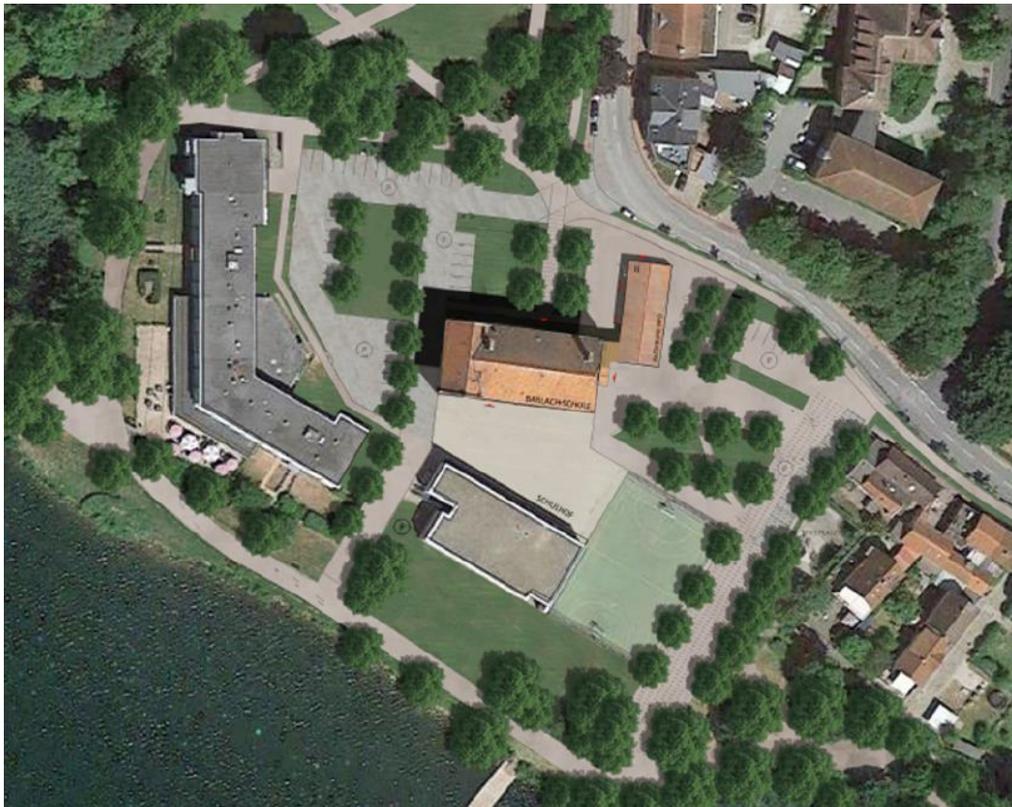


„Bebauungsplan Nr. 56, 2. Änderung“ und Sanierung und Modernisierung der ehem. Ernst-Barlach-Schule Ratzeburg

Geotechnisches Gutachten mit orientierender Schadstoff-
untersuchung



Auftraggeber

BIG Städtebau GmbH
Treuhänderischer Sanierungsträger der Stadt Ratzeburg
Eckernförder Straße 212
24119 Kronshagen

Bearbeiter*in IGB

Dipl.-Ing. Thomas Christoph
Sandra Langecker, M. Sc.
Dr.-Ing. Felix Jacobs

Projektnummer

23-2130 (01)

Dateiname

23-2130-01 2024-02-29 11 GeoGut Lan Chr

Datum

29.02.2024

Anschrift

IGB Ingenieurgesellschaft mbH
Kaistraße 101
24114 Kiel

Kontakt

T. +49 431 260 410-0
kiel@igb-ingenieure.de

www.igb-ingenieure.de

INHALTSVERZEICHNIS

1	VERANLASSUNG	6
2	UNTERLAGEN	6
3	ÖRTLICHE SITUATION, BAUVORHABEN UND GEOTECHNISCHE KATEGORIE	8
	3.1 Örtliche Situation	8
	3.2 Bauvorhaben	9
	3.3 Geotechnische Kategorie	12
4	UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE	12
	4.1 Untergrunderkundung	12
	4.2 Untergrundbeschreibung	13
	4.3 Grundwasserverhältnisse	16
	4.4 Bemessungswasserstand	16
5	BODENMECHANISCHE LABORVERSUCHE	17
	5.1 Wassergehalt	17
	5.2 Glühverlust	17
	5.3 Kornverteilung	18
6	CHARAKTERISTISCHE BODENKENNWERTE	18
7	BESTANDSGRÜNDUNG HISTORISCHES GEBÄUDE	19
8	GRÜNDUNG DES ANBAUS (TOURISTINFORMATION)	20
	8.1 Allgemein	20
	8.2 Gründungsempfehlung	20
	8.3 Bemessungsbodenprofil	21
	8.4 Charakteristische axiale Pfahlwiderstände:	21
	8.5 Setzungsverhalten	22
	8.6 Hinweise zur Tiefgründung	22
9	TROCKENHALTUNG BAUWERK	23
10	NEUGESTALTUNG FREI- UND VERKEHRSFLÄCHEN	23
	10.1 Allgemein	23
	10.2 Tragfähigkeit / Gründung	24
11	BAUTECHNISCHE UND ALLGEMEINE HINWEISE	24
	11.1 Allgemeine Hinweise zum Erdbau und Füllmaterial	24
	11.2 Wasserhaltungsmaßnahmen	25

11.3	Versickerung von Niederschlagswasser.....	25
11.4	Beweissicherung.....	25
12	ORIENTIERENDE SCHADSTOFFUNTERSUCHUNG	26
12.1	Grundlagen der Bewertung	26
12.2	Untersuchungsprogramm.....	27
12.3	Ergebnisse der chemischen Analytik.....	28
12.4	Bewertung und ergänzende Hinweise.....	29
13	ZUSAMMENFASSUNG	30

ANLAGENVERZEICHNIS

Anlage 1 **Lageplan**

Anlage 2 **Ergebnisse der Untergrunderkundung**

2.1 Untergrundaufschlüsse – Historisches Gebäude

2.2 Untergrundaufschlüsse – Neubau Touristinformation

2.3 Untergrundaufschlüsse – Freianlagen

Anlage 3 **Zusammenstellung der Versuchsergebnisse**

Anlage 4 **Kornverteilungskurven**

Anlage 5 **Ergebnisse der chemischen Analytik gemäß LAGA**

1 VERANLASSUNG

Im Rahmen der städtebaulichen Gesamtmaßnahme „Zukunftsgestaltung Daseinsvorsorge“ der Stadt Ratzeburg soll die Ernst-Barlach-Schule saniert und umgenutzt werden.

Die IGB Ingenieur Gesellschaft mbH (IGB) wurde von der BIG Städtebau GmbH mit der Vorbereitungs- und Vergabephase für die Baugrunduntersuchung, der Begleitung der Baugrunderkundung, der Durchführung von bodenmechanischen und chemischen Laborversuchen sowie der Zusammenfassung und Bewertung der Ergebnisse in einem Geotechnischen Gutachten beauftragt.

2 UNTERLAGEN

Zur Ausarbeitung des vorliegenden Geotechnischen Gutachtens standen folgende Unterlagen zur Verfügung:

BIG Städtebau GmbH, Kronshagen

- [1] Ehemalige Ernst-Barlach-Schule, Ratzeburg, Übersicht Beprobung Freianlagen, Maßstab: 1:250, Datum: 01.06.2023

Hannes Hamann Landschaftsarchitekten, Rostock

- [2] Ehemalige Ernst-Barlach-Schule, Bestandsleitungen und Vermessungsgrundlage, Maßstab: 1:250, Datum: 11.08.2023
- [3] Ehemalige Ernst-Barlach-Schule, Freianlagen V1.2 (Endzustand), Maßstab: 1:250, Datum: 11.08.2023

Stadt + Haus Architekten und Ingenieure GmbH & Co. KG, Wismar

- [4] Ehemalige Ernst-Barlach-Schule, Freianlagen V1 (Provisorium) Höhenplanung, Maßstab: 1:100, Datum: 14.08.2023
- [5] Umbau / Modernisierung der ehemaligen Ernst-Barlach-Schule, Vorplanung Grundriss Kellergeschoss Sondierstellen, Maßstab: 1:100, Datum: 25.08.2023
- [6] Umbau / Modernisierung der ehemaligen Ernst-Barlach-Schule, Vorplanung Grundriss Erdgeschoss Sondierstellen, Maßstab: 1:100, Datum: 25.08.2023
- [7] Umbau / Modernisierung der ehemaligen Ernst-Barlach-Schule, Vorplanung Ansicht Süd, Maßstab: 1:100, Datum: 17.08.2023
- [8] Umbau / Modernisierung der ehemaligen Ernst-Barlach-Schule, Vorplanung Ansicht West, Maßstab: 1:100, Datum: 17.08.2023
- [9] Umbau / Modernisierung der ehemaligen Ernst-Barlach-Schule, Vorplanung Ansicht Ost, Maßstab: 1:100, Datum: 17.08.2023

- [10] Umbau / Modernisierung der ehemaligen Ernst-Barlach-Schule, Vorplanung Ansicht Nord, Maßstab: 1:100, Datum: 29.08.2023
- [11] Umbau / Modernisierung der ehemaligen Ernst-Barlach-Schule, Vorplanung Grundriss Dachgeschoss, Maßstab: 1:100, Datum: 10.08.2023
- [12] Umbau / Modernisierung der ehemaligen Ernst-Barlach-Schule, Vorplanung Grundriss 2. Obergeschoss, Maßstab: 1:100, Datum: 10.08.2023
- [13] Umbau / Modernisierung der ehemaligen Ernst-Barlach-Schule, Vorplanung 1. Obergeschoss, Maßstab: 1:100, Datum: 10.08.2023
- [14] Umbau / Modernisierung der ehemaligen Ernst-Barlach-Schule, Vorplanung Erdgeschoss, Maßstab: 1:100, Datum: 17.08.2023
- [15] Umbau / Modernisierung der ehemaligen Ernst-Barlach-Schule, Vorplanung Grundriss Kellergeschoss, Maßstab: 1:100, Datum: 10.08.2023
- [16] Umbau / Modernisierung der ehemaligen Ernst-Barlach-Schule, Vorplanung Schnitt A-A, Maßstab: 1:100, Datum: 29.08.2023
- [17] Umbau / Modernisierung der ehemaligen Ernst-Barlach-Schule, Vorplanung Schnitt B-B, Maßstab: 1:100, Datum: 29.08.2023

Vermessungsbüro Kummer, Lübeck

- [18] Lageplan (Blatt 1/2), Maßstab: 1:250, Datum: 06.07.2022
- [19] Lageplan (Blatt 2/2) Maßstab: 1:250, Datum: 06.07.2022

Stadt Ratzeburg

- [20] Ernst-Barlach-Schule Seminarweg 1, Auszug aus dem ALKIS, Maßstab: 1:500, Datum: 30.11.2020

Ingenieurbüro Wrage & Partner, Mölln

- [21] Stadt Ratzeburg, Erweiterung der Ernst-Barlach-Schule, Lageplan Entwässerungsantrag, Maßstab: 1:500, Datum: 11.08.2005

Hans Werner Neumann, Ratzeburg

- [22] Umbau der Realschule Stadt Ratzeburg, Demolierung 1 – Ratzeburg, Schnitt Blatt 7, Maßstab: 1:100, Datum: August 1978

Vereinte Stadtwerke Netz GmbH

- [23] Ratzeburg, Seminarweg 1, Breitband, Maßstab: 1:500, Datum: 20.12.2023
- [24] Ratzeburg, Seminarweg 1, Gas, Maßstab 1:500, Datum: 20.12.2023
- [25] Ratzeburg, Seminarweg 1, Gas HD, Maßstab: 1:500, Datum: 20.12.2023
- [26] Ratzeburg, Seminarweg 1, Gas MD, Maßstab: 1:500, Datum: 20.12.2023

- [27] Ratzeburg, Seminarweg 1, Gas ND, Maßstab: 1:500, Datum: 20.12.2023
- [28] Ratzeburg, Seminarweg 1, Wasser, Maßstab: 1:500, Datum: 20.12.2023
- [29] Ratzeburg, Seminarweg 1, Strom NSP, Maßstab: 1:500, Datum: 20.12.2023
- [30] Ratzeburg, Seminarweg 1, Strom MSP, Maßstab: 1:500, Datum: 20.12.2023
- [31] Ratzeburg, Seminarweg 1, Strom FM, Maßstab: 1:500, Datum: 20.12.2023
- [32] Ratzeburg, Seminarweg 1, Strom BEL, Maßstab: 1:500, Datum: 20.12.2023
- [33] Ratzeburg, Seminarweg 1, Fernwärme, Maßstab: 1:500, Datum: 20.12.2023

Bohr- und Erkundungsgesellschaft mbH, Berlin

- [34] Lageplan, Aufmaß, Schichtenverzeichnisse der Kleinrammbohrungen KRB 1/24 bis KRB 12/24, Ergebnisse der Rammsondierungen DPH 11/24 bis DPL 12/24, Ausführung am 04.01.2024 und 05.01.2024

Eurofins Umwelt Nord GmbH, Schwentental

- [35] Prüfbericht-Nr.: AR-24-XF-000607-01 (LAGA TR Boden), Datum: 21.02.2024

3 ÖRTLICHE SITUATION, BAUVORHABEN UND GEOTECHNISCHE KATEGORIE

3.1 Örtliche Situation

Die Ernst-Barlach-Schule liegt zentral auf der Altstadtinsel der Stadt Ratzeburg und besteht aus zwei unterschiedlichen Gebäudeteilen, dem denkmalgeschützten Hauptgebäude (Ende 19. Jahrhundert) und die an das historische Schulgebäude angrenzenden Anbauten (Montessori-Inselhaus) aus den 1960er und 1980er Jahren.

Im Norden wird das Grundstück von dem Seminarweg und der Schulstraße und im Süden von der Promenade des Küchensees begrenzt. Auf dem Untersuchungsgrundstück befindet sich neben dem Gebäude der ehemaligen Ernst-Barlach-Schule, welches von der Freien Schule Ratzeburg genutzt wird, unter anderem noch das Montessori-Inselhaus Ratzeburg und die Pestalozzi-Förderschule sowie ein Sportplatz, s. Abbildung 1.

Die Untersuchungsfläche ist mit Asphalt sowie Pflastersteinen befestigt und wird von den umliegenden Schulen als Pausenflächen genutzt.



Abbildung 1 Luftbild [Quelle: Google Earth]

3.2 Bauvorhaben

Ziel der Aufstellung des Bebauungsplanes ist die Schaffung der planungsrechtlichen Voraussetzungen zur Realisierung eines Kultur- und Bildungszentrums in dem historischen Gebäude der Ernst-Barlach-Schule sowie die Absicherung des Bestandes der Pestalozzi-Förderschule. Dazu ist der Rückbau der vorhandenen Anbauten (Montessori-Inselhaus) geplant. In diesem Zuge kommt es zu einer Neuherstellung eines Anbaus für die Touristinformation. Gleichfalls wird eine Qualifizierung der Freiflächen rund um die Ernst-Barlach-Schule und die Pestalozzi-Förderschule unter Berücksichtigung des Denkmalschutzstatus des historischen Gebäudes angestrebt.

Umbau historisches Gebäude der Ernst-Barlach-Schule

Es ist ein Innenumbau des unterkellerten historischen Gebäudes der Ernst-Barlach-Schule geplant. Durch diesen Umbau inklusive eines Ausbaus des Erdgeschosses im östlichen Teil des Gebäudes zu einem Archiv kommt es zu einer Umlagerung von Lasten, die sich in Form von zusätzlichen Lasten auch auf die vorhandene Gründung auswirken.

Nach [22] ist der Altbau seinerzeit auf Pfählen tief gegründet worden vgl. Abbildung 2. Unter Berücksichtigung des Gebäudealters ist von einer Gründung auf Holzpfehlen auszugehen.

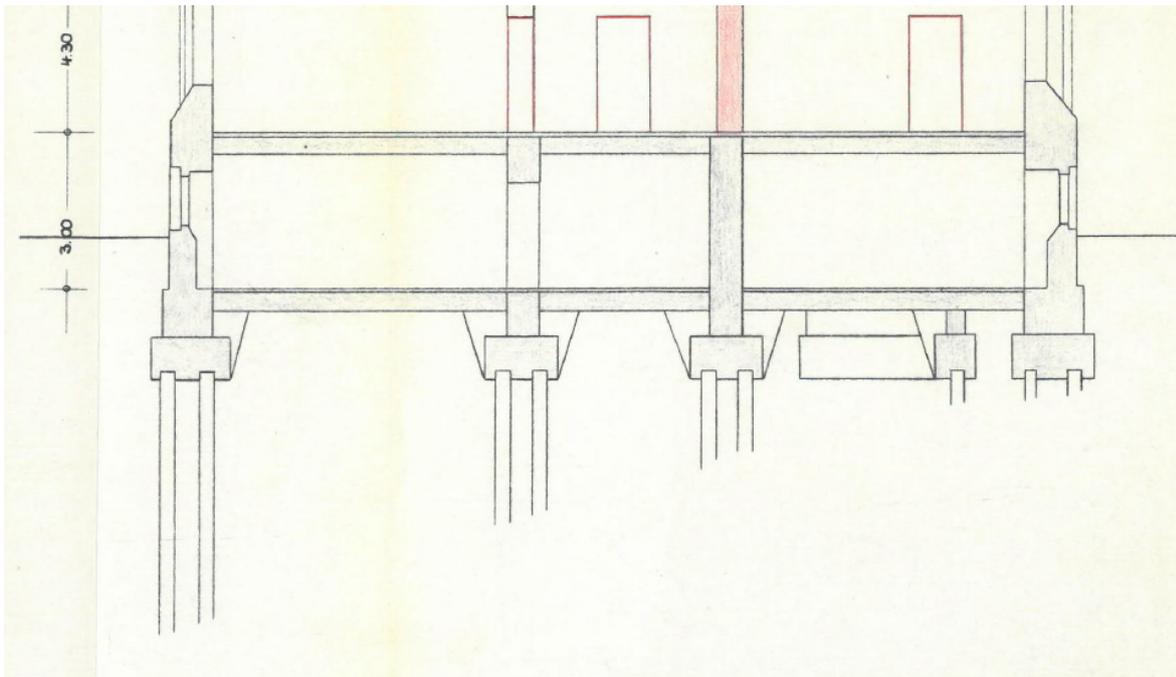


Abbildung 2 Auszug aus [22]

Aktuell liegen keine konkreten Angaben zu den Gründungspfählen (Art, Durchmesser, Längen) vor.

Durch die Umbauarbeiten und die daraus resultierenden Lastumlagerung kann es auch zu einer zusätzlichen Belastung einzelner Pfähle kommen. Über die exakte Höhe liegen bisher noch keine Angaben vor. Erste Angaben des Tragwerkplaners zufolge ist maximal mit Laststeigerungen für Pfähle von 15 % (einzelne Querwände im Kellergeschoss) zu rechnen.

Neubau Touristinformation

Nach Rückbau der aus den 60er und 80er Jahren stammenden Anbauten (Montessori-Inselhaus) ist der Neubau einer Touristinformation der Stadt Ratzeburg als Anbau an das bestehende historische Gebäude der ehemaligen Ernst-Barlach-Schule geplant, s. Abbildung 3.

Bei dem geplanten Neubau handelt es sich um einen eingeschossigen Anbau. Ein Kellergeschoss ist nicht geplant. Die geplante Touristinformation soll im östlichen Bereich an die vorhandene Bebauung anschließen. Der Grundriss wird eine Fläche von etwa 25 m x 10 m aufweisen, vgl. [6].

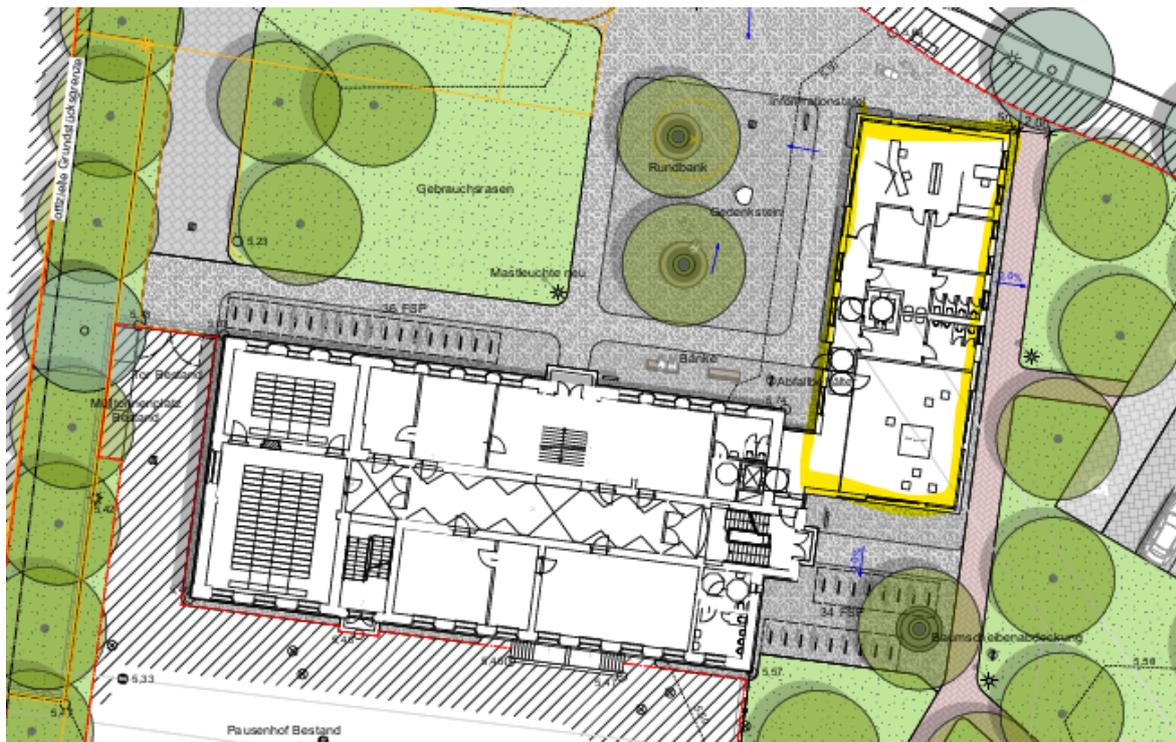


Abbildung 3 Auszug aus [6]

Im Rahmen dieses Gutachtens wird von folgender Höhenlage für den Neubau ausgegangen:

- OK-FF-EG: + 5,45 m NHN

Freiflächen

Die Neugestaltung der Freianlagen konzentriert sich vor allem auf den Bereich des Grundstücks östlich des historischen Gebäudes der Ernst-Barlach-Schule und auf den Teil nördlich des Gebäudes.

Im östlichen Bereich ist im Bereich des abzubrechenden Anbaus der Neubau eines Parkplatzes sowie die Neugestaltung mit Grünflächen und Fußwegen geplant. Nördlich der Ernst-Barlach-Schule kommt es zu einer Neugestaltung des Vorplatzes mit Grünflächen, Fahrradabstellmöglichkeiten, Sitzgelegenheiten sowie Parkplätzen, vgl. Abbildung 4.

Die Höhe der geplanten Verkehrswege und Parkplätze wird im Wesentlichen auf Höhe des vorhandenen Geländes entstehen.



Abbildung 4 Auszug aus [3]

3.3 Geotechnische Kategorie

Die geplanten Bauvorhaben sind gemäß DIN EN 1997-1¹, DIN EN 1997-2² und DIN EN 1997-2/NA³ in die Geotechnische Kategorie 2 einzuordnen.

4 UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE

4.1 Untergrunderkundung

Unter Berücksichtigung der geplanten Bebauung wurden am 04.01.2024 und am 05.01.2024 für die Erkundung der Untergrundverhältnisse im Planungsgebiet insgesamt 12 Kleinrammbohrungen (KRB) bis in Tiefen von 3 m bis 12 m unter GOK, siehe [34], ausgeführt.

¹ DIN EN 1997-1: Eurocode 7 – Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 1: Allgemeine Regeln

² DIN EN 1997-2: Eurocode 7 – Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds

³ DIN EN 1997-2/NA: Nationaler Anhang – National festgelegt Parameter - Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds

Zur Beurteilung der Lagerungsdichte rolliger Erdstoffe wurden am 05.01.2024 2 schwere Rammsondierungen (DPH) bis in Tiefen von 12 m unter GOK abgeteuft, vgl. [34].

Die Planung, Ausschreibung, Koordinierung und stichprobenartige Überwachung der Kleinrammbohrungen und Rammsondierungen erfolgte durch die IGB. Bei der Festlegung der Ansatzpunkte wurde die Lage des geplanten Neubaus und die örtlichen Gegebenheiten berücksichtigt. Die Kleinrammbohrungen sowie Rammsondierungen wurden durch die Bohr- und Erkundungsgesellschaft mbH, Berlin, ausgeführt.

Vor der Ausführung der Untergundaufschlüsse wurden zur Leitungserkundung Hand-schachtungen bis in eine Tiefe von rd. 1,5 m unter GOK hergestellt.

Die Aufschlusspunkte wurden auf Koten zwischen etwa + 5,16 m NHN und + 5,85 m NHN eingemessen. Als Höhenbezugspunkt diente ein Schachtdeckel, welcher sich in der Nähe der südwestlichen Ecke des historischen Gebäudes der Ernst-Barlach-Schule befindet. Für den Schachtdeckel wurde eine absolute Höhe von HBP = + 5,40 m NHN angenommen, vgl. Anlage 1. Die Lage des Höhenbezugspunktes kann ebenfalls dem Lageplan in Anlage 1 entnommen werden. Diese Bezugshöhe wurde gemäß [2] ungeprüft übernommen und sollte vermessungstechnisch bestätigt werden.

Gemäß Kampfmittelverordnung von Schleswig-Holstein (KampfmV SH 2012) gab es auf die Untersuchungsfläche keine bekannten Bombenabwürfen, sodass die Erkundungsarbeiten ohne Auflagen durchgeführt werden konnten.

4.2 Untergrundbeschreibung

Die Ergebnisse der ausgeführten Untergundaufschlüsse sind in den Anlagen 2.1 bis 2.3 in Form von Bohrprofilen und Sondierdiagrammen höhengerecht aufgetragen.

- Historisches Gebäude Anlage 2.1
- Neubau Touristinformation Anlage 2.2
- Freianlagen Anlage 2.3

Den Bohrprofilen liegen die Schichtenverzeichnisse des Bohrunternehmers, vgl. [34], zugrunde, die von uns durch Ansprache der aus den einzelnen Bodenschichten entnommenen Bodenproben sowie unter Berücksichtigung der Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche, überarbeitet und ergänzt wurden.

Die nachfolgende Baugrundbeschreibung berücksichtigt die Erkundungsergebnisse, die in den Anlagen 2.1 bis 2.3 dargestellt sind.

Der Baugrund im planungsrelevanten Bereich ist unterhalb der Geländeoberkante bzw. der Oberflächenbefestigung zunächst durch rollige und bindige Auffüllungen geprägt. Darunter stehen größtenteils organische Weichschichten in Form von Mudde oder Torf an.

Unterhalb der Weichschichten wurden bis zur Endteufe der Erkundungen Sande bzw. Schluffe erkundet.

Nachfolgend werden die anstehenden relevanten Bodenschichten näher beschrieben.

Auffüllungen

Unterhalb der Geländeoberkante bzw. der Oberflächenbefestigung in Form von Naturstein- oder Betonsteinpflaster wurden zunächst Auffüllungen mit einer Mächtigkeit von 2,8 m bis 5,0 m erkundet.

Vorwiegend handelt es sich dabei um rollige Auffüllungen, die hauptsächlich aus Fein- und Mittelsanden mit unterschiedlich hohen Anteilen an Schluff, Grobsand und Kies bestehen. Bereichsweise wurden hier anthropogene Beimengungen in Form von Ziegel- und Betonresten sowie in Nähe der Geländeoberfläche auch Wurzelreste angetroffen.

Nach den durchgeführten Rammsondierungen weisen die rolligen Auffüllungen eine locker, mitteldichte bzw. dichte Lagerung auf, was neben der Bodenansprache ebenfalls auf eine heterogene Zusammensetzung schließen lässt.

Örtlich sind Schichten bindiger Auffüllungen in den rolligen Auffüllungen eingelagert. Die bindigen Auffüllungen weisen Mächtigkeiten von 0,7 m bis 2,0 m auf. Sie weisen weich bzw. weich-steife Konsistenzen auf und enthalten zum Teil Fremdanteile in Form von Ziegelresten.

Im Bereich der KRB 9/24 musste die Kleinrammbohrungen zweimalig wegen Hindernissen in rd. 2 m Tiefe unter Geländeoberkante versetzt werden.

Organische Weichschichten (Torf/Mudde)

Bei den Kleinrammbohrungen KRB 7/24, KRB 9b/24 bis KRB 12/24 wurden organische Weichschichten in Form von Torf und Mudde, zum Teil als Kalkmudde anstehend, angetroffen. Die Mächtigkeit der erkundeten Weichschichten liegt zwischen 1,0 m und 6,4 m.

Die Erkundungen im Bereich der Freianlagen wurden bis maximal 4 m Tiefe unter GOK ausgeführt und enden damit voraussichtlich oberhalb der Weichschichten. Mit den tiefer geführten Bohrungen wurde lediglich mit der KRB 8/24 keine ausgeprägte Weichschicht festgestellt.

Der Torf bei der KRB 7/24 wurde als schwach zersetzt angesprochen.

Die Mudde setzt sich überwiegend aus organischen, tonigen und feinsandigem Schluff zusammen. Örtlich sind Sand- und Torfeinlagerungen sowie Pflanzenreste vorhanden. Die Konsistenz der Mudde wurde als weich angesprochen.

Die o. g. Bodeneigenschaften weisen auf unterschiedlich abgeschlossene Konsolidierungen hin. Bedingt durch die Auflast, u. a. aus den Auffüllungen, ist ein Teil der Primärset-

zungen abgeklungen. Langfristig ist jedoch mit einer weiteren Zersetzung und Komprimierung, insbesondere bei einer Erhöhung der Auflast, zu rechnen.

Sande

Unterhalb der organischen Weichschichten wurden Sande und Schluffe in Wechsellagerung angetroffen.

Kornanalytisch handelt es sich um Mittel- und Feinsande, im Bereich der Kleinrammbohrung KRB 9b/24 und KRB 10/24 Grobsand mit schluffigen Nebenanteilen und eingelagerten Schluffstreifen.

Nach den Schlagzahlen der Rammsondierungen DPH 12/24 kann für die unterhalb der Weichschichten anstehenden Sande von einer dichten Lagerung ausgegangen werden.

Schluff

Unterhalb der organischen Weichschichten wurden Sande und Schluffe in Wechsellagerung angetroffen.

Die Schluffe weisen neben tonigen auch stark feinsandige Nebenanteile auf. Sie sind über die Tiefe mit Sandstreifen durchsetzt. Der Schluff ist kornanalytisch als feinsandiger Schluff mit tonigen Anteilen zusammengesetzt und bildet damit einen fließenden Übergang zu den schluffigen Sanden.

Die Konsistenz kann mit vorwiegend steif angegeben werden. Zum Teil wurden auch weiche bzw. weich bis steife Konsistenzen festgestellt.

Die Basis des Schluffs wurde bei den Kleinrammbohrungen KRB 8/24, KRB 9b/24 und KRB 11/24 nicht durchteuft.

Mit der DPH 11/24 wurden ähnlich hohen Schlagzahlen wie bei der DPH 12/24 notiert. Dies bestätigt den hohen Sandanteil der Schluffe und lässt auf ein ähnliches Tragverhalten, wie für die schluffigen Sande schließen.

Ergänzende Hinweise

Generell kann in den anthropogen beeinflussten Böden das Vorhandensein von Hindernissen nicht ausgeschlossen werden. Insbesondere aufgrund der historischen Bebauung sind Hinterlassenschaften im Untergrund in Form alter Gründungselemente zu erwarten.

Der Vollständigkeit halber wird darauf hingewiesen, dass bei der Ausführung von Kleinrammbohrungen der Boden einem dynamischen Einfluss unterliegt. Insbesondere gemischtkörnige und auch bindige Böden neigen bei Wasserzutritt und mechanischer Beanspruchung dazu aufzuweichen. Erfahrungsgemäß kann davon ausgegangen werden, dass diese Böden in situ eine bessere Konsistenz aufweisen als mit den Kleinrammbohrungen erkundet.

4.3 Grundwasserverhältnisse

Die während und nach Abschluss der Bohrarbeiten angebohrten und im offenen Bohrloch eingemessenen Wasserstände sind in den Anlagen 2.1 bis 2.3 jeweils neben den Bohrprofilen in Meter unter GOK angegeben.

In Abhängigkeit der Höhe des Ansatzpunktes wurden Wasserstände in einer Spanne von 1,2 m bis 2,6 m unter GOK, entsprechend zwischen rd. + 3,06 m NHN und + 4,60 m NHN eingemessen.

Bei den angegebenen Werten handelt es sich um einmalige Stichtagsmessungen, die weder den höchsten Stand noch den Schwankungsbereich des Grundwassers wiedergeben. Jahreszeitlich bedingte und vom Niederschlag abhängige Schwankungen des Grundwasserspiegels sind zu berücksichtigen.

Zum Teil waren die Bohrlöcher nach Beendigung der Sondierungen zugefallen und kein ausgepogelter Wasserstand im Bohrloch messbar.

Es muss davon ausgegangen werden, dass sich versickerndes Niederschlagswasser temporär auf den gering durchlässigen bindigen Auffüllungslagen unregelmäßig und in unterschiedlichen Tiefen aufstauen kann. In Abhängigkeit der Tiefenlage der bindigen Schichten können lokal auch Wasserstände bis nah an die Geländeoberkante nicht ausgeschlossen werden.

Im Weiteren sind Beeinflussungen aus den Schwankungen des Wasserspiegels des Küchensees zu erwarten. Über das Landesamt für Umwelt (Schleswig-Holstein) können Wasserstände für den nördlich an die Altstadtinsel angrenzenden Ratzeburger See abgerufen werden. Folgende maßgebende Werte ergeben sich daraus:

- Mittleres Hochwasser + 3,55 m NHN
- Mittlerer Wasserstand + 3,41 m NHN
- Mittleres Niedrigwasser + 3,33 m NHN

Die Wasserstandsschwankungen im Ratzeburger See und damit auch im Küchensee sind vergleichsweise gering. Grundsätzlich ist von einem hydraulischen Gefälle zum See auszugehen.

4.4 Bemessungswasserstand

Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass sich aufgrund der im gesamten Baufeld unregelmäßig angetroffenen gering durchlässigen aufgefüllten und gewachsenen Böden zeitweise lokal Stau- und Schichtenwasserstände über den erkundeten Wasserständen hinaus einstellen.

Es wird empfohlen bei der Planung einen Bemessungswasserstand von + 5,0 m NHN zu berücksichtigen.

5 BODENMECHANISCHE LABORVERSUCHE

Während der aktuellen Baugrunderkundung wurden mit den Kleinrammbohrungen durch das Bohrunternehmen gestörte Bodenproben entnommen. Nach erfolgter Bodenansprache gemäß DIN EN ISO 14688-1⁴ wurden an ausgewählten repräsentativen Bodenproben Laborversuche in unserem bodenmechanischen Labor zur Klassifikation der Böden durchgeführt.

Im Einzelnen wurde von ausgewählten Proben die Kornverteilung, der Wassergehalt sowie der Glühverlust ermittelt. Eine Übersicht der durchgeführten Laborversuche kann der Anlage 3 entnommen werden.

5.1 Wassergehalt

Zur Bestimmung der Wassergehalte sind ausgewählte Bodenproben nach DIN EN ISO 17892-1⁵ untersucht worden. Für die Bodenproben, deren jeweilige Entnahmestelle und -tiefe der Anlage 3 entnommen werden kann, wurden folgende Wassergehalte ermittelt:

- Schluff (4 Versuche) $15,7 \% \leq w \leq 19,1 \%$
- Mudde (6 Versuche) $37,8 \% \leq w \leq 113,3 \%$
- Torf (1 Versuch) $w = 345,9 \%$

Grundsätzlich liegen die Wassergehalte in für diese Böden typischen Wertebereichen und bestätigen grundsätzlich die angesprochenen Konsistenzen.

5.2 Glühverlust

Zur Feststellung der Größe der organischen Anteile wurde an sechs Proben der organischen Weichschichten (Mudde/ Torf) der Glühverlust gemäß DIN 18128⁶ ermittelt. Das Ergebnis sowie die Entnahmestelle und -tiefe können der Anlage 3 entnommen werden.

Dabei wurden folgende Glühverluste ermittelt:

- Organische Weichschicht, Mudde (5 Versuche) $4,4 \% \leq V_{GI} \leq 15,7 \%$
- Organische Weichschicht, Torf (1 Versuch) $V_{GI} = 68,4\%$

Die untersuchten Proben der Mudde sind gemäß DIN EN ISO 14688-2⁷ als schwach bis mäßig organisch zu bezeichnen. Der Torf ist aufgrund seiner Zusammensetzung grundsätzlich als stark organisch einzustufen.

⁴ DIN EN ISO 14688-1: Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden

⁵ DIN EN ISO 17892 1: Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Laborversuche an Bodenproben, Teil 1: Bestimmung des Wassergehalts

⁶ DIN 18128: Baugrund, Untersuchung von Bodenproben - Bestimmung des Glühverlustes

5.3 Kornverteilung

Zur Klassifikation der anstehenden Böden wurden diese kornanalytisch nach DIN EN ISO 17892-4⁸ untersucht. Die Ergebnisse der durchgeführten Korngrößenanalysen sind mit Angabe der jeweiligen Entnahmestelle und -tiefe in Anlage 4 in Form von Kornverteilungskurven grafisch dargestellt.

Auffüllungen (rollig)

Bei den zwei untersuchten Proben der rolligen Auffüllungen handelt es sich um Feinsande mit unterschiedlich starken Anteilen an Mittel-, Grobsand und Schluff. Der Schlämmkornanteil (Korn- $\emptyset \leq 0,063$ mm) der untersuchten Proben liegt zwischen 14,2 Gew.-% und 16,3 Gew.-%, vgl. Anlage 4.1.

Sande

Von den gewachsenen Sanden wurde insgesamt viermal die Korngrößenverteilung bestimmt. Bei den untersuchten Proben handelt es sich um Mittel- bis Grobsande mit Kiesanteilen bis rd. 42 Gew.-%. Der Schlämmkornanteil (Korn- $\emptyset \leq 0,063$ mm) der untersuchten Proben liegt zwischen 4,4 Gew.-% bis 9,9 Gew.-%, vgl. Anlage 4.1 und 4.2.

Schluff

Bei den untersuchten vier Schluffproben handelt es sich kornanalytisch um einen tonigen, tlw. sandigen bzw. stark sandigen Schluff. Der Schlämmkornanteil (Korn- $\emptyset \leq 0,063$ mm) der untersuchten Proben liegt zwischen 38,4 Gew.-% und 76,5 Gew.-%, vgl. Anlage 4.3.

6 CHARAKTERISTISCHE BODENKENNWERTE

Auf Grundlage der Ergebnisse der oben beschriebenen Baugrundaufschlüsse, der bodenmechanischen Laborversuche sowie unter Berücksichtigung unserer Erfahrungen mit vergleichbaren Böden können für erdstatische Berechnungen gemäß DIN EN 1997-1⁹ die in Tabelle 1 aufgeführten charakteristischen Bodenkennwerte für das Bauvorhaben in Ansatz gebracht werden.

⁷ DIN 14688-2: Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Benennung, Beschreibung und Untersuchung – Teil 2: Grundlagen für Bodenklassifizierung

⁸ DIN EN ISO 17892-4: Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Laborversuche an Bodenproben, Teil 4: Bestimmung der Korngrößenverteilung

⁹ DIN EN 1997-1: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik

Bodenart	Wichte		Scherfestigkeit			Steifemodul $E_{s,k}$ MN/m ²	Bodengruppe DIN 18196 ¹⁰
	feucht γ_k kN/m ³	unter Auftrieb γ'_k kN/m ³	Reibungs- winkel ϕ'_k °	Kohäsion c'_k kN/m ²	Kohäsion undränniert $c'_{u,k}$ kN/m ²		
Auffüllungen (rollig)	18	10	30	0	0	15 – 30	[SE], [SW], [SU], [SU*]
Auffüllungen (bindig)	18	8	25	5	30 – 50	5 – 15	[UL], [TL]
Mudde	15	5	15	5	20 – 40	0,8 – 2,0	OU, OT, F
Torf	13	3	15	2	10 – 30	0,5 – 1,0	HN, HZ
Schluff, weich- steif	18	8	25	5	40 – 60	5 – 15	UL, SU*
Schluff, steif	19	9	25	15	75 – 150	40 – 60	UL, SU*
Sand, mittel- dicht	19	11	32,5	0	0	50 – 80	SE, SU, SU*
Sand, dicht	19	11	35	0	0	80 – 120	SE, SU, SU*

Tabelle 1 Charakteristische Bodenkennwerte

Allgemein ist von leicht bis mittelschwer sowie im Bereich organischer Weichschichten auch mit fließenden Bodenarten auszugehen. Zudem sind Hindernisse in den Auffüllungen nicht auszuschließen.

Homogenbereiche können in Abhängigkeit der geplanten Bauverfahren mit den fortschreitenden Planungen festgelegt werden.

7 BESTANDSGRÜNDUNG HISTORISCHES GEBÄUDE

Das bestehende historische Gebäude der Ernst-Barlach-Schule soll gemäß [6] innen umgebaut werden und teilweise als Archiv genutzt werden. Dadurch kommt es zu einer Umverteilung der Lasten und zu zusätzlichen Lasten für die bestehende Pfahlgründung.

Erste Angaben des Tragwerkplaners zufolge ist maximal mit Laststeigerungen für Pfähle von 15 % (einzelne Querwände im Kellergeschoss) zu rechnen. Für Außenwände liegen die Laststeigerungen deutlich darunter.

¹⁰ DIN 18196: Erd- und Grundbau – Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke

Gemäß [22] ist das bestehende Gebäude über Pfähle gegründet. Eine Absetztiefe und weitere Angaben zu den Pfählen (Art und Durchmesser) sind nicht bekannt.

Archivunterlagen über die Pfahlgründung wurden bisher nicht aufgefunden. Wahrscheinlich besteht daher nur die Möglichkeit durch Freilegen der Pfahlköpfe weitere Informationen zu erhalten.

Nach den durchgeführten Baugrunderkundungen ist davon auszugehen, dass die Pfähle unterhalb der Weichschichten in den dicht gelagerten Sanden und Schluffen einbinden.

In der Regel kann eine Bestandsgründung in Form von Pfählen eine Erhöhung der Lasten um 10 % ohne relevante Verformungen aufnehmen. Laststeigerungen über dieses Niveau bedürfen weiterer Recherchen und Untersuchungen. Wir weisen allerdings daraufhin, dass bei einem Baujahr gegen Ende des 19. Jahrhunderts von einem geringen Sicherheitsniveau als in der heutigen Zeit auszugehen ist. Weiterhin sollte geprüft werden, ob eine Lastreduzierung durch eine Umplanung des Umbaus erzielt werden kann.

8 GRÜNDUNG DES ANBAUS (TOURISTINFORMATION)

8.1 Allgemein

Gemäß des aktuellen Planungsstandes [6] ist der Anbau mit einem Geschoss ohne Unterkellerung vorgesehen.

Ausgehend von einer Höhenlage des Erdgeschossfertigfußbodens von rd. + 5,45 m NHN stehen in der Ebene der Bauwerksunterkante (rd. + 4,45 m NHN) vorwiegend Auffüllungen an. Darunter folgen überwiegend organische Weichschichten in unterschiedlichen Mächtigkeiten und Tiefenlagen.

8.2 Gründungsempfehlung

Für den geplanten Neubau wird aus geotechnischer Sicht, aufgrund der setzungsempfindlichen Auffüllungen und organischen Weichschichten und der unterschiedlichen „Vorbelastungshistorie“ des Grundstückes empfohlen, sämtliche Lasten über eine Tiefgründung in den Untergrund abzuleiten.

Bei Ausführung einer Flachgründung oberhalb der gering bzw. nicht tragfähigen Schichten ist unter Berücksichtigung der heterogenen Baugrundsichtung mit nicht verträglichen Setzungen und Setzungsdifferenzen zu rechnen.

Bei den vergleichsweise geringen Lasten aus dem 1-geschossigen Neubau kann die Gründung über sogenannte Mikropfähle erfolgen.

Mikropfähle sind als Pfähle mit Durchmessern kleiner 0,3 m definiert und in DIN EN 14199¹¹ geregelt. Ihre Vorteile liegen darin, dass sie mit kompakten Geräten auch unter beengten Platzverhältnissen hergestellt werden können und dass die Herstellung weitgehend lärm- und erschütterungsarm ist. Die Kraftübertragung zum umgebenden Baugrund wird durch Verpressen mit Beton oder Zementmörtel erreicht. Beim Bohren unter dem Grundwasserspiegel muss durch Überdruck der Spül- oder Stützflüssigkeiten verhindert werden, dass Boden in das Bohrloch eintreibt.

Zu den Mikropfählen zählen z. B. verpresste Mikropfähle oder auch Rohrverpresspfähle. Beide Pfahlsysteme werden im Nachfolgenden betrachtet.

Übliche charakteristische Pfahlwiderstände im Gebrauchszustand liegen, je nach Untergrundverhältnissen und Querschnitt, in einer Größenordnung bis etwa 1,0 MN.

Andere Pfahlsystem, wie z. B. ebenfalls erschütterungsarm herzustellende Voll- oder Teilverdrängungsbohrpfähle sind prinzipiell auch geeignet.

8.3 Bemessungsbodenprofil

Aus den Ergebnissen der Untergrundaufschlüsse lässt sich das Bemessungsbodenprofil gemäß Tabelle 2 für die Dimensionierung der Pfahlgründung ableiten.

Schicht [-]	Bodenart [-]	Schichtunterkante [m NHN]
1	Auffüllungen	+ 0,5
2	Organische Weichschichten	- 2,0
3	Beckenschluff	- 6,5*

Tabelle 2 Bemessungsbodenprofil
* maximale Sondiertiefe

8.4 Charakteristische axiale Pfahlwiderstände:

Für die Vorbemessung können die in den nachfolgenden Abschnitten aufgeführten charakteristischen Pfahlwiderstandskennwerte nach DIN EN 1997-1¹² bzw. den Empfehlungen des Arbeitsausschusses „Pfähle“ (EA-Pfähle¹³) genutzt werden.

Nach den Ergebnissen der Untergrundaufschlüsse können in Anlehnung an die EA-Pfähle die in Tabelle 3 und Tabelle 4 aufgeführten charakteristischen Pfahlmantelreibungen ($q_{s,k}$) zur Vorbemessung der Pfähle angesetzt werden. Es werden keine Werte für den charakteristischen Pfahlsitzenwiderstand $q_{b,k}$ angegeben, da der Lastabtrag bei verpressten

¹¹ DIN EN 14199: Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau - Mikropfähle

¹² DIN EN 1997-1: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik (03/2014)

¹³ EA-Pfähle: Empfehlungen des Arbeitskreises „Pfähle“ (Herausgegeben von der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e. V.)

Mikropfählen auf Grund des geringen Pfahldurchmessers nur über die Mantelfläche erfolgt.

Bodenart	charakteristische Pfahlmantelreibung $q_{s,k}$ [kN/m ²]
Auffüllungen	-
Organische Weichschichten	-
Schluff	125

Tabelle 3 verpresste Mikropfähle - charakteristische Mantelreibungen

Bodenart	charakteristische Pfahlmantelreibung $q_{s,k}$ [kN/m ²]
Auffüllungen	-
Organische Weichschichten	-
Schluff	150

Tabelle 4 Rohrverpresspfähle - charakteristische Mantelreibungen

Die maximale Erkundungstiefe liegt bei 12 m unter GOK. Die Pfähle sollten daher nicht tiefer als 12 m unter GOK bzw. - 6,5 m NHN abgesetzt werden. Sollte es notwendig werden längere Pfähle herzustellen, sind entsprechend tiefer reichende Untergrundaufschlüsse auszuführen.

8.5 Setzungsverhalten

Die unter charakteristischen Einwirkungen zu erwartenden Setzungen der Einzelpfähle können bei den vorstehenden Pfahlssystemen erfahrungsgemäß mit $s \cong 0,5$ cm bis $s \cong 1,0$ cm prognostiziert werden.

8.6 Hinweise zur Tiefgründung

Die in Abschnitt 8.4 angegebenen charakteristischen Mantelreibungswerte können auch für den Nachweis von Zugpfählen unter Beachtung der Teilsicherheitsbeiwerte für Widerstände angesetzt werden.

Höhere Pfahlwiderstände als in Abschnitt 8.4 angegeben, können angesetzt werden, wenn diese anhand von Pfahlprobelastungen bzw. auf der Grundlage vorliegender Ergebnisse von Pfahlprobelastungen in vergleichbaren Untergrundverhältnissen nachgewiesen werden.

Negative Mantelreibung ist im Allgemeinen überall dort zu berücksichtigen, wo nach der Pfahlherstellung der Untergrund belastet wird und sich entsprechend relativ zu den Pfählen setzt.

9 TROCKENHALTUNG BAUWERK

Nach den vorstehenden Angaben wurde die OK FF EG auf rd. + 5,45 m NHN angenommen. Der Bemessungsgrundwasserstand wurde auf + 5,0 m NHN angegeben, vgl. Abschnitt 4.4.

Die erdberührten Bauteile sind gemäß DIN 18533-1¹⁴ für die maßgebende Wassereinwirkungsklasse abzudichten, vgl. Tabelle 4.

Nr.	1	2	3	4
	Klasse	Art der Einwirkung	Beschreibung	Abdichtung nach
1	W1-E	Bodenfeuchte und nichtdrückendes Wasser	5.1.2.1	8.5
2	W1.1-E	Bodenfeuchte und nicht drückendes Wasser bei Bodenplatten und erdberührten Wänden	5.1.2.2	8.5.1
3	W1.2-E	Bodenfeuchte und nichtdrückendes Wasser bei Bodenplatten und erdberührten Wänden mit Dränung	5.1.2.3	8.5.1
4	W2-E	Drückendes Wasser	5.1.3.1	8.6
5	W2.1-E	Mäßige Einwirkung von drückendem Wasser ≤ 3 m Eintauchtiefe	5.1.3.2	8.6.1
6	W2.2-E	Hohe Einwirkung von drückendem Wasser > 3 m Eintauchtiefe	5.1.3.3	8.6.2
7	W3-E	Nicht drückendes Wasser auf erdüberschütteten Decken	5.1.4	8.7
8	W4-E	Spritzwasser und Bodenfeuchte am Wandsockel sowie Kapillarwasser in und unter Wänden	5.1.5	8.8

Tabelle 5 Wassereinwirkungsklassen gemäß DIN 18533 (Quelle DIN 18533-1)

Die erforderlichen Abdichtungs- und ggf. Dränmaßnahmen sind abschließend durch Fachplaner festzulegen.

10 NEUGESTALTUNG FREI- UND VERKEHRSFLÄCHEN

10.1 Allgemein

Die Neugestaltung der Freianlagen konzentriert sich vor allem auf den Bereich des Grundstücks östlich des historischen Gebäudes der Ernst-Barlach-Schule und auf Bereiche nördlich des Gebäudes.

¹⁴ DIN 18533-1: Abdichtungen von erdberührten Bauteilen – Anforderungen, Planungs- und Ausführungsgrundsätze

Im östlichen Bereich ist der Neubau eines Parkplatzes sowie die Neugestaltung mit Grünflächen und Fußwegen geplant. Nördlich der Ernst-Barlach-Schule kommt es zu einer Neugestaltung des Vorplatzes mit Grünflächen, Fahrradabstellmöglichkeiten, Sitzgelegenheiten sowie Parkplätzen.

Im Folgenden wird davon ausgegangen, dass sich das Höhenniveau der geplanten Frei- und Verkehrsflächen an der aktuellen Geländeoberkante orientiert.

10.2 Tragfähigkeit / Gründung

Ausgehend von einer Ausbautiefe für die Verkehrsflächen von rd. 0,60 m und einer Höhenlage der neuen Straßenoberfläche annähernd in Höhe der derzeitigen Geländeoberfläche stehen in Höhe des Planums für die Verkehrsflächen vorwiegend Auffüllungen aus Sanden (F2 bis F1-Böden), bereichsweise bindigen Auffüllungen an.

Der neue Verkehrsflächenaufbau ist entsprechend der RStO 12¹⁵ zu wählen. Auf eine Einbeziehung der vorhandenen Sandauffüllungen in den Oberbau sollte aufgrund der sensorischen Auffälligkeiten (Ziegel- und Betonresten) verzichtet werden.

Allgemein kann davon ausgegangen werden, dass auf dem freigelegten Planum für die Verkehrsflächen ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ bis 60 MN/m^2 bei im Planum anstehenden Sanden nachgewiesen werden kann. Bindige Erdstoffe sind in der Regel nicht als Planum für die Verkehrsflächen geeignet. In diesen Bereichen wird ein zusätzlicher Bodenaustausch von rd. 0,5 m notwendig.

Als Bodenersatz sollte ein gut verdichtbarer Kiessand (frostsicher, F1) zur Ausführung kommen.

11 BAUTECHNISCHE UND ALLGEMEINE HINWEISE

11.1 Allgemeine Hinweise zum Erdbau und Füllmaterial

Als Füll- oder Austauschboden ist ein schluffarmer Sand mit einem Ungleichförmigkeitsgrad $C_u > 2,5$ und einem Feinkornanteil $\leq 5 \text{ Gew.-%}$ zu verwenden.

Des Weiteren weisen wir darauf hin, dass die Verdichtungsweise und das Verdichtungsgerät stets auf den, teils erschütterungsempfindlichen, Untergrund anzupassen sind.

¹⁵ RStO 12

Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen

11.2 Wasserhaltungsmaßnahmen

Während der Aufschlussarbeiten wurde Grundwasser in Abhängigkeit der Ansatzhöhen der Erkundungen ab etwa 1,2 m unter Geländeoberfläche angetroffen.

Für die Tiefbauarbeiten ist daher mit keinen wesentlichen Wasserhaltungsmaßnahmen zu rechnen.

11.3 Versickerung von Niederschlagswasser

Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser sind im DWA (Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.) Arbeitsblatt A 138 geregelt.

Gemäß Arbeitsblatt A 138 der DWA ist der entwässerungstechnisch relevante Bereich mit einer Wasserdurchlässigkeit von $k_f = 1 \times 10^{-3}$ m/s bis $k_f = 1 \times 10^{-6}$ m/s definiert.

Nach den Laboruntersuchungen (Korngrößenverteilungen) lässt sich die Wasserdurchlässigkeit der anstehenden rolligen Auffüllungen mit $k_f = 5 \times 10^{-6}$ m/s bis $k_f = 1 \times 10^{-6}$ m/s abschätzen. Gemäß DWA – A 138 ist die so ermittelte Wasserdurchlässigkeit mit einem Korrekturbeiwert von 0,2 zu multiplizieren.

Eine Versickerung von Niederschlagswasser in den rolligen Auffüllungen ist danach aus geotechnischer/ hydrogeologischer Sicht in Bezug auf die Wasserdurchlässigkeit als grenzwertig zu beurteilen. Es wird empfohlen gezielt in den Bereichen, in denen Versickerungseinrichtungen hergestellt werden sollen, Untersuchungen der Versickerungsfähigkeit durchzuführen.

Der gemäß DWA Arbeitsblatt A 138 geforderte Flurabstand von der Sohle der Versickerung zum Grundwasser von ≥ 1 m ist einzuhalten.

Eine Versickerung innerhalb von gegebenenfalls umwelttechnisch belasteten Auffüllungen sollte mit der zuständigen Behörde abgestimmt werden.

11.4 Beweissicherung

Im Rahmen der Bautätigkeiten sind u. a. erschütterungsrelevante Verbau-, Erd- und Verdichtungsarbeiten sowie Baustellenverkehr in bauwerksnahen Bereichen zu erwarten. Daher empfehlen wir, vor Beginn der Baumaßnahme den Zustand der benachbarten Bauwerke und Verkehrsflächen im Rahmen einer Beweissicherung zu dokumentieren.

Es kann zudem sinnvoll sein, insbesondere dynamische Arbeiten, mittels Erschütterungsmessungen in den Nachbarbauwerken zu überwachen.

12 ORIENTIERENDE SCHADSTOFFUNTERSUCHUNG

Im Zuge der Baumaßnahmen müssen Auffüllungen ggf. ausgehoben/abgetragen und entsorgt werden. In der Phase der orientierenden Schadstoffuntersuchung soll ein Überblick über das ggf. vorhandene Schadstoffinventar und der daraus resultierenden Entsorgungsmöglichkeiten gegeben werden.

12.1 Grundlagen der Bewertung

Die Ergebnisse der chemischen Analysen werden anhand der technischen Regeln der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA)¹⁶ und der Deponieverordnung (DepV)¹⁷ bewertet.

In den technischen Regeln der LAGA sind Zuordnungswerte, sogenannte Z-Werte festgelegt, anhand derer abgeschätzt werden kann, ob ein Boden, ein Boden-Bauschutt-Gemisch oder Bauschutt verunreinigt ist und wie der Grad der Verunreinigung hinsichtlich der Entsorgung (= Verwertung oder Beseitigung) zu beurteilen ist. Die Z-Werte (Zuordnungswerte) definieren dabei jeweils die maximalen Schadstoffgehalte, die der Boden in den folgenden LAGA-Einbauklassen (EBK) aufweisen darf, siehe Abbildung 5. Bei deren Überschreitung gelten die Anforderungen der Deponieverordnung.

LAGA-Einbauklasse 0	uneingeschränkter Einbau
LAGA-Einbauklasse 0*	uneingeschränkter Einbau bei der Verfüllung von Abgrabungen unter Einhaltung bestimmter Randbedingungen
LAGA-Einbauklasse 1	eingeschränkter offener Einbau (maßgebende Schadstoffgehalte befinden sich im Feststoff)
LAGA-Einbauklasse 1.1	eingeschränkter offener Einbau (maßgebende Schadstoffgehalte befinden sich im Eluat)
LAGA-Einbauklasse 1.2	eingeschränkter offener Einbau in hydrogeologisch günstigen Standortbedingungen (maßgebende Schadstoffgehalte befinden sich im Eluat)
LAGA-Einbauklasse 2	eingeschränkter Einbau mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen
Deponieklasse 0	Einbau in eine Inertabfalldeponie
Deponieklasse I	Einbau in eine Mineralstoffdeponie
Deponieklasse II	Einbau in eine Hausmülldeponie

¹⁶ Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA): Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen: Teil II Technische Regeln für die Verwertung, 1.2 Bodenmaterial (TR Boden), Stand 05.11.2004

¹⁷ Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung – DepV 2009)

Deponieklasse III Einbau in eine Sonderabfalldeponie

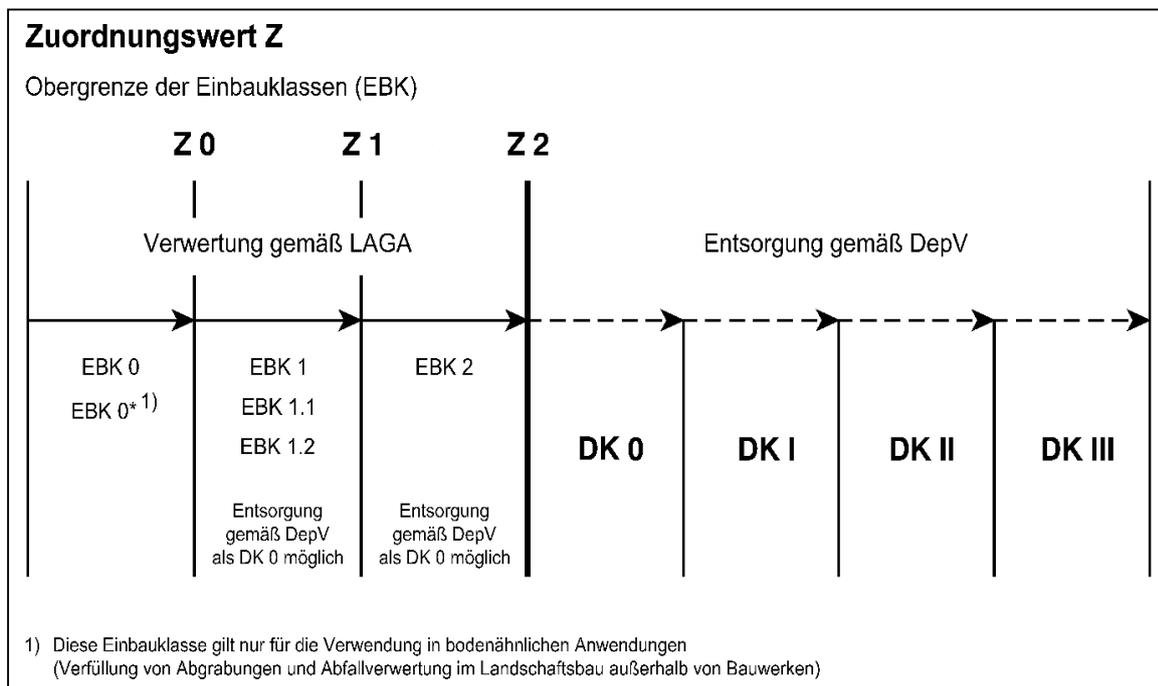


Abbildung 5 Darstellung der LAGA-Einbau- und Deponieklassen (EBK und DK)

12.2 Untersuchungsprogramm

Aus den Kleinrammbohrungen wurden für die orientierende Schadstoffuntersuchung aus den in den Aushub fallenden Böden Proben gewonnen und anschließend durch IGB organoleptisch und bodenmechanisch angesprochen sowie zu Mischproben zusammengestellt.

Neben humosen Beimengungen wurden in den Auffüllungen auch bereichsweise Fremdanteile in Form Ziegelresten angetroffen.

Die Mischproben wurden an das akkreditierte Chemielabor der Eurofins Umwelt Nord GmbH, Schwentimental, für die chemischen Untersuchungen übergeben.

Die Prüfberichte sind in der Anlage 5 zu entnehmen.

Die Zusammenstellung der Mischproben mit dem dazugehörigen Untersuchungsumfang ist der Tabelle 6 zu entnehmen.

Laborprobe	Zusammensetzung	KRB- Probennummer	Schichtentiefen [m u. GOK]	Analyseumfang
MP-1	Auffüllungen (rollig)	1/24-1	0,0-1,0	LAGA TR Boden
		2/24-1	0,15-1,0	
		7/24-1	0,0-0,8	
		8/24-1	0,0-1,0	
		11/24-2	1,0-2,3	
MP-2	Auffüllungen (rollig)	3/24-1	0,0-1,0	LAGA TR Boden
		4/24-1	0,0-0,8	
MP-3	Auffüllungen (bindig)	5/24-3	2,0-2,8	LAGA TR Boden
		6/24-1	0,0-1,0	
MP-4	Auffüllungen (rollig)	9b/24-2	1,0-2,0	LAGA TR Boden
		10/24-2	1,0-1,6	
		12/24-2	1,0-2,0	

Tabelle 6 Probenzusammenstellung mit Untersuchungsprogramm

12.3 Ergebnisse der chemischen Analytik

In Tabelle 7 sind die Ergebnisse der chemischen Analysen mit der jeweiligen Einbauklasse (EBK) gemäß LAGA sowie die für die Zuordnung maßgeblichen Parameter aufgeführt. Der Prüfbericht der Analysen ist in der Anlage 5 beigefügt.

Laborprobe	Zusammensetzung	Maßgebende(r) Parameter	Ergebnisse nach LAGA
MP-1	Auffüllung (rollig)	TOC: 0,6 Ma.-% TS	EBK 1.1
MP-2	Auffüllung (rollig)	TOC: 0,7 Ma.-% TS	EBK 1.1
MP-3	Auffüllungen (bindig)	-	EBK 0
MP-4	Auffüllung (rollig)	pH-Wert: 9,6	EBK 1.2

Tabelle 7 Ergebnisse gemäß LAGA

In der Mischprobe MP 4 wurde ein erhöhter pH-Wert festgestellt, der wahrscheinlich aus den Bauschuttanteilen resultiert. Aus diesem Grund wurde die Mischprobe MP 4 in die Einbauklasse EBK 1.2 eingestuft.

Die Zuordnung der Mischproben MP 1 und MP 2 in die Einbauklasse EBK 1.1 erfolgte aufgrund erhöhter Gehalte von TOC.

12.4 Bewertung und ergänzende Hinweise

Die dargestellten Ergebnisse ermöglichen eine erste (orientierende) Abschätzung der Schadstoffbelastung der Aushubböden. Lokal kleinräumige, von den analysierten Gehalten abweichende Schadstoffgehalte können nicht ausgeschlossen werden.

Gemäß der Abfallverzeichnis-Verordnung (AVV) sind die analysierten Bodenproben nicht als gefährlicher Abfall einzuordnen.

Im Hinblick auf die Abfuhr/Entsorgung der Aushubböden sind in jedem Fall Deklarationsanalysen durchzuführen. Die Ergebnisse bilden die Grundlage für die Entsorgung von Aushubmaterial und sind zwingend erforderlich. Die für die Abfuhr gültigen Analyseergebnisse dürfen üblicherweise nicht älter als ½ Jahr sein.

Weiterhin weisen wir an dieser Stelle darauf hin, dass die vorgenommenen Zuordnungen jeweils die Zuordnungswerte der LAGA berücksichtigen. Annehmende Stellen/Entsorger haben teils davon abweichende Anforderungen oder auch Ausnahmeregelungen, wie z. B. die Vernachlässigung des TOC-Gehalts/Glühverlustes in Abstimmung mit der zuständigen Behörde oder die Begrenzung des Bauschuttanteils. Die endgültige Einstufung der Böden in die Einbau- und Deponieklassen ist grundsätzlich von den Entsorgungsmöglichkeiten des Erdbauers bzw. dessen Entsorgers abhängig. Deshalb sollten diese rechtzeitig mit dem Erdbauer/Entsorger abgestimmt werden.

Seit dem 01.08.2024 gilt die Ersatzbaustoffverordnung EBV als rechtlich bindendes Regelwerk für den Einbau von Ersatzbaustoffen als Verwertung von Aushubmaterialien. Teilweise ändern sich dabei die anzuwendenden Analyseverfahren, so dass die nach LAGA M20 TR Boden ermittelten Schadstoffkonzentrationen nicht mit den neuen Zuordnungskriterien der Ersatzbaustoffverordnung verglichen werden können. Kann das Aushubmaterial nicht auf der eigenen Baustelle verwertet werden, wird dieses zu Entsorgungsanlagen gefahren. Entsorgungsanlagen sind Lagerstellen, die Aushubmaterial annehmen und entweder deponieren oder als Ersatzbaustoff wieder in Verkehr bringen. Die Genehmigungen der derzeitigen Entsorgungsanlagen beruhen zum Großteil noch auf der technischen Regel M20 nach LAGA in Verbindung mit der Deponieverordnung und gelten auch nach dem 01.08.2024 bis zum Auslaufen der individuellen Genehmigungen. Die Verwertungsmöglichkeiten können je nach Möglichkeiten des Erdbauers bzw. dessen Entsorger variieren.

Die hier ermittelten Voreinstufungen (LAGA) der Böden sind ggf. im Sinne der EBV im Zuge der weiteren Planungsschritte und der Ausführung zu prüfen, neu zu bewerten und ggfs. zu ergänzen.

13 ZUSAMMENFASSUNG

Im Rahmen der städtebaulichen Gesamtmaßnahme „Zukunftsgestaltung Daseinsvorsorge“ der Stadt Ratzeburg soll die Ernst-Barlach-Schule saniert und umgenutzt werden.

Es ist ein Innenumbau des unterkellerten historischen Gebäudes der Ernst-Barlach-Schule geplant. Nach Rückbau der aus den 60er und 80er Jahren stammenden Anbauten (Montessori-Inselhaus) ist der Neubau einer Touristinformation der Stadt Ratzeburg als Anbau an das bestehende historische Gebäude der ehemaligen Ernst-Barlach-Schule vorgesehen. Außerdem ist eine Neugestaltung der Freianlagen geplant.

Der Baugrund im planungsrelevanten Bereich ist unterhalb der Geländeoberkante bzw. der Oberflächenbefestigung zunächst durch rollige und bindige Auffüllungen geprägt. Darunter stehen größtenteils organische Weichschichten in Form von Mudde oder Torf an. Unterhalb der Weichschichten wurden bis zur Endteufe der Erkundungen Sande bzw. Schluffe erkundet.

In Abhängigkeit der Höhe des Ansatzpunktes wurden Wasserstände in einer Spanne von 1,2 m bis 2,6 m unter GOK, entsprechend zwischen rd. 3,06 m NHN und 4,6 m NHN eingemessen. Es wird empfohlen bei der Planung einen Bemessungswasserstand von + 5,0 m NHN zu berücksichtigen.

Das bestehende historische Gebäude der Ernst-Barlach-Schule soll innen umgebaut und teilweise als Archiv genutzt werden. Dadurch kommt es zu einer Umverteilung der Lasten und zu zusätzlichen Lasten für die bestehende Pfahlgründung. In der Regel kann eine Bestandsgründung in Form von Pfählen eine Erhöhung der Lasten um 10% ohne weitere Untersuchungen aufnehmen. Laststeigerungen über dieses Niveau bedürfen weiteren Recherchen und Untersuchungen.

Für den geplanten Anbau wird aus geotechnischer Sicht aufgrund der setzungsempfindlichen Auffüllungen und der stark setzungsempfindlichen organischen Weichschichten sowie der unterschiedlichen „Vorbelastungshistorie“ des Grundstückes empfohlen, sämtliche Lasten über eine Tiefgründung in den Untergrund abzuleiten. Angaben für eine Gründung auf Mikropfählen enthält der Abschnitt 8.

Angaben zur Herstellung der Frei- und Verkehrsflächen sind im Abschnitt 10 enthalten.

Die Ergebnisse der orientierenden umwelttechnischen Untersuchungsergebnisse zeigen für Böden aus dem Auffüllungshorizont nur geringfügige Auffälligkeiten hinsichtlich des TOC und des pH-Wertes. Bei den untersuchten Aushubböden handelt es sich gemäß der Abfallverzeichnis-Verordnung (AVV) um keinen gefährlichen Abfall.

Eine Versickerung von Niederschlagswasser in den rolligen Auffüllungen ist aus geotechnischer/ hydrogeologischer Sicht in Bezug auf die Wasserdurchlässigkeit als grenzwertig zu beurteilen. Es wird empfohlen gezielt in den Bereichen, in denen Versickerungseinrich-

tungen hergestellt werden sollen, Untersuchungen der Versickerungsfähigkeit durchzuführen.

Die bautechnischen Aussagen beziehen sich auf den zum Zeitpunkt der Erstellung des Gutachtens bekannten Planungsstand.

IGB Ingenieurgesellschaft mbH

ppa.

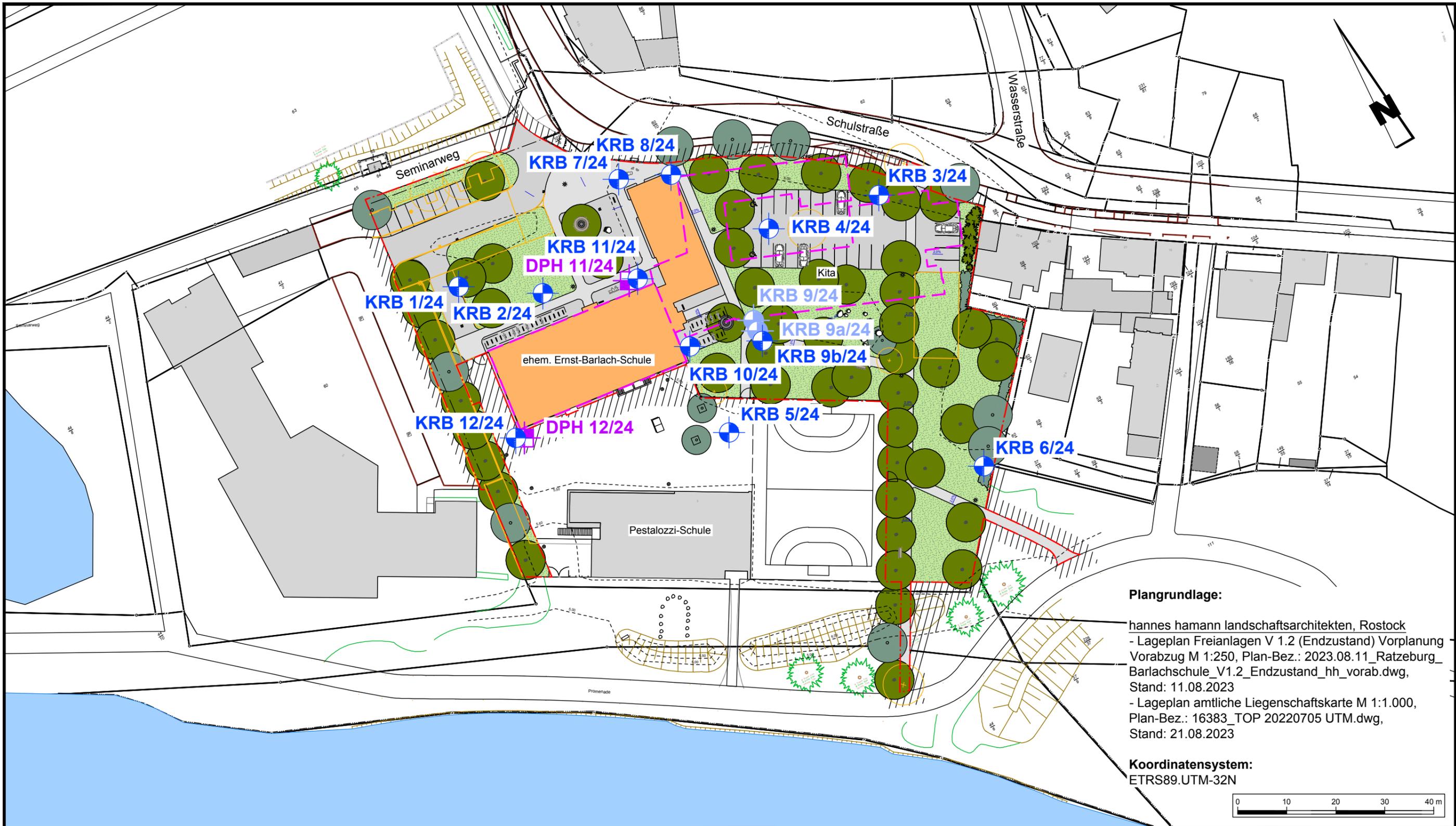


Dr.-Ing. Felix Jacobs

i. V.



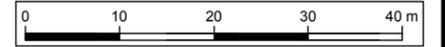
Dipl.-Ing. Thomas Christoph



Plangrundlage:

hannes hamann landschaftsarchitekten, Rostock
 - Lageplan Freianlagen V 1.2 (Endzustand) Vorplanung Vorabzug M 1:250, Plan-Bez.: 2023.08.11_Ratzeburg_Barlachschule_V1.2_Endzustand_hh_vorab.dwg, Stand: 11.08.2023
 - Lageplan amtliche Liegenschaftskarte M 1:1.000, Plan-Bez.: 16383_TOP 20220705 UTM.dwg, Stand: 21.08.2023

Koordinatensystem:
 ETRS89.UTM-32N



Legende:

- Bestandsgebäude
- Bestandsgebäude ehem. Ernst-Barlach-Schule (Umriss)
- gepl. Neubebauung
- KRB** Kleinrammbohrung aus 2024
- DPH** schwere Rammsondierung aus 2024
- HBP** Höhenbezugspunkt OK-Schachtdeckel



www.igb-ingenieure.de

„Bebauungsplan Nr. 56, 2. Änderung“ und Sanierung und Modernisierung ehem. Ernst-Barlach-Schule, Ratzeburg

Geotechnisches Gutachten mit orientierender Schadstoffuntersuchung

Lageplan

Datum 29.02.2024

gez. Pn

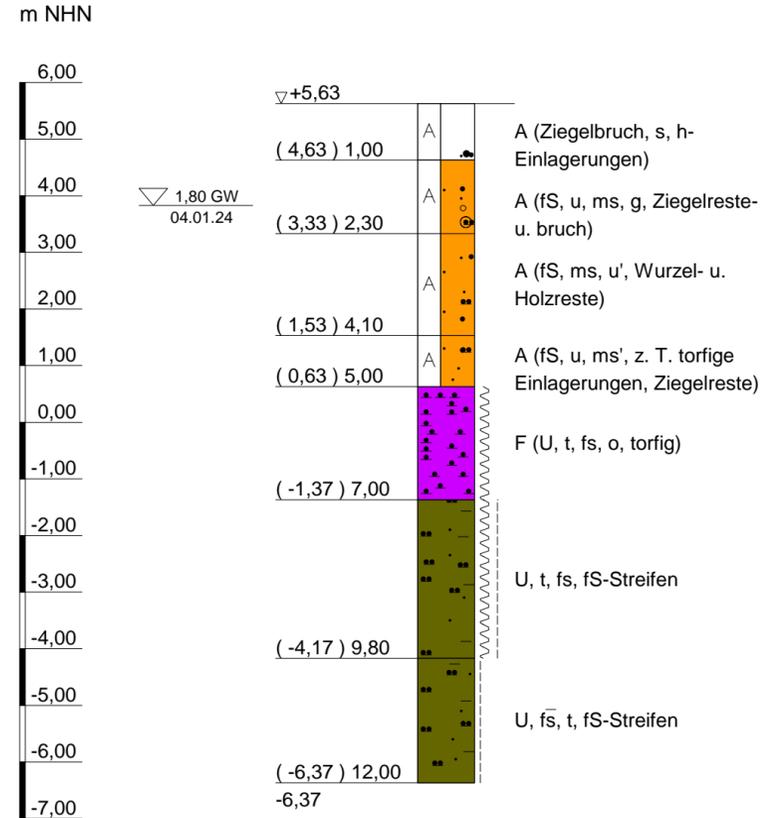
gepr. Chr

Maßstab 1 : 750

Anlage 1

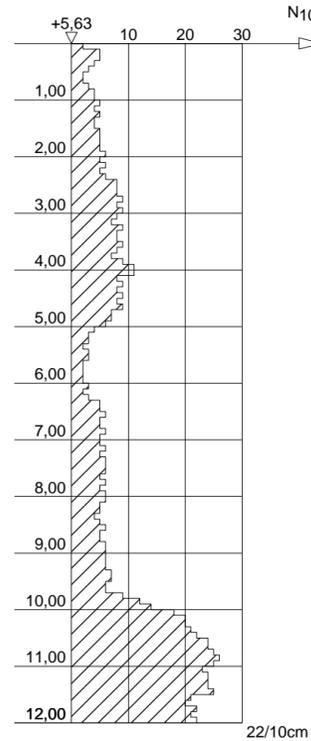
Zeichnungs-Nr. 23-2130 11 LP 101

KRB 11/24 04.01.2024

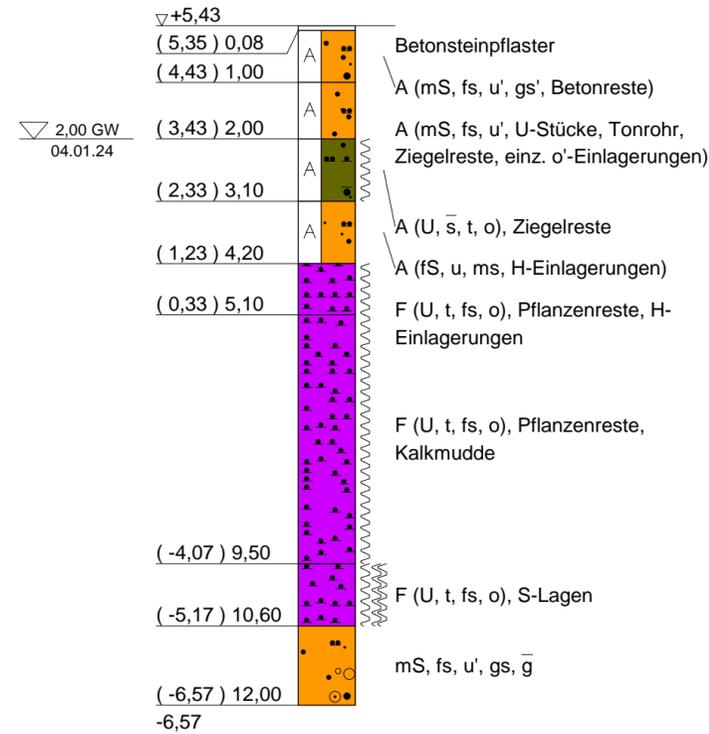


GW nach Bohrende
nicht messbar
Bohrloch zugefallen

DPH 11/24 05.01.2024

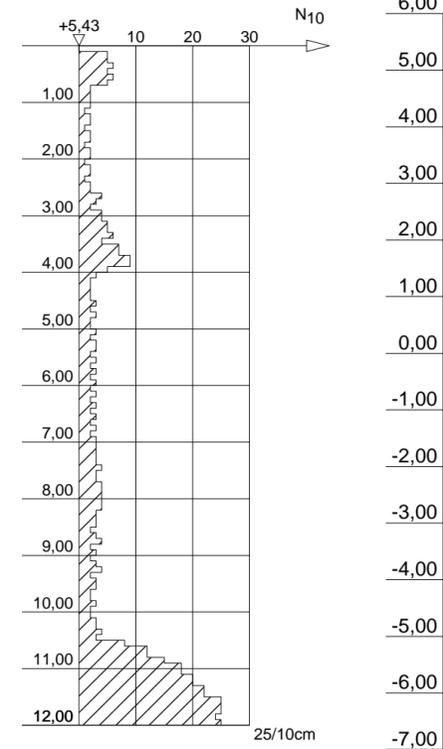


KRB 12/24 04.01.2024



GW nach Bohrende
nicht messbar
Bohrloch zugefallen

DPH 12/24 05.01.2024



LEGENDE

Aufschlussbezeichnungen

Sch	Schurf	CPT	Drucksondierung
B	Bohrung	DPH	schwere Rammsondierung
KRB	Kleinrammbohrung	DPM	mittelschwere Rammsondierung
GWM	Grundwassermessstelle	DPL 5/	leichte Rammsondierung (A = 5 cm²)
RFB	Rammfilterbrunnen	DPL 10/	leichte Rammsondierung (A = 10 cm²)
BL	Bodenluftmessstelle / -messung	BDP	Bohrlochrammsondierung (SPT)

Bodenarten

Auffüllung		Mu	Mu
Mutterboden		T t	t
Ton	tonig	U u	u
Schluff	schluffig	S s	s
Sand	sandig	G g	g
Kies	kiesig	X x	x
Steine	steinig	Y y	y
Blöcke	mit Blöcken	H h	h
Torf, Humos	torfig, humos	F o	o
Mudde, Faulschlamm	organisch	Kl, Sl	kl, sl
Klei, Schlack		Bkt	bkt
Beckenton		Bku	bku
Beckenschluff		Bks	bks
Beckensand		GLt	gl
Glimmerton		GLu	gl
Glimmerschluff		Lg	lg
Geschiebelehm		Mg	mg
Geschiebemergel		L	l
Verwitterungs-, Hanglehm		Lx	lx
Hangschutt		Löl	löl
Lößlehm		Wk	wk
Wiesenkalk, Seekalk, -kreide		Bk	bk
Braunkohle			

Felsarten

Fels, undifferenziert	Z	Z
Tonstein	Tst	tst
Schluffstein	Ust	ust
Mergelstein	Mst	mst
Sandstein	Sst	st
Konglomerat, Brekzie	Ko, Br	ko, br
Kalkstein	Kst	kst
kristallines Gestein	Krst	krst

Bodenproben

ungestörte Probe	Bohrkern	gestörte Probe
------------------	----------	----------------

Korngrößenbereich

f	fein
m	mittel
g	grob

Kalkgehalt

o	kalkfrei
k+	kalkhaltig
k++	stark kalkhaltig

Feuchtigkeit

f	feucht
n	nass

Verwitterungsstufen

0	frisch / nicht verwittert
1	schwach verwittert
2	mäßig verwittert
3	stark verwittert
4	vollständig verwittert
5	zersetzt

Grundwasser

Grundwasser angebohrt	Grundwasser nach Bohrende	Ruhewasserstand im ausg. Bohrloch	kGW	kein Grundwasser
-----------------------	---------------------------	-----------------------------------	-----	------------------

Nebenanteile

'	schwach (5 - 15 %)
-	stark (30 - 40 %)
brg/swch	

Konsistenzen

brg/swch	breiig/ sehr weich	(0,00 < I _c < 0,50)
wch	weich	(0,50 < I _c < 0,75)
stf	steif	(0,75 < I _c < 1,00)
hfst	halbfest	(1,00 < I _c)
fst	fest	(w _n < w _s)

Zersetzung

z'	nicht bis mäßig zersetzt
z	stark bis völlig zersetzt

Klüftung

klü	klüftig
stark klü	stark klüftig



www.igb-ingenieure.de

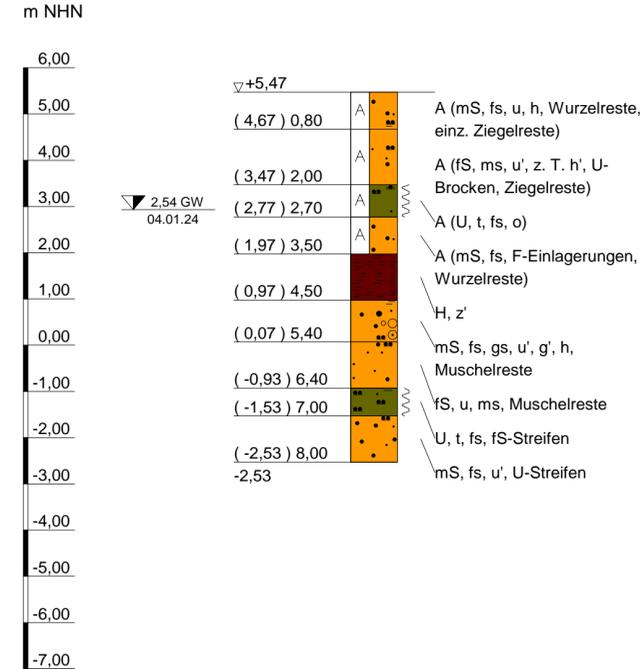
"Bebauungsplan Nr. 56, 2. Änderung" und Sanierung und Modernisierung der ehem. Ernst-Barlach-Schule, Ratzeburg

Geotechnisches Gutachten mit orientierender Schadstoffuntersuchung

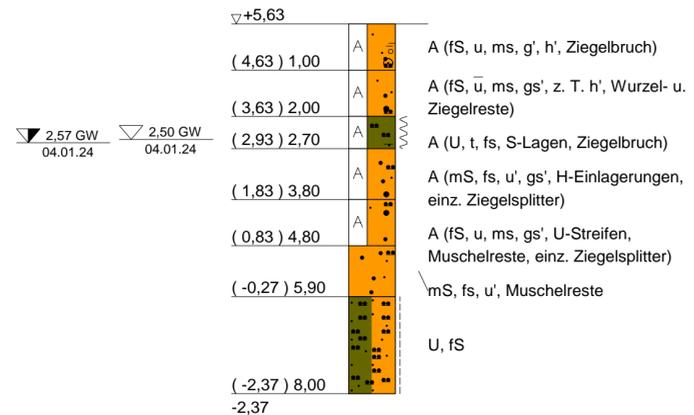
Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse Historisches Gebäude

Maßstab	Datum	Anlage 2.1
1 : 100	29.02.2024	
Blattgröße	gez.	Zeichnungs-Nr.
650 mm x 297 mm	Pn	
	gepr.	23-2130 11 BP 201
	Chr	

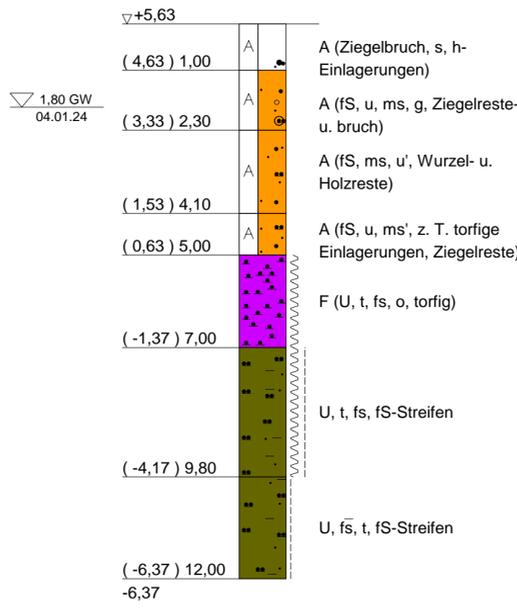
KRB 7/24
04.01.2024



KRB 8/24
04.01.2024

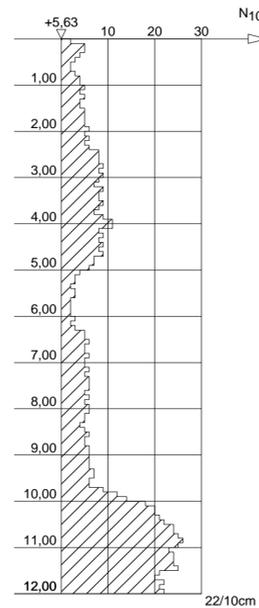


KRB 11/24
04.01.2024

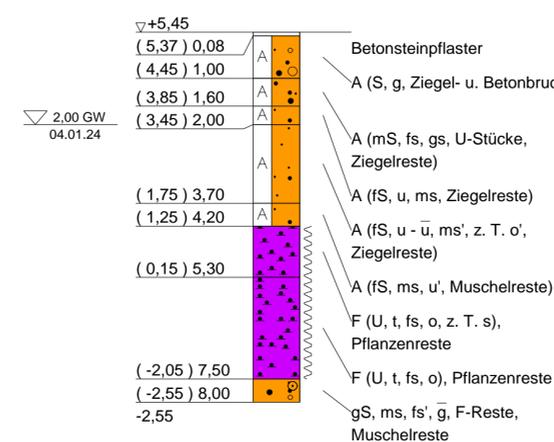


GW nach Bohrende
nicht messbar
Bohrloch zugefallen

DPH 11/24
05.01.2024

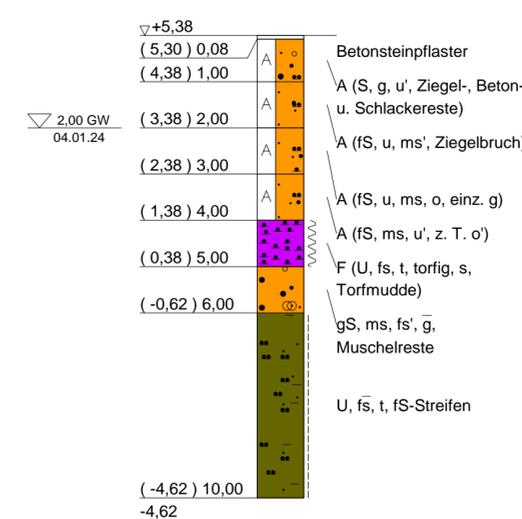


KRB 10/24
04.01.2024



GW nach Bohrende
nicht messbar
Bohrloch zugefallen

KRB 9b/24
04.01.2024



GW nach Bohrende
nicht messbar
Bohrloch zugefallen

LEGENDE

Aufschlussbezeichnungen

Sch	Schurf	CPT	Drucksondierung
B	Bohrung	DPH	schwere Rammsondierung
KRB	Kleinrammbohrung	DPM	mittelschwere Rammsondierung
GWM	Grundwassermessstelle	DPL 5/	leichte Rammsondierung (A = 5 cm²)
RFB	Rammfilterbrunnen	DPL 10/	leichte Rammsondierung (A = 10 cm²)
BL	Bodenluftmessstelle / -messung	BDP	Bohrlochrammsondierung (SPT)

Bodenarten

Auffüllung		Mu	
Mutterboden	tonig	T	t
Ton	tonig	U	u
Schluff	schluffig	S	s
Sand	sandig	G	g
Kies	kiesig	X	x
Steine	steinig	Y	y
Blöcke	mit Blöcken	H	h
Torf, Humos	torfig, humos	F	o
Mudde, Faulschlamm	organisch	Kl, Sl	
Klei, Schlack		Bkt	
Beckenton		Bku	
Beckenschluff		Bks	
Beckensand		GLt	
Glimmerton		GLu	
Glimmerschluff		Lg	
Geschiebelehm		Mg	
Geschiebemergel		L	
Verwitterungs-, Hanglehm		Lx	
Hangschutt		Lsl	
Lößlehm		Wk	
Wiesenkalk, Seekalk, -kreide		Bk	
Braunkohle		Z	
Fels, undifferenziert		Tst	
Tonstein		Ust	
Schluffstein		Mst	
Mergelstein		Sst	
Sandstein		Ko, Br	
Konglomerat, Brekzie		Kst	
Kalkstein		Krst	
kristallines Gestein			

Bodenproben

ungestörte Probe	gestörte Probe
Bohrkern	

Grundwasser

Grundwasser angebohrt	Grundwasser nach Bohrende	Ruhwasserstand im ausg. Bohrloch	kein Grundwasser
-----------------------	---------------------------	----------------------------------	------------------

Korngrößenbereich

f	fein	m	mittel	g	grob
---	------	---	--------	---	------

Nebenanteile

schwach (5 - 15 %)	stark (30 - 40 %)
brg/swch	brg/swch

Kalkgehalt

o	kalkfrei	k+	kalkhaltig	k++	stark kalkhaltig
---	----------	----	------------	-----	------------------

Konsistenzen

brg/swch	breiig/ sehr weich	wch	weich	stf	stif	hfst	halfstef	fst	fest
----------	--------------------	-----	-------	-----	------	------	----------	-----	------

Feuchtigkeit

f	feucht	nass
---	--------	------

Zersetzung

z'	nicht bis mäßig zersetzt	z	stark bis völlig zersetzt
----	--------------------------	---	---------------------------

Verwitterungsstufen

0	frisch / nicht verwittert	1	schwach verwittert	2	mäßig verwittert	3	stark verwittert	4	vollständig verwittert	5	zersetzt
---	---------------------------	---	--------------------	---	------------------	---	------------------	---	------------------------	---	----------

Klüftung

klü	klüftig	klü	stark klüftig
-----	---------	-----	---------------



"Bebauungsplan Nr. 56, 2. Änderung" und Sanierung und Modernisierung ehem. Ernst-Barlach-Schule, Ratzeburg

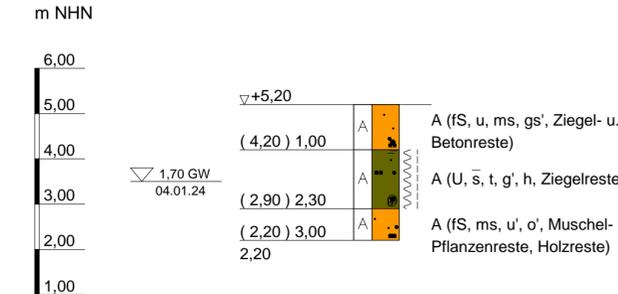
Geotechnisches Gutachten mit orientierender Schadstoffuntersuchung

Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse Anbau Touristinformation

Maßstab	1 : 100	Datum	29.02.2024	Anlage 2.2
Blattgröße	970 mm x 297 mm	gez.	Pn	Zeichnungs-Nr.
		gepr.	Chr	23-2130 11 BP 202

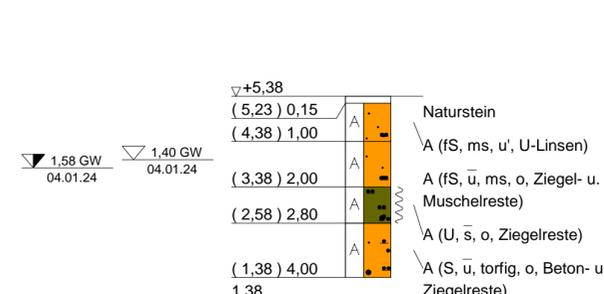
Copyright © By IDAT GmbH 1994 - 2021 - K:\JOB\23\23-2130\ErnstBarlach\11 GeoGut\04 Profile\04 Profile\04 Profil-Ausgang\23-2130 11 BP 202.bsp

KRB 1/24
04.01.2024

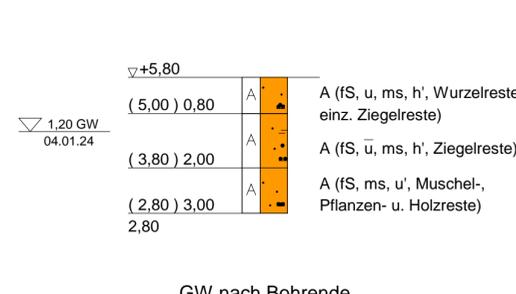


GW nach Bohrende nach Bohrende nicht messbar Bohrloch zugefallen

KRB 2/24
04.01.2024

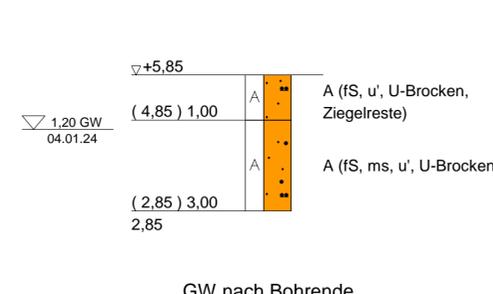


KRB 4/24
04.01.2024



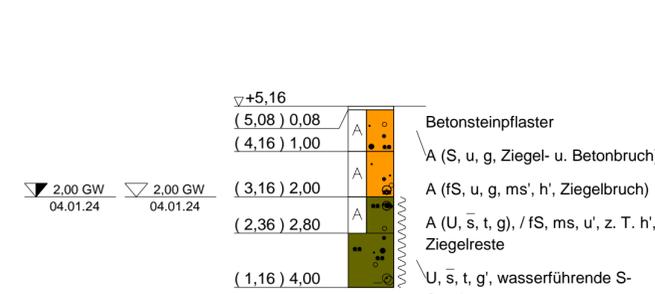
GW nach Bohrende nach Bohrende nicht messbar Bohrloch zugefallen

KRB 3/24
04.01.2024



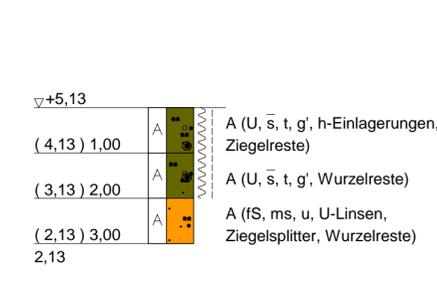
GW nach Bohrende nach Bohrende nicht messbar Bohrloch zugefallen

KRB 5/24
04.01.2024



GW nach Bohrende nach Bohrende nicht messbar Bohrloch zugefallen

KRB 6/24
04.01.2024



kein Wasser

LEGENDE

Aufschlussbezeichnungen

Sch	Schurf	CPT	Drucksondierung
B	Bohrung	DPH	schwere Rammsondierung
KRB	Kleinrammbohrung	DPM	mittelschwere Rammsondierung
GWM	Grundwassermessstelle	DPL 5/	leichte Rammsondierung (A = 5 cm²)
RFB	Rammfilterbrunnen	DPL 10/	leichte Rammsondierung (A = 10 cm²)
BL	Bodenluftmessstelle / -messung	BDP	Bohrlochrammsondierung (SPT)

Bodenarten

Auffüllung		Mu	Mutterboden
Ton	tonig	T t	
Schluff	schluffig	U u	
Kies	kiesig	G g	
Steine	steinig	X x	
Blöcke	mit Blöcken	Y y	
Torf, Humos	torfig, humos	H h	
Mudde, Faulschlamm	organisch	F o	
Klei, Schlick		Kl, Sl	
Beckenton		Bkt	
Beckenschluff		Bku	
Beckensand		Bks	
Glimmertone		GLt	
Glimmerschluff		GLu	
Geschiebelehm		Lg	
Geschiebemergel		Mg	
Verwitterungs-, Hanglehm		L	
Hangschutt		Lx	
Lößlehm		Ll	
Wiesenkalk, Seekalk, -kreide		Wk	
Braunkohle		Bk	

Felsarten

Fels, undifferenziert	Z
Tonstein	Tst
Schluffstein	Ust
Mergelstein	Mst
Sandstein	Sst
Konglomerat, Brekzie	Ko, Br
Kalkstein	Kst
kristallines Gestein	Krst

Bodenproben

ungestörte Probe	Bohrkern	gestörte Probe
------------------	----------	----------------

Korngrößenbereich

f	fein	brg/	breiig/	(0,00 < l _c < 0,50)
m	mittel	swch	sehr weich	
g	grob	wch	weich	(0,50 < l _c < 0,75)
		stf	steif	(0,75 < l _c < 1,00)
		hfst	halbfest	(1,00 < l _c)
		fst	fest	(w _c < w _s)

Kalkgehalt

o	kalkfrei	
k+	kalkhaltig	
k++	stark kalkhaltig	

Feuchtigkeit

f	feucht	z'	nicht bis mäßig zersetzt
n	nass	z	stark bis völlig zersetzt

Verwitterungsstufen

0	frisch / nicht verwittert	klü	klüftig
1	schwach verwittert	klü	stark klüftig
2	mäßig verwittert		
3	stark verwittert		
4	vollständig verwittert		
5	zersetzt		

Grundwasser

Grundwasser angebohrt	Grundwasser nach Bohrende	Ruhwasserstand im ausg. Bohrloch	kein Grundwasser
-----------------------	---------------------------	----------------------------------	------------------

Klüftung

klü	klüftig
klü	stark klüftig



www.igb-ingenieure.de

"Bebauungsplan Nr. 56, 2. Änderung" und Sanierung und Modernisierung der ehem. Ernst-Barlach-Schule, Ratzeburg

Geotechnisches Gutachten mit orientierender Schadstoffuntersuchung

Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse Freianlagen

Maßstab	Datum	Anlage 2.3
1 : 100	29.02.2024	
Blattgröße	gez.	Zeichnungs-Nr.
1020 mm x 297 mm	Pn	
	gepr.	23-2130 11 BP 203
	Chr	

Copyright © by IGBT GmbH 1994 - 2021 - K:\IGB-23-23-2130\ErnstBarlach\11 GeoCut\04 Profil\01 Profil-Ausgang_23-2130_11_BP_203.bop

ZUSAMMENSTELLUNG DER VERSUCHSERGEBNISSE

Anlage 3.1

Entnahmestelle		KRB 1/24	KRB 4/24	KRB 5/24	KRB 7/24	KRB 7/24	KRB 8/24	KRB 9b/24	KRB 9b/24	KRB 9b/24	KRB 10/24
Entnahmetiefe	[m]	2,3-3,0	2,0-3,0	2,8-4,0	3,5-4,5	4,5-5,4	5,9-8,0	4,0-5,0	5,0-6,0	6,0-10,0	4,2-5,3
Entnahmeart		GP	GP	GP	GP						
Bodenart		A (S)	A (S)	U	H	S	U	F	S	U	F
Wassergehalt	w [%]			15,7	345,9		18,7	113,3		18,7	57,8
Fließgrenze	w _L [%]										
Ausrollgrenze	w _P [%]										
Plastizitätszahl	I _P [%]										
Konsistenzzahl	I _C [-]										
Feuchtwichte	γ [kN/m ³]										
Trockenwichte	γ _d [kN/m ³]										
Proctorversuch	s. Anlage										
Kornverteilung	s. Anlage	4.1	4.1	4.3		4.1	4.3		4.2	4.3	
Trockenrohddichte	ρ _s [g/cm ³]				68,4			15,7			4,4
Glühverlust	V _{gl} [%]										
Ödometer-Steifemodul / Zeitsetzung	s. Anlage										
Einaxialversuch	q _u s. Anlage										
Wasseraufnahmevermögen	w _a [%]										
Kalkgehalt	V _{Ca} [%]										

23-2130 "Bebauungsplan Nr. 52, 2. Änderung" und Sanierung und Modernisierung
 Ernst-Barlach-Schule Ratzeburg
 Geotechnisches Gutachten mit orientierender Schadstoffuntersuchung

ZUSAMMENSTELLUNG DER VERSUCHSERGEBNISSE

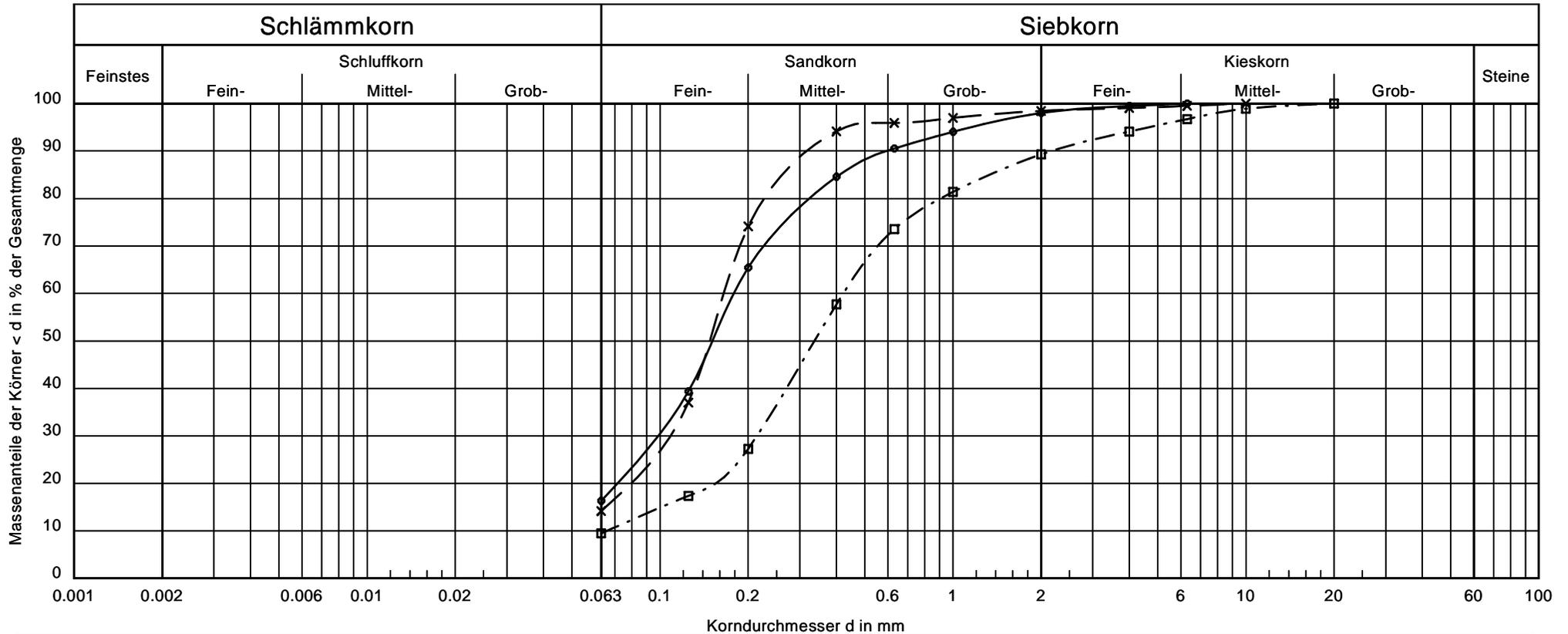
Anlage 3.2

Entnahmestelle	KRB 10/24	KRB 11/24	KRB 11/24	KRB 12/24	KRB 12/24	KRB 12/24	KRB 12/24			
Entnahmetiefe [m]	7,5-8,0	5,0-7,0	7,0-9,8	4,2-5,1	5,1-9,5	9,5-10,6	10,6-12,0			
Entnahmeart	GP									
Bodenart	S	F	U	F	F	F	S			
Wassergehalt w [%]		85,5	19,1	55,0	75,7	37,8				
Fließgrenze w_L [%]										
Ausrollgrenze w_P [%]										
Plastizitätszahl I_P [%]										
Konsistenzzahl I_c [-]										
Feuchtwichte γ [kN/m ³]										
Trockenwichte γ_d [kN/m ³]										
Proctorversuch s. Anlage										
Kornverteilung s. Anlage	4.2		4.3				4.2			
Trockenrohdichte ρ_s [g/cm ³]										
Glühverlust V_{gl} [%]		4,8		10,8	6,3					
Ödometer-Steifemodul / Zeitsetzung s. Anlage										
Einaxialversuch q_u s. Anlage										
Wasseraufnahmevermögen w_a [%]										
Kalkgehalt V_{Ca} [%]										

23-2130 "Bebauungsplan Nr. 52, 2. Änderung" und Sanierung und Modernisierung
 Ernst-Barlach-Schule Ratzeburg
 Geotechnisches Gutachten mit orientierender Schadstoffuntersuchung

Kornverteilungskurven

Anlage 4.1



Signatur	● — ●	× — ×	□ - - - □
Entnahmestelle:	KRB 1/24	KRB 4/24	KRB 7/24
Tiefe [m]:	2,3-3,0	2,0-3,0	4,5-5,4
Bodenart:	A (fs, u, ms, gs')	A (fs, ms, u')	mS, fs, gs, u', g'
U/Cc	-/-	-/-	6.4/1.7
k [m/s] (Beyer)	-	-	$3.5 \cdot 10^{-5}$
T/U/S/G [%]:	- /16.3/81.7/2.0	- /14.2/84.3/1.5	- /9.5/79.8/10.7

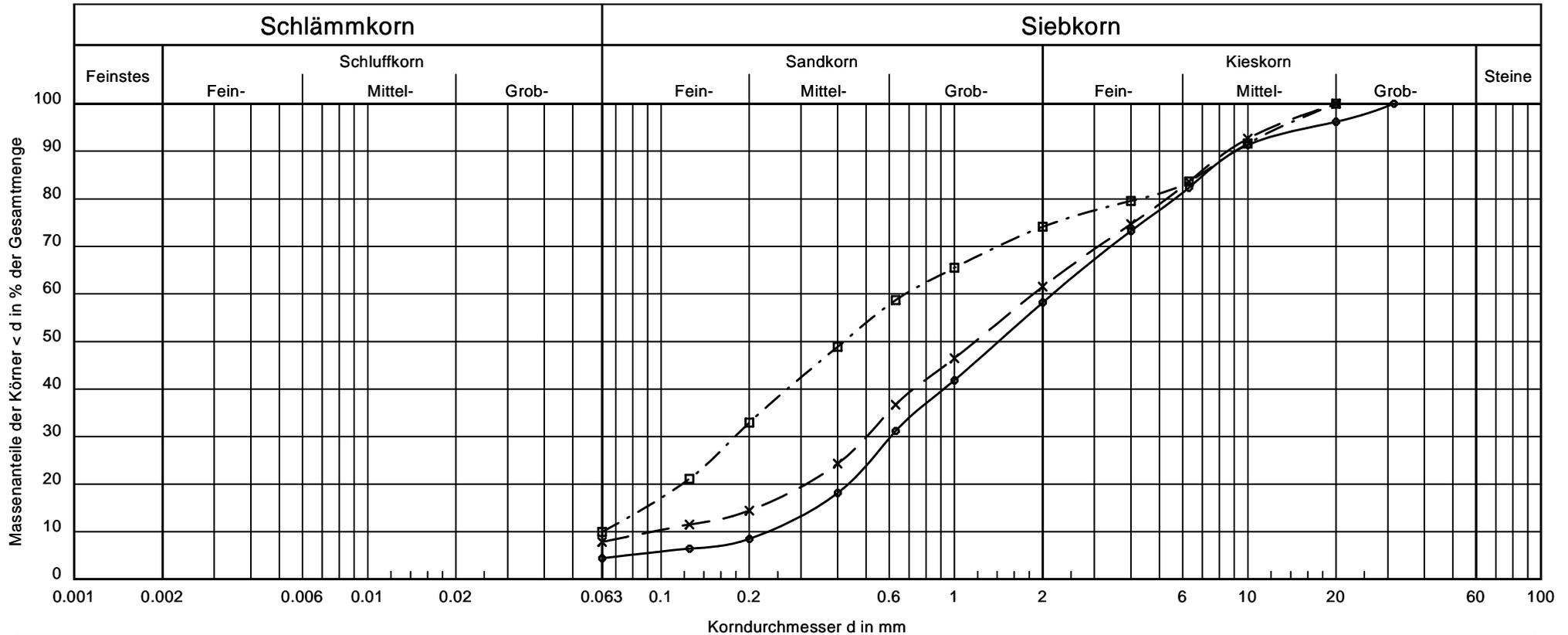
23-2130 „Bebauungsplan Nr. 56, 2. Änderung“ und Sanierung und Modernisierung der ehem. Ernst-Barlach-Schule
Geotechnisches Gutachten mit orient. Schadstoffuntersuchung



www.igb-ingenieure.de

Kornverteilungskurven

Anlage 4.2



Signatur	● — ●	x - - x	■ - · - · □
Entnahmestelle:	KRB 9b/24	KRB 10/24	KRB 12/24
Tiefe [m]:	5,0-6,0	7,5-8,0	10,6-12,0
Bodenart:	gS, ms, fs', g*	gS, ms, fs, u', g*	mS, fs, u', gs, g*
U/Cc	9.3/0.7	20.0/1.5	10.8/0.7
k [m/s] (Beyer)	$4.3 \cdot 10^{-4}$	-	$2.8 \cdot 10^{-5}$
T/U/S/G [%]:	- /4.4/53.8/41.8	- /7.8/53.7/38.5	- /9.9/64.2/25.9

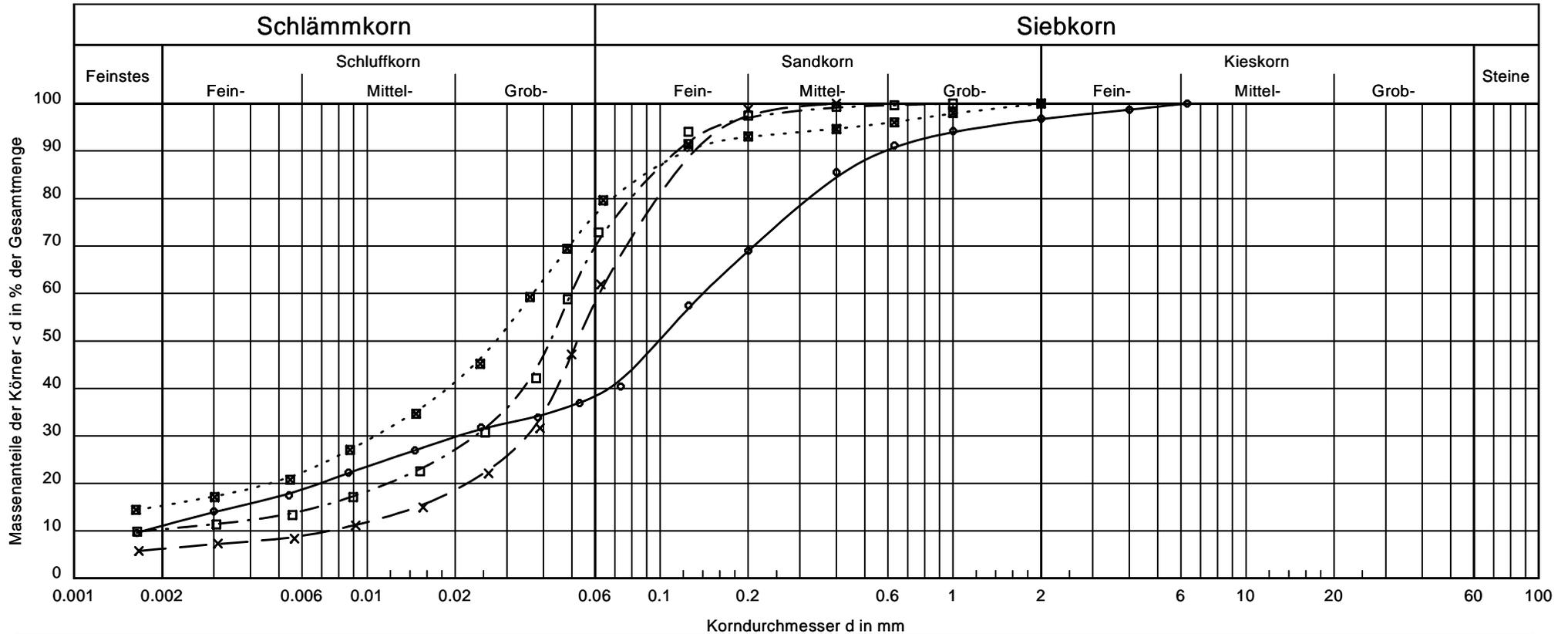
23-2130 „Bebauungsplan Nr. 56, 2. Änderung“ und Sanierung und Modernisierung der ehem. Ernst-Barlach-Schule
Geotechnisches Gutachten mit orient. Schadstoffuntersuchung



www.igb-ingenieure.de

Kornverteilungskurven

Anlage 4.3



Signatur	○ — ○	× — ×	□ - - - □	■ ····· ■
Entnahmestelle:	KRB 5/24	KRB 8/24	KRB 9b/24	KRB 11/24
Tiefe [m]:	2,8-4,0	5,9-8,0	6,0-10,0	7,0-9,8
Bodenart:	U, s, t	U, fs, t'	U, fs, t'	U, t, fs
U/Cc	81.1/1.7	8.4/2.7	28.5/6.3	-/-
k [m/s] (Beyer)	-	-	-	-
T/U/S/G [%]:	11.1/27.3/58.4/3.3	6.2/51.9/41.9/ -	10.3/59.5/30.1/ -	15.3/61.2/23.5/ -

23-2130 „Bebauungsplan Nr. 56, 2. Änderung“ und Sanierung und Modernisierung der ehem. Ernst-Barlach-Schule
Geotechnisches Gutachten mit orient. Schadstoffuntersuchung



www.igb-ingenieure.de

Eurofins Umwelt Nord GmbH - Lise-Meitner-Straße 1-7 - D-24223 Schwentinental

IGB Ingenieurgesellschaft mbH
Kaistraße 101
24114 Kiel

Titel: Prüfbericht zu Auftrag 32403974

Prüfberichtsnummer: AR-24-XF-000607-01

Auftragsbezeichnung: 23-2130 (01) Ratzeburg, Ernst-Barlach-Schule

Anzahl Proben: 4

Probenart: Boden

Probenahmedatum: 04.01.2024

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

Anlieferung normenkonform: Nein

Probeneingangsdatum: 09.02.2024

Prüfzeitraum: 09.02.2024 - 21.02.2024

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-XF-000607-01.xml

Dr. Martin Jacobsen

Prüfleitung

+ 494307 900352

Digital signiert, 21.02.2024

Maria Windeler

Prüfleitung

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	Vergleichswerte							Probenbezeichnung		MP 1	MP 2	MP 3	
				Z0 Sand	Z0 Lehm/ Schluff	Z0 Ton	Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2	Probenahmedatum/ -zeit	BG	Einheit	04.01.2024	04.01.2024	04.01.2024
											Probennummer			324018346	324018347	324018348
Probenvorbereitung Feststoffe																
Probenmenge inkl. Verpackung	FR/f	F5	DIN 19747: 2009-07									kg	0,913	0,639	0,564	
Fremdstoffe (Art)	FR/f	F5	DIN 19747: 2009-07										nein	nein	nein	
Fremdstoffe (Menge)	FR/f	F5	DIN 19747: 2009-07									g	0,0	0,0	0,0	
Siebrückstand > 10mm	FR/f	F5	DIN 19747: 2009-07										ja	nein	nein	
Fremdstoffe (Anteil)	FR/f	F5	DIN 19747: 2009-07								0,1	%	< 0,1	< 0,1	< 0,1	
Königswasseraufschluss (angewandte Methode)	FR/f	F5	L8:DIN EN 13657:2003-01;F5:DIN EN ISO 54321:2021-4										mittels thermoregu- lierbarem Graphitblock ₁₎	mittels thermoregu- lierbarem Graphitblock ₁₎	mittels thermoregu- lierbarem Graphitblock ₁₎	
Physikalisch-chemische Kenngrößen aus der Originalsubstanz																
Trockenmasse	FR/f	F5	DIN EN 14346: 2007-03									0,1	Ma.-%	88,3	86,1	83,5
Anionen aus der Originalsubstanz																
Cyanide, gesamt	FR/f	F5	DIN ISO 17380: 2013-10					3	3	10	0,5	mg/kg TS	< 0,5	< 0,5	< 0,5	

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	Vergleichswerte							Probenbezeichnung		MP 1	MP 2	MP 3	
				Z0 Sand	Z0 Lehm/ Schluff	Z0 Ton	Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2	Probenahmedatum/ -zeit	BG	Einheit	04.01.2024	04.01.2024	04.01.2024
											Probennummer			324018346	324018347	324018348
Elemente aus dem Königswasseraufschluss nach DIN EN 13657: 2003-01																
Arsen (As)	FR/f	F5	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	10	15	20	15 ⁴⁾	45	45	150	0,8	mg/kg TS	2,3	2,4	6,5	
Blei (Pb)	FR/f	F5	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	40	70	100	140	210	210	700	2	mg/kg TS	33	17	12	
Cadmium (Cd)	FR/f	F5	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,4	1	1,5	1 ⁵⁾	3	3	10	0,2	mg/kg TS	< 0,2	< 0,2	0,2	
Chrom (Cr)	FR/f	F5	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	30	60	100	120	180	180	600	1	mg/kg TS	6	7	25	
Kupfer (Cu)	FR/f	F5	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	20	40	60	80	120	120	400	1	mg/kg TS	12	9	15	
Nickel (Ni)	FR/f	F5	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	15	50	70	100	150	150	500	1	mg/kg TS	6	5	20	
Quecksilber (Hg)	FR/f	F5	DIN EN ISO 12846 (E12): 2012-08	0,1	0,5	1	1	1,5	1,5	5	0,07	mg/kg TS	0,17	< 0,07	< 0,07	
Thallium (Tl)	FR/f	F5	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,4	0,7	1	0,7 ⁶⁾	2,1	2,1	7	0,2	mg/kg TS	< 0,2	< 0,2	< 0,2	
Zink (Zn)	FR/f	F5	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	60	150	200	300	450	450	1500	1	mg/kg TS	57	37	51	
Organische Summenparameter aus der Originalsubstanz																
TOC	FR/f	F5	DIN EN 15936: 2012-11 (AN,L8: Ver.A; FG,F5: Ver.B)	0,5 ⁷⁾	0,5 ⁷⁾	0,5 ⁷⁾	0,5 ⁷⁾	1,5	1,5	5	0,1	Ma.-% TS	0,6	0,7	0,4	
EOX	FR/f	F5	DIN 38414-17 (S17): 2017-01	1	1	1	1 ⁸⁾	3 ⁸⁾	3 ⁸⁾	10	1,0	mg/kg TS	< 1,0	< 1,0	< 1,0	
Kohlenwasserstoffe C10-C22	FR/f	F5	DIN EN 14039: 2005-01/LAGA KW/04: 2019-09	100	100	100	200	300	300	1000	40	mg/kg TS	< 40	< 40	< 40	
Kohlenwasserstoffe C10-C40	FR/f	F5	DIN EN 14039: 2005-01/LAGA KW/04: 2019-09				400	600	600	2000	40	mg/kg TS	< 40	< 40	< 40	

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	Vergleichswerte							Probenbezeichnung		MP 1	MP 2	MP 3	
				Z0 Sand	Z0 Lehm/ Schluff	Z0 Ton	Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2	Probenahmedatum/ -zeit	BG	Einheit	04.01.2024	04.01.2024	04.01.2024
											Probennummer			324018346	324018347	324018348
BTEX und aromatische Kohlenwasserstoffe aus der Originalsubstanz																
Benzol	FR/f	F5	DIN EN ISO 22155: 2016-07									0,05	mg/kg TS	n.n. ²⁾	n.n. ²⁾	n.n. ²⁾
Toluol	FR/f	F5	DIN EN ISO 22155: 2016-07									0,05	mg/kg TS	n.n. ²⁾	n.n. ²⁾	n.n. ²⁾
Ethylbenzol	FR/f	F5	DIN EN ISO 22155: 2016-07									0,05	mg/kg TS	n.n. ²⁾	n.n. ²⁾	n.n. ²⁾
m-/p-Xylol	FR/f	F5	DIN EN ISO 22155: 2016-07									0,05	mg/kg TS	n.n. ²⁾	n.n. ²⁾	n.n. ²⁾
o-Xylol	FR/f	F5	DIN EN ISO 22155: 2016-07									0,05	mg/kg TS	n.n. ²⁾	n.n. ²⁾	n.n. ²⁾
Summe BTEX	FR/f		berechnet	1	1	1	1	1	1	1		mg/kg TS	(n. b.) ³⁾	(n. b.) ³⁾	(n. b.) ³⁾	
LHKW aus der Originalsubstanz																
Dichlormethan	FR/f	F5	DIN EN ISO 22155: 2016-07									0,05	mg/kg TS	n.n. ²⁾	n.n. ²⁾	n.n. ²⁾
trans-1,2-Dichlorethen	FR/f	F5	DIN EN ISO 22155: 2016-07									0,05	mg/kg TS	n.n. ²⁾	n.n. ²⁾	n.n. ²⁾
cis-1,2-Dichlorethen	FR/f	F5	DIN EN ISO 22155: 2016-07									0,05	mg/kg TS	n.n. ²⁾	n.n. ²⁾	n.n. ²⁾
Chloroform (Trichlormethan)	FR/f	F5	DIN EN ISO 22155: 2016-07									0,05	mg/kg TS	n.n. ²⁾	n.n. ²⁾	n.n. ²⁾
1,1,1-Trichlorethan	FR/f	F5	DIN EN ISO 22155: 2016-07									0,05	mg/kg TS	n.n. ²⁾	n.n. ²⁾	n.n. ²⁾
Tetrachlormethan	FR/f	F5	DIN EN ISO 22155: 2016-07									0,05	mg/kg TS	n.n. ²⁾	n.n. ²⁾	n.n. ²⁾
Trichlorethen	FR/f	F5	DIN EN ISO 22155: 2016-07									0,05	mg/kg TS	n.n. ²⁾	n.n. ²⁾	n.n. ²⁾
Tetrachlorethen	FR/f	F5	DIN EN ISO 22155: 2016-07									0,05	mg/kg TS	n.n. ²⁾	n.n. ²⁾	n.n. ²⁾
1,1-Dichlorethen	FR/f	F5	DIN EN ISO 22155: 2016-07									0,05	mg/kg TS	n.n. ²⁾	n.n. ²⁾	n.n. ²⁾
1,2-Dichlorethan	FR/f	F5	DIN EN ISO 22155: 2016-07									0,05	mg/kg TS	n.n. ²⁾	n.n. ²⁾	n.n. ²⁾
Summe LHKW (10 Parameter)	FR/f		berechnet	1	1	1	1	1	1	1		mg/kg TS	(n. b.) ³⁾	(n. b.) ³⁾	(n. b.) ³⁾	

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	Vergleichswerte							Probenbezeichnung		MP 1	MP 2	MP 3	
				Z0 Sand	Z0 Lehm/ Schluff	Z0 Ton	Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2	Probenahmedatum/ -zeit	BG	Einheit	04.01.2024	04.01.2024	04.01.2024
											Probennummer			324018346	324018347	324018348
PAK aus der Originalsubstanz																
Naphthalin	FR/f	F5	DIN ISO 18287: 2006-05									0,05	mg/kg TS	n.n. ²⁾	n.n. ²⁾	n.n. ²⁾
Acenaphthylen	FR/f	F5	DIN ISO 18287: 2006-05									0,05	mg/kg TS	n.n. ²⁾	n.n. ²⁾	n.n. ²⁾
Acenaphthen	FR/f	F5	DIN ISO 18287: 2006-05									0,05	mg/kg TS	n.n. ²⁾	n.n. ²⁾	n.n. ²⁾
Fluoren	FR/f	F5	DIN ISO 18287: 2006-05									0,05	mg/kg TS	n.n. ²⁾	n.n. ²⁾	n.n. ²⁾
Phenanthren	FR/f	F5	DIN ISO 18287: 2006-05									0,05	mg/kg TS	< 0,05	0,07	n.n. ²⁾
Anthracen	FR/f	F5	DIN ISO 18287: 2006-05									0,05	mg/kg TS	< 0,05	n.n. ²⁾	< 0,05
Fluoranthen	FR/f	F5	DIN ISO 18287: 2006-05									0,05	mg/kg TS	< 0,05	0,09	< 0,05
Pyren	FR/f	F5	DIN ISO 18287: 2006-05									0,05	mg/kg TS	< 0,05	0,07	< 0,05
Benzo[a]anthracen	FR/f	F5	DIN ISO 18287: 2006-05									0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	n.n. ²⁾
Chrysen	FR/f	F5	DIN ISO 18287: 2006-05									0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	n.n. ²⁾
Benzo[b]fluoranthen	FR/f	F5	DIN ISO 18287: 2006-05									0,05	mg/kg TS	< 0,05	0,06	< 0,05
Benzo[k]fluoranthen	FR/f	F5	DIN ISO 18287: 2006-05									0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Benzo[a]pyren	FR/f	F5	DIN ISO 18287: 2006-05	0,3	0,3	0,3	0,6	0,9	0,9	3		0,05	mg/kg TS	n.n. ²⁾	< 0,05	n.n. ²⁾
Indeno[1,2,3-cd]pyren	FR/f	F5	DIN ISO 18287: 2006-05									0,05	mg/kg TS	n.n. ²⁾	< 0,05	n.n. ²⁾
Dibenzo[a,h]anthracen	FR/f	F5	DIN ISO 18287: 2006-05									0,05	mg/kg TS	n.n. ²⁾	n.n. ²⁾	n.n. ²⁾
Benzo[ghi]perylen	FR/f	F5	DIN ISO 18287: 2006-05									0,05	mg/kg TS	n.n. ²⁾	< 0,05	n.n. ²⁾
Summe 16 EPA-PAK exkl. BG	FR/f	F5	DIN ISO 18287: 2006-05	3	3	3	3	3 ⁹⁾	3 ⁹⁾	30			mg/kg TS	(n. b.) ³⁾	0,29	(n. b.) ³⁾
Summe 15 PAK ohne Naphthalin exkl. BG	FR/f	F5	DIN ISO 18287: 2006-05										mg/kg TS	(n. b.) ³⁾	0,29	(n. b.) ³⁾

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	Vergleichswerte							Probenbezeichnung		MP 1	MP 2	MP 3	
				Z0 Sand	Z0 Lehm/ Schluff	Z0 Ton	Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2	Probennummer	BG	Einheit	04.01.2024	04.01.2024	04.01.2024
															324018346	324018347
PCB aus der Originalsubstanz																
PCB 28	FR/f	F5	DIN EN 15308: 2016-12									0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01
PCB 52	FR/f	F5	DIN EN 15308: 2016-12									0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01
PCB 101	FR/f	F5	DIN EN 15308: 2016-12									0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01
PCB 153	FR/f	F5	DIN EN 15308: 2016-12									0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01
PCB 138	FR/f	F5	DIN EN 15308: 2016-12									0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01
PCB 180	FR/f	F5	DIN EN 15308: 2016-12									0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Summe 6 DIN-PCB exkl. BG	FR/f	F5	DIN EN 15308: 2016-12	0,05	0,05	0,05	0,1	0,15	0,15	0,5		mg/kg TS	(n. b.) ³⁾	(n. b.) ³⁾	(n. b.) ³⁾	
PCB 118	FR/f	F5	DIN EN 15308: 2016-12									0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Summe PCB (7)	FR/f	F5	DIN EN 15308: 2016-12									mg/kg TS	(n. b.) ³⁾	(n. b.) ³⁾	(n. b.) ³⁾	

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

pH-Wert	FR/f	F5	DIN EN ISO 10523 (C5): 2012-04	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6 - 12	5,5 - 12			8,1	8,0	8,1
Temperatur pH-Wert	FR/f	F5	DIN 38404-4 (C4): 1976-12									°C	20,5	20,2	20,3
Leitfähigkeit bei 25°C	FR/f	F5	DIN EN 27888 (C8): 1993-11	250	250	250	250	250	1500	2000	5	µS/cm	78	68	81

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

Chlorid (Cl)	FR/f	F5	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	30	30	30	30	30	50	100 ¹⁰⁾	1,0	mg/l	1,0	< 1,0	< 1,0
Sulfat (SO ₄)	FR/f	F5	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	20	20	20	20	20	50	200	1,0	mg/l	6,5	< 1,0	8,2
Cyanide, gesamt	FR/f	F5	DIN EN ISO 14403-2: 2012-10	5	5	5	5	5	10	20	5	µg/l	< 5	< 5	< 5

Parameter	Lab.	Akr.	Methode	Vergleichswerte							Probenbezeichnung		MP 1	MP 2	MP 3
				Z0 Sand	Z0 Lehm/ Schluff	Z0 Ton	Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2	Probenahmedatum/ -zeit	04.01.2024	04.01.2024	04.01.2024	
											Probennummer	324018346	324018347	324018348	
											BG	Einheit			
Elemente aus dem 10:1-Schütteleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01															
Arsen (As)	FR/f	F5	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	14	14	14	14	14	20	60 ¹¹⁾	1	µg/l	3	3	< 1
Blei (Pb)	FR/f	F5	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	40	40	40	40	40	80	200	1	µg/l	< 1	< 1	< 1
Cadmium (Cd)	FR/f	F5	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	3	6	0,3	µg/l	< 0,3	< 0,3	< 0,3
Chrom (Cr)	FR/f	F5	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	25	60	1	µg/l	< 1	< 1	< 1
Kupfer (Cu)	FR/f	F5	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	20	20	20	20	20	60	100	5	µg/l	< 5	< 5	< 5
Nickel (Ni)	FR/f	F5	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	15	15	15	15	15	20	70	1	µg/l	< 1	< 1	< 1
Quecksilber (Hg)	FR/f	F5	DIN EN ISO 12846 (E12): 2012-08	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1	2	0,2	µg/l	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Zink (Zn)	FR/f	F5	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	150	150	150	150	150	200	600	10	µg/l	< 10	< 10	< 10
Org. Summenparameter aus dem 10:1-Schütteleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01															
Phenolindex, wasserdampfflüchtig	FR/f	F5	DIN EN ISO 14402 (H37): 1999-12	20	20	20	20	20	40	100	10	µg/l	< 10	< 10	< 10

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	Vergleichswerte							Probenbezeichnung		MP 4
				Z0 Sand	Z0 Lehm/ Schluff	Z0 Ton	Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2	Probenahmedatum/ -zeit		04.01.2024
											Probennummer		324018349
				BG	Einheit								
Probenvorbereitung Feststoffe													
Probenmenge inkl. Verpackung	FR/f	F5	DIN 19747: 2009-07									kg	0,838
Fremdstoffe (Art)	FR/f	F5	DIN 19747: 2009-07										nein
Fremdstoffe (Menge)	FR/f	F5	DIN 19747: 2009-07									g	0,0
Siebrückstand > 10mm	FR/f	F5	DIN 19747: 2009-07										nein
Fremdstoffe (Anteil)	FR/f	F5	DIN 19747: 2009-07								0,1	%	< 0,1
Königswasseraufschluss (angewandte Methode)	FR/f	F5	L8:DIN EN 13657:2003-01;F5:DIN EN ISO 54321:2021-4										mittels thermoregu- lierbarem Graphitblock ¹⁾
Physikalisch-chemische Kenngrößen aus der Originalsubstanz													
Trockenmasse	FR/f	F5	DIN EN 14346: 2007-03								0,1	Ma.-%	87,3
Anionen aus der Originalsubstanz													
Cyanide, gesamt	FR/f	F5	DIN ISO 17380: 2013-10					3	3	10	0,5	mg/kg TS	< 0,5

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	Vergleichswerte							Probenbezeichnung	MP 4	
				Z0 Sand	Z0 Lehm/ Schluff	Z0 Ton	Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2	Probenahmedatum/ -zeit	04.01.2024	
				BG	Einheit	Probennummer	324018349						
Elemente aus dem Königswasseraufschluss nach DIN EN 13657: 2003-01													
Arsen (As)	FR/f	F5	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	10	15	20	15 ⁴⁾	45	45	150	0,8	mg/kg TS	3,1
Blei (Pb)	FR/f	F5	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	40	70	100	140	210	210	700	2	mg/kg TS	11
Cadmium (Cd)	FR/f	F5	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,4	1	1,5	1 ⁵⁾	3	3	10	0,2	mg/kg TS	< 0,2
Chrom (Cr)	FR/f	F5	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	30	60	100	120	180	180	600	1	mg/kg TS	7
Kupfer (Cu)	FR/f	F5	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	20	40	60	80	120	120	400	1	mg/kg TS	9
Nickel (Ni)	FR/f	F5	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	15	50	70	100	150	150	500	1	mg/kg TS	9
Quecksilber (Hg)	FR/f	F5	DIN EN ISO 12846 (E12): 2012-08	0,1	0,5	1	1	1,5	1,5	5	0,07	mg/kg TS	< 0,07
Thallium (Tl)	FR/f	F5	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,4	0,7	1	0,7 ⁶⁾	2,1	2,1	7	0,2	mg/kg TS	< 0,2
Zink (Zn)	FR/f	F5	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	60	150	200	300	450	450	1500	1	mg/kg TS	55
Organische Summenparameter aus der Originalsubstanz													
TOC	FR/f	F5	DIN EN 15936: 2012-11 (AN,L8: Ver.A; FG,F5: Ver.B)	0,5 ⁷⁾	0,5 ⁷⁾	0,5 ⁷⁾	0,5 ⁷⁾	1,5	1,5	5	0,1	Ma.-% TS	0,4
EOX	FR/f	F5	DIN 38414-17 (S17): 2017-01	1	1	1	1 ⁸⁾	3 ⁸⁾	3 ⁸⁾	10	1,0	mg/kg TS	< 1,0
Kohlenwasserstoffe C10-C22	FR/f	F5	DIN EN 14039: 2005-01/LAGA KW/04: 2019-09	100	100	100	200	300	300	1000	40	mg/kg TS	< 40
Kohlenwasserstoffe C10-C40	FR/f	F5	DIN EN 14039: 2005-01/LAGA KW/04: 2019-09				400	600	600	2000	40	mg/kg TS	< 40

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	Vergleichswerte							Probenbezeichnung		MP 4	
				Z0 Sand	Z0 Lehm/ Schluff	Z0 Ton	Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2	Probenahmedatum/ -zeit	04.01.2024		
											Probennummer	324018349		
											BG	Einheit		
BTEX und aromatische Kohlenwasserstoffe aus der Originalsubstanz														
Benzol	FR/f	F5	DIN EN ISO 22155: 2016-07									0,05	mg/kg TS	n.n. ²⁾
Toluol	FR/f	F5	DIN EN ISO 22155: 2016-07									0,05	mg/kg TS	n.n. ²⁾
Ethylbenzol	FR/f	F5	DIN EN ISO 22155: 2016-07									0,05	mg/kg TS	n.n. ²⁾
m-/p-Xylol	FR/f	F5	DIN EN ISO 22155: 2016-07									0,05	mg/kg TS	n.n. ²⁾
o-Xylol	FR/f	F5	DIN EN ISO 22155: 2016-07									0,05	mg/kg TS	n.n. ²⁾
Summe BTEX	FR/f		berechnet	1	1	1	1	1	1	1		mg/kg TS	(n. b.) ³⁾	
LHKW aus der Originalsubstanz														
Dichlormethan	FR/f	F5	DIN EN ISO 22155: 2016-07									0,05	mg/kg TS	n.n. ²⁾
trans-1,2-Dichlorethen	FR/f	F5	DIN EN ISO 22155: 2016-07									0,05	mg/kg TS	n.n. ²⁾
cis-1,2-Dichlorethen	FR/f	F5	DIN EN ISO 22155: 2016-07									0,05	mg/kg TS	n.n. ²⁾
Chloroform (Trichlormethan)	FR/f	F5	DIN EN ISO 22155: 2016-07									0,05	mg/kg TS	n.n. ²⁾
1,1,1-Trichlorethan	FR/f	F5	DIN EN ISO 22155: 2016-07									0,05	mg/kg TS	n.n. ²⁾
Tetrachlormethan	FR/f	F5	DIN EN ISO 22155: 2016-07									0,05	mg/kg TS	n.n. ²⁾
Trichlorethen	FR/f	F5	DIN EN ISO 22155: 2016-07									0,05	mg/kg TS	n.n. ²⁾
Tetrachlorethen	FR/f	F5	DIN EN ISO 22155: 2016-07									0,05	mg/kg TS	n.n. ²⁾
1,1-Dichlorethen	FR/f	F5	DIN EN ISO 22155: 2016-07									0,05	mg/kg TS	n.n. ²⁾
1,2-Dichlorethan	FR/f	F5	DIN EN ISO 22155: 2016-07									0,05	mg/kg TS	n.n. ²⁾
Summe LHKW (10 Parameter)	FR/f		berechnet	1	1	1	1	1	1	1		mg/kg TS	(n. b.) ³⁾	

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	Vergleichswerte							Probenbezeichnung		MP 4	
				Z0 Sand	Z0 Lehm/ Schluff	Z0 Ton	Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2	Probenahmedatum/ -zeit	04.01.2024		
											Probennummer		324018349	
											BG	Einheit		
PAK aus der Originalsubstanz														
Naphthalin	FR/f	F5	DIN ISO 18287: 2006-05									0,05	mg/kg TS	n.n. ²⁾
Acenaphthylen	FR/f	F5	DIN ISO 18287: 2006-05									0,05	mg/kg TS	n.n. ²⁾
Acenaphthen	FR/f	F5	DIN ISO 18287: 2006-05									0,05	mg/kg TS	n.n. ²⁾
Fluoren	FR/f	F5	DIN ISO 18287: 2006-05									0,05	mg/kg TS	n.n. ²⁾
Phenanthren	FR/f	F5	DIN ISO 18287: 2006-05									0,05	mg/kg TS	0,08
Anthracen	FR/f	F5	DIN ISO 18287: 2006-05									0,05	mg/kg TS	< 0,05
Fluoranthen	FR/f	F5	DIN ISO 18287: 2006-05									0,05	mg/kg TS	0,20
Pyren	FR/f	F5	DIN ISO 18287: 2006-05									0,05	mg/kg TS	0,18
Benzo[a]anthracen	FR/f	F5	DIN ISO 18287: 2006-05									0,05	mg/kg TS	0,11
Chrysen	FR/f	F5	DIN ISO 18287: 2006-05									0,05	mg/kg TS	0,09
Benzo[b]fluoranthen	FR/f	F5	DIN ISO 18287: 2006-05									0,05	mg/kg TS	0,12
Benzo[k]fluoranthen	FR/f	F5	DIN ISO 18287: 2006-05									0,05	mg/kg TS	< 0,05
Benzo[a]pyren	FR/f	F5	DIN ISO 18287: 2006-05	0,3	0,3	0,3	0,6	0,9	0,9	3		0,05	mg/kg TS	0,09
Indeno[1,2,3-cd]pyren	FR/f	F5	DIN ISO 18287: 2006-05									0,05	mg/kg TS	0,06
Dibenzo[a,h]anthracen	FR/f	F5	DIN ISO 18287: 2006-05									0,05	mg/kg TS	n.n. ²⁾
Benzo[ghi]perylen	FR/f	F5	DIN ISO 18287: 2006-05									0,05	mg/kg TS	0,07
Summe 16 EPA-PAK exkl. BG	FR/f	F5	DIN ISO 18287: 2006-05	3	3	3	3	3 ⁹⁾	3 ⁹⁾	30			mg/kg TS	1,00
Summe 15 PAK ohne Naphthalin exkl. BG	FR/f	F5	DIN ISO 18287: 2006-05										mg/kg TS	1,00

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	Vergleichswerte							Probenbezeichnung		MP 4
				Z0 Sand	Z0 Lehm/ Schluff	Z0 Ton	Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2	Probenahmedatum/ -zeit		04.01.2024
											Probennummer		324018349
				BG	Einheit								
PCB aus der Originalsubstanz													
PCB 28	FR/f	F5	DIN EN 15308: 2016-12								0,01	mg/kg TS	< 0,01
PCB 52	FR/f	F5	DIN EN 15308: 2016-12								0,01	mg/kg TS	< 0,01
PCB 101	FR/f	F5	DIN EN 15308: 2016-12								0,01	mg/kg TS	< 0,01
PCB 153	FR/f	F5	DIN EN 15308: 2016-12								0,01	mg/kg TS	< 0,01
PCB 138	FR/f	F5	DIN EN 15308: 2016-12								0,01	mg/kg TS	< 0,01
PCB 180	FR/f	F5	DIN EN 15308: 2016-12								0,01	mg/kg TS	< 0,01
Summe 6 DIN-PCB exkl. BG	FR/f	F5	DIN EN 15308: 2016-12	0,05	0,05	0,05	0,1	0,15	0,15	0,5		mg/kg TS	(n. b.) ³⁾
PCB 118	FR/f	F5	DIN EN 15308: 2016-12								0,01	mg/kg TS	< 0,01
Summe PCB (7)	FR/f	F5	DIN EN 15308: 2016-12									mg/kg TS	(n. b.) ³⁾
Phys.-chem. Kenngrößen aus dem 10:1-Schütteleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01													
pH-Wert	FR/f	F5	DIN EN ISO 10523 (C5): 2012-04	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6 - 12	5,5 - 12			9,6
Temperatur pH-Wert	FR/f	F5	DIN 38404-4 (C4): 1976-12									°C	20,1
Leitfähigkeit bei 25°C	FR/f	F5	DIN EN 27888 (C8): 1993-11	250	250	250	250	250	1500	2000	5	µS/cm	100
Anionen aus dem 10:1-Schütteleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01													
Chlorid (Cl)	FR/f	F5	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	30	30	30	30	30	50	100 ¹⁰⁾	1,0	mg/l	1,7
Sulfat (SO4)	FR/f	F5	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	20	20	20	20	20	50	200	1,0	mg/l	18
Cyanide, gesamt	FR/f	F5	DIN EN ISO 14403-2: 2012-10	5	5	5	5	5	10	20	5	µg/l	< 5

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	Vergleichswerte							Probenbezeichnung		MP 4
				Z0 Sand	Z0 Lehm/ Schluff	Z0 Ton	Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2	Probenahmedatum/ -zeit		04.01.2024
											Probennummer		324018349
				BG	Einheit								
Elemente aus dem 10:1-Schütteleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01													
Arsen (As)	FR/f	F5	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	14	14	14	14	14	20	60 ¹¹⁾	1	µg/l	6
Blei (Pb)	FR/f	F5	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	40	40	40	40	40	80	200	1	µg/l	< 1
Cadmium (Cd)	FR/f	F5	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	3	6	0,3	µg/l	< 0,3
Chrom (Cr)	FR/f	F5	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	25	60	1	µg/l	< 1
Kupfer (Cu)	FR/f	F5	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	20	20	20	20	20	60	100	5	µg/l	< 5
Nickel (Ni)	FR/f	F5	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	15	15	15	15	15	20	70	1	µg/l	< 1
Quecksilber (Hg)	FR/f	F5	DIN EN ISO 12846 (E12): 2012-08	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1	2	0,2	µg/l	< 0,2
Zink (Zn)	FR/f	F5	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	150	150	150	150	150	200	600	10	µg/l	< 10
Org. Summenparameter aus dem 10:1-Schütteleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01													
Phenolindex, wasserdampfflüchtig	FR/f	F5	DIN EN ISO 14402 (H37): 1999-12	20	20	20	20	20	40	100	10	µg/l	< 10

Erläuterungen

BG - Bestimmungsgrenze

Lab. - Kürzel des durchführenden Labors

Akkr. - Akkreditierungskürzel des Prüflabors

Kommentare zu Ergebnissen

¹⁾ Die Gleichwertigkeit zu DIN EN 13657: 2003-01 ist nachgewiesen. DIN EN ISO 54321:2021-04 wird als Referenzverfahren in der Methodensammlung FBU/LAGA Version 2.0 Stand 15.06.2021 ausdrücklich empfohlen. Zur Gleichwertigkeit von Aufschlussverfahren siehe für EBV: FAQ des LfU Bayern; für BBodSchV: §24.11.

²⁾ nicht nachweisbar

³⁾ nicht berechenbar

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

Zuordnungswerte für Grenzwerte Z0*: Maximale Feststoffgehalte für die Verfüllung von Abgrabungen unter Einhaltung bestimmter Randbedingungen (siehe "Ausnahmen von der Regel" für die Verfüllung von Abgrabungen in Nr. II.1.2.3.2).

- 4) Der Wert 15 mg/kg gilt für Bodenmaterial der Bodenarten Sand und Lehm/Schluff. Für Bodenmaterial der Bodenart Ton gilt der Wert 20 mg/kg.
- 5) Der Wert 1 mg/kg gilt für Bodenmaterial der Bodenarten Sand und Lehm/Schluff. Für Bodenmaterial der Bodenart Ton gilt der Wert 1,5 mg/kg.
- 6) Der Wert 0,7 mg/kg gilt für Bodenmaterial der Bodenarten Sand und Lehm/Schluff. Für Bodenmaterial der Bodenart Ton gilt der Wert 1,0 mg/kg.
- 7) Bei einem C:N-Verhältnis > 25 beträgt der Zuordnungswert 1 Masse-%.
- 8) Bei Überschreitung ist die Ursache zu prüfen.
- 9) Bodenmaterial mit Zuordnungswerten > 3 mg/kg und ≤ 9 mg/kg darf nur in Gebieten mit hydrogeologisch günstigen Deckschichten eingebaut werden.
- 10) Bei natürlichen Böden in Ausnahmefällen bis 300 mg/l.
- 11) Bei natürlichen Böden in Ausnahmefällen bis 120 µg/l.

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-XF-000607-01 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.

Nachfolgend aufgeführte Proben weisen im Vergleich zur LAGA TR Boden (2004) Tabelle II.1.2-2/-4 + -3/ -5 die dargestellten Überschreitungen bzw. Verletzungen der zitierten Vergleichswerte auf. Der Untersuchungsstelle obliegt nicht die Festlegung der aus dem Vergleichwertabgleich abzuleitenden Maßnahmen.

X: Überschreitung bzw. Verletzung der zitierten Vergleichswerte festgestellt

Probenbeschreibung: MP 1
Probennummer: 324018346

Test	Parameter	Z0 Sand	Z0 Lehm/ Schluff	Z0 Ton	Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2
Quecksilber [Königswasser-Aufschluss] [AAS] mg/kg TS	Quecksilber (Hg)	X						
TOC (gesamter organischer Kohlenstoff) Ma.-% TS	TOC	X	X	X	X			

Probenbeschreibung: MP 2
Probennummer: 324018347

Test	Parameter	Z0 Sand	Z0 Lehm/ Schluff	Z0 Ton	Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2
TOC (gesamter organischer Kohlenstoff) Ma.-% TS	TOC	X	X	X	X			

Probenbeschreibung: MP 3
Probennummer: 324018348

Test	Parameter	Z0 Sand	Z0 Lehm/ Schluff	Z0 Ton	Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2
Nickel [Königswasser-Aufschluss] mg/kg TS	Nickel (Ni)	X						

Probenbeschreibung: MP 4**Probennummer:** 324018349

Test	Parameter	Z0 Sand	Z0 Lehm/ Schluff	Z0 Ton	Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2
pH-Wert [10:1 Eluat, S4]	pH-Wert	X	X	X	X	X		