

Baugrundinstitut

Franke-Meißner und Partner GmbH

Max-Planck-Ring 47
65205 Wiesbaden-Delkenheim
Telefon 06122 95 62-0

info@bfm-wi.de
www.bfm-wi.de

GUTACHTEN

Bauvorhaben: **Neubau Präsident-Mohr-Schule**
 Schulstraße 12
 55218 Ingelheim am Rhein

Gegenstand: **Ergänzende Baugrunderkundung und Grün-**
 dungsgutachten

Auftraggeber: **Stadtverwaltung Ingelheim am Rhein**
 Amt 60 – Bauen, Planen und Umwelt
 60/1 Gebäudemanagement
 Fridtjof-Nansen-Platz 1
 55218 Ingelheim am Rhein

Datum: **9. September 2024**

Textseiten: **34**

Anlagen: **5**

Projektnummer: **6014-325/368-19682 (bei Schriftwechsel bitte angeben)**

Erd- und Grundbau
Spezialtiefbau
Fels- und Tunnelbau
Deponie- und Dammbau
Straßenbau
Geothermie
Umwelttechnik
Altlastensanierung
Gebäuderückbau

Bodenmechanisches Labor
Baugrunduntersuchungen
Grundwasseruntersuchungen
Geotechnische Messungen
Altlastenerkundung
Geotechnische Beratung
Statische Berechnungen
Objektplanung
Bauüberwachung
Bauschadensanalysen

Bankverbindungen: Taunus-Sparkasse IBAN: DE85 5125 0000 0036 0006 43
 Nassauische Sparkasse IBAN: DE26 5105 0015 0107 093718
 Frankfurter Volksbank eG IBAN: DE69 5019 0000 0015 1205 09

BIC: HELADEF1TSK
BIC: NASSDE55
BIC: FFVBDEFF



INHALTSVERZEICHNIS

1 Vorgang	4
2 Unterlagen	4
2.1 Planunterlagen	4
2.2 Geologische Unterlagen und Vorschriften	5
2.3 Eigene Unterlagen	6
3 Örtliche Verhältnisse und Baumaßnahmen	6
3.1 Örtliche Verhältnisse	6
3.2 Geplante Baumaßnahme	7
3.2.1 Schulgebäude	7
3.2.2 Infrastrukturkanal	9
3.2.3 Sporthalle	9
3.2.4 Mensa	10
4 Feld- und Laboruntersuchungen	12
4.1 Felduntersuchungen	12
4.2 Laboruntersuchungen	13
4.3 Abfalltechnische Untersuchungen	13
5 Baugrundaufbau	14
6 Grundwasser und Versickerung	16
6.1 Grundwasserverhältnisse	16
6.2 Versickerung von Niederschlagswasser	17
7 Bodenklassen und erdstatische Rechenwerte	17
7.1 Bodenkennwerte	17
7.2 Homogenbereiche	18
8 Gründung	19
8.1 Allgemeines	19
8.2 Schulgebäude	19
8.2 Infrastrukturkanal	21
8.3 Sporthalle	22
8.4 Mensa	23
9 Abdichtung der erdberührten Bauteile	25
10 Geotechnische Hinweise zur Bauausführung	26
10.1 Erdbebennachweis	26
10.2 Erddruckansatz für Außenwände des Untergeschosses	26
10.3 Sicherung der Baugrube	27
10.4 Sicherung des Bestandes	29
10.5 Trockenhaltung der Baugrube	32
11 Abfalltechnische Untersuchungen	32



ANLAGENVERZEICHNIS

Anlage 1 Lagepläne

- Anlage 1.1 Übersichtslageplan
- Anlage 1.2 Lageplan mit Sondieransatzpunkten

Anlage 2 Bohr- und Sondierergebnisse

- Anlage 2.1 Bohr- und Sondierergebnisse, Schnitt A-A
- Anlage 2.2 Bohr- und Sondierergebnisse, Schnitt B-B und C-C
- Anlage 2.3 Bohr- und Sondierergebnisse, Schnitt D-D
- Anlage 2.4 Bohr- und Sondierergebnisse, Schnitt E-E und F-F

Anlage 3: Fotodokumentation der Kernbohrungen

Anlage 4 Ergebnisse der bodenmechanischen Laboruntersuchungen

Anlage 5 CAL-Untersuchungsbericht Nr. 202408623 vom 03.09.2024



1 Vorgang

Die Stadtverwaltung Ingelheim plant die Um- und Neugestaltung des Geländes der Präsident-Mohr-Schule in Ober-Ingelheim. Hierzu gehören u. a. der Rückbau von Bestandsbebauung und die Errichtung von Neubauten einschl. der Integration von zwei historischen Gebäuden.

Mit Datum vom 02.11.2022 wurde bereits ein Gutachten auf Basis einer konzeptionellen Darstellung des Projektes mit einer Baugrundvorerkundung von der Baugrundinstitut Franke-Meißner Rheinland-Pfalz GmbH (BFM-RLP) vorgelegt.

Die Baugrundinstitut Franke-Meißner und Partner GmbH (BFM) wurde aufgrund des Fortschritts der Planung mit einer ergänzenden Baugrunderkundung, der Erstellung eines Baugrund- und Gründungsgutachtens und einer orientierende abfalltechnische Vordeklaration beauftragt.

2 Unterlagen

2.1 Planunterlagen

Von der Stadtverwaltung Ingelheim wurden die nachfolgend aufgeführten Unterlagen für die Bearbeitung der geotechnischen Standorteinschätzung zur Verfügung gestellt.

- [1.1] Dipl.-Ing. Rolf-Dieter Schröder, Präsident-Mohr-Schule – Schulgelände, Sportplatz, Weingut Niedecken, Kindertagesstätte, Bestandsvermessung mit digitalisierter Katasterkarte, Maßstab 1:500, 31.05.2021.
- [1.2] Harter + Kanzler & Partner PartG mbB, Präsident-Mohr-Schule Ingelheim am Rhein, Maßstab 1:100, Planunterlagen (Grundrisse und Schnitte) Mensa, Stand 01.03.2024.
- [1.3] Harter + Kanzler & Partner PartG mbB, Präsident-Mohr-Schule Ingelheim am Rhein, Maßstab 1:100, Planunterlagen (Grundrisse und Schnitte) Schule vom 16.05.2024.
- [1.4] Harter + Kanzler & Partner PartG mbB, Präsident-Mohr-Schule Ingelheim am Rhein, Maßstab 1:100, Planunterlagen (Grundrisse und Schnitte) Sporthalle, Stand 01.03.2024.
- [1.5] Ingenieurbüro Helmut Kläs GmbH & Co. KG, Neubau und Sanierung Präsident-Mohr-Schule, Infrastrukturkanal, Längsschnitt, Maßstab 1:50, 07.03.2024.
- [1.6] Ingenieurbüro Helmut Kläs GmbH & Co. KG, Neubau und Sanierung Präsident-Mohr-Schule, Übersichtsplan, Gesamtplan, Maßstab 1:250, 07.03.2024.

- [1.7] AG Freiraum Landschaftsarchitektur, Präsident-Mohr-Schule, Ingelheim, Lageplan Gesamt, Maßstab 1:200, 15.05.2024.
- [1.8] Leitungsbestandspläne Kanalleitungen, Wasserversorgung, Niederspannung, Mittelspannung und Gas.
- [1.9] Statische Berechnung Präsident-Mohr-Schule, Grebner Ingenieure GmbH, Mainz für die Bauteile Schule, Mensa und Sporthalle, Eingang BFM am 28.08.2024.

2.2 Geologische Unterlagen und Vorschriften

- [2.1] Normen-Handbuch Eurocode 7, Geotechnische Bemessung, Band 1: Allgemeine Regeln, 2. Auflage, 2015, hrsg. vom Beuth Verlag GmbH.
- [2.2] Handbuch Eurocodes 7, Geotechnische Bemessung, Band 2: Erkundung und Untersuchung, 1. Auflage, 2011, Beuth Verlag GmbH.
- [2.3] Topografische und Geologische Karte von Hessen, Messtischblatt 6014, Ober-Ingelheim, Maßstab 1:25.000.
- [2.4] Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen, Messtischblatt 6014, Ober-Ingelheim.
- [2.5] Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e. V. (DGGT), Empfehlungen des Arbeitskreises "Pfähle", 2. Ergänzte Auflage, 2012, Verlag Ernst & Sohn.
- [2.6] Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e. V. (DGGT), Empfehlungen des Arbeitskreises "Baugruben", EAB., 6. Auflage, Verlag Ernst & Sohn, 2021.
- [2.7] Verwaltungsvorschrift des Ministeriums für Umwelt, des Ministeriums für Wirtschaft und Verkehr und des Ministeriums für Finanzen vom 20.01.1993, Vermeidung und Entsorgung von Abfällen, Ministerialblatt des Landes Rheinland-Pfalz.
- [2.8] Leitfaden Bauabfälle, Stand Mai 2007, hrsg. vom Ministerium für Umwelt, Forst und Verbraucherschutz Rheinland-Pfalz, Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht.
- [2.9] LAGA-Mitteilung Nr. 20, Mitteilungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA): Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen – Technische Regeln – Stand 06.11.2003.
- [2.10] LAGA M20, Mitteilungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA): Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen, Teil II: Technische Regeln für die Verwertung 1.2 Bodenmaterial (TR Boden), Stand 05.11.2004.
- [2.11] Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung - DepV) vom 27.04.2009, zuletzt geändert durch Art. 3 der Verordnung vom 09.07.2021.
- [2.12] Verordnung zur Einführung einer Ersatzbaustoffverordnung, zur Neufassung der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung und zur Änderung der Deponieverordnung und der Gewerbeabfallverordnung, Stand: 09.07.2021.

2.3 Eigene Unterlagen

- [3.1] Neubau Präsident-Mohr-Schule, Ingelheim, Baugrundvorerkundung und geotechnische Standorteinschätzung vom 02.11.2022.
- [3.2] Sanierung und Erweiterung der Präsident-Mohr-Schule in Ingelheim-Süd, Machbarkeitsuntersuchung zur Nutzung der oberflächennahen Geothermie vom 02.06.2022.
- [3.3] Sanierung und Erweiterung der Präsident-Mohr-Schule in Ingelheim-Süd, Vordimensionierung geothermisches Sondenfeld vom 14.07.2023.
- [3.4] Sanierung und Erweiterung der Präsident-Mohr-Schule in Ingelheim-Süd, Vordimensionierung geothermisches Sondenfeld, zweite Fortschreibung, vom 16.08.2024.

3 Örtliche Verhältnisse und Baumaßnahmen

3.1 Örtliche Verhältnisse

Das Baufeld liegt in Ingelheim etwa mittig des Stadtteils Ober-Ingelheim. Das Gelände wird im Norden von einem öffentlichen Parkplatz zwischen der Schulstraße und der Hammergasse, im Osten von der Bahnhofstraße sowie von bebauten Parzellen, im Süden und im Westen ebenfalls von bebauten Parzellen begrenzt. Die Stirnseite des bestehenden und des geplanten Schulgebäudes grenzen jeweils im Westen an die Schulstraße an.

Südlich des bestehenden Schulgebäudes befinden sich direkt angrenzend zwei historische Gebäude, die unterkellert sind und unter Denkmalschutz stehen. Die Unterkellerung ist bei beiden Gebäuden als Gewölbekeller ausgebildet.

Weiterhin besteht südlich des öffentlichen Parkplatzes ein in West-Ost-Richtung ausgerichtetes Schulgebäude, das für die Neugestaltung vollständig zurückgebaut werden soll. Etwas weiter südlich – ca. mittig auf dem Projektareal – befindet sich die Kelterhalle Niedecken mit einem angrenzenden Wohnhaus. Beide Gebäudeteile sind mit Gewölbekellern ausgebildet. Im Zuge der Neugestaltung des Areals und der Errichtung der Neubauten sollen die beiden vorgenannten Gebäude ebenfalls vollständig zurückgebaut werden.

Zum Zeitpunkt der Baugrunderkundung im Juli 2022 bzw. im August 2024 war das Gelände z. T. noch bebaut, örtlich war die Oberfläche mit Betonpflaster versiegelt. Ein Großteil des Geländes war wiesenartig begrünt. Es sind einzelne zu erhaltende große Bäume vorhanden.

Nach dem Feldaufmaß der Geländehöhen an den Sondier- und Bohransatzpunkten hat das Baufeld eine leichte Hanglage von Osten in Richtung Nordwest. Im westlichen Bereich am geplanten Standort der neuen Sporthalle liegt das Gelände auf einer Höhe von rd. 116,0 m NN und im Nordwesten, im Eckbereich der Schulstraße zum öffentlichen Parkplatz liegt das Gelände auf einer Höhe von rd. 111,5 m NN.

Das Projektgebiet befindet sich in der Gemarkung Ober-Ingelheim, Flur 1 und umfasst die Flurstücke 434/21, 440/2, 445/1, 442/2, 444 und 443.

Die Lage des Projektareals ist in der beigelegten Anlage 1.1 eingetragen.

3.2 Geplante Baumaßnahme

Die geplante Maßnahme umfasst die Neugestaltung des Grundstücks mit der bestehenden Schule sowie die südlich davon gelegenen Grundstücke Marktplatz 6a sowie den westlichen Bereich des Grundstückes Marktplatz 1. Die geplanten Grundstücke sind den Anlagen 1.2 und 1.3 zu entnehmen.

Am Standort des bestehenden Schulgebäudes soll ein neues **Schulgebäude** errichtet werden. Weiterhin soll südlich davon eine Sportanlage im Außenbereich sowie eine **Sporthalle** und ganz im Süden eine **Mensa** mit Ganztagesbereich gebaut werden.

Die technische Erschließung der Gebäude erfolgt über einen unterirdischen **Infrastrukturkanal**.

3.2.1 Schulgebäude

Das neue Schulgebäude soll etwa am Standort des bestehenden Gebäudes mit einem Untergeschoss, das als Tiefgarage genutzt werden soll, mit einem Erdgeschoss und einem Obergeschoss errichtet werden. Die Zu- und Ausfahrt zur Tiefgarage soll im Westen über die

Schulstraße erfolgen. Die Unterkellerung des Schulgebäudes wird zwischen den beiden zu erhaltenden historischen Bestandsgebäuden in Richtung Süden weitergeführt. In diesem Bereich sind keine oberirdischen Geschosse geplant.

Das Schulgebäude ist mit Grundrissabmessungen von rd. 63 m Länge und 17 m Tiefe geplant. Die geplante Tiefgarage unterhalb des Schulgebäudes hat etwa gleiche Abmessungen und wird zwischen den beiden historischen Gebäuden mit einer Kantenlänge von rd. 22 m in Richtung Süden bei einer Breite von rd. 32 m weitergeführt. Im Süden soll außerdem die Heizzentrale angeordnet werden.

Der Neubau soll durch zwei Verbindungsgänge an die beiden historischen Bestandsgebäude angeschlossen werden.

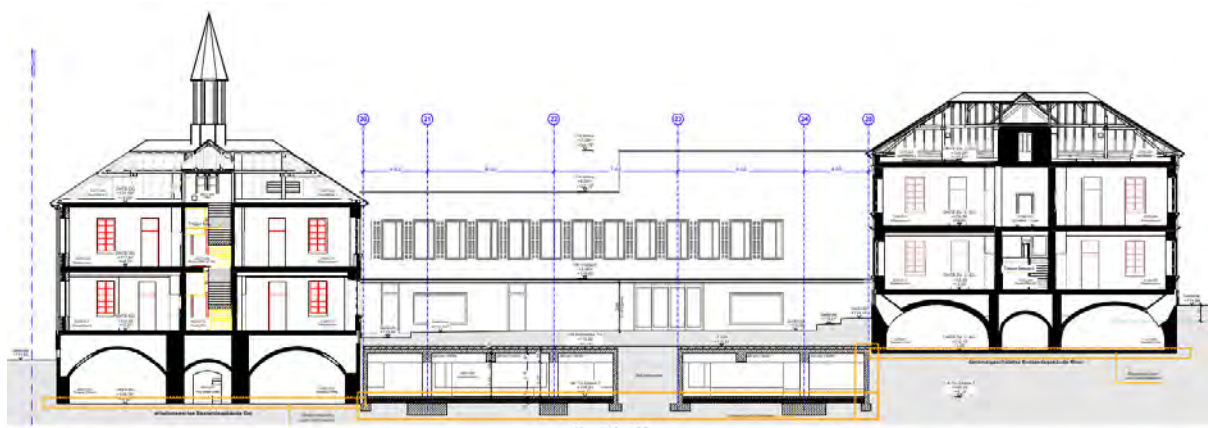


Bild 1: Längsschnitt G-G des neuen Schulgebäudes und der historischen Bestandsgebäude [1.3]

Das Bauwerksnull ist auf einer Höhe von $\pm 0,00 = 113,39$ m NHN festgelegt.

Die Oberkante Fußbodens des Kellergeschosses im Bereich des mehrgeschossigen Gebäudes soll auf einer Höhe von 3,59 m unter Bauwerksnull bzw. 109,80 m NHN liegen bzw. die des Zwischengeschosses auf 3,01 m unter Bauwerksnull (110,38 m NHN). Die Fußbodenoberkante des nicht überbauten Tiefgaragenbereichs zwischen den Bestandsgebäuden soll 4,19 m unter Bauwerksnull bzw. auf einer Höhe von 109,20 m NHN liegen.

Nach den vorliegenden Unterlagen der Tragwerksplaner [1.9] ist die Gründung mit Einzel- und Streifenfundamenten geplant. Die Streifenfundamente haben eine Bauteilhöhe von ca. 0,5 m

und die Einzelfundamente eine Bauteilhöhe von bis zu 1,25 m. Die Gründungssohle liegt somit etwa auf Höhe von 108,5 m NN.

3.2.2 Infrastrukturkanal

Von der Heizzentrale im Schulgelände (UG) ausgehend soll ein unterirdischer Infrastrukturkanal die neuen Gebäude Sporthalle und Mensa erschließen. Im Bereich der Sporthalle verläuft dieser unterhalb des Erdgeschossfußbodens. Im Bereich der Mensa liegt der Kanal unmittelbar seitlich des geplanten Gebäudes.

Vom Schulgebäude ausgehend startet dieser auf einer Höhe von OK FB = 110,38 m NHN (rd. 4,5 m unter Gelände) und endet in dem Mensagebäude auf einer Höhe von OK FB = 112,34 m NHN (rd. 3,3 m unter Gelände). Unterhalb der Sporthalle soll die Oberkante des Fußbodens des Kanals auf einer Höhe von 112,49 m NHN (rd. 3,2 m unter Gelände) liegen. Die Lage des Infrastrukturkanals ist in Anlage 1.3 eingetragen.

3.2.3 Sporthalle

Etwas weiter südöstlich des Schulgebäudes ist im Gelände eine neue Sporthalle mit Grundrissabmessungen von rd. 28 m x 27 m geplant. Die Sporthalle soll nicht unterkellert werden. Unterhalb der Umkleiden der Sporthalle verläuft der Infrastrukturkanal.

Das Bauwerksnull ist auf 115,70 m NHN festgelegt.

Nach den vorliegenden Unterlagen der Tragwerksplanung [1.9] ist die Gründung der Sporthalle mittels Einzel- und Streifenfundamenten geplant. Die Fundamentsohlen sind so projiziert, dass sie mindestens 80 cm unter OK Gelände liegen. Die Bauteilhöhen der Einzelfundamente sind in der Tragwerksplanung [1.9] mit 65 cm angegeben.

Im Bereich der Umkleidekabinen (Achse A – B / 1 – 7) verläuft unterhalb der Gründung der Infrastrukturkanal. Die Fußbodenoberkante liegt auf -3,21 m (112,49 m NHN). Die Gründungssohle wird mit einer Höhe von 112,0 m NHN abgeschätzt.

Der nachfolgende Planausschnitt aus [1.9] enthält die Darstellung im Schnitt des Infrastrukturkanals unterhalb der Umkleidekabinen.

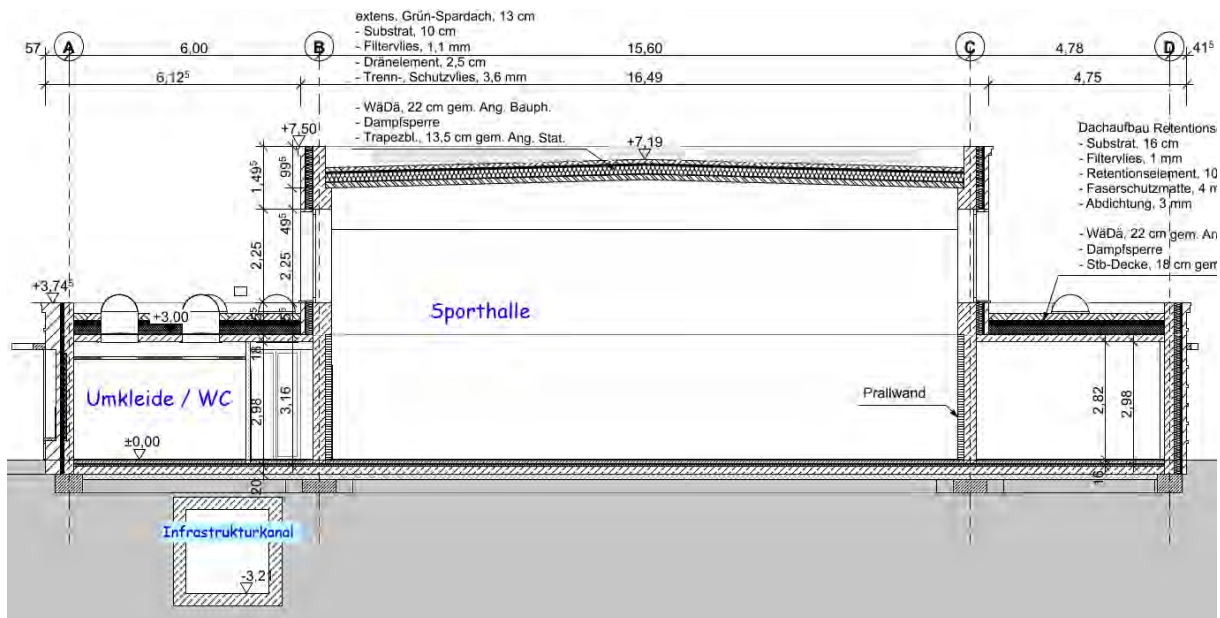


Bild 2: Schnitt Infrastrukturkanal und Sporthalle, Auszug aus [1.9]

3.2.4 Mensa

Im Süden, westlich der Kindertagesstätte, ist der Neubau der Mensa mit dem Ganztagesbereich mit Kantenabmessungen von rd. 27 m x rd. 18 m vorgesehen. Die Mensa soll im westlichen Bereich (Achsen 1 – 14 / C – E) teilunterkellert werden und zwei aufgehende Geschosse besitzen. Im östlichen Bereich der Mensa (Achsen 1 – 14 / A – C) ist keine Unterkellerung vorgesehen.

Entlang der Achse E von Achse 1 bis 9 soll der Infrastrukturkanal angeschlossen werden.

Das Bauwerksnull der Mensa liegt auf einer Höhe von 115,60 m NHN. Die Oberkante des Fußbodens des unterkellerten Bereichs liegt in der aktuellen Planung bei 3,26 m unter Bauwerksnull auf 112,34 m NHN. Nach den Unterlagen der Tragwerksplanung [1.9] soll der unterkellerte Bereich auf einer durchgehenden, 30 cm dicken Bodenplatte flach gegründet werden. Für den unmittelbar angrenzenden Infrastrukturkanal ist eine Gründung auf einer 20 cm dicken Bodenplatte vorgesehen. Die Baugrubensohle für den unterkellerten Bereich liegt ohne Berücksichtigung einer ggf. erforderlichen Dämmung auf einer Höhe von rd. 111,9 m NN.

Der nicht unterkellerte Gebäudebereich soll mit Einzel- und Streifenfundamenten gegründet werden. Die Bauteilhöhen werden mit 50 cm angegeben, sind jedoch frostfrei bis mindestens 80 cm unter GOK zu führen.

Für den Übergangsbereich der Gründung zwischen nicht unterkellertem und unterkellertem Bereich ist eine Magerbetonabtreppung unter einem Winkel von 35° zur Horizontalen vorgesehen.

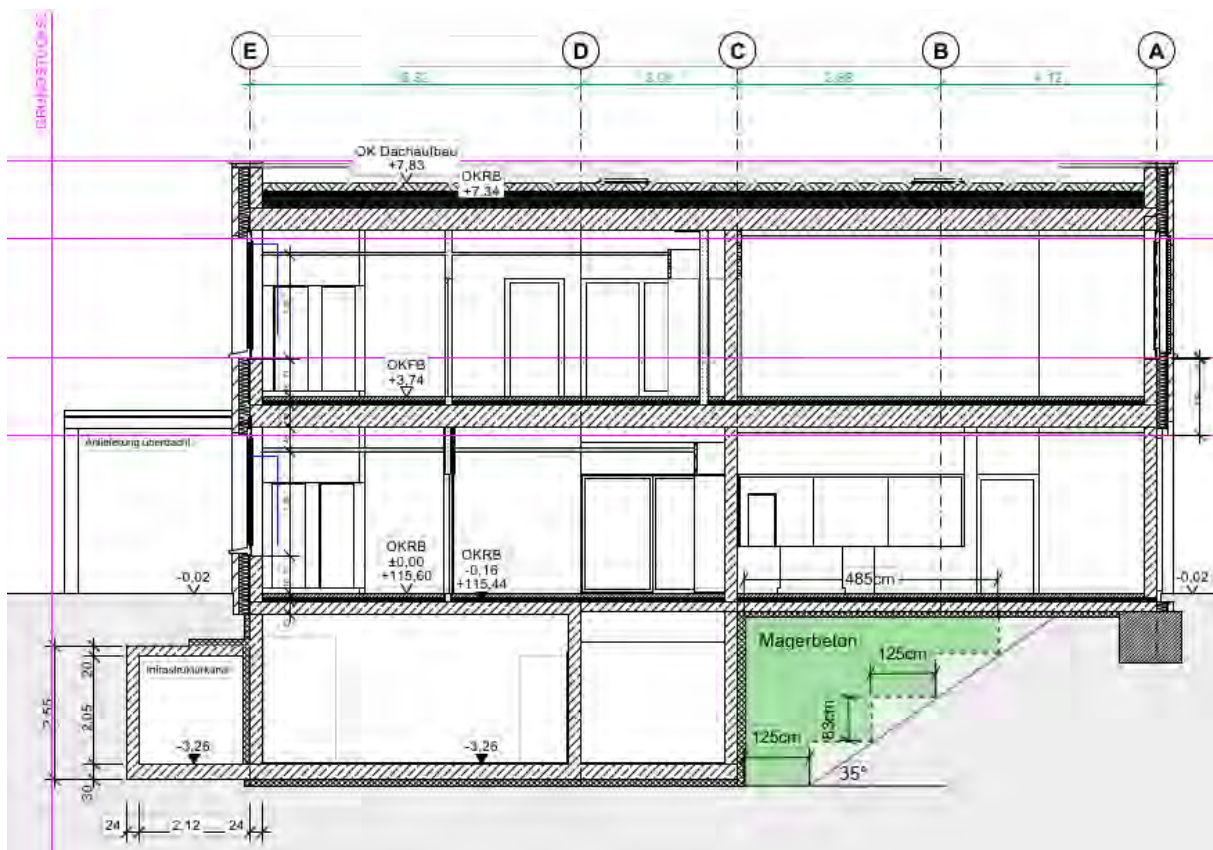


Bild 3: Querschnitt 01 des neuen Mensgebäudes mit dem angrenzenden Infrastrukturkanal, [1.9]

4 Feld- und Laboruntersuchungen

4.1 Felduntersuchungen

Zur **Vorerkundung** der Baugrund- und Grundwasserverhältnisse sowie zur Probenentnahme für die erforderlichen geotechnischen Routineversuche und für erste abfalltechnische Untersuchungen zur Vordeklaration des im Zuge der Erdarbeiten anfallenden Aushubs wurden auftragsgemäß vom 25. bis 28.07.2022 etwa im Grundrissbereich der geplanten Bebauungen 10 Kleinrammbohrungen (RKS 1 bis RKS 10) mit der Rammkernsonde, $\varnothing \geq 50$ mm sowie zusätzlich jeweils "am Ansatzpunkt" der Kleinrammbohrung eine Sondierung mit der schweren Rammsonde (DPH 1 bis DPH 10, gemäß DIN EN ISO 22476) durchgeführt. Aufgrund der hohen Eindringwiderstände konnten die Kleinrammbohrungen nicht bis zur planmäßigen Erkundungstiefe von 4 m bzw. 9 m unter GOK ausgeführt werden. Die Sondierungen mit der schweren Rammsonde konnten bis zur jeweiligen Endtiefe niedergebracht werden.

Zur **ergänzenden Erkundung** der Baugrundverhältnisse geotechnische Hauptuntersuchung – wurden im Zeitraum vom 06.08.2024 bis 08.08.2024 vier maschinelle Kernbohrungen, welche bis in Tiefen von 10 m (BK 4) bzw. 15 m (BK 1 bis BK 3) reichen. Zusätzlich dazu wurden vom 25.07.2024 bis zum 30.07.2024 acht weitere Sondierung mit der schweren Rammsonde (DPH 11 bis DPH 18, gemäß DIN EN ISO 22476) durchgeführt. Sechs der Sondierungen wurden planmäßig auf Tiefen von 8 m bis 11 m unter GOK geführt. Aufgrund der hohen Sondierwiderstände konnte die DPH 15 nur bis auf eine Tiefe von 5,5 m unter GOK und die DPH 18 bis 4,4 m unter GOK geführt werden (Abbruchkriterium $N_{10} > 100$ Schläge).

Die Aufschlusspunkte wurden durch BFM lage- und höhenmäßig eingemessen. Als Höhenbezugspunkte wurden Kanaldeckel in der Bahnhofstraße sowie GPS verwendet.

Die Ansatzpunkte der Baugrundaufschlüsse sind im Lageplan der Anlage 1.2 in einem Bestandsplan und 1.3 in einem Grundriss mit Darstellung der geplanten Neubauten lagegerecht eingetragen. Die Anlagen 2.1 bis 2.4 enthalten die höhengerechte Darstellung der Bohr- und Sondierprofile.

4.2 Laboruntersuchungen

Für die Voruntersuchung (2022) wurden aus dem Kernmarsch der Kleinrammbohrungen insgesamt 20 Stück gestörte Bodenproben (GP) entnommen. Im bodenmechanischen Labor des BFM wurden an zwei ausgewählten Bodenproben die Kornverteilungen und die Fließ- und Ausrollgrenzen und an zwei Proben der Wassergehalt bestimmt.

Aus den Bohrungen der ergänzenden Baugrunderkundung (2024) wurden insgesamt neun gestörte Bodenproben (GP) entnommen. Auch hier wurde wieder an zwei Proben Versuche zur Bestimmung der Korngrößenverteilung, der Fließ- und Ausrollgrenze und des Wassergehalts durchgeführt.

Die Versuchsergebnisse sind in der Baugrundbeschreibung in Abschnitt 6 mit enthalten und bei den Angaben der bodenmechanischen Kennwerte in Abschnitt 8 mitberücksichtigt. Die Dokumentation der Laborversuche der ergänzenden Erkundung ist als Anlage 5 diesem Gutachten beigelegt.

4.3 Abfalltechnische Untersuchungen

Aus dem Bohrgut der im Jahr 2022 ausgeführten Kleinrammbohrungen wurden insgesamt 26 Bodenproben (CP) und aus dem Bohrgut der Kernbohrungen insgesamt 16 Proben aus den aufgefüllten sowie den gewachsenen Böden schichtweise bzw. als Einzelprobe bei organoleptischen Auffälligkeiten für abfalltechnische Untersuchungen entnommen.

Unter Berücksichtigung der Baugrundsichtung sowie der geplanten Baukörper wurden für das Gutachten vom 02.11.2022 insgesamt fünf Mischproben (MP 1 bis MP 5) gebildet und auf den zur Zeit der Gutachtenerstellung in Rheinland-Pfalz gültigen Parameterumfang der LAGA 2004 untersucht.

Im Zuge der ergänzenden Baugrunduntersuchung in 2024 wurden aus den entnommenen Einzelproben für die Auffüllung die Mischprobe MP 1 und für die gewachsenen tertiären Böden die Mischprobe MP 2 gebildet und auf die Parameter der mittlerweile gültigen Ersatzbaustoffverordnung EBV analysiert.

Weitere Ausführungen zu den Untersuchungen sowie die Ergebnisse der abfalltechnischen Untersuchungen sind in Kapitel 11 zusammengestellt.

5 Baugrundaufbau

Nach der Geologischen Karte von Hessen, Messtischblatt 6014 Ober-Ingelheim [2.3] stehen im Bereich des Baufeldes überwiegend die tertiären Corbiculaschichten des unteren Miozäns über tonig-mergeligen Süßwasserschichten des Ober-Oligozän, die sich aus Kalken und Mergeln mit eingeschalteten Hydrobien zusammensetzen, tiefgründig an. Im westlichen Randbereich verschneiden sich die tertiären Corbiculaschichten mit dem oberflächennah anstehenden Löß bzw. Lößlehm.

Nach den durchgeführten Baugrundaufschlüssen folgen unter lokalen Versiegelungen mit Betonpflaster bzw. ab der Geländeoberkante **aufgefüllte Böden (Schicht I)**, die sich überwiegend aus sandig-schluffigen Kiesen (bereichsweise Tragschichtmaterial) bis hin zu kiesig-sandigen Schluffen und vereinzelt auch stark kiesigen sandigen Schluffen mit steifer Konsistenz zusammensetzen. An anthropogenen Beimengungen wurden neben dem oberflächennah vorhandenen Schotter und Splitt auch Betonbruchstücke, Kohlereste, Schlacke, Betonbruchstücke und Ziegelreste in unterschiedlichen Mengen festgestellt. Die aufgefüllten Böden reichen bis in Tiefen von rd. 0,6 m unter GOK (BK 2) bis maximal rd. 1,9 m unter GOK (RKS 4).

Die meist braun bis dunkelbraun gefärbten aufgefüllten Böden sind nach der DIN 18196 in die Bodengruppen SW, GW, SU, SU*, GU, GU* sowie lokal UL und OU einzustufen.

Unterhalb der aufgefüllten Böden wurden die tertiären Wechsellagerungen der **Corbiculaschichten (Schicht II)** erkundet. Aufgrund der Schichtzusammensetzung aus Kalken und Mergeln, die in den Sondierprofilen als schluffig-sandige Kiese bis hin zu schluffig-kiesigen Tonen angesprochen werden, konnte die angestrebte Aufschlusstiefe mit 6 m bis 9 m unter GOK mit der kleinkalibrigen Sondierung nicht erreicht werden. Zum Teil wurde die Sondierung bereits in einer Tiefe von 0,5 m bis 0,8 m unter GOK fest. Mit der RKS 1 konnte eine Tiefe von 4,1 m unter GOK erzielt werden. Die übrigen Sondierungen wurden in der Tiefenlage zwischen rd. 2,0 m und 3,1 m unter GOK fest.

Zur Erkundung des tertiären Untergrunds wurden die Kernbohrungen BK 1 bis BK 4 bis in maximalen Tiefen von 10 m bzw. 15 m ausgeführt. Mit den vier Bohrungen wurden bis in Tiefen von 8,5 m (BK 1 = 103,15 m NHN) bis max. 9,5 m unter GOK (BK 4 = 106,99 m NHN) die tertiären Corbículaschichten angetroffen.

Bei den in den Sondierprofilen angesprochenen schluffig-sandigen Kiesen (Corbículaschichten) handelt es sich meist um zerbohrte Kalke und ausgetrocknete Mergel. Im ungestörten Zustand sind diese Schichten eher kompakt und zusammenhängenden ausgebildet. Die Kalke sind insbesondere oberflächennah stark bis sehr stark klüftig. Bei den eingeschalteten Tonen bzw. Schluffen handelt es sich granulometrisch um überwiegend steife, z. T. halbfeste bis auch feste, mittel bis ausgeprägt plastische Tone und bereichsweise überwiegend steife mitelplastische Schluffe.

Gemäß DIN 18196 sind die zerbohrten Kalke in die Bodengruppen GW, GT, GU und GU* einzustufen. Die angetroffenen bindigen Böden sind in die Bodengruppe ST*, UL, UM, TL, TM und TA einzustufen. Die Ergebnisse der bodenmechanischen Versuche kann der untenstehenden Tabelle entnommen werden. Die Laborprotokolle sind mit Anlage 5 beigelegt.

Tabelle 1 Bestimmung des Wassergehalts sowie der Fließ- und Ausrollgrenze

Probe	Tiefe [m]	Konsistenzzahl I_c / Konsistenz	Wassergehalt w [%]	Bodengruppe nach DIN 18196	Bodenart nach DIN 4022
BK 1 GP 1	4,9	1,24 / halbfest	16,1	TL/ST*	U,t,s,g
BK 2 GP 1	3,5	1,01 / halbfest	27,4	TA	T,u,s',g'

Unterhalb der Corbículaschichten folgen tertiäre Süßwasserschichten des Oberoligozäns (**tertiäre Tone, Schicht III**), die sich aus tonigen Mergeln und Süßwasserkalken mit geringen Sandlagen zusammensetzen. Aufgrund der grauen bis graugrünen Farbe setzen sich die Süßwasserschichten deutlich von den Corbículaschichten ab. Bodenmechanisch handelt es sich um schluffig-sandige Ton, in die dünne Feinsandlagen eingeschaltet sein können. Die Tone sind überwiegend ausgeprägt plastisch und besitzen nach der Bohrpunktansprache eine mindestens steife, z. T. steife bis halbfeste Konsistenz.

Die tertiären Tonschichten wurden gemäß der Bohrgutansprache den Bodengruppen TA und TM nach der DIN 18196 zugeordnet.

Nach den Ergebnisse der durchgeführten Sondierungen mit der schweren Rammsonde sind die aufgefüllten Böden meist mitteldicht bis dicht gelagert. Bei den anstehenden tertiären Böden ist anhand der Sondierdiagramme der z. T. sehr hohe Bohrwiderstand erkennbar. Die Ergebnisse bestätigen die Feldansprache der Konsistenz der bindigen Böden.

6 Grundwasser und Versickerung

6.1 Grundwasserverhältnisse

Zum Zeitpunkt der Aufschlussarbeiten Ende Juli 2022 wurden mit keinem Aufschluss bis zur Endteufe von maximal 9 m unter GOK (ca. 109 m NN) Hinweise auf Grundwasser festgestellt.

Mit den im August 2024 durchgeführten Kernbohrungen wurde während des Bohrvorgangs der BK 3 Grundwasser in einer Tiefe von 8,11 m (106,03 m NHN) bzw. 10,00 m (104,14 m NHN) unter GOK erbohrt. Innerhalb des Bohrlochs der BK 2 stand das Grundwasser nach Bohrende bei 10,81 m unter GOK (103,41 m NHN).

Bei den angetroffenen geologischen Verhältnissen kann das Grundwasser lokal auch gespannt anstehen.

Ein durchgängiger Grundwasserhorizont ist nach den durchgeführten Baugrunderkundungen nicht zu dokumentieren. Innerhalb der tertiären Wechsellagerung sind im Bereich der angetroffenen Kalksteinlagen und in den sandiger ausgebildeten Bereichen Wasserführungen als schwebende Wasserhorizonte mit mehr oder weniger Wassernachfluss vorhanden. Nach der eigenen Inaugenscheinnahme der Kellergeschosse des historischen Bestands sind keine Wasserschäden oder auch Beeinflussungen durch Grundwasser festzustellen.

In diesem Zusammenhang wird der guten Ordnung halber hingewiesen, dass aufgrund der geologischen Verhältnisse generell nicht ausgeschlossen werden kann, dass nach starken, langanhaltenden Niederschlägen örtlich Grundwasser in Form von sog. Schicht- und/oder Stauwasser auftreten kann.

An dieser Stelle sei angemerkt, dass augenscheinlich im Bereich der unterkellerten historischen Gebäude (Gewölbekeller) keine nennenswerte Beeinflussung durch Schicht- und Stauwasser erkennbar ist.

6.2 Versickerung von Niederschlagswasser

Nach dem Ergebnis der Baugrunderkundung sind die Untergrundverhältnisse im Bereich der gewachsenen Böden aufgrund der zu geringen Durchlässigkeit ($< 10^{-6}$ m/s) grundsätzlich nicht zur gezielten/planmäßigen Versickerung von Niederschlagswasser nach den ATV-DVWK-Arbeitsblatt 138 nicht zu empfehlen.

Dies bedeutet auch, dass Lichtschächte an der Hausentwässerung anzuschließen sind.

7 Bodenklassen und erdstatische Rechenwerte

7.1 Bodenkennwerte

Auf der Basis der hier durchgeführten Feld- und Laborversuche, eigenen Erfahrungen bei Baumaßnahmen im Umfeld des hier betrachteten Projektstandorts und Angaben in der Fachliteratur werden für das Design und die Vorbemessung von temporären Verbaumaßnahmen sowie für die Festlegung der Art und der Vorbemessung der Gründung die erforderlichen charakteristischen Kennwerte wie folgt abgeleitet:

Auffüllung (Schicht I)

Bodengruppe nach DIN 18196	A, SW, GW, SU, GU, SU*, GU*, UL		
Bodenklasse nach DIN 18300	3 bis 5		
und Anteilen von groben Bauschutt			
und/oder Fundamentreste möglich	6 bis 7		
Feuchtwichte	γ	=	19 kN/m ³
Ersatzreibungswinkel	$\varphi_{E,k}$	=	30°
Steifemodul	$E_{Se,k}$	=	20 MN/m ²

Tabelle 2: Einteilung der aufgeschlossenen Böden in Homogenbereiche

Boden/Felsschicht	Homogenbereiche Gewerk Erdarbeiten nach DIN 18300	Homogenbereiche Gewerk Bohrarbeiten nach DIN 18301
Schicht I	E1	B1
Schicht II	E2	2
Schicht II		

Unter Berücksichtigung der Ergebnisse der umwelttechnischen Untersuchungen ist ggf. eine weitere Unterteilung der o. g. Homogenbereiche sinnvoll respektive erforderlich.

8 Gründung

8.1 Allgemeines

Die nachfolgend aufgeführten Angaben zur Gründung basieren auf dem aktuellen Planungsstand [1.2] bis [1.7] und den Angaben aus der Tragwerksplanung [1.9]. Mit der Fortschreibung der Planung wurde auch die Tragwerksplanung auf Basis des Gutachtens [3.1] fortgeführt. Entsprechende Abstimmungen zwischen der Tragwerksplanung und BFM haben stattgefunden.

Es wird empfohlen, die Gründungssohlen von unserem Institut abnehmen zu lassen. Um eine frühzeitige Terminabsprache wird gebeten.

8.2 Schulgebäude

Nach der aktuellen Planung liegt die Aushubsohle für die Einzel- und Streifenfundamente auf Höhe von 108,5d m NHN innerhalb der tertiären Böden der Schicht II, die generell zum Abtrag der Lasten geeignet sind.

Zur Gewährleistung einer ausreichenden Tragfähigkeit sowie zur Rückstellung von aushubbedingten Auflockerungen und zur Nachverdichtung des anstehenden bindigen Bodens wird unterhalb der Fundamentaufstandsfläche ein 20 cm dicker Bodenaustausch als Gründungs-

polster empfohlen. Ein Überstand über den Grundriss der Fundamente für eine Lastausbreitung von 1:1 ist zu beachten.

Für die Dimensionierung von **Streifenfundamenten** kann der Bemessungswert des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d}$ unter lotrechter, zentrischer Belastung (Breite b' nach DIN 1054) bei einer Breite von $b' \geq 0,8$ m und Einbindetiefe von $t = 1,0$ m auf einem mindestens 20 cm dicken Bodenaustausch mit

$$\sigma_{R,d} = 360 \text{ kN/m}^2$$

und für **Einzelfundamente** mit einer Mindesteinbindung von 1,0 m, einer Kantenlänge von $\geq 1,0$ m und einem Seitenverhältnis a / b bzw. $a' / b' \leq 2$ auf einem 20 cm dickem Bodenaustausch mit

$$\sigma_{R,d} = 500 \text{ kN/m}^2$$

angesetzt werden.

Die wahrscheinlichen sowie die möglichen Setzungen werden bei dieser Art der Gründung und bei Ausnutzung der v. g. Sohlwiderstände wie folgt abgeschätzt:

Grundrissbereich mit aufgehender Bebauung:

- wahrscheinliche Setzungen: $s_w \leq 1,5 - 2,5$ cm,
- mögliche Setzungen: $s_m \leq 2,5 - 5$ cm.

Grundrissbereich ohne aufgehende Bebauung:

- wahrscheinliche Setzungen: $s_w \leq 1,5 - 2,0$ cm,
- mögliche Setzungen: $s_m \leq 2,0 - 3,0$ cm.

Setzungsunterschiede innerhalb der Gründungskonstruktion können bis zu ca. 40 % der o. g. möglichen Setzungen betragen.

Bei den anstehenden Böden werden erfahrungsgemäß etwa 30 % bis 40 % der o. g. wahrscheinlichen bzw. möglichen Setzungsbeträge während der Rohbauphase als sog. Sofortsetzungen eintreten. Die übrigen Setzungen werden sich dann als sog. Zeitsetzungen über einen längeren Zeitraum einstellen (ca. 6 bis 9 Monate).

Je nach Art der Ausführung liegt der geplante Pflasterboden der Tiefgarage oberhalb der Gründungselemente, oberhalb der Arbeitsraumverfüllung der Gründung sowie im Bereich der gewachsenen tertiären Böden. Für einen gleichmäßigen Lastabtrag sowie zur Vermeidung von Setzungsmulden ist eine mindestens 30 cm dicke Tragschicht aus gebrochenem mineralischem Material (z. B. Frostschutzmaterial der Körnung 0/45 mm) vorzusehen.

Da die in Höhe der Gründungssohle / Endaushubsohle anstehenden Böden generell witterungsempfindlich sind, ist die Gründungssohle von einem mindestens 50 cm höherliegenden Voraushubplanum rückschreitend mit einem Glattlöffel herzustellen. Die in den Tagesfeldern hergestellten Gründungssohlen sind nach einer geotechnischen Abnahme umgehend gegen Witterungseinfluss zu versiegeln (z. B. durch Aufbringen des Bodenaustauschmaterials).

Stehen im Bereich der Gründungssohlen aufgeweichte bindige Schichten an, müssen diese vor Einbau der Fundamente durch ein Bodenaustauschmaterial ersetzt werden.

Für den Bodenaustausch ist ein gebrochenes kantiges Natursteinmaterial in Schottertragsschichtqualität der Körnung 0/45 mm, mit einem Feinkornanteil ($\leq 0,063$ mm) < 5 Gew.-% und einer Unförmigkeitszahl $U \geq 7$ zu verwenden. Die Verwendung eines Kies-Sand-Gemisches z. B. der Bodengruppe GW nach DIN 18196 ist ebenfalls möglich. Auf die Einstellung des optimalen Wassergehaltes vor dem Einbau wird hingewiesen. Inwieweit hierfür ein Recyclingmaterial verwendet werden kann, ist mit den zuständigen Behörden abzustimmen.

Der Verdichtungserfolg ist durch statische Plattendruckversuche gemäß DIN 18134, Platten- $\varnothing$ 30 cm, zu überprüfen. Das Material ist dann ausreichend verdichtet, wenn mit den statischen Plattendruckversuchen gemäß DIN 18134 ein Verformungsmodul von $E_{V2} \geq 60$ MN/m² und ein Verhältniswert von $E_{V2}/E_{V1} \leq 2,3$ [-] nachgewiesen wird.

8.2 Infrastrukturkanal

Nach der aktuellen Planung liegt die Fußbodenoberkante des Infrastrukturkanals auf einer Höhe von rd. 110,38 m NHN bis rd. 112,49 m NHN. Hinzu kommt der Aufbau des Fußbodens und der Gründung: Die Aushubsohlen liegen somit innerhalb der tertiären Böden der Schicht II, die generell zum Abtrag der Lasten geeignet sind.

Aus geotechnischer Sicht kann die Gründung des Infrastrukturkanals als Flachgründung mit einer Bodenplatte geplant werden.

Für die Vorbemessung einer **Bodenplatte** mit einer Gründungssohle in den tertiären Wechsellagerungen kann vorläufig ein charakteristischer Bettungsmodul von

$$k_{s,k} = 5 \text{ MN/m}^3$$

angesetzt werden.

Vorbehaltlich der Kenntnis der abzutragenden Lasten sind Setzungen in der Größenordnung 0,5 cm bis 1 cm zu erwarten.

8.3 Sporthalle

Nach der aktuellen Planung liegt die Aushubsohle für die Einzel- und Streifenfundamente frostfrei auf Höhe von $\leq 114,9$ m NHN noch knapp innerhalb der aufgefüllten Böden der Schicht I, bzw. am Top der tertiären Böden der Schicht II. Die in Höhe der Gründungssohle zu erwartenden Böden sind hinsichtlich der Tragfähigkeit zwar inhomogen, aber dennoch generell zum Abtrag der Lasten geeignet.

Zur Gewährleistung einer ausreichenden Tragfähigkeit sowie zur Rückstellung von aushubbedingten Auflockerungen und zur Nachverdichtung des anstehenden bindigen Bodens wird unterhalb der Fundamentaufstandsfläche ein mind. 20 cm dicker Bodenaustausch als Gründungspolster empfohlen. Ein erforderlicher Überstand über den Grundriss der Fundamente für eine Lastausbreitung von 1:1 ist zu beachten. Weitere Angaben sind im Abschnitt 8.1 enthalten.

Für die Dimensionierung von **Streifenfundamenten** kann der Bemessungswert des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d}$ unter lotrechter, zentrischer Belastung (Breite b' nach DIN 1054) bei einer Breite von $b' \geq 1,0$ m und Einbindetiefe von $t = 1,0$ m auf einem mindestens 20 cm dicken Bodenaustausch mit

$$\sigma_{R,d} = 300 \text{ kN/m}^2$$

und für **Einzelfundamente** mit einer Mindesteinbindung von 1,0 m, einer Kantenlänge von $\geq 1,0$ m und einem Seitenverhältnis a / b bzw. $a' / b' \leq 2$ mit

$$\sigma_{R,d} = 400 \text{ kN/m}^2$$

angesetzt werden.

Die wahrscheinlichen sowie die möglichen Setzungen werden bei dieser Art der Gründung und bei Ausnutzung der v. g. Sohlwiderstände wie folgt abgeschätzt:

Grundrissbereich mit aufgehender Bebauung:

- wahrscheinliche Setzungen: $s_w \leq 0,5 - 1,5 \text{ cm}$,
- mögliche Setzungen: $s_m \leq 1,5 - 2 \text{ cm}$.

Setzungsunterschiede innerhalb der Gründungskonzeption können bis zu 40 % der o.g. möglichen Setzungen betragen.

Bei den anstehenden Böden werden erfahrungsgemäß etwa 30 % bis 40 % der o. g. wahrscheinlichen bzw. möglichen Setzungsbeträge während der Rohbauphase als sog. Sofortsetzungen eintreten. Die übrigen Setzungen werden sich als Zeitsetzungen über einen längeren Zeitraum einstellen (ca. 6 bis 9 Monate).

Die Gründungskörper, die entlang des Infrastrukturkanals geplant sind, sind unter Berücksichtigung eines Winkels von $\beta = 45^\circ$ abgetrept bis auf das Gründungsniveau des Kanals zu führen. Die Tieferführung kann mit Beton erfolgen. Alternativ sind die Lasten aus den Gründungen in die Außenwand des Kanals einzurechnen.

8.4 Mensa

Zur Gewährleistung einer ausreichenden Tragfähigkeit sowie zur Rückstellung von aushubbedingten Auflockerungen und zur Nachverdichtung des anstehenden bindigen Bodens wird unterhalb aller Fundamentaufstandsflächen (Einzel- und Streifenfundament sowie Bodenplatten) generell ein mind. 20 cm dicker Bodenaustausch als Gründungspolster empfohlen. Ein erforderlicher Überstand über den Grundriss der Fundamente für eine Lastausbreitung von 1:1 ist zu beachten. Weitere Angaben zum Bodenaustausch sind im Abschnitt 8.1 enthalten.

Die Gründungssohlen des **unterkellerten Bereich** der Mensa liegt etwa auf der Höhe von 111,7 m NHN innerhalb der tertiären Böden der Schicht II, die generell zum Abtrag der Lasten geeignet sind.

Für die Bemessung einer **durchgehenden Bodenplatte** auf einem Bodenaustausch, mit einer Gründungssohle in den tertiären Wechsellagerungen kann ein charakteristischer Bettungsmodul von

$$k_{s,k} = 8 \text{ MN/m}^3$$

angesetzt werden.

Um die Setzungsmulde realistisch darstellen zu können, kann der o. g. Bettungsmodul an den freien Außenrändern der geplanten Gründung in einem Streifen mit der Breite der doppelten Plattendicke auf den zweifachen o.g. Wert erhöht werden.

Der östliche Teil der Mensa ist **ohne Unterkellerung** geplant. Hier ist eine Gründung mit Einzel- und Streifenfundamenten auf Bodenaustausch vorgesehen.

Für die Dimensionierung von **Streifenfundamenten** kann der Bemessungswert des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d}$ unter lotrechter, zentrischer Belastung (Breite b' nach DIN 1054) bei einer Breite von $b' \geq 0,8 \text{ m}$ und Einbindetiefe von $t = 1,0 \text{ m}$ auf einem mindestens 20 cm dicken Bodenaustausch mit

$$\sigma_{R,d} = 300 \text{ kN/m}^2$$

und für **Einzelfundamente** mit einer Mindesteinbindung von 1,0 m, einer Kantenlänge von $\geq 1,0 \text{ m}$ und einem Seitenverhältnis a / b bzw. $a' / b' \leq 2$ mit

$$\sigma_{R,d} = 400 \text{ kN/m}^2$$

angesetzt werden.

Die wahrscheinlichen sowie die möglichen Setzungen werden bei dieser Art der Gründung und bei Ausnutzung der v. g. Sohlwiderstände wie folgt abgeschätzt:

Grundrissbereich mit aufgehender Bebauung:

- wahrscheinliche Setzungen: $s_w \leq 0,5 - 1,5 \text{ cm}$,
- mögliche Setzungen: $s_m \leq 1,5 - 2 \text{ cm}$.

Setzungsunterschiede innerhalb der Gründungskonzeption können bis zu 40 % der o.g. möglichen Setzungen betragen.

Bei den anstehenden Böden werden erfahrungsgemäß etwa 30 % bis 40 % der o. g. wahrscheinlichen bzw. möglichen Setzungsbeträge während der Rohbauphase als sog. Sofortsetzungen eintreten. Die übrigen Setzungen werden sich als Zeitsetzungen über einen längeren Zeitraum einstellen.

Die Gründungskörper, die entlang des Infrastrukturkanals geplant sind, sind unter Berücksichtigung eines Winkels von $\beta = 45^\circ$ abgetreppt bis auf das Gründungsniveau des Kanals zu führen. Die Tieferführung kann mit Beton erfolgen. Alternativ sind die Lasten aus den Gründungen in die Außenwand des Kanals einzurechnen.

9 Abdichtung der erdberührten Bauteile

Aufgrund der vorliegenden geologischen Verhältnisse sowie den Ausführungen in Abschnitt 6 ist mit Grundwasser in Form von sogenanntem Schicht- und/oder Stauwasser zu rechnen. Demnach und unter Zugrundelegung der Ausführungen in der DIN 18533-1:2017-7 wirkt bei einem Durchlässigkeitsbeiwert der in situ anstehenden Böden von $k_f < 1 \times 10^{-4} \text{ m/s}$, wie hier der Fall, und bei einer nicht genehmigungsfähigen Drainage, ebenfalls wie hier erfahrungsgemäß der Fall, das Grund- und/oder Schichtwasser auf die erdberührten Bauteile aufstauend und somit als drückendes Wasser. Somit ist unter Zugrundelegung der DIN 18533 die Wassereinwirkungsklasse W 2-E "drückendes Wasser" zu berücksichtigen. In Abhängigkeit von der Einbindetiefe des Gebäudes in den Untergrund ist bei einer Einbindetiefe von $\leq 3 \text{ m}$ die Wassereinwirkungsklasse W 2.1–E und bei einer Einbindetiefe von mehr als 3 m die Wassereinwirkungsklasse W 2.2–E zugrunde zu legen. Die Abdichtungsart ist nach der o. g. Norm zu planen.

Alternativ kann auch die Ausbildung der in den Untergrund einbindenden Bauteile als sogenannte Weiße Wanne nach den WU-Richtlinien ausgeführt werden bzw. in Kombination mit der o. g. Abdichtung.

Das Prinzip der "Weißen Wanne" schließt dann mit ein, dass z. B. auch die Kellerschächte und außenliegende Treppenzugänge als "Weiße Wanne" ausgebildet und druckwasserdicht an dem Gebäude angeschlossen werden und die Kellerschachtbewässerungen an die Hausentwässerung angeschlossen wird. Weiterhin ist darauf zu achten, dass die Wand- und Bodendurchbrüche für die Ver- und Entsorgungsleitungen druckwasserdicht ausgebildet werden. Bei ausreichender Belüftung entstehen so „normal trockene“ Räume. Undichtigkeiten sind i. d. R. nachverpressbar. Bei höheren Anforderungen ist ein Sonderfachmann (Bauphysiker) hinzuzuziehen.

10 Geotechnische Hinweise zur Bauausführung

10.1 Erdbebennachweis

Gemäß DIN EN 1998-1/NA. 2011-01, liegt das hier betrachtete Baufeld in der Erdbebenzone 0.

Der geologische Untergrund im Projektgebiet entspricht gemäß dem aktuellen Stand der Normung (DIN EN 1998-1/NA. 2023-11) der Untergrundklasse S. Der Baugrund mit überwiegend Lockergestein ist der Baugrundklasse C zuzuordnen. Die Werte für die spektrale Antwortbeschleunigung sind der v. g. Norm zu entnehmen.

Es wird empfohlen die anzuwendende Norm rechtzeitig mit dem statischen Prüfer abzustimmen.

10.2 Erddruckansatz für Außenwände des Untergeschosses

In den Bereichen der Arbeitsraumverfüllung, in denen eine hochwertige Nutzung (z. B. Garagen, Zuwegungen, Treppen, Treppenpodeste, Parkplätze, Terrassenflächen etc.) vorgesehen ist, die eine sehr gute Verdichtung bzw. Tragfähigkeit der Arbeitsraumverfüllung erfordert, ist

bei der Bemessung der Untergeschossaußenwände ein erhöhter Erddruck (Verdichtungsdruck gemäß EC 7, Teil I, Punkt 9,5) zu berücksichtigen. Für das hier geplante Bauwerk wird der Ansatz von $0,5 \times E_a + 0,5 E_0$ als erhöhter aktiver Erddruck vorgeschlagen. Alternativ dazu können in diesen Bereichen z. B. die Garage, Treppenpodeste oder Terrassen auch konstruktiv so ausgebildet werden, dass die Arbeitsräume überbrückt werden (Auflage am Bauwerk).

Dort, wo Setzungen bzw. Sackungen der Arbeitsraumverfüllung in Kauf genommen werden können (z. B. Grünflächen), kann dagegen auf eine Verdichtung des Materials auf $D_{Pr} \geq 97 \%$ der Arbeitsraumverfüllung und somit auf den Ansatz eines Verdichtungserddrucks gemäß der o. g. DIN verzichtet werden.

10.3 Sicherung der Baugrube

Bei der Herstellung der Baugrube gilt grundsätzlich die DIN 4124: Baugruben und Gräben, Böschungen, Arbeitsraumbreiten, Verbau. Außerdem wird auf die Empfehlungen des Arbeitskreises "Baugruben" (EAB) verwiesen.

Die Baugrubenwände können überall dort, wo aus geometrischen Gründen eine Abböschung dieser möglich ist, im Bereich der aufgefüllten Böden unter einem Winkel von $\beta \leq 45^\circ$ und im Bereich der bindigen tertiären Böden unter einem Winkel von $\beta \leq 60^\circ$ zur Horizontalen jeweils oberhalb des Grundwassers abgeböscht werden.

Sollte Schichtwasser über die Baugrubenböschungen in die Baugrube eindringen, so sind diese Bereiche dann ggf. flacher abzuböschten und durch das sog. Andeckverfahren vor dem Ausspülen zu sichern. Die Baugrubenböschungen sind durch geeignete Maßnahmen, z. B. durch das Abdecken mit Folie, vor Witterungseinflüssen zu schützen.

Überall dort, wo aus geometrischen Gründen eine Abböschung der Baugrubenwände nicht möglich ist, ist ein senkrechter Baugrubenverbau erforderlich. Es ist davon auszugehen, dass im Bereich des Schulgebäudes in weiten Teilen ein Verbau erforderlich wird. Weiter wird davon ausgegangen, dass zumindest entlang der Ostseite des Kellers der Mensa ebenfalls ein Verbau erforderlich wird. Darüber hinaus wird in einigen Bereichen zur Herstellung des Infrastrukturkanals eine Baugrubensicherung erforderlich.

Für die hier erforderlichen Baugruben mit Tiefen bis max. 5 m unter GOK kann ein wasserdurchlässiger, gebohrter, verlorener, ggf. rückverankerter Trägerbohlverbau mit Holzausfachung und/oder Spritzbetonausfachung (Berliner Verbau) und Verbaufüßen in Bohrpfahlqualität geplant werden. Aufgrund der Nähe zu vorhandener Bestandsbebauung (historisch, Denkmalschutz) ist der Verbau erschütterungsarm mit Bohrungen herzustellen. Rammen und/oder Einvibrieren ist unzulässig. Mit Erschwernissen infolge möglicher Alteinbauten (Mauerwerks-, Fundamentreste etc.) sowie Kalksteineinlagerungen in den tertiären Wechselfolgen ist zu rechnen.

Im Bereich des Infrastrukturkanals kann auch ein ausgesteifter Verbau anstelle einer Verankerung geplant werden.

Zum Fassen von ggf. zutretendem Sickerwasser ist erdseitig der Ausfachung der Baugrubensicherung eine Drainmatte, alternativ kokosummantelte Drainagerohre, jeweils mit Anschluss an eine Vorflut / einen Drainagegraben mit Pumpensumpf einzuplanen.

Der Verbau ist in jedem Fall statisch nachzuweisen. Die Nachweisführung erfolgt unter Berücksichtigung der Empfehlungen des Arbeitskreises Baugrube (EAB).

In Abhängigkeit von den Ergebnissen von statischen Berechnungen sowie der tatsächlichen Platzverhältnisse kann eine Rückverankerung der Baugrubensicherung erforderlich werden.

Möglicherweise ist ein Rückbau der Baugrubensicherung bis mindestens 1,5 m Tiefe unter Gelände vorzusehen. Bei der Planung der Baugrubensicherung sind die vorhandenen Ver- und Entsorgungsleitungen sowie die Nachbarbauwerke und die möglichen Zugänglichkeiten zum Stellen eines Bohrgerätes zu beachten.

Die Dimensionierung und Bemessung der Baugrubensicherung kann bei einer Lage des aktiven Gleitkörpers außerhalb von verformungsempfindlichen Leitungen oder Bauteilen mit dem aktiven Erddruck erfolgen. Die Bodenkennwerte sind gemäß Abschnitt 7 zu verwenden. Im Bereich von empfindlichen Leitungen und/oder angrenzender Bebauung ist ein erhöhter aktiver Erddruck anzusetzen (mindestens $0,25 \times E_0 + 0,75 \times E_a$).

Für die vertikale Lastabtragung kann bei Herstellung der Verbauträger im Bereich der Einbindetiefe in Bohrpfahlqualität (Betonfuß) unter Einbindung in die tertiären Schichten (Schicht II und III) folgender Bruchwert angesetzt werden:

- charakteristischer Wert der Mantelreibung: $q_{s, k} = 0,1 \text{ MN/m}^2$,
- charakteristischer Wert des Spitzendrucks: $q_{h, k} = 1,5 \text{ MN/m}^2$.

Für die in den tertiären Wechsellagen liegenden Verpressanker sind bei einer technisch einwandfreien Herstellung und mehrmaligem Nachverpressen in Abhängigkeit von der Ausführung (Verpresskörperlänge, Bohrlochdurchmesser und Herstellung, Nachpressvorgänge etc.) charakteristische Herausziehwiderstände von

$$R_{s, k} = 380 \text{ kN}$$

realisierbar. Üblich sind Verpresskörperlängen von $\geq 5 \text{ m}$. Das Bohrverfahren ist den geologischen Verhältnissen anzupassen. Eine Wasserspülung sollte vermieden werden. Die angesetzten charakteristischen Herausziehwiderstände sind durch die ausführende Firma zu bestätigen.

Für Verbauelemente sowie Anker, die im Bereich von öffentlichen Flächen und/oder Nachbargrundstücken liegen, sind entsprechende Gestattungsverträge erforderlich.

10.4 Sicherung des Bestandes

Nach den vorliegenden Planunterlagen liegen die Fundamentunterkanten des Bestandes Gebäude Ost und die Gründungselemente des Neubaus der Schule voraussichtlich auf gleicher Höhe, so dass in diesen Bereichen voraussichtlich keine Maßnahmen zur Sicherung des Bestandsgebäudes erforderlich werden. Im Zuge der Planung der Baugrube sind die Ergebnisse aus den Suchschürfen der Fundamente am Bestand und die Schnittdarstellungen der Neubauplanung mit einzutragen.

Die geplante Tiefgarage wird bis unmittelbar vor die Stirnseite des denkmalgeschützten Bestandsgebäudes West geführt. Nach den vorliegenden Planunterlagen beträgt die Höhendifferenz zwischen Oberkante Bestandsfußboden Gewölbekeller und Baugrubensohle rd. 4 m. Die tatsächlichen Höhe der über Schürfe erkundeten Fundamentunterkanten des Bestandsgebäudes sind in den Schnitten mit der Darstellung Bestand und Neubau einzutragen. Entlang

der Längsseite des Bestandsgebäudes West beträgt der Abstand zwischen dem neuen Untergeschoss und dem Bestandsgebäude rd. 1,8 m. Die Höhendifferenz zwischen Oberkante Fußboden Bestand und Baugrubensohle liegt bei rd. 3 m.

Unter Berücksichtigung der vorgenannten Randbedingungen wird in Teilbereichen zur Herstellung des geplanten Untergeschosses am Bestand (insbesondere am Gebäude West) eine Unterfangung erforderlich. Nach den vorliegenden Planunterlagen sind vorbehaltlich der Kenntnis von statischen Nachweisen freie Unterfangungshöhen ab GOK bis zur Baugrubensohle von bis zu ca. 4 m erforderlich. Vorbehaltlich der Kenntnis vor Ergebnisse aus statischen Berechnungen wird wahrscheinlich eine Verankerung der Unterfangungskörper erforderlich. Diese freien Höhen werden als relativ hoch eingeschätzt. Ferner sind die vorhandenen Fundamente und die Gewölbe des Bestands zu berücksichtigen. Daher sind an die Planung und Ausführung besondere Anforderungen zu stellen. Eine konventionelle Unterfangung aus Beton- oder Mauerwerk kann aufgrund der freien Gesamthöhe für das historische Gebäude nicht empfohlen werden. Es kann eine Unterfangung z. B. nach dem Hochdruckinjektionsverfahren (HDI, Soilcrete, Soiljet etc.) ausgeführt werden. Alternativ kann die Unterfangung mittels Press-Pfähle (z. B. Erka-Pfahl, Jackbo-Pfahl etc.) geplant und ausgeführt werden. Über die statischen Nachweise ist eine ausreichende Grundbruchsicherheit nachzuweisen. Dabei sind die Auflast des Bestands sowie das volle Gewicht der Injektionskörper und ggf. erforderliche Ankerkomponenten mit anzusetzen.

Die angetroffenen Grundwasserverhältnisse sind zu berücksichtigen. Ein Wasserdruckansatz oberhalb der Aushubsohlen erscheint aus geotechnischer Sicht nicht erforderlich. Schicht- und Sickerwasser bis zur Geländeoberkante ist zu berücksichtigen.

Dem Lastabtrag der HDI-Körper in den tertiären Wechsellagerungen können unter der Annahme einer Mindesteinbindung von ≥ 1 m unter der planmäßigen Aushubsohle des Untergeschosses sowie einer Mindestbreite von $b \geq 0,8$ m Bemessungswerte des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d} = 400 \text{ kN/m}^2$ zugrunde gelegt werden. Der vorgenannte Wert gilt für zentrische Lasten. Aus den statischen Berechnungen unter Berücksichtigung des Lasteintrags ergibt sich die tatsächlich erforderliche Einbindetiefe und die Breite der Unterfangungskörper.

Bei der Erddruckermittlung auf den Injektionskörper ist der Erdruchedruck anzusetzen. Zur Erzielung einer ausreichenden Qualität des Unterfangungskörpers sind die folgenden Mindestparameter der HDI-Festigkeiten anzusetzen:

- zulässige Druckspannung: $\sigma_{zul.} = \text{ca. } 1 \text{ MN/m}^2$

In den tertiären Wechsellagerungen bei eingelagerten Kalksteinbänken mit Dicken im cm-Bereich lassen sich üblicherweise Unterfangungskörper im Durchmesser von ca. $d = 0,8 \text{ m}$ bis $1,2 \text{ m}$ erzielen. Die erzielbaren Durchmesser sind stark abhängig vom gewählten Ausführungsverfahren.

Bei den erforderlichen tiefen Bohrungen von 6 m bis 8 m ab GOK für die Herstellung der Injektionskörper besteht bei den vorherrschenden Untergrundverhältnissen zudem die Gefahr von Verstopfern, die mit entsprechenden Auswirkungen (z. B. Hebungen) an Bestandsgebäuden verbunden sind.

Sofern von der mit der Ausführung der Unterfangungskörper beauftragten Firma keine Referenzen von vergleichbaren Projekten in vergleichbaren Böden vorgelegt werden können, wird die Ausführung von Probesäulen empfohlen. Anhand der Ausführung der Probesäulen können die gewählten/erforderlichen Injektionsparameter (Zieh-, Drehgeschwindigkeit, Durchdruck etc.) verifiziert werden. Die Ausführung von Hochdruckinjektionen ist unter strenger Beachtung der jeweiligen Zulassung auszuführen.

Alternativ zur Unterfangung kann insbesondere im Bereich des Gebäudes West eine vorge-setzte Verbaulösung (z. B. VDW-Pfähle) geprüft werden.

Die Spezialtiefbauarbeiten, insbesondere die Hochdruckinjektionsarbeiten, sollten durch eine geotechnische Fachüberwachung baubegleitend betreut werden. Hierzu gehört auch eine Prüfung der von den ausführenden Firmen zu erstellenden Ausführungsplänen (Lanzenplan, Injektionsplan, Aufstellung Injektionsparameter etc.) hinsichtlich von möglichen Gefährdungen für den historischen Bestand sowie die im Untergrund verlaufenden Leitungen rechtzeitig vor Beginn der Arbeiten vor Ort.

10.5 Trockenhaltung der Baugrube

Unter Zugrundelegung der Ausführungen in Abschnitt 6 sind mit Ausnahme des Fassens von Tagwasser und jahreszeitlich bedingt auftretendem Grundwasser in Form von sog. Schicht- und/oder Stauwasser keine Maßnahme zur Trockenhaltung der Baugrube erforderlich. Wenn das anfallende Tagwasser und/oder Grundwasser in Form von sogenanntem Schicht- und/oder Stauwasser, nicht in den Untergrund versickert, ist dieses über filterstabil ausgebildete Drainagegräben zu fassen, in filterstabil ausgebildete Pumpensümpfe zu leiten und von dort über ein ausreichend dimensioniertes Absetzbecken in den Vorfluter (Kanalisation) einzuleiten. Für die Einleitung ist im Vorfeld bei dem Betreiber der Kanalisation eine Einleitgenehmigung zu beantragen. Gegebenenfalls ist das geförderte Wasser auf die Einleitparameter des Betreibers zu untersuchen.

11 Abfalltechnische Untersuchungen

Im Gutachten vom 02.11.2022 [3.1] ist die Dokumentation der ersten abfalltechnischen Untersuchung anhand der Mischproben MP 1 bis MP 5 enthalten. Basis der Untersuchungen war zum damaligen Zeitpunkt die LAGA M20 2004 [2.10].

Im Zuge der ergänzenden Erkundung wurden aus den Bohrungen BK 1 bis BK 4 Einzelproben entnommen, die zu zwei Mischproben zusammengefügt wurden. Die Mischprobe MP 1 enthält die aufgefüllten Böden, die Mischprobe MP 2 die gewachsenen tertiären Böden. Die beiden Mischproben wurden zur abfalltechnischen Deklarationsanalytik auf den Parameterumfang der aktuellen Ersatzbaustoffverordnung [2.12] untersucht. Die Analyse erfolgte durch die CAL GmbH & Co. KG, Darmstadt. Der Untersuchungsbericht Nr. 202408623 vom 03.09.2024 liegt dem Gutachten als Anlage 6 bei.

Im Einzelnen wurden die folgenden Proben untersucht:

– **MP 1** Mischprobe aus aufgefüllten Böden

- BK 1, CP 0,2 m bis 0,6 m
- BK 2, CP 0,2 m bis 0,4 m
- BK 3, CP 0,0 m bis 0,5 m
- BK 4, CP 0,2 m bis 0,6 m

– **MP 2** Mischprobe aus gewachsenen tertiären Böden

- BK 1, CP 0,6 m bis 1,2 m
CP 1,2 m bis 4,0 m
- BK 2, CP 0,6 m bis 1,2 m
CP 1,2 m bis 2,0 m
CP 3,3 m bis 4,0 m
- BK 3, CP 0,5 m bis 0,7 m
CP 1,0 m bis 1,8 m
CP 2,0 m bis 3,3 m
CP 3,3 m bis 3,4 m
- BK 4, CP 0,6 m bis 1,6 m
CP 1,6 m bis 2,7 m
CP 2,7 m bis 3,8 m

Die Auswertung der Analyseergebnisse für die in den Aushub fallenden Böden gemäß Anlage 6 führt zu folgendem Befund:

Mischprobe	Materialart	einstufungsrelevante Parameter (gem. EBV [2.12]) Tabelle 3	Einstufung nach EBV [2.12]
MP 1	Aufgefüllte Böden	Arsen = 0,018 mg/l Chrom _{ges.} = 0,002 mg/l	BM-F 1
MP 2	Tertiäre Böden, gew. Schluffe und Tone	Arsen = 0,015 mg/l	BM-F 1

Tabelle 2 Ergebnisse abfalltechnischen Untersuchung 2024

Die Voraussetzung für den Einbau der unterschiedlichen Materialklassen bei technischen Bauwerken ergeben sich aus §19 und §21 der EBV in Verbindung mit dem Anhang 2, Tabelle 5 (BM-0*, BMF-0*) bzw. Tabellen 6 bis 8 (BM-F 1 bis BM-F 3).

Für die mit der Mischprobe MP 1 untersuchten aufgefüllten Böden ergibt sich aufgrund erhöhter Gehalte an Arsen im Eluat eine Zuordnung in die Einbauklasse BM-F 1.

Die mit der Mischprobe MP 2 untersuchten gewachsenen tertiären Böden werden aufgrund der festgestellten erhöhten Gehalte an Arsen in die Einbauklasse BM-F 1 eingestuft.



Für die finale Einstufung / Verwertung der in den Aushub fallenden Böden sind kurz vor Baubeginn sog. Deklarationsanalysen, z. B. über ein Schurfkataster mit Baggerschürfen, vorzunehmen.

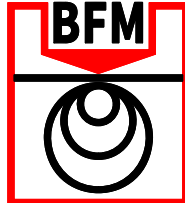
ppa.

Ulrich Schäfer (Dipl.-Ing.)



Dieter Ringleb (Dipl.-Ing.)



Datum	bearb.		geprüft	
AUFTRAGGEBER Stadtverwaltung Ingelheim Amt 60 – Bauen, Planen und Umwelt 60/1 Gebäudemanagement Neuer Markt 1 55218 Ingelheim am Rhein		BAUVORHABEN Neubau Präsident-Mohr-Schule Ober-Ingelheim		
Luftbild mit Projektstandort (Google Earth)				
Auftrag-Nr.: 6014-325/368-19682		Maßstab 1:500		
Gutachten vom: 09.09.2024				
	Baugrundinstitut Franke-Meißner und Partner GmbH Max-Planck-Ring 47 65205 Wiesbaden-Delkenheim Telefon 06122 9562-0 – info@bfm-wi.de		Datum	Name
			bearbeitet	09.09.24 PW/SH
			geprüft	09.09.24 Schä
			Anlage 1.1	

19682G1X1.dwg

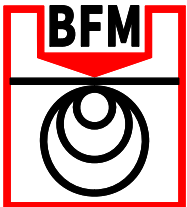


LEGENDE:

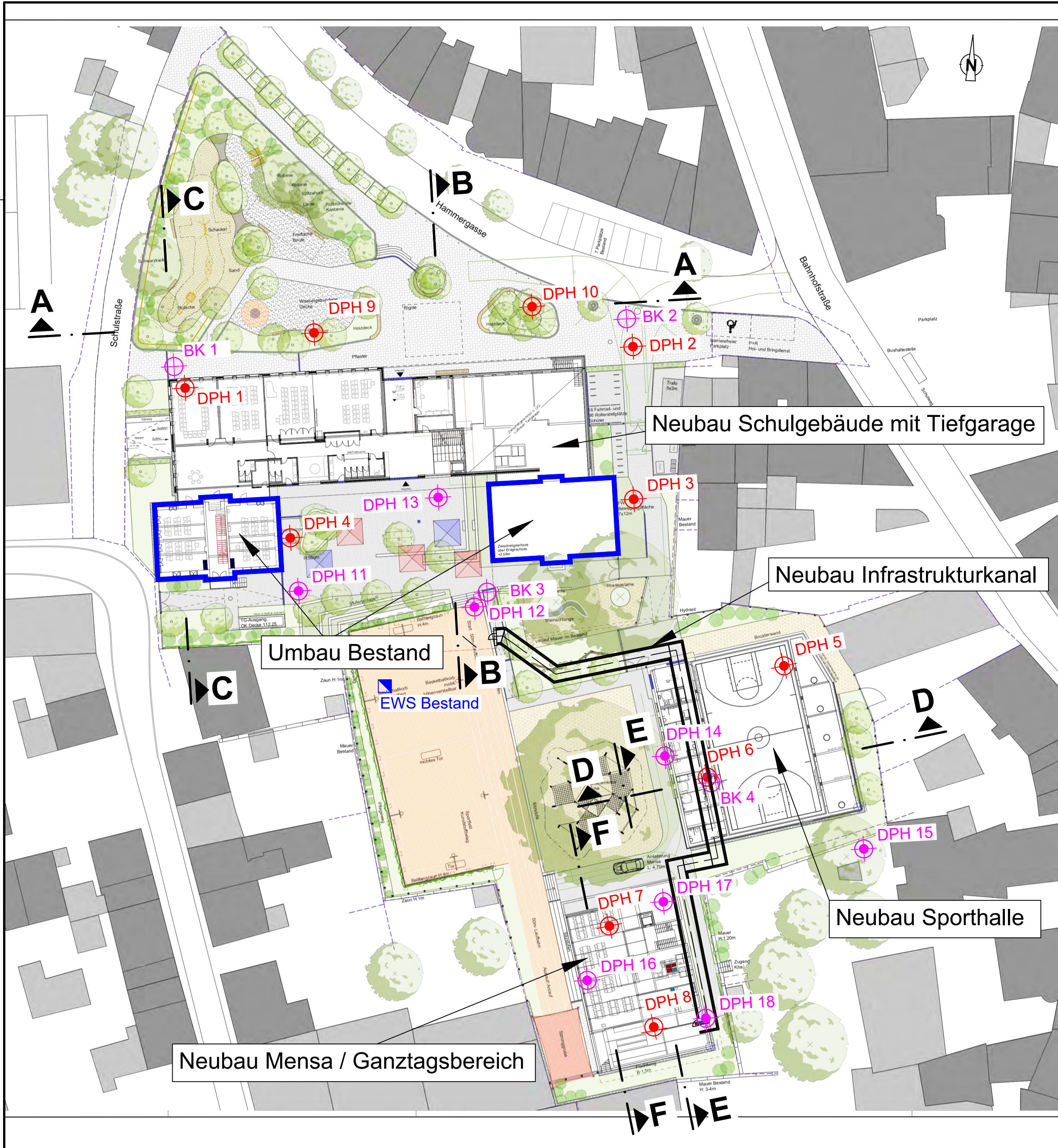
- BK... Bohrung
- DPH... Schwere Rammsondierung
- EWS Bestand Erdwärme-/ Geothermiesonde im Bestand

aus BFM Gutachten von 2022 (Proj.-Nr. 91901):

- DPH... Schwere Rammsondierung
- FP... Festpunkt

Datum	bearb.			geprüft	
AUFTRAGGEBER		BAUVORHABEN			
Stadtverwaltung Ingelheim		Neubau Präsident-Mohr-Schule			
Amt 60 – Bauen, Planen und Umwelt		Ober-Ingelheim			
60/1 Gebäudemanagement					
Neuer Markt 1					
55218 Ingelheim am Rhein					
Lageplan der Sondieransatzpunkten im Bestand					
Auftrag-Nr.: 6014-325/368-19682		Maßstab		19682G1X1.dwg	
Gutachten vom: 09.09.2024		1:500			
	Baugrundinstitut Franke-Meißner und Partner GmbH Max-Planck-Ring 47 65205 Wiesbaden-Delkenheim Telefon 06122 9562-0 – info@bfm-wi.de		Datum		Name
		bearbeitet	09.09.24		PW/SH
		geprüft	09.09.24	Schä	
		Anlage		1.2	
Dieser Plan ist für Baugrundinstitut Franke-Meißner Rheinland-Pfalz GmbH urheberrechtlich geschützt					

19682G1X1.dwg

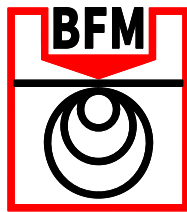


LEGENDE:

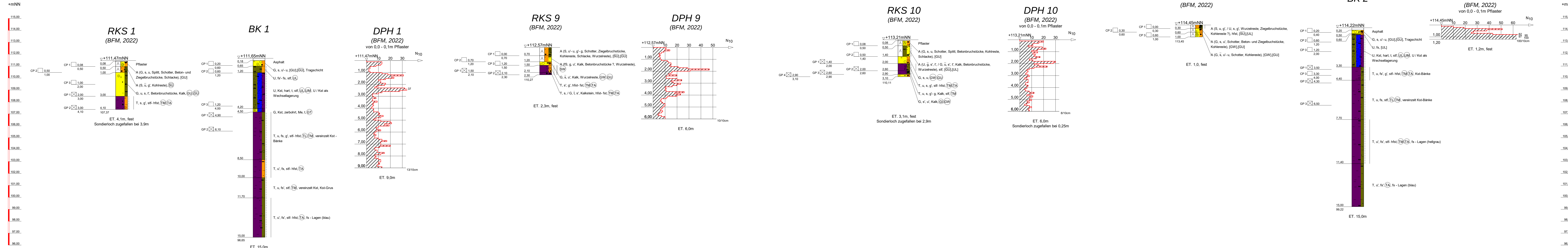
- BK... Bohrung
- DPH... Schwere Rammsondierung
- EWS Bestand Erdwärme-/ Geothermiesonde im Bestand

aus BFM Gutachten von 2022 (Proj.-Nr. 91901):

- DPH... Schwere Rammsondierung
- FP... Festpunkt

Datum	bearb.			geprüft	
AUFTRAGGEBER Stadtverwaltung Ingelheim Amt 60 – Bauen, Planen und Umwelt 60/1 Gebäudemanagement Neuer Markt 1 55218 Ingelheim am Rhein		BAUVORHABEN Neubau Präsident-Mohr-Schule Ober-Ingelheim			
Lageplan der Sondieransatzpunkten im geplanten Neubau					
Auftrag-Nr.: 6014-325/368-19682		Maßstab		19682G1X1.dwg	
Gutachten vom: 09.09.2024		1:500			
	Baugrundinstitut Franke-Meißner und Partner GmbH Max-Planck-Ring 47 65205 Wiesbaden-Delkenheim Telefon 06122 9562-0 – info@bfm-wi.de		Datum		Name
		bearbeitet	09.09.24		PW/SH
		geprüft	09.09.24	Schä	
		Anlage		1.3	
Dieser Plan ist für Baugrundinstitut Franke-Meißner Rheinland-Pfalz GmbH urheberrechtlich geschützt					

Schnitt A - A



ZEICHENERKLÄRUNG (s. DIN 4023)

UNTERSUCHUNGSSTELLEN

- SCH Schurf
- B Bohrung
- BK Bohrung mit durchgehender Kerngewinnung
- N Nutsondierung d=32mm
- BL Bodenluftnahместelle
- DPL Leichte Rammsondierung (LRS) DIN EN ISO 22476-2
- DPM Mittelschwere Rammsondierung (MRS) DIN EN ISO 22476-2
- DPH Schwere Rammsondierung (SRS) DIN EN ISO 22476-2
- BS Sondierbohrung
- CPT Drucksondierung nach DIN EN ISO 22476-1
- RKS Kleinrammbohrung (Rammkernsondierung) DIN EN ISO 22475-1
- GWM Bohrung mit Ausbau zur Grundwassermeßstelle

PROBENTNAHME UND GRUNDWASSER

- Grundwasser angebohrt
- Grundwasser nach Bohrende
- Ruhewasserstand
- Schichtwasser angebohrt
- ungestörte Probe
- gestörte Probe
- Chemie-/Umweltprobe (Glas)
- kein Grundwasser
- Chemie-/Umweltprobe (Glas), analysiert

BODENARTEN

Auffüllung	mit Blöcken	A	Y	Fels, allgemein	Zv
Geschiebemergel	mergelig	Mg	me	Fels, verwittert	Gr
Kies	kiesig	G	g	Granit	Kst
Mudde	organisch	F	o	Kongl., Brekzie	Gst
Sand	sandig	S	s	Mergelstein	Mst
Schluff	schluffig	U	u	Sandstein	Sst
Steine	steinig	X	x	Schluffstein	Ust
Ton	tonig	T	t	Tonstein	Tst
Torf	humos	H	h		

KORNGRÖßENBEREICH

f	fein			
m	mittel			
g	groß			

KONSISTENZ

brg	breig	wch	weich	
stf	steif	hfst	halbfest	
fst	fest			

FEUCHTIGKEIT

naß		
klü	klüftig	
stark klü	stark klüftig	

RAMMSONDIERUNG NACH DIN EN ISO 22476-2

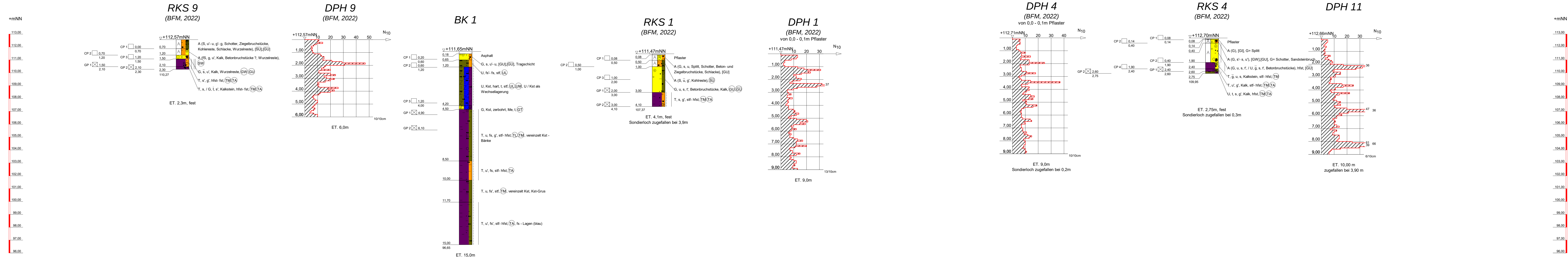
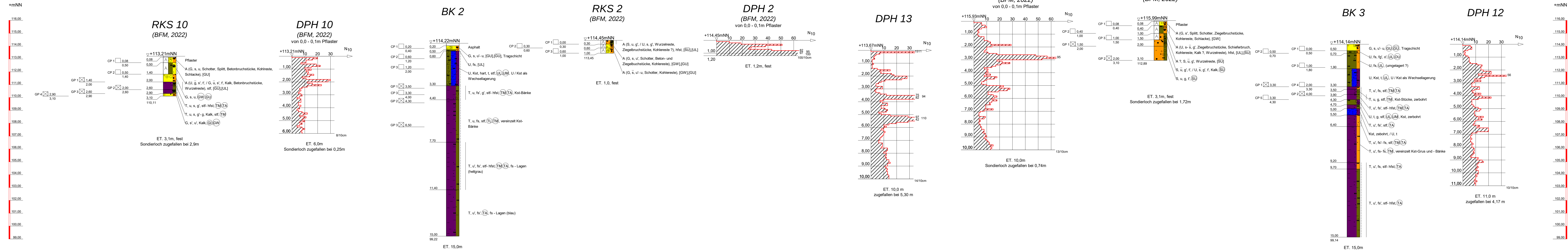
Schlagzahlen für 10 cm Eindringtiefe	leicht	schwer
Spitzendurchmesser	2,52 cm	4,37 cm
Spitzenquerschnitt	5,00 cm²/10,00 cm²	15,00 cm²

BODENGRUPPEN NACH DIN 18196

GE; SU; TA; UL

Datum bearb.		geprüft	
AUFTRAGGEBER Stadtverwaltung Ingelheim Amt 60 – Bauen, Planen und Umwelt 60/1 Gebäudemanagement Neuer Markt 1 55218 Ingelheim am Rhein		BAUVORHABEN Neubau Präsident-Mohr-Schule Ober-Ingelheim	
Bohr- und Sondierergebnisse Schnitt A - A			
Auftrag-Nr.: 6014-325/368-19682		Maßstab: H 1:100	
Gutachten vom: 09.09.2024			
BFM		Baugrundinstitut Franke-Meißner und Partner GmbH Max-Planck-Ring 47 65205 Wiesbaden-Deikheim Telefon 06122 9562-0 - info@bfm-wi.de	
bearbeitet 09.09.2024 PW/SH		Datum Name	
geprüft 09.09.2024 Schä			
Anlage		2.1	

Copyright by: DTA GmbH 1994 - 2023 - 17.2.2023 19:00:19 19682-01-01 19682-01-02 19682-01-03 19682-01-04 19682-01-05 19682-01-06 19682-01-07 19682-01-08 19682-01-09 19682-01-10 19682-01-11 19682-01-12 19682-01-13 19682-01-14 19682-01-15 19682-01-16 19682-01-17 19682-01-18 19682-01-19 19682-01-20 19682-01-21 19682-01-22 19682-01-23 19682-01-24 19682-01-25 19682-01-26 19682-01-27 19682-01-28 19682-01-29 19682-01-30 19682-01-31 19682-01-32 19682-01-33 19682-01-34 19682-01-35 19682-01-36 19682-01-37 19682-01-38 19682-01-39 19682-01-40 19682-01-41 19682-01-42 19682-01-43 19682-01-44 19682-01-45 19682-01-46 19682-01-47 19682-01-48 19682-01-49 19682-01-50 19682-01-51 19682-01-52 19682-01-53 19682-01-54 19682-01-55 19682-01-56 19682-01-57 19682-01-58 19682-01-59 19682-01-60 19682-01-61 19682-01-62 19682-01-63 19682-01-64 19682-01-65 19682-01-66 19682-01-67 19682-01-68 19682-01-69 19682-01-70 19682-01-71 19682-01-72 19682-01-73 19682-01-74 19682-01-75 19682-01-76 19682-01-77 19682-01-78 19682-01-79 19682-01-80 19682-01-81 19682-01-82 19682-01-83 19682-01-84 19682-01-85 19682-01-86 19682-01-87 19682-01-88 19682-01-89 19682-01-90 19682-01-91 19682-01-92 19682-01-93 19682-01-94 19682-01-95 19682-01-96 19682-01-97 19682-01-98 19682-01-99 19682-01-100



ZEICHENERKLÄRUNG (s. DIN 4023)

BOGENNEZIGSTÄBTEILE

☐ SCH	B Schutz
☐ B	Borung
☐ BK	Borung mit durchgehender Kerngewinnung
☐ N	Nutseidung d=30mm
☐ BL	Bodenluftentnahmestelle
☐ DPL	Leichte Rammsondeierung (LRS) DIN EN ISO 22476-2
☐ DPM	Mittlere Rammsondeierung (MRS) DIN EN ISO 22476-2
☐ DPH	Schwere Rammsondeierung (SRS) DIN EN ISO 22476-2
☐ BS	Standbohrung
☐ CPT	Drucksondierung nach DIN EN 22476-1
☐ RKS	Kleinrammung (Rammsondeierung) DIN EN ISO 22475-1
☐ GWM	Borung mit Ausbau zur Grundwasserermittelle

BODENARTEN

Aufluffung	A	
Blöcke	Y	
Gesteinselemente	Mg	
Kies	G	
Middle	F	
Medium	S	
Schluff	U	
Steine	X	
Ton	T	
Torf	H	

KORNDIMENSIONEN

f	fein	
m	mittel	
g	grob	

KONSISTENZ

bg	stark	
st	stark	
stf	stark	
stf	stark	

Schlagzahlen für 10 cm Eindringtiefe

10	10	10
10	10	10
10	10	10

BOGENNEZIGSTÄBTEILE

	Grundwasser angebohrt
	Grundwasser nach Bohrenden
	Ruhewasserstand
	Schichtwasser angebohrt
	ungestörte Probe
	gestörte Probe
	Chemie-Umweltprobe (Glas)
	Chemie-Umweltprobe (Glas), analysiert

FELSBARTEN

	Fels, allgemein		Z
	Fels, verwettert		Zv
	Gneis		G
	Kalkstein		Kst
	Kongl./Brekreie		Gst
	Mergelstein		Mst
	Sandstein		Sst
	Schluffstein		Ust
	Tonstein		Tst

NEBENANZEIGEN

	schwach (< 15%)
	stark (40-60%)
	sehr schwach, , sehr stark

FLÜCHTIGKEIT

	klein		mittel
	klein		mittel
	klein		mittel
	klein		mittel
	klein		mittel
	klein		mittel
	klein		mittel
	klein		mittel
	klein		mittel
	klein		mittel

ZEICHENERKLÄRUNG (s. DIN 4023)

BOGENNEZIGSTÄBTEILE

☐ SCH	B Schutz
☐ B	Borung
☐ BK	Borung mit durchgehender Kerngewinnung
☐ N	Nutseidung d=30mm
☐ BL	Bodenluftentnahmestelle
☐ DPL	Leichte Rammsondeierung (LRS) DIN EN ISO 22476-2
☐ DPM	Mittlere Rammsondeierung (MRS) DIN EN ISO 22476-2
☐ DPH	Schwere Rammsondeierung (SRS) DIN EN ISO 22476-2
☐ BS	Standbohrung
☐ CPT	Drucksondierung nach DIN EN 22476-1
☐ RKS	Kleinrammung (Rammsondeierung) DIN EN ISO 22475-1
☐ GWM	Borung mit Ausbau zur Grundwasserermittelle

BODENARTEN

Aufluffung	A	
Blöcke	Y	
Gesteinselemente	Mg	
Kies	G	
Middle	F	
Medium	S	
Schluff	U	
Steine	X	
Ton	T	
Torf	H	

KORNDIMENSIONEN

f	fein	
m	mittel	
g	grob	

KONSISTENZ

bg	stark	
st	stark	
stf	stark	
stf	stark	

Schlagzahlen für 10 cm Eindringtiefe

10	10	10
10	10	10
10	10	10

BOGENNEZIGSTÄBTEILE

	Grundwasser angebohrt
	Grundwasser nach Bohrenden
	Ruhewasserstand
	Schichtwasser angebohrt
	ungestörte Probe
	gestörte Probe
	Chemie-Umweltprobe (Glas)
	Chemie-Umweltprobe (Glas), analysiert

FELSBARTEN

	Fels, allgemein		Z
	Fels, verwettert		Zv
	Gneis		G
	Kalkstein		Kst
	Kongl./Brekreie		Gst
	Mergelstein		Mst
	Sandstein		Sst
	Schluffstein		Ust
	Tonstein		Tst

NEBENANZEIGEN

	schwach (< 15%)
	stark (40-60%)
	sehr schwach, , sehr stark

FLÜCHTIGKEIT

	klein		mittel
	klein		mittel
	klein		mittel
	klein		mittel
	klein		mittel
	klein		mittel
	klein		mittel
	klein		mittel
	klein		mittel
	klein		mittel

ZEICHENERKLÄRUNG (s. DIN 4023)

BOGENNEZIGSTÄBTEILE

☐ SCH	B Schutz
☐ B	Borung
☐ BK	Borung mit durchgehender Kerngewinnung
☐ N	Nutseidung d=30mm
☐ BL	Bodenluftentnahmestelle
☐ DPL	Leichte Rammsondeierung (LRS) DIN EN ISO 22476-2
☐ DPM	Mittlere Rammsondeierung (MRS) DIN EN ISO 22476-2
☐ DPH	Schwere Rammsondeierung (SRS) DIN EN ISO 22476-2
☐ BS	Standbohrung
☐ CPT	Drucksondierung nach DIN EN 22476-1
☐ RKS	Kleinrammung (Rammsondeierung) DIN EN ISO 22475-1
☐ GWM	Borung mit Ausbau zur Grundwasserermittelle

BODENARTEN

Aufluffung	A	
Blöcke	Y	
Gesteinselemente	Mg	
Kies	G	
Middle	F	
Medium	S	
Schluff	U	
Steine	X	
Ton	T	
Torf	H	

KORNDIMENSIONEN

f	fein	
m	mittel	
g	grob	

KONSISTENZ

bg	stark	
st	stark	
stf	stark	
stf	stark	

Schlagzahlen für 10 cm Eindringtiefe

10	10	10
10	10	10
10	10	10

BOGENNEZIGSTÄBTEILE

	Grundwasser angebohrt
	Grundwasser nach Bohrenden
	Ruhewasserstand
	Schichtwasser angebohrt
	ungestörte Probe
	gestörte Probe
	Chemie-Umweltprobe (Glas)
	Chemie-Umweltprobe (Glas), analysiert

FELSBARTEN

	Fels, allgemein		Z
	Fels, verwettert		Zv
	Gneis		G
	Kalkstein		Kst
	Kongl./Brekreie		Gst
	Mergelstein		Mst
	Sandstein		Sst
	Schluffstein		Ust
	Tonstein		Tst

NEBENANZEIGEN

	schwach (< 15%)
	stark (40-60%)
	sehr schwach, , sehr stark

FLÜCHTIGKEIT

	klein		mittel
	klein		mittel
	klein		mittel
	klein		mittel
	klein		mittel
	klein		mittel
	klein		mittel
	klein		mittel
	klein		mittel
	klein		mittel

ZEICHENERKLÄRUNG (s. DIN 4023)

BOGENNEZIGSTÄBTEILE

☐ SCH	B Schutz
☐ B	Borung
☐ BK	Borung mit durchgehender Kerngewinnung
☐ N	Nutseidung d=30mm
☐ BL	Bodenluftentnahmestelle
☐ DPL	Leichte Rammsondeierung (LRS) DIN EN ISO 22476-2
☐ DPM	Mittlere Rammsondeierung (MRS) DIN EN ISO 22476-2
☐ DPH	Schwere Rammsondeierung (SRS) DIN EN ISO 22476-2
☐ BS	Standbohrung
☐ CPT	Drucksondierung nach DIN EN 22476-1
☐ RKS	Kleinrammung (Rammsondeierung) DIN EN ISO 22475-1
☐ GWM	Borung mit Ausbau zur Grundwasserermittelle

BODENARTEN

Aufluffung	A	
Blöcke	Y	
Gesteinselemente	Mg	
Kies	G	
Middle	F	
Medium	S	
Schluff	U	
Steine	X	
Ton	T	
Torf	H	

KORNDIMENSIONEN

f	fein	
m	mittel	
g	grob	

KONSISTENZ

bg	stark	
st	stark	
stf	stark	
stf	stark	

Schlagzahlen für 10 cm Eindringtiefe

10	10	10
10	10	10
10	10	10

BOGENNEZIGSTÄBTEILE

	Grundwasser angebohrt
	Grundwasser nach Bohrenden
	Ruhewasserstand
	Schichtwasser angebohrt
	ungestörte Probe
	gestörte Probe
	Chemie-Umweltprobe (Glas)
	Chemie-Umweltprobe (Glas), analysiert

FELSBARTEN

	Fels, allgemein		Z
	Fels, verwettert		Zv
	Gneis		G
	Kalkstein		Kst
	Kongl./Brekreie		Gst
	Mergelstein		Mst
	Sandstein		Sst
	Schluffstein		Ust
	Tonstein		Tst

NEBENANZEIGEN

	schwach (< 15%)
	stark (40-60%)
	sehr schwach, , sehr stark

FLÜCHTIGKEIT

	klein		mittel
	klein		mittel
	klein		mittel
	klein		mittel
	klein		mittel
	klein		mittel
	klein		mittel
	klein		mittel
	klein		mittel
	klein		mittel

ZEICHENERKLÄRUNG (s. DIN 4023)

BOGENNEZIGSTÄBTEILE

☐ SCH	B Schutz
☐ B	Borung
☐ BK	Borung mit durchgehender Kerngewinnung
☐ N	Nutseidung d=30mm
☐ BL	Bodenluftentnahmestelle
☐ DPL	Leichte Rammsondeierung (LRS) DIN EN ISO 22476-2
☐ DPM	Mittlere Rammsondeierung (MRS) DIN EN ISO 22476-2
☐ DPH	Schwere Rammsondeierung (SRS) DIN EN ISO 22476-2
☐ BS	Standbohrung
☐ CPT	Drucksondierung nach DIN EN 22476-1
☐ RKS	Kleinrammung (Rammsondeierung) DIN EN ISO 22475-1
☐ GWM	Borung mit Ausbau zur Grundwasserermittelle

BODENARTEN

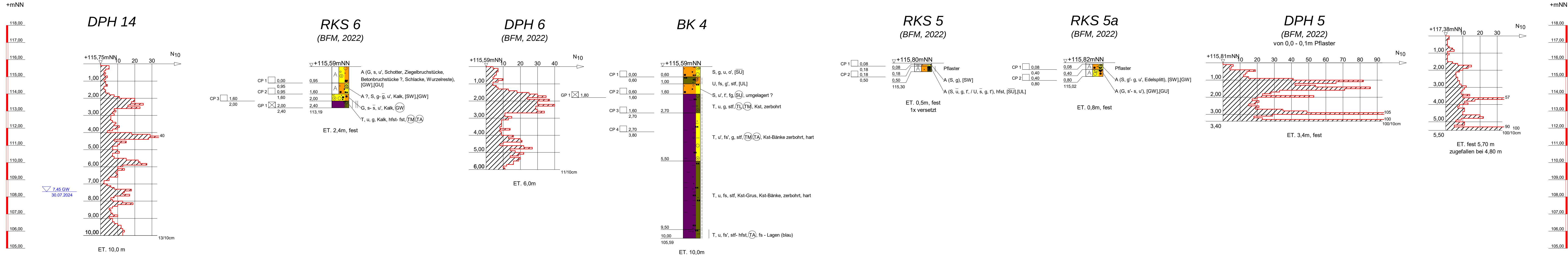
Aufluffung	A	
Blöcke	Y	
Gesteinselemente	Mg	
Kies	G	
Middle	F	
Medium	S	
Schluff	U	
Steine	X	
Ton	T	
Torf	H	

KORNDIMENSIONEN

f	fein	
m	mittel	

[illegible]

Schnitt D - D



ZEICHENERKLÄRUNG (s. DIN 4023)

UNTERSUCHUNGSSTELLEN		PROBENENTNAHME UND GRUNDWASSER	
	SCH Schurf		Grundwasser angebohrt
	B Bohrung		Grundwasser nach Bohrende
	BK Bohrung mit durchgehender Kerngewinnung		Ruhwasserstand
	N Nutsondierung d=32mm		Schichtwasser angebohrt
	BL Bodenluftnahmestelle		ungestörte Probe
	DPL Leichte Rammsondierung (LRS) DIN EN ISO 22476-2		gestörte Probe
	DPM Mittelschwere Rammsondierung (MRS) DIN EN ISO 22476-2		Chemie-/Umweltprobe (Glas)
	DPH Schwere Rammsondierung (SRS) DIN EN ISO 22476-2		k.GW kein Grundwasser
	BS Sondierbohrung		Chemie-/Umweltprobe (Glas), analysiert
	CPT Drucksondierung nach DIN EN ISO 22476-1		
	RKS Kleinrammbohrung (Rammkernsondierung) DIN EN ISO 22475-1		
	GWM Bohrung mit Ausbau zur Grundwassermeßstelle		

BODENARTEN		FELSARTEN	
Auffüllung	mit Blöcken	A	Fels, allgemein
Blöcke	Y y	Mg me	Fels, verwittert
Geschiebemergel	mergelig	G g	Granit
Kies	kiesig	F o	Kalkstein
Mudde	organisch	S s	Kongl., Brekzie
Sand	sandig	U u	Mergelstein
Schluff	schluffig	X x	Sandstein
Steine	steinig	T t	Schluffstein
Ton	tonig	H h	Tonstein
Torf	humos		

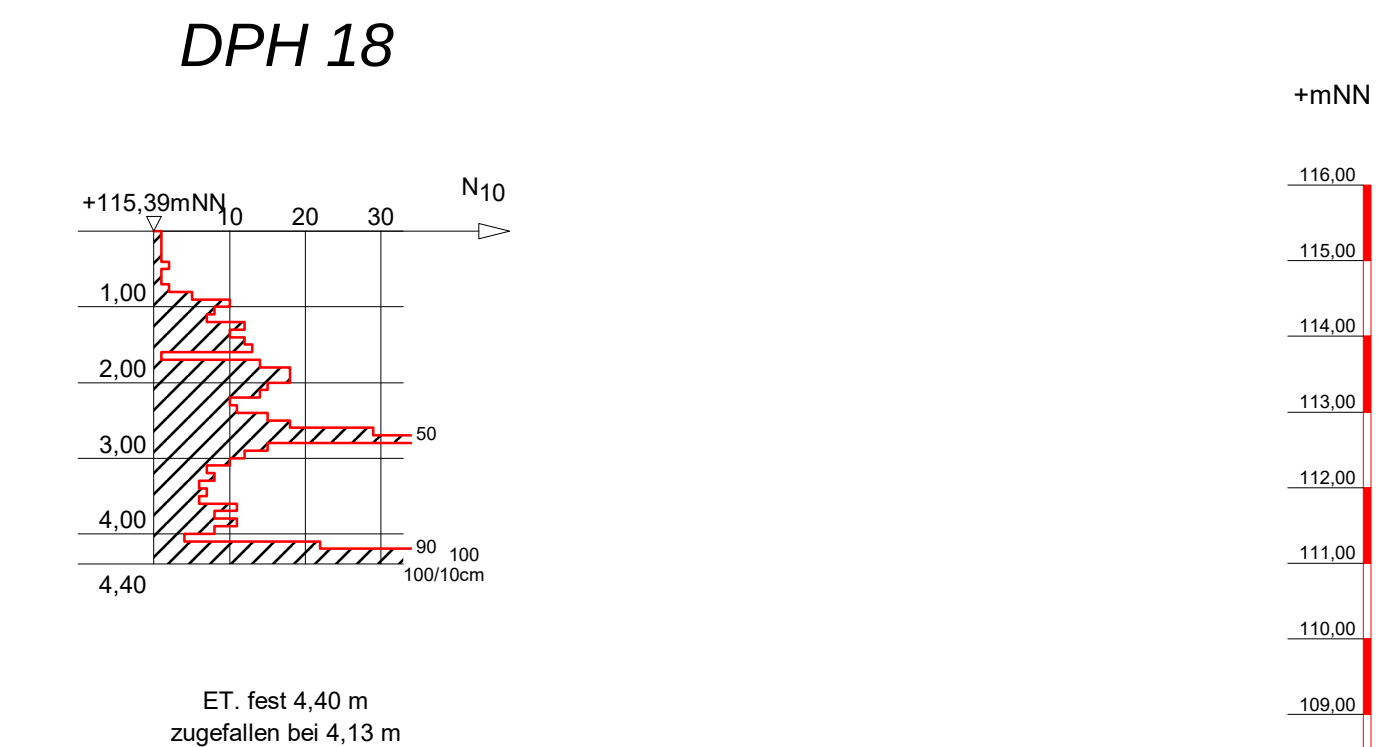
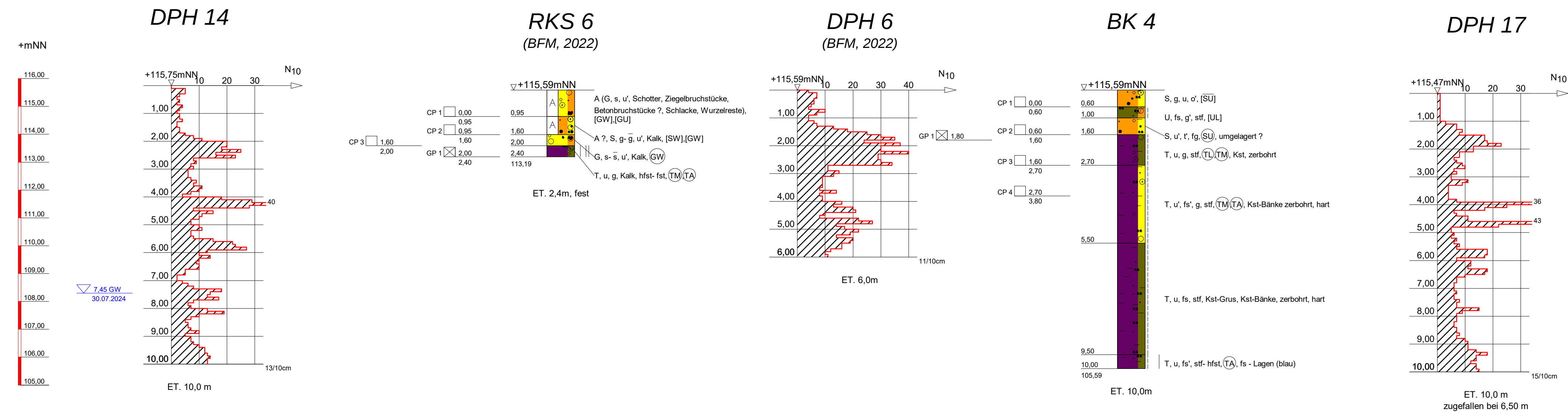
KORNGRÖßENBEREICH		NEBENANTEILE	
f	fein		schwach (< 15 %)
m	mittel		stark (ca. 30-40 %)
g	grob		sehr schwach; sehr stark

KONSISTENZ		FEUCHTIGKEIT	
brg	breig	f	naß
stf	steif	klü	klüftig
fst	fest	klü	stark klüftig

RAMMSONDIERUNG NACH DIN EN ISO 22476-2		BODENGRUPPEN NACH DIN 18196	
Schlagzahlen für 10 cm Eindringtiefe		GE; SU; TA; UL	

Datum	bearb.	geprüft
AUFTRAGGEBER Stadtverwaltung Ingelheim Amt 60 – Bauen, Planen und Umwelt 60/1 Gebäudemanagement Neuer Markt 1 55218 Ingelheim am Rhein		BAUVORHABEN Neubau Präsident-Mohr-Schule Ober-Ingelheim
Bohr- und Sondierergebnisse Schnitt D - D		
Auftrag-Nr.:	6014-325/368-19682	Maßstab H 1:100
Gutachten vom:	09.09.2024	
Baugrundinstitut Franke-Meißner und Partner GmbH Max-Planck-Ring 47 65205 Wiesbaden-Delkenheim Telefon 06122 9562-0 - info@bfm-wi.de		
bearbeitet	09.09.2024	PW/SH
geprüft	09.09.2024	Scha
Anlage	2.3	

Schnitt E - E



ZEICHENERKLÄRUNG (s. DIN 4023)

UNTERSUCHUNGSTEILEN		PROBENTENTNAHME UND GRUNDWASSER	
☐	SCH Schurf		Grundwasser angeböhrt
☐	BK Bohrung		Grundwasser nach Bohrende Ruhewasserstand
☐	N Bohrung mit durchgehendem Kerngewinnung		
☐	N Nützensondier <20mm		
☐	BL Bodenluftentnahmestelle		
☐	DP Leichte Rammsondierung (LRS) DIN EN ISO 22476-2		Schichtwasser angeböhrt
☐	DPM Mittelschwere Rammsondierung (DRS) DIN EN ISO 22476-2		ungestörte Probe
☐	DPB Schwere Rammsondierung (SRS) DIN EN ISO 22476-2		gestörte Probe
☐	BS Sondierbohrung		Chemie-/Umweltprobe (Glas)
☐	CP Drucksondierung nach DIN EN ISO 22476-1		KGW klein Grundwasser
☐	RWG Kleinsamrbohrung (Rammkernsondierung) DIN EN ISO 22475-1		Chemie-/Umweltprobe (Glas), analysieren
☐	GWT Gummbohrung mit Ausbaur zur Grundwasserentnahmestelle		

BODENARTEN			FELSARTEN		
Auffüllung		A		Fels, allgemein	Z
Blöcke	mit Blöcken	Y		Fels, verwittert	Zv
Geschleibemergel	mergelig	G		Granit	Kv
Kies	kiesig	Mg me		Kalkstein	Zst
Murde	organisch	F		Kongl., Brekzie	Gst
Sand	schluffig	S u		Mergelstein	Mst
Schluff	schluffig	U		Sandstein	Sst
Steine	steinig	X x		Schluffstein	Ust
Ton	tonig	T		Tonstein	Tst
Trüf	humus	H h			

<u>KORNGRÖßENBEREICH</u>		<u>NEBENANTEILE</u>	
f	fein	'	schwach (< 15 %)
m	mittel	"	stark (ca. 30-40 %)
g	grob	"	sehr schwach; " sehr stark

<u>KONSISTENZ</u>	brg breig	wch weich	<u>FEUCHTIGKEIT</u>	f naß
	stf steif	hfst halbfest	<u>KLÜFTUNG</u>	klö klüftig
	fst fest			klö stark klüftig

RAMMSONDERUNG NACH DIN EN ISO 22476-2				
 Schlagzahlen für 10 cm Eindringtiefe		leicht	schwer	
	Spitzendurchmesser	2,52 cm		4,37 cm
	Spitzenquerschnitt	5,00 cm ² /10,00 cm ²		15,00 cm ²
	Tiefe (m)			
BODENGRUPPEN NACH DIN 18196 GE; SU; TA; UL				

Datum	bearb.	

Bohr- und Sondierergebnisse
Schnitt E - E und F - F

Auftrag-Nr.: 6014-325/368-19682	Maßstab
Gutachten vom: 09.09.2024	H 1:100



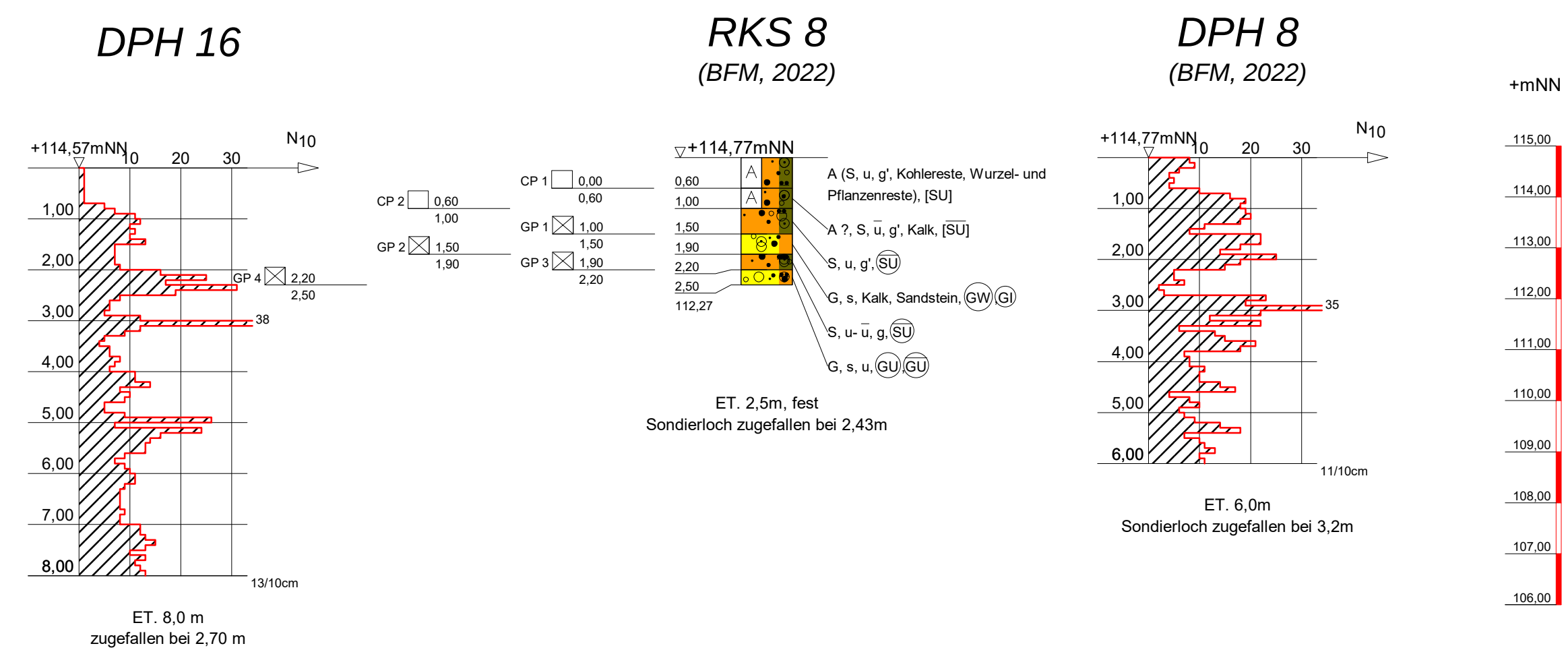
Baugrundinstitut
 Franke-Meißner und Partner GmbH
 Max-Planck-Ring 47
 65205 Wiesbaden-Delkenheim
 Telefon 06122 9562-0 - info@bfm-wj.de

	Datum	
bearbeitet	09.09.2024	P
geprüft	09.09.2024	S

Anlage

24

Schnitt F - F



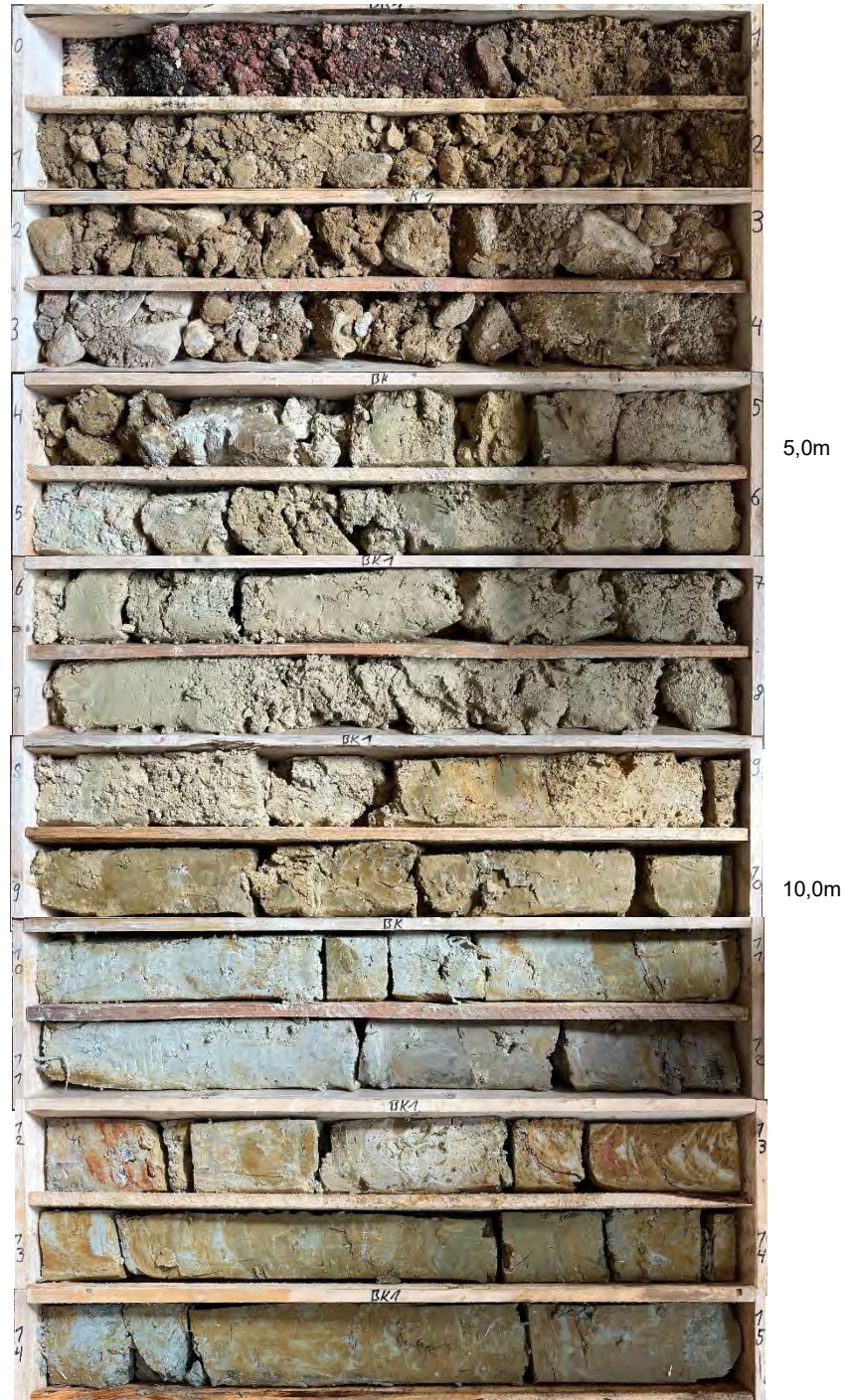


Neubau Präsident-Mohr-Schule
Schulstraße 12
55218 Ingelheim am Rhein

Fotodokumentation

BK 1

GOK



ET. 15,0m

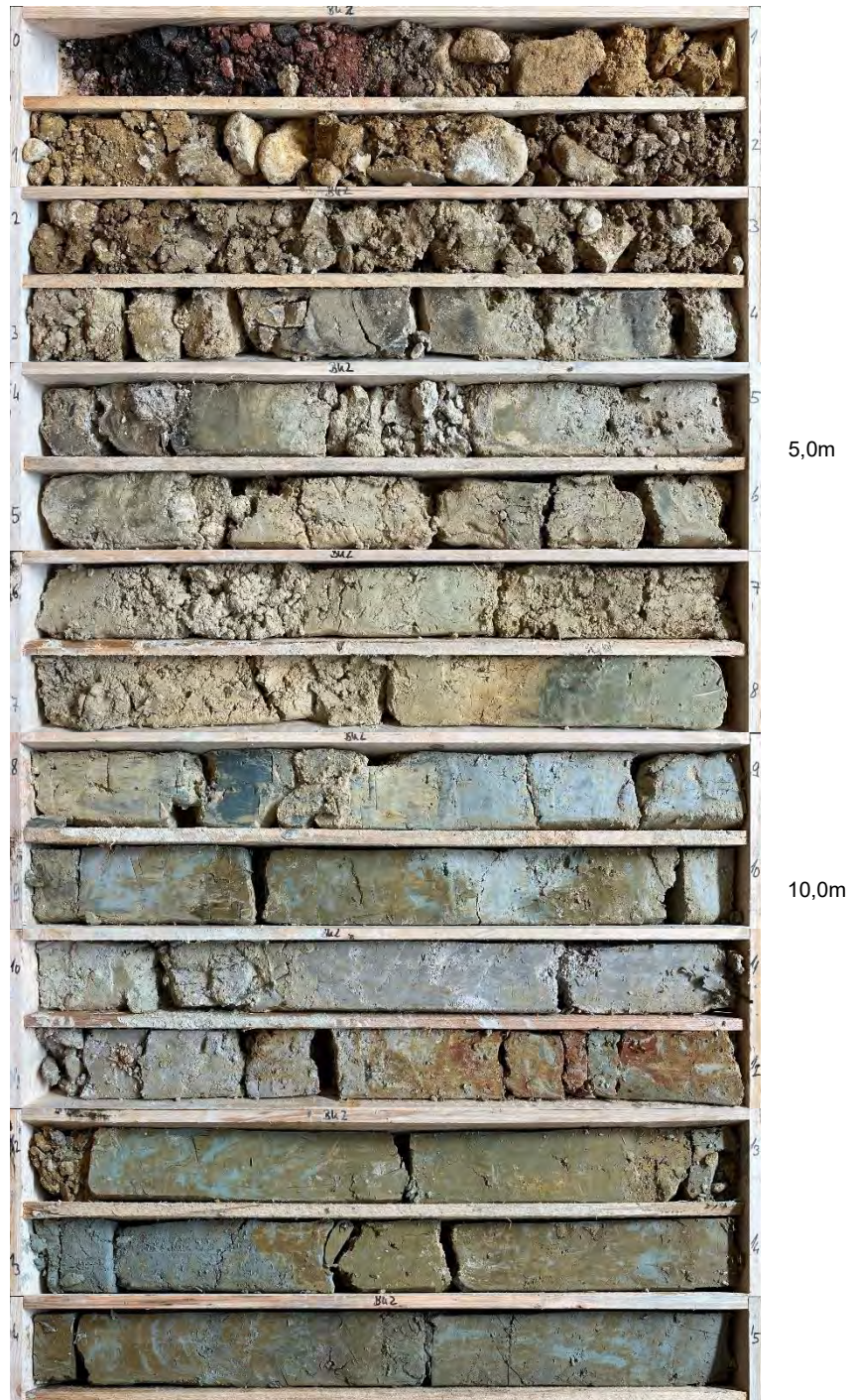


Neubau Präsident-Mohr-Schule
Schulstraße 12
55218 Ingelheim am Rhein

Fotodokumentation

BK 2

GOK



ET. 15,0m

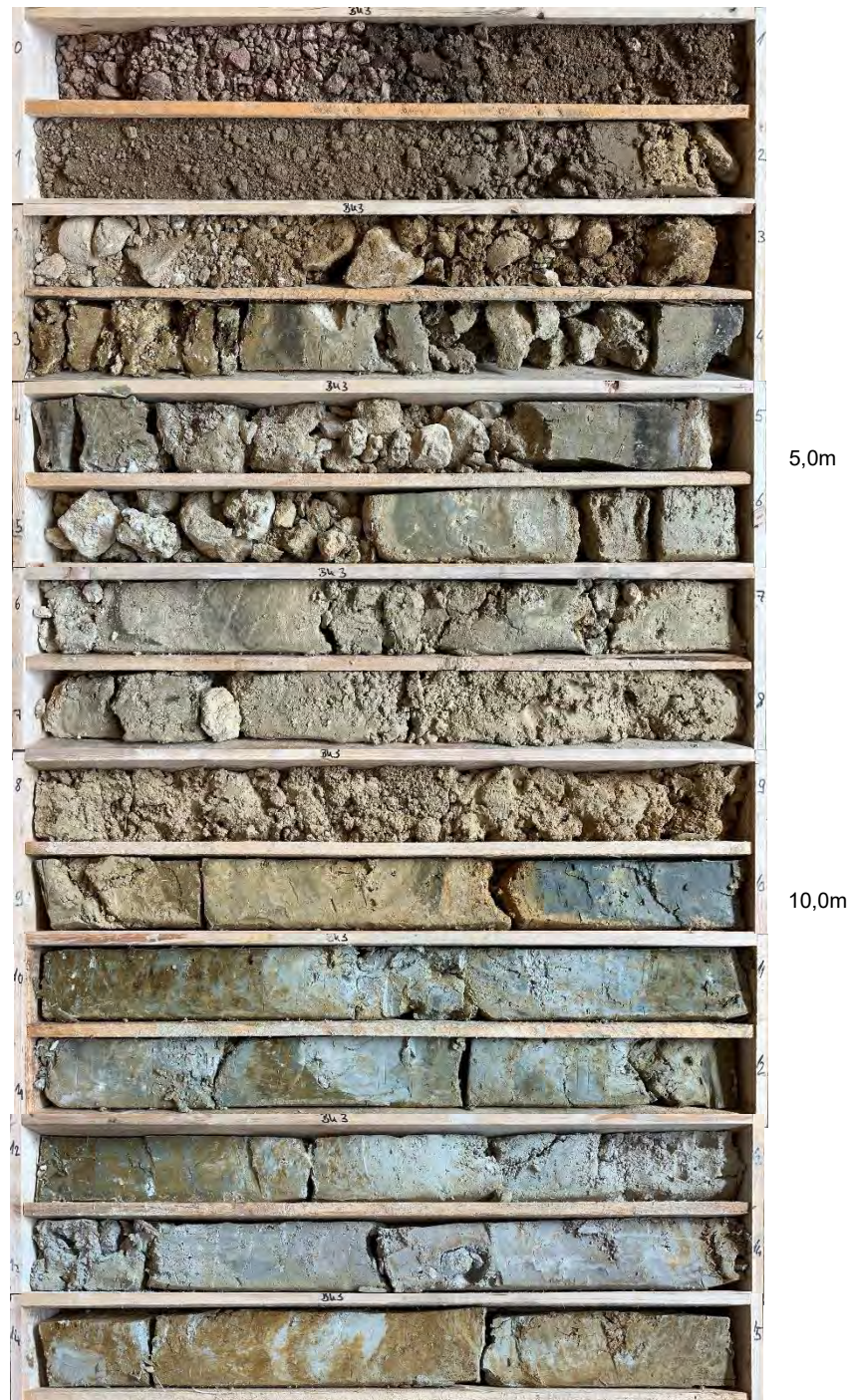


Neubau Präsident-Mohr-Schule
Schulstraße 12
55218 Ingelheim am Rhein

Fotodokumentation

BK 3

GOK



ET. 15,0m

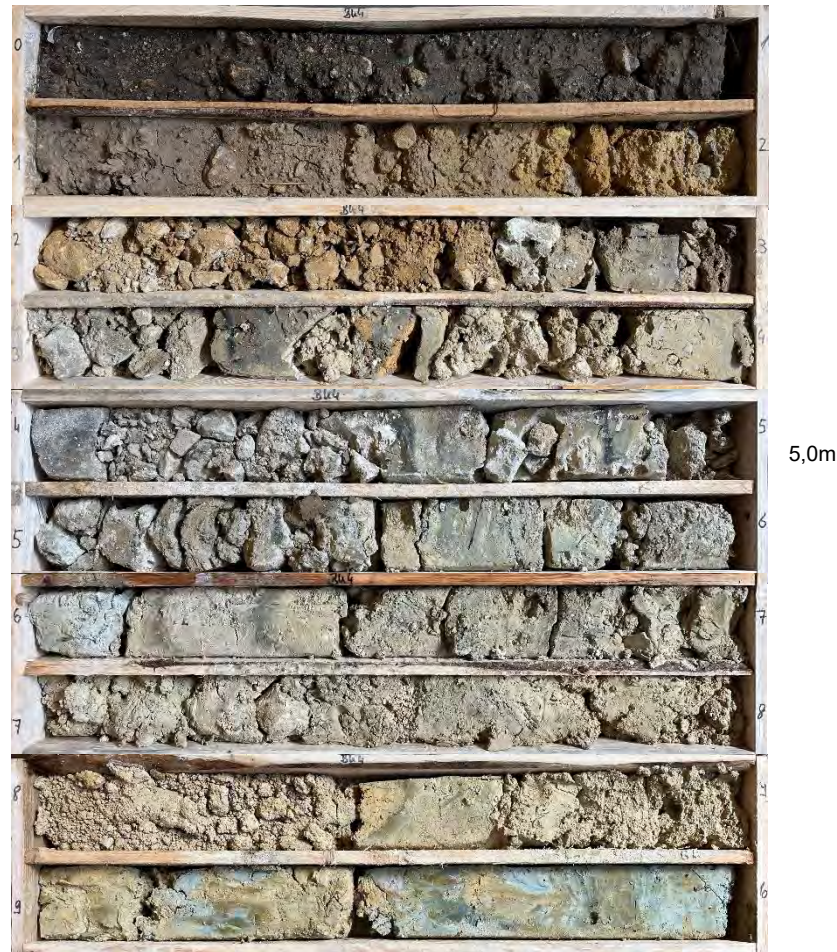


Neubau Präsident-Mohr-Schule
Schulstraße 12
55218 Ingelheim am Rhein

Fotodokumentation

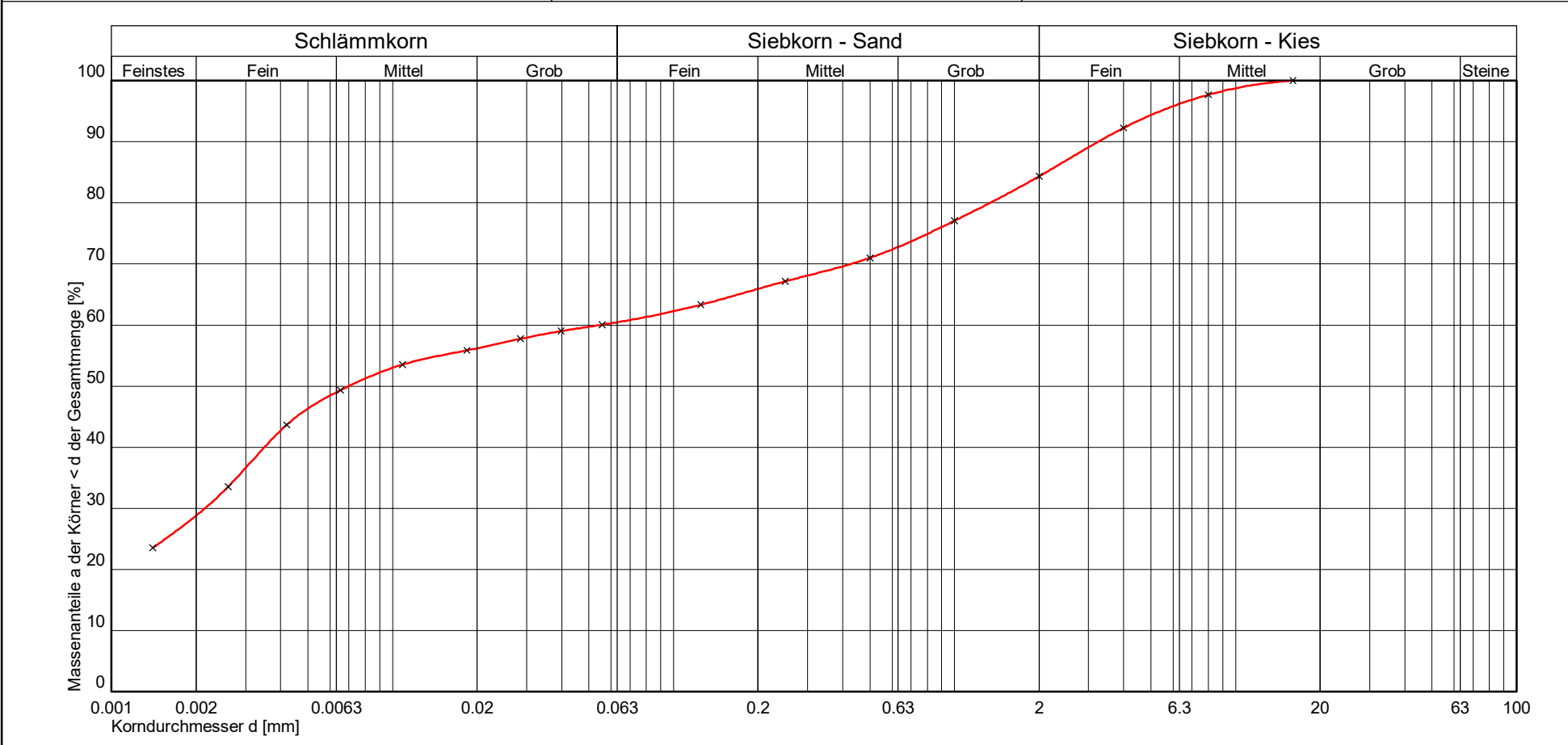
BK 4

GOK



ET. 10,0m

Prüfungs-Nr.: 19682-01 Bauvorhaben: Präsident-Mohr-Schule, Ingelheim Ausgeführt durch: Ge am: 19.08.2024 Bemerkung:	Bestimmung der Korngrößenverteilung kombinierte Sieb-/Schlammmanalyse nach DIN EN ISO 17892-4:2017-04	Entnahmestelle: BK 1 / GP 1 Entnahmetiefe: 4,9 m unter GOK Bodenart: U,t,s,g Art der Entnahme: gestört Entnahme am: 08.08.2024 durch: Schä	 BAUGRUNDINSTITUT Frankfurt-Meißner u. Partner GmbH Bodenmechanisches Laboratorium Max-Planck-Ring 47 65205 Wiesbaden-Delkenheim 0 6 1 2 2 / 9 5 6 2 - 0
--	--	---	---



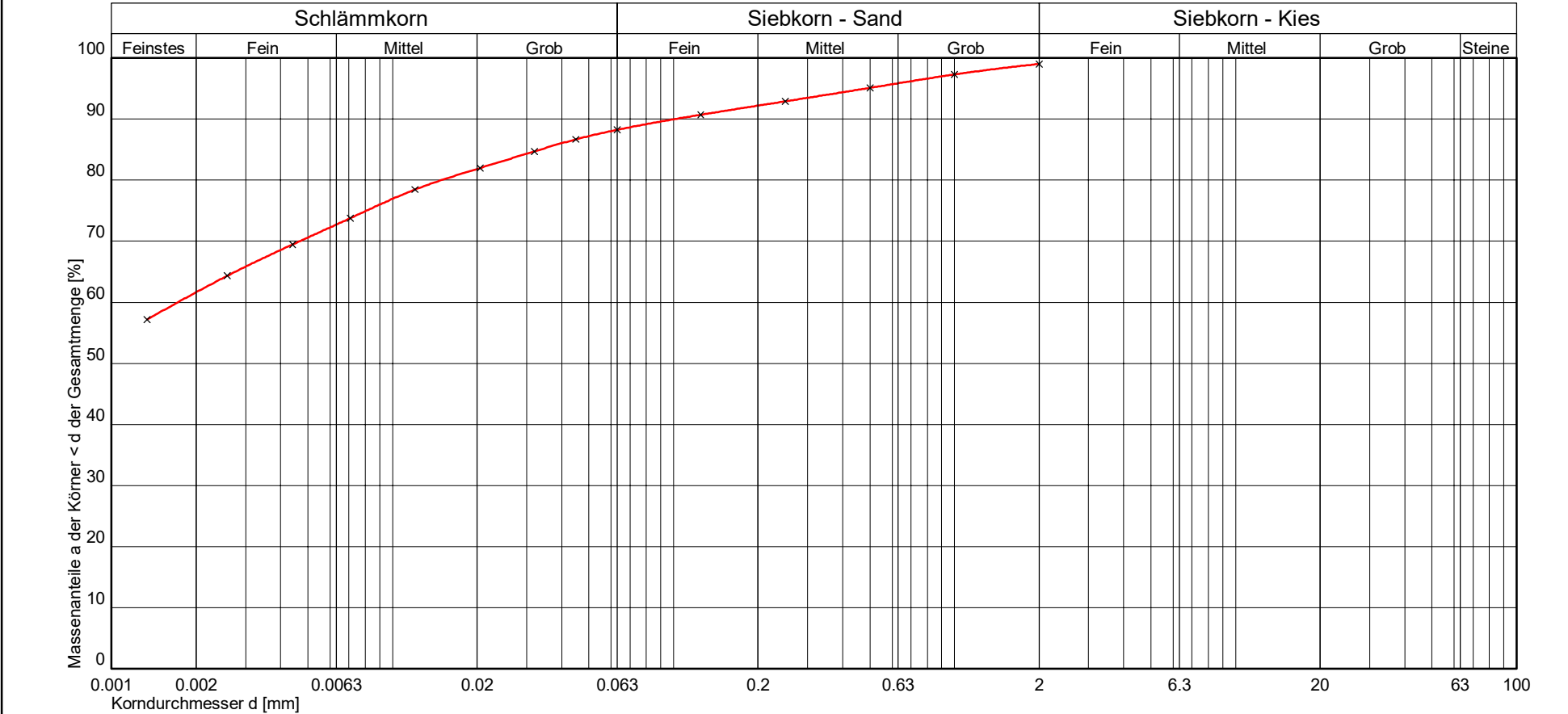
Kurve Nr.:	1			Bemerkungen
Arbeitsweise	Kombinierte Sieb-/Schlammmanalyse			
$C_U = d_{60}/d_{10} / C_C / \text{Median}$				
Bodengruppe (DIN 18196)				
Geologische Bezeichnung				
kf-Wert	$1,688 \cdot 10^{-7}$ [m/s] nach Seelheim			
Kornkennziffer	3 3 2 2 0 U,t,s,g			

Prüfungs-Nr.: 19682-02 Bauvorhaben: Präsident-Mohr-Schule, Ingelheim Ausgeführt durch: Ge am: 19.08.2024 Bemerkung:	Bestimmung der Korngrößenverteilung kombinierte Sieb-/Schlammanalyse nach DIN EN ISO 17892-4:2017-04	Entnahmestelle: BK 2 / GP 1 Entnahmetiefe: 3,5 m unter GOK Bodenart: T,u,s',g' Art der Entnahme: gestört Entnahme am: 08.08.2024 durch: Schä
--	---	---



BAUGRUNDINSTITUT
Franke-Meißner u. Partner GmbH
Bodenmechanisches Laboratorium
Max-Planck-Ring 47
65205 Wiesbaden-Delkenheim
0 6 1 2 2 / 9 5 6 2 - 0

Prüfungsnr.: 19682-02
Anlage: 4.2
zu: Gutachten vom 09.09.2024



Kurve Nr.:	1			Bemerkungen
Arbeitsweise	Kombinierte Sieb-/Schlammanalyse			
$C_U = d_{60}/d_{10} / C_C / \text{Median}$				
Bodengruppe (DIN 18196)				
Geologische Bezeichnung				
kf-Wert				
Kornkennziffer	6 3 1 0 0 T,u,s',g'			



BAUGRUNDINSTITUT
 Franke-Meißner u. Partner GmbH
 Bodenmechanisches Laboratorium
 Max-Planck-Ring 47
 65205 Wiesbaden-Delkenheim
 0 6 1 2 2 / 9 5 6 2 - 0

Prüfungsnr.: 19682-01

Anlage: 4.3

zu: Gutachten vom 09.09.2024

Bestimmung der Fließ- (nach Casagrande) und Ausrollgrenze nach DIN EN ISO 17892-12:2022-08

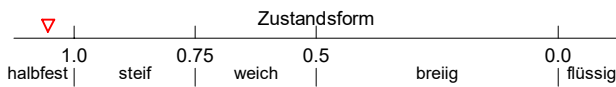
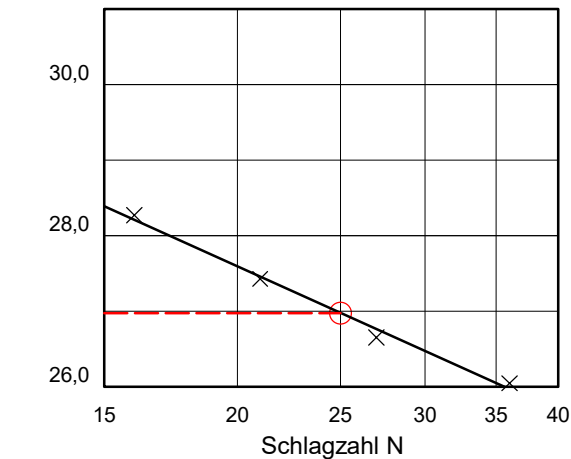
Prüfungsnr.: 19682-01
 Bauvorhaben: Präsident-Mohr-Schule, Ingelheim

Ausgeführt durch: HR
 am: 20.08.2024
 Bemerkung: Kalkhaltig, verfestigt

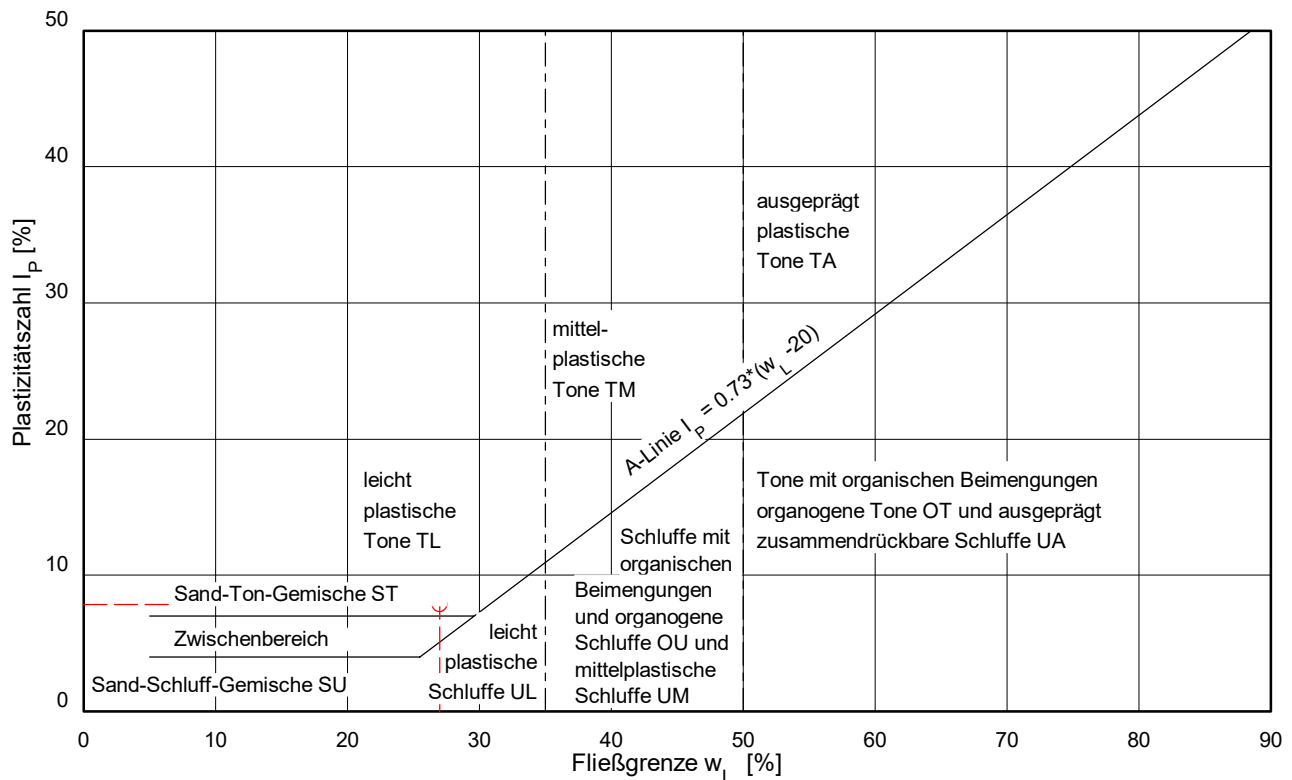
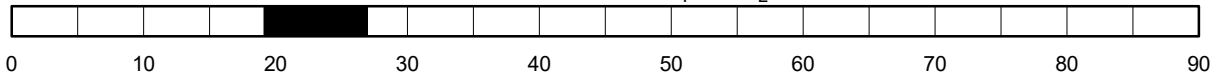
Entnahmestelle: BK 1 / GP 1

Entnahmetiefe: 4,9 m unter GOK
 Bodenart: U,t,s,g

Art der Entnahme: gestört
 Entnahme am: 08.08.02024 durch: Schä



Natürlicher Wassergehalt:	w	=	16,1	%
Größtkorn:				mm
Masse des Überkorns:				g
Trockenmasse der Probe:				g
Überkornanteil:	ü	=	30,1	%
Anteil ≤ 0.4 mm:	m _d / m	=	69,9	%
Anteil ≤ 0.06 mm:		=		%
Anteil ≤ 0.002 mm:	m _T / m	=		%
Wassergehalt (Überkorn)	w _Ü	=	10,0	%
korr. Wassergehalt: w _K =	$\frac{w - w_{\text{Ü}} \cdot \text{ü}}{1.0 - \text{ü}}$	=	18,7	%
Fließgrenze	w _L	=	27,0	%
Ausrollgrenze	w _P	=	19,2	%
Bodengruppe		=	TL/ST	
Plastizitätszahl	I _P = w _L - w _P	=	7,8	%
Konsistenzzahl	I _C = $\frac{w_L - w_K}{w_L - w_P}$	=	1,05	△ halbfest
Liquiditätszahl	I _L = 1 - I _C	=	-0,05	
Aktivitätszahl	I _A = $\frac{I_P}{m_T / m_d}$	=		

Bildsamkeitsbereich (w_P bis w_L)



BAUGRUND INSTITUT
 Franke-Meißner u. Partner GmbH
 Bodenmechanisches Laboratorium
 Max-Planck-Ring 47
 65205 Wiesbaden-Delkenheim
 0 6 1 2 2 / 9 5 6 2 - 0

Prüfungsnr.: 19682-02

Anlage: 4.4

zu: Gutachten vom 09.09.2024

Bestimmung der Fließ- (nach Casagrande) und Ausrollgrenze nach DIN EN ISO 17892-12:2022-08

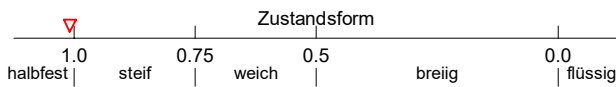
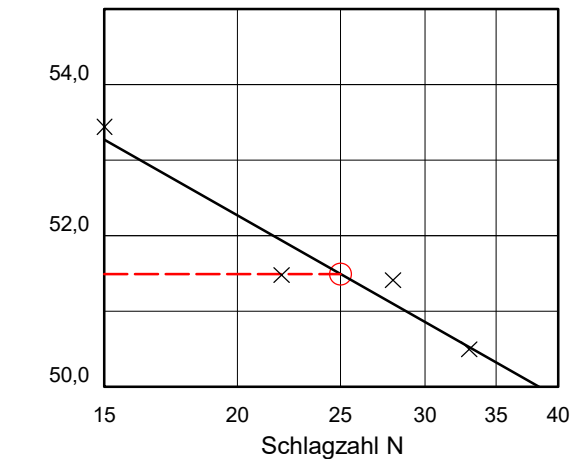
Prüfungsnr.: 19682-02
 Bauvorhaben: Präsident-Mohr-Schule, Ingelheim

Ausgeführt durch: HR
 am: 20.08.2024
 Bemerkung: Kalkhaltig

Entnahmestelle: BK 2 / GP 1

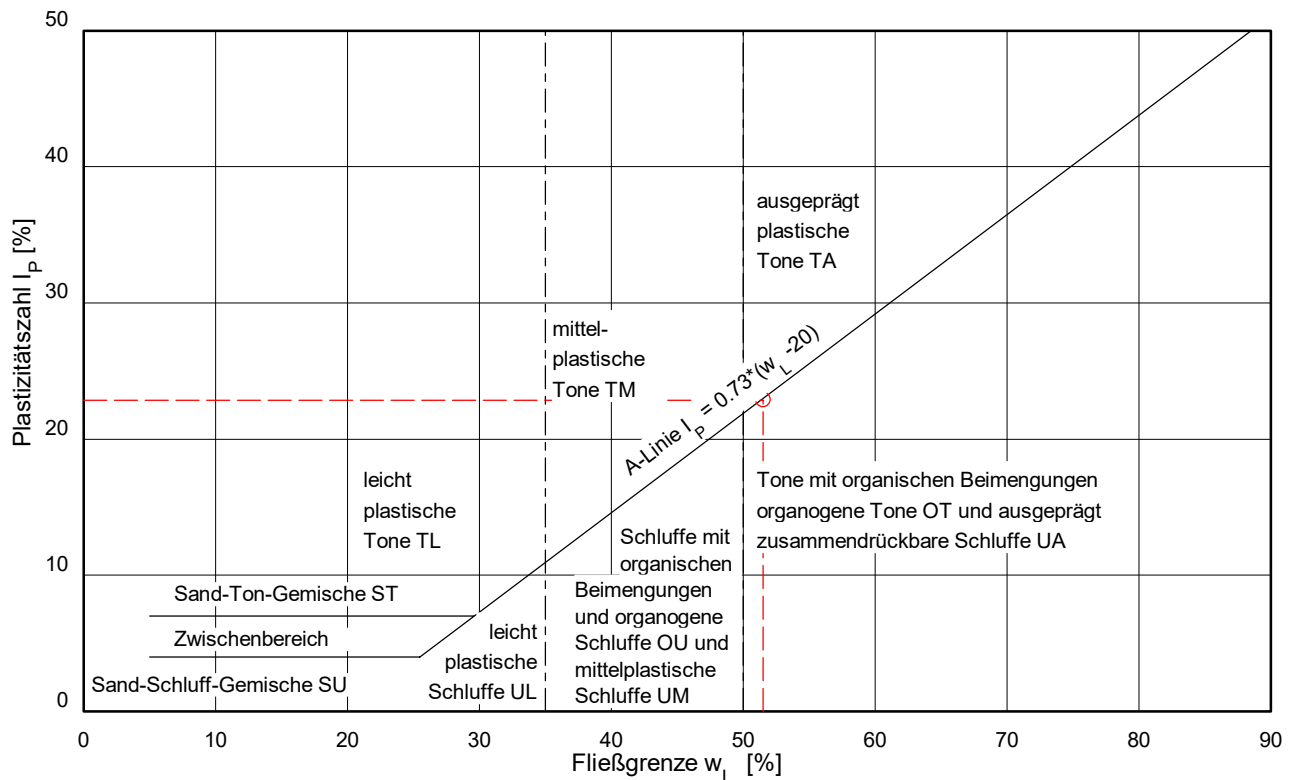
Entnahmetiefe: 3,5 m unter GOK
 Bodenart: T,u,s',g'

Art der Entnahme: gestört
 Entnahme am: 08.08.02024 durch: Schä



Natürlicher Wassergehalt: $w = 27,4 \%$
 Größtkorn: mm
 Masse des Überkorns: g
 Trockenmasse der Probe: g
 Überkornanteil: $\ddot{u} = 6,0 \%$
 Anteil $\leq 0.4 \text{ mm}$: $m_d / m = 94,0 \%$
 Anteil $\leq 0.06 \text{ mm}$: %
 Anteil $\leq 0.002 \text{ mm}$: $m_T / m = \%$
 Wassergehalt (Überkorn): $w_{\ddot{u}} = 11,5 \%$
 korr. Wassergehalt: $w_K = \frac{w - w_{\ddot{u}} * \ddot{u}}{1.0 - \ddot{u}} = 28,4 \%$
 Fließgrenze: $w_L = 51,5 \%$
 Ausrollgrenze: $w_P = 28,6 \%$
 Bodengruppe: TA
 Plastizitätszahl: $I_P = w_L - w_P = 22,9 \%$
 Konsistenzzahl: $I_C = \frac{w_L - w_K}{w_L - w_P} = 1,01 \triangleq \text{halbfest}$
 Liquiditätszahl: $I_L = 1 - I_C = -0,01$
 Aktivitätszahl: $I_A = \frac{I_P}{m_T / m_d} =$

Bildsamkeitsbereich (w_P bis w_L)





BAUGRUNDINSTITUT
 Franke-Meißner u. Partner GmbH
 Bodenmechanisches Laboratorium
 Max-Planck-Ring 47
 65205 Wiesbaden-Delkenheim
 Telefon: 0 6 1 2 2 / 9 5 6 2 - 0

Prüfungsnr.: 19682-01

Anlage: 4.5

zu: Gutachten vom 09.09.2024

Bestimmung des Wassergehaltes

durch Ofentrocknung

nach DIN EN ISO 17892-1:2015-03

Prüfungs-Nr.: 19682

Bauvorhaben: Präsident-Mohr-Schule, Ingelheim

Ausgeführt durch: Knb

am: 16.08.2024

Entnahmestelle: BK 1 + 2

Art der Entnahme: gestört

Entnahme am: 08.08.2024

durch: Schä

Nr. des Versuchs	1	2	3	4	5	6
Bestimmung des Wassergehaltes w						
Bezeichnung der Probe	BK 1 / GP 1	BK 2 / GP 1				
Entnahme-Tiefe [m]	4,9	3,5				
Bodenart DIN EN ISO 14688-1	U,t,s,g	T,u,s',g'				
Besonderheiten (z.B. Organik, Fremdstoffe, Auffüllung, Farbe u.a.)	Kalk +, verfestigt, weißgrau	Kalk +, grüngrau				
Konsistenz DIN EN ISO 14688-2	halbfest	halbfest				
Behälter-Nr.	395	268				
Masse Feuchtprobe + Behälter m + m _B [g]	502,30	255,84				
Masse trockene Probe + Behälter m + m _B [g]	464,44	224,15				
Masse des Behälters m _B [g]	229,01	108,47				
Masse des Wassers m _w [g]	37,86	31,69				
Masse der trockenen Probe m _d [g]	235,43	115,68				
Wassergehalt m _w /m _d = w [%]	16,1	27,4				

Nr. des Versuchs	7	8	9	10	11	12
Bestimmung des Wassergehaltes w						
Bezeichnung der Probe						
Entnahme-Tiefe [m]						
Bodenart DIN EN ISO 14688-1						
Besonderheiten (z.B. Organik, Fremdstoffe, Auffüllung, Farbe u.a.)						
Konsistenz DIN EN ISO 14688-2						
Behälter-Nr.						
Masse Feuchtprobe + Behälter m + m _B [g]						
Masse trockene Probe + Behälter m + m _B [g]						
Masse des Behälters m _B [g]						
Masse des Wassers m _w [g]						
Masse der trockenen Probe m _d [g]						
Wassergehalt m _w /m _d = w [%]						

Bemerkungen:



**Chemisch Analytisches
Laboratorium**

CAL GmbH & Co. KG - Röntgenstraße 82 - 64291 Darmstadt

Baugrundinstitut Franke-Meißner
und Partner GmbH
Herr Dipl.-Ing. Schäfer
Max-Planck-Ring 47

65205 Wiesbaden-Delkenheim

Staatlich anerkannt

Untersuchung
Beratung und
Auftragsforschung
für Industrie und
Umweltschutz

Tel. 06151 13633-0
Fax 06151 13633-28



Ihr Auftrag vom 15.08.2024

Ihr Projekt: 19682 - Präsident-Mohr-Schule, Ingelheim

Untersuchungsbericht 202408623

Probeneingang

Die Probe(n) wurde(n) durch die CAL GmbH & Co. KG beim Auftraggeber abgeholt.

Untersuchungsmethoden / Probenvorbereitung / Anmerkungen

Königswasseraufschluß nach DIN EN 13657: 2003-01 (Mikrowelle), Eluatherstellung nach DIN 19529 (2023-07).

Untersuchungsgegenstand

Probe ID	Eingang	Material	Bezeichnung
202408623-001	16.08.2024	Auffüllung (G,s, u)	MP 1
202408623-002	16.08.2024	Tone und Schluffe mit Kalkstein	MP 2



Untersuchungsergebnisse

Verordnung über Anforderungen an den Einbau von mineralischen Ersatzbaustoffen in technische Bauwerke (Ersatzbaustoffverordnung - ErsatzbaustoffV) vom 09.07.2021

Probenbezeichnung	ID	202408623-001
MP 1		
Eluatwerte gemäß Anlage 1, Tabelle 3 ErsatzbaustoffV: Materialwerte für Bodenmaterial und Baggergut		
Parameter	Methode	mg/L
pH-Wert	DIN EN ISO 10523-C5 (2012-04)	9,00
el. Leitfähigkeit [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	DIN EN 27888-C8 (1993-11)	140
Sulfat	DIN EN ISO 10304-1-D20 (2009-07)	2,5
Arsen	DIN EN ISO 17294-2-E29 (2017-01)	0,018
Blei	DIN EN ISO 17294-2-E29 (2017-01)	0,001
Cadmium	DIN EN ISO 17294-2-E29 (2017-01)	< 0,0002
Chrom (gesamt)	DIN EN ISO 17294-2-E29 (2017-01)	0,002
Kupfer	DIN EN ISO 17294-2-E29 (2017-01)	0,003
Nickel	DIN EN ISO 17294-2-E29 (2017-01)	< 0,005
Quecksilber	DIN EN ISO 17852-E35 (2008-04)	< 0,0001
Thallium	DIN EN ISO 17294-2-E29 (2017-01)	< 0,0001
Zink	DIN EN ISO 17294-2-E29 (2017-01)	< 0,01
Summe PAK (o. Naphthalin)	DIN EN ISO 17993-F18 (2004-03)	**
Summe Naphthalin u. Methylnaphthaline	DIN EN ISO 17993-F18 (2004-03)	< 0,00001
Summe PCB	DIN EN ISO 6468-F1 (1997-02)	**

Materialwerte			
BM-0 Sand	BM-0*	BM-F0*	BM-F1
mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
		6,5-9,5	6,5-9,5
	350	350	500
250	250	250	450
	0,013	0,012	0,02
	0,043	0,035	0,09
	0,004	0,003	0,003
	0,019	0,015	0,15
	0,041	0,03	0,11
	0,031	0,03	0,03
	0,0001		
	0,0003		
	0,21	0,15	0,16
	0,0002	0,0003	0,0015
	0,002		
	0,00001	0,00002	0,00002

Die Materialwerte gelten für Bodenmaterial und Baggergut mit bis zu 10 Volumenprozent (BM und BG) oder bis zu 50 Volumenprozent (BM-F und BG-F) mineralischer Fremdbestandteile im Sinne von § 2 Nummer 8 der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung mit nur vernachlässigbaren Anteilen an Störstoffen im Sinne von § 2 Nummer 9 der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung. Bodenmaterial der Klasse BM-0 und Baggergut der Klasse BG-0 erfüllen die werterebezogenen Anforderungen an das Auf- oder Einbringen gemäß § 7 Absatz 3 der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung. Bodenmaterial der Klasse BM-0 und Baggergut der Klasse BG-0 Sand erfüllen die werterebezogenen Anforderungen an das Auf- oder Einbringen gemäß § 8 Absatz 2 der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung; Bodenmaterial der Klasse BM-0* und Baggergut der Klasse BG-0* erfüllen die werterebezogenen Anforderungen an das Auf- oder Einbringen gemäß § 8 Absatz 3 Nummer 1 der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung.

Bodenarten-Hauptgruppen gemäß Bodenkundlicher Kartieranleitung, 5. Auflage, Hannover 2005 (KA5); stark schluffige Sande, lehmig-schluffige Sande und stark lehmige Sande sowie Materialien, die nicht bodenartspezifisch zugeordnet werden können, sind entsprechend der Bodenart Lehm, Schluff zu bewerten.

Zu BM-0*: Die Eluatwerte sind mit Ausnahme des Eluatwertes für Sulfat nur maßgeblich, wenn für den betreffenden Stoff der jeweilige Feststoffwert für BM-0 Sand, BM-0 LEHM/Schluff und BM-0 Ton überschritten wird. Der Eluatwert für PAK15 und Naphthalin und Methylnaphthaline, gesamt, ist maßgeblich, wenn der Feststoffwert für PAK16 für BM-0 Sand, BM-0 Lehm/Schluff und BM-0 Ton überschritten wird.

Zu pH-Wert und elektrische Leitfähigkeit: Stoffspezifischer Orientierungswert; bei Abweichungen ist die Ursache zu prüfen.

Zu Sulfat für die Materialwerte BM-0*, BM-0 Sand, BM-0 Lehm/Schluff und BM-0 Ton: Bei Überschreitung des Wertes ist die Ursache zu prüfen. Handelt es sich um naturbedingt erhöhte Sulfatkonzentrationen, ist eine Verwertung innerhalb der betroffenen Gebiete möglich. Außerhalb dieser Gebiete ist über die Verwertungseignung im Einzelfall und in Abstimmung mit der zuständigen Behörde zu entscheiden.

Zu Summe PAK im Eluat: Summe PAK ohne Naphthalin und Methylnaphthaline.

Zu Quecksilber und Thallium: Für die Klassifizierung in die Materialklassen BM-F0*, BM-F1, BM-F2 und BM-F3 ist der angegebene Gesamtgehalt maßgeblich. Der Eluatwert der Materialklasse BM-0* ist einzuhalten.

Einzelwerte der organischen Summenparameter siehe unten.

** = keine Einzelsubstanzen größer der Bestimmungsgrenze nachweisbar.



Probenbezeichnung	ID	202408623-001
MP 1		
Feststoffwerte gemäß Anlage 1, Tabelle 3 ErsatzbaustoffV: Materialwerte für Bodenmaterial und Baggergut		
Parameter	Methode	mg/kg TS
Arsen	DIN EN ISO 11885-E22 (2009-09)	9,7
Blei	DIN EN ISO 11885-E22 (2009-09)	31,3
Cadmium	DIN EN ISO 17294-2-E29 (2017-01)	< 0,2
Chrom (gesamt)	DIN EN ISO 11885-E22 (2009-09)	27,8
Kupfer	DIN EN ISO 11885-E22 (2009-09)	25,6
Nickel	DIN EN ISO 11885-E22 (2009-09)	30,2
Quecksilber	DIN ISO 16772 (2005-06)	0,11
Thallium	DIN EN ISO 17294-2-E29 (2017-01)	< 0,3
Zink	DIN EN ISO 11885-E22 (2009-09)	110
Kohlenwasserstoffe (C10-40)	DIN ISO 16703 (2011-09)	68,8
Kohlenwasserstoffe (C10-22)	DIN ISO 16703 (2011-09)	21,2
TOC [%]	DIN 19539 (2016-12)	0,90
Benzo-(a)-pyren (BaP)	DIN ISO 18287 (2006-05)	< 0,1
Summe EPA-PAK	DIN ISO 18287 (2006-05)	0,610
Summe PCB	DIN EN 15308 (2008-05)	**
EOX	DIN 38414-S17 (2017-01)	< 0,1
Trockenrückstand [%]	DIN ISO 11465 (1996-12)	91,5

Materialwerte			
BM-0 Sand	BM-0*	BM-F0*	BM-F1
mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS
10	20	40	40
40	140	140	140
0,4	1	2	2
30	120	120	120
20	80	80	80
15	100	100	100
0,2	0,6	0,6	0,6
0,5	1	2	2
60	300	300	300
	600	600	600
	300	300	300
1	1	5	5
0,3			
3	6	6	6
0,05	0,1	0,15	0,15
1	1	3	3

Die Materialwerte gelten für Bodenmaterial und Baggergut mit bis zu 10 Volumenprozent (BM und BG) oder bis zu 50 Volumenprozent (BM-F und BG-F) mineralischer Fremdbestandteile im Sinne von § 2 Nummer 8 der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung mit nur vernachlässigbaren Anteilen an Störstoffen im Sinne von § 2 Nummer 9 der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung. Bodenmaterial der Klasse BM-0 und Baggergut der Klasse BG-0 erfüllen die wertbezogenen Anforderungen an das Auf- oder Einbringen gemäß § 7 Absatz 3 der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung. Bodenmaterial der Klasse BM-0 und Baggergut der Klasse BG-0 Sand erfüllen die wertbezogenen Anforderungen an das Auf- oder Einbringen gemäß § 8 Absatz 2 der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung; Bodenmaterial der Klasse BM-0* und Baggergut der Klasse BG-0* erfüllen die wertbezogenen Anforderungen an das Auf- oder Einbringen gemäß § 8 Absatz 3 Nummer 1 der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung.

Bodenarten-Hauptgruppen gemäß Bodenkundlicher Kartieranleitung, 5. Auflage, Hannover 2005 (KA5); stark schluffige Sande, lehmig-schluffige Sande und stark lehmige Sande sowie Materialien, die nicht bodenartspezifisch zugeordnet werden können, sind entsprechend der Bodenart Lehm, Schluff zu bewerten.

Zu Cadmium für BM-0*: 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.

Zu TOC für die Materialwerte BM-0*, BM-0 Sand, BM-0 Lehm/Schluff und BM-0 Ton: Bodenmaterialspezifischer Orientierungswert. Bei heterogenen Bodenverhältnissen mineralischer Böden kann der TOC-Gehalt der Masse des anfallenden Materials als maßgeblich bei Verwertung im Umfeld des anfallenden Materials und Verwendung unter gleichen Bedingungen herangezogen werden. Beim Einbau sind Volumenbeständigkeit und Setzungsprozesse sowie die Vorgaben von § 6 Absatz 11 Satz 2 und 3 der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung zu berücksichtigen. Beim Einbau sind Volumenbeständigkeit und Setzungsprozesse zu berücksichtigen.

Zu PAK: PAK16: stellvertretend für die Gruppe der polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK) werden nach der Liste der US-amerikanischen Umweltbehörde, Environmental Protection Agency (EPA), 16 ausgewählte PAK untersucht: Acenaphthen, Acenaphthylen, Anthracen, Benzo[a]anthracen, Benzo[a]pyren, Benzo[b]fluoranthren, Benzo[g,h,i]perylene, Benzo[k]fluoranthren, Chrysen, Dibenzo[a,h]anthracen, Fluoranthren, Fluoren, Indeno[1,2,3-cd]pyren, Naphthalin, Phenanthren und Pyren.

Zu EOX: Bei Überschreitung der Werte sind die Materialien auf fallspezifische Belastungen zu untersuchen.

Einzelwerte der organischen Summenparameter siehe unten.

** = keine Einzelsubstanzen größer der Bestimmungsgrenze nachweisbar.

**Einzelaufstellung der Summenparameter:****Probenbezeichnung****ID 202408623-001****MP 1**

Polycyclische aromatische KW ohne Naphtahlin (EPA-PAK) im Eluat	Eluat mg/L
Acenaphthylen	< 0,00001
Acenaphthen	< 0,00001
Fluoren	< 0,00001
Phenanthren	< 0,00001
Anthracen	< 0,000005
Fluoranthren	< 0,00001
Pyren	< 0,00001
Benzo-(a)-anthracen	< 0,000005
Chrysen	< 0,00001
Benzo-(b)-fluoranthren	< 0,00001
Benzo-(k)-fluoranthren	< 0,00001
Benzo-(a)-pyren	< 0,000005
Dibenzo-(ah)-anthracen	< 0,000005
Benzo-(ghi)-perylene	< 0,00001
Indeno-(123cd)-pyren	< 0,00001
Summe EPA-PAK (ohne Naphthalin)	**

Polycyclische aromatische KW (EPA-PAK) im Feststoff	Feststoff mg/kg TS
Naphthalin	< 0,05
Acenaphthylen	< 0,05
Acenaphthen	< 0,05
Fluoren	< 0,05
Phenanthren	< 0,05
Anthracen	< 0,05
Fluoranthren	0,103
Pyren	0,085
Benzo-(a)-anthracen	0,072
Chrysen	0,075
Benzo-(b)-fluoranthren	0,110
Benzo-(k)-fluoranthren	< 0,05
Benzo-(a)-pyren	0,061
Dibenzo-(ah)-anthracen	< 0,05
Benzo-(ghi)-perylene	0,050
Indeno-(123cd)-pyren	0,054
Summe EPA-PAK	0,610

Polychlorierte Biphenyle (PCB) im Eluat	Eluat mg/L
PCB-28	< 0,000008
PCB-52	< 0,000008
PCB-101	< 0,000008
PCB-118	< 0,000008
PCB-153	< 0,000008
PCB-138	< 0,000008
PCB-180	< 0,000008
Summe PCB	**



Polychlorierte Biphenyle (PCB) im Feststoff	Feststoff mg/kg TS
PCB-28	< 0,01
PCB-52	< 0,01
PCB-101	< 0,01
PCB-118	< 0,01
PCB-153	< 0,01
PCB-138	< 0,01
PCB-180	< 0,01
Summe PCB	**



Verordnung über Anforderungen an den Einbau von mineralischen Ersatzbaustoffen in technische Bauwerke (Ersatzbaustoffverordnung - ErsatzbaustoffV) vom 09.07.2021

Probenbezeichnung	ID	202408623-002
MP 2		
Eluatwerte gemäß Anlage 1, Tabelle 3 ErsatzbaustoffV: Materialwerte für Bodenmaterial und Baggergut		
Parameter	Methode	mg/L
pH-Wert	DIN EN ISO 10523-C5 (2012-04)	8,68
el. Leitfähigkeit [µS/cm]	DIN EN 27888-C8 (1993-11)	198
Sulfat	DIN EN ISO 10304-1-D20 (2009-07)	7,9
Arsen	DIN EN ISO 17294-2-E29 (2017-01)	0,015
Blei	DIN EN ISO 17294-2-E29 (2017-01)	< 0,001
Cadmium	DIN EN ISO 17294-2-E29 (2017-01)	< 0,0002
Chrom (gesamt)	DIN EN ISO 17294-2-E29 (2017-01)	0,001
Kupfer	DIN EN ISO 17294-2-E29 (2017-01)	< 0,003
Nickel	DIN EN ISO 17294-2-E29 (2017-01)	< 0,005
Quecksilber	DIN EN ISO 17852-E35 (2008-04)	< 0,0001
Thallium	DIN EN ISO 17294-2-E29 (2017-01)	< 0,0001
Zink	DIN EN ISO 17294-2-E29 (2017-01)	< 0,01
Summe PAK (o. Naphthalin)	DIN EN ISO 17993-F18 (2004-03)	**
Summe Naphthalin u. Methylnaphthaline	DIN EN ISO 17993-F18 (2004-03)	< 0,00001
Summe PCB	DIN EN ISO 6468-F1 (1997-02)	**

Materialwerte			
BM-0 Ton	BM-0*	BM-F0*	BM-F1
mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
		6,5-9,5	6,5-9,5
	350	350	500
250	250	250	450
	0,013	0,012	0,02
	0,043	0,035	0,09
	0,004	0,003	0,003
	0,019	0,015	0,15
	0,041	0,03	0,11
	0,031	0,03	0,03
	0,0001		
	0,0003		
	0,21	0,15	0,16
	0,0002	0,0003	0,0015
	0,002		
	0,00001	0,00002	0,00002

Die Materialwerte gelten für Bodenmaterial und Baggergut mit bis zu 10 Volumenprozent (BM und BG) oder bis zu 50 Volumenprozent (BM-F und BG-F) mineralischer Fremdbestandteile im Sinne von § 2 Nummer 8 der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung mit nur vernachlässigbaren Anteilen an Störstoffen im Sinne von § 2 Nummer 9 der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung. Bodenmaterial der Klasse BM-0 und Baggergut der Klasse BG-0 erfüllen die werterebezogenen Anforderungen an das Auf- oder Einbringen gemäß § 7 Absatz 3 der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung. Bodenmaterial der Klasse BM-0 und Baggergut der Klasse BG-0 Sand erfüllen die werterebezogenen Anforderungen an das Auf- oder Einbringen gemäß § 8 Absatz 2 der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung. Bodenmaterial der Klasse BM-0* und Baggergut der Klasse BG-0* erfüllen die werterebezogenen Anforderungen an das Auf- oder Einbringen gemäß § 8 Absatz 3 Nummer 1 der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung.

Bodenarten-Hauptgruppen gemäß Bodenkundlicher Kartieranleitung, 5. Auflage, Hannover 2005 (KA5); stark schluffige Sande, lehmig-schluffige Sande und stark lehmige Sande sowie Materialien, die nicht bodenartspezifisch zugeordnet werden können, sind entsprechend der Bodenart Lehm, Schluff zu bewerten.

Zu BM-0*: Die Eluatwerte sind mit Ausnahme des Eluatwertes für Sulfat nur maßgeblich, wenn für den betreffenden Stoff der jeweilige Feststoffwert für BM-0 Sand, BM-0 LEHM/Schluff und BM-0 Ton überschritten wird. Der Eluatwert für PAK15 und Naphthalin und Methylnaphthaline, gesamt, ist maßgeblich, wenn der Feststoffwert für PAK16 für BM-0 Sand, BM-0 Lehm/Schluff und BM-0 Ton überschritten wird.

Zu pH-Wert und elektrische Leitfähigkeit: Stoffspezifischer Orientierungswert; bei Abweichungen ist die Ursache zu prüfen.

Zu Sulfat für die Materialwerte BM-0*, BM-0 Sand, BM-0 Lehm/Schluff und BM-0 Ton: Bei Überschreitung des Wertes ist die Ursache zu prüfen. Handelt es sich um naturbedingt erhöhte Sulfatkonzentrationen, ist eine Verwertung innerhalb der betroffenen Gebiete möglich. Außerhalb dieser Gebiete ist über die Verwertungseignung im Einzelfall und in Abstimmung mit der zuständigen Behörde zu entscheiden.

Zu Summe PAK im Eluat: Summe PAK ohne Naphthalin und Methylnaphthaline.

Zu Quecksilber und Thallium: Für die Klassifizierung in die Materialklassen BM-F0*, BM-F1, BM-F2 und BM-F3 ist der angegebene Gesamtgehalt maßgeblich. Der Eluatwert der Materialklasse BM-0* ist einzuhalten.

Einzelwerte der organischen Summenparameter siehe unten.

** = keine Einzelsubstanzen größer der Bestimmungsgrenze nachweisbar.



Probenbezeichnung	ID	202408623-002
MP 2		
Feststoffwerte gemäß Anlage 1, Tabelle 3 ErsatzbaustoffV: Materialwerte für Bodenmaterial und Baggergut		
Parameter	Methode	mg/kg TS
Arsen	DIN EN ISO 11885-E22 (2009-09)	12,4
Blei	DIN EN ISO 11885-E22 (2009-09)	7,2
Cadmium	DIN EN ISO 17294-2-E29 (2017-01)	< 0,2
Chrom (gesamt)	DIN EN ISO 11885-E22 (2009-09)	22,9
Kupfer	DIN EN ISO 11885-E22 (2009-09)	9,4
Nickel	DIN EN ISO 11885-E22 (2009-09)	17,5
Quecksilber	DIN ISO 16772 (2005-06)	< 0,05
Thallium	DIN EN ISO 17294-2-E29 (2017-01)	< 0,3
Zink	DIN EN ISO 11885-E22 (2009-09)	41,4
Kohlenwasserstoffe (C10-40)	DIN ISO 16703 (2011-09)	< 10
Kohlenwasserstoffe (C10-22)	DIN ISO 16703 (2011-09)	< 10
TOC [%]	DIN 19539 (2016-12)	1,03
Benzo-(a)-pyren (BaP)	DIN ISO 18287 (2006-05)	< 0,1
Summe EPA-PAK	DIN ISO 18287 (2006-05)	**
Summe PCB	DIN EN 15308 (2008-05)	**
EOX	DIN 38414-S17 (2017-01)	< 0,1
Trockenrückstand [%]	DIN ISO 11465 (1996-12)	89,9

Materialwerte			
BM-0 Ton	BM-0*	BM-F0*	BM-F1
mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS
20	20	40	40
100	140	140	140
1,5	1	2	2
100	120	120	120
60	80	80	80
70	100	100	100
0,3	0,6	0,6	0,6
1	1	2	2
200	300	300	300
	600	600	600
	300	300	300
1	1	5	5
0,3			
3	6	6	6
0,05	0,1	0,15	0,15
1	1	3	3

Die Materialwerte gelten für Bodenmaterial und Baggergut mit bis zu 10 Volumenprozent (BM und BG) oder bis zu 50 Volumenprozent (BM-F und BG-F) mineralischer Fremdbestandteile im Sinne von § 2 Nummer 8 der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung mit nur vernachlässigbaren Anteilen an Störstoffen im Sinne von § 2 Nummer 9 der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung. Bodenmaterial der Klasse BM-0 und Baggergut der Klasse BG-0 erfüllen die wertbezogenen Anforderungen an das Auf- oder Einbringen gemäß § 7 Absatz 3 der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung. Bodenmaterial der Klasse BM-0 und Baggergut der Klasse BG-0 Sand erfüllen die wertbezogenen Anforderungen an das Auf- oder Einbringen gemäß § 8 Absatz 2 der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung; Bodenmaterial der Klasse BM-0* und Baggergut der Klasse BG-0* erfüllen die wertbezogenen Anforderungen an das Auf- oder Einbringen gemäß § 8 Absatz 3 Nummer 1 der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung.

Bodenarten-Hauptgruppen gemäß Bodenkundlicher Kartieranleitung, 5. Auflage, Hannover 2005 (KA5); stark schluffige Sande, lehmig-schluffige Sande und stark lehmige Sande sowie Materialien, die nicht bodenartspezifisch zugeordnet werden können, sind entsprechend der Bodenart Lehm, Schluff zu bewerten.

Zu Cadmium für BM-0*: 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.

Zu TOC für die Materialwerte BM-0*, BM-0 Sand, BM-0 Lehm/Schluff und BM-0 Ton: Bodenmaterialspezifischer Orientierungswert. Bei heterogenen Bodenverhältnissen mineralischer Böden kann der TOC-Gehalt der Masse des anfallenden Materials als maßgeblich bei Verwertung im Umfeld des anfallenden Materials und Verwendung unter gleichen Bedingungen herangezogen werden. Beim Einbau sind Volumenbeständigkeit und Setzungsprozesse sowie die Vorgaben von § 6 Absatz 11 Satz 2 und 3 der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung zu berücksichtigen. Beim Einbau sind Volumenbeständigkeit und Setzungsprozesse zu berücksichtigen.

Zu PAK: PAK16: stellvertretend für die Gruppe der polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK) werden nach der Liste der US-amerikanischen Umweltbehörde, Environmental Protection Agency (EPA), 16 ausgewählte PAK untersucht: Acenaphthen, Acenaphthylen, Anthracen, Benzo[a]anthracen, Benzo[a]pyren, Benzo[b]fluoranthren, Benzo[g,h,i]perylene, Benzo[k]fluoranthren, Chrysen, Dibenzo[a,h]anthracen, Fluoranthren, Fluoren, Indeno[1,2,3-cd]pyren, Naphthalin, Phenanthren und Pyren.

Zu EOX: Bei Überschreitung der Werte sind die Materialien auf fallspezifische Belastungen zu untersuchen.

Einzelwerte der organischen Summenparameter siehe unten.

** = keine Einzelsubstanzen größer der Bestimmungsgrenze nachweisbar.

**Einzelaufstellung der Summenparameter:****Probenbezeichnung****ID 202408623-002****MP 2**

Polycyclische aromatische KW ohne Naphtahlin (EPA-PAK) im Eluat	Eluat mg/L
Acenaphthylen	< 0,00001
Acenaphthen	< 0,00001
Fluoren	< 0,00001
Phenanthren	< 0,00001
Anthracen	< 0,000005
Fluoranthren	< 0,00001
Pyren	< 0,00001
Benzo-(a)-anthracen	< 0,000005
Chrysen	< 0,00001
Benzo-(b)-fluoranthren	< 0,00001
Benzo-(k)-fluoranthren	< 0,00001
Benzo-(a)-pyren	< 0,000005
Dibenzo-(ah)-anthracen	< 0,000005
Benzo-(ghi)-perylene	< 0,00001
Indeno-(123cd)-pyren	< 0,00001
Summe EPA-PAK (ohne Naphthalin)	**

Polycyclische aromatische KW (EPA-PAK) im Feststoff	Feststoff mg/kg TS
Naphthalin	< 0,05
Acenaphthylen	< 0,05
Acenaphthen	< 0,05
Fluoren	< 0,05
Phenanthren	< 0,05
Anthracen	< 0,05
Fluoranthren	< 0,05
Pyren	< 0,05
Benzo-(a)-anthracen	< 0,05
Chrysen	< 0,05
Benzo-(b)-fluoranthren	< 0,05
Benzo-(k)-fluoranthren	< 0,05
Benzo-(a)-pyren	< 0,05
Dibenzo-(ah)-anthracen	< 0,05
Benzo-(ghi)-perylene	< 0,05
Indeno-(123cd)-pyren	< 0,05
Summe EPA-PAK	**

Polychlorierte Biphenyle (PCB) im Eluat	Eluat mg/L
PCB-28	< 0,000008
PCB-52	< 0,000008
PCB-101	< 0,000008
PCB-118	< 0,000008
PCB-153	< 0,000008
PCB-138	< 0,000008
PCB-180	< 0,000008
Summe PCB	**



Polychlorierte Biphenyle (PCB) im Feststoff	Feststoff mg/kg TS
PCB-28	< 0,01
PCB-52	< 0,01
PCB-101	< 0,01
PCB-118	< 0,01
PCB-153	< 0,01
PCB-138	< 0,01
PCB-180	< 0,01
Summe PCB	**

Bei Probenahme und/oder Probenanlieferung durch den Auftraggeber beziehen sich die vorliegenden Prüfergebnisse ausschließlich auf das untersuchte Probenmaterial. Bei Probenahme durch die CAL GmbH & Co. KG sind die vorliegenden Prüfergebnisse repräsentativ für das Probenmaterial und die durchgeführte Probenahme. Die auszugsweise Vervielfältigung dieses Prüfberichts bedarf der schriftlichen Einwilligung des Prüflaboratoriums. * = Fremdleistung durch akkreditiertes Labor. # = nicht akkreditiertes Prüfverfahren. Es wurden keine gesonderten Messunsicherheitsbetrachtungen an den Grenzwerten/Richtwerten vorgenommen. Die erweiterten Messunsicherheiten werden regelmäßig im Labor parameterbezogen ermittelt und können auf Anfrage mitgeteilt werden.

CAL GmbH & Co. KG
Darmstadt

geprüft und freigegeben
CAL GmbH & Co. KG
03.09.2024
15:18:15 +02
Dipl.-Ing. (FH) Jan Senfftleben, Laborleitung

Die Probe(n) wurde(n) vom 19.08.2024 bis zum 03.09.2024 bearbeitet.



Probenbegleitprotokoll

Auftragsnummer	202408623
Analysennummer	202408623-001
Probenbezeichnung Kunde	MP 1

Erhebungsdaten Probenahme (von der Feldprobe zur Laborprobe)

Probenahme durch	Auftraggeber			
Laborfreigabe Datum	16.08.2024			
Maximale Korngröße/Stückigkeit	10 mm			
Gewicht der Laborprobe	1200 g			
Auffälligkeiten Probenanlieferung	☒	nein	☐	ja
Inerte Fremdanteile	☒	nein	☐	ja
Probenahmeprotokoll	☒	nein	☐	ja

Probenvorbereitung (von der Laborprobe zur Prüfprobe)

Analyse Gesamtfraction	☐	nein	☒	ja
Zerkleinerung/Backenbrecher	☐	nein	☒	ja

Siebung

Analyse Siebdurchgang < 2mm	☐	nein	☒	ja
Analyse Siebrückstand > 2mm	☐	nein	☒	ja
Lufttrocknung	☐	nein	☒	ja

Probenteilung/Homogenisierung

Fraktionierendes Teilen	☐	nein	☒	ja
Kegeln und Vierteln	☐	nein	☒	ja
Rückstellproben (6 Monate ab Laboreingang)	☐	nein	☒	ja
Anzahl der Prüfproben			10	

Probenaufbereitung (von der Prüfprobe zur Messprobe)

Untersuchungsspez. Trocknung Prüfprobe				
chem. Trocknung	☐	nein	☒	ja
Trocknung 105 °C	☐	nein	☒	ja
Lufttrocknung	☐	nein	☒	ja
Gefriertrocknung	☒	nein	☐	ja
Untersuchungsspez. Feinzerkleinerung Prüfprobe				
Mahlen	☐	nein	☒	ja
Schneiden	☒	nein	☐	ja

Die Analysenergebnisse im Prüfbericht beziehen sich auf die Fraktion ohne inerte Fremdanteile



Probenbegleitprotokoll

Auftragsnummer	202408623
Analysennummer	202408623-002
Probenbezeichnung Kunde	MP 2

Erhebungsdaten Probenahme (von der Feldprobe zur Laborprobe)

Probenahme durch	Auftraggeber			
Laborfreigabe Datum	16.08.2024			
Maximale Korngröße/Stückigkeit	10 mm			
Gewicht der Laborprobe	1200 g			
Auffälligkeiten Probenanlieferung	☒	nein	☐	ja
Inerte Fremdanteile	☒	nein	☐	ja
Probenahmeprotokoll	☒	nein	☐	ja

Probenvorbereitung (von der Laborprobe zur Prüfprobe)

Analyse Gesamtfraction < 2 mm	☐	nein	☒	ja
Zerkleinerung/Backenbrecher	☒	nein	☐	ja

Siebung

Analyse Siebdurchgang < 2mm	☐	nein	☒	ja
Analyse Siebrückstand > 2mm	☒	nein	☐	ja
Lufttrocknung	☐	nein	☒	ja

Probenteilung/Homogenisierung

Fraktionierendes Teilen	☐	nein	☒	ja
Kegeln und Vierteln	☐	nein	☒	ja
Rückstellproben (6 Monate ab Laboreingang)	☐	nein	☒	ja
Anzahl der Prüfproben	10			

Probenaufbereitung (von der Prüfprobe zur Messprobe)

Untersuchungsspez. Trocknung Prüfprobe				
chem. Trocknung	☐	nein	☒	ja
Trocknung 105 °C	☐	nein	☒	ja
Lufttrocknung	☐	nein	☒	ja
Gefriertrocknung	☒	nein	☐	ja
Untersuchungsspez. Feinzerkleinerung Prüfprobe				
Mahlen	☐	nein	☒	ja
Schneiden	☒	nein	☐	ja

Die Analysenergebnisse im Prüfbericht beziehen sich auf die Fraktion ohne inerte Fremdanteile