung nach Tabellenwerten der EA-Pfähle.....	44
Tabelle 8:	Zuordnung der Böden zur Schraubpfahlbemessung nach Tabellenwerten der EA-Pfähle.....	46

## III Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Ausschnitt aus Unterlage 2.2.1 Funktionsplan Steilshoop 12 zur möglichen Bebauung der Grundstücke .....	5
--------------	---	---

## IV Anlagen


23127/1-AB	Übersichtsplan
23127/2-AB	Lage der Aufschlüsse und ungefähre Lage der organischen Weichschicht
23127/3-AB	Baugrundaufschlüsse (Sondierprofile)
23127/4-AB	Kornverteilungen
23127/5-AB	Übersicht und Analyseergebnisse der Eurofins Umwelt Nord GmbH (Boden)



SAGA Siedlungs- und  
Aktiengesellschaft Hamburg  
OE 84 Projektentwicklung | Neue Stadtquartiere  
Poppenhusenstraße 2  
22305 Hamburg

Mendelssohnstraße 15 F 22761 Hamburg  
Tel 040 - 810 00 90 Fax 040 - 890 56 65  
E-Mail buero@op-geotechnik.de

11.08.2025

Auftragsnummer / Unser Zeichen  
23127 / 

## **BV Siedlungsentwicklung Steilshoop-Nord – Baufeld A und B in Hamburg-Steilshoop**

hier: Baugrundbeurteilung und Gründungsberatung – Geotechnischer Bericht  
Bezug: -Unser überarbeitetes Leistungs- und Honorarangebot vom 15.12.2023  
-Ihre Auftragsbestätigung vom 18.12.2023 mit der Projekt-Nr. 2000-PE3-002 und der Bestellnummer **4700026198**

## **1. Geotechnischer Bericht**

### **Baugrundbeurteilung und Gründungsberatung**

#### **1 Veranlassung**

Im Rahmen der Siedlungsentwicklung „Steilshoop-Nord“ wird auf den Baufeldern A (ca. 11.900 m<sup>2</sup>) und B (ca. 10.700 m<sup>2</sup>) der Neubau von zwei unterkellerten 4 - 5 geschossigen Wohngebäuden mit einer Grundfläche von jeweils ca. 4.900 m<sup>2</sup> geplant.

Gemäß den mitgeschickten Planunterlagen liegen bereits zwei Geotechnische Berichte der Ingenieurgesellschaft von Lieberman GmbH vom 19.07.2019 mit den Projekt-Nr.: 19011-02 und 19012-02 sowie eine Stellungnahme von der Grundbauingenieure Steinfeld und Partner Beratende Ingenieure mbB vom 07.01.2020 mit der Auftrags-Nr.: 023825 für das Baufeld A und B vor.



Im Rahmen dieser Berichte wird sich teils auf die vorhandenen Erkundungsergebnisse der Altaufschlüsse der o.g. Altgutachten bezogen.

Wir wurden vom Bauherrn beauftragt, für diese Fläche den vorhandenen Baugrund ergänzend zu erkunden, eine allgemeine Baugrundbeurteilung mit Gründungsempfehlungen sowie eine orientierende Schadstoffanalyse zu erstellen, die mit diesem vorliegenden Bericht auftragsgemäß abgegeben wird.

Unsere Angaben basieren auf dem aktuellen Planungsstand vom April 2024 und beziehen sich auf die nachfolgenden Planungsunterlagen.

Anlage 23127/1-AB zeigt einen Übersichtsplan, in dem das markierte Untersuchungsgebiet (orange), die Baufelder (blau) sowie die Gebäudegrundrisse (rot) dargestellt ist.

## **2 Unterlagen**

Für die Erstellung des vorliegenden Berichts standen uns die folgenden Unterlagen zur Verfügung:

### **2.1 Eigene Unterlagen**

- 2.1.1 Schichtenverzeichnisse und 95 gestörte Bodenproben von 9 Kleinrammbohrungen (KRB); Tiefe max. ca. 12,0 m unter Geländeoberkante (GOK), ausgeführt vom 23.01.2024 bis 08.02.2024
- 2.1.2 Prüfbericht mit den Prüfberichtsnummern AR-24-JH-005468-01, AR-24-JH-005737-01 und AR-24-JH-005924-01 der Eurofins Umwelt Nord GmbH vom 22.03.2024, 25.03.2024 und 27.03.2024 (Untersuchung Boden)
- 2.1.3 Diverse Leitungsauskünfte
- 2.1.4 Deutsche Grundkarte, Maßstab 1:5.000
- 2.1.5 Protokolle der schweren Rammsondierungen ausgeführt vom 23.01.2024 bis 08.02.2024 von der O+P Geotechnik GmbH
- 2.1.6 Protokolle der elektrischen Spitzendrucksondierungen (CPT) ausgeführt von der Joern Thiel Baugrunduntersuchung GmbH.
- 2.1.7 Aktualisierte Bohrpläne vom 04.12.2023



## **2.2 Von der Siedlungs- und Aktiengesellschaft Hamburg (SAGA)**

- 2.2.1 Leistungsbeschreibung Bodengutachten, von der SAGA, Anlage 2, Stand Februar.2023
- 2.2.2 Diverse Lage-, Ansicht-, Beispiel-, Funktions- und Schnittpläne sowie Flächenübersichten „Siedlungsentwicklung Steilshoop-Nord – Steilshoop 11+12“, von der SAGA im Rahmen der Angebotsanfrage, Anlage A bis H, mit diversen Maßstäben und Erstelldatum
- 2.2.3 2 Geotechnische Berichte – 2. Version „Fritz-Flinte-Ring, Sportplatz“ und „Gropiusring, Parkplatz“ inkl. Ergebnisse der Baugrundaufschlüsse, von der von Lieberman GmbH, Projekt-Nr.: 19011-02 und 19012-02, Stand Juli.2019
- 2.2.4 1. Stellungnahme „Borchertring, Fritz-Flinte-Ring und Gropiusring – 3 Baufelder für Wohnungsbauentwicklung“, von Steinfeld und Partner mbB, Auftrags-Nr.: 023825, Stand Januar.2020
- 2.2.5 Schriftliche Auskunft aus dem Altlasthinweiskataster per Mail, von der Behörde für Umwelt und Energie – Amt für Umweltschutz, Abteilung Bodenschutz/Altlasten, Aktenzeichen: 0098/18, Stand Januar.2018
- 2.2.6 Vollmacht für die Einholung von sämtlichen Auskünften und Akteneinsicht, vom Landesbetrieb Immobilienmanagement und Grundvermögen (LIG) an die SAGA, Stand November.2022
- 2.2.7 Infoschreiben der FHH – Kampfmittelauskunft, Gefahrenerkundung/Luftbildauswertung, Freie und Hansestadt Hamburg für Inneres und Sport
- 2.2.8 Aktuelle Kampfmittelauskunft der FHH – Kampfmittelauskunft, Gefahrenerkundung/Luftbildauswertung, Freie und Hansestadt Hamburg für Inneres und Sport vom 04.11.2022 mit dem Geschäftszeichen BIS/F046-22/07645\_1

## **3 Standortbeschreibung**

### **3.1 Lage und heutiger Zustand**

Die Baufelder A und B befinden sich auf den Flurstücken 922 und 1538. Die tatsächliche Nutzung der Flurstücke kann zurzeit als Sportanlage (Flurstück 922) und als Bildung und Forschung beschrieben werden (Flurstück 1538). Die Baufelder liegen im mittleren Bereich des Flurstücks 922 sowie im südlichen Bereich des Flurstücks 1538 im Bezirk Hamburg-Wandsbek, Gemarkung Steilshoop (Nr. 0547), Ortsteil Steilshoop (OT 516).

Die Grundrissfläche von Baufeld A befindet sich zentral auf einer Sportplatzfläche, welcher augenscheinlich zum Zeitpunkt der Baugrunderkundung noch aktiv genutzt wird, weshalb die Oberfläche als unbefestigter Tennenbelag (Sand, kiesig) ausgeprägt ist.



Aus Luftbildern, die im Geoportal der FHH einzusehen sind, geht hervor, dass das Baufeld B in der Vergangenheit im nördlichen bzw. nordöstlichen Grundrissbereich bereits durch einen Gebäudekomplex (Schulgebäude) bebaut war, wobei sich die Grundrissflächen der damaligen Bestandsgebäude z.T. mit dem Grundriss des Neubaus überschneiden. Die Bestandsbauten sind bereits rückgebaut. Der restliche Grundrissbereich befindet sich größtenteils auf den noch bestehenden Parkplatzflächen. Das Baufeld C ist daher heterogen als unversiegelte Brachfläche bzw. als versiegelte Parkplatzfläche zu beschreiben. Der Parkplatz weist diverse Grünstreifen auf, sodass die Sondierungen in den unversiegelten Bereichen durchgeführt wurden.

Die Projektgebiete werden von diversen angrenzenden Flurstücken, dem Fritz-Flinte-Ring, diversen kleinen Rad- und Fußwegen sowie Sportanlagen und Kleingärtenver-eine begrenzt. In der näheren Umgebung befindet sich der Bramfelder See (ca. 280 m Entfernung nordöstlicher Richtung). Die Lage der Baufelder sowie die Grundrisse des Neubaus sind dem Übersichtsplan der Anlage 23127/1-AB zu entnehmen.

Auf Grundlage der Daten des geologischen Landesamtes der Freien und Hansestadt Hamburg (FHH) und den Erkenntnissen der Altgutachten sind im Umfeld der Baufelder diverse Geologische Schichtgrenzen zu erwarten. Demnach ist vorrangig das Vorkommen von Geschiebeböden in Form von Geschiebelehm und -mergel sowie Schmelzwassersanden in gründungsrelevanten Tiefen in größeren Mächtigkeiten wahrscheinlich. Allerdings sind in südöstlichen Teilbereichen des Baufeldes A durchaus auch organische Weichschichten in Form von Torfen und Mudden der Eem-Warmzeit sowie humose Talsande zu vermuten, die ebenfalls im Untergrund heterogen vorkommen können. Voraussichtlich sind die organischen Weichschichten durch historische Verläufe des Bramfelder Sees entstanden.

Auf Basis der hier durchgeführten Erkundungsergebnisse in Verbindung mit den Altaufschlüssen sowie den Daten aus dem Geoportal der FHH wurde die ungefähre Lage der organischen Weichschicht grob abgeschätzt und als Lageplan in Anlage 23127/2.2-AB integriert. Zum Eingrenzen sowie Verifizierung der genauen Lage sind zusätzliche Baugrundaufschlüsse notwendig.

Gemäß den vorliegenden Kabel- und Leitungsbestandsplänen ist die Fläche von diversen unterirdisch verlegten Bestandsleitungen durchzogen.

Anhand der eingemessenen Ansatzhöhen der durchgeführten Baugrundaufschlüsse aus der aktuellen Bohrkampagne vom Januar/Februar 2024 ergibt sich mit einer für diese Untersuchungen hinreichenden Genauigkeit für das Untersuchungsgebiet

**ein mittleres Geländeniveau von etwa NHN +21,5 m.**

### 3.2 Geplantes Bauvorhaben

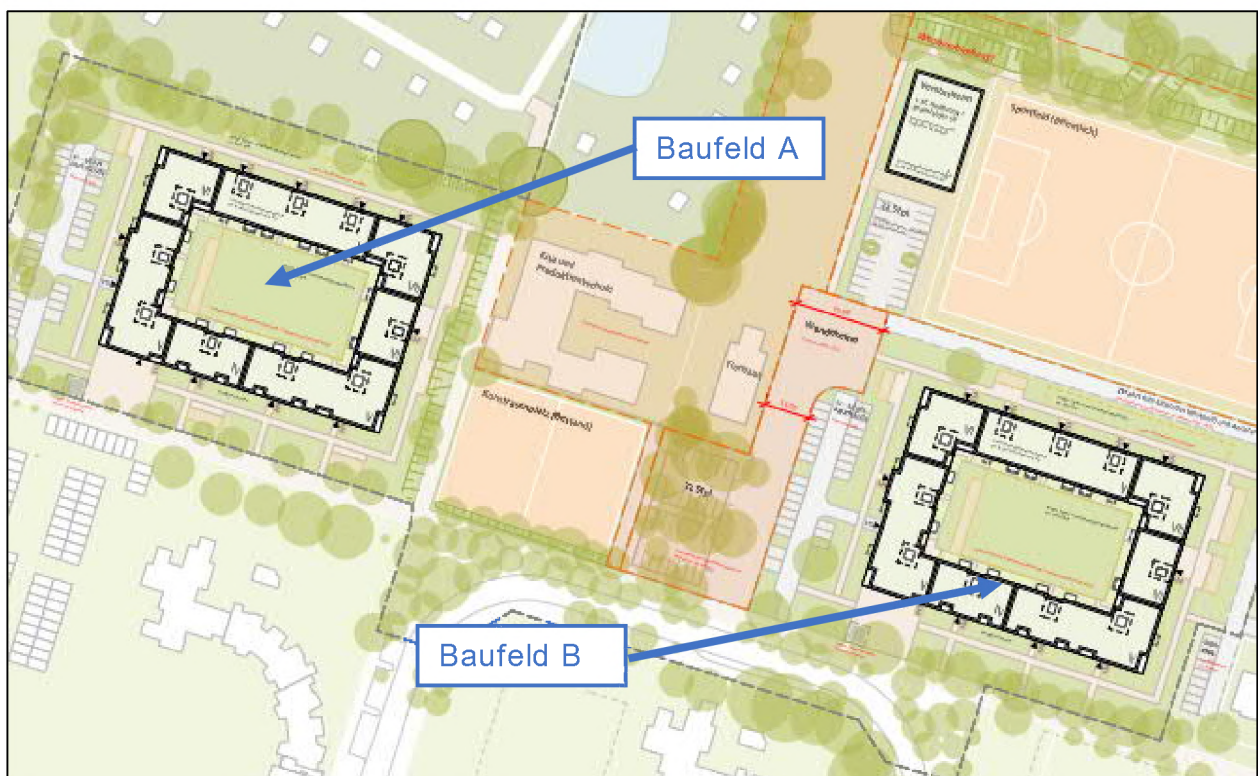
Im Zuge von Los 1 der Siedlungsentwicklung Steilshoop-Nord (B-Plan Steilshoop 12) sind auf den Baufeldern A und B Neubaumaßnahmen geplant.

Eine grobe Übersicht über die beiden Baufelder ist der folgenden Abbildung (vgl. Abb. 1) zu entnehmen.

Im Rahmen der beiden Baufelder ist jeweils die Errichtung eines 4- bzw. 5-geschossigen Neubaus mit einer einfachen Tiefgarage geplant. Wir gehen zum jetzigen Zeitpunkt davon aus, dass es sich hierbei um eine vollflächige Tiefgarage auf der jeweiligen Grundfläche handelt.

Die beiden Neubauten weisen eine rechteckige Form mit einer Gesamtfläche von ca. 4.900 m<sup>2</sup> auf und bietet durch den entstehenden Innenhof einen geschützten Bereich für die Anwohner. Die Gebäude befinden sich entweder zentral auf dem Flurstück 922 (Baufeld A) oder im südlichen Bereich des Flurstücks 1538 (Baufeld B).

Gemäß den vorhandenen Planunterlagen liegen die Gründungssohlen (UK Fundament) der beiden Neubauten auf einer Höhe von ca. 3,7 m u. GOK, was in Anbetracht der mittleren Geländeoberkante (ca. NHN +21,5 m) eine Höhe von ca. NHN +17,8 m entspricht.



**Abbildung 1:** Ausschnitt aus Unterlage 2.2.1 Funktionsplan Steilshoop 12 zur möglichen Bebauung der Grundstücke



Weitere Informationen, Unterlagen, Schnitte oder Gründungsebenen zu den geplanten Baulichkeiten und zur Ausprägung der Untergeschosse liegen uns noch nicht vor.

## **4 Baugrund und Wasserstände**

### **4.1 Baugrunderkundungen**

Die aktuellen Baugrundaufschlüsse wurden durch die O + P Geotechnik GmbH projektiert und durchgeführt. Die Baugrundverhältnisse auf den Untersuchungsgrundstücken wurden durch uns vom 23.01.2024 bis zum 08.02.2024 durch neun Kleinrammbohrungen (KRB A1 bis KRB A3 und KRB B1 bis KRB B6) gemäß DIN 4020 bzw. DIN EN ISO 22475-1 zur Bodenprobeentnahme mit einem Bohrdurchmesser von 36 mm bis 80 mm mit einer maximalen Solltiefe von ca. 12 m unter Geländeoberkante (u. GOK) (ca. NHN +9,5 m) erkundet.

In Ergänzung zu den Kleinrammbohrungen erfolgten in dieser Erkundungskampagne vierzehn schwere Rammsondierungen (DPH) gemäß DIN EN ISO 22476-2 bis in einer maximalen Endtiefe von ca. 12,0 m u. GOK mit den entsprechenden Bezeichnungen DPH A1, AD1, A2, A3, A3.2, A4 bis A6 und B1 bis B6 sowie einer elektrischen Spitzendrucksondierung gemäß DIN 4094-1 bis in eine maximalen Endtiefe von ca. 19,3 m u. GOK mit der entsprechenden Bezeichnung CPT B1.

Aufgrund mangelnden Bohr- und Sondierfortschritts und Hindernissen im Untergrund sowie aus geotechnischer Sicht konnten einige Kleinrammbohrungen, schwere Rammsondierungen und elektrische Spitzendrucksondierungen nicht bis zur jeweiligen geplanten Erkundungstiefe ausgeführt werden.

Aus sicherheitstechnischen Gründen und aufgrund der vorhandenen Kampfmittel- auskunft wurde die DPH A3 im Beisein und Rücksprache mit der sicherheitstechnischen Begleitung des Befähigungsscheininhabers gemäß § 20 SprengG in einer Tiefe von ca. 2,5 m u. GOK abgebrochen.

Es ist darauf hinzuweisen, dass im Zuge der Erkundungsarbeiten Sondiergestänge aus Stahl im Erdreich verblieben ist. Das ca. 5,0 m lange Bohrgestänge mit einem Durchmesser von ca. 3,0 cm ist bei einer Tiefe von ca. 2,0 m u. GOK im Nahbereich der KRB A1 abgebrochen. Diese Information sollte dem Bau-AN und möglichen Kampfmittelfirmen übermittelt werden.

Die Lage der Baugrundaufschlüsse wurde gemäß Bohrplan (Unterlage 2.1.7) mit dem Bauherrn abgestimmt und mussten aufgrund der örtlichen Gegebenheiten, der Leitungsverläufe und der Bestandsbaulichkeiten vor Ort leicht versetzt werden.



Die Baugrunderkundung für das Baufeld A war aufgrund der fortlaufenden Nutzung der Sportanlage sowie der eingeschränkten Zugänglichkeit für den CPT-Sondierwagen (LKW-Format) nicht zugänglich. Daher wurde das Erkundungsprogramm vor Ort ingenieurtechnisch auf die Durchführung von schweren Rammsondierungen abgeändert. Ggfs. sind nach Baufeldfreimachung ergänzende Baugrundaufschlüsse durchzuführen.

Die Sondierungen im teils versiegelten Oberflächen im südlichen Parkplatzbereich des Baufeldes B wurden in die unversiegelten Grünflächen verlegt, sodass auf Oberflächenöffnungen verzichtet werden konnte.

Mangels vollständiger Leitungsfreiheit auf dem Grundstück wurde auftragsgemäß bei jeder Bohrung und Sondierung trotz vorhandener Bestandsleitungspläne aus Sicherheitsgründen eine manuelle Vorschachtung bis etwa 1,50 m unter GOK durchgeführt.

Im Rahmen der damaligen Baugrundaufschlüsse aus dem Jahr 2019 wurden ebenfalls diverse Kleinrammbohrungen (hier: BS), schwere Rammsondierungen (DPH) sowie elektrische Spitzendrucksondierungen (CPT) für die beiden Baufelder durchgeführt. Diese wurden ebenfalls in der Anlage 23127/3-AB integriert und entsprechend als „Altaufschluss“ bezeichnet.

Die Lage und Bezeichnung der Baugrundaufschlüsse und der Altaufschlüsse kann dem Übersichtsplan in Anlage 23127/2.1-AB entnommen werden.

## **4.2 Probennahme**

Die Entnahme der gestörten Bodenproben aus den Kleinrammbohrungen erfolgte fachgerecht nach den geotechnischen und chemischen Erfordernissen für die bodenmechanischen und chemischen Laboruntersuchungen.

Das geförderte Sondiergut der Kleinrammbohrungen wurde bereits geologisch vor Ort direkt nach der Probennahme detailliert angesprochen und in die Schichtenverzeichnisse gemäß DIN 4022 aufgenommen.

Die aufgeschlossenen Horizonte wurden, wenn Materialwechsel vorlag, schichtbezogen beprobt. Bei einheitlichen Schichten sind Proben auch in größeren Abständen entnommen worden.

Das vor Ort entnommene Bodenmaterial wurde in entsprechend beschriftete PE-Becher gefüllt, ausgewählte Proben aus den oberen Schichten wurden zwecks der chemischen Untersuchungen in sog. Umweltgläsern mit Schraubverschluss luftdicht verschlossen.

Die Proben wurden sodann in unser eigenes bodenmechanisches Erdbaulaboratorium transportiert und dort nochmals für unsere geotechnische Bewertung klassifiziert.



Die Einzelproben werden derzeit in unserem Erdbaulaboratorium für eine Rückstell-dauer von 6 Monaten gelagert. Die Entsorgung der Proben erfolgt dann ohne vorherige Ankündigung im Herbst dieses Jahrs.

Die eingemessenen Lagen der Ansatzpunkte der Aufschlüsse sind mit einer für diese Untersuchungen hinreichenden Genauigkeit im Lageplan der Anlage 23127/2.1-AB dargestellt.

### **4.3 Kampfmittel- und Bombenblindgängerverdacht sowie Altlastenhinweise**

#### Kampfmittelsituation:

Uns liegt der Auszug BIS/F046-22/07645\_1 des Kampfmittelbelastungskatasters der Gefahrenermittlung Kampfmittelverdacht (GEVK) vor. Entsprechend der Stellungnahme besteht für Teilbereiche der Flurstücke 922 und 1538 ein allgemeiner Bombenblindgängerverdacht.

Besonders ist auf den Bombenblindgängerverdacht aufgrund eines registrierten Verdachtspunkts im östlichen Bereich im Baufeld A hinzuweisen.

Daher mussten die Erkundungsarbeiten mit einer sicherheitstechnischen Begleitung eines Befähigungsscheininhabers gemäß § 20 SprengG erfolgen.

Der Auszug BIS/F046-22/07645\_1 dient ausschließlich planerischen Zwecken, weshalb wir in diesem Kontext empfehlen, die GEKV-Stellungnahme für mögliche Bau-maßnahmen vor Baubeginn zu aktualisieren.

Allgemein wird auf die Verordnung zur Verhütung von Schäden durch Kampfmittel (Kampfmittelverordnung) der Freien und Hansestadt Hamburg hingewiesen.

#### Altlastensituation:

Gemäß den schriftlichen Aussagen von der Behörde für Umwelt, Klima, Energie und Agrarwirtschaft (BUKEA) – Amt für Umweltschutz, Abteilung Bodenschutz/Altlasten; vom 16.01.2018 ist liegen im Altlasthinweiskataster Hamburg keine Hinweise auf Altlasten oder altlastverdächtige Flächen vor.



#### 4.4 Grafische Darstellung der Bohrergebnisse

In den Anlagen 23127/3.1-AB bis -/3.5-AB ist die erbohrte Bodenschichtung in Form von Bohrprofilen entsprechend DIN 4023 mit Angabe der tagesaktuell angetroffenen Wasserstände höhengerecht aufgetragen.

Die Angaben basieren auf den Eintragungen in den Schichtenverzeichnissen, unserer Bodenansprache und -klassifizierung, den Ergebnissen der Altaufschlüsse sowie den Ergebnissen der durchgeführten bodenmechanischen Laborversuche.

Die Ergebnisse der schweren Rammsondierungen sind als Rammdiagramme (Schlagzahlen je 10 cm Eindringung des Sondiergestänges) ebenfalls in der vorbezeichneten Anlage festgehalten, während die Ergebnisse der elektrischen Spitzen-drucksondierungen als Diagramme (Spitzenwiderstand / Mantelreibung / Reibungsverhältnis / undrainierte Scherfestigkeit) dargestellt sind.

Die Anlagen 23127/3.1-AB bis -/3.5-AB wurden im Hinblick auf die geplanten Neubauvorhaben angeordnet, sodass für den jeweiligen Neubau die Bohrprofile zusammengefasst worden. Dementsprechend wurde folgende Aufteilung gewählt:

- Anlage 23127/3.1-AB und -/3.2-AB: Baufeld A
- Anlage 23127/3.3-AB bis -/3.5-AB: Baufeld B

Die festgestellten Wassergehalte sind den entsprechenden Bodenschichten zugeordnet und links neben dem Profil aufgetragen.



#### 4.5 Bodenschichtung / Baugrundverhältnisse

Ausgehend von der Geländeoberfläche wurde mit den Baugrundaufschlüssen aus der aktuellen Bohrkampagne folgender Schichtenaufbau im Bereich der untersuchten Flächen festgestellt:

- Versiegelte Fläche (südlicher Bereich Baufeld B)
- **Auffüllungen**
  - Zumeist Sande mit Fremdbestandteilen, vereinzelt humos, schluffig und kiesig, locker gelagert
    - Baufeld A: Oberflächennah Tennenbelag; Sande, schwach kiesig
    - Baufeld B: Oberflächennah Oberböden; Sande, humos und schluffig
    - Untergeordnet aufgefüllter Sand/Schluff und ehemaliger Oberboden, weich-plastische Konsistenz bzw. lockere Lagerung
- **Gewachsene, zumeist wasserführende Sande**
  - Sande, teils stark schluffig und schwach kiesig und zumeist wasserführend; größtenteils mitteldicht
  - Chaotische Wechsellagerung mit Geschiebebodenschichten, Schluffschichten und partiell organischen Weichschichten
  - lockere Lagerungsdichten in den bindigen und wasserführenden Übergangsbereichen möglich
- **Partiell organische Weichschichten (Torf) auf Basis der Altaufschlüsse**
  - Rückstände von verbliebenen organischen Weichschichten in Form von Torf
    - Örtlich begrenzt auf den südöstlichen Bereich des Baufeldes A



- **Geschiebelehm**

- Sandiger Geschiebelehm mit schluffigen, tonigen und kiesigen Bestandteilen mit Sandbänderungen, zumeist dem Geschiebemergel überlagert
  - Teilweise in chaotischer Wechsellagerung mit gewachsenen Sanden, Geschiebemergel; übergeordnet steif-plastische Konsistenz, bereichsweise und oberflächen-nah weiche bis teils breiige Konsistenzen
  - Untergeordnet gewachsene Sand-/Schluffschichten, geringmächtig

- **Geschiebemergel**

- Sandiger Geschiebemergel mit schluffigen, tonigen und kiesigen Bestandteilen mit Sandbänderungen, übergeordnet dem Geschiebelehm, den gewachsenen Sanden und partiell Torf unterlagert
  - Teilweise in chaotischer Wechsellagerung mit gewachsenen Sanden und Geschiebelehm
- steif-plastische Konsistenz
  - Zur Tiefe halbfeste Konsistenz

Es sei darauf hingewiesen, dass eine Unterscheidung zwischen gewachsenen Böden und Auffüllungshorizonten aufgrund ihrer Ähnlichkeit bei fehlenden anthropogenen Beimengungen nicht immer eindeutig möglich ist. Demnach können Abweichungen zu unserer Ansprache nicht ausgeschlossen werden.

Weiterhin sind Baugrunderkundungen punktuelle und kleindimensionierte Aufschlüsse, so dass Abweichungen von den hier beschriebenen Bodenverhältnissen und -eigenschaften grundsätzlich nicht ausgeschlossen werden können.

Geschiebeböden (Geschiebelehm, Geschiebemergel) und bindige Bodenschichten können überwiegend den Bodenklassen 4 und 5 zugeordnet werden, zählen aber beispielsweise unter dynamischen Einflüssen oder starken Niederschlägen zu den fließenden Bodenarten (Bodenklasse 2). Torf kann den Bodenklassen 2 und 3 zugeordnet werden.

Nachfolgend werden die angetroffenen Bodenarten auf Basis der aktuellen und damaligen Baugrunduntersuchung näher beschrieben.



## Versiegelte Flächen

Im südlichen Parkplatzbereich des Baufeldes B steht ab Geländeoberkante die Oberflächenversiegelung in Form von Asphalt an. Aufgrund der Versetzung der Ansatzpunkte in die Grünbereiche können wir derzeit keine Aussagen über die Mächtigkeiten treffen.

## Auffüllungen

Ab Geländeoberkante stehen in Abhängigkeit des Baufeldes entweder humose Oberböden (Baufeld B) oder ein grobkörniger Tennenbelag (Baufeld A) an.

Unterhalb dieser unterschiedlichen Oberflächenausprägung folgen zumeist sandige Auffüllungen mit anthropogenen (z.B. Ziegel-, Schlacke- und Betonreste) und partiell humosen, schluffigen und kiesigen Beimengungen. Örtlich begrenzt wurden im Projektgebiet aufgefüllte Schluffschichten sowie ehemaliger Oberboden dokumentiert.

Entsprechend des Ergebnisses der durchgeführten Kornverteilung handelt es sich bei dem untersuchten sandigen Auffüllungsmaterial auf Grundlage der DIN 18196 um ein Sand-Schluff-Gemische (SU), welches als geradeso frostunempfindlich (F1) zu beschreiben ist.

Die Höhenlagen der Auffüllungen variieren über das Projektgebiet und erreichen Mächtigkeiten von ca. 0,2 m bis 4,3 m und werden wechselhaft von gewachsenen Sanden sowie Geschiebelehm- und mergel unterlagert.

Die mittlere Schichtdicke beträgt nach der aktuellen Baugrunduntersuchung rechnerisch ca. 2,3 m.

In den Schichtenverzeichnissen ist bei den Auffüllungen überwiegend der Hinweis eines leichten Bohrfortschrittes eingetragen worden. Die Ergebnisse der schweren Rammsondierungen (DPH) dokumentieren Schlagzahlen je 10 cm Eindringung des Sondiergestänges von  $N_{10} = \text{i.M. } 2 - 5$ , während die Ergebnisse der elektrischen Spitzendrucksondierung heterogene Spitzenwiderstände von  $q_c = \text{i.M. ca. } 1 - 10 \text{ MN/m}^2$  aufzeigen.

Übergeordnet kann die Lagerungsdichte, in Abhängigkeit der Tiefenlage und der anthropogenen Anteile als locker gelagert beschrieben werden. Vereinzelt können zur Tiefe auch mitteldichte Lagerungsdichte vorkommen.

Erfahrungsgemäß kann im Hinblick auf die Heterogenität sowie der Anteile an Fremdbestandteile und humosen Beimengungen von einer eher lockeren Lagerungsdichte der sandigen Auffüllungen und somit von einer geringen Tragfähigkeit ausgegangen werden.



In den meisten Auffüllungen wurden in den Auffüllungen nach Art und Menge unterschiedliche anthropogene Beimengungen, wie z.B. Ziegel-, Schlacke- und Betonreste, angetroffen. Der Massenanteil der Fremdbeimengungen liegt nach unserer Einschätzung in einer Größenordnung von etwa 3 – 12 %.

Der nach Beyer aus der Körnungslinie ermittelte Durchlässigkeitsbeiwert  $k$  für die untersuchte Probe aus den Auffüllungen liegen für das Sand-Schluff-Gemisch ca. in einer Größenordnung von:

$$6,1 * 10^{-5} \text{ [m/s]}$$

Die Unterkanten (UK) der Auffüllung liegen nach Daten des hier ausgeführten Untersuchungsprogramms im Wesentlichen zwischen NHN +17,83 m und NHN +21,71 m und rechnerisch im Mittel bei ca. NHN +19,1 m.

### **Gewachsene, zumeist wasserführende Sande**

Unterhalb der Auffüllungen stehen wechselhaft gewachsene zumeist wasserführende Sande oder Geschiebekomplexe an. Die gewachsenen Sande sind in ihrer Kornzusammensetzung sehr heterogen ausgeprägt und werden vollflächig chaotisch von bindigen Geschiebeböden oder Schluffschichten sowie partiell auf Basis der Altaufschlüsse organischen Weichschichten durchfahren.

In den Übergangsbereichen zwischen den Sanden und den bindigen bzw. organischen Bodenschichten in Verbindung mit dem Grundwassereinfluss werden erfahrungsgemäß lockere Lagerungsdichten, aufgrund von möglichen Stau- und Grundwasserhorizonten ausgewiesen.

Unterhalb der angetroffenen Wasserstände können die gewachsenen Sandschichten als wasserführend bezeichnet werden.

Entsprechend der Ergebnisse der durchgeführten Kornverteilungen handelt es sich bei den gewachsenen Sanden auf Grundlage der DIN 18196 um Sand-Schluff-Gemische (SU/SU\*).

Aufgrund der chaotischen Wechsellagerung zwischen den gewachsenen Sanden und den bindigen bzw. organischen Bodenschichten ist eine Angabe der Ober- bzw. Unterkante und der mittleren Mächtigkeit nicht zielführend. Die Mächtigkeit wird in diesem Falle bis zur jeweiligen Oberkante einer mächtigen bindigen Bodenschicht angegeben.

Die gewachsenen Sande erreichen Mächtigkeiten zwischen 0,3 m bis 1,9 m.



In den Schichtenverzeichnissen ist bei den gewachsenen Sandkomplexen überwiegend eines mittelschweren Bohrfortschritts eingetragen worden. Die Ergebnisse der schweren Rammsondierungen (DPH) dokumentieren Schlagzahlen je 10 cm Eindringung des Sondiergestänges von  $N_{10} = \text{i.M. } 4 - 8$ .

Partielle bindige und wasserbeeinflusste Übergangsschichten können eine lockere Lagerung und geringe Tragfähigkeit aufweisen, die jedoch örtlich begrenzt und geringmächtig sind.

Erfahrungsgemäß, auch im Hinblick auf die Eintragungen zur Bewertung des Bohrfortschritts, kann von einer überwiegend mitteldichten Lagerung und ausreichender Tragfähigkeit der gewachsenen Sande ausgegangen werden. Zur Tiefe können auch dichte Lagerungsverhältnisse vorkommen, während im oberflächennahen Bereich lockere Lagerungsdichten wahrscheinlich sind.

Der nach Beyer aus der Körnungslinie ermittelte Durchlässigkeitsbeiwert  $k$  für die untersuchte Probe aus den gewachsenen Sanden liegt für das Sand-Schluff-Gemisch ca. in einer Größenordnung von:

$$3,8 * 10^{-5} \text{ [m/s]}$$

Die UK der gewachsenen Sande sind wie beschrieben sehr heterogen verteilt. Auf Basis der durchgeführten Baugrundaufschlüsse gehen wir davon aus, dass im gesamten Untersuchungsraum zur Tiefe mächtige Geschiebemergelschichten mit zwischengeschalteten Sandschichten anstehen.

### **Partiell organische Weichschichten (Torf) auf Basis der Altaufschlüsse**

Den erkundeten Baugrundsichten im südöstlichen Bereich des Baufeldes C sind auf Basis der Altaufschlüsse (BS 4) und der Daten des Geoportals (siehe Anlage 23127/2.2-AB) setzungempfindliche, gewachsene organische Weichschichten in Form von Torf mit Mächtigkeiten von ca. 2,2 m zu vermuten.

Hierbei handelt es sich vermutlich um Rückstände von organischen Weichschichten, die im Untergrund heterogen verteilt und örtlich begrenzt vorkommen und aufgrund der historischen Entwicklung in nördlicher Richtung in Richtung Bramfelder See auslaufen.

Wie bereits erwähnt konnten, aufgrund der eingeschränkten Zugänglichkeit für das CPT-Sondiergerät (LKW-Format) sowie fortlaufenden Nutzung der Fläche als Sportanlage leider keine CPT zur Verifizierung in diesem Bereich abgeteuft werden.



Auf Basis der Altaufschlüsse in Verbindung mit den Daten des Geoportals der FHH wurde die ungefähre Lage der organischen Weichschicht grob abgeschätzt und als Lageplan in Anlage 23127/2.2-AB integriert. Zum Eingrenzen sowie Verifizierung der genauen Lage sind zusätzliche Baugrundaufschlüsse notwendig.

Aufgrund dieser Inhomogenität kann sowohl die mittlere Schichtdicke als auch die UK der organischen Weichschichten über das gesamte Untersuchungsgebiet nicht exakt bestimmt werden.

Durch die Ergebnisse der umliegenden Baugrundaufschlüsse werden die organischen Weichschichten vermutlich von mächtigen gewachsenen Geschiebemergelschichten unterlagert.

Auf Grundlage der DIN 18196 handelt es sich beim Torf (Bodengruppe HN/HZ) um organische Böden.

Wie beschrieben gehen wir davon aus, dass zur Tiefe vollflächig mächtige Geschiebemergelschichten anstehen.

### **Geschiebelehm**

Den erkundeten Bodenschichten heterogen unter-, über- und zwischengelagert wurden Geschiebelehmschichten mit unterschiedlichen Mächtigkeiten angetroffen. Generell ist zu erwähnen, dass unterhalb des Geschiebelehms Geschiebemergelschichten anstehen.

Partiell wurden im Projektgebiet vereinzelt bindige Schluffschichten mit geringen Mächtigkeiten erkundet, die aus geotechnischer Sicht den Geschiebeböden zugeordnet werden können und daher nicht als separaten Bodenschicht aufgeführt sind.

Gemäß den vorliegenden Kornverteilungen des Geschiebelehms handelt es sich hierbei um Sand mit schluffigen, tonigen und schwach kiesigen Anteilen. Der Geschiebelehm weist teilweise wasserführende Sandbänderungen auf und hat hier einen Wassergehalt zwischen 14,0 % und 17,5 %.

Die Geschiebelehmschichten erreichen Mächtigkeiten von ca. 0,15 m bis 5,7 m und werden heterogen von zwischenlagernden, gewachsenen Sanden und von Geschiebemergel unterlagert.

Die mittlere Schichtdicke kann aufgrund der chaotischen Wechsellagerungen nicht bestimmt werden.



Gemäß organoleptischer Ansprache ist der Geschiebelehm heterogen als breiig bis steif zu bewerten. Die Ergebnisse der schweren Rammsondierungen (DPH) dokumentieren Schlagzahlen je 10 cm Eindringung des Sondiergestänges von  $N_{10} = \text{i.M. } 2 - 6$ , während die Ergebnisse der elektrischen Spitzendrucksondierungen undrainierte Scherfestigkeiten von  $c_{uk} = \text{i.M. ca. } 50 - 120 \text{ kN/m}^2$  aufzeigen.

Aufgrund von Grundwassereinfluss und Sandbänderungen innerhalb der Geschiebeböden können aufgeweichte bzw. nasse Bereiche auftreten.

Da bindige Bodenschichten (hier: Geschiebelehm, Geschiebemergel) bei dynamischer Beanspruchung infolge der Baugrunderkundung (Niederbringen der Rammkernbohrung mit Vibration) und in Verbindung mit Wasser in den eingeschlossenen Sandbändern generell zu Aufweichungen neigen, werden diese Böden häufig verfahrensbedingt, also unvermeidbar „kaputtgebohrt“.

Somit kann die tatsächliche Konsistenz in situ, also im ungestörten Zustand, durchaus besser ausfallen als sie in den gestört entnommenen Einzelproben festgestellt wurde. Es ist zu beachten, dass bindige Bodenschichten im steifen und halbfesten Zustand zu den schwer löslichen Böden zählen und den Bodenklassen 4 und 5 bzw. bei hohem Wassergehalt der Bodenklasse 2 entsprechen.

### **Geschiebemergel**

Unterhalb der erkundeten Baugrundsichtung wurden Geschiebemergelschichten angetroffen, die größere Mächtigkeiten aufweisen. Generell ist zu erwähnen, dass in größeren Tiefen vermutlich über das gesamte Projektgebiet Geschiebemergelschichten anstehen.

Gemäß der vorliegenden Kornverteilung handelt es sich hierbei kornanalytisch um Sand mit schluffigen, tonigen und schwach kiesigen Anteilen. Der Geschiebemergel weist teilweise wasserführende Sandbänderungen auf, ist kalkhaltig und hat hier einen Wassergehalt zwischen 10,8 % und 15,7 %.

Die Geschiebemergelschichten erreichen Mächtigkeiten zwischen 1,0 m bis mindestens 4,0 m, wobei zum Großteil die UK dieser Schichten nicht ermittelt werden konnte. Der Geschiebemergel ist den bereits beschriebenen Baugrundsichten heterogen zwischen- bzw. unterlagert.

Gemäß organoleptischer Ansprache sowie Hinweise über den Bohrfortschritt ist der Geschiebemergel als größtenteils steif und zur Tiefe als halbfest zu bewerten. Die Ergebnisse der schweren Rammsondierungen (DPH) dokumentieren Schlagzahlen je 10 cm Eindringung des Sondiergestänges von  $N_{10} = \text{i.M. } 8 - 15$ , während die Ergeb-



nisse der elektrischen Spitzendrucksondierungen undrainierte Scherfestigkeiten von  $c_{uk} = i.M. ca. 150 - >200 \text{ kN/m}^2$  aufzeigen.

Aufgrund von Grundwassereinfluss und Sandbänderungen innerhalb der Geschiebeböden können aber auch aufgeweichte bzw. nasse Bereiche auftreten.

Ebenfalls ist auf die verfahrensbedingte Konsistenzverschlechterung bei bindige Bodenschichten hinzuweisen.

Die Unterkanten (UK) des Geschiebemergels konnten bei einem Großteil der durchgeführten Baugrundaufschlüsse nicht erkundet werden und liegt demnach bei einer Tiefe von  $ca. \geq 12 \text{ m u. GOK}$ . Gemäß den Ergebnissen der elektrischen Spitzendrucksondierungen, besonders der Darstellungen des Reibungsverhältnisses  $R_f$  stehen die Geschiebemergelschichten bis in größere Tiefen an und werden wiederkehrend von Sandschichten durchzogen.

## 4.6 Hydrogeologie

### 4.6.1 Gemessene Wasserstände

Im Zuge der Baugrunderkundung im Januar und Februar 2024 wurden in allen Kleinrammbohrungen verschiedene Wasserstände erkundet. Hierbei ist zwischen den angebohrten und ausgependelten Wasserständen nach Bohrende zu differenzieren.

Es stellt sich der vereinzelt **nach Bohrende** gemessene Wasserstand in folgender heterogenen Schwankungsbreiten dar:

**ca. NHN +14,0 m bis ca. NHN +20,6 m.**

(ca. 0,5 m bis ca. 7,5 m unter Gelände)

Die Wasserstände werden mittels Lichtlot in den offenen Bohrlöchern gemessen. Verfahrensbedingt lassen sie sich so nicht immer exakt einem Stau- und Grundwasserstand zuordnen.

Es wurden während der Erkundungsarbeiten weitere Wasserstände angebohrt, die sich teils auf relativ oberflächennahen Höhenlagen befinden:

**ca. NHN +17,5 m bis ca. NHN +20,6 m.**

(ca. 0,4 m bis ca. 4,3 m unter Gelände)



Es wurden oberflächennahe Wasserstände innerhalb der sandigen und bindigen Schichtkomplexe auf unterschiedlichen Höhen angebohrt. Dabei handelt es sich vermutlich um Grund- und Stau- bzw. Schichtenwasser, welches sich ober-, unter- und innerhalb der wasserundurchlässigen bindigen Bodenschichten sowie unterschiedlichen Schluffanteile der Sande bildet und vermutlich aufgrund der Heterogenität der Zusammensetzung und der Oberkanten der Schichtkomplexe chaotisch verteilt ist.

Aufgrund der erkundeten Baugrundsichtung sowie partiell zur Tiefe erkundeten Wasserstände nach Bohrende ist im Untergrund von Grundwasser auszugehen, welches sich teils unterhalb und innerhalb bindiger Bodenschichten bzw. innerhalb der gewachsenen Sandschichten ansammelt, wodurch von zum Teil gespannten Grundwasserverhältnissen unterhalb bindigen und partiell organischen Bodenschichten auszugehen ist.

Einzelergebnisse zu den gemessenen Wasserständen sind den Eintragungen in den Bohrprofilen auf den Anlagen 23127/3.1-AB bis -/3.5-AB zu entnehmen. Die Legende ist zu beachten.

Prinzipiell sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass mit den zur Ausführung gekommenen Aufschlussverfahren eine exakte Bestimmung von Wasserständen nicht immer möglich ist, so dass die tatsächlichen Wasserstände von den hier angegebenen geringfügig abweichen können.

Es ist nach derzeitigem Kenntnisstand der Baugrundverhältnisse zunächst davon auszugehen, dass es sich hierbei um Grund-, Stau- bzw. Schichtenwasserstände handelt.

#### **4.6.2 Stau- und Schichtenwasser**

Allgemein ist aufgrund der teils oberflächennahen wasserundurchlässigen Schichten, den unterschiedlichen Schluffanteilen der gewachsenen Sande sowie den teils schluffigen und mit anthropogenen Anteilen durchsetzten Auffüllung, in abhängig von Witterung (z.B. Niederschlag) und Wasserdurchlässigkeit, mit Stau- und Schichtenwasservorkommen zu rechnen.

Wegen der in den bindigen und partiellen organischen Bodenschichten befindlichen Sandbänderungen, den unterschiedlichen Schluffanteilen der Sande sowie den regellosen Auffüllungen ist von einer chaotischen Verteilung der Stau- und Schichtenwasser auszugehen.

Die im Zuge der Erkundungsarbeiten angebohrten Wasserstände innerhalb der aufgefüllten und gewachsenen Sande sowie gewachsenen Geschiebeböden und oberhalb der bindigen und organischen Bodenschichten lässt auf einen oberflächennahen Grundwasserhorizont vermuten.



Angesichts der beschriebenen Randbedingungen ist ggfs. auf sicherer Seite liegend mit Stauwasser im Bereich der Geländeoberkante zu rechnen (NHN +21,5 m).

#### **4.6.3 Grundwasser**

Gemäß den Daten des Geoportals der FHH ist damit zu rechnen, dass der maximale/höchste Grundwasserstand aus dem hydrologischen Jahr 2018 auf einer Druckhöhe von ca. NHN +14,0 m großflächig einen zusammenhängenden Grundwasserhorizont bildet.

Bei Betrachtung des minimalen Grundwasserflurabstandes zum oberflächennahen Grundwasserleiter des hydrologischen Jahres 2018 liegt die Oberkante des Grundwassers ca. 7,0 m – 15,0 m unter Gelände und somit auf einer Höhe zwischen ca. NHN +14,5 m und ca. NHN +6,5 m.

Aufgrund der großen Spanne bei Betrachtung des Grundwasserflurabstandes werden die in Abschnitt 7.2 angegebenen Bemessungswasserstände ohne Vorhandensein von Grundwassermessstellen von uns auf der sicheren Seite liegend angegeben und basieren hauptsächlich auf den Erkenntnissen der Grundwassergleichen.

Weiterhin befindet sich in der unmittelbaren Umgebung (ca. 280 m nordöstlich) der Bramfelder See, wodurch davon ausgegangen werden kann, dass der Grundwasserstand mit der Wasseroberfläche des Gewässers korrespondiert. Über Wasserstandsdaten des Sees liegen uns keine Informationen vor.

Die hier nur tagesaktuell gemessenen Wasserstände stellen deshalb nicht zwangsweise Höchstwerte dar. Einzelergebnisse zu den gemessenen Wasserständen sind den Eintragungen in den Bohrprofilen in den Anlagen 23127/3.1-AB bis -/3.5-AB zu entnehmen.

Informationen über Ganglinien, wie sie aus den Messergebnissen von Langzeitbeobachtungen entwickelt werden, liegen uns für das Umfeld des Baugrundstückes nicht vor. Der tatsächliche Grundwasserstand und seine Schwankungen kann nur nach Langzeitbeobachtungen mit Hilfe von Grundwassermessstellen untersucht werden.

Zur Verifizierung der genauen Grund- und Bemessungswasserständen empfehlen wir die Herstellung von Grundwassermessstellen. Das Monitoring der Grundwasserstände über einen ausreichenden Zeitraum gibt Aufschluss über die Schwankungsbreiten der Grundwasserstände in diesem Gebiet.

Die Herstellung der Grundwassermessstellen sind von Unternehmen durchzuführen, die nach DVGW-Arbeitsblatt W 120-1 für den Brunnenbau zertifiziert sind.



Der Wasserstand kann je nach Witterung und Jahreszeit unterschiedlich ausfallen und daher nicht punktuell und tagesaktuell vorhergesagt werden. Höhere zw. Katastrophenwasserstände und niedrige Wasserstände können nicht ausgeschlossen werden.

## **5 Laborversuche**

### **5.1 Bodenmechanische Laborversuche**

Für die Durchführung von bodenmechanischen Laborversuchen standen uns aus den Baugrundaufschlüssen KRB A1 bis KRB A3 und KRB B1 bis KRB B6 insgesamt 95 gestört entnommene Einzelproben zur Verfügung.

Ergänzend zur Bodenansprache erfolgten in unserem Erdbaulaboratorium kornanalytische Untersuchungen an repräsentativ ausgewählten Einzel- und Mischproben. Die so ermittelten Kornverteilungen wurden in die Bohrprofile eingearbeitet.

Die Ergebnisse der damaligen durchgeführten bodenmechanischen Laborversuche sind den Altgutachten (Unterlage 2.2.3) zu entnehmen.

Des Weiteren sind die an den bindigen Bodenproben (Geschiebeböden) festgestellten natürlichen Wassergehalte neben den entsprechenden Schichten der Bohrprofile mit angegeben.

#### **5.1.1 Kornverteilung**

Zur Bestimmung der bodenspezifischen Eigenschaften sind aus ausgewählten Bodenproben (aufgefüllte und gewachsene Sande / Geschiebelehm / Geschiebemergel) in unserem Erdbaulaboratorium 17 kornanalytische Untersuchungen durchgeführt worden. Sie erfolgten an den gestört entnommenen Einzel- und Mischproben aus unterschiedlichen Tiefenlagen in Form von Nasssiebungen und kombinierten Sieb- und Schlämmanalysen.



Probe Nr.	Tiefe von bis	Bodengruppe	Verfahren
<b>Bodenmechanische Ergebnisse aus der Erkundungsarbeiten 01+02/2024</b>			
A 1/3	2,5 – 3,5 m	SU*	Nasssiebung
A 1/6-1/8	5,0 – 7,0 m	UL/UM/UA	Sieb- und Schlämmanalyse
A 3/6	4,0 – 6,0 m	SU*	Sieb- und Schlämmanalyse
A 3/8	6,8 – 8,6 m	SU*	Nasssiebung
B 1/5	2,65 – 3,52 m	SU	Nasssiebung
B 1/9-1/12	7,2 – 10,5 m	SU*	Sieb- und Schlämmanalyse
B 2/9-2/11	4,0 – 5,4 m	SU	Nasssiebung
B 2/12+2/13	5,4 – 7,0 m	SU*	Sieb- und Schlämmanalyse
B 2/14-2/16	7,0 – 9,0 m	SU*	Sieb- und Schlämmanalyse
B 3/5	2,2 – 4,1 m	SU	Nasssiebung
B 3/6+3/7	4,1 – 5,5 m	SU*	Sieb- und Schlämmanalyse
B 3/8	5,5 – 6,65 m	SU*	Nasssiebung
B 4/6	2,4 – 3,9 m	SU	Nasssiebung
B 4/7+4/8	3,9 – 7,1 m	SU*	Sieb- und Schlämmanalyse
B 5/2+5/3	0,5 – 2,5 m	SU	Nasssiebung
B 5/5	4,0 – 6,3 m	SU*	Sieb- und Schlämmanalyse
B 6/6	5,0 – 6,0 m	SU*	Sieb- und Schlämmanalyse

In den Anlagen 23127/4.1-AB bis -/4.5-AB sind die Einzelergebnisse als Kornverteilungskurven gemäß DIN 18123 zeichnerisch zusammengefasst.

### 5.1.2 Wassergehalte

Die Bestimmung des natürlichen Wassergehaltes, der u.a. wichtige Erkenntnisse über die Probenkonsistenz liefert und zur Charakterisierung des Bodens dient, wurde an den bindigen Bodenproben vorgenommen. Die Trocknung erfolgte an jeweils zwei Teilproben gemäß DIN 18121 in einem speziellen Trockenofen bei 105°C.

Insgesamt wurden in unserem Erdbaulaboratorium 11 Wassergehaltsbestimmungen durchgeführt.



Für die 11 untersuchten Einzel- und Mischproben aus dem gewachsenen Geschiebelehm und Geschiebemergel wurden die folgenden Wassergehalte ermittelt:

Probe Nr.	Tiefe von bis	Bodenart	Wassergehalt w [Gew.-%]
Bodenmechanische Ergebnisse aus der Erkundungsarbeiten 01+02/2024			
A 1/6-1/8	5,0 – 7,0 m	Geschiebemergel	w = 13,4
A 2/9	6,5 – 7,5 m	Geschiebelehm	w = 14,0
A 3/6	4,0 – 6,0 m	Geschiebelehm	w = 15,7
A 3/12	10,7 – 12,0 m	Geschiebemergel	w = 10,8
B 1/9-1/12	7,2 – 10,5 m	Geschiebemergel	w = 13,1
B 2/12+2/13	5,4 – 7,0 m	Geschiebelehm	w = 15,6
B 2/14-2/16	7,0 – 9,0 m	Geschiebemergel	w = 13,9
B 3/6+3/7	4,1 – 5,5 m	Geschiebelehm	w = 17,5
B 4/7+4/8	3,9 – 7,1 m	Geschiebemergel	w = 15,0
B 5/5	4,0 – 6,3 m	Geschiebemergel	w = 15,7
B 6/6	5,0 – 6,0 m	Geschiebelehm	w = 15,1

Die Wassergehalte sind in den Anlagen 23127/3.1-AB bis -/3.5-AB neben den Bohrprofilen den entsprechenden Bodenschichten zugeordnet.

## 5.2 Chemische Bodenanalysen

Auftragsgemäß wurde eine Schadstoffuntersuchung am potentiellen Aushubmaterial als erste Orientierung zur Gefährdungsabschätzung sowie für die Entsorgung des Materials durchgeführt.

Zur Ermittlung der Schadstoffgehalte im Boden wurden diese ausgewählten Bodenproben und Bodenbereiche auf folgende Analyseumfänge untersucht:

- Parameterumfang TR LAGA 2004, gesamt 4 Proben
- Erweiterung DepV (DK 0 – DK III) 4 Proben

Für die Bewertung und zum Schutz der Oberböden wurde gem. Bundesbodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) im Zuge der Baugrunderkundung eine repräsentative Oberbodenprobe auf folgende Parameter untersucht:

- Prüfwerte nach Anlage 2, Tabelle 4 der Novellierten Bundesbodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) aus 2021  
Für den Wirkungspfad Boden-Mensch (direkter Kontakt) 1 Probe



### **5.2.1 Bewertungsgrundlage**

Das hier herangezogene Regelwerk „Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen – Technische Regeln“ (LAGA Mitteilung 20) wird durch die „Länderarbeitsgemeinschaft Abfall“ (LAGA) vorgegeben.

Sie legt bundesweit konkrete Verwertungsanforderungen unter Berücksichtigung der Nutzung und der Standortverhältnisse für die Verwertung von mineralischen Abfällen bei Baumaßnahmen im weitesten Sinne fest.

Die LAGA M20 – TR Boden regelt die Verwertung von Bodenmaterial in Abhängigkeit von den Schadstoffgehalten und -konzentrationen. Das zu verwertende Bodenmaterial wird definierten Einbauklassen zugeordnet, deren Zuordnungswerte Z0 bis Z2 die formale Obergrenze der einzelnen Schadstoffgehalte und -konzentrationen für die jeweilige Einbauklasse darstellen.

In Ergänzung zur TR-LAGA sollte die Erweiterung der Analytik auf die Ergänzungsparameter der Deponieverordnung erfolgen.

Zusätzlich erfolgt eine orientierende Bewertung der Oberböden gem. der novellierten Bundesbodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) von 2021 hinsichtlich der Prüfwerte nach Anlage 2; Tabelle 4 für die direkte Aufnahme von Schadstoffen für den Wirkungspfad Boden-Mensch zur Beurteilung der weiteren Nutzung der Böden als Oberflächenbedeckung.

### **5.2.2 Einteilung und Zusammensetzung der Mischproben**

Bei der Probenzusammenstellung war das Augenmerk auf die aushubrelevanten Bereiche des entnommenen Probematerials gerichtet.

Die Zusammensetzung der insgesamt 5 Proben erfolgte daher aufschluss- und tiefenbezogen. Durch die Aufteilung des Baufeldes lässt sich bei einer ggfs. nachgewiesenen Kontamination die Schadstoffausbreitung besser lokalisieren und im späteren Aushubbetrieb gegenüber den übrigen Bereichen örtlich abgrenzen.

Die Zusammensetzung der orientierenden Oberbodenprobe für die Untersuchung gemäß BBodSchV erfolgte schichtenspezifisch anhand der handspezifizierten humosen Bestandteilen mit einer Mächtigkeit von max. ca. 0,35 m ab Geländeoberkante.



Basierend auf dieser Probeneinteilung ergeben sich für diese Teilflächen folgende Zusammensetzungen für die chemischen Bodenuntersuchungen:

Probe	Aufschluss / Bereich	Entnahmetiefe ca. u. GOK	Bodenart	Analysen- umfang
MP 1	<u>Baufeld A</u> KRB A1 bis KRB A3	0,00 – 0,23 m	Tennenbelag, Auffüllung	LAGA / DepV
MP 2	<u>Baufeld A</u> KRB A1 bis KRB A3	0,20 – 4,30 m	unterlagernde aufgefüllte und gewachsene Bodenschichtung	LAGA / DepV
MP 3	<u>Baufeld B</u> KRB B1 bis KRB B6	0,00 – 3,00 m	oberflächennahe Auffüllung	LAGA / DepV
MP 4	<u>Baufeld B</u> KRB B1 bis KRB B6	1,80 – 5,00 m	unterlagernde gewachsene Bodenschichten	LAGA / DepV
MP 5	<u>Baufeld B</u> KRB B2 bis KRB B4	0,00 – 0,35 m	Auffüllung, humose Oberböden	Prüfwerte gem. BBodSchV

**Tabelle 1:** Tiefen- und flächenbezogene Zusammensetzung der Bodenproben aus den Kleinrammbohrungen

### 5.2.3 Zusammenstellung und Bewertung der Analyseergebnisse nach LAGA und Deponieverordnung

Die chemische Analytik erfolgte durch das Labor Eurofins Umwelt Nord GmbH.

Für den oberflächennahen Tennenbelag sowie sandigen und teils bindigen Auffüllungsböden (MP 1 und MP 3) und die unterlagernden aufgefüllten und gewachsenen Böden (MP 2 und MP 4) erfolgte die Untersuchung auf den Parameterumfang der TR LAGA und die Ergänzungsparameter der Deponieverordnung.

Auf Grundlage der LAGA-Boden wurden die grenzwertüberschreitenden Parameter und die jeweilige Probe den definierten Einbauklassen zugeordnet. Tabelle 2 zeigt die formale Zuordnung der Probe in die Einbauklassen nach LAGA-Boden mit Nennung der einstufigsrelevanten Parameter, auch für die Deponierung gemäß Deponieverordnung, wie sie die Analytik ergeben hat.



Der genaue Analysenumfang, die Prüfmethode, die verfahrensbedingten Bestimmungsgrenzen (BG) sowie alle Einzelergebnisse sind den beiliegenden Prüfberichten des beauftragten Labors in Anlage 23127/5-AB zu entnehmen.

Probe	LAGA-Klasse	Auffälliger Parameter	Probe	Deponieklasse	Auffälliger Parameter
MP 1	Z 2	Chrom	MP 1	DK 0	-
MP 2	>Z 2	Blei	MP 2	DK 0 (DK II)	(TOC*)
MP 3	>Z 2	TOC	MP 3	>DK III*** (DK 0)	Glühverlust** und TOC**
MP 4	Z 0	-	MP 4	DK 0	-

**Tabelle 2:** Grenzwertüberschreitende Parameter und Zuordnung der Proben gemäß der Einbauklassen nach LAGA-Boden (M20, Fassung 2004) und Deponieverordnung

\*) Gemäß Anhang 3, Tabelle 2, Fußnote 2) der Deponieverordnung können die Parameter Glühverlust und TOC gleichwertig angewandt werden und der Parameter der geringeren Deponieklasse gewählt werden.

\*\*) Die Einstufung erfolgte aufgrund der ergänzenden Untersuchung der Parameter Atmungsaktivität, Brennwert und DOC. Aufgrund von Erfahrungen vergleichbarer Projekte und Bodenverhältnisse kann aufgrund der einstuferrelevanten Parameter TOC und Glühverlust ggf. mit einer Abstufung gerechnet werden, wenn die Grenzwert-Überschreitung ausschließlich auf natürliche Bestandteile des Bodenaushubes zurückgehen. Die Möglichkeit der Abstufung aufgrund der Unterschreitung von definierten Grenzwerten der Parameter DOC, Atmungsaktivität und Brennwert bzw. Inkludierung von TOC-Gehalten bis 6 Masse-% in die Deponieklasse 0 sind in Fußnoten der Deponieverordnung geregelt und bedarf einer gesonderten Abstimmung mit den Behörden.

\*\*\*) Formell ist die Deponieklasse >DK III anzuwenden. In Anbetracht der ansonsten eher unauffälligen Parameter, auch der übrigen Mischproben, kann durch die Homogenisierung in die Probe gelangtes Fremdbestandteil und damit eine Messungenauigkeit des Labors nicht ausgeschlossen werden. **Wir empfehlen eine Nachuntersuchung der Probe.**

Weiterhin ist es von dem künftigen Entsorgungsbetrieb abhängig, welche Deponieklasse angewandt wird.

Im Hinblick auf den eher geringen DOC-Gehalt (hier: 6,4 mg/l), der ein Indiz für eine elementare Belastung darstellt, ist mit einer Abstufung der Mischprobe zu vermuten.

Die Fußnoten unter Tabelle 2 sind zu beachten. Wir empfehlen, diese Bedingungen zwingend in die Ausschreibungsunterlagen aufzunehmen und vertraglich zu vereinbaren.



Vor dem Hintergrund, dass mittels den o.g. Fußnoten ggfs. eine Rückstufung der Proben MP 2 und MP 3 erfolgen kann, wird in der folgenden Einzelbetrachtung der Ergebnisse hierauf Bezug genommen.

### **Hinweis**

Die Ergebnisse der orientierenden chemischen Schadstoffanalyse haben eine am Entsorgungsmarkt deklarierte Gültigkeit von etwa 1 Jahr. Aus diesem Grund sind weitere Untersuchungen so zu terminieren, dass die Angaben zu entnommenen Proben mit geplantem Aushub nicht „verfallen“. Entsprechend können bei Bedarf im Nachgang ein halbes Jahr vor Baubeginn weitere umwelttechnische Untersuchungen der zu entsorgenden Böden veranlasst werden.

Die Auswertung der Analysenergebnisse zeigt die Einstufung der Bodenproben aus den Betrachtungsbereichen und ist wie folgt zu bewerten:

#### **MP 1 – KRB A1 bis KRB A3 – Baufeld A**

Der in der Mischprobe ermittelte Chrom-Gehalt von 232 mg/kg TS der Mischprobe liegt nach  $LAGA_{\text{Boden}}$  im Bereich der Zuordnungswerte

**Z 2**

und zählt gemäß Deponieverordnung zur Deponieklasse

**DK 0.**

#### **MP 2 – KRB A1 bis KRB A3 – Baufeld A**

Der in der Mischprobe ermittelte Blei-Gehalt von 1.200 mg/kg TS der Mischprobe liegt nach  $LAGA_{\text{Boden}}$  im Bereich der Zuordnungswerte

**> Z 2**

und zählt gemäß Deponieverordnung, unter Anwendung der Fußnoten unterhalb der o.g. Tabelle 2 (Gleichwertige Anwendbarkeit der geringeren Deponieklasse), zur Deponieklasse

**DK 0.**



### MP 3 – KRB B1 bis KRB B6 – Baufeld B

Der in der Mischprobe ermittelte TOC-Gehalt von 10 Ma.-% TS der Mischprobe liegt nach LAGA<sub>Boden</sub> im Bereich der Zuordnungswerte

> Z 2

und zählt gemäß Deponieverordnung aufgrund von Glühverlust (11,5 Ma.-% TS) und TOC (10 Ma.-% TS) vorerst zur Deponieklasse

> DK III.

Eine Überschreitung des Zuordnungswertes des Parameters TOC ist **mit Zustimmung der zuständigen Behörde** bei Bodenaushub (Abfallschlüssel 17 05 04 gem. Abfallverzeichnis-Verordnung (AVV)) zulässig, wenn die Überschreitung durch elementaren Kohlenstoff verursacht werden oder wenn

der jeweilige Zuordnungswert für den DOC, jeweils unter Berücksichtigung der Fußnoten 9, 10 oder 11 zur Tabelle 2 der Zuordnungswerte, eingehalten wird,

- die biologische Abbaubarkeit des Trockenrückstandes der Originalsubstanz von 5 mg O<sub>2</sub>/g (bestimmt als Atmungsaktivität - AT<sub>4</sub>) oder von 20 l/kg (bestimmt als Gasbildungsrate - GB<sub>21</sub>) unterschritten wird,
- der Brennwert (H<sub>0</sub>) von 6.000 kJ/kg TM nicht überschritten wird,
- es sich bei Ablagerung auf Deponien der Klasse 0 um Boden und Baggergut handelt und ein TOC von 5 Masseprozent nicht überschritten wird und
- der Abfall nicht für den Bau der geologischen Barriere verwendet wird

Durch eine chemische Nachuntersuchung der Parameter Atmungsaktivität (< 0,1 mg O<sub>2</sub>/g TS AT<sub>4</sub>) und Brennwert (<200 kJ/kg TS H<sub>0</sub>) kann die Überschreitung der Parameter Glühverlust und TOC auf elementaren Kohlenstoff zurückzuführen sein. Zusätzlich kann nach Bedarf auch noch die Gasbildungsrate nach 21 Tagen (GB<sub>21</sub>) nachuntersucht werden. **Mit Zustimmung der zuständigen Behörde** und unter Einhaltung der o.g. Voraussetzungen sowie in Abhängigkeit der jeweiligen Deponie kann die folgende Abstufung der Probe MP 3 erfolgen: Nach LAGA<sub>Boden</sub> im Bereich der Zuordnungswerte

> Z 2

und zählt gemäß Deponieverordnung zur Deponieklasse

DK 0.



#### **MP 4 – KRB B1 bis KRB B6– Baufeld B**

Die untersuchten Parameter der Mischprobe liegen nach LAGA<sub>Boden</sub> im Bereich der Zuordnungswerte

**Z 0**

und zählt gemäß Deponieverordnung zur Deponieklasse

**DK 0.**

Die Analysenergebnisse und eine Übersicht sind den Prüfberichten der Eurofins Umwelt Nord GmbH in der Anlage 23127/5-AB zu entnehmen.

Die Ergebnisse der Altgutachten weisen chemische Belastungen von Z 0 bis Z 2 (Baufeld A) sowie Z 0 bis Z 1 (Baufeld B) auf und sind den vorliegenden Berichten (Unterlage 2.2.3) zu entnehmen.

#### **5.2.4 Zusammenstellung und Bewertung der Analyseergebnisse nach BBodSchV**

Eine orientierende Bewertung der Oberböden gem. BBodSchV hinsichtlich des Wirkungspfades Boden-Mensch dient der Bewertung der untersuchten Böden im Hinblick auf die weitere Nutzung der Böden als Oberflächenbedeckung. Nach aktuellem Planungsstand kann die spätere Nutzung der Flächen, auf der sicheren Seite liegend, als Wohngebiet eingeordnet werden.

Da die Prüfwerte für Kinderspielflächen strengeren Auflagen unterliegen, wurden auf sicherer Seite liegend die Analyseergebnisse gegenüber diesen Prüfwerten beurteilt.



Die Gegenüberstellung der Analyseergebnisse mit den Prüfwerten nach Anlage 2; Tabelle 4 der novellierten Bundesbodenschutz- und Altlastenverordnung von 2021 hat folgendes ergeben:

Probe	Entnahmetiefe ca. u. GOK	Bodenart	Überschreitung der Prüfwerte	Auffälliger Parameter
MP 5	0,00 – 0,35 m	Auffüllung, humose Oberböden	Nach Erfüllung der Vorsorgepflicht nach BBodSchG §7 möglich	-

**Tabelle 3:** Grenzwertüberschreitende Parameter und Zuordnung der Probe gemäß der Nutzbarkeit nach BBodSchV

Die Analyseergebnisse sind dem Prüfbericht der Eurofins Umwelt Nord GmbH in der Anlage 23127/5-AB zu entnehmen.

Die humosen oberflächennahen Oberböden können vorbehaltlich einer detaillierten Untersuchung gem. BBodSchV bei einer Umnutzung vor Ort verbleiben bzw. nach Abtrag für eine Oberflächengestaltung nach Erfüllung der Vorsorgepflicht wiederverwendet werden. Diese stellt sicher, dass unter den gegebenen Umständen mit keinem weiteren Schadstoffeintrag in den Oberboden zu rechnen ist. Bei erhöhten anthropogenen Beimengungen empfehlen wir jedoch eine Separierung und anschließende Fraktionierung der Oberböden.

## 6 Bodenmechanische Kennwerte (k-Werte)

### 6.1 Anstehende Böden

Aufgrund der in den Aufschlüssen angegebenen Bodenschichtung, der bodenmechanischen Laboruntersuchungen, unserer Bodenansprache, den Ergebnissen der schweren Rammsondierungen und elektrischen Spitzendrucksondierungen sowie den Erkenntnissen der Altgutachten können den erbohrten Böden die in der Tab. 4 aufgeführten charakteristischen Kennwerte für erdstatische Berechnungen zugrunde gelegt werden.



Bodenart	Wichte	Scherparameter*			Steifemodul
		$\gamma/\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi'_k$ [°]	$c'_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	
Auffüllung, Tennenbelag, grobkörniges Sand-Kies-Gemisch; locker	19/11	30,0	0,0	-	5 - 10
Auffüllung, Sande, mit Fremdbestandteile, vereinzelt humos, schluffig und kiesig; locker	18/11	30,0	0,0	-	5 - 15
Auffüllung, humose Oberböden, schluffig; locker	17/10	30,0	0,0	-	5 - 10
Aufgefüllter Schluff, weich	20/11	27,5	5 – 10	-	4 - 12
Sande gewachsen, teils stark schluffig und schwach kiesig, zumeist wasserführend, überwiegend mitteldicht	18/11	32,5	0,0	-	15 - 30
Torf, gewachsen* (Auf Basis der Altgutachten)	11/1	15,0	5	10 – 30	0,3 - 0,8
Geschiebelehm, weich	20/11	27,5	5 – 10	30 – 80	4 - 12
Geschiebelehm, steif	20/11	27,5	10 – 15	50 – 100	10 - 20
Geschiebemergel, steif	22/12	32,5	15	70 – 120	15 - 35
Geschiebemergel, halbfest	22/12	32,5	15 – 20	120 – 250	35 - 55

**Tabelle 4:** Charakteristische Bodenkennwerte für erdstatische Berechnungen

\*die bodenmechanischen Kennwerte wurden in Verbindung mit dem Partnerprojekt (Baufeld C und C1) angegeben.

## 6.2 Verfüll- und Austauschböden

Als Austausch- und Verfüllböden, wie er auch z.B. im Zuge von Bodenersatzmaßnahmen für den Aufbau eines Sandpolsters verwendet werden kann, sind schluffarme Mittelsande zu verwenden (enthaltener Schluffgehalt  $\leq 3$  Gew.-%, Feinsandgehalt  $\leq 10$  Gew.-%, Ungleichförmigkeit  $U \geq 3$ ).

Diese sind lagenweise einzubauen und auf mindestens mitteldichte Lagerung zu verdichten. Die zu erzielende, mindestens mitteldichte Lagerung ist bei Einbaudicken ab 1,0 m mittels "Leichter Rammsondierungen" (DPL) gemäß DIN EN ISO 22476-2:2012-03 an mehreren Prüfstellen nachzuweisen.

Zu erreichen sind Schlagzahlen  $n_{10} \geq 10$  Schläge pro 10 cm Eindringung des Sondiergestänges der DPL unterhalb einer oberflächennahen Auflockerungszone von ca. 30 cm. Die Ergebnisse sind dem Bodengutachter rechtzeitig vor Überbauung des Sandpolsters vorzulegen.

Die in Verfüllungsbereichen einzubauenden Sande können in erdstatischen Berechnungen wie folgt angesetzt werden mit

$$\begin{aligned}\gamma/\gamma' &= 19/11 \text{ kN/m}^3 \\ \varphi'_k &= 35^\circ \\ c'_k &= 0 \text{ kN/m}^2 \\ E_{s,k} &= 40 \text{ MN/m}^2.\end{aligned}$$

Sofern alternative Verfüllmaterialien zum Einsatz kommen sollen, sind die entsprechenden Eignungsprüfungen zur geotechnischen Bewertung vorzulegen, die abschließende Entscheidung über die Einbaubarkeit obliegt dem Bodengutachter.

Gemäß der aktuellen Fassung der DIN 18300:2016-09 (VOB/C: ATV Erdarbeiten) entfällt die bisher gültige Beurteilung der „Lösbarkeit“ eines Bodens anhand der Boden- und Felsklassen 1 bis 7. Stattdessen werden nun Bodenschichten bzw. Bodenhorizonte zu sog. „Homogenbereichen“ zusammengefasst.

Die Unterteilung in Homogenbereiche erfolgt mit der Angabe spezifischer Eigenschaften und Bodenkennwerte (u. a. undrainierte Scherfestigkeit, Plastizitäts- und Konsistenzzahl nach DIN 18122-1, Lagerungsdichte nach DIN 18126).

Zur Einordnung der angetroffenen Böden in Homogenbereiche gemäß der aktuellen DIN 18300 sind im Zuge der weiteren Projektplanung bedarfsweise zusätzliche bodenmechanische Laborversuche notwendig.

Sofern eine Einteilung der Aushubböden in Homogenbereiche bei der späteren Ausschreibung für die Erd- und Bohrarbeiten berücksichtigt werden soll, können wir die einzelnen Bodenarten bei Bedarf näher definieren.



## 7 Gründungsempfehlungen

### 7.1 Geplante Geotechnische Kategorien

Baumaßnahmen werden gemäß DIN 1054:2010-12 in Abhängigkeit von deren projektspezifischen Randbedingungen und den daraus resultierende Planungsanforderungen in drei graduell abgestufte Geotechnische Kategorien (GK) untergeteilt.

Diese orientieren sich im Hinblick auf das Zusammenwirken von Bauwerk und Baugrund an dem zu erwartenden Schwierigkeitsgrad:

- GK 1 geringer Schwierigkeitsgrad
- GK 2 mittlerer Schwierigkeitsgrad
- GK 3 hoher Schwierigkeitsgrad

Wir nehmen für dieses Bauvorhaben aufgrund der vorhandenen Erkundungsergebnisse vorerst einen mittleren Schwierigkeitsgrad an und teilen ein mögliches Bauwerk ein in die

**Geotechnische Kategorie GK 2.**

### 7.2 Bemessungswasserstände

Auf Grundlage der angetroffenen Wasserstände, der Daten des Geoportals der FHH, unseren Erfahrungen sowie den Bemerkungen über die korrespondierenden Grundwasserstände von dem Bramfelder See (s. Abschnitt 4.6) geben wir vorläufig folgende orientierende Bemessungswasserstände vor, die in geotechnischen Untersuchungen als Stau- und Grundwasserstand anzusetzen und in der vertiefenden geotechnischen Untersuchung zu bestätigen sind.

Für den **Bemessungstauwasserstand (BS-A)** ist unter Berücksichtigung der zum Teil hochanstehenden bindigen und partiell organischen Bodenschichten, den unterschiedlichen Schluffanteilen der aufgefüllten und gewachsenen Sande sowie der teils anthropogenen Auffüllungen und den daraus resultierenden Stauwasserständen von einem Druckwasserspiegel auszugehen, der etwa auf Höhe der jeweiligen Geländeoberkante und demnach auf einer Höhe von ca. **NHN +21,5 m** angenommen werden kann.



Für den **ständigen Bemessungsgrundwasserstand (BS-P)** werden die erkundeten Wasserstände gemäß Abschnitt 4.6 von uns auf sicherer Seite liegend mit einem erhöhten Sicherheitszuschlag versehen. Zunächst wird der Bemessungswasserstand vorläufig auf einer Höhe von **NHN +18,0 m** angesetzt.

Der **bauzeitliche Bemessungswasserstand (BS-T)** wird auf Grundlage der maximal angetroffenen Wasserstände, der Gewässeroberfläche des Bramfelder Sees sowie der maximalen Grundwassergleichen auf einer Höhe von ca. **NHN +16,0 m** angesetzt und spiegelt somit den vermutlich tatsächlichen Wasserstand im Baufeld wider.

Die Wasserstände sind im Allgemeinen stark witterungsabhängig. Nach niederschlagsreichen Wetterperioden sowie nach der Schneeschmelze kann von einem Anstieg der Schwankungsbreiten der Elb- und Grundwasserstände ausgegangen werden. Daher empfiehlt es sich die tieferführenden Erdarbeiten möglichst in den niederschlagsärmeren Sommermonaten durchzuführen.

In dem Zusammenhang empfehlen wir den Bemessungswasserstand nach einem gewissen Zeitraum des Monitorings der Grundwassermessstelle anzupassen.

### 7.3 Allgemeine Gründungsart und Tragfähiger Baugrund

Im Bereich von Bebauung muss als Gründungsträger bei einer Flachgründung grundsätzlich geeigneter, also setzungsunempfindlicher und ausreichend tragfähiger Baugrund vollflächig unter Beachtung der Lastausstrahlung vorhanden sein.

Dies ist generell der Fall, wenn im gesamten Druckausstrahlungsbereich eines Fundamentes bzw. einer lastverteilender Gründungsplatte mitteldicht gelagerter Sand oder bindiger Boden in mindestens steifer Konsistenz bis in ausreichende Tiefe ansteht.

Gemäß den uns vorliegenden Planunterlagen und Informationen gehen wir von folgenden Gründungssohlen aus:

- Wohngebäude Baufeld A: ca. NHN +17,8 m
- Wohngebäude Baufeld B: ca. NHN +17,8 m

Nach Auswertung der vorliegenden Baugrundaufschlüsse sind die o.g. Voraussetzungen für einen tragfähigen Baugrund in den druckbeanspruchten Bodenschichten der aktuell geplanten Grundrissflächen für das **Baufeld B vollflächig erfüllt**.



Für den aktuellen Grundrissbereich des **Baufeldes A** kann bei aktuellem Planungsstand die o.g. Voraussetzungen für einen tragfähigen Baugrund als **nicht erfüllt** bewertet werden.

Grundsätzlich sind im Untergrund sehr heterogene Baugrundverhältnisse aufgrund vorhandener geologischer Schichtgrenzen zu erwarten. Übergeordnet stehen in den Bauflächen unterhalb der zumeist sandigen Auffüllungen mit anthropogenen Beimengungen gewachsene Sande sowie mächtige gewachsene Geschiebeböden in Form von Geschiebelehm und -mergel an.

Allerdings wurden besonders im südöstlichen Grundrissbereich des Baufeldes A setzungsempfindliche organische Weichschichten (Torf) erkundet, die mit den Daten des Geoportals der FHH bestätigt wurden.

Wiederholt weisen wir auf die Anlage 23127/2.2-AB hin, in der die ungefähre Lage der organischen Weichschicht grob abgeschätzt und als Lageplan dargestellt ist. Zum Eingrenzen sowie Verifizierung der genauen Lage sind zusätzliche Baugrundaufschlüsse notwendig.

Da im Bereich der aktuell geplanten Gebäudegrundrisse von Baufeld A organische Weichschichten anstehen, kann aus setzungstechnischen Gründen zum jetzigen Zeitpunkt vorerst keine Flachgründung von Hochbauten oberhalb der geringtragfähigen Weichschichten erfolgen.

Zur sicheren Abtragung der Lasten und Minimierung der Verformungen empfehlen wir deshalb für die das **Baufeld A**

**eine Tiefgründung auf Pfählen.**

Für das **Baufeld B** sind nach Auswertung der vorliegenden Baugrundaufschlüsse somit die o.g.

**Grundvoraussetzungen für einen tragfähigen Baugrund für Flachgründungen, erst nach erfolgtem vollflächigen Bodenaustausch und in Abhängigkeit der bauwerksspezifischen Lasteinwirkung, erfüllt. Auf Höhe der Austauschebene sollten mitteldichte Lagerung der gewachsenen Sande bzw. steife Konsistenzen der Geschiebeböden anstehen.**



## 7.4 Flachgründungsvariante für Baufeld B

### 7.4.1 Allgemeines

Auf Höhe der o.g. angenommen Gründungsebene auf einer Höhe von ca. NHN + 17,8 m stehen wechselhaft gewachsene mitteldicht gelagerte Sande und steif-plastische Geschiebeböden an. Partiiell können ebenfalls gewachsene Sande in lockerer Lagerung und gewachsene Geschiebeböden in weich-plastischer Konsistenz oder vereinzelt anthropogene Auffüllungen anstehen.

Bei möglichen regellosen Auffüllungen, lockeren Sanden und weichen Geschiebeböden kann grundsätzlich von einer eher lockeren Lagerung bzw. weichen Konsistenz und geringen Tragfähigkeit ausgegangen werden, so dass diese Bodenschichten vollständig aus dem lastabtragenden Bereich zu entfernen und mit verdichtungsfähigem Material wieder zu verfüllen sind.

Aufgrund der erkundeten chaotischen Wechsellagerung zwischen gewachsenen Sanden und Geschiebeböden ist zu einer Vereinheitlichung der Gründungssohle ein vollflächiger Bodenaustausch von ca. 0,5 m unterhalb der Gründungselemente zu empfehlen.

Aufgrund der damaligen Bestandsgebäude besonders im nordöstlichen Bereich ist ein Teil der Grundfläche bereits vorbelastet, weshalb zusätzlich von einer mindestens mitteldichten Lagerung bzw. steifen Konsistenz ausgegangen werden kann.

Die unterlagernden Baugrundschichten in Form von gewachsenen Sanden sowie Geschiebeböden weisen eine überwiegend mitteldichte Lagerung bzw. steifplastische Konsistenz auf und sind damit als ausreichend tragfähig bis gut tragfähig zu bewerten.

Demnach sollten erst im Rahmen einer abschnittsweisen Baugrubenabnahme über den erforderlichen Umfang und die Tiefe des durchzuführenden Bodenaustausches sowie die Tragfähigkeit des Bodens auf endgültigem Gründungsniveau entschieden werden.

Aufgrund von dynamischer Einwirkung der Erkundungsarbeiten, Grundwassereinfluss, sowie wechselhaften sandigen und bindigen Bereichen kann es zu einer Konsistenzverschlechterung bzw. zu einer Verringerung der Schlagzahlen der schweren Rammsondierung kommen, wodurch wir unterhalb der Auffüllungen von mitteldichten bzw. steifen Baugrundverhältnissen ausgehen. Die Erläuterungen sind dem Abschnitt 4.5 zu entnehmen.



Eine mitteldichte Lagerung der gewachsenen Sande liegt vor, wenn die Schlagzahlen pro 10 Zentimeter Eindringung des Sondiergestänges der schweren Rammsondierungen etwa den Wert von  $n_{10} \geq 7$  erreichen. Eine mindestens steife Konsistenz bei bindigen Böden wird nachgewiesen, wenn die Schlagzahlen pro 10 Zentimeter Eindringung des Sondiergestänges der schweren Rammsondierungen mind.  $n_{10} \geq 4$  erreichen.

Für das Baufeld B ist wie bereits erwähnt eine konventionelle Flachgründung möglich.

Hierzu sind die gesonderten Empfehlungen für den Erdbau in Abschnitt 7.4.4 und 8.1 zu beachten.

Organische, setzungsempfindliche Weichschichten wurden im aktuellen Grundrissbereich des Baufeldes B an keiner Untersuchungsstelle erkundet.

Elementare Voraussetzung für eine sichere Flachgründung ist jedoch, dass während der gesamten Aushubarbeiten der Grundwasserstand einen Mindestabstand zur Baugrubensohle von 0,5 m aufweist, was bei diesem Bauvorhaben in Anbetracht des vorläufigen bauzeitlichen Bemessungswasserstand BS-T (ca. NHN +16,0 m) jedoch gegeben sein dürfte. In Anbetracht der teils oberflächennahen erkundeten Wasserständen werden vermutlich bauzeitliche Wasserhaltungsmaßnahmen notwendig.

Sofern bei den Aushubarbeiten bindige, aufgeweichte oder organische Bodenschichten auf Gründungsniveau angetroffen werden, ist generell der Baugrundgutachter hinzuzuziehen, um die weiteren Vorgehensweisen festzulegen.

In Abhängigkeit der zu erwartenden Bauwerkslasten bzw. zur Minimierung der Setzungen sind ebenfalls Tiefgründungsvarianten ausführbar, die aufgrund der Baugrundverhältnisse voraussichtlich nicht die wirtschaftlichste Variante darstellen.

#### **7.4.2 Bodenbemessungsprofil – Baufeld B**

Für sämtliche erdstatische Berechnungen sind die einzelnen Bodenprofile entsprechend der bodenmechanischen Kennwerte der Tabelle 4 in den Ansatz zu bringen.

Aufgrund der heterogenen Abfolge der Bodenschichtungen ist in jedem Fall bei der Einzelfallbetrachtungen der Baulichkeit das jeweilige Bodenprofil bzw. Rammdiagramm des nächstgelegenen Aufschlusses analog der zugehörigen Bohrprofilardarstellung der Anlagen 23127/3.1-AB bis -/3.5-AB zu berücksichtigen.



Zur Homogenisierung und Verallgemeinerung geben wir das nachfolgende Bodenbemessungsprofil für erdstatische Berechnungen des Baufeldes B vor. In-situ können sich ggfs. Abweichungen zu den Profilen ergeben, aus denen sich u.U. zusätzliche gründungstechnische Maßnahmen ergeben können.

Das Bodenbemessungsprofil der Tabelle 5 hat einen stark verallgemeinernden Charakter, der eine Planungsgrundlage für Baufeld B darstellen soll.

Bodenart	Tiefe bis	von	bis
Auffüllung, Sande; mitteldicht	ca. 4,20 m u. GOK	ca. NHN +21,5 m	ca. NHN +17,3 m
Geschiebelehm; steif	ca. 6,00 m u. GOK	ca. NHN +17,3 m	ca. NHN +15,5 m
Geschiebemergel, steif	ca. 8,00 m u. GOK	ca. NHN +15,5 m	ca. NHN +13,5 m
Geschiebemergel, halbfest	ca. 10,00 m u. GOK	ca. NHN +13,5 m	ca. NHN +11,5 m

**Tabelle 5:** Bodenbemessungsprofil für das Baufeld B

### 7.4.3 Bemessungswert des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d}$ für Flachgründungen und Setzungsabschätzung

Auf Grundlage der in Tabelle 4 angegebenen Bodenkennwerte und angenommenen Fundamenten (hier in Form von Streifenfundamenten ggf. mit integrierter elastisch gebetteter Sohlplatte) mit Maßen von ca.  $l = 84$  m sowie variierenden Breiten von  $b = 0,40 - 1,80$  m (durchlaufend) wurde für das Wohngebäude des Baufeldes B exemplarisch der Bemessungswert des Sohlwiderstandes nach dem Teilsicherheitskonzept EC 7 ermittelt.

Die Berechnung erfolgte mit dem grundbauspezifischen Programm GGU Footing, Version 10.08 vom 11.03.2024.

Für die Berechnung wurden folgende Annahmen getroffen:

- verallgemeinertes Bodenbemessungsprofil aus umliegenden Baugrundaufschlüssen für das Baufeld B gem. Tabelle 5
- Bemessungssituation (BS-P)
- Begrenzung des Bemessungswertes des Sohlwiderstandes auf Grundlage einer angenommenen Größenordnung der Setzung von max. ca. 2,0 cm
- Gründungssohle Unterkante Streifenfundament auf etwa NHN +17,8 m



- Flächendeckender Bodenaustausch bis etwa NHN +17,3 m
- Ansatz Bemessungsgrundwasserstand (BS-P) auf Höhe von NHN +18,0 m

Wir geben vor dem erläuterten Hintergrund für die Vorbemessung folgende Spanne für den Bettungsmodul vor:

Für die Bemessung einer Sohlplatte kann der Bettungsmodul  $k_s$  vorab mit  $k_s = 5 - 12,5 \text{ MN/m}^3$  in den Ansatz gebracht werden. Unter Außenwände/Plattenrändern kann der Bettungsmodul 25% erhöht angesetzt werden.

Zur Begrenzung von Setzungen auf  $s < 2 \text{ cm}$  wurde der Bemessungswert des Sohlwiderstandes auf etwa  $\sigma_{R,d} = 250 \text{ kN/m}^2$  begrenzt.

Dabei ist eine Vorbelastung des Baugrundes aufgrund der ehemaligen Bestandsgebäude im nordöstlichen Bereich rechnerisch noch nicht im Ansatz.

Wir weisen darauf hin, dass der Bettungsmodul kein Bodenkennwert ist, da er in Abhängigkeit von der Fundamentgeometrie und -belastung sowie von der zu erwartenden baugrundbedingten Setzung steht.

Nach Vorlage von konkreten Bauwerkslasten und Fundamentplänen sollten in Abhängigkeit der tatsächlich zur Ausführung kommenden Gründung die o.g. Annahmen verifiziert bzw. angepasst werden.

Gegebenenfalls sind die Bemessungswerte im Zuge der weiteren Planungsschritte an sich später neu ergebene Randbedingungen anzupassen.

In Abhängigkeit der tatsächlichen Gründungssituation mit ggfs. Streifen- oder Einzel-fundamente ist im Hinblick auf die Fundamentbreiten die Grundbruchsicherheit gesondert nachzuweisen.

Nach DIN 4019:2015-05 wurden im Bereich von Baufeld B, in Abhängigkeit vom Bemessungswert des Sohlwiderstandes, der im ersten Ansatz in einer Größenordnung von  $250 \text{ kN/m}^2$  angenommen wurde, für die Streifenfundamente exemplarisch Setzungen in einer Größenordnung von **etwa 0,8 cm bis 2,0 cm** bemessen. Wegen der natürlichen Schwankung der Steifemoduln in den Böden muss damit gerechnet werden, dass die Setzungen um ca.  $\pm 25 \%$  unter- oder überschritten werden.

Es ist seitens der Tragwerkplanung zu prüfen, inwieweit die projektspezifisch errechneten Setzungen als bauwerksverträglich eingestuft werden können.



#### **7.4.4 Erforderliche Bodenaustauschmaßnahmen**

Aufgrund der möglichen anstehenden, für gründungstechnische Zwecke ungeeigneten regellosen und humosen Auffüllungen und partiellen lockeren Sanden bzw. weichen Geschiebeböden und der damit verbundenen Heterogenität empfehlen wir grundsätzlich einen Bodenaustausch unterhalb von Gründungselementen durchzuführen.

Ein direktes Absetzen der oberflächennahen Gründungselemente auf den geringtragfähigen lockeren bzw. weichen Auffüllungen, lockeren gewachsenen Sande oder weichen Geschiebeböden ist aus setzungstechnischen Gründen nicht möglich. Sie sind daher bis zu Ihrer jeweiligen Basis vollständig auszukoffern und durch verdichtungsfähiges Bodenmaterial nach Abschnitt 6.2 zu ersetzen. Größtenteils müssen diese im Hinblick auf die vollflächige Unterkellerung ohnehin entfernt werden.

Dabei ist ein allseitiger Druckausbreitungswinkel von 45 Grad ab Außenkante der Fundamente zu berücksichtigen.

Im Zuge der abschnittswisen Baugrubenabnahme sind die anstehenden Böden auf der Höhe der Aushubebene zu begutachten und über den erforderlichen Umfang und die Tiefe des durchzuführenden Bodenaustausches zu entscheiden.

Auch zur Schaffung einer ausreichend entwässerten und witterungsunabhängigen Arbeitsebene empfehlen wir die Herstellung eines vollflächigen Sandpolsters unterhalb der Fundamente, welches zusätzlich die Funktion eines wirksamen Flächenfilters unterhalb der Gebäude übernehmen kann. Als geeignete Austauschböden sind Sande gem. Abschnitt 6.2 zu verwenden.

Um auch größere Setzungsdifferenzen innerhalb der Fundamente zu vermeiden, sollten bei annähernd gleichen Lasteinträgen und Bodenverhältnissen entsprechend auch die Auflagerverhältnisse möglichst identisch ausgebildet werden.

So ist die Dicke des empfohlenen Sandpolsters über die gesamte Fläche möglichst einheitlich zu wählen.

Daher ist aufgrund der erkundeten Schichtenabfolge mit heterogenen Baugrundverhältnissen auf Gründungssohlenniveau zu rechnen, wodurch ein vollflächiger Bodenaustausch unterhalb der Fundamentaufstandsflächen von ca. 0,5 m durchzuführen ist. Weitere baupraktische Hinweise zum Aufbau des Sandpolsters enthält Abschnitt 8.1.

Zur Einhaltung der Filterstabilitäten zwischen den auf Höhe der Austauschenebene anstehenden Böden und den Austauschmaterialien wird zur Trennung der Boden-



schichten der Filterstabilitätsnachweis oder alternativ der Einbau eines geotextilen Vliesstoffes empfohlen.

## **7.5 Tiefgründungsvariante für Baufeld A**

### **7.5.1 Empfohlene Pfahlarten für Hochbauten**

Aufgrund der teilweisen Nähe zu den bereits bestehenden, angrenzenden Baulichkeiten und den geologischen Randbedingungen sollten bei der Tiefgründung bevorzugt nur erschütterungsarme Verfahren eingesetzt werden. Generell können bei Ort betonrammpfählen aufgrund der schlagenden Herstellungsweise Schwingungen im Untergrund entstehen, die Schäden in der näheren Umgebung verursachen können. Organische Weichschichten (hier: Torf) gelten generell als schwingungs- und setzungsempfindlich.

Die Risikoabschätzung sowie -bewertung ist von der bauausführenden Seite zu prüfen, da vereinzelt Ort betonrammpfähle auch in solchen anspruchsvollen Gebieten durchgeführt werden.

Für eine Tiefgründung kommen daher u.E. Bohrpfähle nach DIN EN 1536, Voll- und Teilverdrängungsbohrpfähle, die laut EA Pfähle von 2012 ebenfalls nach DIN EN 1536 zu bemessen sind sowie mit entsprechendem Monitoring, Ort betonrammpfähle nach DIN EN 12699, in Frage.

Gemäß aktuellem Kenntnisstand sind, aufgrund der geologischen Schichtgrenzen, auch abgetreppte Tiefgründungsvarianten mit unterschiedlichen Absetztiefen, aus Kostengründen zu erwähnen.

Bei Vollverdrängungsbohrpfählen sowie Ort betonrammpfähle besteht das potentielle Restrisiko, dass infolge des vollständigen Verdrängungsprozesses im Boden die erforderlichen Absetztiefen trotz voller Maschinenauslastung verfahrensbedingt nicht erreicht werden können.

Weiterhin besteht das Risiko, dass Hindernisse die Herstellung von Voll- und Teilverdrängungsbohrpfähle und Ort betonrammpfähle behindern.

Auf Grundlage der Projekterfahrung ist zu beachten, dass besonders im Grundrissbereich ehemaliger Bestandsbaulichkeiten auf dem Projektgebiet mit Hindernissen gerechnet werden muss.

Im Zuge der Abstimmung von Gründungsverfahren könnte seitens der Behörde für Umwelt, Klima, Energie und Agrarwirtschaft (BUKEA), ohne weitere Kenntnisse zur Schichten- und Stauwasserbelastung, die Verwendung von Verdrängungsbohr- und Rammpfählen als bevorzugte Gründungsvariante, abgelehnt werden. Grund ist die Vermutung von Schadstoffverschleppungen des Schichten- und Stauwassers in tiefere Bodenschichten. Im Zuge dessen könnte eine chemische Grundwasseranalyse



notwendig werden. Die ermittelten Parameter werden dann den Geringfügigkeits-schwellenwerten der LAWA gegenübergestellt.

Die Erlaubnis für die Ausführung von Tiefgründungselementen wird in Hamburg durch die BUKEA erteilt und beruht auf einer projektspezifischen Einzelfallentscheidung. Die und weitere Kontrollanalysen können ebenfalls von unserem Büro organisiert werden.

### **7.5.2 Oberkante des tragfähigen Baugrundes**

Im Sinne der DIN-Normen für Tiefgründungen sowie der EA „Pfähle“ können die, unterhalb der partiell vorkommenden regellosen Auffüllungen, weichen Geschiebeböden, lockeren Sande und partiell erkundeten organischen Weichschichten, anstehenden gewachsenen Sande sowie Geschiebeböden für das Absetzen der Pfähle als ausreichend tragfähig angesehen werden, wenn diese durchgehend in mindestens mitteldichter Lagerung bzw. steif-plastischer Konsistenz vorliegen. Darin sollten Spitzenwiderstände von  $q_c \geq 10 \text{ MN/m}^2$  (nicht bindige Böden) bzw. undrainierte Scherfestigkeiten von  $c_{uk} \geq 100 \text{ kN/m}^2$  (bindige Böden) erzielt werden.

Im Projektgebiet A wurden aufgrund der Unzugänglichkeit anstelle von elektrischen Spitzendrucksondierungen schwere Rammsondierungen durchgeführt, sodass die Zusammenhänge zwischen Lagerungsdichte/Konsistenzen und Sondierwiderständen der Drucksonde anhand von Orientierungswerten, beispielsweise der EA Pfähle, abgeleitet werden.

Daher wird auf der sicheren Seite liegend in diesem Kontext empfohlen, elektrische Spitzendrucksondierungen zur Verifizierung der hier gemachten Angaben, nach Baufeldfreimachung auszuführen.

In Teilbereichen sind die Oberkanten des tragfähigen Baugrunds höher anzusetzen und ggfs. durch verdichtende Aufschlüsse räumlich einzugrenzen.

Der angetroffene, tragfähige Baugrund kann größtenteils als mindestens steif-plastischer Geschiebeboden (meist Geschiebemergel) interpretiert werden. Zudem sind auch mindestens mitteldichte, wasserführende Sande im Einflussbereich der Tiefgründungselemente.

Gemäß den Erkundungsergebnissen stehen die Geschiebebodenschichten bis in größeren Tiefen an und werden wiederkehrend von sandigen Schichtkomplexen durchfahren.

In der nachfolgenden Tabelle 4 wird die Oberkante des tragfähigen Baugrundes angegeben. Hierbei werden im ersten Zuge vorläufig die für die Tiefgründungselemente relevanten Oberkanten angegeben. In partiellen Bereichen sind ggfs. aufgrund fehlender organischen Weichschichten sowie ausreichender Lagerungsdichten bzw. Konsistenzen für Flachgründungen oberflächennah ausreichende Tragfähigkeiten anzusetzen.



Die Mindestabsetztiefe der Pfähle sollte gemäß EA „Pfähle“ mindestens 2,5 m unter der OK des tragfähigen Baugrundes liegen. Die Absetztiefe ist so zu wählen, dass die Mächtigkeit der tragfähigen Bodenschicht unterhalb der Pfahlfußfläche nicht weniger als drei Pfahlfußdurchmesser und mindestens 1,5 m beträgt. Dies sollte hier generell gegeben sein.

Die Mindestabsetztiefe von Pfahlelementen ist in Abhängigkeit des gewählten Tiefgründungselementes und des entsprechenden Durchmessers gemäß EA „Pfähle“ zu bemessen.

Baugrunderkundung	OK Gelände	OK tragfähiger Baugrund
KRB/DPH A1	NHN +21,90 m	ca. 5,5 m u. GOK <b>ca. ab NHN +16,4 m</b>  (im Falle einer Flachgründung Oberflächennah möglich)
DPH AD1	NHN +21,75 m	ca. 6,0 m u. GOK <b>ca. ab NHN +15,7 m</b>  (im Falle einer Flachgründung Oberflächennah möglich)
KRB/DPH A2	NHN +22,12 m	ca. 7,5 m u. GOK <b>ca. ab NHN +14,6 m</b>  (im Falle einer Flachgründung Oberflächennah möglich)
KRB/DPH A3	NHN +21,80 m	aufgrund geringer Sondiertiefe der DPH zunächst nicht möglich
BS 4(Altaufschluss)/DPH A3.2	NHN +21,80 m	ca. 10,5 m u. GOK <b>ca. ab NHN +11,3 m</b>
BS 2(Altaufschluss)/DPH A4	NHN +21,60 m	ca. 7,0 m u. GOK <b>ca. ab NHN +14,6 m</b>  (im Falle einer Flachgründung Oberflächennah möglich)
BS 6(Altaufschluss)/DPH A5	NHN +21,98 m	ca. 6,5 m u. GOK <b>ca. ab NHN +15,5 m</b>  (im Falle einer Flachgründung Oberflächennah möglich)
BS 3(Altaufschluss)/DPH A6	NHN +22,10 m	ca. 6,0 m u. GOK <b>ca. ab NHN +16,1 m</b>  (im Falle einer Flachgründung Oberflächennah möglich)

**Tabelle 6:** Oberkante des tragfähigen Baugrundes



Im vorliegenden Fall sind die größtenteils anstehenden Geschiebemergelschichten und partiell gewachsenen Sande zum Absetzen der Pfahlfüße besonders gut geeignet, da dadurch relativ hohe Pfahltragfähigkeiten erzielt werden können.

### **7.5.3 Pfahlbemessung für Hochbauten**

#### **7.5.3.1 Allgemeine Grundlagen**

Die Vorgaben der aktuellen Empfehlungen des Arbeitskreises "Pfähle" von 2012 (nachfolgend: EA Pfähle) der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik und die maßgebenden Pfahlnormen sind zu beachten sofern im Nachfolgenden oder Vorstehenden keine anderen Festlegungen oder Empfehlungen erfolgen.

Die äußere und innere Tragfähigkeit und Pfahlabmessungen der letztlich zur Ausführung kommenden Pfähle sollte vom Pfahlhersteller eigenverantwortlich festgelegt werden.

#### **7.5.3.2 Bemessung von Bohrpfählen nach DIN EN 1997 bzw. DIN EN 1536**

Die Bemessung von Bohrpfählen nach DIN EN 1997 bzw. DIN EN 1536 mit Durchmessern zwischen 30 cm bis 3 m kann anhand der untenstehenden Tabelle erfolgen. Die dort angegebenen charakteristischen Pfahlspitzendrücke und -mantelreibungswerte sind Erfahrungswerte und basieren auf den gemäß DIN 1054:2010 anwendbaren Tabellen 5.12 bis 5.15 der EA Pfähle.



Bodenart	EA Pfähle-Zuordnung		
	Char. Spitzenwiderstand $q_{b,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Char. Mantelreibung $q_{s,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	
■ Regellose Auffüllung, zumeist Sande, mit Fremdbeimengungen, schluffig und humos, locker	- / -	- / -	
■ Sande, gew., teils stark schluffig und schwach kiesig, größtenteils mitteldicht, zumeist wasserführend	(aufgrund Heterogenität zunächst nicht betrachtet)	(aufgrund Heterogenität zunächst nicht betrachtet)	
■ Torf, gew.	- / -	- / -	
■ Oberflächennaher Geschiebelehm, weich	- / -	- / -	
■ Geschiebelehm, steif	$s/D_s 0,02$	<b>375</b>	<b>40</b>
	$s/D_s 0,03$	<b>475</b>	
	$s/D_s 0,1 \triangleq s_g$	<b>850</b>	
■ Geschiebemergel, steif	$s/D_s 0,02$	<b>500</b>	<b>50</b>
	$s/D_s 0,03$	<b>600</b>	
	$s/D_s 0,1 \triangleq s_g$	<b>1.100</b>	
■ Geschiebemergel, halbfest	$s/D_s 0,02$	<b>800</b>	<b>65</b>
	$s/D_s 0,03$	<b>1.000</b>	
	$s/D_s 0,1 \triangleq s_g$	<b>1.500</b>	

**Tabelle 7:** Zuordnung der Böden zur Bohrpfahlbemessung nach Tabellenwerten der EA-Pfähle

Die einschlägigen Bemessungsregeln der aktuellen Normung sind zu beachten.

Eine Pfahlgründung ist grundsätzlich setzungsarm, aber nicht absolut setzungsfrei. Für nach der EA Pfähle dimensionierte Bohrpfähle auf Grundlage von Erfahrungswerten ist, bei einer sach- und fachgerechten Herstellung, mit vertikalen Pfahlkopfsetzungen zwischen 1 cm und 2 cm in den Geschiebeböden zu rechnen.

Dabei ist der Mindestabstand zu den unterlagernden bindigen Bodenschichten von  $> 3 \cdot D$  zu beachten. Bei geringeren Abständen der Pfahlfüße zu den bindigen Bodenschichten oder bei Einbindung der Pfähle in die bindigen Bodenschichten sind größeren Setzungen zu erwarten und detailliertere und weitere Bemessungen durchzuführen.



### 7.5.3.3 Bemessung von Teilverdrängungsbohrpfählen nach DIN EN 1536

Eine allgemeingültige Aussage über Erfahrungswerte der Pfahlwiderstände ist nur bedingt möglich, da sich die verschiedenen Typen der Teilverdrängungsbohrpfähle in der Herstellung und vielen Merkmalen unterscheiden.

Entsprechend den Empfehlungen der EA Pfähle können für die Ermittlung der charakteristischen Widerstände auf Grundlage von Erfahrungswerten die gleichen Bemessungsvorgaben wie für einfache Bohrpfähle gem. den Tabellen 5.12 bis 5.15 herangezogen werden.

Demzufolge ist für die Bemessung von Teilverdrängungsbohrpfählen Tabelle 7 des vorgenannten Abschnittes anzuwenden.

Bei Anwendung der vorgenannten Bemessungsansätze ist bei Teilverdrängungsbohrpfählen mit baugrundbedingten Setzungen zwischen etwa 1 cm und 2 cm zu rechnen.

### 7.5.3.4 Bemessung von Vollverdrängungsbohrpfählen nach DIN EN 12699

Bei der Festlegung des maßgebenden mittleren Spitzenwiderstandes  $q_c$  der Drucksonde bzw. der charakteristischen undrainierten Scherfestigkeit  $c_{u,k}$  ist zwischen dem

- für den Pfahlspitzendruck maßgebenden Bereich ( $1 \cdot D_s$  ober- bis  $4 \cdot D_s$  unterhalb des Pfahlfußes) und dem
- für die Pfahlmantelreibung maßgebenden Bereich (Mittelwert der betreffenden Schicht)

des Bodens zu unterscheiden.

Die Bemessung und die Herstellung der Schraubpfähle erfolgen nach Eurocode 7 sowie den nationalen Normen DIN 1054, DIN EN 12699 und nach den EA-Pfählen und kann anhand der untenstehenden Tabelle erfolgen. Die dort angegebenen charakteristischen Pfahlspitzendrücke und -mantelreibungswerte sind Erfahrungswerte und basieren auf den gemäß DIN 1054:2010 anwendbaren Tabellen 5.20 bis 5.23 des Altspahlsystems der EA Pfähle.



Bodenart	EA Pfähle-Zuordnung		
	Char. Spitzenwiderstand $q_{b,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Char. Mantelreibung $q_{s,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	
■ Regellose Auffüllung, zumeist Sande, mit Fremd Beimengungen, schluffig und humos, locker	- / -	- / -	
■ Sande, gew., teils stark schluffig und schwach kiesig, größtenteils mitteldicht, zumeist wasser-führend	(aufgrund Heterogenität zunächst nicht betrachtet)	(aufgrund Heterogenität zunächst nicht betrachtet)	
■ Torf, gew.	- / -	- / -	
■ Oberflächennaher Geschiebelehm, weich	- / -	- / -	
■ Geschiebelehm, steif	s/D <sub>s</sub> 0,02	<b>650</b>	<b>50</b>
	s/D <sub>s</sub> 0,03	<b>775</b>	
	s/D <sub>s</sub> 0,1 $\triangleq$ s <sub>g</sub>	<b>1.450</b>	
■ Geschiebemergel, steif	s/D <sub>s</sub> 0,02	<b>850</b>	<b>70</b>
	s/D <sub>s</sub> 0,03	<b>1.000</b>	
	s/D <sub>s</sub> 0,1 $\triangleq$ s <sub>g</sub>	<b>1.700</b>	
■ Geschiebemergel, halbfest	s/D <sub>s</sub> 0,02	<b>1.200</b>	<b>90</b>
	s/D <sub>s</sub> 0,03	<b>1.500</b>	
	s/D <sub>s</sub> 0,1 $\triangleq$ s <sub>g</sub>	<b>2.200</b>	

**Tabelle 8:** Zuordnung der Böden zur Schraubpfahlbemessung nach Tabellenwerten der EA-Pfähle



#### **7.5.4 Optionale Flachgründungsvarianten im Falle einer Umplanung für Baufeld A**

Da sich wie bereits beschrieben geologische Schichtgrenzen im Untergrund von Baufeld A befinden, ist es durchaus möglich unter Vorbehalt einer notwendigen Umplanung der Grundrissflächen der geplanten Neubauten in dem Teilbereich eine Flachgründung durchzuführen.

**Hierbei ist darauf hinzuweisen, dass sich der spätere Druckausstrahlungsbereich außerhalb der setzungsempfindlichen organischen Weichschichten inkl. eines Sicherheitsabstandes befindet. Ggfs. sind zusätzliche Baugrundaufschlüsse zur Eingrenzung der genauen Lage der Weichschichten durchzuführen.**

Die Möglichkeit einer Umplanung von Baufeld A wäre zu prüfen. Im ersten Ansatz ist es bspw. denkbar die Lage des Wohngebäudes in nordwestlicher Richtung zu verschieben.

**Im Falle einer Flachgründung sind sämtliche Informationen, Hinweise, Empfehlungen und Angaben aus dem Abschnitt 7.4 (Flachgründung Baufeld B) zu beachten.**

### **8 Baupraktische Hinweise**

#### **8.1 Einbauempfehlungen für den Bodenaustausch im Falle einer Flachgründung für Baufeld B**

Zum kontrollierten Aufbau des lagenweise einzubauende und auf mindestens mitteldichte Lagerung zu verdichtenden Sandpolsters unterhalb der Gründungselemente sind folgende, auf Teilflächen auszuführende Erdarbeiten auszuführen:

- Abschnittsweiser, rückschreitender Aushub bis zur jeweiligen Basis der anstehenden regellosen Auffüllungen bzw. bis ca. 0,5 m unterhalb der Gründungsebene bis in Tiefen von max. ca. 4,2 m u. GOK
- Ggfs. abschnittsweiser, rückschreitender Aushub anstehender lockerer Sande oder weicher Geschiebeböden. Die bindigen Aushubflächen dürfen dabei nicht befahren werden und sind vor direkten Niederschlagseinflüssen zu schützen.
- Begutachtung der freigelegten Aushubsohle durch Bodengutachter, Beurteilung der Tragfähigkeit des anstehenden Bodens im Bereich der Austauschenebene



- Finale Feststellung über Umfang und Tiefe des erforderlichen Bodenaustausches vor Ort; ggfs. lokal vorhandene Stör- und Auflockerungszonen sind zusätzlich auszukoffern.
- Nachweis der Filterstabilität, alternativ Einbau von Geotextilien zur Trennung der Bodenschichten
- Lagenweiser Aufbau eines 0,5 m mächtigen Sandpolsters bis auf planmäßiges Gründungsniveau; Einbringung des Bodenersatzmaterials abschnittsweise in Vor-Kopf-Schüttungen; Verdichtung des Sandpolsters lagenweise mit einem mittelschweren bis schweren Oberflächenrüttler auf mind. mitteldichte Lagerung (max. Einbaulagen 0,3 m)
- Durchnässter, aufgeweichter oder überfrorener bindiger Boden ist generell nicht tragfähig und vollständig bis zu ihrer Basis auszutauschen
- Verdichtungsgeräte sind grundsätzlich auf die örtlichen Bodenschichtung, insbesondere auf die Unterlage und die unterlagernden Böden und die angebotenen Wasserverhältnisse anzupassen.

#### Hinweis

Sollte in Teilbereichen zum Zeitpunkt des Aushubes das Grund- bzw. Stau- oder Schichtenwasser nicht ausreichend tief, als in einem Abstand zur Austauschebene von  $< 0,5$  m anstehen, können erfahrungsgemäß die Vibrations-einträge der Verdichtungsgeräte ein „kapillares Hochziehen“ des Wassers bewirken und die Sohle durchnässen bzw. aufweichen.

Grundsätzlich sollten Baugrubensohlen bzw. Fundamentsohlen nach deren Freilegung fachtechnisch durch einen Baugrundgutachter abgenommen werden. Erst im Rahmen der abschnittweisen Abnahme kann über den erforderlichen Umfang und die Tiefe des durchzuführenden Bodenaustausches sowie die Tragfähigkeit des Bodens auf endgültigem Gründungsniveau entschieden werden.

Die Verdichtungsprüfung für die Sohlenabnahme erfolgt meist mittels statischer oder dynamischer Plattendruckversuche gemäß den Vorgaben der DIN 18134; wobei die Ergebnisse i.d.R. als formales Abnahmekriterium für die Übergabe an den Hochbauer herangezogen werden (Flächenfreigabe für die weitere Überbauung).

In diesem Zusammenhang wird empfohlen die Eigen- und Fremdüberwachung des Erdbaus in Anlehnung an die zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau (ZTV E-StB) zu vereinbaren.



Bei Einbaudicken des Sandpolsters von  $> 1$  m ist die Verdichtung alternativ auch mittels leichter Rammsondierungen (DPL) gemäß den Angaben im Abschnitt 6.2 nachzuweisen.

## 8.2 Pfähle für Baufeld A

Wir empfehlen grundsätzlich die Herstellung möglicher Pfähle vor einem endgültigen Aushub einer Baugrube für bspw. Fundamentunterkanten entweder vom vorhandenen Geländeniveau oder von einer durch den Bohrunternehmer eigenverantwortlich festzulegenden Voraushubebene.

Hindernisse im Baugrund, z.B. in Form von Steinen, Findlingen oder reliktsicherer Bebauung, können nicht ausgeschlossen werden. Je nach auszuführendem Pfahltyp können u.U. Räumungsbohrungen erforderlich werden.

Die im Einbindungsbereich der Pfähle anstehenden Sandbänderungen innerhalb der Geschiebeböden sind voraussichtlich wasserführend. Die Pfahlspitzen liegen mehrere Meter unter der Druckhöhe des 1. Hauptgrundwasserleiters. Bei der Pfahlherstellung ist daher der Problematik eines hydraulischen Grundbruchs im offenen Bohrloch Rechnung zu tragen.

Das Herstellungsverfahren ist entsprechend an die Grundwasserverhältnisse anzupassen (z. B. durch Bohren mit Wasserüberdruck/Wasserauflast).

Im Falle einer Bohrpfahl-Herstellung muss nach dem Erreichen der Endteufen die Bohrlochsohle bei der verrohrten Bohrpfahlherstellung gereinigt und die Schwebteile aus dem Bohrwasser entfernt werden. Da die Unterkanten der Bohrung demnach im Grundwasser liegen, muss der Pfahl im Kontraktorverfahren betoniert werden.

Mögliche Pfahlabtreppungen sollten i. d. R. nicht steiler als unter einer Neigung von  $30^\circ$  von Außenkante zu Außenkante ausgeführt werden.

Zwischen den einzelnen Pfahlfüßen ist ein gegenseitiger Pfahlachsabstand von mindestens  $3 \times D_s$  einzuhalten. Bei Pfahlgruppen ist das Setzungsverhalten unter Berücksichtigung der Pfahlgruppenwirkung gesondert zu untersuchen.

Es ist nicht auszuschließen, dass im Zuge des Baugenehmigungsverfahrens aus Gründen des vorbeugenden Grundwasserschutzes behördliche Auflagen der BUKEA zur Pfahlherstellung erfolgen, die darauf abzielen, vertikale Schadstoffverschleppungen in den tieferen Untergrund infolge der Pfahlherstellung zu verhindern bzw. zu minimieren.



Dabei kann es sich z.B. um Einschränkungen der Pfahltypen oder besondere Sicherungsmaßnahmen (Einsatz einer 60°-Spitze bei Teilverdrängungsbohrpfählen, das Vorsehen einer Dichtungsplombe oder andere Schutzvorrichtungen) für die abgesetzten Pfahlelemente handeln.

Sofern die in diesem Bericht genannten Pfahltypen ausgeschlossen werden, sind in Abstimmung mit uns die Bemessungsvorgaben für weitere Pfahltypen anzupassen, deren Einsatz bereits in den Vorwegen abgestimmt wurde.

Unbewehrte Ortbetonpfähle oder nicht bis zum Fuß bewehrte Pfähle sind zur Lastabtragung nicht zulässig. Es ist eine Mindestlängsbewehrung gemäß Tabelle 4 der DIN EN 1536 über die gesamte Pfahllänge einzulegen, sofern statische Berechnungen nicht zu einem höheren Bewehrungsgrad führen.

Bei Zugpfählen (ggf. Ankerlagen) sollten immer Pfahlprobelastungen durchgeführt werden. Auch Handbuch EC 7-1 lässt eine Abschätzung der Zugpfahlwiderstände aus Erfahrungswerten nur in Ausnahmefällen zu.

Der durchschnittliche Betonverbrauch ist arbeitstäglich anhand der Lieferscheine für den Beton zu ermitteln und umgehend der Bauleitung des Auftraggebers mitzuteilen. Ab einem Betonmehrverbrauch von 15 % ist der Auftraggeber bzw. dessen Bauüberwachung zu benachrichtigen. Unter Umständen werden dann Abstimmungen über das weitere Vorgehen erforderlich.

Ungewöhnliche Betonverluste bei einzelnen Pfählen sind dem Auftraggeber bzw. dessen Bauüberwacher sofort mitzuteilen, damit über das weitere Vorgehen entschieden werden kann.

In Abhängigkeit der geometrischen oder belastungsbedingten Randbedingungen (z. B. bei Geländeaufhöhungen) sind ggf. negative Mantelreibung und Seitendruck auf Pfähle gemäß den Ansätzen der aktuellen EA Pfähle zu berücksichtigen.

Zur Qualitätssicherung der Pfahlherstellung empfehlen wir nach einer ausreichenden Betonaushärtung dynamische Integritätsprüfungen (Low-Strain-Methode) durch ein von der Statischen Prüfstelle der Freien und Hansestadt Hamburg anerkanntes Prüfinstitut durchzuführen.

Gemäß der aktuellen EA Pfähle sollten entweder

- sämtliche Bauwerkspfähle (bei einer Gesamtzahl von 20 oder weniger Pfählen) oder
- 20 Pfähle zzgl. 10 % der darüberhinausgehenden Pfähle (mindestens jedoch 3 Stück)

geprüft werden. Je nach Prüfergebnis ist über das weitere Vorgehen zu entscheiden.



Sollten dynamische Pfahlprobelastungen (High-Strain-Methode) durchgeführt werden, empfehlen wir 2 Pfähle zu untersuchen. Die Versuche können vor Ort nach dem CASE-Verfahren ausgewertet werden, um einen ersten Anhalt über die Größe der Grenzlast zu erhalten.

Maßgebend für die tatsächliche Grenzlast ist jedoch eine Auswertung nach dem CAPWAP-Verfahren. Die zuverlässigere CAPWAP-Auswertung ist auch dann durchzuführen, wenn die CASE-Auswertung eine ausreichende Traglast nachweist.

Die Auswahl des projektspezifisch optimalen Pfahlsystems hängt u.a. von der hydrogeologischen Situation, Art und Menge der nachgewiesenen Schadstoffe sowie Mächtigkeit der zu durchbohrenden geologischen Barriere ab (wasserundurchlässige, bindige oder organische Bodenschicht als Horizontalsperre).

### **8.3 Baugruben und Verbauten**

Mögliche Baugruben oder Verbauten sind aus geotechnischer Sicht nach DIN 4124 "Baugruben und Gräben, Böschungen, Arbeitsraumbreiten, Verbau" sowie nach den Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben (EAB) zu bemessen und auszuführen.

Generell ist als wirtschaftlichste Lösung die geböschte bzw. teilgeböschte Bauweise zu nennen, sofern es die Platzverhältnisse zulassen. Hierbei ist ein Böschungswinkel von ca. 45 Grad in rolligen Böden einzuhalten. Bei bindigem Boden können Böschungen bis ca. 60 Grad ausgeprägt werden. Auf den Abstand von Baufahrzeugen zu den Baugruben mit den entsprechenden zulässigen Achslasten und Abständen ist zu achten.

Im Zuge der Herstellung von geböschten und teilgeböschten Baugruben kann es in Abhängigkeit von der Niederschlagssituation bei angeschnittenen Böschungsflächen und wassergesättigten Bodenverhältnissen zu temporärem Wasseraustritt im Böschungsbereich kommen. Zur Verhinderung von Erosionsschäden und schollenartigen Abrutschen von Bodenschichten empfehlen wir deshalb, insbesondere in den regenreichen Herbst- und Wintermonaten mögliche Baugrubenböschungen vollflächig mit bspw. Planen oder Kokosmatten gegen Wasserzutritt zu schützen.

Für tiefreichende Baugruben oder bei Platzmangel können in Abhängigkeit von der Baugrubentiefe der einzelnen Neubauten und den Wasserhaltungsmaßnahmen konventionelle Trägerbohlverbauten (Berliner Verbau) oder wasserdichte Spundwandverbauten empfohlen werden.



Besonders im Hinblick auf die in partiellen Bereichen erkundeten organischen Weichschichten kann eine wasserdichte Baugrubenherstellung notwendig werden, sodass im Zuge von bauzeitlichen Wasserhaltungsmaßnahmen der Einfluss auf den Wasserhaushalt minimiert wird (Absenktrichter, Wichteänderungen, etc.). Im ersten Zuge ist die Herstellung der Spundbohlen in die unterlagernde wasserundurchlässigen Geschiebeböden denkbar (Trogbaugruben), die als natürliche Dichtsohle fungieren und so eine nahezu wasserdichte Baugrube bilden.

Für diese Baugruben ist jedenfalls eine gesonderte Untersuchung und Bemessung der Baugruben durchzuführen.

Entsprechend dem erdstatischen Nachweis ist im Einzelfall zu prüfen, welche Kopfverformung des Verbaus hinsichtlich etwaiger Schäden an ggfs. nahegelegenen Ver- und Entsorgungsleitungen noch akzeptiert werden kann. Dies gilt insbesondere für die Verkehrslasten.

Für die Verbaulemente ist mindestens der aktive Erddruck  $E_a$  anzusetzen. Für ggfs. ausgesteifte Verbaulemente mit geringerer Kopfauslenkung ist aufgrund der verformungsärmeren Ausbildung und folglich größeren Wandbelastungen der

**erhöhte aktive Erddruck ( $\frac{1}{2} E_a + \frac{1}{2} E_0$ )**

in den Ansatz zu bringen.  $E_0$  ist darin als Erdruhedruck definiert.

Für die Bemessung von Stahlbetonteilen empfehlen wir, den Erdruhedruck anzusetzen. Mit diesem Ansatz wären aus der Verfüllung resultierende Verdichtungsdrücke mit ausreichender Sicherheit abgedeckt.

Üblicherweise erfolgt die Einbringung der Träger mit einem hochfrequenten Vibrationsbär mit resonanzfreiem An- und Ablaufen. In diesem Zusammenhang wäre zu prüfen, inwieweit die Verbauträger aufgrund der beschriebenen Randbedingungen zum Schutz naheliegender Bestandsleitungen oder anderer Bauteile erschütterungsarm eingebracht werden müssen. In diesem Fall müssen die Träger in vorgebohrte Löcher eingestellt werden. Hierbei ist wiederholt auf die empfindliche Gasleitung hinzuweisen.



#### **8.4 Wasserhaltung und Trockenhaltung Bauteile**

Wie aus den Eintragungen der gemessenen Wasserständen, den Hinweisen von Abschnitt 4.6 und den angegebenen Bemessungswasserständen (Abschnitt 7.2) erkennbar, befindet sich der bauzeitliche Bemessungswasserstand (BS-T) auf einer Höhe von ca. NHN +16,0 m und daher unterhalb der angenommenen Gründungssohlen der Wohngebäude im Baufeld A und B (ca. NHN +17,8 m) bzw. den zusätzlichen vorsorglichen 0,5 m mächtigen Bodenaustausch (im Falle einer Flachgründung).

Das Wasser sollte im Allgemeinen mindestens etwa 0,50 m unterhalb von geplanten Gründungssohlen liegen.

Sofern keine außergewöhnlichen Wasserstandsschwankungen auftreten, besteht zur Trockenhaltung der Baugrubensohlen kein Erfordernis für eine großflächige Grundwasserabsenkung.

Oberhalb der erkundeten Baugrundsichten können sich oberflächennah Stau- bzw. Schichtenwässer bilden.

Generell kann ein noch höherer Aufstau von Wasser aufgrund jahreszeitlicher und witterungsbedingter Schwankungen nicht ausgeschlossen werden, sodass eine bauzeitliche Wasserhaltung in der Baugrube eingeplant werden sollte.

Die zu wählende Art der Wasserhaltungsmaßnahmen hängt schlussendlich von den Gründungssohlen und den Bodenschichtungen ab, innerhalb derer die Entwässerung stattfinden soll.

Grundsätzlich liegt Baugrubenwasser mit Absenktiefen von 1,0 m bis 2,0 m im Anwendungsbereich von offenen Wasserhaltungsmaßnahmen (einstaffelige Anlage) in Abhängigkeit von den Durchlässigkeiten der wasserführenden Bodenformationen. Dabei können die offenen Wasserhaltungen beispielsweise als Ring- und Querleitungen aus kokosummantelten Drainageleitungen und Pumpensämpfen ausgeführt werden.

Vor Baubeginn kann die Größe des Stau- bzw. Grundwasserzuflusses in Bagger-schürfen an verschiedenen Stellen überprüft und abgeschätzt werden. Bei wider Erwarten größeren Zuflussmengen, welche mit einer herkömmlichen offenen Wasserhaltung nicht mehr gefasst werden können, ist der Bodengutachter zu Rate zu ziehen, um in Abstimmung mit dem Bauherrn weitere Maßnahmen festzulegen. Ggfs. sind dann lokal begrenzt tiefsaugende, vakuumbeaufschlagte Kleinfiterbrunnen einzusetzen.



Wie eingangs erwähnt, empfehlen wir zunächst rechtzeitig vor Baubeginn die Installation bauzeitlicher Beobachtungspegel außerhalb der Baugrube.

Die Prüfung des sich einstellenden Wasserstandes kann mit hinreichender Genauigkeit mittels Kabellichtlot erfolgen. Alternativ sind elektrische Datenlogger einzusetzen, die eine lückenlose Abfrage der Wasserstände erlauben.

Im Falle von Wasserhaltungsmaßnahmen auch Tageswasserhaltungsmaßnahmen werden wasserrechtliche Anträge bei der zuständigen Behörde notwendig. Im Hinblick auch auf die Erlaubnisanträge zur wasserrechtlichen Genehmigung einer temporären Absenkung und einer temporären Einleitung von Baugrubenwasser (2 Anträge), empfehlen wir vorsorglich die Anträge rechtzeitig vorab (min. 6 – 12 Monate) einzureichen. Sofern es der Bauablauf zulässt, sollten die Erdarbeiten generell möglichst in der sturmflutarmen Zeit, also bevorzugt in den Sommermonaten, durchgeführt werden.

Prinzipiell sei darauf hingewiesen, dass die Fassung, Entnahme und Einleitung von Stau-/Grundwasser genehmigungs- und gebührenpflichtig ist. Die Erlaubnis für die Einleitung von Baugrubenwasser bzw. Förderwasser in das öffentliche Sielnetz oder in oberirdische Gewässer wird durch die Behörde (BUKEA) erteilt und beruht jeweils auf einer projektspezifischen Einzelfallentscheidung.

Grundsätzlich ist das "Merkblatt zum Umgang mit Baugrubenwasser (Wasserhaltungsmaßnahmen auf Baustellen)" der FHH, Behörde für Umwelt, Klima, Energie und Agrarwirtschaft, mit Stand vom Januar 2023 zu beachten.

Orientierend empfehlen wir somit, auch im Sinne einer langfristigen Sicherheit, in Abhängigkeit des Bauwerks und der geplanten Untergeschosse, vorläufig die Wassereinwirkungsklasse W2.1-E nach DIN 18533-1 anzusetzen. Im Falle einer funktionalen Drainage nach DIN 4095 ist durchaus auch die Wassereinwirkungsklasse W1.2-E anwendbar. Im Hinblick auf die vermutlich vollflächige Tiefgarage wird, besonders im Innenhof, ein Bereich von erdüberschütteten Decken entstehen, so dass in diesen Teilbereichen womöglich die Wassereinwirkungsklasse W3-E wäre.

Eine detaillierte Planung der Wasserhaltung, der Drainage zur gesicherten Trockenhaltung möglicher Gebäude bzw. zur Grundstückentwässerung ist nicht Gegenstand dieses 1. Berichtes.



## 8.5 Wiederverwendung des Aushubmaterials

### Geotechnisch:

Gemäß den vorliegenden Erkenntnissen über die zumeist sandigen Auffüllungen sowie unterlagernden gewachsenen Sande und Geschiebeböden weist das potenzielle Aushubmaterial zumeist entweder humose, anthropogene oder schluffige Anteile auf. Aus bodenmechanischer Sicht sind die mit Bauschutt verunreinigten, humosen und schluffigen Bodenmaterialien grundsätzlich nicht zum Wiedereinbau in technische Bauwerke geeignet.

Böden ohne humose, anthropogene und geringere schluffige Anteile können aus bodenmechanischer Sicht eingeschränkt wiederverwendet werden. Hierzu ist die geotechnische Eignung mittels Labor- bzw. Feldversuche im Einzelfall nachzuweisen.

### Umwelttechnisch:

Im Rahmen der Baugrunderkundung waren Untersuchungen von Bodenproben gemäß LAGA TR Boden und gemäß Deponieverordnung Bestandteil der Beauftragung.

Gemäß den vorliegenden LAGA-Ergebnissen sind die untersuchten Böden aus umwelttechnischer Sicht als LAGA Z 0 bis > Z 2 zu bewerten, was einem uneingeschränkten Einbau (Z 0) und einer Deponierung gemäß Deponieverordnung (> Z 2) entspricht.

Für eine Entsorgung der Bodenmassen können die Bodenmaterialien gemäß DepV nach erfolgter Abstufung übergeordnet der Deponieklasse DK 0 zugeordnet werden. Wir weisen auf die Besonderheit der MP 3 hin, die rein formell zunächst der Deponieklasse > DK III zuzuordnen ist. Hinweise hierzu sind in Abschnitt 5.2 beschrieben.

Gemäß den orientierenden Untersuchungen nach BBodSchV können die Oberböden in Bezug auf den Wirkungspfad Boden – Mensch für Wohngebiete vor Ort verbleiben bzw. nach Abtrag für eine Oberflächengestaltung nach Erfüllung der Vorsorgepflicht wiederverwendet werden. Diese stellt sicher, dass unter den gegebenen Umständen mit keinem weiteren Schadstoffeintrag in den Oberboden zu rechnen ist. Bei erhöhten anthropogenen Beimengungen empfehlen wir jedoch eine Separierung und anschließende Fraktionierung der Oberböden.

### Ersatzbaustoffverordnung:

Am 16.07.2021 wurde im Bundesgesetzblatt veröffentlicht, dass der Bundestag und der Bundesrat die sogenannte Mantelverordnung verabschiedet haben. Die Mantelverordnung bündelt die Ersatzbaustoffverordnung (EBV) sowie die Neufassung des



Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV). Im Zuge der Einführung der Mantelverordnung werden Änderungen an der Deponieverordnung und der Gewerbeabfallverordnung vorgenommen. Die Mantelverordnung ist nach einer Übergangsfrist von zwei Jahren ab den 01.08.2023 in Kraft getreten.

Das derzeit als Beurteilungsgrundlage in der Praxis herangezogene Regelwerk für die Verwertung von mineralischen Abfällen, die LAGA-Mitteilung 20 (LAGA-M 20), bildet weder eine bundeseinheitliche noch eine rechtsverbindliche Grundlage für die ordnungsgemäße und schadlose Verwertung und wird durch die Ersatzbaustoffverordnung (EBV) abgelöst werden.

Mit Inkrafttreten der EBV wurden für die Verwertung von Ersatzbaustoffen andere Bezeichnungen eingeführt, die Bezeichnungen der TR LAGA Boden und der LAGA Bauschutt entfallen in Bezug auf die Wiederverwertung bzw. werden durch die der EBV ersetzt.

Diese lauten für Bodenmaterial BM-0 (Sand, Lehm/Schluff, Ton), BM-0\*, BM-F0\*, BM-F1, BM-F2, BM-F3 und sind aufgrund des geänderten Parameterumfangs, der geänderten Analyseverfahren - zukünftig wird in der EBV ein 2 zu 1 Eluat, statt wie in der TR LAGA Boden ein 10 zu 1 Eluat hergestellt - und der geänderten Bewertungskriterien nur grob und annähernd vergleichbar.

Es deutet sich jedoch an, dass sehr grob folgende Gleichstellung vorgenommen werden kann:

<u>EBV</u>	<u>TR LAGA Boden</u>
• BM-0	~ Z 0
• BM-0*/BM-F0*	~ Z 0*
• BM-F1	~ Z 1.1
• BM-F2	~ Z 1.2
• BM-F3	~ Z 2

Es wird empfohlen ein Verwertungs- und Entsorgungskonzept vor Ausführung von Abbruch- und Erdarbeiten zu erarbeiten und mit den zuständigen Behörden abzustimmen.



### 8.5.1 Vorläufige Kostenschätzung der Aushubmaterialien

Für die Berechnungen der vorläufigen Entsorgungskosten gehen wir im ersten Ansatz von den bereits beschriebenen maximalen Aushubebenen (Gründungssohle inkl. 0,5 m Bodenaustausch) wie folgt aus:

- max. Aushubebene Baufeld A: ca. 4,2 m u. GOK (ca. NHN +17,3 m)
- max. Aushubebene Baufeld B: ca. 4,2 m u. GOK (ca. NHN +17,3 m)

Außerdem gehen wir vorläufig von einer vollflächigen rechteckigen Baugrube für die beiden Neubauten aus, die sich ca. 1,0 m außerhalb der Grundrissflächen befindet, wodurch die folgenden Grundrissflächen angesetzt werden können:

- Fläche Baufeld A: ca. 5.500 m<sup>2</sup>
- Fläche Baufeld B: ca. 5.500 m<sup>2</sup>

Demnach ergibt sich eine Gesamtaushubkubatur sowie eine ungefähre Tonnage (Umrechnungsfaktor ~2) des entstehenden Bodenmaterials von ca.:

- **Kubatur Baufeld A:** ca. **23.100 m<sup>3</sup>** (ca. **46.000 to.**)
- **Kubatur Baufeld B:** ca. **23.100 m<sup>3</sup>** (ca. **46.000 to.**)

In Anbetracht der Bohrprofile aus den Anlagen 23127/3.1-AB bis -/3.5-AB können die zusammengestellten Mischproben (MP 1 bis MP 5) ungefähr dem prozentualen Anteil der späteren Massen zugeordnet werden:

- Massenverteilung Baufeld A: ca. 5 % MP 1 / 95 % MP 2
- Massenverteilung Baufeld B: ca. 50 % MP 3 / 45 % MP 4 / 5 % MP 5

Auf Basis aktueller Angebotsanfragen und Ausschreibungen ist von den Größenordnungen der angegebenen Netto-Einheitspreise auszugehen.

**Im Hinblick auf die Komplexität der MP 3 (siehe Hinweise aus Abschnitt 5.2) gehen wir im ersten Kostenaufschlag von einer möglichen Abstufung von > DK III auf DK 0 aus. Wir schätzen den Anteil der späteren Entsorgungsmassen zum Großteil als DK 0 ein, sodass wir lediglich einen geringen Anteil von > DK III-Material in die Kostenschätzung integrieren (max. ca. 10 %).**



Weiterhin gehen wir aufgrund der Untersuchungen der Oberböden gem. BBodSchV von einem Verbleib sowie Wiedereinbau als Oberflächenabdeckung des Bodenmaterials auf dem Grundstück aus. Demnach sind zunächst für dieses Bodenmaterial keine Entsorgungskosten kalkuliert.

Damit ergibt sich der mittlere Einheitspreis aus den grob abgeschätzten Massenanteilen und den Einheitspreisen für den anfallenden Aushub wie folgt:

- Z 0: ca. 12,00 €/to.
- Z 1.1: ca. 18,00 €/to.
- Z 1.2/DK 0: ca. 35,00 €/to.
- Z 2/DK 0: ca. 35,00 €/to.
- DK 0: ca. 35,00 €/to.
- DK I: ca. 60,00 €/to.
- DK II: ca. 70,00 €/to.
- DK III: ca. 100,00 €/to.
- >DK III: ca. 140,00 €/to.

Somit werden die vorläufigen **Gesamtkosten** für die einzelnen Baufelder A und B wie folgt grob abgeschätzt:

#### Baufeld A

- MP 1: 46.000 to. x 0,05 = 2.300 to. x 35,00 €/to. = 80.500,00 €
- MP 2: 46.000 to. x 0,95 = 43.700 to. x 35,00 €/to. = 1.529.500,00 €  
zzgl. 10 % für Unvorhergesehenes / Risiko ca. = 161.000,00 €

**Summe Verwertungs-/Entsorgungskosten** **ca. = 1.771.000,00 €**

#### Baufeld B

- MP 3 (DK 0): 46.000 to. x 0,4 = 18.400 to. x 35,00 €/to. = 644.000,00 €
- MP 3 (>DK III): 46.000 to. x 0,1 = 4.600 to. x 140,00 €/to. = 644.000,00 €
- MP 4: 46.000 to. x 0,45 = 20.700 to. x 12,00 €/to. = 248.400,00 €
- MP 5: 46.000 to. x 0,05 = 2.300 to. x 0,00 €/to. = 0,00 €\* (s.o.)  
zzgl. 10 % für Unvorhergesehenes / Risiko ca. = 153.640,00 €

**Summe Verwertungs-/Entsorgungskosten** **ca. = 1.690.040,00 €**

Bei unseren Angaben handelt es sich lediglich um orientierende Angaben und grobe Schätzungen. Es wurde keine Deklaration der Gesamtcharge des Bodenaushubs vorgenommen.



### **Hinweis:**

Wir weisen darauf hin, dass die o.g. Kostenschätzung auf Basis der orientierenden Schadstoffanalysen beruht. Demzufolge können die projektspezifisch und tatsächlichen Belastungsklassen im Zuge der Aushubarbeiten bzw. der empfohlenen Rasterfeld- bzw. Haufwerksbeprobung abweichen. Weiterhin sind die angesetzten Einheitspreise marktüblichen Preisschwankungen ausgesetzt, die für die Zukunft nicht seriös abgeschätzt werden können, sodass diese Kostenaufstellung als grobüberschlägige Schätzung zu verstehen ist.

## **8.6 Weitere Hinweise**

### **Baugeräte**

Die äußere Standsicherheit von schweren Baugerten wie z.B. eingesetzte Pfahlbohrgeräte oder Hochbaukräne ist für jeden Bauzustand zu gewährleisten und nach Erfordernis rechnerisch für den individuellen Einzelfall nachzuweisen.

### **Beweissicherung**

Zur Abwehr unberechtigter Schadensersatzansprüchen empfehlen wir, im Hinblick auf die Bestandsleitungen und angrenzende Bebauung, rechtzeitig vor Baubeginn die Durchführung einer Beweissicherung.

### **Kampfmittelsondierung**

Aufgrund der Lage des Projektgebietes innerhalb von kampfmittelverdächtigen Flächen sowie bezüglich des Bombenblindgängerverdachts durch einen registrierten Verdachtspunkt werden im Zuge der Kampfmittelsondierungen ggfs. zusätzliche Maßnahmen erforderlich. Demnach kann für den Bereich ein feinmaschigeres Kampfmittelsondierraster, ein gepanzertes Sondiergerät und eine Begleitung durch einen § 20-Scheininhaber notwendig werden.

### **Hindernisse im Untergrund**

Hindernisse im Baugrund, z. B. in Form von Steinen, Findlingen oder Reste reliktscher Bebauung können grundsätzlich nicht ausgeschlossen werden und ggfs. die Bauarbeiten behindern.



### Sicherungsmaßnahmen gegen Bodengasbildung (ggfs. nur Baufeld A)

Aufgrund der im Untergrund partiell anstehenden organischen Weichschichten können sich ggfs. Bodengase (z.B. Methan und Kohlendioxid) bilden und im Boden aufsteigen. Die Gase können sich unter versiegelten und/oder bebauten Flächen anreichern und langfristig sogar in bauliche Anlagen eindringen.

Synergetisch könnte der bereits beschriebene Flächenfilter unterhalb auszubildender Sohlen auch als Gasdrainage genutzt werden.

Grundsätzlich sind zur Abwehr dieser Gefahren für Neubauvorhaben vorsorglich Gassicherungsmaßnahmen vorzusehen. Sollten keine genauen Kenntnisse über die Bodengasbelastung vorliegen, können zur Überprüfung Bodenluftuntersuchungen durchgeführt werden.

Sollten bei den Untersuchungen kein Methan nachgewiesen werden und die Konzentrationen für Kohlendioxid unter 5 Vol.-% liegen, sind keine Sicherungsmaßnahmen erforderlich.

Wir empfehlen daher, diesen Sachverhalt für mögliche Neubauvorhaben im weiteren Planungsverlauf zu thematisieren und die grundsätzliche Notwendigkeit dieser Zusatzmaßnahme rechtzeitig vor Baubeginn mit der zuständigen Genehmigungsbehörde abzustimmen.

## **9 Zusammenfassung**

Im Rahmen der Siedlungsentwicklung „Steilshoop-Nord“ wird auf den Baufeldern A (ca. 11.900 m<sup>2</sup>) und B (ca. 10.700 m<sup>2</sup>) der Neubau von zwei unterkellerten 4-5 geschossigen Wohngebäuden mit einer Grundfläche von jeweils ca. 4.900 m<sup>2</sup> geplant.

Gemäß den mitgeschickten Planunterlagen liegen bereits Geotechnische Berichte sowie eine Stellungnahme für das Baufeld A und B vor. Im Rahmen dieses Berichts wird sich teils auf die vorhandenen Erkundungsergebnisse der Altaufschlüsse der o.g. Altgutachten bezogen.

Wir wurden vom Bauherrn mit der Durchführung einer ergänzenden Baugrunduntersuchung, der Erstellung einer allgemeinen Gründungsbeurteilung sowie einer orientierenden Schadstoffanalyse des Baugrundes beauftragt.



### Baugrund

Unterhalb des partiellen Tennenbelages (Baufeld A), der humosen Oberböden (Baufeld B) bzw. ab Geländeoberkante folgen zunächst sandige und teils bindige Auffüllungen mit max. Schichtmächtigkeiten von lokal ca. 4,3 m, die aufgrund der wiederkehrenden Fremd Beimengungen übergeordnet als locker bzw. weich-plastisch zu beschreiben sind.

Unterhalb der Auffüllungen folgen heterogene Baugrundverhältnisse in Form von gewachsenen geringmächtigen Sanden, partiell organische Weichschichten in Form von Torf sowie zum Großteil mächtige gewachsene Geschiebeeböden.

Das Vorkommen der organischen Weichschichten ist auf den südöstlichen Bereich des Baufeldes A begrenzt.

Gemäß den Ergebnissen der schweren Rammsondierungen sowie der elektrischen Spitzendrucksondierungen können, mit Ausnahme der regellosen Auffüllungen, oberflächennahen Geschiebelehm bzw. Sande und den partiellen organischen Weichschichten, die übrigen Baugrundsichten als überwiegend mitteldicht bzw. steif-plastisch beschrieben werden.

Zur Tiefe sind die gewachsenen Geschiebemergelschichten und vereinzelt Sandbänderungen als mindestens mitteldicht bzw. steif bis halbfest zu bewerten.

Wir gehen davon aus, dass im Projektgebiet vollflächig gewachsene Geschiebemergelschichten in größeren Mächtigkeiten anstehen.

### Wasserstände

Während der Aufschlussarbeiten konnte Grundwasser sowohl nach Bohrende in den jeweils offenen Bohrlöchern eingemessen werden (ca. NHN +14,0 m bis ca. NHN +20,6 m) als auch auf oberflächennahen Niveaus angebohrt werden.

Die Bemessungswasserstände wurden für die verschiedenen Bemessungssituationen angegeben.

BS-A	NHN +21,5 m
BS-P	NHN +18,0 m
BS-T	NHN +16,0 m

Einzelergebnisse zu den gemessenen Wasserständen sind den Eintragungen in den Bohrprofilen auf Anlagen 23127/3.1-AB bis -/3.5-AB zu entnehmen. Die Legende ist zu beachten.



Wir empfehlen zur langfristigen Erfassung der Wasserstände ein Monitoring mittels Beobachtungspegel während der Bauzeit. Mithilfe von Grundwassermessstellen lassen sich Stau- und Grundwasserstände verifizieren. Die Pegel könnten zudem vorsorglich als Entspannungsbrunnen ausgebaut werden.

### Analytik

Auftragsgemäß wurde im Zuge der Baugrunderkundung eine orientierende chemische Untersuchung am potentiellen Aushubmaterial als erste Orientierung für die Entsorgung des Aushubmaterials durchgeführt.

Die analytischen Untersuchungen der ausgewählten Mischproben ergaben eine Zuordnung gemäß TR LAGA von Z 0 bis >Z 2 und gemäß übergeordnet DepV von DK 0.

Wir weisen auf die Besonderheit der MP 3 hin, die rein formell zunächst der Depo-nieklasse > DK III zuzuordnen ist, wobei wir ebenfalls von einer Abstufung in DK 0 ausgehen. Hinweise hierzu sind in Abschnitt 5.2 beschrieben.

Die humosen oberflächennahen Böden können gemäß BBodSchV bei einer Umnutzung vor Ort verbleiben bzw. nach Abtrag für eine Oberflächengestaltung nach Erfüllen der Vorsorgepflicht wiederverwendet werden. Der Anteil an Fremd Beimengungen ist dabei zu berücksichtigen.

### Gründung

Aufgrund der heterogenen Baugrundsichtung sind für das jeweilige Bauwerk in Abhängigkeit des Standortes zum jetzigen Zeitpunkt zwei unterschiedliche Gründungsvarianten zu empfehlen.

#### Baufeld A:

Flachgründungen von Hochbauten sind aufgrund der zu erwartenden, bauwerksunverträglichen Setzungen und Setzungsdifferenzen infolge der partiell erkundeten organischen Weichschichten nach aktuellem Planungsstand auszuschließen. Daher wird eine Gründungsempfehlung zugunsten einer **Tiefgründung** abgegeben.

Wir weisen darauf hin, dass im Falle einer Umplanung (neue Lage der Neubauten) durchaus eine Flachgründungsvariante denk- und ausführbar ist.

Als mögliche Pfahlsysteme werden zunächst Bohrpfähle und Voll- bzw. Teilverdrängungsbohrpfähle für Hochbauten näher beschrieben. Die Herstellung von Ortbetonrammpfählen kann ggfs. ebenfalls planerisch nachverfolgt werden. Hier sollte die bauausführende Firma zwingend die Risikoabschätzung von Schäden in der Umge-



bung durch Schwingungen und die technische Umsetzung (Rammpbarkeit) der anstehenden Böden eruiert werden.

Hinsichtlich einer etwaigen Grundwassergefährdung durch die Pfahlbohrarbeiten (Kontaminationsverschleppung) sind u.U. behördliche, einschränkende Auflagen zu beachten.

Charakteristische Pfahlwiderstände für die empfohlenen Pfahlelemente sowie die Oberkante des tragfähigen Baugrundes und daraus abzuleitende Setzungen werden vorab ermittelt.

#### Baufeld B:

Grundsätzlich können die Neubauten auf dem Baufeld B nach erforderlichen vollflächigem Bodenaustausch flach gegründet werden.

Bei bauwerksuntypisch hohen Lasteinwirkungen sind alternativ auch Tiefgründungsvarianten denk- und ausführbar.

Zur Begrenzung von Setzungen wurde nach ersten exemplarischen Berechnungen der Bemessungswert des Sohlwiderstandes für Streifenfundamente auf etwa  $\sigma_{R,d} = 250 \text{ kN/m}^2$  begrenzt.

Für die Bemessung der Sohlplatte kann der Bettungsmodul  $k_s$  vorab mit  $k_s = 5 - 12,5 \text{ MN/m}^3$  in den Ansatz gebracht werden.

Setzungen sind vorab bezogen auf den Bemessungswert des Sohlwiderstandes in einer Größenordnung von ca. 0,8 cm bis 2,0 cm zu erwarten.

Zur Herstellung einer homogenen Gründungsebene sind die regellosen Auffüllungen, lockeren gewachsenen Sande und weiche Geschiebeböden bis zu Ihrer Basis vollständig innerhalb des Lastausbreitungswinkel mit geeignetem und verdichtetem Material auszutauschen.

Die erforderlichen Bodenaustauschmaßnahmen sind generell bis ca. 0,5 m unterhalb der Gründungssohlen auszubilden.

Im Rahmen einer abschnittswisen Baugrubenabnahme soll der Baugrundgutachter vor Ort die Tragfähigkeiten und Bodenaustauschmaßnahmen der Gründungsebene beurteilen und protokollieren.

Wiederholt sind ggfs. ergänzende Baugrundaufschlüsse in Form von elektrischen Spitzendrucksondierungen, besonders im Bereich von Baufeld A notwendig, da zum

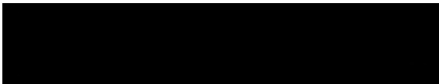


Zeitpunkt der Baugrundaufschlüsse die Zugänglichkeit für den CPT-LKW nicht gegeben war.

Weiterhin werden Hinweise zur geplanten Gründung mit einhergehenden Bodenaustausch-, Bodeneinbringungsmaßnahmen und Wasserhaltungsmaßnahmen gegeben, die auch wirtschaftlich überschlägig betrachtet werden.

Hinweise zu möglichen Baugrubenverbauten, Wasserhaltungsmaßnahmen, Bodenbemessungsprofil, Beweissicherungsmaßnahmen und zur dauerhaften Abdichtung gegen drückendes Wasser werden in Abschnitt 8 näher erläutert.

O + P Geotechnik GmbH



A.Nr. 23127

Anlage 1-AB

**BV Steilshoop-Nord – Baufeld A und B**  
in  
**Hamburg-Steilshoop**  
-  
**1. Geotechnischer Bericht**

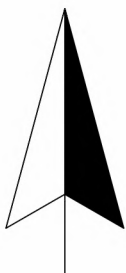
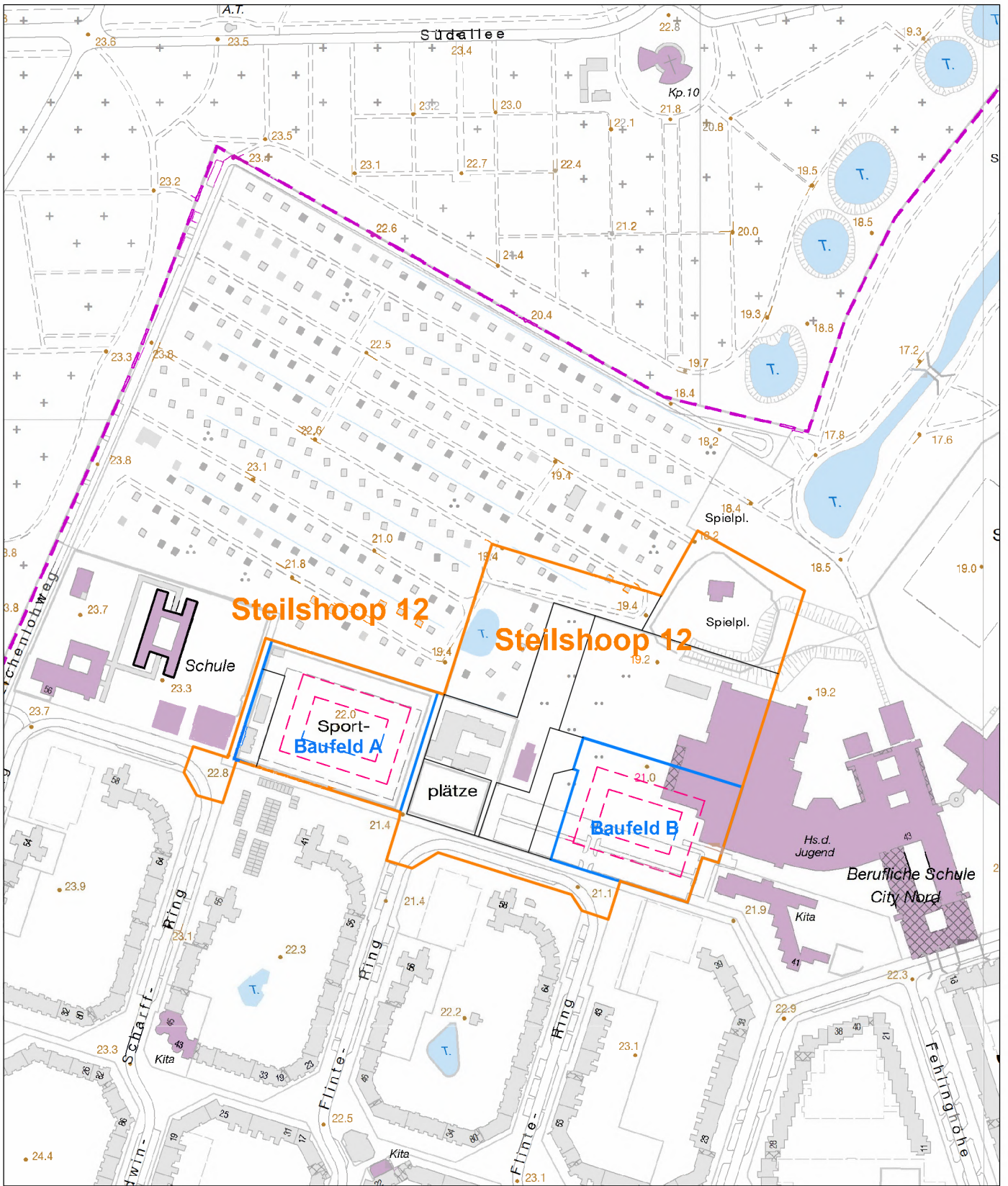
**Baugrundbeurteilung und Gründungsberatung**


Übersichtsplan  
(Lageplan)

**O + P Geotechnik GmbH**

22761 Hamburg · Mendelssohnstraße 15 F  
Fax 040-890 56 65 · Tel 040-810 00 90

Basis der Darstellung: Digitale Karte 1:5.000 (DK 5)  
 Vervielfältigt mit Zustimmung der Freien und Hansestadt Hamburg  
 Landesbetrieb Geoinformation und Vermessung 2017



Anlage: 23127 / 1-AB	<b>Steilshoop Nord</b> <b>Baufeld A + B</b>  <b>Übersichtsplan</b>	Änderungen
i. M.: 1 : 4.000		■ 11.08.25
Gez.: ■ 15.04.24		
Ges.:		
		
<b>O + P Geotechnik GmbH</b> Wendenstraße 6 20097 Hamburg		Telefon (040) 8 10 00 90 Telefax (040) 8 90 56 65

A.Nr. 23127

Anlage 2-AB

**BV Steilshoop-Nord – Baufeld A und B**  
in  
Hamburg-Steilshoop

-  
**1. Geotechnischer Bericht**

**Baugrundbeurteilung und Gründungsberatung**





Lage der Aufschlüsse und ungefähre Lage der organischen  
Weichschicht

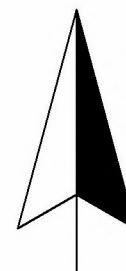
**O + P Geotechnik GmbH**

22761 Hamburg · Mendelssohnstraße 15 F  
Fax 040-890 56 65 · Tel 040-810 00 90

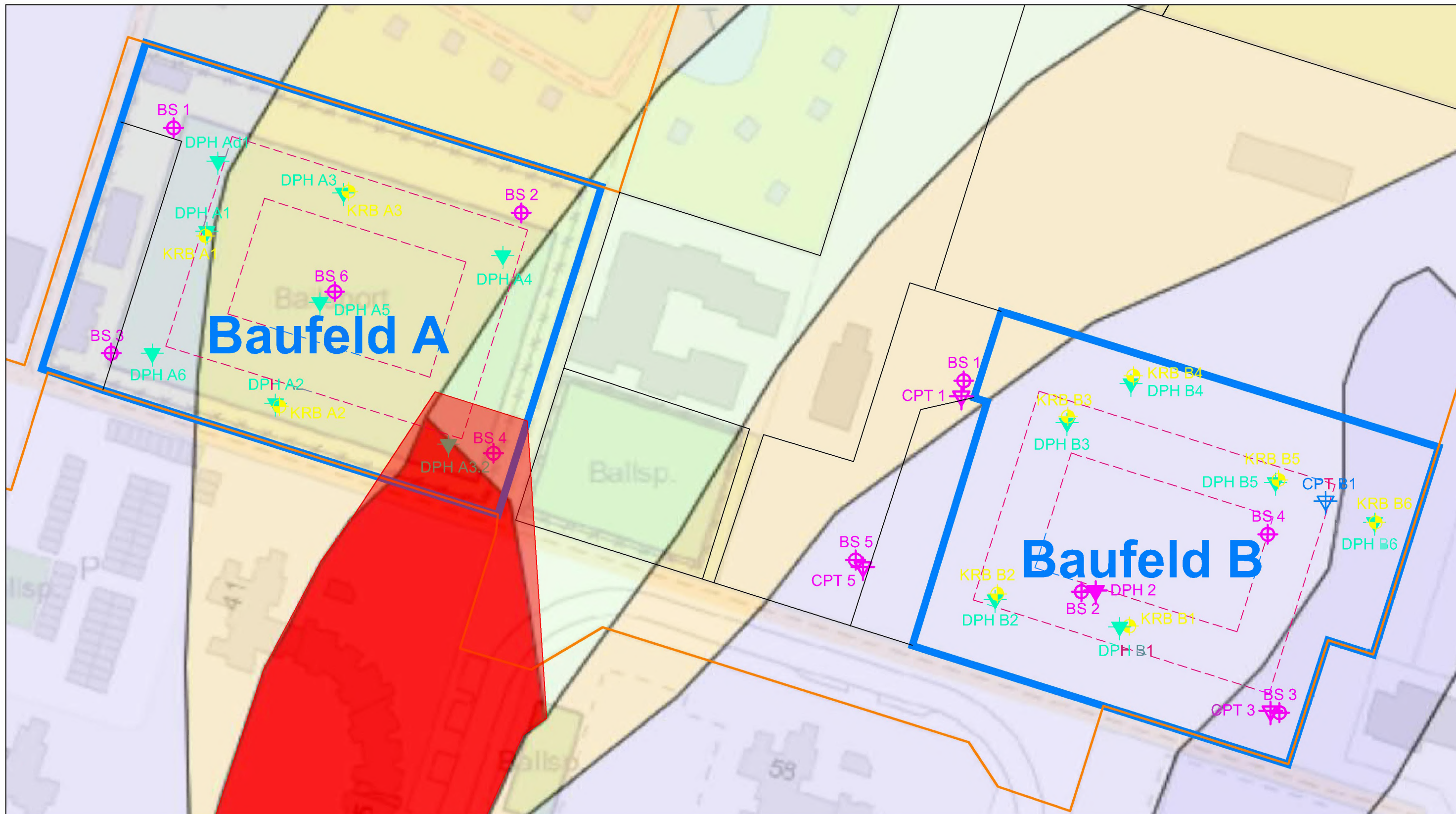


**Legende:**






-  Sondierungen (BS) von Liebermann (2019)
-  Kleinrammbohrungen (KRB)
-  DPH
-  CPT

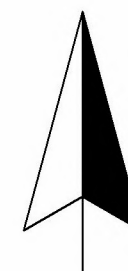


Anlage: 23127 / 2.1-AB	<b>Steilshoop Nord</b> <b>Baufeld A + B</b>	Änderungen
i. M.: 1 : 1.000		 11.08.25
Gez.:  18.04.24		
Ges.:	<b>Lage der Aufschlüsse</b>	
 <b>O + P Geotechnik GmbH</b>		
Mendelssohnstraße 15 F 22761 Hamburg		Telefon (040) 8 10 00 90 Telefax (040) 8 90 56 65



**Legende:**

-  Sondierungen (BS) von Liebermann (2019)
-  Kleinrammbohrungen (KRB)
-  DPH
-  CPT
-  Bohrungen mit Torf



Anlage: 23127 / 2.2-C i. M.: 1 : 1.000 Gez.: <span style="background-color: black; color: black;">          </span> 11.04.24 Ges.:	<b>Steilshoop Nord</b> <b>Baufeld C + C1</b> <b>ungefähre Lage der</b> <b>organischen Weichschichten</b>	Änderungen <div style="background-color: black; width: 15px; height: 15px; display: inline-block; vertical-align: middle;"></div> 11.08.25
<div style="display: flex; align-items: center;">  <div> <p><b>O + P Geotechnik GmbH</b></p> <p>Mendelssohnstraße 15 F      Telefon (040) 8 10 00 90            22761 Hamburg                      Telefax (040) 8 90 56 65</p> </div> </div>		

A.Nr. 23127

Anlage 3-AB

# **BV Steilshoop-Nord – Baufeld A und B**

in

**Hamburg-Steilshoop**

-

## **1. Geotechnischer Bericht**

**Baugrundbeurteilung und Gründungsberatung**

Baugrundaufschlüsse

(Sondierprofile)

**O + P Geotechnik GmbH**

22761 Hamburg · Mendelssohnstraße 15 F

Fax 040-890 56 65 · Tel 040-810 00 90

### KRB A1

+21,91 mNHN

### DPH A1

+21,89 mNHN

### DPH AD1

+21,75 mNHN

### KRB A2

+22,13 mNHN

### DPH A2

+22,10 mNHN

### KRB A3

+21,79 mNHN

### DPH A3

+21,80 mNHN

### DPH A3.2

+21,80 mNHN

### DPH A4

+21,80 mNHN

### DPH A5

+21,96 mNHN

### DPH A6

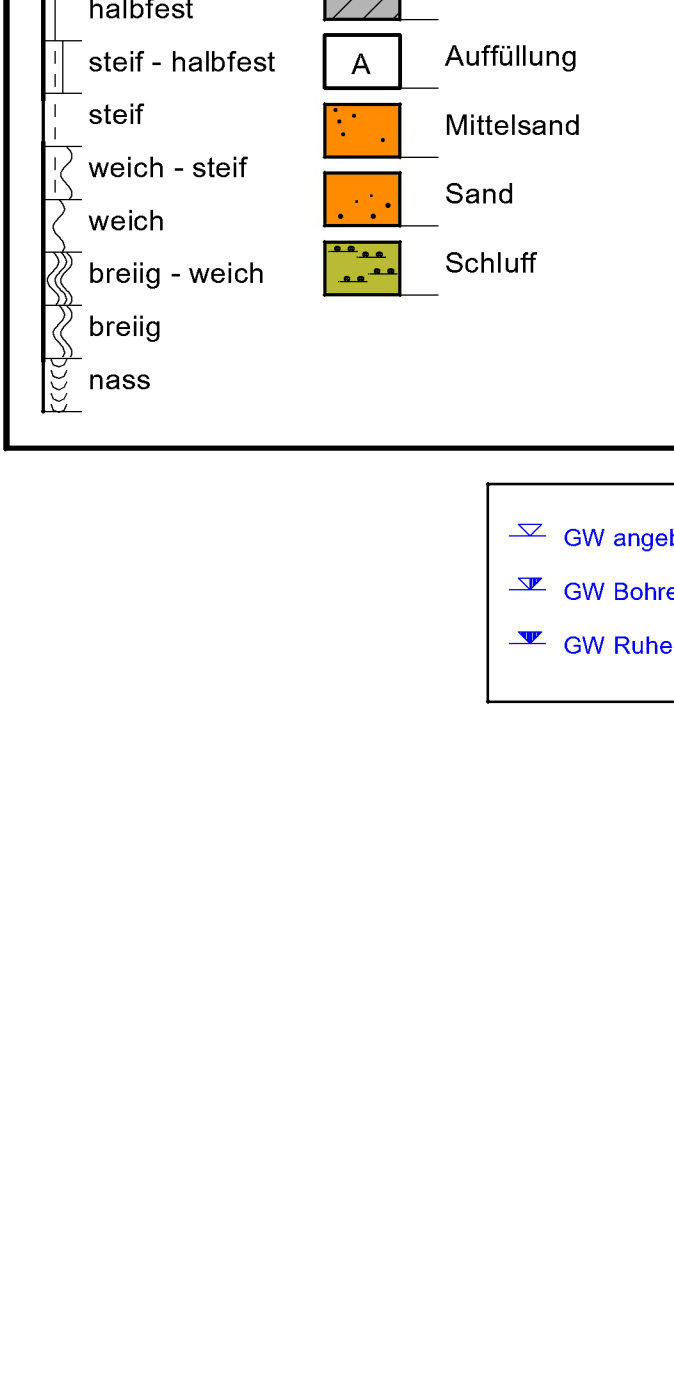
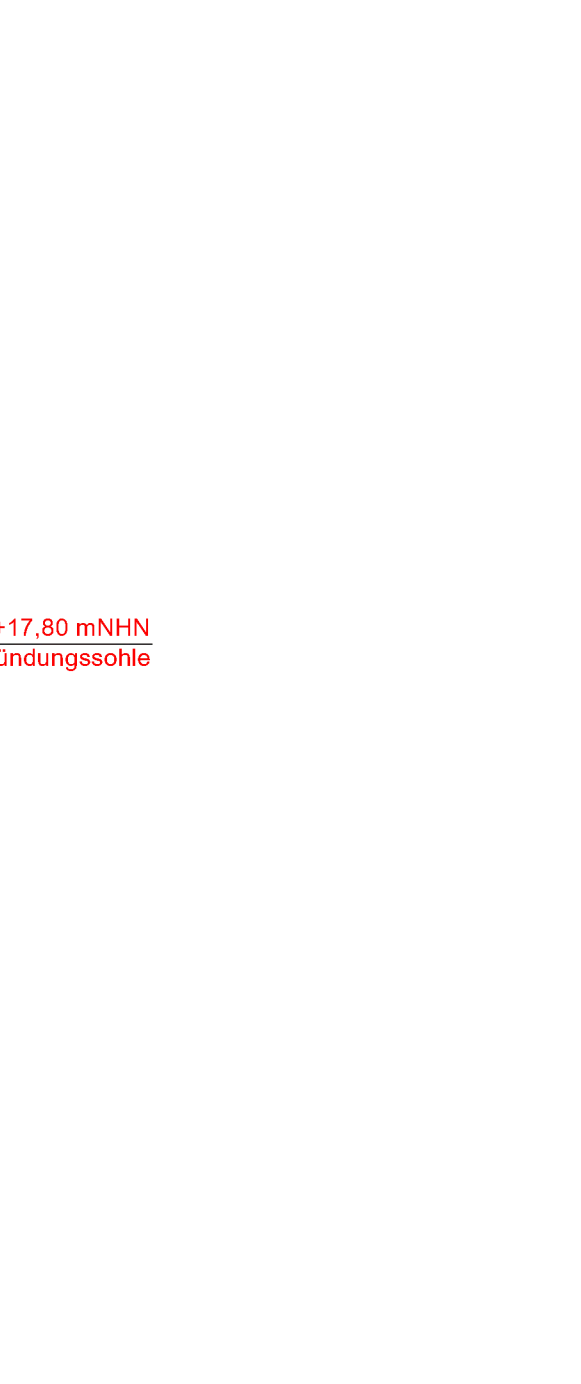
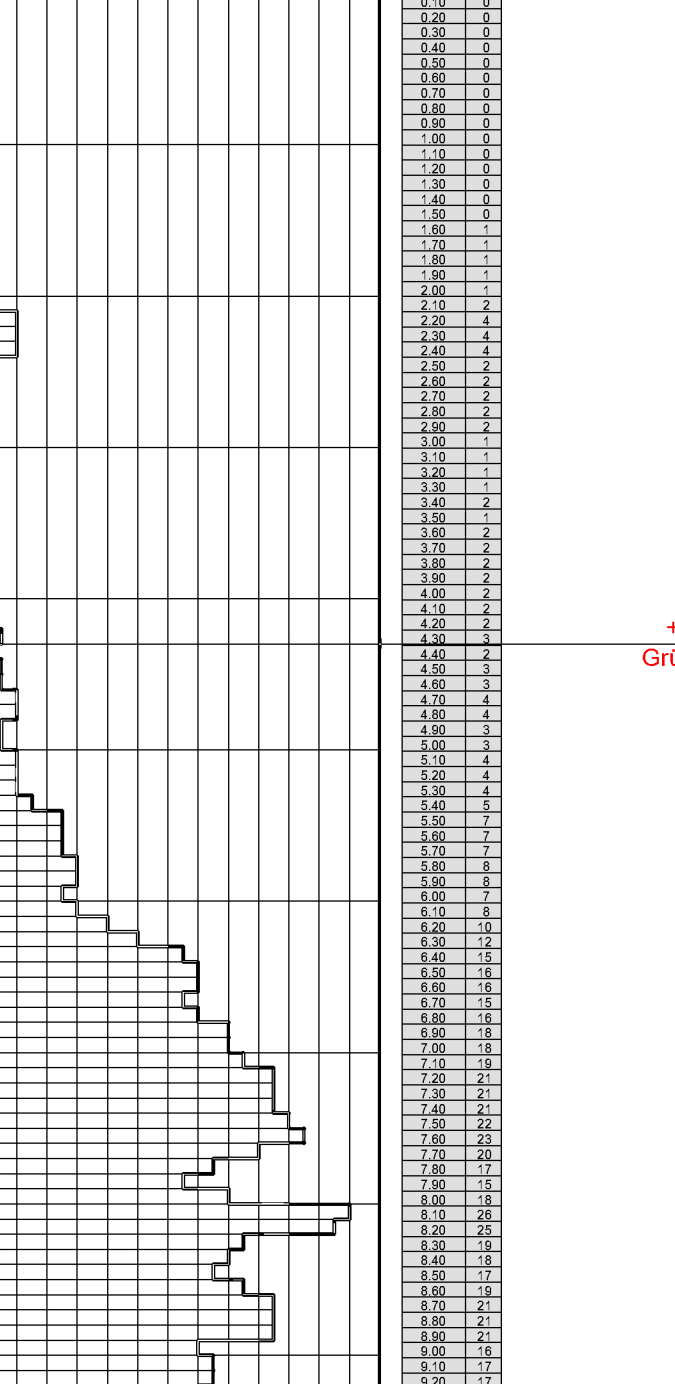
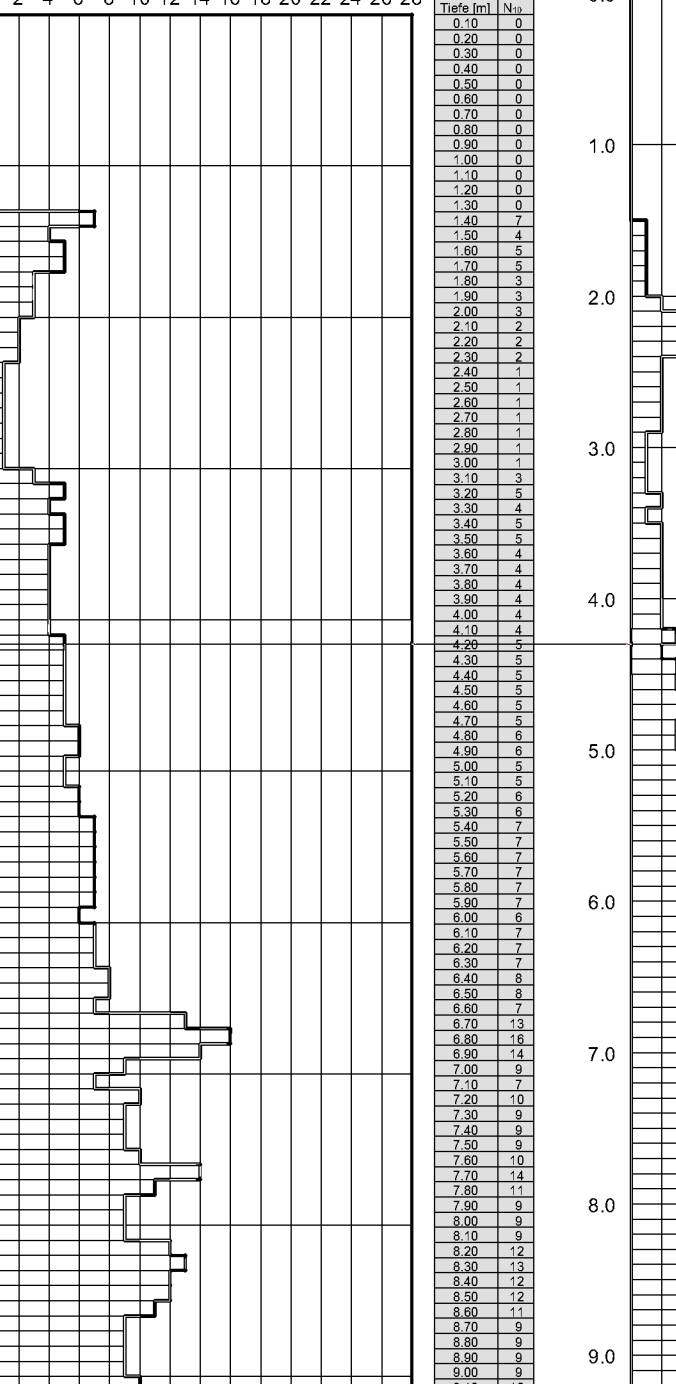
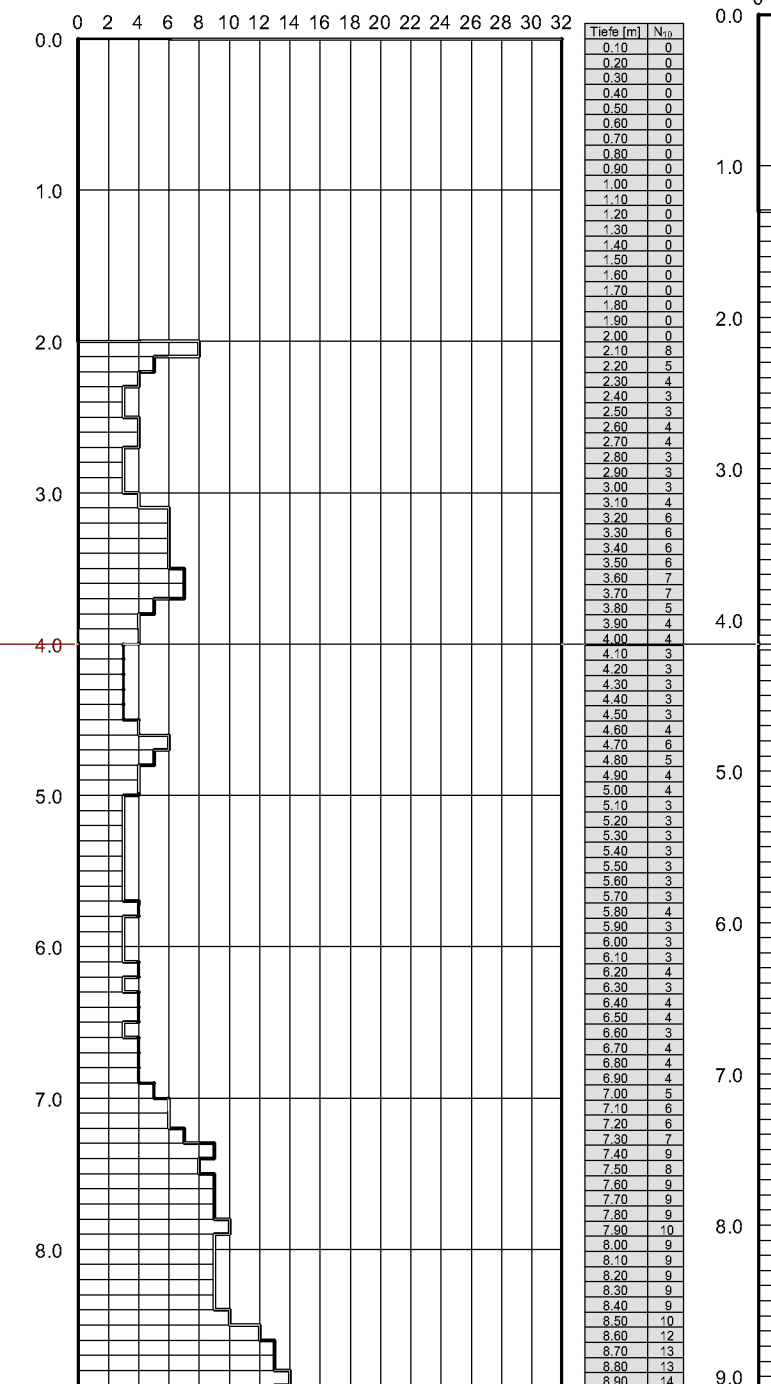
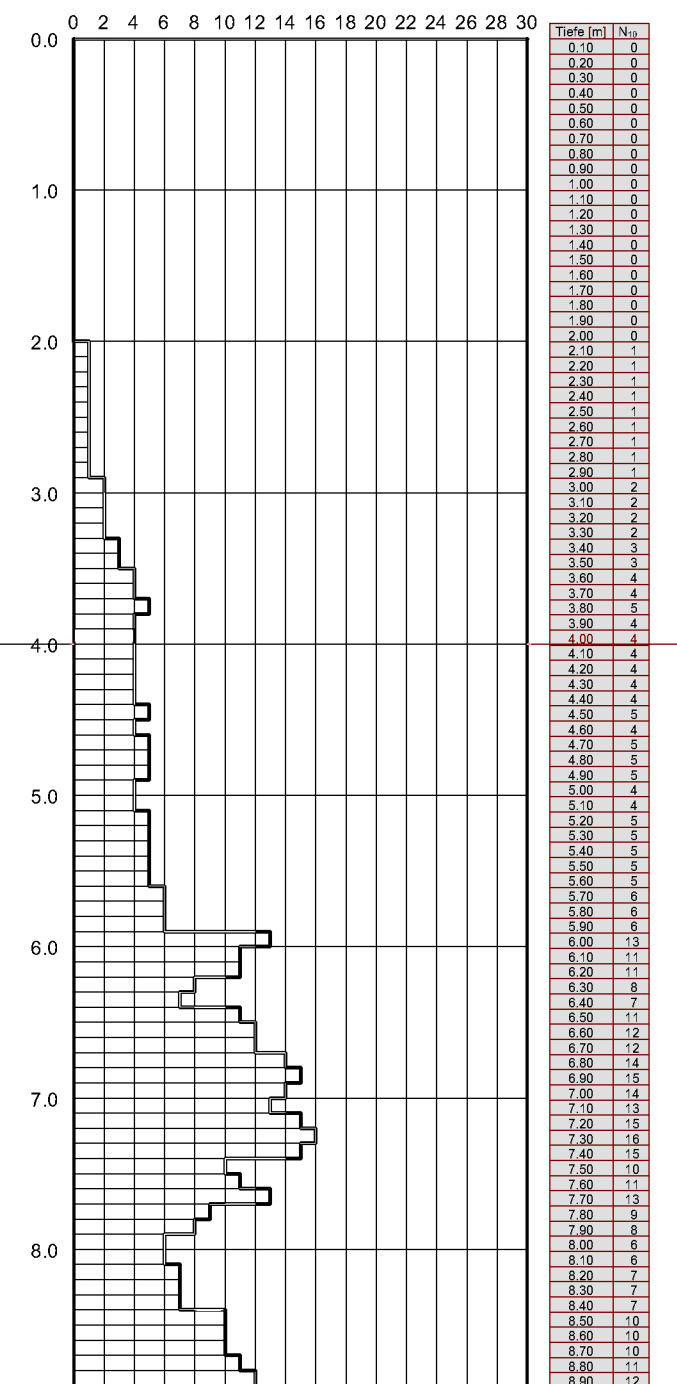
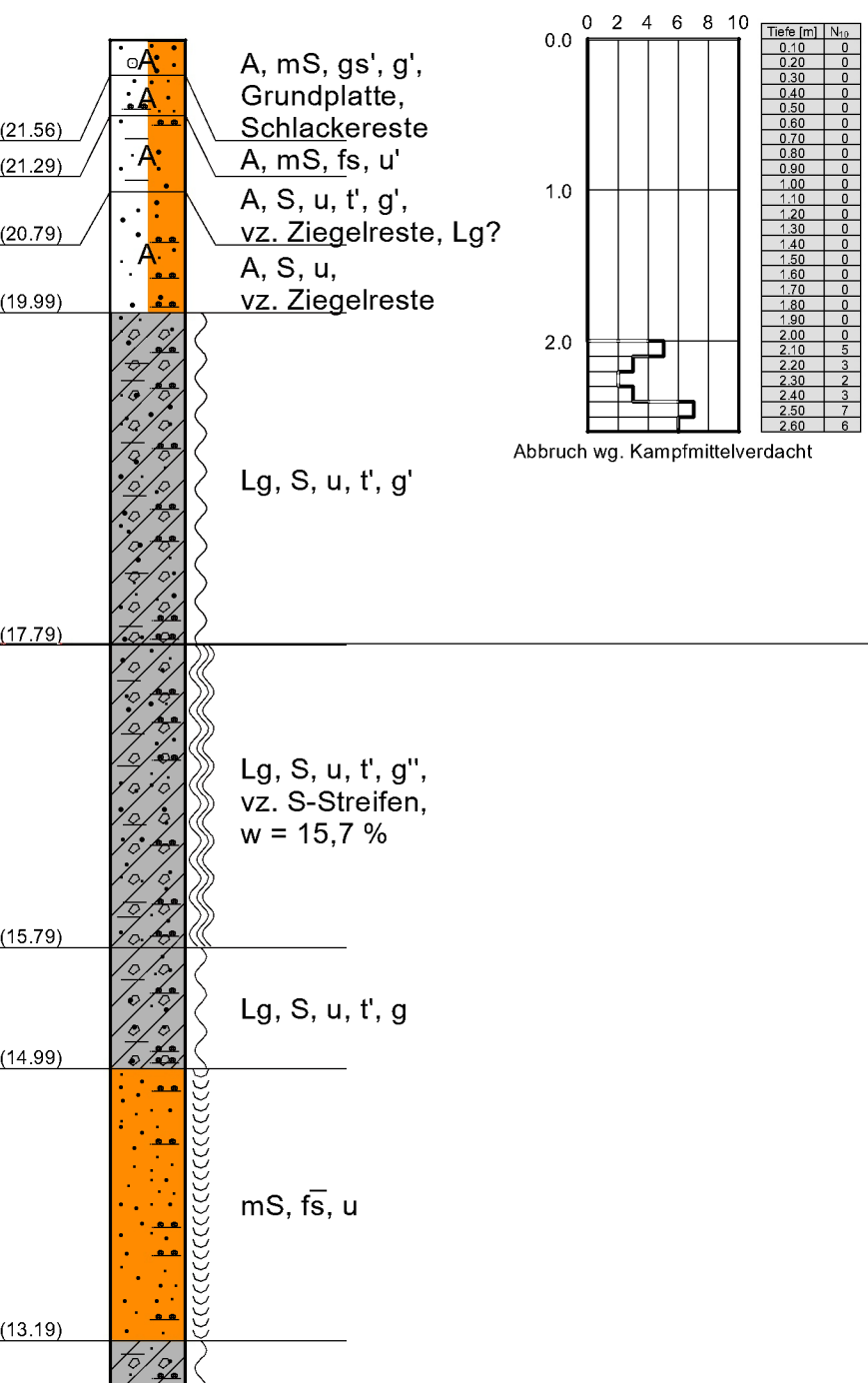
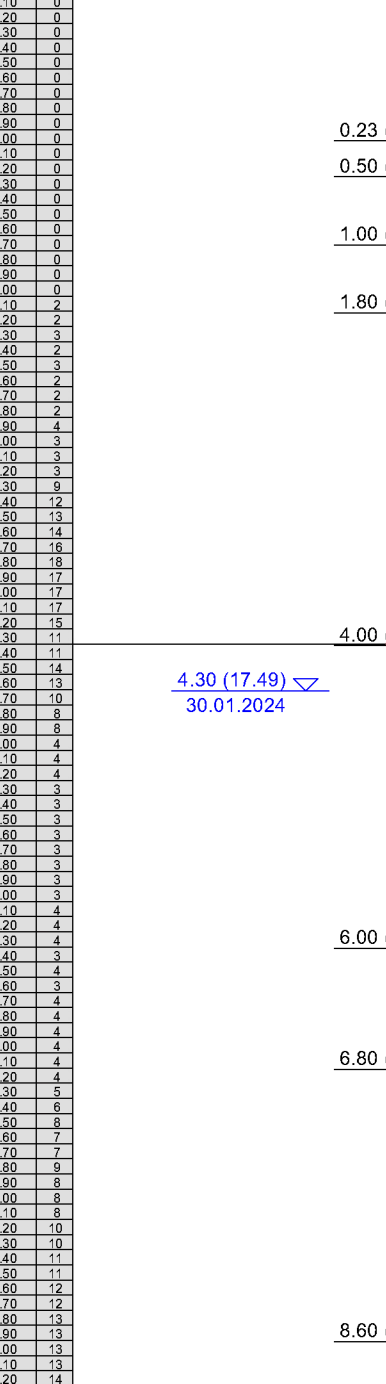
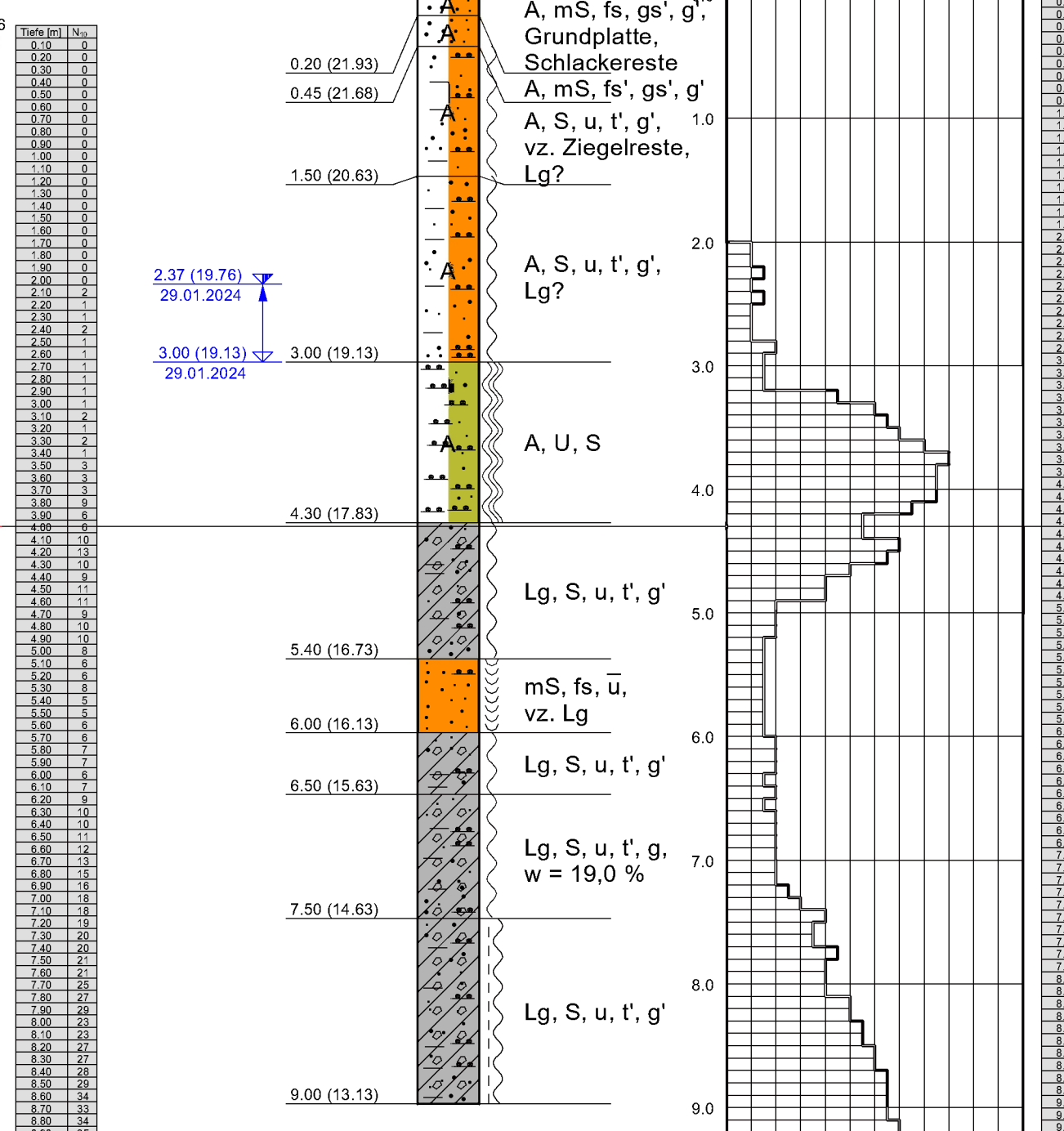
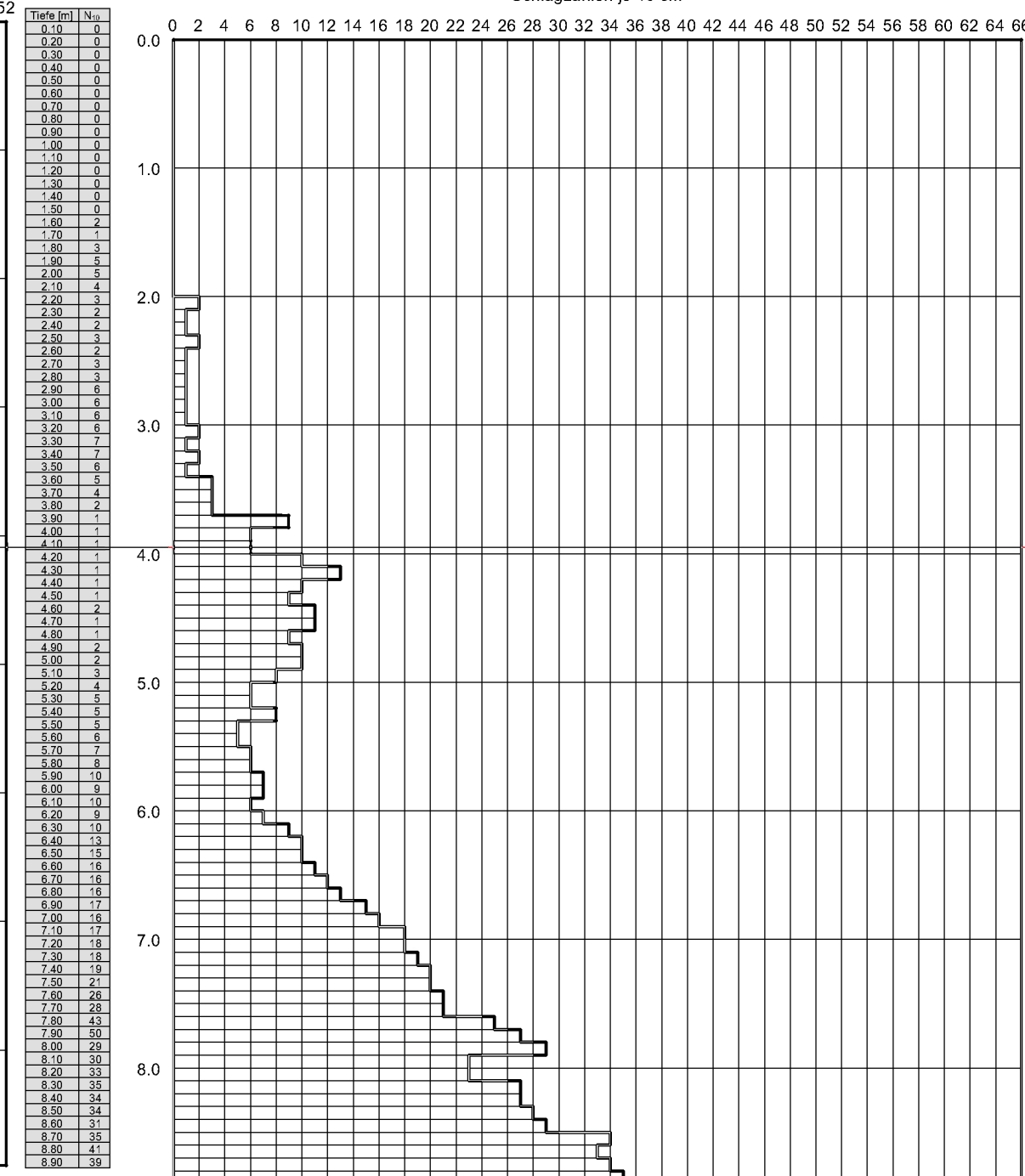
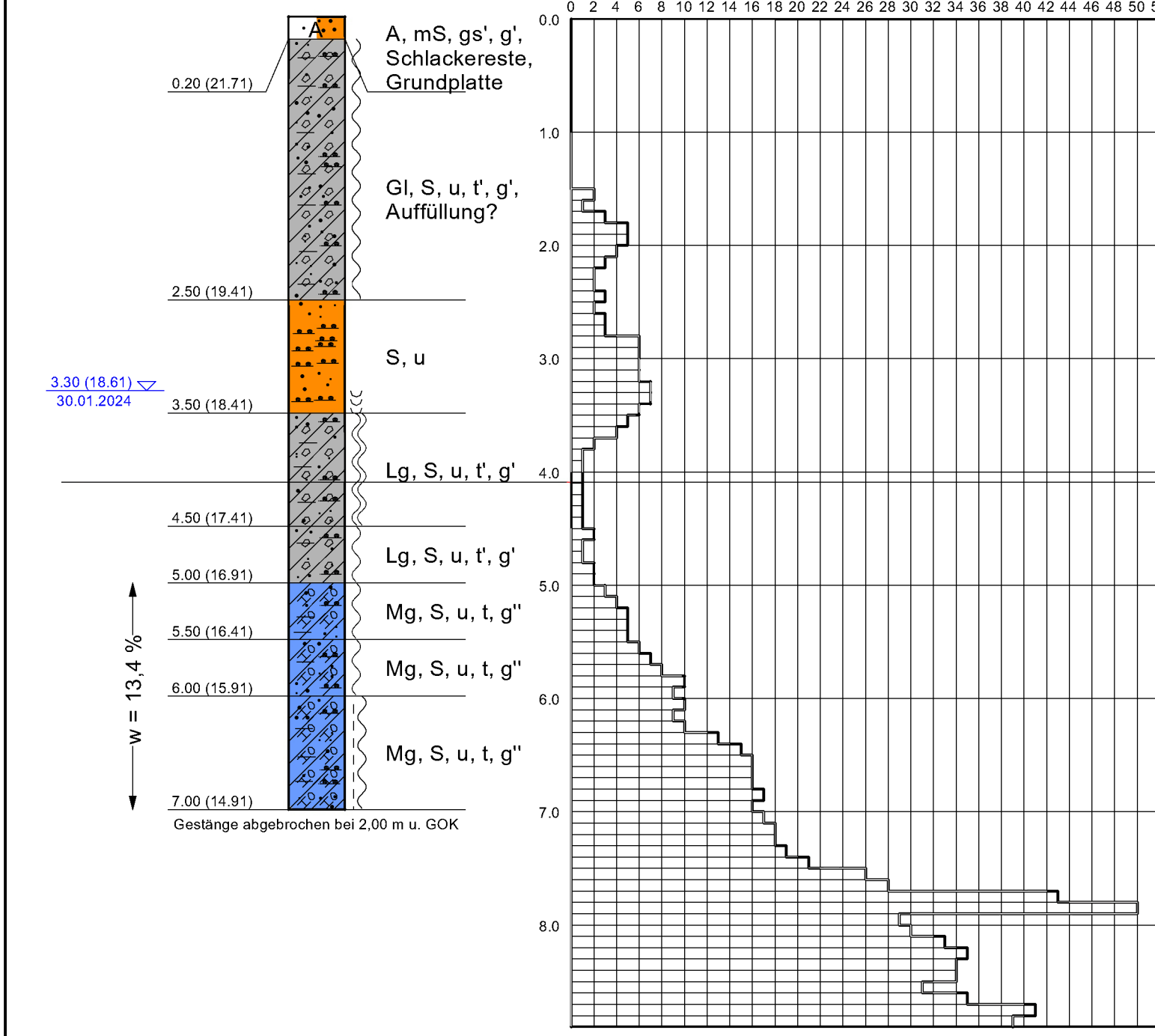
+22,10 mNHN

**Legende**

- klüftig
- fest
- halbfest - fest
- halbfest
- steif - halbsteif
- steif
- weich - steif
- weich
- breiig - weich
- breiig
- nass

- Geschiebemergel
- Geschiebelehm
- Geschiebelehm
- Auffüllung
- Mittelsand
- Sand
- Schluff

- GW angebohrt
- GW Bohrende
- GW Ruhe



+17,80 mNHN  
Gründungssohle

**O + P Geotechnik GmbH**  
 Grundbau, Bodenmechanik  
 und Umwelttechnik

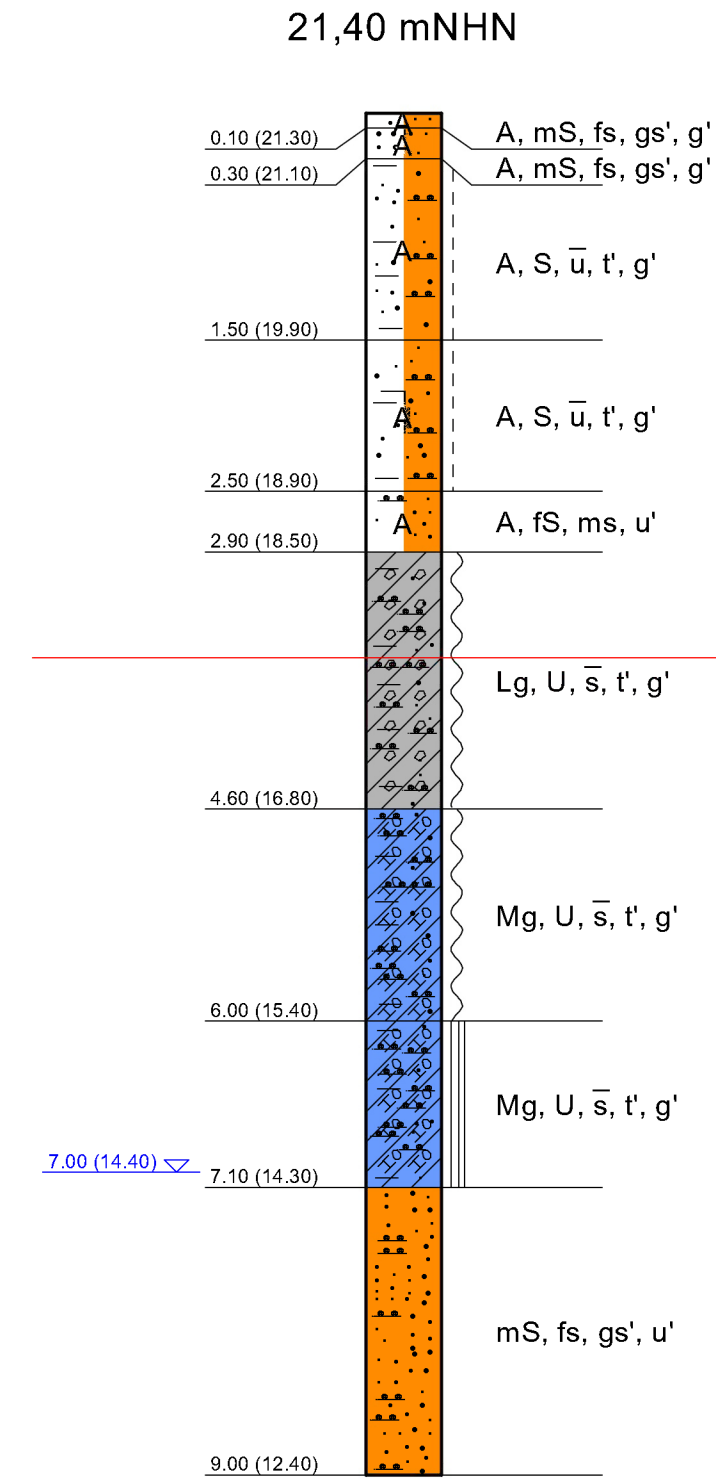
**Baugrundaufschlüsse**

Auftraggeber : SAGA Hamburg  
 Bauort : Stelshoop Nord, Hamburg  
 Bauvorhaben : Baufeld AB

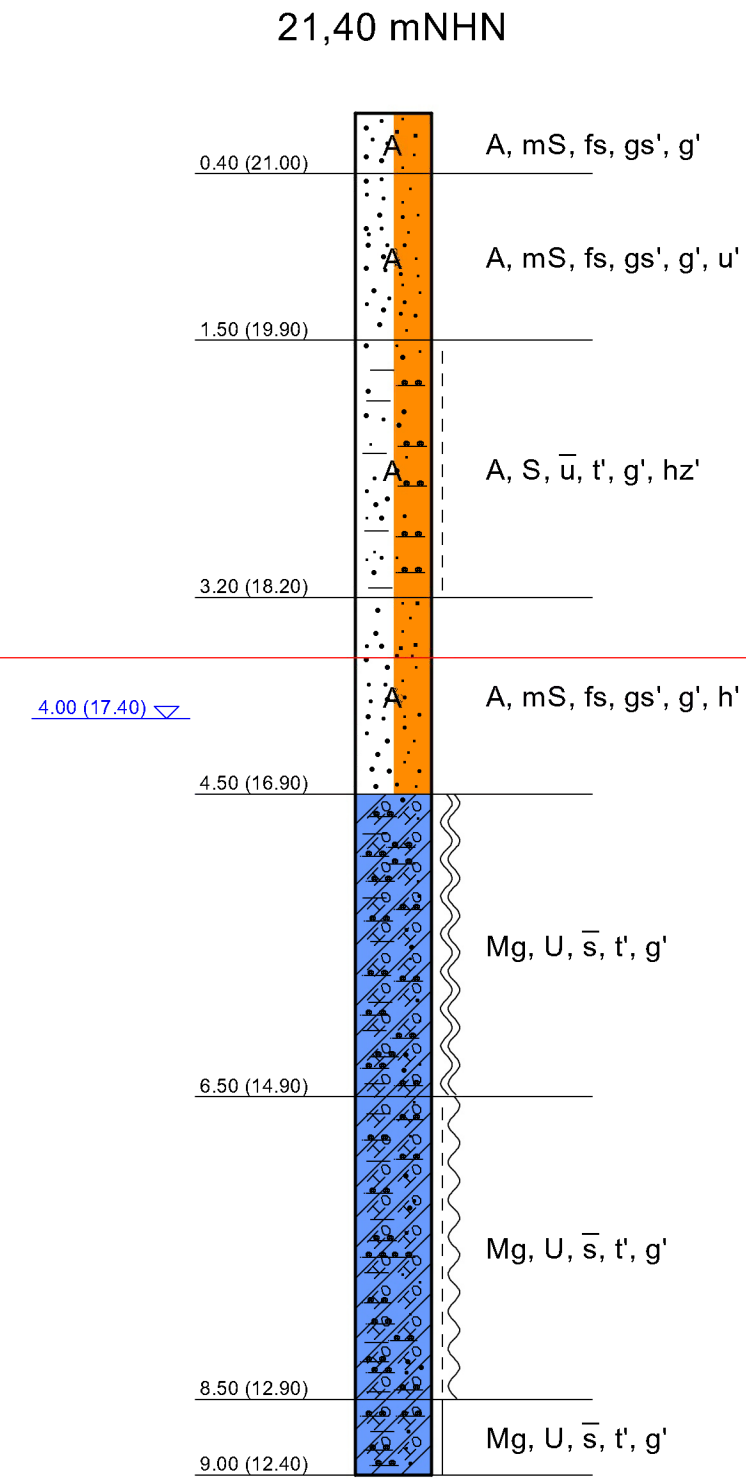
Maßstab : H 1:50  
 Datum : 15.04.2024  
 Gezeichnet : 18.04.2024  
 Geprüft : 18.04.2024

Plan-Nr.: 23127/3.1-AB

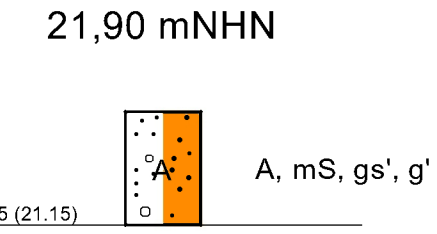
**BS 1 - Altaufschluss**



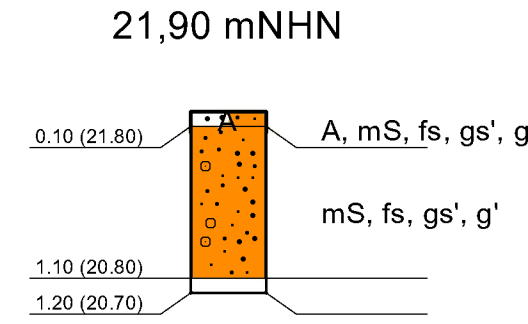
**BS 2 - Altaufschluss**



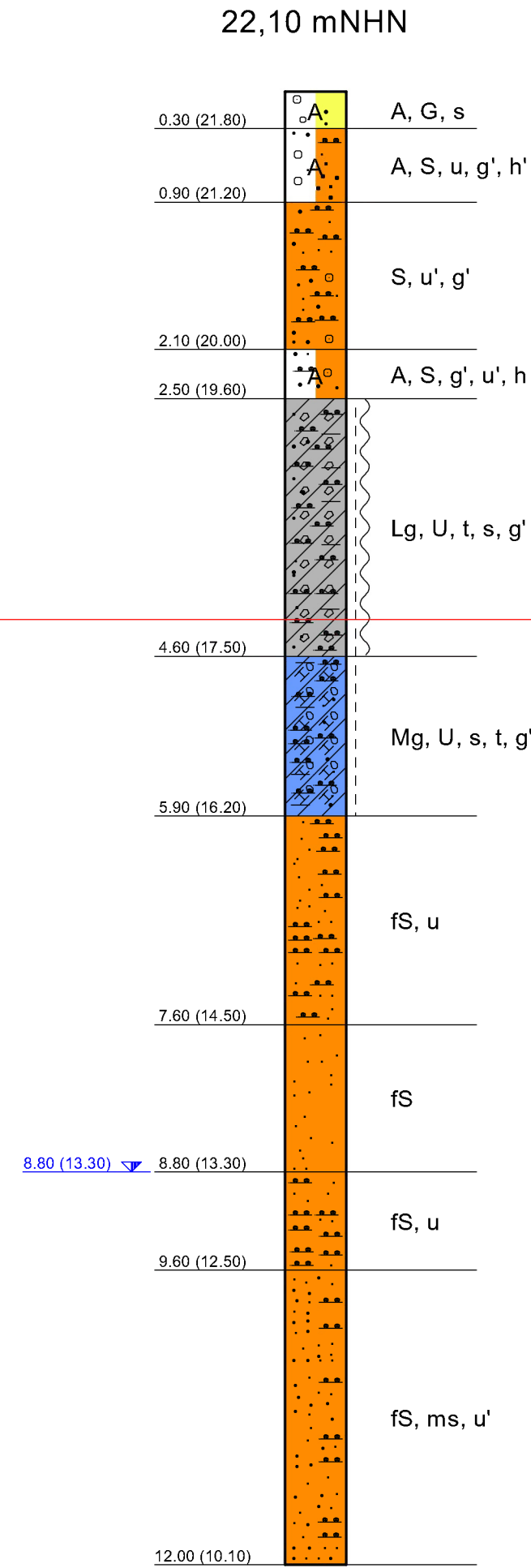
**AS 3 alt - Altaufschluss**



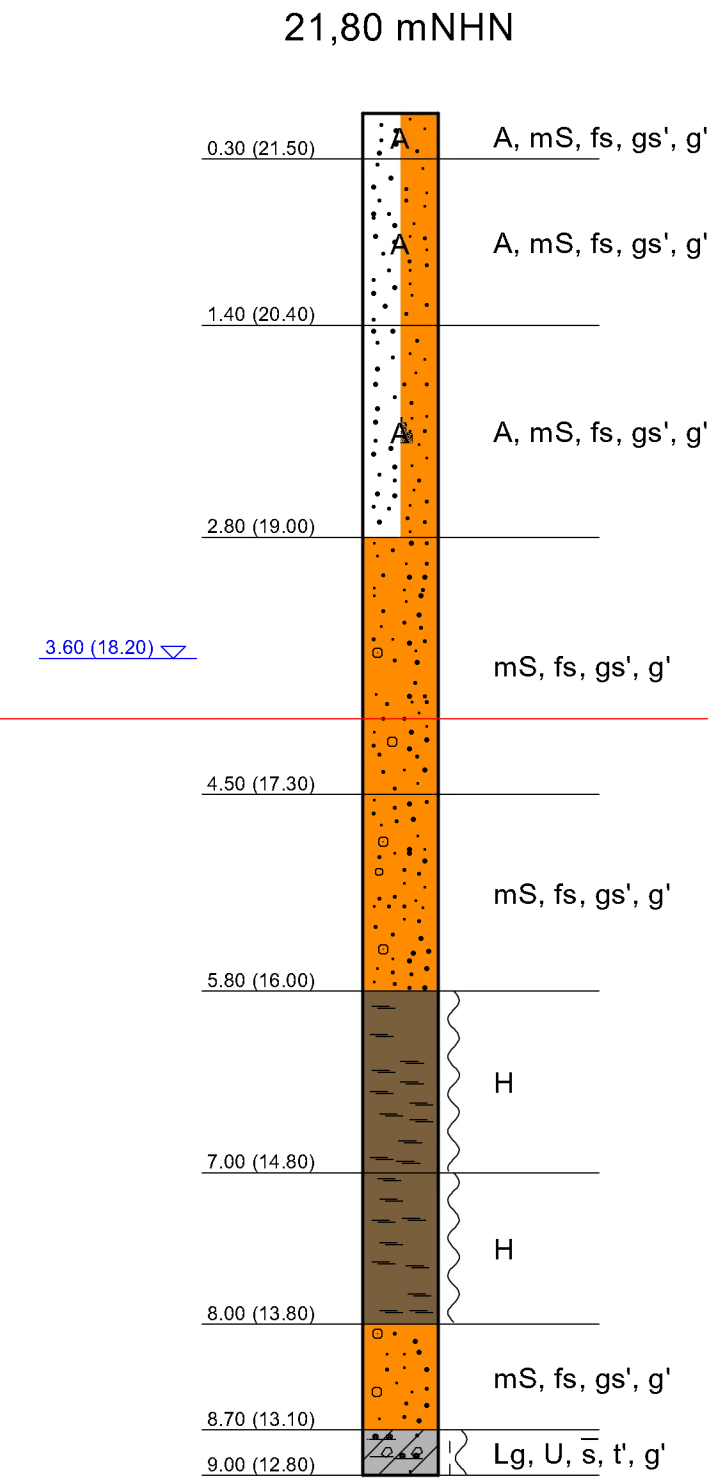
**AS 3a alt - Altaufschluss**



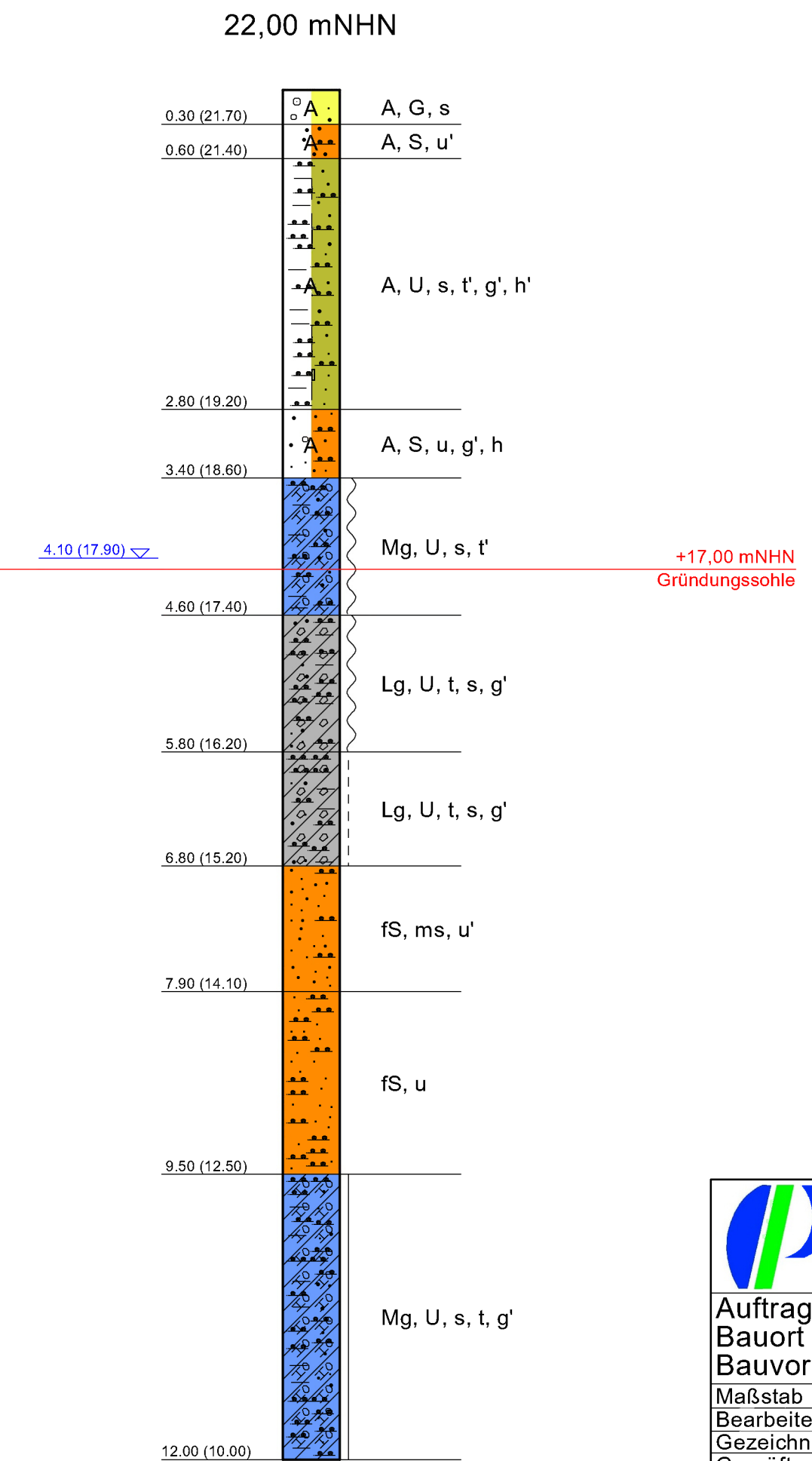
**BS 3 neu - Altaufschluss**



**BS 4 - Altaufschluss**



**BS 6 - Altaufschluss**



**Legende**

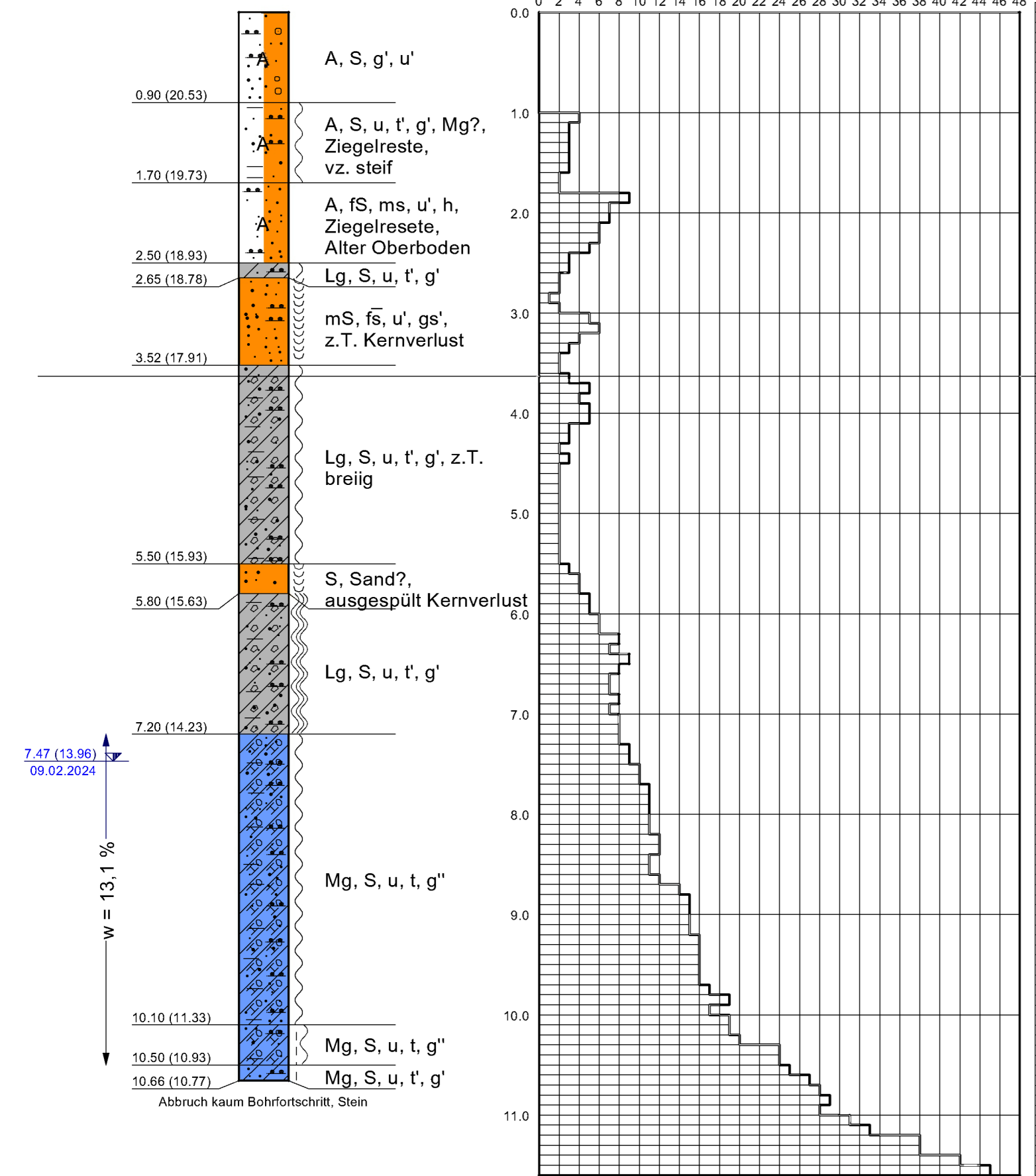
- klüftig
- fest
- halbfest - fest
- halbfest
- steif - halbfest
- steif
- weich - steif
- weich
- breiig - weich
- breiig
- nass
- Geschiebemergel
- Geschiebelehm
- Auffüllung
- Torf
- Kies
- Mittelsand
- Feinsand
- Sand
- Schluff

- GW angebohrt
- GW Bohrende
- GW Ruhe

	O + P Geotechnik GmbH	<p align="center"><b>Baugrundaufschlüsse</b></p>
	Grundbau, Bodenmechanik und Umwelttechnik	
Auftraggeber :	SAGA Hamburg	<p align="center">23127/3.2-AB</p>
Bauort :	Steilshoop Nord, Hamburg	
Bauvorhaben :	Baufeld AB	
Maßstab :	H 1:50	Plan-Nr.:
Bearbeiter :	[Redacted]	Datum:
Gezeichnet :	[Redacted]	15.04.2024
Geprüft :	[Redacted]	18.04.2024

### KRB B1

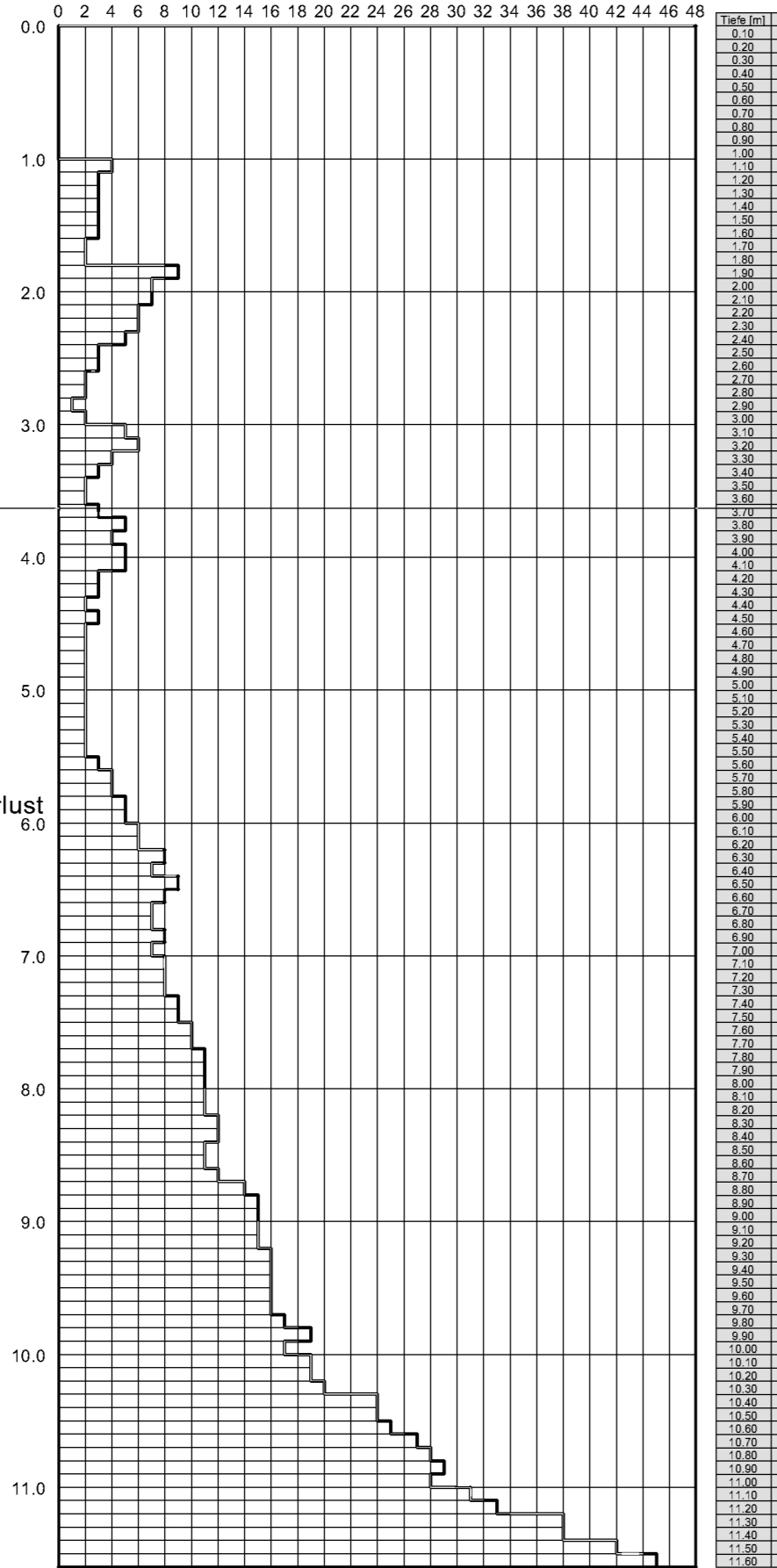
+21,43 mNHN



### DPH B1

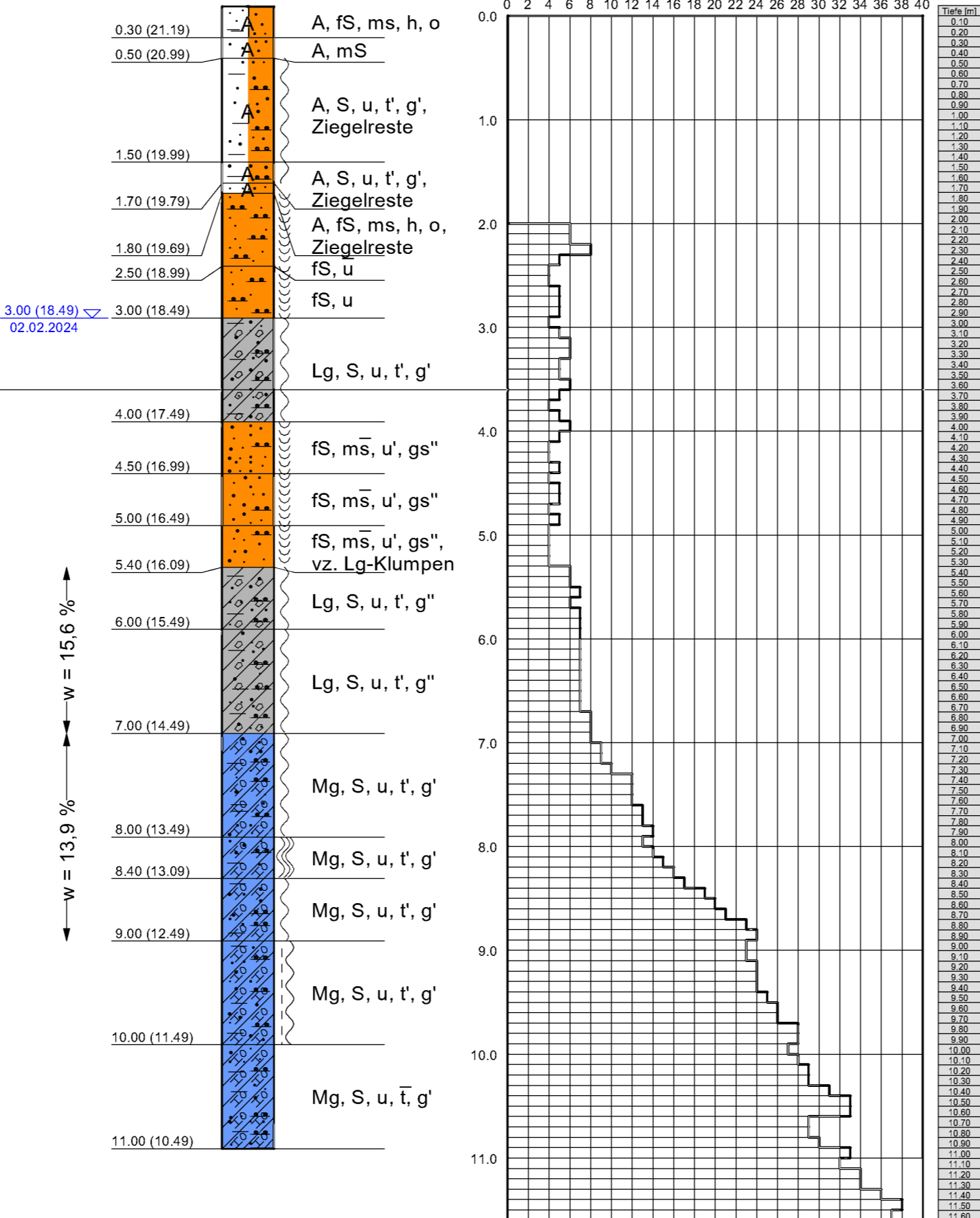
+21,43 mNHN

Schlagzahlen je 10 cm



### KRB B2

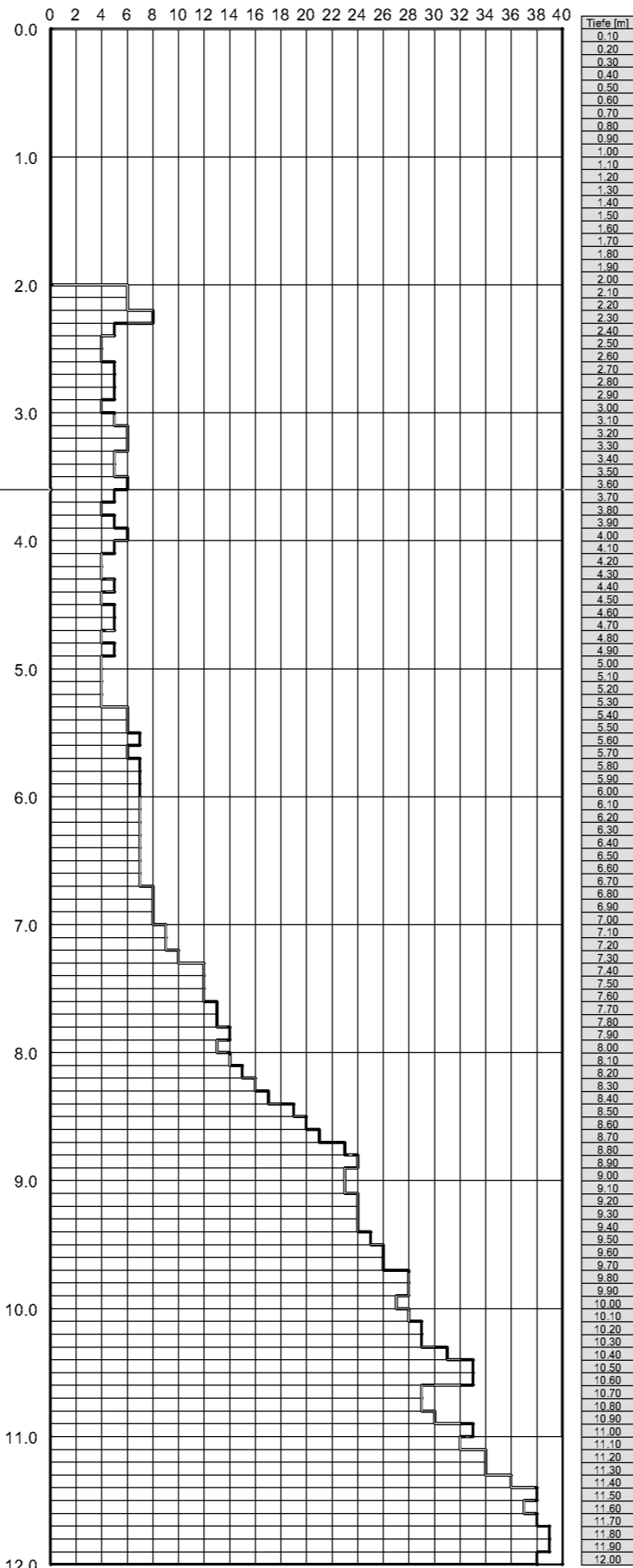
+21,49 mNHN



### DPH B2

+21,40 mNHN

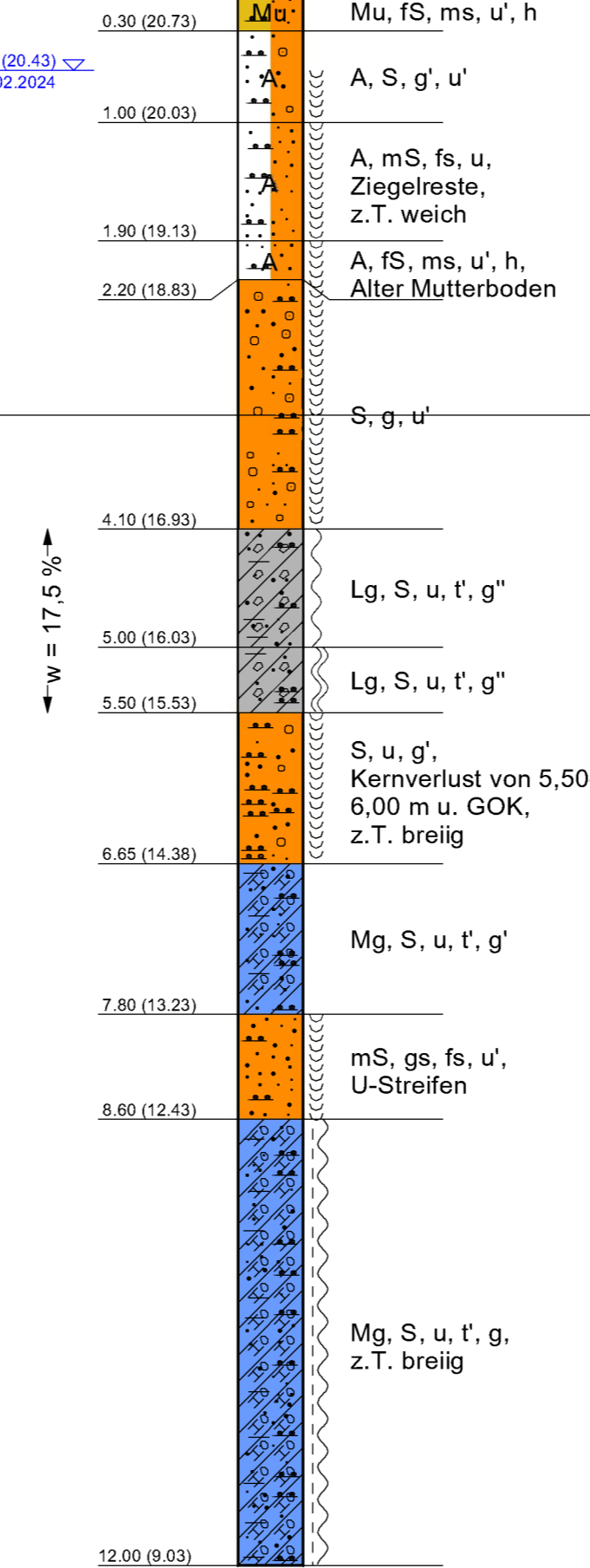
Schlagzahlen je 10 cm



### KRB B3

+21,03 mNHN

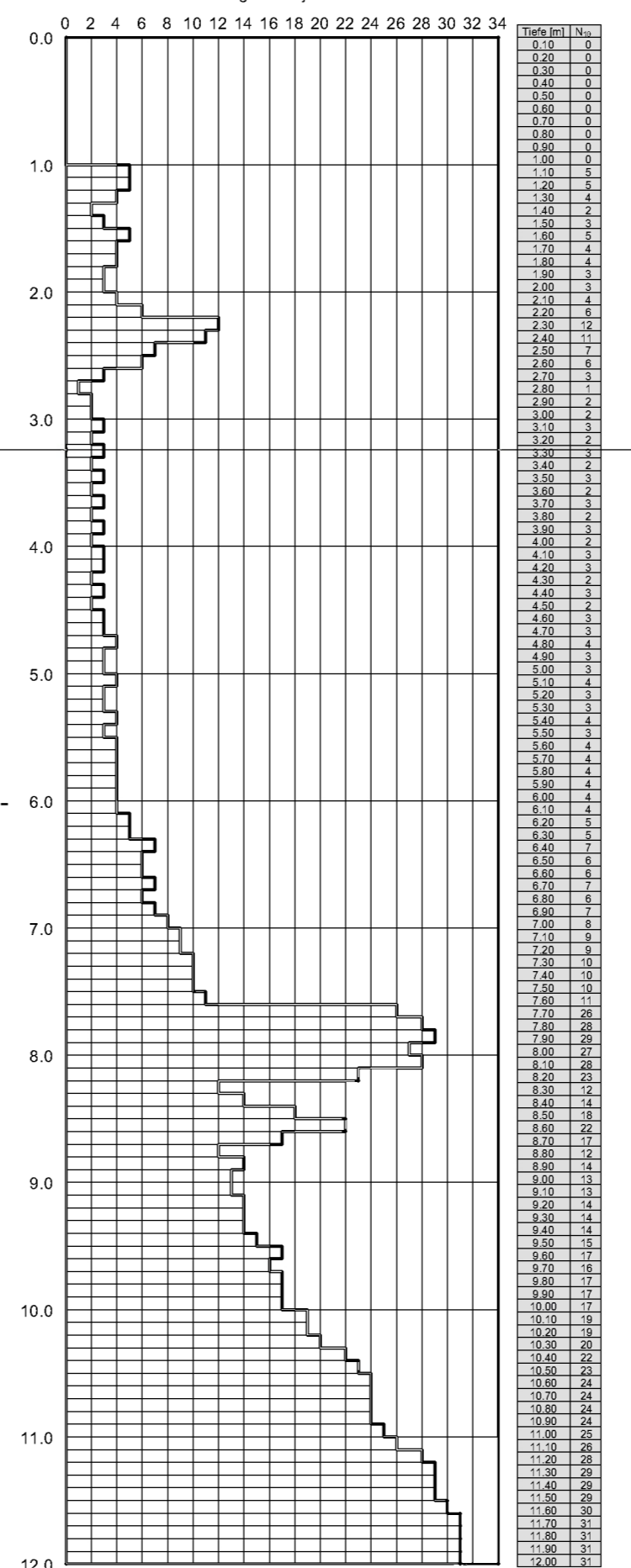
0.60 (20.43) GW angebohrt  
09.02.2024



### DPH B3

+21,04 mNHN

Schlagzahlen je 10 cm



+17,00 mNHN  
Gründungssohle

**Legende**

- klüftig
- fest
- halbfest - fest
- halbfest
- steif - halbfest
- steif
- weich - steif
- weich
- breig - weich
- breig
- nass
- Geschiebemergel
- Geschiebelehm
- Auffüllung
- Mutterboden
- Mittelsand
- Feinsand
- Sand

- GW angebohrt
- GW Bohrende
- GW Ruhe

**O + P Geotechnik GmbH**  
Grundbau, Bodenmechanik und Umwelttechnik

**Baugrundaufschlüsse**

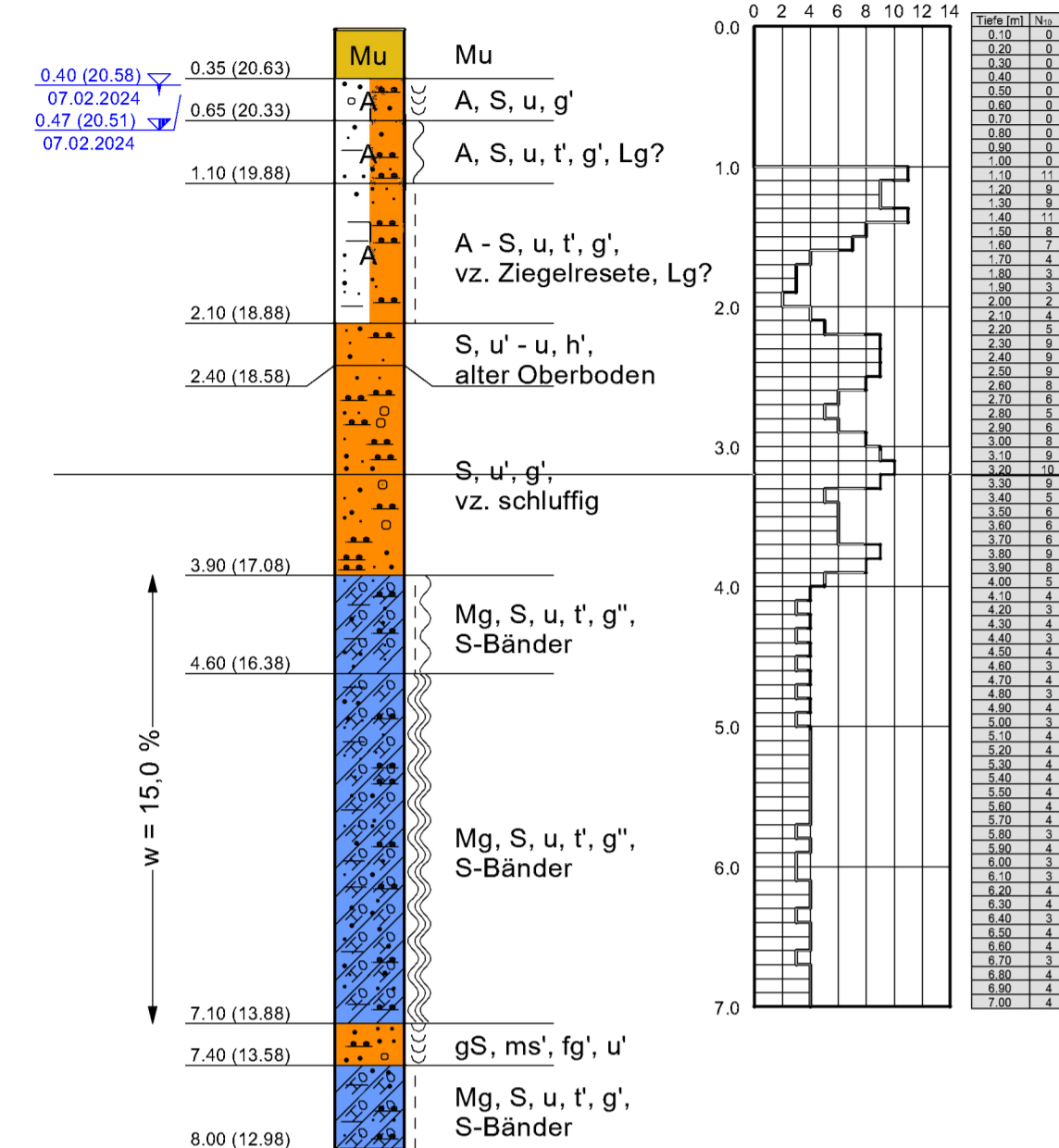
Auftraggeber : SAGA Hamburg  
Bauort : Steilshoop Nord, Hamburg  
Bauvorhaben : Baufeld AB

Maßstab : H 1:50  
Datum : 15.04.2024  
Gezeichnet : 18.04.2024  
Geprüft : 18.04.2024

Plan-Nr.: 23127/3.3-AB

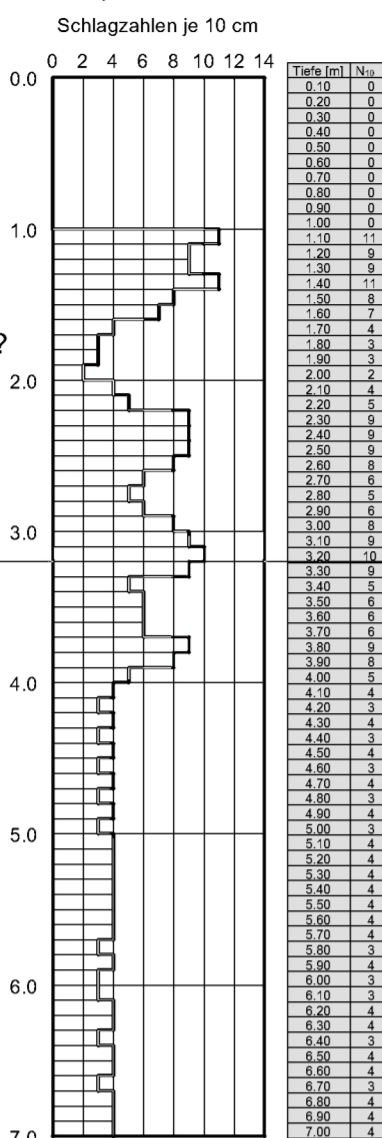
### KRB B4

+20,98 mNHN



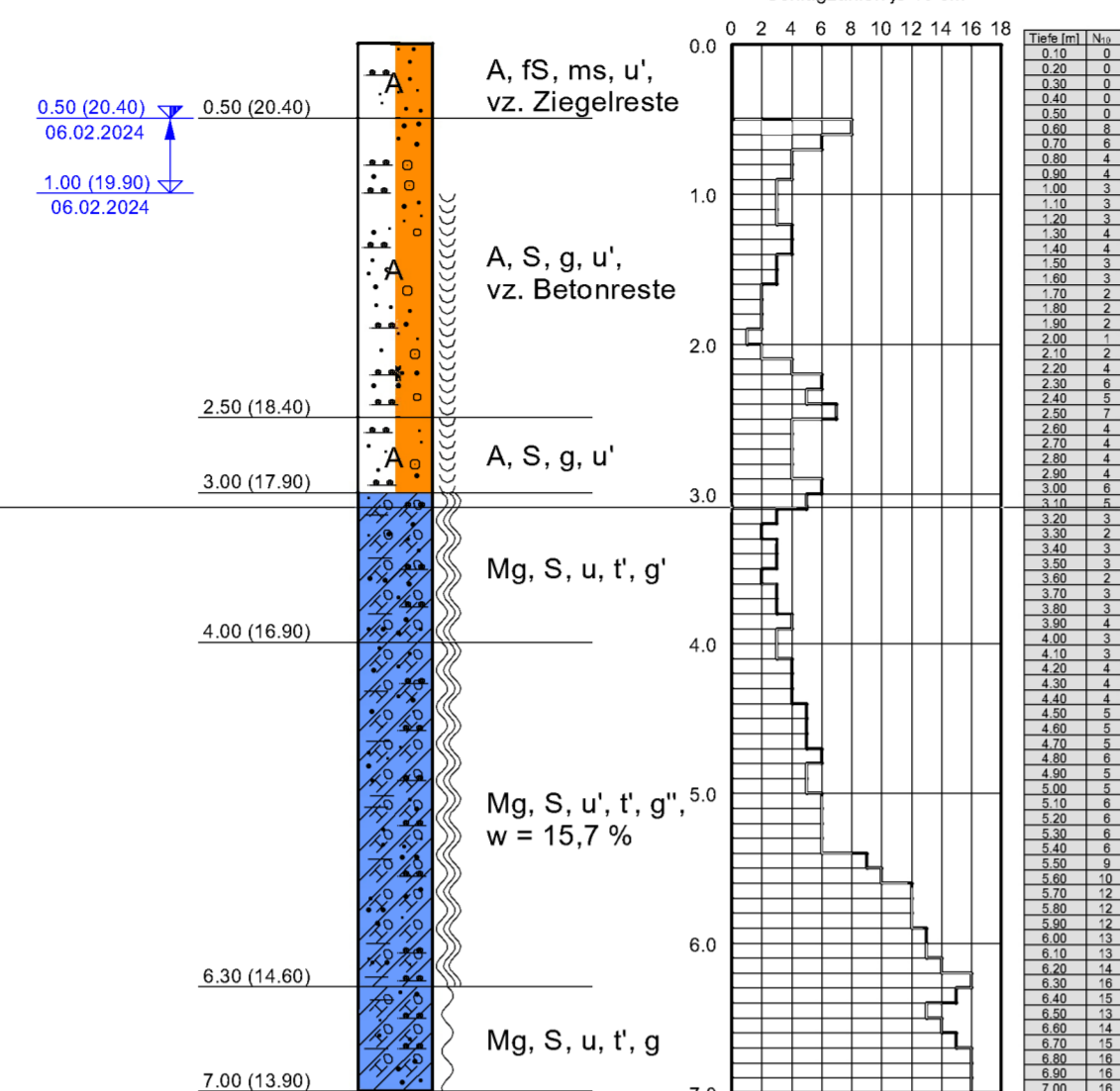
### DPH B4

+21,00 mNHN



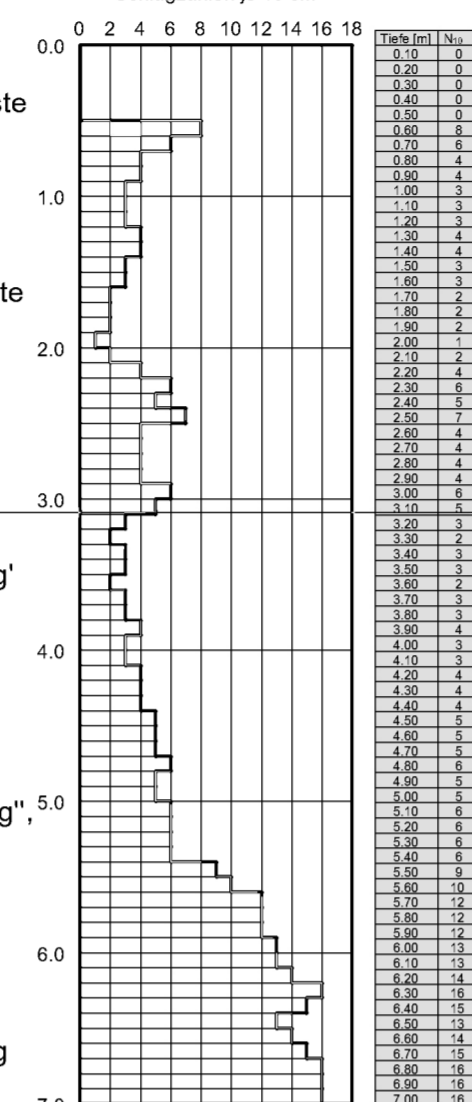
### KRB B5

+20,90 mNHN



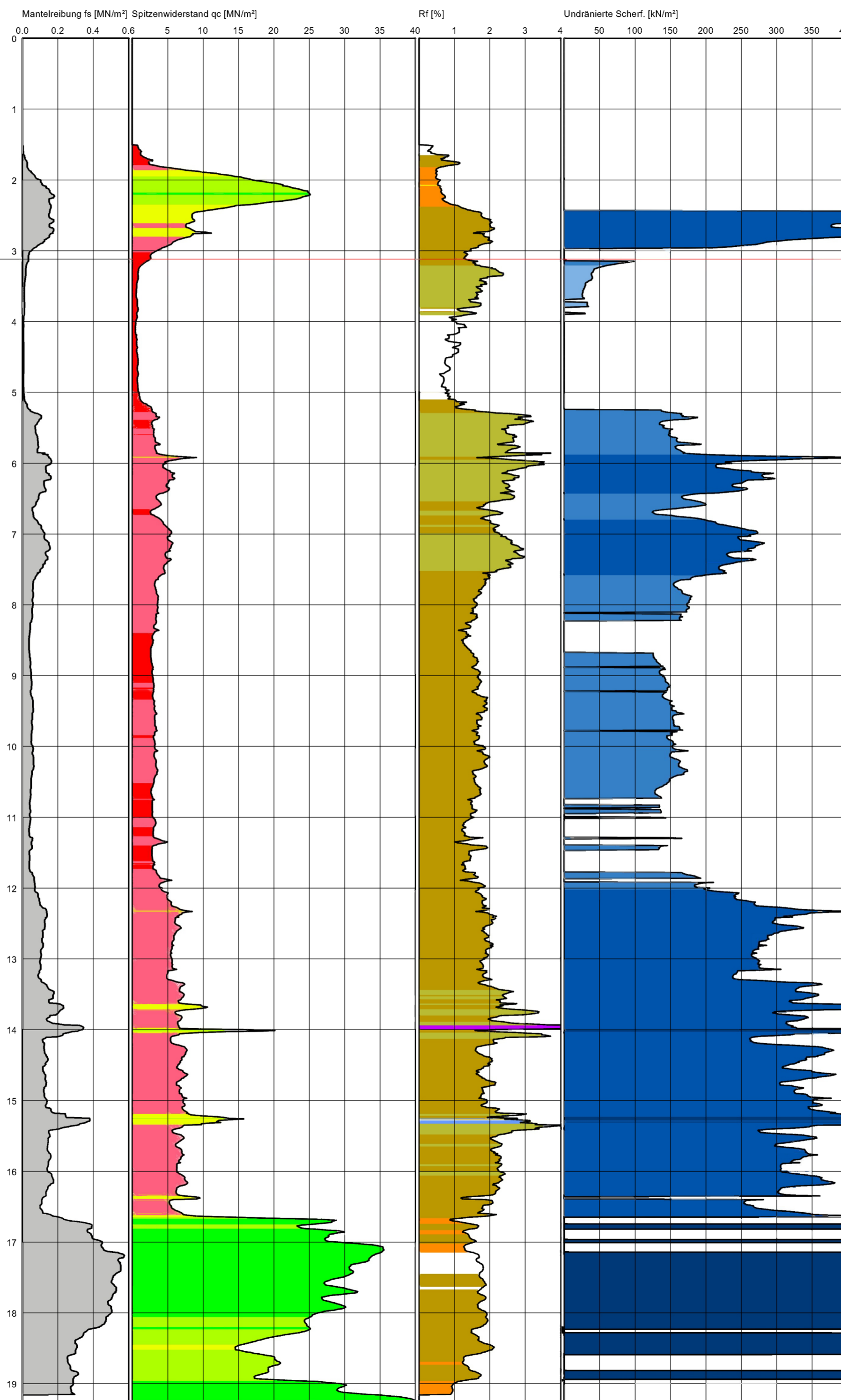
### DPH B5

+20,89 mNHN



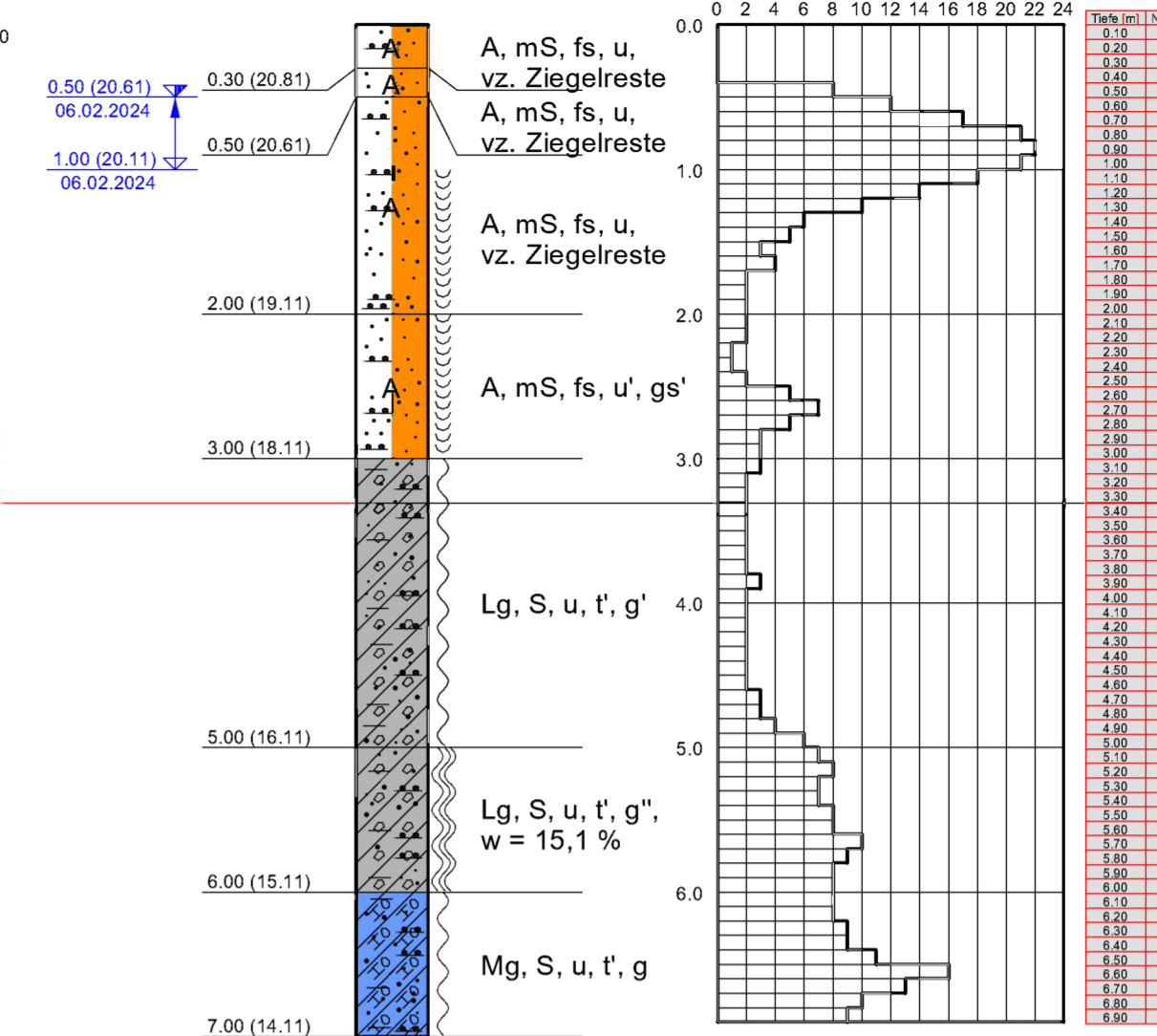
### CPT B1

20,92 mNHN



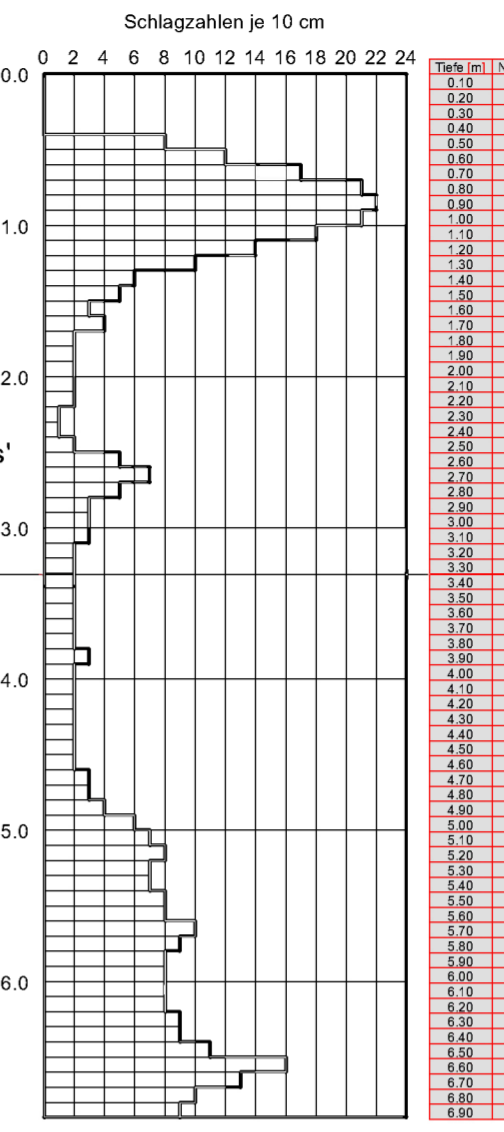
### KRB B6

+21,11 mNHN



### DPH B6

+21,11 mNHN



**Legende**

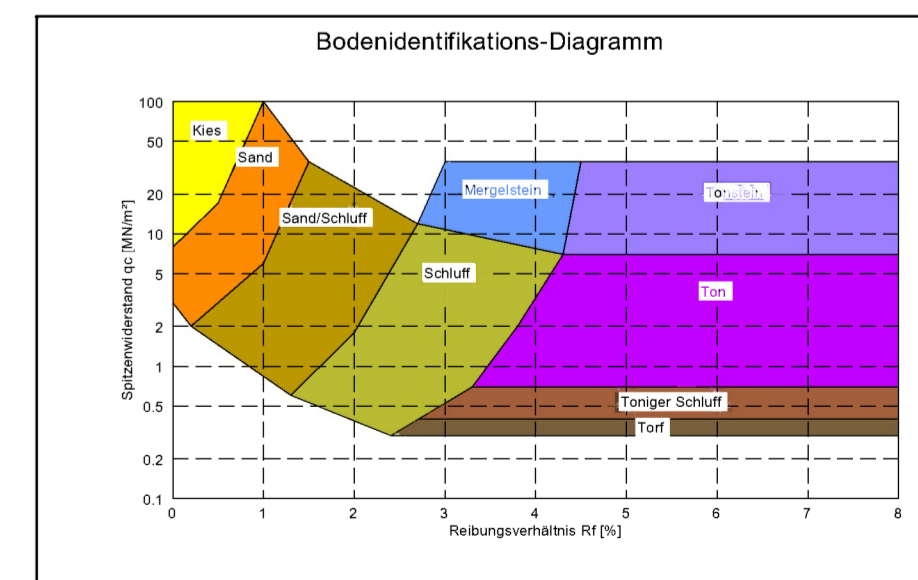
- klüftig
- fest
- halbfest - fest
- halbfest
- steif - halbsteif
- steif
- weich - steif
- weich
- breiig - weich
- breiig
- nass

- Geschiebemergel
- Geschiebelehm
- Auffüllung
- Mutterboden
- Grobsand
- Mittelsand
- Feinsand
- Sand

- GW angebohrt
- GW Bohrende
- GW Ruhe

**Legende Spitzwiderstand**

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



**O + P Geotechnik GmbH**  
 Grundbau, Bodenmechanik und Umwelttechnik

**Baugrundaufschlüsse**

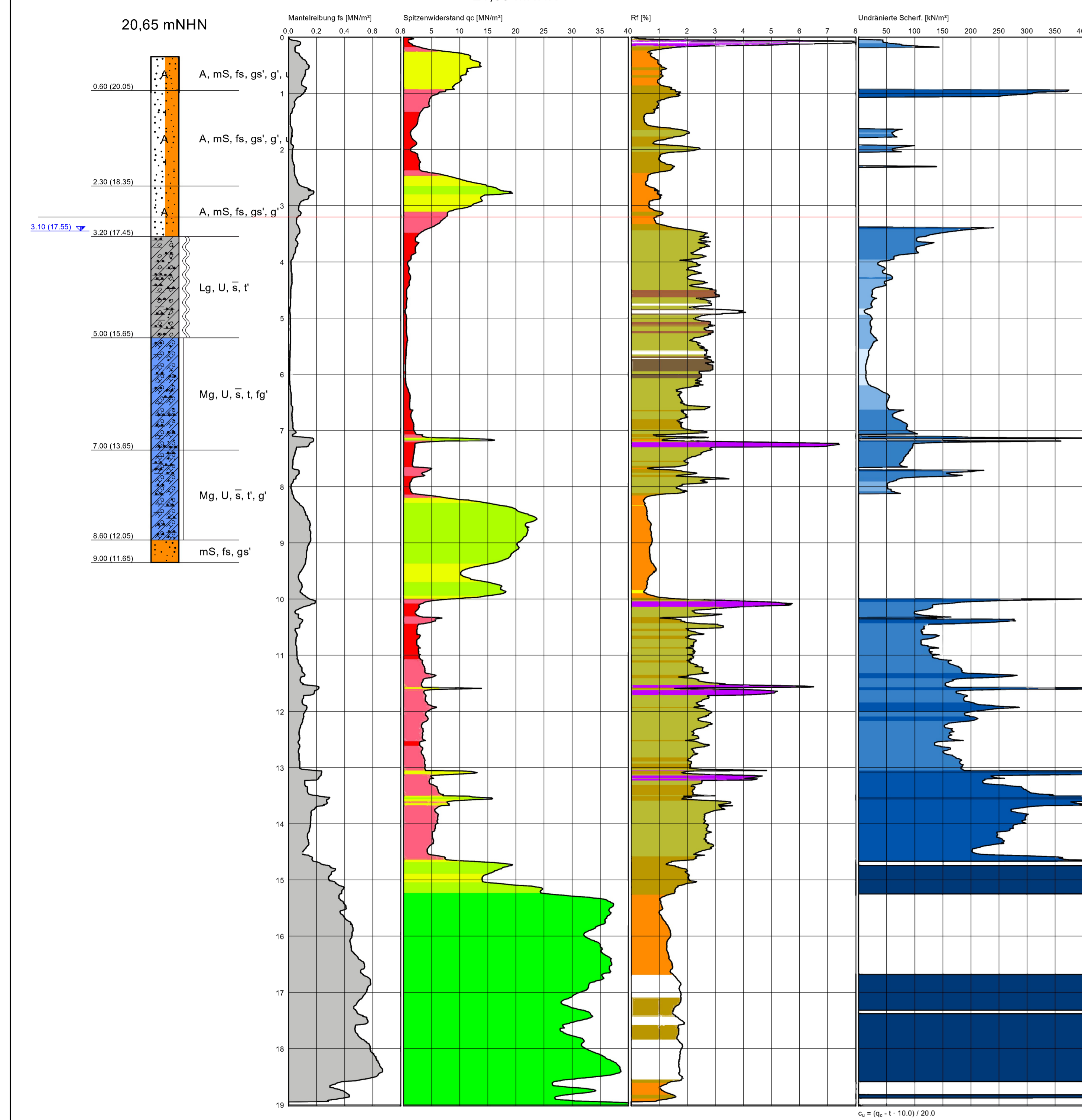
Auftraggeber : SAGA Hamburg  
 Bauort : Steilshoop Nord, Hamburg  
 Bauvorhaben : Baufeld AB

Mäßstab : H 1:50  
 Datum : 15.04.2024  
 Gezeichnet : 18.04.2024  
 Geprüft : 18.04.2024

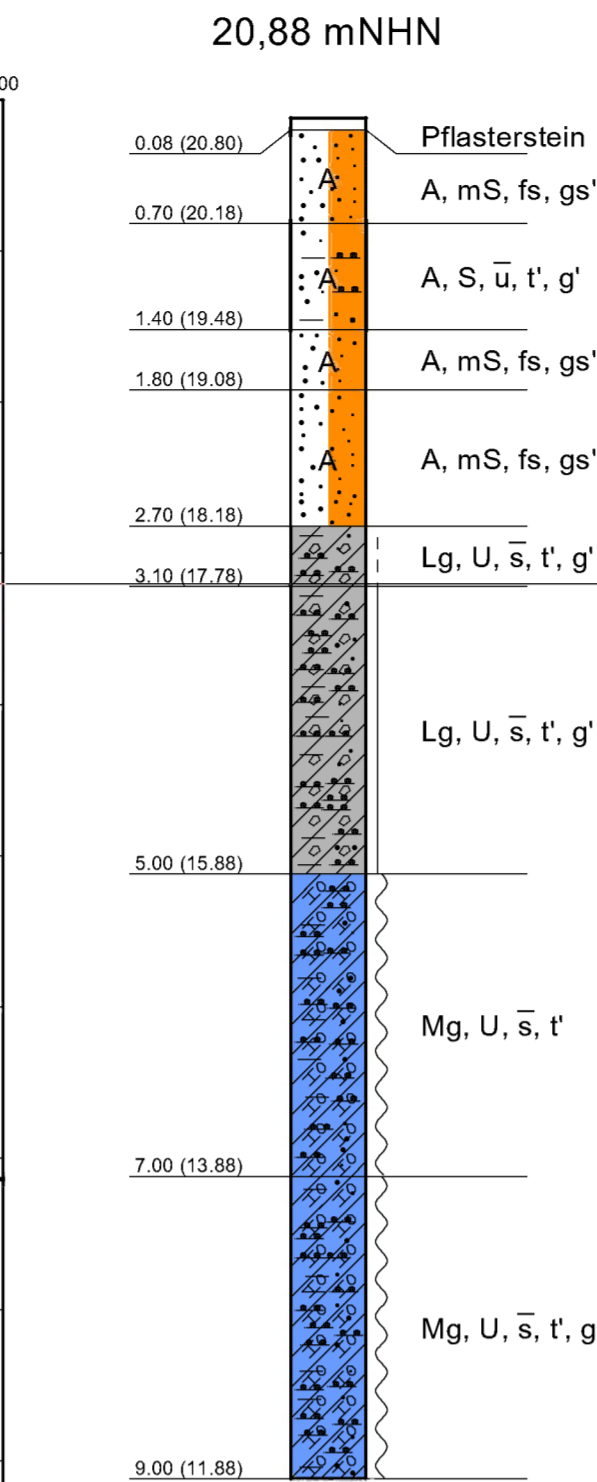
Plan-Nr.: 23127/3,4-AB

BS 1 - Alstaufschluss

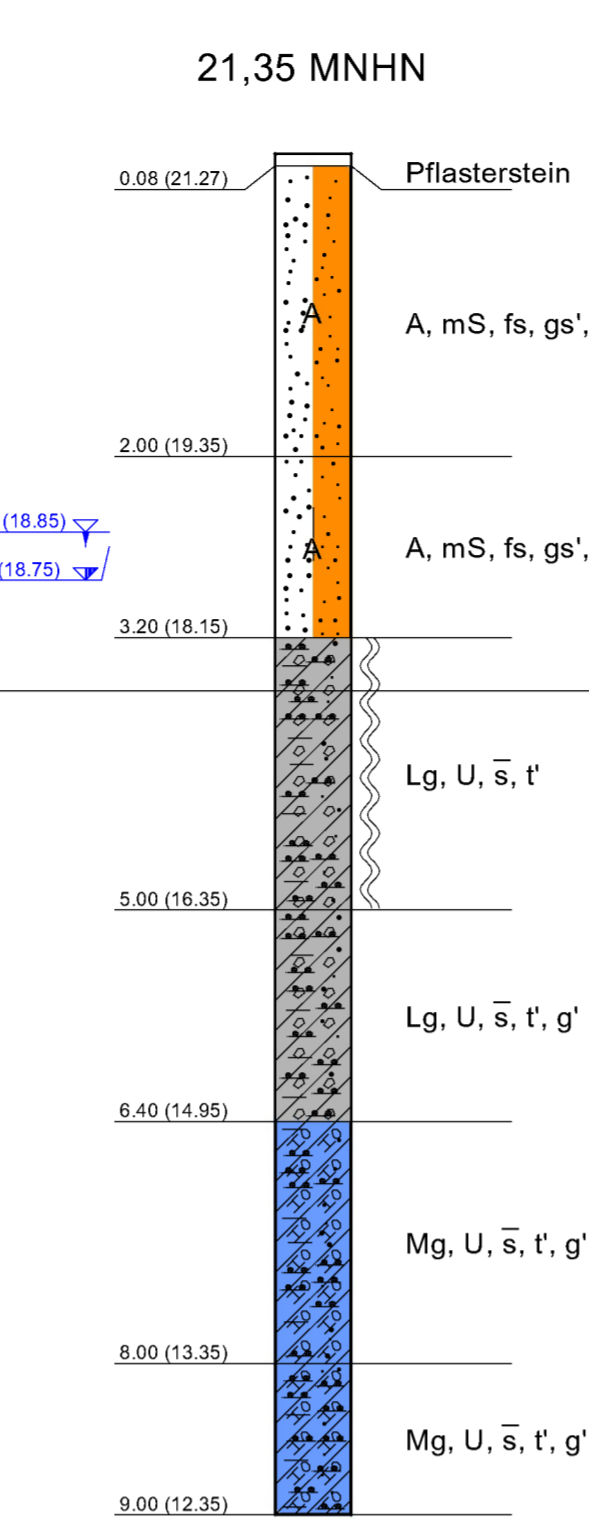
CPT 1 - Altaufschluss  
21,00 mNHN



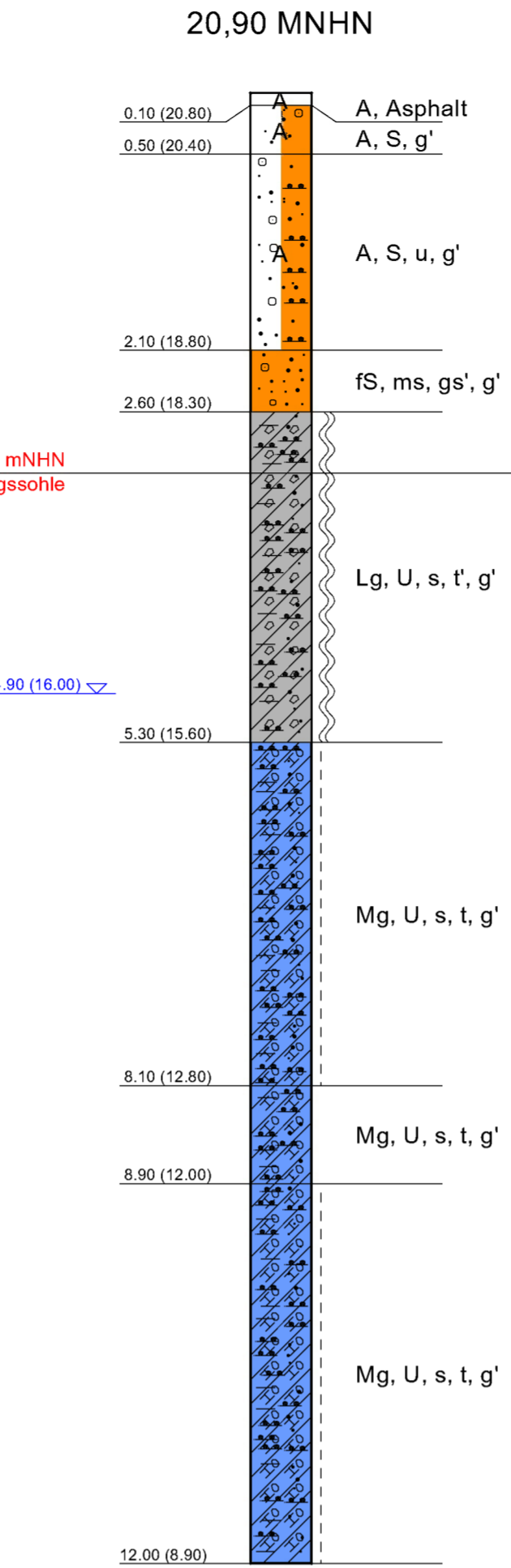
BS 2 - Altaufschluss



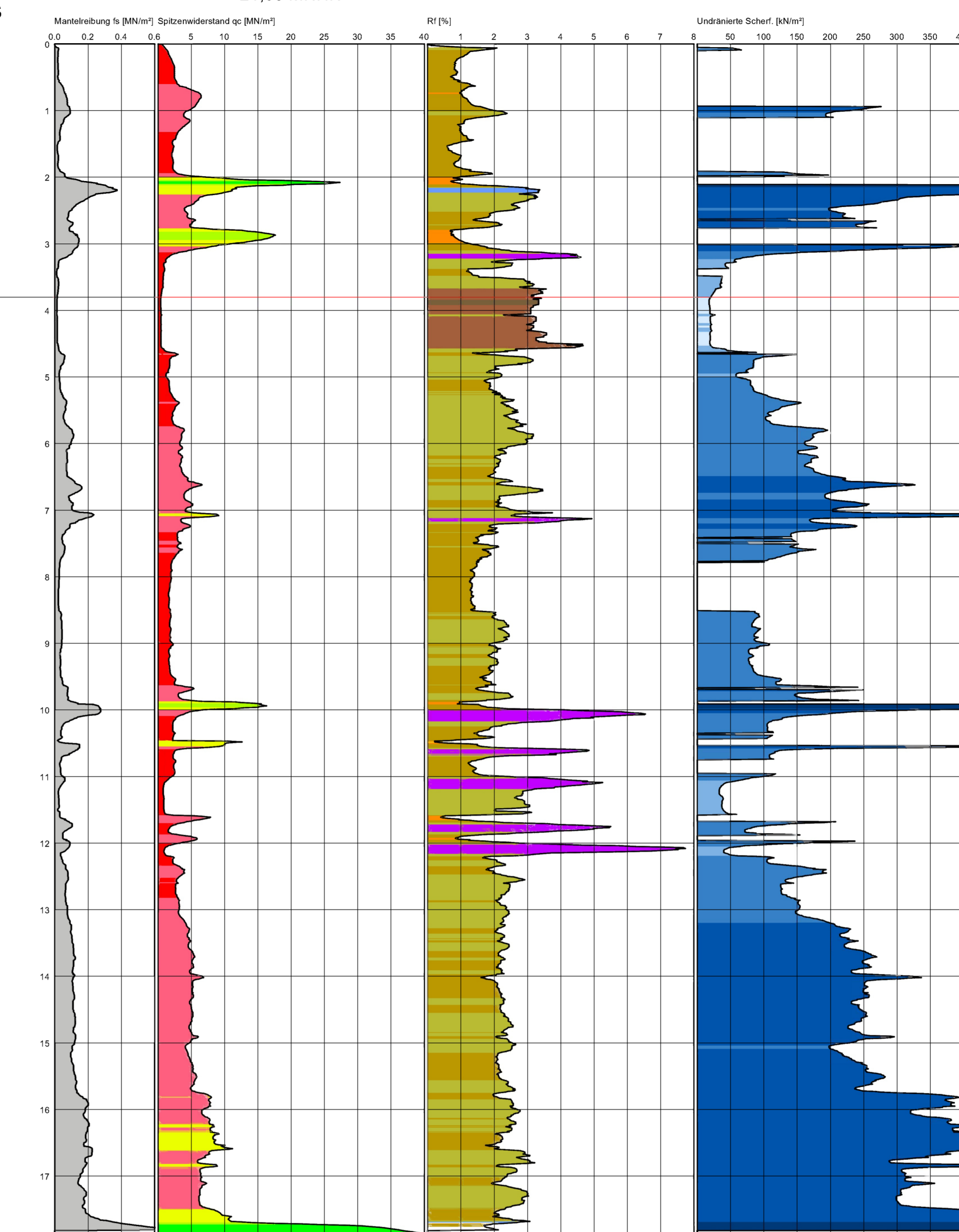
BS 3 - Altaufschluss



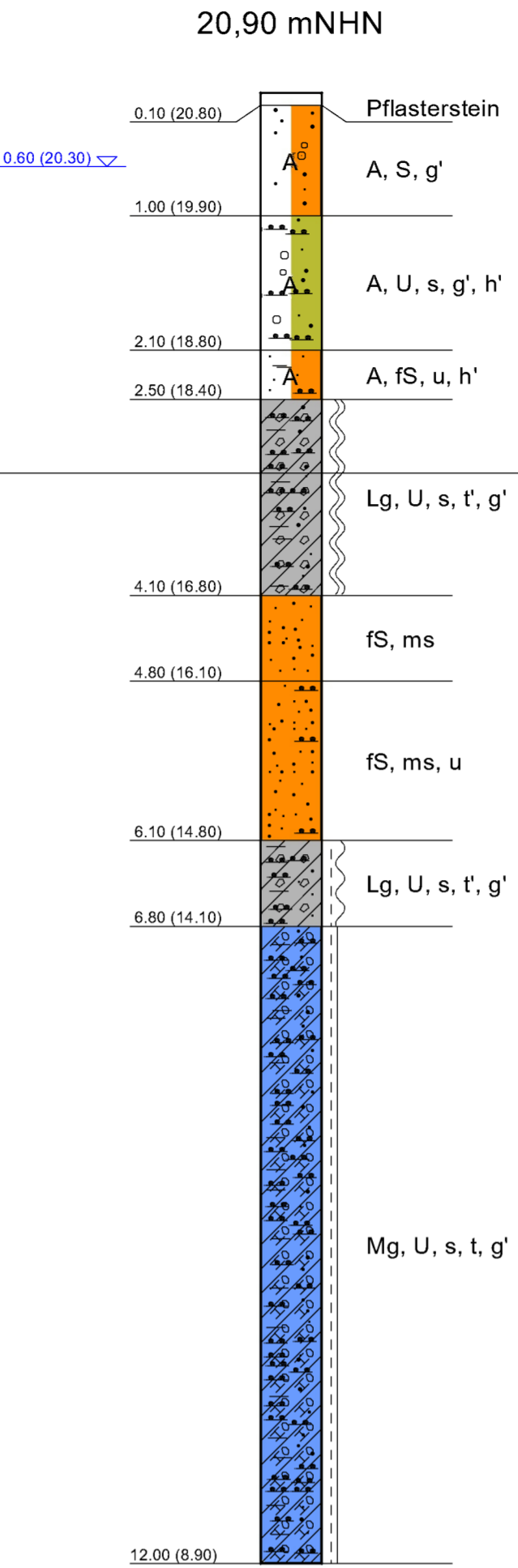
KRB 4 - Altaufschluss



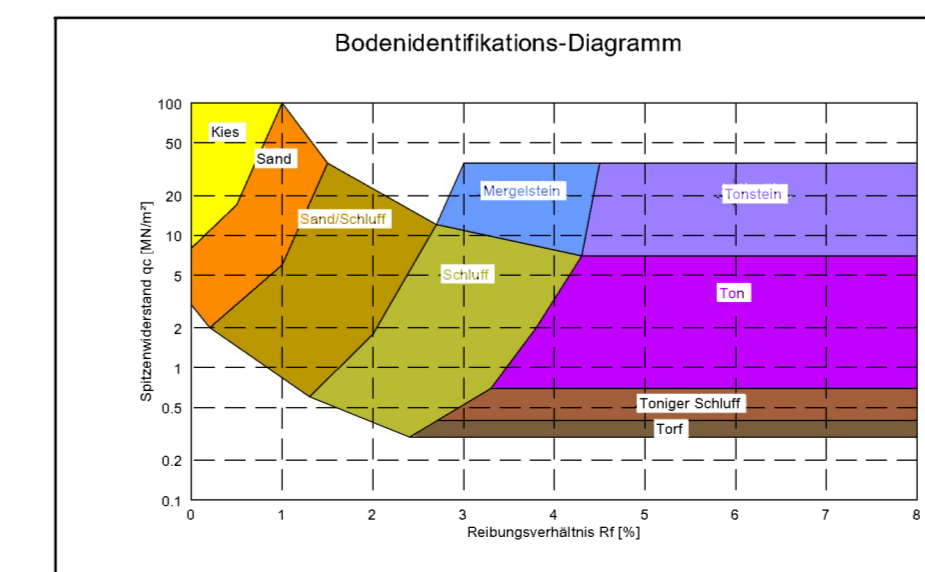
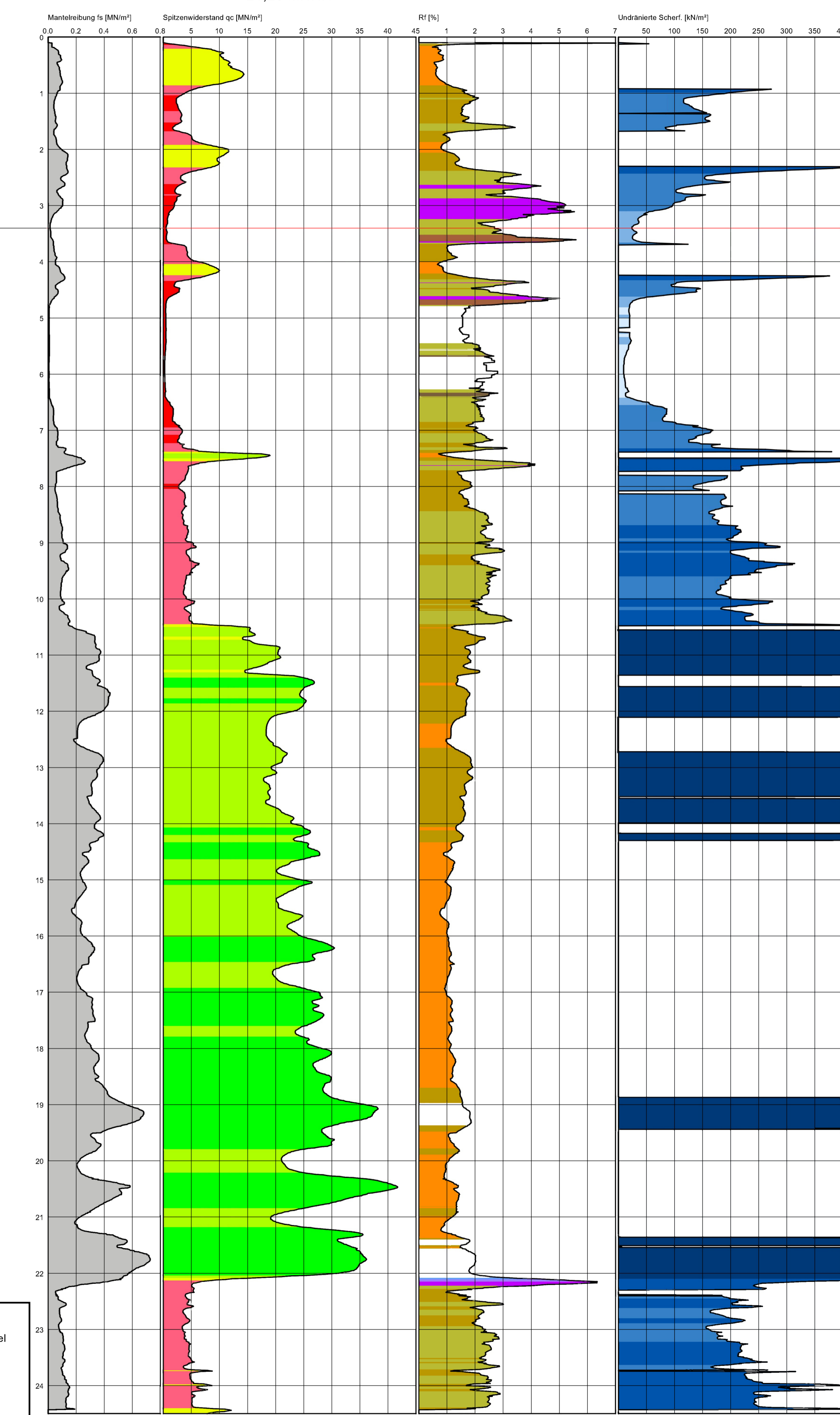
CPT 3 - Altaufschluss  
21,60 mNHN



KRB 5 - Altaufschluss



CPT 5 - Altaufschluss  
21,20 mNHN



**Legende**

klüftig	Geschiebemergel
fest	Geschiebelehm
halbfest - fest	Auffüllung
halbfest	Mittelsand
steif - halbsteif	Feinsand
steif	Sand
weich - steif	Schluff
weich	
breilig - weich	
breilig	
nass	

**Legende Spitzwiderstand**

GW angebohrt	sehr locker
GW Bohrende	locker
GW Ruhe	mittelmäßig
	dicht
	sehr dicht

A.Nr. 23127

Anlage 4-AB

**BV Steilshoop-Nord – Baufeld A und B**  
in  
Hamburg-Steilshoop

-  
**1. Geotechnischer Bericht**

**Baugrundbeurteilung und Gründungsberatung**

Kornverteilungen

**O + P Geotechnik GmbH**

22761 Hamburg · Mendelssohnstraße 15 F  
Fax 040-890 56 65 · Tel 040-810 00 90

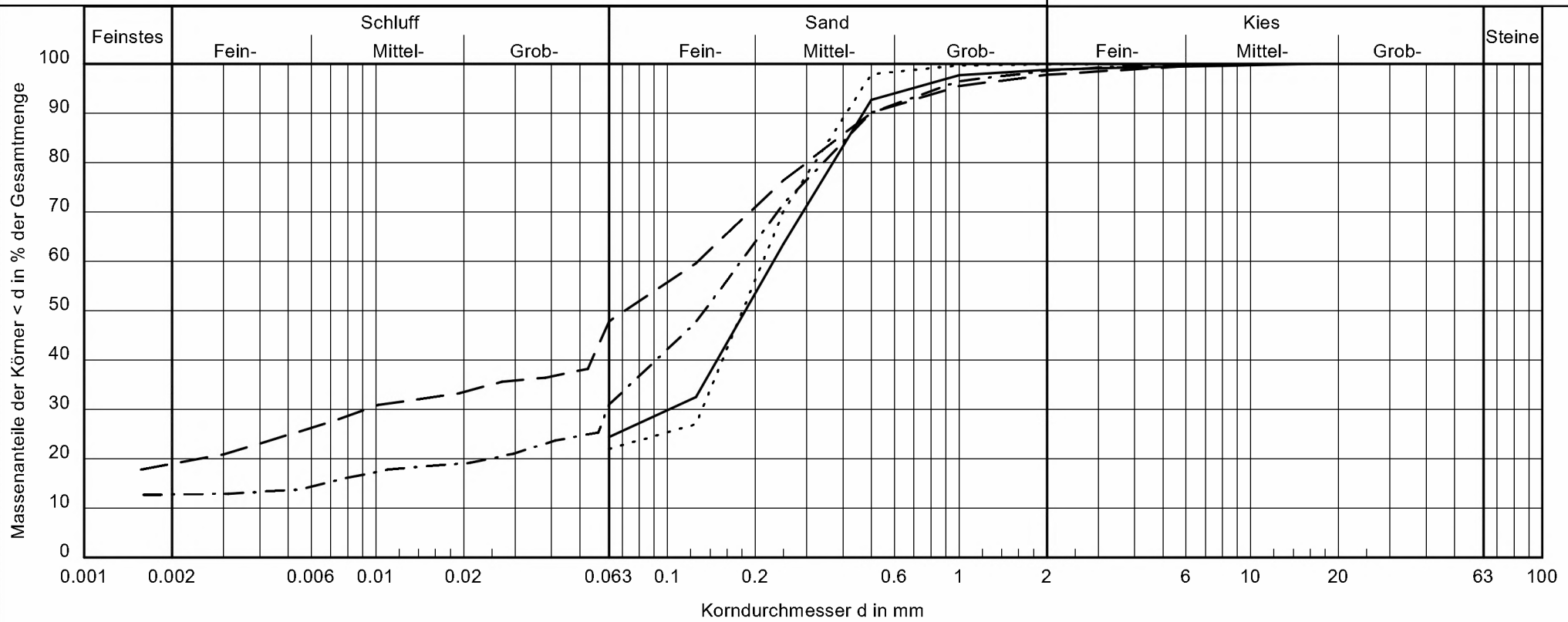
# Körnungslinie

Steilshoop Nord, Hamburg  
Baufeld A+B

Auftragsnummer: 23127

Probe entnommen am: 23.01. - 08.02.2024

Art der Entnahme: Kleinrammbohrung



Bezeichnung:	KRB A 1/3	KRB A 1/6 - 1/8	KRB A 3/6	KRB A 3/8
Bodenart:	S, u	S, u, t, g''	S, u, t', g''	mS, fs, u
Entnahmestelle:	Kleinrammbohrung A1	Kleinrammbohrung A1	Kleinrammbohrung A3	Kleinrammbohrung A 3
Tiefe:	2,50-3,50 m u. GOK	5,00-7,00 m u. GOK	4,00-6,00 m u. GOK	6,80-8,60 m u. GOK
k [m/s] nach Beyer:	-	-	-	-
Cu/Cc	-/-	-/-	-/-	-/-
T/U/S/G [%]:	- /24.4/74.4/1.2	18.7/29.1/49.9/2.2	12.8/18.2/67.7/1.3	- /22.0/78.0/0.0
Bodengruppe (DIN 18196):	SU*		SU*	SU*
Frostempfindlichkeit:	F3	-	F3	F3
Art der Siebung:	Nasssiebung	Kombinierte Analyse	Kombinierte Analyse	Nasssiebung
Signatur	_____	-----	-----	.....

Bemerkungen:

Datum: 18.04.2024

Bearbeiter: XXXXXXXXXX

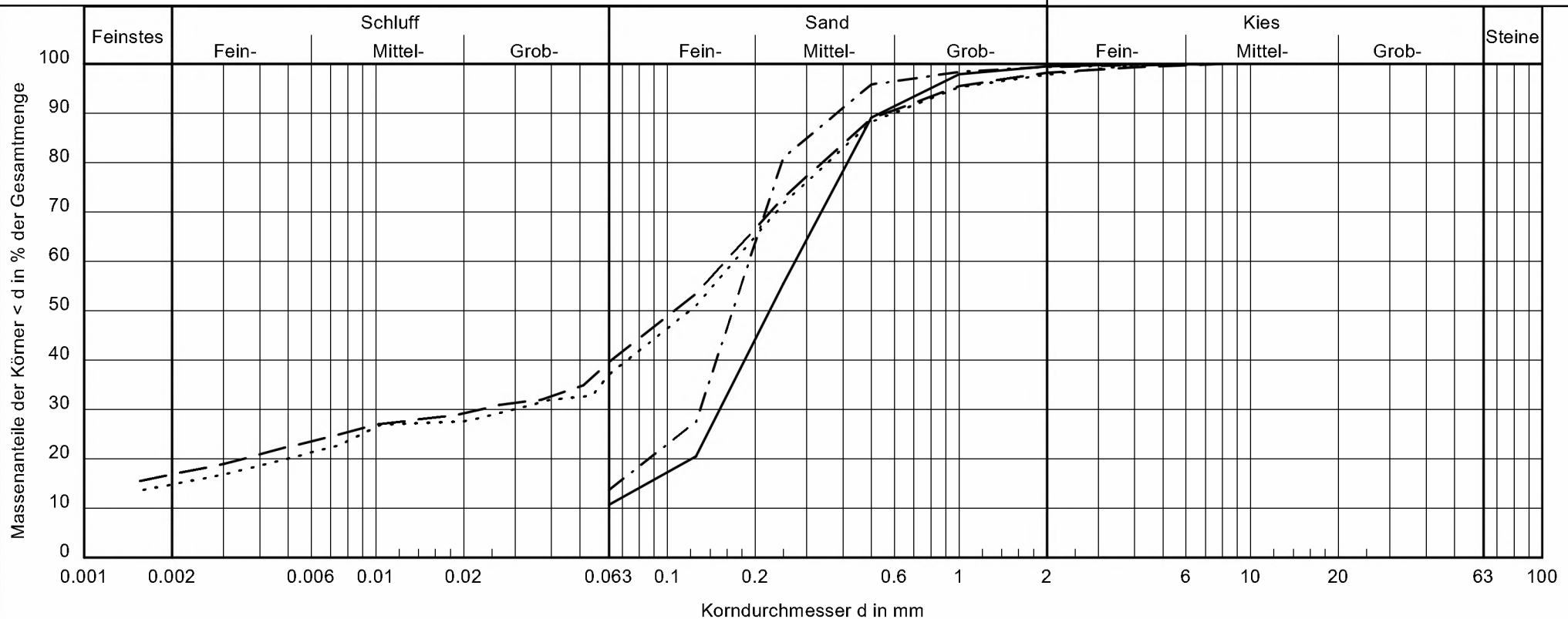
# Körnungslinie

Steilshoop Nord, Hamburg  
Baufeld A+B

Auftragsnummer: 23127

Probe entnommen am: 23.01. - 08.02.2024

Art der Entnahme: Kleinrammbohrung



Bezeichnung:	KRB B 1/5	KRB B 1/9 - 1/12	KRB B 2/9 - 2/11	KRB B 2/12 + 2/13
Bodenart:	mS, $\bar{f}_s$ , u', gs'	S, u, t, g''	fS, $\bar{m}_s$ , u', gs''	S, u, t', g''
Entnahmestelle:	Kleinrammbohrung B1	Kleinrammbohrung B1	Kleinrammbohrung B2	Kleinrammbohrung B2
Tiefe:	2,65-3,52 m u. GOK	7,20-10,50 m u. GOK	4,00-5,40 m u. GOK	5,40-7,00 m u. GOK
k [m/s] nach Beyer:	-	-	-	-
Cu/Cc	-/-	-/-	-/-	-/-
T/U/S/G [%]:	- /10.7/88.8/0.5	16.6/23.1/58.6/1.8	- /13.7/85.7/0.6	14.6/22.5/60.8/2.2
Bodengruppe (DIN 18196):	SU	SU*	SU	SU*
Frostempfindlichkeit:	F2	F3	F2	F3
Art der Siebung:	Nasssiebung	Kombinierte Analyse	Nasssiebung	Kombinierte Analyse
Signatur	_____	-----	-----	.....

Bemerkungen:

Bearbeiter: [Redacted]

Datum: 18.04.2024



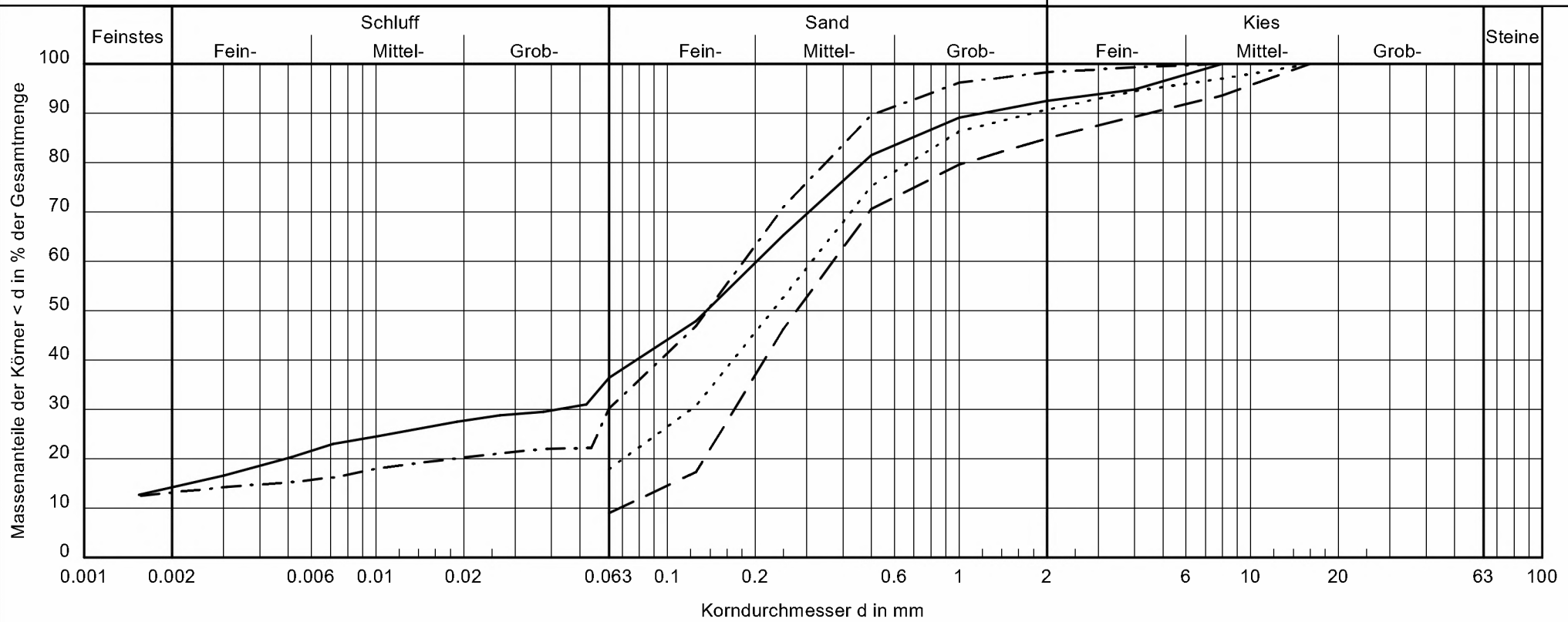
# Körnungslinie

Steilshoop Nord, Hamburg  
Baufeld A+B

Auftragsnummer: 23127

Probe entnommen am: 23.01. - 08.02.2024

Art der Entnahme: Kleinrammbohrung



Bezeichnung:	KRB B 2/14 - 2/16	KRB B 3/5	KRB B 3/6 + 3/7	KRB B 3/8
Bodenart:	S, u, t', g'	S, g, u'	S, u, t', g''	S, u, g'
Entnahmestelle:	Kleinrammbohrung B2	Kleinrammbohrung B3	Kleinrammbohrung B3	Kleinrammbohrung B3
Tiefe:	7,00-9,00 m u. GOK	2,20-4,10 m u. GOK	4,10-5,50 m u. GOK	5,50-6,65 m u. GOK
k [m/s] nach Beyer:	-	$3.8 \cdot 10^{-5}$	-	-
Cu/Cc	-/-	5.4/1.1	-/-	-/-
T/U/S/G [%]:	13.9/22.5/56.1/7.4	-/9.0/76.0/15.0	13.0/17.2/68.2/1.6	-/17.9/72.9/9.2
Bodengruppe (DIN 18196):	SU*	SU	SU*	SU*
Frostempfindlichkeit:	F3	F1	F3	F3
Art der Siebung:	Kombinierte Analyse	Nasssiebung	Kombinierte Analyse	Nasssiebung
Signatur	_____	-----	-----	.....

Bemerkungen:

Bearbeiter: [REDACTED] Datum: 18.04.2024

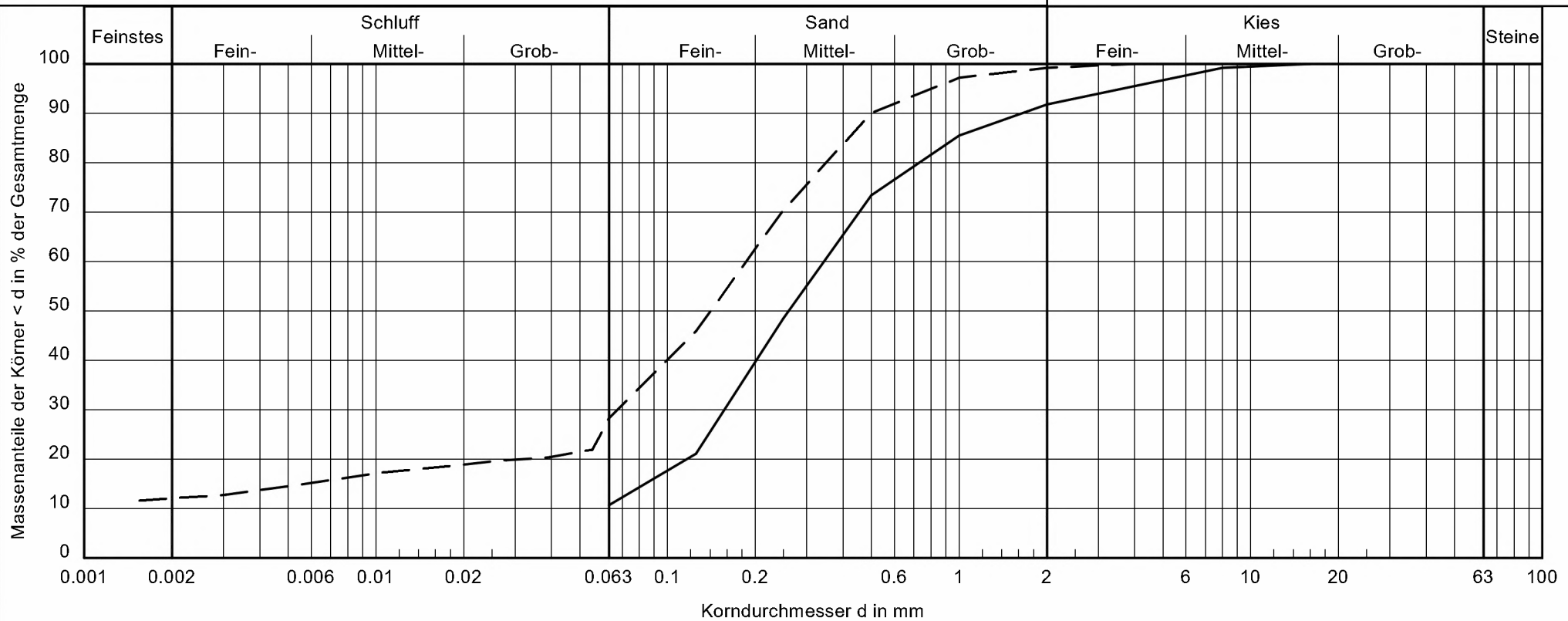
# Körnungslinie

Steilshoop Nord, Hamburg  
Baufeld A+B

Auftragsnummer: 23127

Probe entnommen am: 23.01. - 08.02.2024

Art der Entnahme: Kleinrammbohrung



Bezeichnung:	KRB B 4/6	KRB B 4/7 - B 4/8
Bodenart:	S, u', g'	S, u, t', g''
Entnahmestelle:	Kleinrammbohrung B4	Kleinrammbohrung B4
Tiefe:	2,40-3,90 m u. GOK	3,90-7,10
k [m/s] nach Beyer:	-	-
Cu/Cc	-/-	-/-
T/U/S/G [%]:	- /10.7/81.2/8.1	12.0/16.4/70.9/0.8
Bodengruppe (DIN 18196):	SU	SU*
Frostempfindlichkeit:	F2	F3
Art der Siebung:	Nasssiebung	Kombinierte Analyse
Signatur	_____	_____

Bemerkungen:

Datum: 18.04.2024

Bearbeiter: [REDACTED]

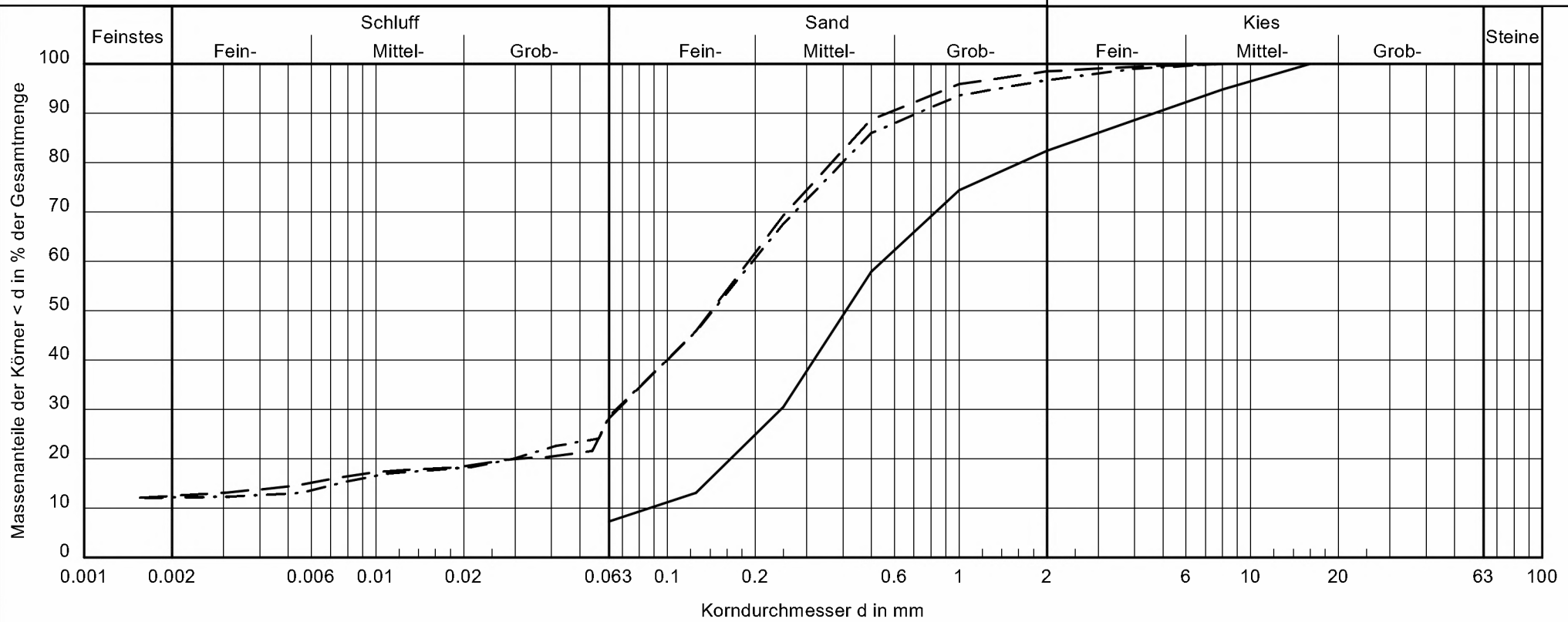
# Körnungslinie

Steilshoop Nord, Hamburg  
Baufeld A+B

Auftragsnummer: 23127

Probe entnommen am: 23.01. - 08.02.2024

Art der Entnahme: Kleinrammbohrung



Bezeichnung:	KRB B 5/2 + 5/3	KRB B 5/5	KRB B 6/6
Bodenart:	S, g, u'	S, u', t', g''	S, u, t', g''
Entnahmestelle:	Kleinrammbohrung B5	Kleinrammbohrung B5	Kleinrammbohrung B6
Tiefe:	0,50-3,00 m u. GOK	4,00-6,30 m u. GOK	5,00-6,00 m u. GOK
k [m/s] nach Beyer:	$6.1 \cdot 10^{-5}$	-	-
Cu/Cc	6.3/1.3	-/-	-/-
T/U/S/G [%]:	- /7.3/75.2/17.5	12.4/15.9/70.3/1.4	12.2/16.4/68.2/3.2
Bodengruppe (DIN 18196):	SU	SU*	SU*
Frostempfindlichkeit:	F1	F3	F3
Art der Siebung:	Nasssiebung	Kombinierte Analyse	Kombinierte Analyse
Signatur	_____	-----	-----

Bemerkungen:

Datum: 18.04.2024

Bearbeiter: ██████████

A.Nr. 23127

Anlage 5-AB

**BV Steilshoop-Nord – Baufeld A und B**  
in  
Hamburg-Steilshoop

-  
**1. Geotechnischer Bericht**

**Baugrundbeurteilung und Gründungsberatung**

Übersicht und Prüfzertifikat des chemischen Labor Eurofins -  
Detailergebnisse chemische Bodenanalysen

**O + P Geotechnik GmbH**

22761 Hamburg · Mendelssohnstraße 15 F  
Fax 040-890 56 65 · Tel 040-810 00 90

angewendete Vergleichstabelle: LAGA TR Boden (2004) Tabelle II.1.2-2/-4 + -3/-5

Bezeichnung	Einheit	BG	Methode	MP 1	Z0 Sand	Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2
Probennummer				324040952					
<b>Anzuwendende Klasse(n):</b>				<b>Z2</b>					
Probenvorbereitung									
Königswasseraufschluss (angewandte Methode)			L8:DIN EN 13657:2003-01;F5:DIN EN ISO 54321:2021-4	unter Rückfluss					
Physikalisch-chemische Kenngrößen aus der Originalsubstanz									
Trockenmasse	Ma.-%	0,1	DIN EN 14346, Verfahren A: 2007-03	80,9					
Elemente aus dem Königswasseraufschluss nach DIN EN 13657: 2003-01									
Arsen (As)	mg/kg TS	0,8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	8,4	10	15	45	45	150
Blei (Pb)	mg/kg TS	2	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	35	40	140	210	210	700
Cadmium (Cd)	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,3	0,4	1	3	3	10
Chrom (Cr)	mg/kg TS	1	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	232	30	120	180	180	600
Kupfer (Cu)	mg/kg TS	1	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	35	20	80	120	120	400
Nickel (Ni)	mg/kg TS	1	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	40	15	100	150	150	500
Thallium (Tl)	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,2	0,4	0,7	2,1	2,1	7
Quecksilber (Hg)	mg/kg TS	0,07	DIN EN ISO 12846 (E12): 2012-08	< 0,07	0,1	1	1,5	1,5	5
Zink (Zn)	mg/kg TS	1	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	128	60	300	450	450	1500
Anionen aus der Originalsubstanz									
Cyanide, gesamt	mg/kg TS	0,5	DIN ISO 17380: 2013-10	< 0,5			3	3	10
Organische Summenparameter aus der Originalsubstanz									
TOC	Ma.-% TS	0,1	DIN EN 15936: 2012-11 (AN,L8: Ver. A; FG,F5: Ver. B)	0,2	0,5	0,5	1,5	1,5	5
EOX	mg/kg TS	1,0	DIN 38414-17 (S17): 2017-01	< 1,0	1	1	3	3	10
Kohlenwasserstoffe C10-C22	mg/kg TS	40	DIN EN 14039: 2005-01/LAGA KW/04: 2019-09	< 40	100	200	300	300	1000
Kohlenwasserstoffe C10-C40	mg/kg TS	40	DIN EN 14039: 2005-01/LAGA KW/04: 2019-09	< 40		400	600	600	2000
BTEX aus der Originalsubstanz									
Benzol	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07	n.n.					
Toluol	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07	n.n.					
Ethylbenzol	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07	n.n.					
m-/p-Xylol	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07	n.n.					
o-Xylol	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07	n.n.					
Summe BTEX	mg/kg TS	berechnet		(n. b.)	1	1	1	1	1
LHKW aus der Originalsubstanz									
Dichlormethan	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07	n.n.					
trans-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07	n.n.					
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07	n.n.					
Chloroform (Trichlormethan)	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07	n.n.					
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07	n.n.					
Tetrachlormethan	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07	n.n.					
Trichlorethen	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07	n.n.					
Tetrachlorethen	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07	n.n.					
1,1-Dichlorethen	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07	n.n.					
1,2-Dichlorethan	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07	n.n.					
Summe LHKW (10 Parameter)	mg/kg TS	berechnet		(n. b.)	1	1	1	1	1
PCB aus der Originalsubstanz									
PCB 28	mg/kg TS	0,01	DIN EN 15308: 2016-12	< 0,01					
PCB 52	mg/kg TS	0,01	DIN EN 15308: 2016-12	< 0,01					
PCB 101	mg/kg TS	0,01	DIN EN 15308: 2016-12	< 0,01					
PCB 153	mg/kg TS	0,01	DIN EN 15308: 2016-12	< 0,01					
PCB 138	mg/kg TS	0,01	DIN EN 15308: 2016-12	< 0,01					
PCB 180	mg/kg TS	0,01	DIN EN 15308: 2016-12	< 0,01					
Summe 6 DIN-PCB exkl. BG	mg/kg TS		DIN EN 15308: 2016-12	(n. b.)	0,05	0,1	0,15	0,15	0,5
PAK aus der Originalsubstanz									
Naphthalin	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	n.n.					
Acenaphthylen	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	n.n.					
Acenaphthen	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	n.n.					
Fluoren	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	n.n.					
Phenanthren	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05					
Anthracen	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	n.n.					
Fluoranthren	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	0,08					
Pyren	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	0,09					
Benzofluoranthren	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	< 0,05					
Chrysen	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	< 0,05					
Benzofluoranthren	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	0,06					
Benzokjfluoranthren	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	< 0,05					
Benzofluoranthren	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	< 0,05	0,3	0,6	0,9	0,9	3
Indeno[1,2,3-cd]pyren	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	< 0,05					
Dibenzo[a,h]anthracen	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	n.n.					
Benzofluoranthren	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	< 0,05					
Summe 16 EPA-PAK exkl. BG	mg/kg TS		DIN ISO 18287: 2006-05	0,28	3	3	3	3	30
Physikal.-chem. Kenngrößen a.d. 10:1-Schütteleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01									
pH-Wert			DIN EN ISO 10523 (C5): 2012-04	10,1	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6 - 12	5,5 - 12
Leitfähigkeit bei 25°C	µS/cm	5	DIN EN 27888 (C8): 1993-11	98	250	250	250	1500	2000
Anionen aus dem 10:1-Schütteleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01									
Chlorid (Cl)	mg/l	1,0	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	< 1,0	30	30	30	50	100
Sulfat (SO4)	mg/l	1,0	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	3,2	20	20	20	50	200
Cyanide, gesamt	µg/l	5	DIN EN ISO 14403-2: 2012-10	< 5	5	5	5	10	20
Elemente aus dem 10:1-Schütteleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01									
Arsen (As)	µg/l	1	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	5	14	14	14	20	60
Blei (Pb)	µg/l	1	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	< 1	40	40	40	80	200
Cadmium (Cd)	µg/l	0,3	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	< 0,3	1,5	1,5	1,5	3	6
Chrom (Cr)	µg/l	1	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	2	12,5	12,5	12,5	25	60
Kupfer (Cu)	µg/l	5	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	< 5	20	20	20	60	100
Nickel (Ni)	µg/l	1	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	< 1	15	15	15	20	70
Quecksilber (Hg)	µg/l	0,2	DIN EN ISO 12846 (E12): 2012-08	< 0,2	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1	2
Zink (Zn)	µg/l	10	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	< 10	150	150	150	200	600
Org. Summenparameter aus dem 10:1-Schütteleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01									
Phenolindex, wasserdampfflüchtig	µg/l	10	DIN EN ISO 14402 (H37): 1999-12	< 10	20	20	20	40	100
Zusätzliche Messungen: Probenvorbereitung Feststoffe									
Probenbegleitprotokoll				siehe Anlage					
Probenmenge inkl. Verpackung	kg		DIN 19747: 2009-07	0,860					
Fremdstoffe (Art)			DIN 19747: 2009-07	keine					
Fremdstoffe (Menge)	g		DIN 19747: 2009-07	0,0					

Siebrückstand > 10mm			DIN 19747: 2009-07	nein				
Fremdstoffe (Anteil)	%	0,1	DIN 19747: 2009-07	< 0,1				
Rückstellprobe	g	100	Hausmethode	650				
Zusätzliche Messungen: Organische Summenparameter aus der Originalsubstanz								
Glühverlust (550 °C)	Ma.-% TS	0,1	DIN EN 15169: 2007-05	1,9				
Extrahierbare lipophile Stoffe	Ma.-% TS	0,02	LAGA KW/04: 2019-09	< 0,02				
Zusätzliche Messungen: BTEX und aromatische Kohlenwasserstoffe aus der Originalsubstanz								
Isopropylbenzol (Cumol)	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07	n.n.				
Styrol	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07	n.n.				
Summe BTEX + Styrol + Cumol	mg/kg TS		berechnet	(n. b.)				
Zusätzliche Messungen: PAK aus der Originalsubstanz								
Summe 15 PAK ohne Naphthalin exkl. BG	mg/kg TS		DIN ISO 18287: 2006-05	0,28				
Zusätzliche Messungen: PCB aus der Originalsubstanz								
PCB 118	mg/kg TS	0,01	DIN EN 15308: 2016-12	< 0,01				
Summe PCB (7)	mg/kg TS		DIN EN 15308: 2016-12	(n. b.)				
Zusätzliche Messungen: Phys.-chem. Kenngrößen aus dem 10:1-Schüttelleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01								
Temperatur pH-Wert	°C		DIN 38404-4 (C4): 1976-12	21,1				
Wasserlöslicher Anteil	Ma.-%	0,15	DIN EN 15216: 2008-01	< 0,15				
Gesamtgehalt an gelösten Feststoffen	mg/l	150	DIN EN 15216: 2008-01	< 150				
Zusätzliche Messungen: Anionen aus dem 10:1-Schüttelleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01								
Fluorid	mg/l	0,2	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	0,2				
Cyanid leicht freisetzbar / Cyanid frei	mg/l	0,005	DIN EN ISO 14403-2: 2012-10	< 0,005				
Zusätzliche Messungen: Elemente aus dem 10:1-Schüttelleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01								
Antimon (Sb)	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	< 0,001				
Barium (Ba)	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,006				
Molybdän (Mo)	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	< 0,001				
Seien (Se)	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	< 0,001				
Zusätzliche Messungen: Org. Summenparameter aus dem 10:1-Schüttelleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01								
Gelöster org. Kohlenstoff (DOC)	mg/l	1,0	DIN EN 1484 (H3): 2019-04	< 1,1				

n.b. : nicht berechenbar

n.u. : nicht untersucht

Detaillierte Informationen zu den verwendeten Grenz-, Zuordnungs-, Parameter-,  
Maßnahme- oder Richtwerten sind dem Original-Regelwerk zu entnehmen



PCB 118	mg/kg TS	0,01	DIN EN 15308:2016-12	<0,01	<0,01	<0,01					
Summe PCB (7)	mg/kg TS		DIN EN 15308:2016-12	(n. b.)	(n. b.)	(n. b.)					
Zusätzliche Messungen: Phys.-chem. Kenngrößen aus dem 10:1-Schüttteleuat nach DIN EN 12457-4:2003-01											
Temperatur pH-Wert	°C		DIN 38404-4 (C4):1976-12	21,3	19,0	19,4					
Wasserlöslicher Anteil	Ma.-%	0,15	DIN EN 15216:2008-01	<0,15	<0,15	0,20					
Gesamtgehalt an gelösten Feststoffen	mg/l	150	DIN EN 15216:2008-01	<150	<150	200					
Zusätzliche Messungen: Anionen aus dem 10:1-Schüttteleuat nach DIN EN 12457-4:2003-01											
Fluorid	mg/l	0,2	DIN EN ISO 10304-1 (D20):2009-07	0,3	0,4	<0,2					
Cyanid leicht freisetzbar / Cyanid frei	mg/l	0,005	DIN EN ISO 14403-2:2012-10	<0,005	<0,005	<0,005					
Zusätzliche Messungen: Elemente aus dem 10:1-Schüttteleuat nach DIN EN 12457-4:2003-01											
Antimon (Sb)	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01	0,001	0,001	<0,001					
Barium (Ba)	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01	0,015	0,009	0,009					
Molybdän (Mo)	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01	0,005	0,004	0,002					
Selen (Se)	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01	<0,001	<0,001	0,002					
Zusätzliche Messungen: Org. Summenparameter aus dem 10:1-Schüttteleuat nach DIN EN 12457-4:2003-01											
Gelöster org. Kohlenstoff (DOC)	mg/l	1,0	DIN EN 1484 (H3):2019-04	6,6	6,4	3,0					

n.b. : nicht berechenbar

n.u. : nicht untersucht

Detaillierte Informationen zu den verwendeten Grenz-, Zuordnungs-, Parameter-, Maßnahme- oder Richtwerten sind dem Original-Regelwerk zu entnehmen

angewendete Vergleichstabelle: DepV, DK 0 - III (04.07.2020)

Bezeichnung	Einheit	BG	Methode	MP 1	DK 0	DK I	DK II	DK III
Probennummer				324040952				
<b>Anzuwendende Klasse(n):</b>				<b>DK 0</b>				
Probenvorbereitung								
Probenmenge inkl. Verpackung	kg		DIN 19747: 2009-07	0,860				
Fremdstoffe (Menge)	g		DIN 19747: 2009-07	0,0				
Fremdstoffe (Anteil)	%	0,1	DIN 19747: 2009-07	< 0,1				
Rückstellprobe	g	100	Hausmethode	650				
Probenbegleitprotokoll				siehe Anlage				
Physikalisch-chemische Kenngrößen aus der Originalsubstanz								
Trockenmasse	Ma.-%	0,1	DIN EN 14346, Verfahren A: 2007-03	80,9				
Organischer Anteil des Trockenrückstandes der Originalsubstanz								
Glühverlust (550 °C)	Ma.-% TS	0,1	DIN EN 15169: 2007-05	1,9	3	3	5	10
TOC	Ma.-% TS	0,1	DIN EN 15936: 2012-11 (AN, L8: Ver.A; FG, F5: Ver.B)	0,2	1	1	3	6
Feststoffkriterien aus der Originalsubstanz								
Benzol	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07	n.n.				
Toluol	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07	n.n.				
Ethylbenzol	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07	n.n.				
m-/p-Xylol	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07	n.n.				
o-Xylol	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07	n.n.				
Styrol	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07	n.n.				
Isopropylbenzol (Cumol)	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07	n.n.				
Summe BTEX + Styrol + Cumol	mg/kg TS		berechnet	(n. b.)	6			
PCB 28	mg/kg TS	0,01	DIN EN 15308: 2016-12	< 0,01				
PCB 52	mg/kg TS	0,01	DIN EN 15308: 2016-12	< 0,01				
PCB 101	mg/kg TS	0,01	DIN EN 15308: 2016-12	< 0,01				
PCB 153	mg/kg TS	0,01	DIN EN 15308: 2016-12	< 0,01				
PCB 138	mg/kg TS	0,01	DIN EN 15308: 2016-12	< 0,01				
PCB 180	mg/kg TS	0,01	DIN EN 15308: 2016-12	< 0,01				
PCB 118	mg/kg TS	0,01	DIN EN 15308: 2016-12	< 0,01				
Summe PCB (7)	mg/kg TS		DIN EN 15308: 2016-12	(n. b.)	< 1			
Kohlenwasserstoffe C10-C22	mg/kg TS	40	DIN EN 14039: 2005-01/LAGA KW/04: 2019-09	< 40				
Kohlenwasserstoffe C10-C40	mg/kg TS	40	DIN EN 14039: 2005-01/LAGA KW/04: 2019-09	< 40	500			
Naphthalin	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	n.n.				
Acenaphthylen	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	n.n.				
Acenaphthen	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	n.n.				
Fluoren	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	n.n.				
Phenanthren	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05				
Anthracen	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	n.n.				
Fluoranthren	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	0,08				
Pyren	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	0,09				
Benzo[a]anthracen	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	< 0,05				
Chrysen	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	< 0,05				
Benzo[b]fluoranthren	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	0,06				
Benzo[k]fluoranthren	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	< 0,05				
Benzo[a]pyren	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	< 0,05				
Indeno[1,2,3-cd]pyren	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	< 0,05				
Dibenzo[a,h]anthracen	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	n.n.				
Benzo[ghi]perylene	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	< 0,05				
Summe 16 EPA-PAK exkl. BG	mg/kg TS		DIN ISO 18287: 2006-05	0,28	30			
Extrahierbare lipophile Stoffe	Ma.-% TS	0,02	LAGA KW/04: 2019-09	< 0,02	0,1	0,4	0,8	4
Eluatkriterien nach DIN EN 12457-4: 2003-01								
pH-Wert			DIN EN ISO 10523 (C5): 2012-04	10,1	5,5 - 13	5,5 - 13	5,5 - 13	4 - 13
Gelöster org. Kohlenstoff (DOC)	mg/l	1,0	DIN EN 1484 (H3): 2019-04	< 1,1	50	50	80	100
Phenolindex, wasserdampflich	mg/l	0,01	DIN EN ISO 14402 (H37): 1999-12	< 0,01	0,1	0,2	50	100
Arsen (As)	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,005	0,05	0,2	0,2	2,5
Blei (Pb)	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	< 0,001	0,05	0,2	1	5
Cadmium (Cd)	mg/l	0,0003	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	< 0,0003	0,004	0,05	0,1	0,5
Kupfer (Cu)	mg/l	0,005	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	< 0,005	0,2	1	5	10
Nickel (Ni)	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	< 0,001	0,04	0,2	1	4
Quecksilber (Hg)	mg/l	0,0002	DIN EN ISO 12846 (E12): 2012-08	< 0,0002	0,001	0,005	0,02	0,2
Zink (Zn)	mg/l	0,01	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	< 0,01	0,4	2	5	20
Chlorid (Cl)	mg/l	1,0	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	< 1,0	80	1500	1500	2500
Sulfat (SO4)	mg/l	1,0	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	3,2	100	2000	2000	5000
Cyanid leicht freisetzbar / Cyanid frei	mg/l	0,005	DIN EN ISO 14403-2: 2012-10	< 0,005	0,01	0,1	0,5	1
Fluorid	mg/l	0,2	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	0,2	1	5	15	50
Barium (Ba)	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,006	2	5	10	30
Chrom (Cr)	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,002	0,05	0,3	1	7
Molybdän (Mo)	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	< 0,001	0,05	0,3	1	3
Antimon (Sb)	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	< 0,001	0,006	0,03	0,07	0,5
Selen (Se)	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	< 0,001	0,01	0,03	0,05	0,7
Gesamtgehalt an gelösten Feststoffen	mg/l	150	DIN EN 15216: 2008-01	< 150	400	3000	6000	10000
Zusätzliche Messungen: Probenvorbereitung Feststoffe								
Fremdstoffe (Art)			DIN 19747: 2009-07	keine				
Siebrückstand > 10mm			DIN 19747: 2009-07	nein				
Königswasseraufschluss (angewandte Methode)			L8:DIN EN 13657:2003-01;F5:DIN EN ISO 54321:2021-4	unter Rückfluss				
Zusätzliche Messungen: Anionen aus der Originalsubstanz								
Cyanide, gesamt	mg/kg TS	0,5	DIN ISO 17380: 2013-10	< 0,5				
Zusätzliche Messungen: Elemente aus dem Königswasseraufschluss nach DIN EN 13657: 2003-01								
Arsen (As)	mg/kg TS	0,8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	8,4				
Blei (Pb)	mg/kg TS	2	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	35				
Cadmium (Cd)	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,3				
Chrom (Cr)	mg/kg TS	1	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	232				
Kupfer (Cu)	mg/kg TS	1	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	35				

Nickel (Ni)	mg/kg TS	1	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	40			
Quecksilber (Hg)	mg/kg TS	0,07	DIN EN ISO 12846 (E12): 2012-08	< 0,07			
Thallium (Tl)	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,2			
Zink (Zn)	mg/kg TS	1	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	128			
Zusätzliche Messungen: Organische Summenparameter aus der Originalsubstanz							
EOX	mg/kg TS	1,0	DIN 38414-17 (S17): 2017-01	< 1,0			
Zusätzliche Messungen: BTEX und aromatische Kohlenwasserstoffe aus der Originalsubstanz							
Summe BTEX	mg/kg TS		berechnet	(n. b.)			
Zusätzliche Messungen: LHKW aus der Originalsubstanz							
Dichlormethan	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07	n.n.			
trans-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07	n.n.			
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07	n.n.			
Chloroform (Trichlormethan)	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07	n.n.			
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07	n.n.			
Tetrachlormethan	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07	n.n.			
Trichlorethen	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07	n.n.			
Tetrachlorethen	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07	n.n.			
1,1-Dichlorethen	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07	n.n.			
1,2-Dichlorethan	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07	n.n.			
Summe LHKW (10 Parameter)	mg/kg TS		berechnet	(n. b.)			
Zusätzliche Messungen: PAK aus der Originalsubstanz							
Summe 15 PAK ohne Naphthalin exkl. BG	mg/kg TS		DIN ISO 18287: 2006-05	0,28			
Zusätzliche Messungen: PCB aus der Originalsubstanz							
Summe 6 DIN-PCB exkl. BG	mg/kg TS		DIN EN 15308: 2016-12	(n. b.)			
Zusätzliche Messungen: Phys.-chem. Kenngrößen aus dem 10:1-Schütteleluat nach DIN EN 12457-4: 2003-01							
Temperatur pH-Wert	°C		DIN 38404-4 (C4): 1976-12	21,1			
Leitfähigkeit bei 25°C	µS/cm	5	DIN EN 27888 (C8): 1993-11	98			
Wasserlöslicher Anteil	Ma.-%	0,15	DIN EN 15216: 2008-01	< 0,15			
Zusätzliche Messungen: Anionen aus dem 10:1-Schütteleluat nach DIN EN 12457-4: 2003-01							
Cyanide, gesamt	mg/l	0,005	DIN EN ISO 14403-2: 2012-10	< 0,005			

n.b. : nicht berechenbar

n.u. : nicht untersucht

Detaillierte Informationen zu den verwendeten Grenz-, Zuordnungs-, Parameter-, Maßnahme- oder Richtwerten sind dem Original-Regelwerk zu entnehmen

angewendete Vergleichstabelle: DepV, DK 0 - III (04.07.2020)

Bezeichnung	Einheit	BG	Methode	M 2	M 3	M 4	DK 0	DK I	DK II	DK III
Probennummer				324037965	324037966	324037967				
<b>Anzuwendende Klasse(n):</b>				<b>DK II</b>	<b>über DK III</b>	<b>DK 0</b>				
Probenvorbereitung										
Probenmenge inkl. Verpackung	kg		DIN 19747: 2009-07	1,13	1,11	0,800				
Fremdstoffe (Menge)	g		DIN 19747: 2009-07	0,0	0,0	0,0				
Fremdstoffe (Anteil)	%	0,1	DIN 19747: 2009-07	< 0,1	< 0,1	< 0,1				
Rückstellprobe	g	100	Hausmethode	320	271	550				
Probenbegleitprotokoll				siehe Anlage	siehe Anlage	siehe Anlage				
Physikalisch-chemische Kenngrößen aus der Originalsubstanz										
Trockenmasse	Ma.-%	0,1	DIN EN 14346, Verfahren A: 2007-03	90,8	87,8	89,8				
Organischer Anteil des Trockenrückstandes der Originalsubstanz										
Glühverlust (550 °C)	Ma.-% TS	0,1	DIN EN 15169: 2007-05	2,4	11,5	1,1	3	3	5	10
TOC	Ma.-% TS	0,1	DIN EN 15936: 2012-11 (AN, L8: Ver.A; FG, FS: Ver.B)	1,1	1,0	0,1	1	1	3	6
Feststoffkriterien aus der Originalsubstanz										
Benzol	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07	n.n.	n.n.	n.n.				
Toluol	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07	n.n.	n.n.	n.n.				
Ethylbenzol	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07	n.n.	n.n.	n.n.				
m-/p-Xylol	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07	n.n.	n.n.	n.n.				
o-Xylol	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07	n.n.	n.n.	n.n.				
Styrol	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07	n.n.	n.n.	n.n.				
Isopropylbenzol (Cumol)	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,06	n.n.	n.n.				
Summe BTEX + Styrol + Cumol	mg/kg TS	berechnet		0,06	(n. b.)	(n. b.)	6			
PCB 28	mg/kg TS	0,01	DIN EN 15308: 2016-12	< 0,01	< 0,01	< 0,01				
PCB 52	mg/kg TS	0,01	DIN EN 15308: 2016-12	< 0,01	< 0,01	< 0,01				
PCB 101	mg/kg TS	0,01	DIN EN 15308: 2016-12	< 0,01	< 0,01	< 0,01				
PCB 153	mg/kg TS	0,01	DIN EN 15308: 2016-12	< 0,01	< 0,01	< 0,01				
PCB 138	mg/kg TS	0,01	DIN EN 15308: 2016-12	< 0,01	< 0,01	< 0,01				
PCB 180	mg/kg TS	0,01	DIN EN 15308: 2016-12	< 0,01	< 0,01	< 0,01				
PCB 118	mg/kg TS	0,01	DIN EN 15308: 2016-12	< 0,01	< 0,01	< 0,01				
Summe PCB (7)	mg/kg TS		DIN EN 15308: 2016-12	(n. b.)	(n. b.)	(n. b.)	1			
Kohlenwasserstoffe C10-C22	mg/kg TS	40	DIN EN 14039: 2005-01/LAGA KW/04: 2019-09	64	< 40	< 40				
Kohlenwasserstoffe C10-C40	mg/kg TS	40	DIN EN 14039: 2005-01/LAGA KW/04: 2019-09	89	< 40	< 40	500			
Naphthalin	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	< 0,05	n.n.	n.n.				
Acenaphthylen	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	< 0,05	n.n.	n.n.				
Acenaphthen	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	< 0,05	n.n.	n.n.				
Fluoren	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	0,06	n.n.	n.n.				
Phenanthren	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	0,83	0,09	n.n.				
Anthracen	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	0,17	< 0,05	n.n.				
Fluoranthren	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	1,6	0,18	n.n.				
Pyren	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	1,2	0,14	n.n.				
Benzo[a]anthracen	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	0,70	0,09	n.n.				
Chrysen	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	0,62	0,08	n.n.				
Benzo[b]fluoranthren	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	0,87	0,14	n.n.				
Benzo[k]fluoranthren	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	0,31	< 0,05	n.n.				
Benzo[a]pyren	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	0,57	0,08	n.n.				
Indeno[1,2,3-cd]pyren	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	0,39	0,07	n.n.				
Dibenzo[a,h]anthracen	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	0,08	n.n.	n.n.				
Benzo[ghi]perylen	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	0,38	0,07	n.n.				
Summe 16 EPA-PAK exkl. BG	mg/kg TS		DIN ISO 18287: 2006-05	7,78	0,94	(n. b.)	30			
Extrahierbare lipophile Stoffe	Ma.-% TS	0,02	LAGA KW/04: 2019-09	0,07	< 0,02	< 0,02	0,1	0,4	0,8	4
Eluatkriterien nach DIN EN 12457-4: 2003-01										
pH-Wert			DIN EN ISO 10523 (C5): 2012-04	8,6	9,3	7,3	5,5-13	5,5-13	5,5-13	4-13
Gelöster org. Kohlenstoff (DOC)	mg/l	1,0	DIN EN 1484 (H3): 2019-04	6,6	6,4	3,0	50	50	80	100
Phenolindex, wasserdampflich	mg/l	0,01	DIN EN ISO 14402 (H37): 1999-12	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,1	0,2	50	100
Arsen (As)	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,004	0,005	< 0,001	0,05	0,2	0,2	2,5
Blei (Pb)	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	< 0,001	0,002	0,005	0,05	0,2	1	5
Cadmium (Cd)	mg/l	0,0003	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	0,004	0,05	0,1	0,5
Kupfer (Cu)	mg/l	0,005	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	< 0,005	0,005	0,006	0,2	1	5	10
Nickel (Ni)	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	< 0,001	< 0,001	0,001	0,04	0,2	1	4
Quecksilber (Hg)	mg/l	0,0002	DIN EN ISO 12846 (E12): 2012-08	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	0,001	0,005	0,02	0,2
Zink (Zn)	mg/l	0,01	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,4	2	5	20
Chlorid (Cl)	mg/l	1,0	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	< 1,0	< 1,0	< 1,0	80	1500	1500	2500
Sulfat (SO4)	mg/l	1,0	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	21	15	2,4	100	2000	2000	5000
Cyanid leicht: freisetzbar / Cyanid frei	mg/l	0,005	DIN EN ISO 14403-2: 2012-10	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,01	0,1	0,5	1
Fluorid	mg/l	0,2	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	0,3	0,4	< 0,2	1	5	15	50
Barium (Ba)	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,015	0,009	0,009	2	5	10	30
Chrom (Cr)	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,05	0,3	1	7
Molybdän (Mo)	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,005	0,004	0,002	0,05	0,3	1	3
Antimon (Sb)	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	0,001	< 0,001	0,006	0,03	0,07	0,5
Selen (Se)	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	< 0,001	< 0,001	0,002	0,01	0,03	0,05	0,7
Gesamtgehalt an gelöstem Feststoffen	mg/l	150	DIN EN 15216: 2008-01	< 150	< 150	200	400	3000	6000	10000
Zusätzliche Messungen: Probenvorbereitung Feststoffe										
Fremdstoffe (Art)			DIN 19747: 2009-07	keine	keine	keine				
Staubrückstand > 10mm			DIN 19747: 2009-07	nein	nein	nein				
Königswasseraufschluss (angewandte Methode)			L8:DIN EN 13657:2003-01;F5:DIN EN ISO 54321:2021-4	unter Rückfluss	unter Rückfluss	unter Rückfluss				
Zusätzliche Messungen: Anionen aus der Originalsubstanz										
Cyanide, gesamt	mg/kg TS	0,5	DIN ISO 17380: 2013-10	< 0,5	< 0,5	< 0,5				
Zusätzliche Messungen: Elemente aus dem Königswasseraufschluss nach DIN EN 13657: 2003-01										
Arsen (As)	mg/kg TS	0,8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	6,8	19,2	1,5				
Blei (Pb)	mg/kg TS	2	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	1200	147	39				
Cadmium (Cd)	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,8	2,4	< 0,2				
Chrom (Cr)	mg/kg TS	1	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	221	37	18				
Kupfer (Cu)	mg/kg TS	1	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	28	80	6				
Nickel (Ni)	mg/kg TS	1	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	10	30	6				
Quecksilber (Hg)	mg/kg TS	0,07	DIN EN ISO 12846 (E12): 2012-08	0,11	0,45	< 0,07				
Thallium (Tl)	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	< 0,2	< 0,2	< 0,2				
Zink (Zn)	mg/kg TS	1	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	654	722	30				
Zusätzliche Messungen: Organische Summenparameter aus der Originalsubstanz										
EOX	mg/kg TS	1,0	DIN 38414-17 (S17): 2017-01	< 1,0	< 1,0	< 1,0				
Zusätzliche Messungen: BTEX und aromatische Kohlenwasserstoffe aus der Originalsubstanz										
Summe BTEX	mg/kg TS		berechnet	(n. b.)	(n. b.)	(n. b.)				
Zusätzliche Messungen: LHKW aus der Originalsubstanz										
Dichlormethan	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07	n.n.	n.n.	n.n.				
trans-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07	n.n.	n.n.	n.n.				
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07	n.n.	n.n.	n.n.				
Chloroform (Trichlormethan)	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07	n.n.	n.n.	n.n.				
1,1,1-Trichlorethen	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07	n.n.	n.n.	n.n.				
Tetrachlormethan	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07	n.n.	n.n.	n.n.				
Trichlorethen	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07	n.n.	n.n.	n.n.				

Tetrachlorethen	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07	n.n.	n.n.	n.n.			
1,1-Dichlorethen	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07	n.n.	n.n.	n.n.			
1,2-Dichlorethan	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07	n.n.	n.n.	n.n.			
Summe LHKW (10 Parameter)	mg/kg TS	berechnet		(n. b.)	(n. b.)	(n. b.)			
Zusätzliche Messungen: PAK aus der Originalsubstanz									
Summe 15 PAK ohne Naphthalin exkl. BG	mg/kg TS		DIN ISO 18287: 2006-05	7,78	0,94	(n. b.)			
Zusätzliche Messungen: PCB aus der Originalsubstanz									
Summe 6 DIN-PCB exkl. BG	mg/kg TS		DIN EN 15308: 2016-12	(n. b.)	(n. b.)	(n. b.)			
Zusätzliche Messungen: Phys.-chem. Kenngrößen aus dem 10:1-Schüttteleuat nach									
Temperatur pH-Wert	°C		DIN 38404.4 (C4): 1976-12	21,3	19,0	19,4			
Leitfähigkeit bei 25°C	µS/cm	5	DIN EN 27888 (C8): 1993-11	122	95	14			
Wasserlöslicher Anteil	Ma.-%	0,15	DIN EN 15216: 2008-01	< 0,15	< 0,15	0,20			
Zusätzliche Messungen: Anionen aus dem 10:1-Schüttteleuat nach DIN EN 12457 4: 2003-01									
Cyanide, gesamt	µg/l	5	DIN EN ISO 14403-2: 2012-10	< 5	< 5	< 5			

n.b. : nicht berechenbar

n.u. : nicht untersucht

Detaillierte Informationen zu den verwendeten Grenz-, Zuordnungs-, Parameter-,  
Maßnahme- oder Richtwerten sind dem Original-Regelwerk zu entnehmen

angewendete Vergleichstabelle: BBodSchV Anl.2 Tab.4 und 5 MantelV, Prüf-/Maßnahmewerte für den Wirkungspfad Boden-Mensch

Bezeichnung	Einheit	BG	Methode	MP 5	32403/79/71	Prüfwerte Kinderspielflächen	Prüfwerte Wohngebiete	Prüfwerte Freizeit-/Parkanlagen	Prüfwerte Industrie-/Gewerbegrundstücke
<b>Anzuwendende Klasse(n):</b>									
<b>Prüfwerte Kinderspielflächen</b>									
Antonen aus der Originalsubstanz (Fraktion < 2 mm)									
Cyanide, gesamt	mg/kg TS	0,5	DIN ISO 17380: 2013-10	<0,5	50	50	50	50	100
Elemente aus dem Königswasser-aufschluss n. DIN EN 13657: 2003-01 (Fraktion < 2mm)									
Antimon (Sb)	mg/kg TS	1	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	1	50	100	250	250	250
Arsen (As)	mg/kg TS	0,8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	3,3	25	50	125	125	140
Blei (Pb)	mg/kg TS	30	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	30	200	400	1700	1700	2000
Cadmium (Cd)	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,2	10	20	50	50	60
Chrom (Cr)	mg/kg TS	1	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	7	200	400	400	200	200
Cobalt (Co)	mg/kg TS	1	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	3	300	600	600	300	300
Nickel (Ni)	mg/kg TS	1	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	6	70	140	350	900	900
Quecksilber (Hg)	mg/kg TS	0,07	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,13	10	20	50	100	100
Thallium (Tl)	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	<0,2	5	10	25	25	25
Elemente aus dem alkalischen Aufschluss (Fraktion < 2 mm)									
Chrom (VI)	mg/kg TS	0,5	DIN EN 15192: 2007-02	<0,5	130	250	250	250	130
PAK aus der Originalsubstanz (Fraktion < 2 mm)									
Benzol[a]pyren	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	0,22	0,5	1	1	1	5
Summe 16 EPA-PAK exkl. BG	mg/kg TS		berechnet	2,39					
PCB aus der Originalsubstanz (Fraktion < 2 mm)									
Summe 6 DIN PCB exkl. BG	mg/kg TS		berechnet	(n. b.)	0,4	0,8	2	2	40
Pestizide aus der Originalsubstanz (Fraktion < 2 mm)									
Pentachlorphenol (PCP)	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 14154: 2005-12	<0,05	50	100	250	250	500
Organochlorpestizide aus der Originalsubstanz (Fraktion < 2 mm)									
Aldrin	mg/kg TS	0,2	DIN ISO 10382 (MSD): 2003-05	<0,2	2	4	10	10	400
DDT (Summe)	mg/kg TS		berechnet	(n. b.)	40	80	200	200	400
HCH, beta-	mg/kg TS	0,5	DIN ISO 10382 (MSD): 2003-05	<0,6	5	10	25	25	400
Summe Hexachlorcyclohexane (HCH a-e)	mg/kg TS		berechnet	(n. b.)	5	10	25	25	400
Hexachlorbenzol (HCB)	mg/kg TS	0,1	DIN ISO 10382 (MSD): 2003-05	<0,1	4	8	20	20	200
Nitroverbindungen aus der Originalsubstanz (Fraktion < 2 mm)									
2,4-Dinitrotoluol	mg/kg TS	0,1	DIN ISO 11916-1: 2014-11	<0,1	3	6	15	15	50
2,6-Dinitrotoluol	mg/kg TS	0,1	DIN ISO 11916-1: 2014-11	<0,1	0,2	0,4	1	1	5
2,4,6-Trinitrotoluol (TNT)	mg/kg TS	0,1	DIN ISO 11916-1: 2014-11	<0,1	20	40	100	100	200
Hexogen (PDX)	mg/kg TS	0,1	DIN ISO 11916-1: 2014-11	<0,1	100	200	500	500	1000
Hexyl	mg/kg TS	0,2	DIN ISO 11916-1: 2014-11	<0,2	150	300	750	750	1500
Nitropenta (PETN)	mg/kg TS	0,5	DIN ISO 11916-1: 2014-11	<0,5	500	1000	2500	2500	5000
Zusätzliche Messungen: Probenvorbereitung Feststoffe									
Fraktion < 2 mm	%	0,1	DIN 19747: 2009-07	87,5					
Fraktion > 2 mm	%	0,1	DIN 19747: 2009-07	12,5					
Zusätzliche Messungen: Probenvorbereitung aus der Originalsubstanz (Fraktion < 2 mm)									
Königswasser-aufschluss (angewandte Methode)									
			18.DIN EN 13657:2003-01;F5.DIN EN ISO 54321:2021-4	unter Rückfluss					
Zusätzliche Messungen: Physikalisch-chemische Kenngrößen aus der Originalsubstanz									
Trockenmasse	Ma, %	0,1	DIN EN 14346, Verfahren A: 2007-03	78,3					
Zusätzliche Messungen: PAK aus der Originalsubstanz (Fraktion < 2 mm)									
Naphthalin	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	n.n.					
Acenaphthylen	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	<0,05					
Acenaphthen	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	n.n.					
Fluoren	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	n.n.					
Phenanthren	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	0,22					
Anthracen	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	<0,05					
Fluoranthren	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	0,42					
Pyren	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	0,31					
Benzol[a]anthracen	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	0,28					
Chrysen	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	0,20					
Benzol[b]fluoranthren	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	0,30					
Benzol[k]fluoranthren	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	0,12					
Indeno[1,2,3-cd]pyren	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	0,17					
Dibenzo[a,h]anthracen	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	<0,05					
Benzol[ghi]perylen	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	0,16					
Summe 15 PAK ohne Naphthalin exkl. BG	mg/kg TS		berechnet	2,39					
Zusätzliche Messungen: PCB aus der Originalsubstanz (Fraktion < 2 mm)									
PCB 28	mg/kg TS	0,01	DIN EN 17322: 2021-03	n.n.					
PCB 52	mg/kg TS	0,01	DIN EN 17322: 2021-03	n.n.					
PCB 101	mg/kg TS	0,01	DIN EN 17322: 2021-03	<0,01					
PCB 153	mg/kg TS	0,01	DIN EN 17322: 2021-03	n.n.					
PCB 138	mg/kg TS	0,01	DIN EN 17322: 2021-03	n.n.					
PCB 180	mg/kg TS	0,01	DIN EN 17322: 2021-03	<0,01					
PCB 118	mg/kg TS	0,01	DIN EN 17322: 2021-03	n.n.					
Summe-PCB (7)	mg/kg TS		berechnet	(n. b.)					
Zusätzliche Messungen: Organochlorpestizide aus der Originalsubstanz (Fraktion < 2 mm)									
DDT, o,p'-	mg/kg TS	0,1	DIN ISO 10382 (MSD): 2003-05	<0,1					
DDT, p,p'-	mg/kg TS	0,1	DIN ISO 10382 (MSD): 2003-05	<0,1					
HCH, alpha-	mg/kg TS	0,1	DIN ISO 10382 (MSD): 2003-05	<0,1					
HCH, gamma-(Lindan)	mg/kg TS	0,1	DIN ISO 10382 (MSD): 2003-05	<0,1					
HCH, delta-	mg/kg TS	0,5	DIN ISO 10382 (MSD): 2003-05	<0,6					
HCH, epsilon-	mg/kg TS	0,5	DIN ISO 10382 (MSD): 2003-05	<0,6					

n.b. : nicht berechenbar

n.u. : nicht untersucht

Detaillierte Informationen zu den verwendeten Grenz-, Zuordnungs-, Parameter-, Maßnahme- oder Richtwerten sind dem Original-Regelwerk zu entnehmen

Eurofins Umwelt Nord GmbH - Stenzelring 14 b - 21107 Hamburg

**KOP Geotechnik GmbH  
Mendelsohnstraße 15 F  
22761 Hamburg**

**Titel: Prüfbericht zu Auftrag 32408627**

**Prüfberichtsnummer: AR-24-JH-005924-01**

**Auftragsbezeichnung: 23127 Steilshop Nord Baufeld A+B**

**Anzahl Proben: 1**

**Probenart: Boden**

**Probenehmer: keine Angabe, Probe(n) wurde(n) an das Labor ausgehändigt**

**Probeneingangsdatum: 18.03.2024**

**Prüfzeitraum: 18.03.2024 - 27.03.2024**

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Prüfgegenstände. Sofern die Probenahme nicht durch unser Labor oder in unserem Auftrag erfolgte, wird hierfür keine Gewähr übernommen. Dieser Prüfbericht enthält eine qualifizierte elektronische Signatur und darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen in jedem Einzelfall der Genehmigung der EUROFINS UMWELT.

Es gelten die Allgemeinen Verkaufsbedingungen (AVB), sofern nicht andere Regelungen vereinbart sind. Die aktuellen AVB können Sie unter <http://www.eurofins.de/umwelt/avb.aspx> einsehen.

**Anhänge:**

*XML\_Export\_AR-24-JH-005924-01.xml*

Digital signiert, 27.03.2024

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	Probenbezeichnung		MP 1
				BG	Einheit	324040952
<b>Probenvorbereitung Feststoffe</b>						
Probenbegleitprotokoll	AN/f					siehe Anlage
Probenmenge inkl. Verpackung	AN/f	L8	DIN 19747: 2009-07		kg	0,860
Fremdstoffe (Art)	AN/f	L8	DIN 19747: 2009-07			keine
Fremdstoffe (Menge)	AN/f	L8	DIN 19747: 2009-07		g	0,0
Siebrückstand > 10mm	AN/f	L8	DIN 19747: 2009-07			nein
Fremdstoffe (Anteil)	AN/f	L8	DIN 19747: 2009-07	0,1	%	< 0,1
Rückstellprobe	AN/f		Hausmethode	100	g	650
Königswasseraufschluss (angewandte Methode)	AN/f	L8	L8:DIN EN 13657:2003-01;F5:DIN EN ISO 54321:2021-4			unter Rückfluss

**Physikalisch-chemische Kenngrößen aus der Originalsubstanz**

Trockenmasse	AN/f	L8	DIN EN 14346, Verfahren A: 2007-03	0,1	Ma.-%	80,9
--------------	------	----	------------------------------------	-----	-------	------

**Anionen aus der Originalsubstanz**

Cyanide, gesamt	AN/f	L8	DIN ISO 17380: 2013-10	0,5	mg/kg TS	< 0,5
-----------------	------	----	------------------------	-----	----------	-------

**Elemente aus dem Königswasseraufschluss nach DIN EN 13657: 2003-01**

Arsen (As)	AN/f	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,8	mg/kg TS	8,4
Blei (Pb)	AN/f	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	2	mg/kg TS	35
Cadmium (Cd)	AN/f	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,2	mg/kg TS	0,3
Chrom (Cr)	AN/f	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	1	mg/kg TS	232
Kupfer (Cu)	AN/f	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	1	mg/kg TS	35
Nickel (Ni)	AN/f	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	1	mg/kg TS	40
Quecksilber (Hg)	AN/f	L8	DIN EN ISO 12846 (E12): 2012-08	0,07	mg/kg TS	< 0,07
Thallium (Tl)	AN/f	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,2	mg/kg TS	0,2
Zink (Zn)	AN/f	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	1	mg/kg TS	128

**Organische Summenparameter aus der Originalsubstanz**

Glühverlust (550 °C)	AN/f	L8	DIN EN 15169: 2007-05	0,1	Ma.-% TS	1,9
TOC	AN/f	L8	DIN EN 15936: 2012-11 (AN,L8: Ver.A; FG,F5: Ver.B)	0,1	Ma.-% TS	0,2
EOX	AN/f	L8	DIN 38414-17 (S17): 2017-01	1,0	mg/kg TS	< 1,0
Extrahierbare lipophile Stoffe	AN/f	L8	LAGA KW/04: 2019-09	0,02	Ma.-% TS	< 0,02
Kohlenwasserstoffe C10-C22	AN/f	L8	DIN EN 14039: 2005-01/LAGA KW/04: 2019-09	40	mg/kg TS	< 40
Kohlenwasserstoffe C10-C40	AN/f	L8	DIN EN 14039: 2005-01/LAGA KW/04: 2019-09	40	mg/kg TS	< 40

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	Probenbezeichnung		MP 1
				BG	Einheit	324040952

**BTEX und aromatische Kohlenwasserstoffe aus der Originalsubstanz**

Benzol	AN/f	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	n.n. <sup>1)</sup>
Toluol	AN/f	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	n.n. <sup>1)</sup>
Ethylbenzol	AN/f	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	n.n. <sup>1)</sup>
m-/p-Xylol	AN/f	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	n.n. <sup>1)</sup>
o-Xylol	AN/f	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	n.n. <sup>1)</sup>
Summe BTEX	AN/f		berechnet		mg/kg TS	(n. b.) <sup>2)</sup>
Isopropylbenzol (Cumol)	AN/f	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	n.n. <sup>1)</sup>
Styrol	AN/f	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	n.n. <sup>1)</sup>
Summe BTEX + Styrol + Cumol	AN/f		berechnet		mg/kg TS	(n. b.) <sup>2)</sup>

**LHKW aus der Originalsubstanz**

Dichlormethan	AN/f	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	n.n. <sup>1)</sup>
trans-1,2-Dichlorethen	AN/f	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	n.n. <sup>1)</sup>
cis-1,2-Dichlorethen	AN/f	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	n.n. <sup>1)</sup>
Chloroform (Trichlormethan)	AN/f	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	n.n. <sup>1)</sup>
1,1,1-Trichlorethan	AN/f	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	n.n. <sup>1)</sup>
Tetrachlormethan	AN/f	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	n.n. <sup>1)</sup>
Trichlorethen	AN/f	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	n.n. <sup>1)</sup>
Tetrachlorethen	AN/f	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	n.n. <sup>1)</sup>
1,1-Dichlorethen	AN/f	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	n.n. <sup>1)</sup>
1,2-Dichlorethan	AN/f	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	n.n. <sup>1)</sup>
Summe LHKW (10 Parameter)	AN/f		berechnet		mg/kg TS	(n. b.) <sup>2)</sup>

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	Probenbezeichnung		MP 1
				BG	Einheit	324040952
<b>PAK aus der Originalsubstanz</b>						
Naphthalin	AN/f	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	n.n. <sup>1)</sup>
Acenaphthylen	AN/f	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	n.n. <sup>1)</sup>
Acenaphthen	AN/f	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	n.n. <sup>1)</sup>
Fluoren	AN/f	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	n.n. <sup>1)</sup>
Phenanthren	AN/f	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,05
Anthracen	AN/f	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	n.n. <sup>1)</sup>
Fluoranthren	AN/f	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,08
Pyren	AN/f	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,09
Benzo[a]anthracen	AN/f	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Chrysen	AN/f	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Benzo[b]fluoranthren	AN/f	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,06
Benzo[k]fluoranthren	AN/f	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Benzo[a]pyren	AN/f	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Indeno[1,2,3-cd]pyren	AN/f	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Dibenzo[a,h]anthracen	AN/f	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	n.n. <sup>1)</sup>
Benzo[ghi]perylen	AN/f	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Summe 16 EPA-PAK exkl. BG	AN/f	L8	DIN ISO 18287: 2006-05		mg/kg TS	0,28
Summe 15 PAK ohne Naphthalin exkl. BG	AN/f	L8	DIN ISO 18287: 2006-05		mg/kg TS	0,28

**PCB aus der Originalsubstanz**

PCB 28	AN/f	L8	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01
PCB 52	AN/f	L8	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01
PCB 101	AN/f	L8	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01
PCB 153	AN/f	L8	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01
PCB 138	AN/f	L8	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01
PCB 180	AN/f	L8	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01
Summe 6 DIN-PCB exkl. BG	AN/f	L8	DIN EN 15308: 2016-12		mg/kg TS	(n. b.) <sup>2)</sup>
PCB 118	AN/f	L8	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01
Summe PCB (7)	AN/f	L8	DIN EN 15308: 2016-12		mg/kg TS	(n. b.) <sup>2)</sup>

**Phys.-chem. Kenngrößen aus dem 10:1-Schütteleluat nach DIN EN 12457-4: 2003-01**

pH-Wert	AN/f	L8	DIN EN ISO 10523 (C5): 2012-04			10,1
Temperatur pH-Wert	AN/f	L8	DIN 38404-4 (C4): 1976-12		°C	21,1
Leitfähigkeit bei 25°C	AN/f	L8	DIN EN 27888 (C8): 1993-11	5	µS/cm	98
Wasserlöslicher Anteil	AN/f	L8	DIN EN 15216: 2008-01	0,15	Ma.-%	< 0,15
Gesamtgehalt an gelösten Feststoffen	AN/f	L8	DIN EN 15216: 2008-01	150	mg/l	< 150

**Anionen aus dem 10:1-Schütteleluat nach DIN EN 12457-4: 2003-01**

Fluorid	AN/f	L8	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	0,2	mg/l	0,2
Chlorid (Cl)	AN/f	L8	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	1,0	mg/l	< 1,0
Sulfat (SO <sub>4</sub> )	AN/f	L8	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	1,0	mg/l	3,2
Cyanide, gesamt	AN/f	L8	DIN EN ISO 14403-2: 2012-10	0,005	mg/l	< 0,005
Cyanid leicht freisetzbar / Cyanid frei	AN/f	L8	DIN EN ISO 14403-2: 2012-10	0,005	mg/l	< 0,005

Parameter	Lab.	Akk.	Methode	Probenbezeichnung		MP 1
				BG	Einheit	324040952
<b>Elemente aus dem 10:1-Schütteleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01</b>						
Antimon (Sb)	AN/f	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	< 0,001
Arsen (As)	AN/f	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	0,005
Barium (Ba)	AN/f	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	0,006
Blei (Pb)	AN/f	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	< 0,001
Cadmium (Cd)	AN/f	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,0003	mg/l	< 0,0003
Chrom (Cr)	AN/f	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	0,002
Kupfer (Cu)	AN/f	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,005	mg/l	< 0,005
Molybdän (Mo)	AN/f	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	< 0,001
Nickel (Ni)	AN/f	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	< 0,001
Quecksilber (Hg)	AN/f	L8	DIN EN ISO 12846 (E12): 2012-08	0,0002	mg/l	< 0,0002
Selen (Se)	AN/f	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	< 0,001
Zink (Zn)	AN/f	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,01	mg/l	< 0,01

**Org. Summenparameter aus dem 10:1-Schütteleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01**

Gelöster org. Kohlenstoff (DOC)	AN/f	L8	DIN EN 1484 (H3): 2019-04	1,0	mg/l	< 1,1 <sup>3)</sup>
Phenolindex, wasserdampflich	AN/f	L8	DIN EN ISO 14402 (H37): 1999-12	0,01	mg/l	< 0,01

## Erläuterungen

BG - Bestimmungsgrenze

Lab. - Kürzel des durchführenden Labors

Akk. - Akkreditierungskürzel des Prüflabors

Kommentare zu Ergebnissen

<sup>1)</sup> nicht nachweisbar

<sup>2)</sup> nicht berechenbar

<sup>3)</sup> Die Bestimmungsgrenze musste laborseitig erhöht werden.

Die mit AN gekennzeichneten Parameter wurden von der Eurofins Umwelt West GmbH (Vorgebirgsstrasse 20, Wesseling) analysiert. Die Bestimmung der mit L8 gekennzeichneten Parameter ist nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 DAkkS D-PL-14078-01-00 akkreditiert.

/f - Die Analyse des Parameters erfolgte in Fremdvergabe.

## Probenbegleitprotokoll nach DIN 19747 - Juli 2009 - Anhang A

Probennummer 324040952

Probenbeschreibung MP 1

### Probenvorbereitung

Probenehmer keine Angabe, Probe(n) wurde(n) an das Labor ausgehändigt

Probenahmeprotokoll (von der Feldprobe zur Laborprobe) liegt vor: Nein

Fremdstoffe (Menge): 0,0 g

Fremdstoffe (Anteil): < 0,1 %

Fremdstoffe (Art): keine

Siebrückstand > 10mm: nein

Siebrückstand wird auf < 10mm zerkleinert und dem Siebdurchgang beigemischt.

Probenteilung / Homogenisierung durch: Fraktionierendes Teilen

Rückstellprobe: 650 g

### Probenaufarbeitung (von der Prüfprobe zur Messprobe) \*\*\*\*)

Nr.	DK0	DKI, II, III	REK	Parameter	Zerkleinern **)	Trocknen	Feinzerkleinern ***)	Probenmenge
0	X	X	X	Trockenmasse	< 5 mm	Nein	Nein	15 g
1.01	X	X		Glühverlust	< 5 mm	40 °C	< 150 µm	10 g
1.02	X	X		TOC	< 5 mm	40 °C	< 150 µm	2 g
2.01	X			BTEX	Originalprobe (Stichprobe)	Nein	Nein	20 g + 20 ml Methanol
2.02 + 2.04	X		X	PAK/PCB	< 5 mm	Nein	Nein	12,5 g
2.03	X			MKW (C10 - C40)	< 5 mm	Nein	Nein	20 g
2.07	X	X		Lipophile Stoffe	< 5 mm	Verreiben mit Natriumsulfat	Nein	20 g
2.08 - 2.14			X	Metalle, Königswasser-aufschluss	< 5 mm	40 °C	< 150 µm	3 g
3.01 - 3.21	X	X	X	Eluat	Nein/ < 10 mm	Nein	Nein	100 g
1.01/1.02 *)	X	X		C-elementar	< 5 mm	40 °C	< 150 µm	2 g
1.01/1.02 *)	X	X		AT4	< 10 mm	Nein	Nein	300 g
1.01/1.02 *)	X	X		GB21	< 10 mm	Nein	Nein	200 g
1.01/1.02 *)	X	X		Brennwert	< 5 mm	105 °C	< 150 µm	5 g

Die Ergebnisse beziehen sich auf das sortenreine Prüfprobenmaterial nach Entfernung der Fremdmaterialien gemäß DIN 19747:2009-07.

\*) Zusatzparameter bei Überschreitung der genannten Grenzwerte

\*\*) Zerkleinern mittels Backenbrecher

\*\*\*) Feinzerkleinerung mittels Laborbackenbrecher

\*\*\*\*) Maximalumfang; gilt nur für die beauftragten Parameter

Eurofins Umwelt Nord GmbH - Stenzelring 14 b - 21107 Hamburg

**KOP Geotechnik GmbH  
Mendelsohnstraße 15 F  
22761 Hamburg**

**Titel: Prüfbericht zu Auftrag 32407894**  
**Prüfberichtsnummer: AR-24-JH-005737-01**

**Auftragsbezeichnung: BV 23127 Steilshoop Nord - Baufeld A + B**

**Anzahl Proben: 3**  
**Probenart: Boden**  
**Probenehmer: keine Angabe, Probe(n) wurde(n) an das Labor ausgehändigt**

**Probeneingangsdatum: 12.03.2024**  
**Prüfzeitraum: 12.03.2024 - 25.03.2024**

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Prüfgegenstände. Sofern die Probenahme nicht durch unser Labor oder in unserem Auftrag erfolgte, wird hierfür keine Gewähr übernommen. Dieser Prüfbericht enthält eine qualifizierte elektronische Signatur und darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen in jedem Einzelfall der Genehmigung der EUROFINS UMWELT.

Es gelten die Allgemeinen Verkaufsbedingungen (AVB), sofern nicht andere Regelungen vereinbart sind. Die aktuellen AVB können Sie unter <http://www.eurofins.de/umwelt/avb.aspx> einsehen.

**Anhänge:**

*XML\_Export\_AR-24-JH-005737-01.xml*



Digital signiert, 25.03.2024



				Probenbezeichnung		M 2	M 3	M 4
				Probnummer		324037965	324037966	324037967
Parameter	Lab.	Akk.	Methode	BG	Einheit			
<b>Probenvorbereitung Feststoffe</b>								
Probenbegleitprotokoll	AN/f					siehe Anlage	siehe Anlage	siehe Anlage
Probenmenge inkl. Verpackung	AN/f	L8	DIN 19747: 2009-07		kg	1,13	1,11	0,800
Fremdstoffe (Art)	AN/f	L8	DIN 19747: 2009-07			keine	keine	keine
Fremdstoffe (Menge)	AN/f	L8	DIN 19747: 2009-07		g	0,0	0,0	0,0
Siebrückstand > 10mm	AN/f	L8	DIN 19747: 2009-07			nein	nein	nein
Fremdstoffe (Anteil)	AN/f	L8	DIN 19747: 2009-07	0,1	%	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Rückstellprobe	AN/f		Hausmethode	100	g	320	271	550
Königswasseraufschluss (angewandte Methode)	AN/f	L8	L8:DIN EN 13657:2003-01;F5:DIN EN ISO 54321:2021-4			unter Rückfluss	unter Rückfluss	unter Rückfluss
<b>Physikalisch-chemische Kenngrößen aus der Originalsubstanz</b>								
Trockenmasse	AN/f	L8	DIN EN 14346, Verfahren A: 2007-03	0,1	Ma.-%	90,8	87,8	89,8
<b>Anionen aus der Originalsubstanz</b>								
Cyanide, gesamt	AN/f	L8	DIN ISO 17380: 2013-10	0,5	mg/kg TS	< 0,5	< 0,5	< 0,5
<b>Elemente aus dem Königswasseraufschluss nach DIN EN 13657: 2003-01</b>								
Arsen (As)	AN/f	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,8	mg/kg TS	6,8	19,2	1,5
Blei (Pb)	AN/f	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	2	mg/kg TS	1200	147	39
Cadmium (Cd)	AN/f	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,2	mg/kg TS	0,8	2,4	< 0,2
Chrom (Cr)	AN/f	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	1	mg/kg TS	221	37	18
Kupfer (Cu)	AN/f	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	1	mg/kg TS	28	80	6
Nickel (Ni)	AN/f	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	1	mg/kg TS	10	30	6
Quecksilber (Hg)	AN/f	L8	DIN EN ISO 12846 (E12): 2012-08	0,07	mg/kg TS	0,11	0,45	< 0,07
Thallium (Tl)	AN/f	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,2	mg/kg TS	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Zink (Zn)	AN/f	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	1	mg/kg TS	654	722	30
<b>Organische Summenparameter aus der Originalsubstanz</b>								
Glühverlust (550 °C)	AN/f	L8	DIN EN 15169: 2007-05	0,1	Ma.-% TS	2,4	11,5	1,1
TOC	AN/f	L8	DIN EN 15936: 2012-11 (AN,L8: Ver.A; FG,F5: Ver.B)	0,1	Ma.-% TS	1,1	10	0,1
EOX	AN/f	L8	DIN 38414-17 (S17): 2017-01	1,0	mg/kg TS	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Extrahierbare lipophile Stoffe	AN/f	L8	LAGA KW/04: 2019-09	0,02	Ma.-% TS	0,07	< 0,02	< 0,02
Kohlenwasserstoffe C10-C22	AN/f	L8	DIN EN 14039: 2005-01/LAGA KW/04: 2019-09	40	mg/kg TS	64	< 40	< 40
Kohlenwasserstoffe C10-C40	AN/f	L8	DIN EN 14039: 2005-01/LAGA KW/04: 2019-09	40	mg/kg TS	89	< 40	< 40

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	Probenbezeichnung		M 2	M 3	M 4
				BG	Einheit	324037965	324037966	324037967

**BTEX und aromatische Kohlenwasserstoffe aus der Originalsubstanz**

Benzol	AN/f	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	n.n. <sup>1)</sup>	n.n. <sup>1)</sup>	n.n. <sup>1)</sup>
Toluol	AN/f	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	n.n. <sup>1)</sup>	n.n. <sup>1)</sup>	n.n. <sup>1)</sup>
Ethylbenzol	AN/f	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	n.n. <sup>1)</sup>	n.n. <sup>1)</sup>	n.n. <sup>1)</sup>
m-/p-Xylol	AN/f	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	n.n. <sup>1)</sup>	n.n. <sup>1)</sup>	n.n. <sup>1)</sup>
o-Xylol	AN/f	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	n.n. <sup>1)</sup>	n.n. <sup>1)</sup>	n.n. <sup>1)</sup>
Summe BTEX	AN/f		berechnet		mg/kg TS	(n. b.) <sup>2)</sup>	(n. b.) <sup>2)</sup>	(n. b.) <sup>2)</sup>
Isopropylbenzol (Cumol)	AN/f	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	0,06	n.n. <sup>1)</sup>	n.n. <sup>1)</sup>
Styrol	AN/f	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	n.n. <sup>1)</sup>	n.n. <sup>1)</sup>	n.n. <sup>1)</sup>
Summe BTEX + Styrol + Cumol	AN/f		berechnet		mg/kg TS	0,06	(n. b.) <sup>2)</sup>	(n. b.) <sup>2)</sup>

**LHKW aus der Originalsubstanz**

Dichlormethan	AN/f	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	n.n. <sup>1)</sup>	n.n. <sup>1)</sup>	n.n. <sup>1)</sup>
trans-1,2-Dichlorethen	AN/f	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	n.n. <sup>1)</sup>	n.n. <sup>1)</sup>	n.n. <sup>1)</sup>
cis-1,2-Dichlorethen	AN/f	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	n.n. <sup>1)</sup>	n.n. <sup>1)</sup>	n.n. <sup>1)</sup>
Chloroform (Trichlormethan)	AN/f	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	n.n. <sup>1)</sup>	n.n. <sup>1)</sup>	n.n. <sup>1)</sup>
1,1,1-Trichlorethan	AN/f	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	n.n. <sup>1)</sup>	n.n. <sup>1)</sup>	n.n. <sup>1)</sup>
Tetrachlormethan	AN/f	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	n.n. <sup>1)</sup>	n.n. <sup>1)</sup>	n.n. <sup>1)</sup>
Trichlorethen	AN/f	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	n.n. <sup>1)</sup>	n.n. <sup>1)</sup>	n.n. <sup>1)</sup>
Tetrachlorethen	AN/f	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	n.n. <sup>1)</sup>	n.n. <sup>1)</sup>	n.n. <sup>1)</sup>
1,1-Dichlorethen	AN/f	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	n.n. <sup>1)</sup>	n.n. <sup>1)</sup>	n.n. <sup>1)</sup>
1,2-Dichlorethan	AN/f	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	n.n. <sup>1)</sup>	n.n. <sup>1)</sup>	n.n. <sup>1)</sup>
Summe LHKW (10 Parameter)	AN/f		berechnet		mg/kg TS	(n. b.) <sup>2)</sup>	(n. b.) <sup>2)</sup>	(n. b.) <sup>2)</sup>

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	Probenbezeichnung		M 2	M 3	M 4
				Probennummer	BG	Einheit	324037965	324037966
<b>PAK aus der Originalsubstanz</b>								
Naphthalin	AN/f	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	n.n. <sup>1)</sup>	n.n. <sup>1)</sup>
Acenaphthylen	AN/f	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	n.n. <sup>1)</sup>	n.n. <sup>1)</sup>
Acenaphthen	AN/f	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	n.n. <sup>1)</sup>	n.n. <sup>1)</sup>
Fluoren	AN/f	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,06	n.n. <sup>1)</sup>	n.n. <sup>1)</sup>
Phenanthren	AN/f	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,83	0,09	n.n. <sup>1)</sup>
Anthracen	AN/f	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,17	< 0,05	n.n. <sup>1)</sup>
Fluoranthren	AN/f	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	1,6	0,18	n.n. <sup>1)</sup>
Pyren	AN/f	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	1,2	0,14	n.n. <sup>1)</sup>
Benzo[a]anthracen	AN/f	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,70	0,09	n.n. <sup>1)</sup>
Chrysen	AN/f	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,62	0,08	n.n. <sup>1)</sup>
Benzo[b]fluoranthren	AN/f	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,87	0,14	n.n. <sup>1)</sup>
Benzo[k]fluoranthren	AN/f	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,31	< 0,05	n.n. <sup>1)</sup>
Benzo[a]pyren	AN/f	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,57	0,08	n.n. <sup>1)</sup>
Indeno[1,2,3-cd]pyren	AN/f	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,39	0,07	n.n. <sup>1)</sup>
Dibenzo[a,h]anthracen	AN/f	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,08	n.n. <sup>1)</sup>	n.n. <sup>1)</sup>
Benzo[ghi]perylen	AN/f	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,38	0,07	n.n. <sup>1)</sup>
Summe 16 EPA-PAK exkl. BG	AN/f	L8	DIN ISO 18287: 2006-05		mg/kg TS	7,78	0,94	(n. b.) <sup>2)</sup>
Summe 15 PAK ohne Naphthalin exkl. BG	AN/f	L8	DIN ISO 18287: 2006-05		mg/kg TS	7,78	0,94	(n. b.) <sup>2)</sup>

**PCB aus der Originalsubstanz**

PCB 28	AN/f	L8	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01
PCB 52	AN/f	L8	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01
PCB 101	AN/f	L8	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01
PCB 153	AN/f	L8	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01
PCB 138	AN/f	L8	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01
PCB 180	AN/f	L8	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Summe 6 DIN-PCB exkl. BG	AN/f	L8	DIN EN 15308: 2016-12		mg/kg TS	(n. b.) <sup>2)</sup>	(n. b.) <sup>2)</sup>	(n. b.) <sup>2)</sup>
PCB 118	AN/f	L8	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Summe PCB (7)	AN/f	L8	DIN EN 15308: 2016-12		mg/kg TS	(n. b.) <sup>2)</sup>	(n. b.) <sup>2)</sup>	(n. b.) <sup>2)</sup>

**Phys.-chem. Kenngrößen aus dem 10:1-Schütteleluat nach DIN EN 12457-4: 2003-01**

pH-Wert	AN/f	L8	DIN EN ISO 10523 (C5): 2012-04			8,6	9,3	7,3
Temperatur pH-Wert	AN/f	L8	DIN 38404-4 (C4): 1976-12		°C	21,3	19,0	19,4
Leitfähigkeit bei 25°C	AN/f	L8	DIN EN 27888 (C8): 1993-11	5	µS/cm	122	95	14
Wasserlöslicher Anteil	AN/f	L8	DIN EN 15216: 2008-01	0,15	Ma.-%	< 0,15	< 0,15	0,20
Gesamtgehalt an gelösten Feststoffen	AN/f	L8	DIN EN 15216: 2008-01	150	mg/l	< 150	< 150	200

**Anionen aus dem 10:1-Schütteleluat nach DIN EN 12457-4: 2003-01**

Fluorid	AN/f	L8	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	0,2	mg/l	0,3	0,4	< 0,2
Chlorid (Cl)	AN/f	L8	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	1,0	mg/l	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Sulfat (SO <sub>4</sub> )	AN/f	L8	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	1,0	mg/l	21	15	2,4
Cyanide, gesamt	AN/f	L8	DIN EN ISO 14403-2: 2012-10	0,005	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Cyanid leicht freisetzbar / Cyanid frei	AN/f	L8	DIN EN ISO 14403-2: 2012-10	0,005	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005

				Probenbezeichnung		M 2	M 3	M 4
				Probnummer		324037965	324037966	324037967
Parameter	Lab.	Akk.	Methode	BG	Einheit			
<b>Elemente aus dem 10:1-Schütteleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01</b>								
Antimon (Sb)	AN/f	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	0,001	0,001	< 0,001
Arsen (As)	AN/f	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	0,004	0,005	< 0,001
Barium (Ba)	AN/f	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	0,015	0,009	0,009
Blei (Pb)	AN/f	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	< 0,001	0,002	0,005
Cadmium (Cd)	AN/f	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,0003	mg/l	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003
Chrom (Cr)	AN/f	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Kupfer (Cu)	AN/f	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,005	mg/l	< 0,005	0,005	0,006
Molybdän (Mo)	AN/f	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	0,005	0,004	0,002
Nickel (Ni)	AN/f	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	< 0,001	< 0,001	0,001
Quecksilber (Hg)	AN/f	L8	DIN EN ISO 12846 (E12): 2012-08	0,0002	mg/l	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002
Selen (Se)	AN/f	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	< 0,001	< 0,001	0,002
Zink (Zn)	AN/f	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,01	mg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01

**Org. Summenparameter aus dem 10:1-Schütteleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01**

Gelöster org. Kohlenstoff (DOC)	AN/f	L8	DIN EN 1484 (H3): 2019-04	1,0	mg/l	6,6	6,4	3,0
Phenolindex, wasserdampflich	AN/f	L8	DIN EN ISO 14402 (H37): 1999-12	0,01	mg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01

## Erläuterungen

BG - Bestimmungsgrenze

Lab. - Kürzel des durchführenden Labors

Akk. - Akkreditierungskürzel des Prüflabors

Kommentare zu Ergebnissen

<sup>1)</sup> nicht nachweisbar

<sup>2)</sup> nicht berechenbar

Die mit AN gekennzeichneten Parameter wurden von der Eurofins Umwelt West GmbH (Vorgebirgsstrasse 20, Wesseling) analysiert. Die Bestimmung der mit L8 gekennzeichneten Parameter ist nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 DAkkS D-PL-14078-01-00 akkreditiert.

/f - Die Analyse des Parameters erfolgte in Fremdvergabe.

## Probenbegleitprotokoll nach DIN 19747 - Juli 2009 - Anhang A

Probennummer 324037965

Probenbeschreibung M 2

### Probenvorbereitung

Probenehmer keine Angabe, Probe(n) wurde(n) an das Labor ausgehändigt

Probenahmeprotokoll (von der Feldprobe zur Laborprobe) liegt vor: Nein

Fremdstoffe (Menge): 0,0 g

Fremdstoffe (Anteil): < 0,1 %

Fremdstoffe (Art): keine

Siebrückstand > 10mm: nein

Siebrückstand wird auf < 10mm zerkleinert und dem Siebdurchgang beigemischt.

Probenteilung / Homogenisierung durch: Fraktionierendes Teilen

Rückstellprobe: 320 g

### Probenaufarbeitung (von der Prüfprobe zur Messprobe) \*\*\*\*)

Nr.	DK0	DKI, II, III	REK	Parameter	Zerkleinern **)	Trocknen	Feinzerkleinern ***)	Probenmenge
0	X	X	X	Trockenmasse	< 5 mm	Nein	Nein	15 g
1.01	X	X		Glühverlust	< 5 mm	40 °C	< 150 µm	10 g
1.02	X	X		TOC	< 5 mm	40 °C	< 150 µm	2 g
2.01	X			BTEX	Originalprobe (Stichprobe)	Nein	Nein	20 g + 20 ml Methanol
2.02 + 2.04	X		X	PAK/PCB	< 5 mm	Nein	Nein	12,5 g
2.03	X			MKW (C10 - C40)	< 5 mm	Nein	Nein	20 g
2.07	X	X		Lipophile Stoffe	< 5 mm	Verreiben mit Natriumsulfat	Nein	20 g
2.08 - 2.14			X	Metalle, Königswasser-aufschluss	< 5 mm	40 °C	< 150 µm	3 g
3.01 - 3.21	X	X	X	Eluat	Nein/ < 10 mm	Nein	Nein	100 g
1.01/1.02 *)	X	X		C-elementar	< 5 mm	40 °C	< 150 µm	2 g
1.01/1.02 *)	X	X		AT4	< 10 mm	Nein	Nein	300 g
1.01/1.02 *)	X	X		GB21	< 10 mm	Nein	Nein	200 g
1.01/1.02 *)	X	X		Brennwert	< 5 mm	105 °C	< 150 µm	5 g

Die Ergebnisse beziehen sich auf das sortenreine Prüfprobenmaterial nach Entfernung der Fremdmaterialien gemäß DIN 19747:2009-07.

\*) Zusatzparameter bei Überschreitung der genannten Grenzwerte

\*\*) Zerkleinern mittels Backenbrecher

\*\*\*) Feinzerkleinerung mittels Laborbackenbrecher

\*\*\*\*) Maximalumfang; gilt nur für die beauftragten Parameter

## Probenbegleitprotokoll nach DIN 19747 - Juli 2009 - Anhang A

Probennummer 324037966

Probenbeschreibung M 3

### Probenvorbereitung

Probenehmer keine Angabe, Probe(n) wurde(n) an das Labor ausgehändigt

Probenahmeprotokoll (von der Feldprobe zur Laborprobe) liegt vor: Nein

Fremdstoffe (Menge): 0,0 g

Fremdstoffe (Anteil): < 0,1 %

Fremdstoffe (Art): keine

Siebrückstand > 10mm: nein

Siebrückstand wird auf < 10mm zerkleinert und dem Siebdurchgang beigemischt.

Probenteilung / Homogenisierung durch: Fraktionierendes Teilen

Rückstellprobe: 271 g

### Probenaufarbeitung (von der Prüfprobe zur Messprobe) \*\*\*\*)

Nr.	DK0	DKI, II, III	REK	Parameter	Zerkleinern **)	Trocknen	Feinzerkleinern ***)	Probenmenge
0	X	X	X	Trockenmasse	< 5 mm	Nein	Nein	15 g
1.01	X	X		Glühverlust	< 5 mm	40 °C	< 150 µm	10 g
1.02	X	X		TOC	< 5 mm	40 °C	< 150 µm	2 g
2.01	X			BTEX	Originalprobe (Stichprobe)	Nein	Nein	20 g + 20 ml Methanol
2.02 + 2.04	X		X	PAK/PCB	< 5 mm	Nein	Nein	12,5 g
2.03	X			MKW (C10 - C40)	< 5 mm	Nein	Nein	20 g
2.07	X	X		Lipophile Stoffe	< 5 mm	Verreiben mit Natriumsulfat	Nein	20 g
2.08 - 2.14			X	Metalle, Königswasser-aufschluss	< 5 mm	40 °C	< 150 µm	3 g
3.01 - 3.21	X	X	X	Eluat	Nein/ < 10 mm	Nein	Nein	100 g
1.01/1.02 *)	X	X		C-elementar	< 5 mm	40 °C	< 150 µm	2 g
1.01/1.02 *)	X	X		AT4	< 10 mm	Nein	Nein	300 g
1.01/1.02 *)	X	X		GB21	< 10 mm	Nein	Nein	200 g
1.01/1.02 *)	X	X		Brennwert	< 5 mm	105 °C	< 150 µm	5 g

Die Ergebnisse beziehen sich auf das sortenreine Prüfprobenmaterial nach Entfernung der Fremdmaterialien gemäß DIN 19747:2009-07.

\*) Zusatzparameter bei Überschreitung der genannten Grenzwerte

\*\*) Zerkleinern mittels Backenbrecher

\*\*\*) Feinzerkleinerung mittels Laborbackenbrecher

\*\*\*\*) Maximalumfang; gilt nur für die beauftragten Parameter

**Probenbegleitprotokoll nach DIN 19747 - Juli 2009 - Anhang A**

**Probennummer** 324037967  
**Probenbeschreibung** M 4

**Probenvorbereitung**

Probenehmer keine Angabe, Probe(n) wurde(n) an das Labor ausgehändigt  
 Probenahmeprotokoll (von der Feldprobe zur Laborprobe) liegt vor: Nein  
 Fremdstoffe (Menge): 0,0 g  
 Fremdstoffe (Anteil): < 0,1 %  
 Fremdstoffe (Art): keine  
 Siebrückstand > 10mm: nein  
 Siebrückstand wird auf < 10mm zerkleinert und dem Siebdurchgang beigemischt.  
 Probenteilung / Homogenisierung durch: Fraktionierendes Teilen  
 Rückstellprobe: 550 g

**Probenaufarbeitung (von der Prüfprobe zur Messprobe) \*\*\*\*)**

Nr.	DK0	DKI, II, III	REK	Parameter	Zerkleinern **)	Trocknen	Feinzerkleinern ***)	Probenmenge
0	X	X	X	Trockenmasse	< 5 mm	Nein	Nein	15 g
1.01	X	X		Glühverlust	< 5 mm	40 °C	< 150 µm	10 g
1.02	X	X		TOC	< 5 mm	40 °C	< 150 µm	2 g
2.01	X			BTEX	Originalprobe (Stichprobe)	Nein	Nein	20 g + 20 ml Methanol
2.02 + 2.04	X		X	PAK/PCB	< 5 mm	Nein	Nein	12,5 g
2.03	X			MKW (C10 - C40)	< 5 mm	Nein	Nein	20 g
2.07	X	X		Lipophile Stoffe	< 5 mm	Verreiben mit Natriumsulfat	Nein	20 g
2.08 - 2.14			X	Metalle, Königswasser-aufschluss	< 5 mm	40 °C	< 150 µm	3 g
3.01 - 3.21	X	X	X	Eluat	Nein/ < 10 mm	Nein	Nein	100 g
1.01/1.02 *)	X	X		C-elementar	< 5 mm	40 °C	< 150 µm	2 g
1.01/1.02 *)	X	X		AT4	< 10 mm	Nein	Nein	300 g
1.01/1.02 *)	X	X		GB21	< 10 mm	Nein	Nein	200 g
1.01/1.02 *)	X	X		Brennwert	< 5 mm	105 °C	< 150 µm	5 g

Die Ergebnisse beziehen sich auf das sortenreine Prüfprobenmaterial nach Entfernung der Fremdmaterialien gemäß DIN 19747:2009-07.

\*) Zusatzparameter bei Überschreitung der genannten Grenzwerte

\*\*) Zerkleinern mittels Backenbrecher

\*\*\*) Feinzerkleinerung mittels Laborbackenbrecher

\*\*\*\*) Maximalumfang; gilt nur für die beauftragten Parameter

Eurofins Umwelt Nord GmbH - Stenzelring 14 b - 21107 Hamburg

**KOP Geotechnik GmbH  
Mendelsohnstraße 15 F  
22761 Hamburg**

**Titel: Prüfbericht zu Auftrag 32407897**

**Prüfberichtsnummer: AR-24-JH-005468-01**

**Auftragsbezeichnung: BV 23127 Steilshoop Nord - Baufeld A + B**

**Anzahl Proben: 1**

**Probenart: Boden**

**Probenehmer: keine Angabe, Probe(n) wurde(n) an das Labor ausgehändigt**

**Probeneingangsdatum: 12.03.2024**

**Prüfzeitraum: 12.03.2024 - 22.03.2024**

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Prüfgegenstände. Sofern die Probenahme nicht durch unser Labor oder in unserem Auftrag erfolgte, wird hierfür keine Gewähr übernommen. Dieser Prüfbericht enthält eine qualifizierte elektronische Signatur und darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen in jedem Einzelfall der Genehmigung der EUROFINS UMWELT.

Es gelten die Allgemeinen Verkaufsbedingungen (AVB), sofern nicht andere Regelungen vereinbart sind. Die aktuellen AVB können Sie unter <http://www.eurofins.de/umwelt/avb.aspx> einsehen.

**Anhänge:**

*XML\_Export\_AR-24-JH-005468-01.xml*

Digital signiert, 22.03.2024

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	Vergleichswerte									Probenbezeichnung		MP 5
				Prüf- werte Kinder- spielflä- chen	Prüf- werte Wohnge- biete	Prüf- werte Freizeit-/ Parkan- lagen	Prüf- werte Industrie- /Gewer- begrund- stücke	Maßnah- men- werte Kinder- spielflä- chen	Maßnah- men- werte Wohnge- biete	Maßnah- men- werte Freizeit-/ Parkan- lagen	Maßnah- men- werte Industrie- /Gewer- begrund- stücke	BG	Einheit	324037971	
<b>Probenvorbereitung Feststoffe</b>															
Fraktion < 2 mm	AN/f	L8	DIN 19747: 2009-07										0,1	%	87,5 ± 7,9
Fraktion > 2 mm	AN/f	L8	DIN 19747: 2009-07										0,1	%	12,5 ± 1,1
<b>Probenvorbereitung aus der Originalsubstanz (Fraktion &lt; 2 mm)</b>															
Königswasseraufschluss (angewandte Methode)	AN/f	L8	L8:DIN EN 13657:2003-01;F5:DIN EN ISO 54321:2021-4												unter Rückfluss
<b>Physikalisch-chemische Kenngrößen aus der Originalsubstanz</b>															
Trockenmasse	AN/f	L8	DIN EN 14346, Verfahren A: 2007-03										0,1	Ma.-%	78,3 ± 7,8
<b>Anionen aus der Originalsubstanz (Fraktion &lt; 2 mm)</b>															
Cyanide, gesamt	AN/f	L8	DIN ISO 17380: 2013-10	50	50	50	100						0,5	mg/kg TS	< 0,5
<b>Elemente aus dem Königswasseraufschluss n. DIN EN 13657: 2003-01 (Fraktion &lt;2mm)</b>															
Antimon (Sb)	AN/f	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	50	100	250	250						1	mg/kg TS	1 ± 0,20
Arsen (As)	AN/f	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	25	50	125	140						0,8	mg/kg TS	3,3 ± 0,66
Blei (Pb)	AN/f	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	200	400	1000	2000						2	mg/kg TS	39 ± 7,8
Cadmium (Cd)	AN/f	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	10 <sup>4)</sup>	20 <sup>4)</sup>	50	60						0,2	mg/kg TS	0,2 ± 0,060
Chrom (Cr)	AN/f	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	200 <sup>5)</sup>	400 <sup>5)</sup>	400 <sup>5)</sup>	200 <sup>5)</sup>						1	mg/kg TS	7 ± 1,4
Cobalt (Co)	AN/f	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	300	600	600	300						1	mg/kg TS	3 ± 0,60
Nickel (Ni)	AN/f	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	70	140	350	900						1	mg/kg TS	6 ± 1,2
Quecksilber (Hg)	FR/f	F5	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	10	20	50	100						0,07	mg/kg TS	0,13 ± 0,026
Thallium (Tl)	AN/f	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	5	10	25							0,2	mg/kg TS	< 0,2

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	Vergleichswerte									Probenbezeichnung		MP 5
				Prüf- werte Kinder- spielflä- chen	Prüf- werte Wohnge- biete	Prüf- werte Freizeit-/ Parkan- lagen	Prüf- werte Industrie- /Gewer- begrund- stücke	Maßnah- men- werte Kinder- spielflä- chen	Maßnah- men- werte Wohnge- biete	Maßnah- men- werte Freizeit-/ Parkan- lagen	Maßnah- men- werte Industrie- /Gewer- begrund- stücke	BG	Einheit	324037971	
<b>Elemente aus dem alkalischen Aufschluss (Fraktion &lt; 2 mm)</b>															
Chrom (VI)	FR/f	F5	DIN EN 15192: 2007-02	130 <sup>5)</sup>	250 <sup>5)</sup>	250 <sup>5)</sup>	130 <sup>5)</sup>						0,5	mg/kg TS	< 0,5
<b>PAK aus der Originalsubstanz (Fraktion &lt; 2 mm)</b>															
Naphthalin	AN/f	L8	DIN ISO 18287: 2006-05										0,05	mg/kg TS	n.n. <sup>1)</sup>
Acenaphthylen	AN/f	L8	DIN ISO 18287: 2006-05										0,05	mg/kg TS	< 0,05
Acenaphthen	AN/f	L8	DIN ISO 18287: 2006-05										0,05	mg/kg TS	n.n. <sup>1)</sup>
Fluoren	AN/f	L8	DIN ISO 18287: 2006-05										0,05	mg/kg TS	n.n. <sup>1)</sup>
Phenanthren	AN/f	L8	DIN ISO 18287: 2006-05										0,05	mg/kg TS	0,22 ± 0,066
Anthracen	AN/f	L8	DIN ISO 18287: 2006-05										0,05	mg/kg TS	< 0,05
Fluoranthren	AN/f	L8	DIN ISO 18287: 2006-05										0,05	mg/kg TS	0,42 ± 0,13
Pyren	AN/f	L8	DIN ISO 18287: 2006-05										0,05	mg/kg TS	0,31 ± 0,11
Benzo[a]anthracen	AN/f	L8	DIN ISO 18287: 2006-05										0,05	mg/kg TS	0,28 ± 0,098
Chrysen	AN/f	L8	DIN ISO 18287: 2006-05										0,05	mg/kg TS	0,20 ± 0,070
Benzo[b]fluoranthren	AN/f	L8	DIN ISO 18287: 2006-05										0,05	mg/kg TS	0,30 ± 0,11
Benzo[k]fluoranthren	AN/f	L8	DIN ISO 18287: 2006-05										0,05	mg/kg TS	0,12 ± 0,042
Benzo[a]pyren	AN/f	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5 <sup>6)</sup>	1 <sup>6)</sup>	1 <sup>6)</sup>	5 <sup>6)</sup>						0,05	mg/kg TS	0,22 ± 0,077
Indeno[1,2,3-cd]pyren	AN/f	L8	DIN ISO 18287: 2006-05										0,05	mg/kg TS	0,17 ± 0,068
Dibenzo[a,h]anthracen	AN/f	L8	DIN ISO 18287: 2006-05										0,05	mg/kg TS	< 0,05
Benzo[ghi]perylen	AN/f	L8	DIN ISO 18287: 2006-05										0,05	mg/kg TS	0,16 ± 0,064
Summe 16 EPA-PAK exkl. BG	AN/f		berechnet											mg/kg TS	2,39
Summe 15 PAK ohne Naphthalin exkl. BG	AN/f		berechnet											mg/kg TS	2,39

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	Vergleichswerte									Probenbezeichnung		MP 5
				Prüf- werte Kinder- spielflä- chen	Prüf- werte Wohnge- biete	Prüf- werte Freizeit-/ Parkan- lagen	Prüf- werte Industrie- /Gewer- begrund- stücke	Maßnah- men- werte Kinder- spielflä- chen	Maßnah- men- werte Wohnge- biete	Maßnah- men- werte Freizeit-/ Parkan- lagen	Maßnah- men- werte Industrie- /Gewer- begrund- stücke	BG	Einheit	324037971	
<b>PCB aus der Originalsubstanz (Fraktion &lt; 2 mm)</b>															
PCB 28	AN/f	L8	DIN EN 17322: 2021-03										0,01	mg/kg TS	n.n. <sup>1)</sup>
PCB 52	AN/f	L8	DIN EN 17322: 2021-03										0,01	mg/kg TS	n.n. <sup>1)</sup>
PCB 101	AN/f	L8	DIN EN 17322: 2021-03										0,01	mg/kg TS	< 0,01
PCB 153	AN/f	L8	DIN EN 17322: 2021-03										0,01	mg/kg TS	n.n. <sup>1)</sup>
PCB 138	AN/f	L8	DIN EN 17322: 2021-03										0,01	mg/kg TS	n.n. <sup>1)</sup>
PCB 180	AN/f	L8	DIN EN 17322: 2021-03										0,01	mg/kg TS	< 0,01
Summe 6 DIN-PCB exkl. BG	AN/f		berechnet	0,4	0,8	2	40							mg/kg TS	(n. b.) <sup>2)</sup>
PCB 118	AN/f	L8	DIN EN 17322: 2021-03										0,01	mg/kg TS	n.n. <sup>1)</sup>
Summe PCB (7)	AN/f		berechnet											mg/kg TS	(n. b.) <sup>2)</sup>
<b>Phenole aus der Originalsubstanz (Fraktion &lt; 2 mm)</b>															
Pentachlorphenol (PCP)	FR/f	F5	DIN ISO 14154: 2005-12	50	100	250	500						0,05	mg/kg TS	< 0,05

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	Vergleichswerte									Probenbezeichnung		MP 5
				Prüf- werte Kinder- spielflä- chen	Prüf- werte Wohnge- biete	Prüf- werte Freizeit-/ Parkan- lagen	Prüf- werte Industrie- /Gewer- begrund- stücke	Maßnah- men- werte Kinder- spielflä- chen	Maßnah- men- werte Wohnge- biete	Maßnah- men- werte Freizeit-/ Parkan- lagen	Maßnah- men- werte Industrie- /Gewer- begrund- stücke	BG	Einheit	324037971	
<b>Organochlorpestizide aus der Originalsubstanz (Fraktion &lt; 2 mm)</b>															
Aldrin	AN/f	L8	DIN ISO 10382 (MSD): 2003-05	2	4	10							0,2	mg/kg TS	< 0,2
DDT, o,p'-	AN/f	L8	DIN ISO 10382 (MSD): 2003-05										0,1	mg/kg TS	< 0,1
DDT, p,p'-	AN/f	L8	DIN ISO 10382 (MSD): 2003-05										0,1	mg/kg TS	< 0,1
DDT (Summe)	AN/f		berechnet	40	80	200	400							mg/kg TS	(n. b.) <sup>2)</sup>
HCH, alpha-	AN/f	L8	DIN ISO 10382 (MSD): 2003-05										0,1	mg/kg TS	< 0,1
HCH, beta-	AN/f	L8	DIN ISO 10382 (MSD): 2003-05	5	10	25	400						0,5	mg/kg TS	< 0,6 <sup>3)</sup>
HCH, gamma- (Lindan)	AN/f	L8	DIN ISO 10382 (MSD): 2003-05										0,1	mg/kg TS	< 0,1
HCH, delta-	AN/f	L8	DIN ISO 10382 (MSD): 2003-05										0,5	mg/kg TS	< 0,6 <sup>3)</sup>
HCH, epsilon-	AN/f	L8	DIN ISO 10382 (MSD): 2003-05										0,5	mg/kg TS	< 0,6 <sup>3)</sup>
Summe Hexachlorcyclohexane (HCH a-e)	AN/f	L8	berechnet	5	10	25	400							mg/kg TS	(n. b.) <sup>2)</sup>
Hexachlorbenzol (HCB)	AN/f	L8	DIN ISO 10382 (MSD): 2003-05	4	8	20	200						0,1	mg/kg TS	< 0,1

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	Vergleichswerte								Probenbezeichnung		MP 5	
				Prüf-werte Kinder- spielflä- chen	Prüf- werte Wohnge- biete	Prüf- werte Freizeit-/ Parkan- lagen	Prüf- werte Industrie- /Gewer- begrund- stücke	Maßnah- men- werte Kinder- spielflä- chen	Maßnah- men- werte Wohnge- biete	Maßnah- men- werte Freizeit-/ Parkan- lagen	Maßnah- men- werte Industrie- /Gewer- begrund- stücke	Probennummer	Einheit	324037971	
<b>Nitroverbindungen aus der Originalsubstanz (Fraktion &lt; 2 mm)</b>															
2,4-Dinitrotoluol	AN/f	L8	DIN ISO 11916-1: 2014-11	3	6	15	50						0,1	mg/kg TS	< 0,1
2,6-Dinitrotoluol	AN/f	L8	DIN ISO 11916-1: 2014-11	0,2	0,4	1	5						0,1	mg/kg TS	< 0,1
2,4,6-Trinitrotoluol (TNT)	AN/f	L8	DIN ISO 11916-1: 2014-11	20	40	100	200						0,1	mg/kg TS	< 0,1
Hexogen (RDX)	AN/f	L8	DIN ISO 11916-1: 2014-11	100	200	500	1000						0,1	mg/kg TS	< 0,1
Hexyl	AN/f	L8	DIN ISO 11916-1: 2014-11	150	300	750	1500						0,2	mg/kg TS	< 0,2
Nitropenta (PETN)	AN/f	L8	DIN ISO 11916-1: 2014-11	500	1000	2500	5000						0,5	mg/kg TS	< 0,5

## Erläuterungen

BG - Bestimmungsgrenze

Lab. - Kürzel des durchführenden Labors

Akkr. - Akkreditierungskürzel des Prüflabors

Die Abschätzung der Messunsicherheit erfolgt auf Basis der DIN ISO 11352. Statistische Randbedingungen:  $k=2$ ;  $P=95\%$

Kommentare zu Ergebnissen

- 1) nicht nachweisbar
- 2) nicht berechenbar
- 3) Die Bestimmungsgrenze musste laborseitig erhöht werden.

Die mit AN gekennzeichneten Parameter wurden von der Eurofins Umwelt West GmbH (Vorgebirgsstrasse 20, Wesseling) analysiert. Die Bestimmung der mit L8 gekennzeichneten Parameter ist nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 DAkkS D-PL-14078-01-00 akkreditiert.

Die mit FR gekennzeichneten Parameter wurden von der Eurofins Umwelt Ost GmbH (Lindenstraße 11, Gewerbegebiet Freiberg Ost, Bobritzsch-Hilbersdorf) analysiert. Die Bestimmung der mit F5 gekennzeichneten Parameter ist nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 DAkkS D-PL-14081-01-00 akkreditiert.

/f - Die Analyse des Parameters erfolgte in Fremdvergabe.

## Erläuterungen zu Vergleichswerten

Untersuchung nach BBodSchV Anl.2 Tab.4 und 5 MantelV: Prüf-/Maßnahmenwerte für den Wirkungspfad Boden-Mensch.

- 4) In Haus- und Kleingärten, die sowohl als Aufenthaltsbereiche für Kinder als auch für den Anbau von Nahrungspflanzen genutzt werden, gilt für Cadmium ein Prüfwert von 2,0 mg/kg Trockenmasse.
- 5) Bei Überschreitung der Prüfwerte für Chrom gesamt ist der Anteil an Chrom VI zu messen und anhand der Prüfwerte für Chrom VI zu bewerten.
- 6) Der Boden ist auf alle PAK16 hin zu untersuchen. Die Prüfwerte beziehen sich auf den Gehalt an Benzo(a)pyren im Boden. Benzo(a)pyren repräsentiert dabei die Wirkung typischer PAK-Gemische auf ehemaligen Kokereien, ehemaligen Gaswerksgeländen und ehemaligen Teermischwerken/ -ölläger. Weicht das PAK-Muster oder der Anteil von Benzo(a)pyren an der Summe der Toxizitätsäquivalente im zu bewertenden Einzelfall deutlich von diesen typischen PAK-Gemischen ab, so ist dies bei der Anwendung der Prüfwerte zu berücksichtigen. Liegen die siedlungsbedingten Hintergrundwerte oberhalb der Prüfwerte für Benzo(a)pyren, ist dies bei der Bewertung der Untersuchungsergebnisse gemäß § 15 zu berücksichtigen.

Bei der Darstellung von Vergleichswerten im Prüfbericht handelt es sich um eine Serviceleistung der EUROFINS UMWELT. Die zitierten Vergleichswerte (Grenz-, Richt- oder sonstige Zuordnungswerte) sind teilweise vereinfacht dargestellt und berücksichtigen nicht alle Kommentare, Nebenbestimmungen und/oder Ausnahmeregelungen des entsprechenden Regelwerkes.

## Abgleich mit Vergleichswerten

Der Abgleich bezieht sich ausschließlich auf die in AR-24-JH-005468-01 aufgeführten Ergebnisse und erfolgt auf Basis eines rein numerischen Vergleichs des erhaltenen Messwertes mit den entsprechenden Vergleichswerten. Die Messunsicherheit des entsprechenden Verfahrens wird hierbei nicht berücksichtigt.

**Die im Prüfbericht AR-24-JH-005468-01 enthaltenen Proben weisen keine Überschreitung bzw. Verletzung eines Vergleichswertes der Liste BBodSchV Anl.2 Tab.4 und 5 MantelIV: Prüf-/Maßnahmenwerte für den Wirkungspfad Boden-Mensch auf. Der Untersuchungsstelle obliegt nicht die Festlegung der aus dem Vergleichswertabgleich abzuleitenden Maßnahmen.**