BIGUS GmbH

Beratende Ingenieure für Geotechnik und Umweltschutz GmbH

zertifiziert nach DIN EN ISO 9001:2015 – CQ-11/16/01

Anerkannte Prüfstelle nach RAP Stra für Eignungs- und Kontrollprüfungen an Böden und Bodenverbesserungen

Mitglied in:
Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V. Thüringischer Geologischer Verein e.V.

Schwanseestr. 113a 99427 Weimar Tel.: 03643 - 49060-0 Fax: 03643 - 4906010
E-Mail: kontakt@bigus-gmbh.de www.bigus-gmbh.de

Geotechnische Gutachten
Baugrunduntersuchung
Baugrundgutachten
Erdbaulabor
Geotechnische Bauüberwachung
Erdstatische Berechnungen
Altlastenuntersuchung
Altlastensanierungsplanung
Abfallmanagement
Ökologische Bauüberwachung

Geotechnisches Gutachten

Bauvorhaben	:	Nacherkundung Bf Herborn (Dillkreis); Modernisierung der Verkehrsstation
Auftraggeber	:	DB InfraGO AG Bahnhofsmanagement Gießen Bahnhofstraße 102 35390 Gießen
Bestellung	:	0011 / PQF / 14320291
Rahmenvertrag	:	1000 / 4KZ / 92350681
Projektnummer (DB)	:	G.011560025
Projektnummer (BIGUS GmbH)	:	004745_1Na
Bearbeiter	:	Dipl.-Geol. Daniel Naumann

Weimar, 02.11.2026

Inhaltsverzeichnis

1 Darstellung der geotechnischen Untersuchungsergebnisse 1
1.1 Allgemeines und Aufgabenstellung 1
1.1.1 Aufgabenstellung 1
1.1.2 Kampfmittelbelastung 2
1.1.3 Verwendete Unterlagen/Literatur und Untersuchungsergebnisse 2
1.2 Baugrundaufschlüsse 6
1.3 Baugrundverhältnisse 7
1.3.1 Schichtenverlauf und -verbreitung 7
1.3.2 Feldversuche 8
1.3.3 Boden- und felsmechanische Laboruntersuchungen 8
1.3.4 Beschreibung und Klassifikation 10
1.4 Hydrogeologische und wasserwirtschaftliche Verhältnisse 11
1.4.1 Grundwasserverhältnisse 11
1.4.2 Betonaggressivität und Korrosionswahrscheinlichkeit 11
2 Bewertung der geotechnischen Untersuchungsergebnisse 12
2.1 Baugrundbeurteilung 12
2.2 Bodenmechanische Kennwerte 13
2.3 Empfehlungen zur Einteilung in Homogenbereiche 14
3 Folgerungen, Empfehlungen, Hinweise 15
3.1 Allgemeines 15
3.2 Oberleitungsmast 16
3.2.1 Rammrohrgründung nach EA Pfähle 16
3.2.2 Bohrpfahlgründung 17
3.2.3 Allgemeine Bemessungshinweise zu Pfahlgründungen 18
3.2.4 Rammarbeiten 19
3.2.5 Bohrarbeiten 23
3.3 Personenunterführung und Treppenanlage 24
3.3.1 Angaben zur Bemessung der Gründungen 24
3.3.2 Hinweise zur Bauausführung und Baugrube 24
3.3.3 Hinweise zur Baugrubensicherung 25
3.4 Hilfsbrücken 27
3.5 Bahnsteigdach und bauzeitliche Personenüberführung 28
4 Zusammenfassung und abschließende Bemerkungen 29

Anlagenverzeichnis

1 Übersichtslageplan mit Aufschlusspunkten

2 Einzelergebnisse der Baugrunderkundung
2.1 Bodenprofile der Kleinrammbohrungen und der Rotationskernbohrungen (KRB und BK)
2.2 Darstellung der Schweren Rammsondierungen (DPH)

3 Höhenorientierte Tiefenprofile (Geotechnischer Schnitt)

4 Ergebnisse der Feld- und Laborversuche
4.1 Protokolle der bodenmechanischen Laborversuche (BIGUS)
4.2 Prüfberichte der felsmechanischen Untersuchungen (ABE)
4.3 Prüfbericht der bauchemischen Untersuchungen (Thüringer Umweltinstitut)

5 Homogenbereiche nach VOB/C (ATV)

6 Ergebnisse der Baugrunderkundung
6.1 Schichtenverzeichnisse der Kleinrammbohrungen und der Rotationskernbohrungen (KRB und BK)
6.2 Fotodokumentation der Örtlichkeit einschließlich Erkundungsstellen
6.3 Fotodokumentation der Kernkisten der Rotationskernbohrungen (BK)

1 Darstellung der geotechnischen Untersuchungsergebnisse

1.1 Allgemeines und Aufgabenstellung

1.1.1 Aufgabenstellung

Durch die DB InfraGO AG ist die Modernisierung der Verkehrsstation Herborn geplant. Hierzu wurde bereits durch die BIGUS GmbH der Geotechnische Bericht „Herborn (Dillkreis); Modernisierung der Verkehrsstation; Str. 2651 Köln – Gießen“ vom 03.11.2014 erstellt. Im Zuge der Planungen hatte sich die Aufgabenstellung erweitert, welche durch den genannten Geotechnischen Bericht nicht mehr abgedeckt wird. Deshalb soll dieser Geotechnische Bericht als Ergänzung dazu dienen.

Durch diesen Ergänzungsbericht werden eine Gründungempfehlung und Hinweise für die Bauausführung für die Erneuerung der Personenunterführung, der Treppenanlagen und der Bahnsteigdächer gegeben. Zudem erfolgt dies für die bauzeitliche Treppenanlage und für Hilfsbrücken.

Das Ingenieurbüro BIGUS GmbH wurde durch die DB InfraGO AG mit der Erstellung eines geotechnischen Gutachtens – Baugrundbeurteilung und geotechnische Beratung beauftragt. Dafür sind insbesondere folgende Leistungen zu erbringen:

- Baugrundbeurteilung und Gründungsberatung für Ingenieurbauwerke gemäß HOAI,
- Ausführung von 2 Stück Kleinrammbohrungen (KRB) nach DIN EN ISO 22475-1 bis max. 10,0 m Tiefe unter GOK einschl. Entnahme von Boden- und Wasserproben,
- Ausführung von 2 Stück Rotationskernbohrungen (BK) nach DIN EN ISO 22475-1 bis max. 20,0 m Tiefe unter GOK einschl. Entnahme von Boden- und Wasserproben,
- Ausführung von 4 Stück Sondierungen mit der Schweren Rammsonde (DPH) nach DIN EN ISO 22476-2 bis max. 22,0 m Tiefe unter GOK,
- Boden-/felsmechanische Laboruntersuchungen,
- bauchemische Wasser-/Bodenuntersuchung auf Beton- und Stahlaggressivität sowie
- umweltchemische Untersuchungen von Boden/Bauschutt nach ErsatzbaustoffV und DepV.

1.1.2 Kampfmittelbelastung

Durch die DB InfraGO AG wurden Unterlagen zur Verfügung gestellt, aus denen eine Kampfmittelbelastung durch Bombentreffer für alle Aufschlussstellen hervorgeht. Dabei handelt es sich um eine Stellungnahme des Kampfmittelräumdienstes des Landes Hessen vom 05.09.2014.

Deswegen wurden durch die Röhll Munitionsbergung GmbH im Vorfeld der Baugrunderkundung an allen Aufschlüssen Kampfmittelbohrungen ausgeführt. Alle Aufschlüsse wurden freigegeben. Die Protokolle zur Kampfmittelfreimessung liegen der DB InfraGO AG vor.

1.1.3 Verwendete Unterlagen/Literatur und Untersuchungsergebnisse

Vertrags-/Planungsunterlagen

U1 : BIGUS GmbH, Geotechnischer Bericht „Herborn (Dillkreis); Modernisierung der Verkehrsstation; Str. 2651 Köln – Gießen“ (BIGUS-Projekt-Nr. 004745) vom 03.11.2014

U2 : DB InfraGO AG, übergebene Unterlagen,
- Anfrage über geotechnische Leistungen vom 19.11.2025
- Bestellung 0011 / PQF / 14320291 vom 16.01.2026
- Übergabe von diversen Unterlagen am 27.01.2026

Allgemein/Karten/Literatur

U3 : Fuchs, B. u. a. Homogenbereiche 2. Auflage, Fraunhofer IRB Verlag, 2017

U4 : Geologie Viewer des Hessischen Landesamtes für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG)

U5 : Karte der Frosteinwirkungszonen in Deutschland M 1 : 750 000, Ausgabe 2012

U6 : TESPA Rammfibel für Spundwandbohlen, HSP Hoesch Spundwand und Profil GmbH, Ausgabe 1994

U7 : Weißenbach, A. und Hettler A. Baugruben Berechnungsverfahren 2. Auflage, Verlag Ernst & Sohn, 2011

U8 : Witt, K. J. Prof. Dr.-Ing. (Hrsg.) Grundbau-Taschenbuch Teil 1 bis 3, 8. Auflage, Verlag Ernst & Sohn, 2017/2018

Normen

U9 : DIN 1054, Ausgabe April 2021, Baugrund – Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1

U10 : DIN 1055-2 Ausgabe November 2010 Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 2: Bodenkenngrößen

U11 : DIN EN 1536 Ausgabe Oktober 2015 Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau – Bohrpfähle

U12 : DIN EN 1926 Ausgabe März 2007 Prüfverfahren für Naturstein - Bestimmung der einachsigen Druckfestigkeit

U13 : DIN EN 1993-5 Ausgabe September 2023 Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 5: Pfähle und Spundwände

U14 : DIN EN 1997-1 Ausgabe März 2014 Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 1: Allgemeine Regeln

U15 : DIN EN 1997-1/NA Ausgabe Oktober 2022 Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 1: Allgemeine Regeln

U16 : DIN EN 1997-2 Ausgabe Oktober 2010 Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds

U17 : DIN EN 1997-2/NA Ausgabe Oktober 2022 Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds

U18 : DIN EN 1998-1/NA Ausgabe Januar 2011 Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben – Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbau

U19 : DIN 4020 Ausgabe Dezember 2010 Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-2

U20 : DIN 4023 Ausgabe Februar 2023 Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Zeichnerische Darstellung der Ergebnisse von Bohrungen und sonstigen direkten Aufschlüssen

U21 : DIN 4030-1 Ausgabe Juli 2024 Beurteilung betonangreifender Wässer, Böden und Gase – Teil 1: Grundlagen und Grenzwerte

U22 : DIN 4084 Ausgabe November 2021 Baugrund – Geländebruchberechnungen

U23 : DIN 4085 Ausgabe August 2017 Baugrund – Berechnung des Erddrucks

U24 : DIN 4123 Ausgabe April 2013 Ausschachtungen, Gründungen und Unterfangungen im Bereich bestehender Gebäude

U25 : DIN 4124 Ausgabe Januar 2012 Baugruben und Gräben – Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten

U26 : DIN EN ISO 14688-1 Ausgabe November 2020 Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden – Teil 1: Benennung und Beschreibung

U27 : DIN EN ISO 14688-2 Ausgabe November 2020 Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden – Teil 2: Grundlagen der Bodenklassifizierung

U28 : DIN EN ISO 14689 Ausgabe Mai 2018 Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Fels

U29 : DIN EN ISO 17892-1 Ausgabe August 2022 Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Laborversuche an Bodenproben – Teil 1: Bestimmung des Wassergehalts

U30 : DIN EN ISO 17892-4 Ausgabe April 2017 Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Laborversuche an Bodenproben – Teil 4: Bestimmung der Korngrößenverteilung

U31 : DIN EN ISO 17892-12 Ausgabe August 2022 Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Laborversuche an Bodenproben – Teil 12: Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenzen

U32 : DIN 18196 Ausgabe Februar 2023 Erd- und Grundbau – Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke

U33 : DIN 18300 Ausgabe September 2012/2019 VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Erdarbeiten

U34 : DIN 18301 Ausgabe September 2023 VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Bohrarbeiten

U35 : DIN 18304 Ausgabe September 2019 VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten

U36 : DIN EN ISO 22475-1 Ausgabe Februar 2022 Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Probenentnahmeverfahren und Grundwassermessungen – Teil 1: Technische Grundlagen für die Probenentnahme von Boden, Fels und Grundwasser

U37 : DIN EN ISO 22476-2 Ausgabe März 2012 Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Felduntersuchungen – Teil 2: Rammsondierungen

U38 : DIN 50929-3 Ausgabe Mai 2024 Korrosion der Metalle – Korrosionswahrscheinlichkeit metallener Werkstoffe bei äußerer Korrosionsbelastung – Teil 3: Rohrleitungen und Bauteile in Böden und Wässern

U39 : NF P 18-579 Ausgabe Februar 2013 Gesteinskörnungen – Bestimmung der Koeffizienten für Abrieb und Brechbarkeit, für rechtskräftig erklärte französische Norm

U40 : NF P 94-430-1 Ausgabe Oktober 2000 Gestein – Bestimmung der Schleifwirkung von Gestein, für rechtskräftig erklärte französische Norm

Richtlinien, Merkblätter und Empfehlungen

U41 : DB Netz AG „Änderungen der Allgemeinen Technischen Vertragsbedingungen der VOB Teil C (u. a. Einführung Homogenbereiche) vom 07.12.2015

U42 : Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugruben“ EAB, 6. Auflage, Ernst & Sohn, 2021

U43 : Empfehlungen des Arbeitskreises „Pfähle“ EA-Pfähle, 2. Auflage, Ernst & Sohn, 2012

U44 : Ril 804 Eisenbahnbrücken, DB Netz AG, 2013

U45 : Ril 836 Erdbauwerke, DB Netz AG, 1999/2019/2022

U46 : ZTV E-StB 17 Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau, FGSV Ausgabe 2017

Untersuchungsergebnisse

U47 : 8 Stück Einholen von Kabellage- und Leitungsplänen Dritter

U48 : 1 pschl. Einholen von Kabellage- und Leitungsplänen Bahneigen

U49 : 1 pschl. Einholung von Genehmigungen (verkehrsrechtliche Anordnung)

U50 : 2 Stück Einholen Betretungserlaubnis

U51 : 1 Stück Mitwirkung bei der späteren Übernahme von Messstellen (Erfordernisse und Vorgaben der Messstellen festlegen)

U52 : 4 Stück Abstecken der Aufschlusspunkte

U53 : 2 Stück Vor-Ort-Termin ≤ 5 Std. (inkl. An-/Abfahrt)

U54 : 6 Stunden Besprechungstermin (Online)

U55 : 1 Stück Überwachen Aufschlüsse ≤ 5 Std. (inkl. An-/Abfahrt u. Protokoll)

U56 : 4 Stück Darstellen von Rammsondierungen nach Lage/Höhe

U57 : 4 Stück Darstellen von Rammsondierungen nach DB_REF

U58 : 4 Stück Darstellen von Bohrungen und Schürfen nach Lage/Höhe

U59 : 4 Stück Darstellen von Bohrungen und Schürfen nach DB_REF

U60 : 4 Stück Einmessen von Aufschlusspunkten nach Lage/Höhe

U61 : 4 Stück Einmessen von Aufschlusspunkten nach DB_REF (inkl. An-/Abfahrt)

U62 : 1 Stück BE und An-/Abtransport

U63 : 1 Stück Aufbrechen & Verschließen Pflasterfläche

U64 : 24,0 Meter Rammsondierungen mit der Schweren Rammsonde (DPH) ≤10,0 m

U65 : 1 Stück Umsetzen DPH Entfernung ≤ 50 m

U66 : 2 Stück Umsetzen DPH Entfernung > 50 m

U67 : 8,6 Meter Kleinrammbohrungen (KRB) ≤ 10,0 m

U68 : 1 Stück Umsetzen Kleinrammbohrungen (KRB) Entfernung > 50 m

U69 : 1 Stunden Beseitigen von Hindernissen und Stillstandszeiten

U70 : 1 Stück An-/Abtransport für Probeentnahme, Feldversuche

U71 : 11 Stück Entnahme von gestörten Bodenproben bis 1,0 Liter

U72 : 4 Stück Entnahme von gestörten Bodenproben > 1,0 Liter

U73 : 2 Stück Messung von GW-Ständen mit Lichtlot

U74 : 5 Stück Wassergehalte nach DIN EN ISO 17892-1

U75 : 2 Stück Siebanalysen nach DIN 18123

U76 : 3 Stück Sieb- und Schlämmanalysen nach DIN 18123

U77 : 3 Stück Konsistenzgrenzen (Fließ- und Ausrollgrenze) nach DIN 18122-1

U78 : 7 Stück Vorbereiten der Baustoffproben und Bestimmung Rohdichte und Druckfestigkeit

U79 : 3 Stück Betonaggressivität Boden nach DIN 4030-1

U80 : 3 Stück Korrosionswahrscheinlichkeit Boden nach DIN 50929-3

U81 : Klärung der Aufgabenstellung, Grundlagenermittlung und Erkundungskonzept, Beschreiben und Beurteilen der Baugrund- und Grundwasserverhältnisse einschl. Gründungsempfehlungen nach HOAI

U82 : 2 Stück weitere gewerke-, tiefbauspezifische und abfallspezifische Einteilung der erkundeten Böden nach Homogenbereichen (DIN 18300 ff) je DIN

U83 : 4 Stück Setzungsberechnung nach DIN 4019 für Ingenieurbauwerke je Fundament

U84 : 2 Stück Grundbruchberechnung/Gleitsicherheit nach DIN 4017 für Ingenieurbauwerke je Fundament

U85 : 1 Stück Ergebnispräsentation

U86 : 16 Stunden Ingenieur (z. B. Kampfmitteluntersuchungen, Sichtung vorh. Unterlagen, Vorabinformationen)

U87 : 4 Stunden Mitarbeiter (Büronebenkosten)

1.2 Baugrundaufschlüsse

Zur Feststellung der Untergrundverhältnisse und zur Entnahme gestörter Bodenproben wurden vom 12.05. bis 13.05.2026 die Außenarbeiten durch die BIGUS GmbH durchgeführt. Zudem erfolgten vom 26.08. bis 09.09.2026 die Außenarbeiten der BGN Bohr- und Geotechnik Nowak GmbH (Professor-Paul-Grimm-Straße 3, 06537 Kelbra (Kyffhäuser)), bei denen die beiden Rotationskernbohrungen (BK) ausgeführt wurden. Die BK 1 wurde zu einer Grundwassermessstelle ausgebaut. Die Kernkisten wurden am 14.09.2026 übergeben.

Eine Übersicht über die Aufschlüsse und deren Tiefe findet sich in Tabelle 1-1. Die Lage der Erkundungsstellen kann dem Übersichtslageplan in Anlage 1 entnommen werden.

Tab. 1-1: Liste der verwendeten Aufschlüsse

Aufschluss	Gauß-Krüger-Koordinaten im Lagebezug DB-REF		Ansatzhöhe [m NHN] im DHHN92	Aufschlusstiefe [m unter GOK]	
	Rechtswert [m]	Hochwert [m]		KRB/BK	DPH
BK/DPH 01	3451191,44	5616789,85	206,93	17,0	5,2
BK/DPH 02	3451147,01	5616805,50	206,94	12,0	7,8
KRB/DPH 17	3451183,45	5616818,88	207,28	4,1	6,3
KRB/DPH 18	3451148,20	5616966,53	207,09	4,5	4,7

Die Festlegung des Stichprobenumfangs (Lage, Anzahl, Art und Tiefe der Aufschlüsse; Anzahl und Art der Versuche usw.) erfolgte im Rahmen der Bestellung durch die und mit der DB InfraGO AG. Auf der Grundlage der DIN EN 1997-2:2010-10, Absatz 2 wurden während der Außenarbeiten Vorkenntnisse, örtliche Erfahrungen und ergänzende Informationen berücksichtigt.

Die Ergebnisse der Kleinrammbohrungen (KRB) und der Rotationskernbohrungen (BK) finden sich in der Anlage 2.1 als Bodenprofile und in der Anlage 6.1 in Form von Schichtenverzeichnissen. Zur Benennung und Darstellung der Böden wurden die Kurzformen der DIN 4023 herangezogen. Steine und Blöcke wurden zum Teil auf der Grundlage von Erfahrungen mit vergleichbaren Böden berücksichtigt.

Die Ergebnisse der Schweren Rammsondierungen (DPH) sind in der Anlage 2.2 dargestellt. In Anlage 3 sind die Ergebnisse der Baugrunderkundung in höhenorientierten Tiefenprofilen zusammengefasst. Eine Fotodokumentation über die Ansatzpunkte der Kleinrammbohrungen, Rotationskernbohrungen und Schweren Rammsondierungen ist in Anlage 6.2 aufgeführt. Die Kernkisten der Rotationskernbohrungen sind in Anlage 6.3 dargestellt.

Insgesamt wurden 2 Stück Kleinrammbohrungen (KRB) und 4 Stück Sondierungen mit der Schweren Rammsonde (DPH) – einschl. erforderlicher Handschachtungen bis ca. 1,2 m Tiefe unter GOK zur Ermittlung der Leitungsfreiheit – vorgenommen. In den Handschachtungen wurden keine Leitungen vorgefunden.

Im Großen und Ganzen entsprechen die Bohrergebnisse bis einschließlich zur BGS 3 den Angaben aus dem Geotechnischen Bericht von 2014. Für diese Baugrundschichten werden daher die bodenmechanischen Kennwerte und die bautechnischen Eigenschaften bestätigt. Die Ergebnisse der Baugrunduntersuchung aus dem Geotechnischen Bericht von 2014 werden hier nicht mehr einzeln dargestellt, in den nachfolgenden Erörterungen aber mit beachtet. Auf einzelne Änderungen oder Ergänzungen wird in den folgenden Kapiteln näher eingegangen.

1.3 Baugrundverhältnisse

1.3.1 Schichtenverlauf und -verbreitung

In der Tabelle 1-2 sind die im Zuge der Baugrunduntersuchung im Untersuchungsgebiet festgestellten Baugrundschichten (BGS) aufgeführt. Dabei handelt es sich um eine Erweiterung gegenüber der Auflistung aus Kapitel 3.2.2 des Geotechnischen Berichts von 2014.

Tab. 1-2: Übersicht Baugrundschichten

Baugrundschicht (BGS)/Benennung	**Stratigrafie**
BGS 0 – Mutterboden	Quartär, Anthropozän, qhy
BGS 1.1 – Auffüllung, gemischt- bis grobkörnig	Quartär, Anthropozän, qhy
BGS 1.2 – Auffüllung, feinkörnig	Quartär, Anthropozän, qhy
BGS 2 – Decklehm	Quartär, Pleistozän-Holozän, qpFl/qhf
BGS 3 – Flusskies	Quartär, Pleistozän, qpf
BGS 4.1 – Felszersatz Tonschiefer/Diabas	Oberdevon, Tonschiefer-Sandstein-Formation doTS Unterkarbon, Deckdiabas-Formation, cd1-3DD
BGS 4.2 – Felsentfestigung Tonschiefer/Diabas	

Anzumerken sei, dass es sich bei der Baugrunderkundung naturgemäß um punktförmige Aufschlüsse handelt, sodass Abweichungen vom Schichtenverlauf zwischen den Bohransatzpunkten in der Örtlichkeit nicht ausgeschlossen werden dürfen. Zur genaueren Festlegung der Bodenschichtung wird auf die Darstellung der Bodenprofile in der Anlage 2.1 sowie der höhenorientierten Tiefenprofile in der Anlage 3 verwiesen.

1.3.2 Feldversuche

Im Rahmen der Untersuchungen mit der Schweren Rammsonde (DPH) wurden, bezogen auf die angetroffenen Baugrundschichten, die folgenden Ergebnisse ermittelt.

Tab. 1-3: Ergebnisse der Schweren Rammsondierungen (DPH)

Baugrundschicht (BGS)/Benennung	**Schwere Rammsondierung (DPH) nach DIN EN ISO 22476-2**
BGS 1.1 – Auffüllung, gemischt- bis grobkörnig	Eindringwiderstände n_{10} = 1 bis 8 Schläge je 10 cm Eindringung, i. M. 2,5 Schläge je 10 cm Eindringung
BGS 1.2 – Auffüllung, feinkörnig	Eindringwiderstände n_{10} = 1 bis 13 Schläge je 10 cm Eindringung, i. M. 1,5 Schläge je 10 cm Eindringung
BGS 2 – Decklehm	Eindringwiderstände n_{10} = 1 bis 16 Schläge je 10 cm Eindringung, i. M. 2 Schläge je 10 cm Eindringung
BGS 3 – Flusskies	Eindringwiderstände n_{10} = 1 bis 98 Schläge je 10 cm Eindringung, i. M. 20 Schläge je 10 cm Eindringung
BGS 4.1 – Felszersatz Tonschiefer/Diabas	Eindringwiderstände n_{10} = 17 bis 63 Schläge je 10 cm Eindringung, i. M. 35 Schläge je 10 cm Eindringung
BGS 4.2 – Felsentfestigung Tonschiefer/Diabas	Eindringwiderstände n_{10} >> 100 Schläge je 10 cm Eindringung

1.3.3 Boden- und felsmechanische Laboruntersuchungen

Bodenmechanische Laboruntersuchungen

An ausgewählten Bodenproben wurden zur Klassifikation sowie der Bestimmung bautechnischer Eigenschaften bodenmechanische Laboruntersuchungen nach den aktuell gültigen DIN-Normen vorgenommen.

In Tabelle 1-4 sind die an den gestörten Bodenproben durchgeführten Untersuchungen dargestellt.

Tab. 1-4: Liste der ausgeführten bodenmechanischen Laboruntersuchungen (Klassifikation)

Lfd. Nr.	Probe	Benennung	Wasser-gehalt	Sieb-analyse[1]	Sieb- und Schlämm-analyse	Konsis-tenz-grenzen	Glüh-verlust
1	KRB 17/3 + 17/4 + 17/5	Decklehm	x	-	x	x	-
2	BK 1: 7,5 – 8,5 m	Flusskies	x	x	-	-	-
3	BK 1: 9,5 – 10,0 m	Felszersatz Tonschiefer	x	-	x	x	-
4	BK 2: 4,0 – 5,0 m	Flusskies	x	x	-	-	-
5	BK 2: 8,5 – 9,0 m	Felszersatz Diabas	x	-	x	x	-

[1] Korngrößenverteilung bei KRB aufgrund des Bohrdurchmessers nur näherungsweise repräsentativ

Die Ergebnisse der bodenmechanischen Laboruntersuchungen sind in der Anlage 4.1 als Laborprotokolle aufgeführt. Eine Zusammenstellung der wesentlichen Ergebnisse zu den Klassifikationskennwerten (Wassergehalt, Korngrößenverteilung, Konsistenzgrenzen, Glühverlust) findet sich in Tabelle 1-5.

Tab. 1-5: Ergebnisse der bodenmechanischen Laboruntersuchungen/Klassifikationskennwerte

Lfd. Nr.	Probe	Benennung	2,0-63,0 mm [%]	0,063-2,0 mm [%]	< 0,063 mm [%]	w_n [%]	w_L [%]	I_P [%]	I_C [-]	V_{GI} [%]	Bodenart/ Beimeng-ungen	Boden-gruppe DIN 18196
1	KRB 17/3 + 17/4 + 17/5	Decklehm	27,82	32,39	39,79	16,79	32,60	13,10	0,35	-	S, g, t*-T, s*, g	TL/ST*
2	BK 1: 7,5 – 8,5 m	Flusskies	69,11	19,60	11,29	11,69	-	-	-	-	G, s, u'	GU
3	BK 1: 9,5 – 10,0 m	Felszersatz Tonschiefer	36,15	31,42	32,43	11,42	27,17	9,21	0,73	-	G/S, t*	TL/ST*
4	BK 2: 4,0 – 5,0 m	Flusskies	47,39	23,14	29,47	12,10	-	-	-	-	G, s, u-u*	GU*
5	BK 2: 8,5 – 9,0 m	Felszersatz Diabas	11,09	44,08	44,83	14,12	56,82	31,86	1,19	-	T, s*, g'	TA

Felsmechanische Untersuchungen

Es wurden aus der BGS 4.2 – Felsentfestigung Tonschiefer/Diabas an 4 Stück Proben des Tonschiefers aus BK 1 und an 3 Stück des Diabases aus BK 2 Untersuchungen zur Bestimmung der einaxialen Druckfestigkeit und Rohdichte durchgeführt. Die Untersuchung wurde durch die ABE Bauprüf- und -beratungsgesellschaft mbH (Otto-Schott-Straße 3, 99427 Weimar) durchgeführt.

Entsprechend den Untersuchungsergebnissen wurden die in der Tabelle 1-6 zusammengefassten Werte ermittelt. Die dazugehörigen Prüfberichte befinden sich in Anlage 4.2.

Von dem Tonschiefer lagen keine ausreichend langen, zylindrischen Probekörper vor, wie sie nach DGGT-Empfehlung Nr. 1 bzw. nach DIN 18141 für die Bestimmung der Druckfestigkeit an Festgestein benötigt werden. Die Bestimmung der einaxialen Druckfestigkeit erfolgte daher nach DIN EN 1926 zur Beurteilung von Naturstein als Werkstoff. Zur besseren Vergleichbarkeit wurde der Diabas ebenfalls danach untersucht.

Die einaxiale Druckfestigkeit und Rohdichte von Tonschiefer und Diabas liegen nah beieinander, sodass diese als eine Baugrundschicht zusammengefasst werden können.

Tab. 1-6: Ergebnisse der Bestimmung der einaxialen Druckfestigkeit R und der Rohdichte ρ_{roh}

Lfd. Nr.	Proben-Nr.	Material	Entnahmestelle	einaxiale Druckfestigkeit [MPa = N/mm²]		Rohdichte [g/cm³ = 10⁻³ kg/m³]	
1	BK 1/1	Tonschiefer	BK 1; 13,40 – 13,50 m	48,88	arithmetischer Mittelwert: 48,04	2,67	arithmetischer Mittelwert: 2,67
2	BK 1/2	Tonschiefer	BK 1; 13,80 – 13,90 m	51,53		2,67	
3	BK 1/3	Tonschiefer	BK 1; 15,55 – 15,65 m	38,79		2,62	
4	BK 1/4	Tonschiefer	BK 1; 15,70 – 15,80 m	52,95		2,71	
5	BK 2/1	Diabas	BK 2; 11,25 – 11,35 m	29,78	arithmetischer Mittelwert: 40,91	2,76	arithmetischer Mittelwert: 2,76
6	BK 2/2	Diabas	BK 2; 11,40 – 11,65 m	35,36		2,73	
7	BK 2/3	Diabas	BK 2; 11,85 – 12,00 m	57,60		2,79	

1.3.4 Beschreibung und Klassifikation

Nachfolgend werden die angetroffenen Böden entsprechend den Vorgaben der DIN EN ISO 14688/14689 bewertet sowie die entsprechenden Bodengruppen der DIN 18196 zugeordnet.

Tab. 1-7: Liste zur Beschreibung und Klassifikation der angetroffenen Böden

Baugrundschicht (BGS)/ Benennung	Klassifikation nach DIN EN ISO 14688/14689	Bodengruppen nach DIN 18196
BGS 0 – Mutterboden	Sand, kiesig, schwach schluffig, schwach humos; locker	[OH]
BGS 1.1 – Auffüllung, gemischt- bis grobkörnig	Kies, sandig, schwach schluffig, steinig; locker bis mitteldicht	[GW], [GU]
BGS 1.2 – Auffüllung, feinkörnig	Ton, schwach sandig bis sandig, schwach kiesig bis stark kiesig; weich bis steif	[TL], [TM]
BGS 2 – Decklehm	Ton, schwach sandig bis stark sandig, schwach kiesig bis kiesig; weich bis steif	TL, TM, ST*
BGS 3 – Flusskies	Kies, sandig, schwach schluffig bis stark schluffig, steinig, schwach mit Blöcken; mitteldicht bis sehr dicht	GW, GU, GU*
BGS 4.1 – Felszersatz Tonschiefer/Diabas	Ton, schwach sandig bis sandig, schwach kiesig bis kiesig	TL, TA
BGS 4.2 – Felsentfestigung Tonschiefer/Diabas	Tonschiefer und Diabas, entfestigt	entfällt

1.4 Hydrogeologische und wasserwirtschaftliche Verhältnisse

1.4.1 Grundwasserverhältnisse

Bei den beiden Rotationskernbohrungen wurden Grundwasseranschnitte und Ruhewasserstände ermittelt. Diese liegen 1,5 m und 2,5 m unter den gemessenen Grundwasserständen aus den Kleinrammbohrungen vom September 2014. Aufgrund der ähnlichen Jahreszeit bei der jeweiligen Ausführung wären auch ähnliche Grundwasserstände zu erwarten gewesen. Für das Untersuchungsgebiet liegen durch das Bundesland Hessen leider keine Karten der Hydroisohypsen (Grundwassergleichen) vor. In einer Entfernung von ca. 600,0 m südwestlich des Untersuchungsgebiets befindet sich in der Nähe des Schlosses Herborn eine Grundwassermessstelle. Bei dieser wird für beide Ausführungstermine eine ähnliche Grundwasserhöhe angegeben.

Wahrscheinlich ist die Differenz von bis zu 2,5 m auf anthropogene Einflüsse zurückzuführen. Die genauen Ursachen dafür sind unbekannt. Es ist bisher aber noch unklar, ob diese temporär sind oder sich hier neue, dauerhaftere Grundwasserstände eingestellt haben. Dies ist über einen längeren Zeitraum anhand der Grundwassermessstelle, zu welcher die BK 1 ausgebaut wurde, zu ermitteln.

Im Rahmen der weiteren Planung sind daher die Grundwasserstände für HGW und NGW aus dem Geotechnischen Bericht (Kapitel 3.2.3) zu verwenden. Lediglich der NGW kann derzeit angepasst werden und sollte bei Kote 199,0 m NHN liegen.

Als Bemessungswasserstand gilt weiterhin der HGW bei Kote 203,8 m NHN. Der Bauwasserstand kann derzeit nur mit Kote 203,0 m NHN angegeben werden. Je nachdem, was sich aus den Wasserstandsmessungen der GWM ergibt, kann vor Baubeginn der Bauwasserstand angepasst werden.

1.4.2 Betonaggressivität und Korrosionswahrscheinlichkeit

Da in den Kleinrammbohrungen kein Grundwasser angetroffen wurde und aus den Rotationskernbohrungen keine Wasserproben entnommen wurden, wurden 3 Stück Bodenmischproben zusammengestellt und hinsichtlich Betonaggressivität nach DIN 4030-1 sowie Korrosionswahrscheinlichkeit (Stahlaggressivität) nach DIN 50929-3 untersucht.

Die Untersuchung erfolgte durch die Thüringer Umweltinstitut Henterich GmbH (Pferdsdorf, Kielforstweg 2 – 3, 99819 Krauthausen). Die zugehörigen Prüfberichte sind in Anlage 4.3 aufgeführt. Die Analyseergebnisse sind in Tabelle 1-8 dargestellt.

Tab. 1-8: Übersicht Betonaggressivität nach DIN 4030-1 sowie Korrosionswahrscheinlichkeit nach DIN 50929-3

Prüfgegenstand	Expositionsklasse nach DIN 4030-1	Bodenklasse	Korrosionsbelastung[a]
MP Flusskies	nicht betonangreifend (< XA1)	Ib	niedrig
MP Felszersatz Tonschiefer	nicht betonangreifend (< XA1)	Ib	niedrig
MP Felszersatz Diabas	nicht betonangreifend (< XA1)	Ib	niedrig

a Die Korrosionsbelastung entspricht der Korrosionswahrscheinlichkeit für freie Korrosion ohne Mitwirken ausgedehnter Konzentrationselemente.

2 Bewertung der geotechnischen Untersuchungsergebnisse

2.1 Baugrundbeurteilung

Die untersuchten Böden werden im Rahmen der Baugrundbeurteilung, ohne die Berücksichtigung umwelttechnischer Belange, folgendermaßen beschrieben bzw. zugeordnet. Der Mutter-/Oberboden ist in der Regel getrennt von den anderen Böden abzutragen, zwischenzulagern und wieder einzubauen. Das entsprechende Normenwerk, z. B. DIN 18915, DIN 18920, DIN 19731, ist zu beachten.

Tab. 2-1: Bewertung der Baugrundschichten: BGS 4.1 – Felszersatz Tonschiefer/Diabas

Baugrundbeurteilung hinsichtlich	Beurteilung
Tragfähigkeit/Scherfestigkeit (Beschreibung nach DIN 18196)	groß
Verdichtungsfähigkeit (Beschreibung nach DIN 18196)	gut
Verformungsverhalten/Zusammendrückbarkeit (Beschreibung nach DIN 18196)	mittel bis groß
Witterungs-/Erosionsempfindlichkeit (Beschreibung nach DIN 18196)	groß bis gering
Frostempfindlichkeit (Beschreibung nach DIN 18196)/ Frostempfindlichkeitsklasse (nach ZTV E-StB 17 bzw. Ril 836)	Sehr groß sehr frostempfindlich/F3
Lösbarkeit (Beschreibung im Sinne DIN 18300, Ausgabe September 2012)	Kl. 4 – 6 mittelschwer lösbarer Boden bis leicht lösbarer Fels
Rammbarkeit „schlagendes Rammen“ (Beschreibung nach Grundbautaschenbuch, 8. Auflage)	schwerste Rammung, kann nur angerammt werden, Hindernisse vorhanden, Einbringhilfen nötig
Rammbarkeit „Vibrationsrammung“ (Beschreibung nach Grundbautaschenbuch, 8. Auflage)	schwerstes Einvibrieren, kann nur „anvibriert“ werden, Hindernisse vorhanden, Einbringhilfen nötig
Eignung als Gründungshorizont	geeignet
Eignung als Dammbaustoff (Beschreibung nach DIN 18196)	nicht geeignet
Eignung als Hinterfüllmaterial (Beschreibung nach Ril 836)	nicht geeignet
Eignung als Boden zur Bodenverbesserung (nach dem Merkblatt über Bodenverfestigungen und Bodenverbesserungen mit Bindemitteln, FGSV, 2004)	nicht erforderlich

Tab. 2-2: Bewertung der Baugrundschichten: BGS 4.2 – Felsentfestigung Tonschiefer/Diabas

Baugrundbeurteilung hinsichtlich	**Beurteilung**
Tragfähigkeit/Scherfestigkeit (Beschreibung nach DIN 18196)	sehr groß
Verdichtungsfähigkeit (Beschreibung nach DIN 18196)	entfällt
Verformungsverhalten/Zusammendrückbarkeit (Beschreibung nach DIN 18196)	nicht zusammendrückbar
Witterungs-/Erosionsempfindlichkeit (Beschreibung nach DIN 18196)	gering
Frostempfindlichkeit (Beschreibung nach DIN 18196)/ Frostempfindlichkeitsklasse (nach ZTV E-StB 17 bzw. Ril 836)	gering nicht bis gering frostempfindlich/F1 – F2
Lösbarkeit (Beschreibung im Sinne DIN 18300, Ausgabe September 2012)	Kl. 6 – 7 leicht bis schwer lösbarer Fels
Rammbarkeit „schlagendes Rammen“ (Beschreibung nach Grundbautaschenbuch, 8. Auflage)	nicht rammbar
Rammbarkeit „Vibrationsrammung“ (Beschreibung nach Grundbautaschenbuch, 8. Auflage)	nicht rammbar
Eignung als Gründungshorizont	geeignet
Eignung als Dammbaustoff (Beschreibung nach DIN 18196)	entfällt
Eignung als Hinterfüllmaterial (Beschreibung nach Ril 836)	entfällt
Eignung als Boden zur Bodenverbesserung (nach dem Merkblatt über Bodenverfestigungen und Bodenverbesserungen mit Bindemitteln, FGSV, 2004)	entfällt

2.2 Bodenmechanische Kennwerte

Auf der Grundlage der durchgeführten Untersuchungen und von Erfahrungswerten kann entsprechend DIN 1055-2 bzw. auf der Grundlage von gesicherten Korrelationen zu Sondierwiderständen bei erdstatischen Berechnungen von folgenden bodenmechanischen Kennwerten (charakteristische Bodenkenngrößen) ausgegangen werden.

Bis zur BGS 3 – Flusskies sind die bodenmechanischen Kennwerte aus dem Geotechnischen Bericht von 2014 übernommen wurden. Anhand der vorliegenden Bohrergebnisse können diese Werte auch bestätigt werden. Durch die Rotationskernbohrungen konnten die BGS 4.1 – Felszersatz Tonschiefer/Diabas und BGS 4.2 – Felsentfestigung Tonschiefer/Diabas besser aufgeschlossen werden als mit der Kleinrammbohrtechnik aus 2014 und 2026.

Hinsichtlich dieser Ergebnisse wurden die bodenmechanischen Kennwerte beider Baugrundschichten angepasst.

Tab. 2-3: Liste der bodenmechanischen Kennwerte (charakteristische Bodenkenngrößen)

Baugrundschicht (BGS)/ Benennung	**Wichte, erdfeucht γ_k** [kN/m³]	**Wichte, unter Wasser γ'_k** [kN/m³]	**Reibungswinkel φ'_k** [°]	**wirks. Kohäsion c'_k** [kN/m²]	**undr. Kohäsion/ Kapillarkohäsion $c_{u,k}/c_{c,k}$** [kN/m²]	**Steifezahl[1] $E_{s,k}$** [MN/m²]
Auffüllung, gemischt- bis grobkörnig – BGS 1.1	19,0	10,0	30,0	0,0	2,0 (scheinbare Kohäsion)	15,0
Auffüllung, feinkörnig – BGS 1.2	19,0	9,0	22,5	5,0	15,0	5,0
Decklehm – BGS 2	19,0	9,0	22,5	5,0	15,0	5,0
Flusskies – BGS 3	21,0	12,0	35,0	0,0	5,0 (scheinbare Kohäsion)	80
BGS 4.1 – Felszersatz Tonschiefer/Diabas	22,0	13,0	30,0	15,0	35,0	200
BGS 4.2 – Felsentfestigung Tonschiefer/Diabas	24,0	14,0	45,0	50,0	10.000	10.000

[1] im Spannungsbereich bis ca. 300 kN/m²
[2] größere c-Werte sind den kleineren φ-Werten und kleinere c-Werte den größeren φ-Werten zugeordnet
[3] die Werte in Klammern sind für die sehr weichen bis weichen Auffüllungen am DTZ

2.3 Empfehlungen zur Einteilung in Homogenbereiche

Nach den Forderungen der ATV der VOB Teil C sind Boden und Fels entsprechend ihrem Zustand vor dem Lösen in Homogenbereiche einzuteilen. Dabei ist der Homogenbereich ein begrenzter Bereich, bestehend aus einzelnen oder mehreren Boden- oder Felsschichten, der für das jeweilige Gewerk vergleichbare Eigenschaften aufweist. Sind umweltrelevante Inhaltsstoffe zu beachten, so sind diese bei der Einteilung in Homogenbereiche zu berücksichtigen.

Die festgelegten Homogenbereiche sollen vor allem die verfahrens- und leistungsspezifischen Eigenschaften bezüglich der Bearbeitbarkeit des Baugrundes beschreiben und stellen damit eine Kalkulationsgrundlage dar. Die in den ATV geforderten Kennwerte für die Homogenbereiche sind nicht für statische Berechnungen maßgebend. Dabei dürfen die Kennwerte und deren Bandbreite auch unter Einbeziehung vorliegender Erfahrungswerte, Literaturwerte, korrelativer Beziehungen usw. festgelegt werden.

Die in den ATV genannten Normen gelten vielmehr als Referenz, wenn die Eigenschaften und Kennwerte von Boden oder Fels überprüft werden sollen.

Im Zuge der Baumaßnahme ist mit der Ausführung von Erdarbeiten und ggf. Bohrarbeiten sowie Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten zu rechnen. Demnach wird die Zuordnung von Homogenbereichen entsprechend den Forderungen der DIN 18300 Erdarbeiten, der DIN 18301 Bohrarbeiten sowie DIN 18304 Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten erforderlich.

Insofern aufgrund einer anderweitigen Bauausführung weitere ATV-Normen zu berücksichtigen wären, kann dies auf der Grundlage der angegebenen Kennwerte und Eigenschaften vorgenommen werden. Unter Bezug auf die gewählten Homogenbereiche ist bei Bedarf aber auch eine spätere, differenziertere Zuordnung möglich.

Im vorliegenden Gutachten werden die einzelnen Homogenbereiche (HB) mit Großbuchstaben – zur deutlichen Abgrenzung von den Baugrundschichten (BGS) – wie folgt bezeichnet: Homogenbereiche für Oberboden/Mutterboden mit O, für Boden mit B1, B2 … und für Fels mit X1, X2 … usw.

Die Eigenschaften und Kennwerte der in der folgenden Tabelle 2-4 festgelegten Homogenbereiche nach VOB/C sind in der Anlage 5 dargestellt.

Tab. 2-4: Liste der Homogenbereiche

Baugrundschicht (BGS)/Benennung	**DIN 18300 Erdarbeiten**	**DIN 18301 Bohrarbeiten**	**DIN 18304 Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten**
BGS 0 – Mutterboden	HB O – Mutterboden	entfällt	
BGS 1.1 – Auffüllung, gemischt- bis grobkörnig	HB B1 – Auffüllung + Decklehm		
BGS 1.2 – Auffüllung, feinkörnig			
BGS 2 – Decklehm			
BGS 3 – Flusskies	HB B2 – Flusskies + Felszersatz		
BGS 4.1 – Felszersatz Tonschiefer/Diabas			
BGS 4.2 – Felsentfestigung Tonschiefer/Diabas	HB X – Tonschiefer/Diabas		

3 Folgerungen, Empfehlungen, Hinweise

3.1 Allgemeines

Nach derzeitigem Planungsstand ist der Ersatzneubau der PU an selber Stelle als Vollrahmen mit einer ähnlichen lichten Breite und Höhe geplant. Der für die Baumaßnahme vorgesehene Standort ist aus ingenieurgeologisch-geotechnischer Sicht grundsätzlich als Baustandort geeignet. Es ist der Einbau einer Hilfsbrücke vorgesehen. Neben der PU sollen auch die Treppenanlagen und die Bahnsteigdächer erneuert werden. Während der Bauarbeiten soll eine bauzeitliche Personenüberführung errichtet werden. Zudem ist die Gründung eines Oberleitungsmasts geplant. Bezüglich der Gründung der Bahnsteige sowie der Aufzüge wird auf den Geotechnischen Bericht von 2014 verwiesen.

Nach höhenmäßiger Einordnung der Bauwerke erfolgt die Gründung der PU auf dem Schichtkomplex der BGS 3 – Flusskies. Diese Baugrundschichten verfügen prinzipiell über ausreichende gründungstechnische Eigenschaften. Aufgrund der Eigenschaften des Untergrundes sowie der Bauwerkskategorie ist generell von einer Geotechnischen Kategorie 2 nach DIN EN 1997-1:2009-09, Absatz 2.1/DIN 1054: 2010-12 A 2.1.2 auszugehen.

3.2 Oberleitungsmast

3.2.1 Rammrohrgründung nach EA Pfähle

Der Oberleitungsmast kann als Tiefgründung mittels Rammrohrgründung nach EA Pfähle erfolgen. Als Mindestpfahllänge wird – in Anlehnung an die DIN 4014 und DIN 4026 (alte Ausgaben) – 5,0 m ab OK Gelände empfohlen.

Für eine erdstatische Bemessung auf Pfahlspitzendruck $q_{b,k}$ und Pfahlmantelreibung $q_{s,k}$ können im Sinne der EA Pfähle, 2. Auflage, Abschnitt 5.4.4 die folgenden Erfahrungswerte nach Tabellen 5.1 bis 5.4 für Stahlrohrpfähle bis 0,8 m Durchmesser in Ansatz gebracht werden. Diese sind für die Baugrundschichten in Tabelle 3-1 dargestellt.

Die Modellfaktoren nach Tabelle 5.5 der EA Pfähle 2. Auflage sind zu berücksichtigen. In der Auffüllung können Steine und örtlich Blöcke sowie Bauschuttreste enthalten sein, welche Rammhindernisse darstellen können. Es sind daher Einbringhilfen vorzuhalten.

Es wird darauf hingewiesen, dass der Baugrund an der PU ab Kote 201,0 m NHN bzw. beim OLA-Mast ab Kote 201,5 m NHN nicht mehr rammbar ist. Es wird daher nur der Pfahlspitzendruck ab dieser Kote angegeben.

Tab. 3-1: Erfahrungswerte für den charakteristischen Pfahlspitzendruck und die charakteristische Pfahlmantelreibung für Rammrohrpfähle bis ca. 0,8 m Durchmesser

Baugrundschicht (BGS)/Benennung	**Pfahlspitzendruck $q_{b,k}$ [kN/m²]**	**Pfahlmantelreibung $q_{s,k}$ [kN/m²]**
BGS 1.1 – Auffüllung, gemischt- bis grobkörnig BGS 1.2 – Auffüllung, feinkörnig BGS 2 – Decklehm	s/D_{eq} = 0,035: 100 s/D_{eq} = 0,100: 200	s_{sg*}: 10 $s_{sg} = s_g = 0{,}1D_{eq}$: 15
BGS 3 – Flusskies (OLA-Mast: Kote 203,0 m bis 201,5 m NHN; PU: Kote 203,0 m bis 201,0 m NHN)	s/D_{eq} = 0,035: 2 000 s/D_{eq} = 0,100: 4 000	s_{sg*}: 30 $s_{sg} = s_g = 0{,}1D_{eq}$: 40
BGS 3 – Flusskies (OLA-Mast: ab Kote 201,5 m NHN; PU: ab Kote 201,0 m NHN) BGS 4.1 – Felszersatz Tonschiefer/Diabas	s/D_{eq} = 0,035: 4 500 s/D_{eq} = 0,100: 8 750	s_{sg*}: 85 $s_{sg} = s_g = 0{,}1D_{eq}$: 125

3.2.2 Bohrpfahlgründung

Alternativ kann der Oberleitungsmast auch als Bohrpfahlgründung ausgeführt werden. Dies ergibt sich im Besonderen daraus, wenn die Bemessung des Rammpfahls eine Rammpfahllänge ergibt, die bis in eine Tiefe größer Kote 201,5 m NHN reicht.

Für die Bohrpfähle und für Bohrträger (siehe Kapitel 3.3.3 Hinweise zur Baugrubensicherung) sind – abweichend von den Angaben im Geotechnischen Gutachten von 2014 und unter Berücksichtigung einer Mindesteinbindelänge von 2,5 m in die tragfähigen Schichten – die in Tabelle 3-2 aufgeführten Erfahrungswerte für die charakteristische Pfahlmantelreibung und den charakteristischen Spitzendruck im Sinne der EA-Pfähle 2. Auflage, Abschnitt 5.4.6 in Ansatz zu bringen. Zur genaueren Festlegung der Bodenschichtung wird auf die Darstellung der Bodenprofile in Anlage 2.1 oder die höhenorientierten Tiefenprofile in Anlage 3 verwiesen.

Tab. 3-2: Erfahrungswerte nach EA-Pfähle 2. Auflage für charakteristischen Pfahlspitzendruck und Pfahlmantelreibung von Bohrpfählen

Baugrundschicht (BGS)/Benennung	**charakteristischer Pfahlspitzendruck $q_{b,k}$ [kN/m²]**	**charakteristische Pfahlmantelreibung $q_{s,k}$ [kN/m²]**
BGS 1.1 – Auffüllung, gemischt- bis grobkörnig BGS 1.2 – Auffüllung, feinkörnig BGS 2 – Decklehm	entfällt	10
BGS 3 – Flusskies (OLA-Mast: Kote 203,0 m bis 201,5 m NHN; PU: Kote 203,0 m bis 201,0 m NHN)	s/D = 0,02: 550 s/D = 0,03: 700 s/D = 0,10: 1 500	60
BGS 3 – Flusskies (OLA-Mast: ab Kote 201,5 m NHN; PU: ab Kote 201,0 m NHN) BGS 4.1 – Felszersatz Tonschiefer/Diabas	s/D = 0,02: 1 750 s/D = 0,03: 2 250 s/D = 0,10: 4 000	130
BGS 4.2 – Felsentfestigung Tonschiefer/Diabas	8.000[1)]	350[2)]

1) Bruchwert $q_{b,k}$ des Pfahlspitzendrucks [kN/m²]
2) Bruchwert $q_{s,k}$ der Pfahlmantelreibung [kN/m²]

Sämtliche Kennwerte gelten dabei für den Einzelpfahl. Bei Bohrpfählen mit Fußverbreiterung sind die Werte auf 75 % abzumindern. Höhere Bemessungskennwerte sind unter Umständen möglich, insofern diese durch Pfahlprobebelastungen im Sinne der EA Pfähle/DIN 1054 nachgewiesen werden. Dafür wären gegebenenfalls im LV entsprechende Positionen vorzusehen.

3.2.3 Allgemeine Bemessungshinweise zu Pfahlgründungen

Sofern es für die horizontalen Einwirkungen nur auf die hinreichend zutreffende Ermittlung der Biegemomente ankommt, dürfen die Bettungsmoduln der beteiligten Baugrundschichten nach der Gleichung $k_{s,k} = E_{s,k} \div D_s$ nach der EA-Pfähle angesetzt werden.

Hierin bedeuten:

$k_{s,k}$ Bettungsmodul
$E_{s,k}$ Steifezahl entsprechend Kapitel 2.2
D Pfahlschaftdurchmesser D ≤ 1,0 m; bei D > 1,0 m darf mit D = 1,0 m gerechnet werden.

Der Anwendungsbereich dieser Gleichung wird bei einem Höchstwert der Horizontalverschiebung von 2 cm oder bei 0,003 x D begrenzt. Der kleinere Wert ist maßgebend. Außerdem dürfen die Bodenspannungen zwischen dem Bohr-/Rammpfahl und dem umgebenden Boden den Erdwiderstand beim Bruch nicht erreichen.

Der Bettungsmodul $k_{s,k}$ ist verteilt anzunehmen. Die maximal mobilisierbare charakteristische Normalspannung $\sigma_{h,k}$ zwischen Pfahl und Boden ist durch die für den ebenen Fall berechnete charakteristische passive Erdwiderstandsspannung $e_{ph,k}$ begrenzt, d. h. $\sigma_{h,k} \leq e_{ph,k}$.

Der Bemessungswert der Resultierenden der charakteristischen Normalspannung, der als seitlicher Bodenwiderstand $B_{h,d}$ bezeichnet wird, darf den Bemessungswert des räumlichen Erdwiderstandes $E^r_{ph,d}$ für die Einbindelänge des Pfahls bis zum Drehpunkt (Verschiebungsnullpunkt) nicht überschreiten ($B_{h,d} \leq E^r_{ph,d}$). Die Einhaltung dieser Bedingungen ist nach der EA Baugrunddynamik vor der Bemessung des Pfahls zu überprüfen.

Es ist eine Mindesteinbindung in die tragfähigen Schichten mit Ansatz der Mantelreibung von 2,5 m vorzugeben. Die Pfahlmantelreibung der Auffüllungen darf frühestens ab 0,5 m unter GOK angesetzt werden.

Für den Ansatz des dynamischen Bettungsmoduls von Pfahlgründungen ist in Einschnitten und geländegleichen Abschnitten davon auszugehen, dass ab der Oberkante Erdreich der dynamische Steifemodul – mit Null beginnend – über eine Tiefe von 3,0 m linear auf seinen Maximalwert ansteigt und unterhalb einer Tiefe von 3,0 m – den Maximalwert beibehaltend – konstant verläuft.

Ferner wird empfohlen, bei unmittelbar angrenzenden Geländesprüngen, z. B. infolge bestehender Gleislängsverbauten, deren Höhe zur obersten Bodenschicht zu beaufschlagen (Höhe Geländesprung + 1,0 m Tiefe = Ansatz Bettungsmodulverteilung).

Die Einhaltung der Bedingungen $\sigma_{h,k} \leq e_{ph,k}$ und $B_{h,d} \leq E^{r}_{ph,d}$ ist vor der Bemessung des Pfahls zu überprüfen. Des Weiteren sind der Querwiderstand bzw. die Größe der Verteilung des Bettungsmoduls eines Pfahls auf der Grundlage von Probebelastungen oder bestätigten, dokumentierten Erfahrungen mit vergleichbaren Probebelastungen festzulegen. Die hierbei gewonnenen Erkenntnisse und Ergebnisse erlauben unter Umständen eine kostenreduzierende Optimierung der Pfahllängen.

3.2.4 Rammarbeiten

Es sind Maßnahmen zur Lagesicherung des Rammgutes während der Rammung vorzunehmen. Vorzuziehen ist die Verwendung von Mäklern. Die Lage von Kopf und Fuß des Rammgutes ist generell zu sichern.

Es ist davon auszugehen, dass während der Rammarbeiten die Erdstoffe im Pfahlinneren entweder komprimiert werden oder als loser Erdstoff vorliegen. Loser Erdstoff aus den Pfählen ist zu verdichten oder zu entfernen. Die dabei entstehenden Höhendifferenzen bis zur Pfahloberkante sind durch Beton auszugleichen. Die hergestellten Pfähle sind kraftschlüssig auszubetonieren.

Es wird empfohlen, Rammrohre aus gezogenem Stahl zu verwenden und nicht Rammrohre mit Spiralnaht. Sämtliche Angaben und Hinweise der DIN EN 12 699 sind während der Pfahlherstellung zu beachten.

Es wird darauf hingewiesen, dass bei der Einbringung der Stahlrammpfähle ein, den Baugrundverhältnissen angepasster Vibrations-/Rammbär verwendet wird. Dieser muss ohne Beschädigung des Rammgutes (Deformierung des Pfahlkopfes ist nicht zulässig!) sowie bei begrenzter Störung der Umgebung das Einbringen bis zur vorgeschriebenen Einbindetiefe oder bis zur erforderlichen Tragfähigkeit ermöglichen. Der Nachweis über das Vorhandensein der geeigneten Technik ist durch den AN vor Beginn der Baumaßnahme zu erbringen.

Innerhalb der angetroffenen Baugrundschichten sind lokal Rammhindernisse in Form von Steinen, Blöcken oder verfestigten Bodenschichten vorhanden bzw. können nicht ausgeschlossen werden. Zudem ist in der Auffüllung mit Bauschutt und Bauwerksresten zu rechnen. Mit zunehmender Tiefe ist der Schichtkomplex nicht mehr rammbar. Hier können die Gründungselemente vor Erreichen der geplanten Solltiefe festgehen.

Zudem muss berücksichtigt werden, dass sich im Zuge des Einbringvorgangs vor dem Rammgut ein Pfropf ausbildet, der – je nach Beschaffenheit des Untergrundes – ein sicheres Einbringen der Gründungselemente erschwert bis unmöglich macht.

Bei steifer bis halbfester Konsistenz oder einer großen Einbindetiefe in das Material sind ausschließlich rammende Verfahren zweckdienlicher. Es wird darauf hingewiesen, dass das Einrammen von Rammpfählen zu einer hohen Lärmbelastung führt.

Gegebenenfalls werden infolge der Pfropfenbildung für das sichere Einbringen von Rammrohren mittels Vibration Einbringhilfen erforderlich. Für das sichere, lagegenaue Einbringen der Rammpfähle in nicht rammbaren Schichten sind generell geeignete Einbringhilfen erforderlich. Hierbei sind sogenannte Auflockerungsbohrungen sowie Entspannungsbohrungen eine zielführende Variante. Der Unterschied zwischen den beiden Varianten besteht darin, dass bei den Entspannungsbohrungen die Bohrungen mit Bodenentnahme ausgeführt werden, während bei den Auflockerungsbohrungen der mittels Bohrschnecke gelockerte/aufgelockerte Boden im Untergrund verbleibt. Die Bohrungen der Entspannungsbohrung werden dabei mit einem geringeren Durchmesser gegenüber dem Rammrohrdurchmesser ausgeführt. Im Zuge des Rammvorganges kann sich der anstehende Boden in den bereits erstellten Bohrkanal entspannen. In Abhängigkeit der erforderlichen Einbindung muss der Bohransatz für die Auflockerungsbohrung bzw. Entspannungsbohrung ggf. mehrfach erfolgen.

Alternativ können Bohrungen mit Bodenaustausch ($D_{Bohrung} > D_{Pfahl}$) ausgeführt werden. Hierbei muss gewährleistet sein, dass der Bodenaustausch im Zuge der Ramm-/Vibrationsarbeiten zum einen für das gewählte Einbringverfahren geeignet, das heißt rammbar ist bzw. mittels Vibration durchfahren werden kann, zum anderen durch das Einbringen eine ausreichende Verdichtung des Bodenaustausches – insbesondere beim Überschnitt – erfolgt. Somit kommen hierfür ausschließlich grobkörnige Böden gemäß DIN 18196 infrage. Weit- und intermittierend gestufte Böden der Bodengruppen GW, SW, GI und SI erfahren infolge der Einbringung des Rammrohres eine Verdichtung, welche zur Pfropfenbildung vor dem Rammrohr führt und somit ein vorzeitiges Festgehen des Rammrohres zur Folge haben kann.

Nach unserer Einschätzung sind hier enggestufte Böden der Bodengruppen GE und SE die geeignetere Wahl. Hierbei sind Einkornsande/-kiese mit einem Größtkorn D = 8 mm zu verwenden.

Ein großer Nachteil der grobkörnigen Böden ist deren hohe Durchlässigkeit. Mit abnehmender Ungleichförmigkeitszahl steigt das Durchlässigkeitsverhalten des Materials.

Wird aufgrund der geologischen Untergrundsituation der Bodenaustauch gegen feinkörniges Material gebettet, wird die Filterstabilität, im Speziellen die mechanische Kontakterosion der Böden untereinander, mit Sicherheit nicht gegeben sein. Zudem ist dann ein „Absaufen“ des Bodenaustausches infolge zusetzender Niederschlagswässer oder ggf. Grundwassers wahrscheinlich.

Kann Grundwasser ausgeschlossen werden und wird der Zutritt von Niederschlagswasser dauerhaft effektiv mittels geeigneter Maßnahmen/Materialien unterbunden bzw. werden die Gründungselemente in einer durchlässigen Schicht abgesetzt, kann der Bodenaustausch mit enggestuften Böden nach DIN 18196 erfolgen.

Das Bohrloch wird entsprechend dem statischen Ansatz der seitlichen Bettung aufgefüllt. Durch die anschließenden Ramm-/Vibrationsarbeiten wird das Material ausreichend verdichtet, sodass die seitliche Bettung gewährleistet ist.

Unter Berücksichtigung der vorher beschriebenen Wasserproblematik sowie zur Gewährleistung der seitlichen Bettung kann auch, auf der sicheren Seite agierend, als Bodenaustauschmaterial Beton (C12/15 oder höherwertig) mit einem Größtkorn D = 8 mm (z. B. Estrichbeton) verwendet werden.

Eine weitere Möglichkeit der Einbringhilfe stellen Spülhilfen dar. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die am Standort anstehenden Böden z. T. stark durchlässig sind, sodass hierfür ein hoher Wasserbedarf erforderlich wird. Die Eignung des jeweiligen Verfahrens ist mittels Einbringversuch zu verifizieren.

Sämtliche vorher genannten Maßnahmen zu den Zusatzmaßnahmen/Einbringhilfen können, je nach Ausführung, beim anstehenden Untergrund zum Teil erhebliche Tragfähigkeitsreduzierungen zur Folge haben, sodass die im Kapitel 3.2.1.1 angegebenen Kennwerte durch den geotechnischen Sachverständigen abzumindern sind. Für eine erste Abschätzung können die nachstehenden Abminderungsfaktoren aus Tabelle 3-3 in Ansatz gebracht werden.

Es ist bis 0,5 m über endgültiger Absetztiefe vorzubohren und dann nachzurammen. Wird dann kein Rammfortschritt erreicht, können die Pfähle in Abstimmung mit dem geotechnischen Sachverständigen abgebrannt werden.

Tab. 3-3: Abminderungsfaktoren bei Einbringhilfen

	Vorbohren	Spülhilfe
Mantelreibung	**0,5** bei d-d_B[1] ≤ 50 mm	0,9
	0,6 bei d-d_B[1] > 50 mm	
	1,0 bei d-d_B[1] > 150 mm	
Spitzendruck	1,0[2]	1,0[2)]

[1] d = Pfahldurchmesser bzw. -breite; d_B = Durchmesser Bohrung
[2] gilt nur, wenn der Einsatz von Einbringhilfen 1,0 m oberhalb der Pfahlspitze endet

Erfahrungsgemäß werden die Arbeiten zum Einbringen von Rammrohren gleisgebunden ausgeschrieben und ausgeführt. Hierbei waren zuletzt im Zuge der Bauausführung vermehrt Probleme hinsichtlich der Einbringbarkeit aufgetreten.

Eine Orientierungshilfe bei der Geräteauswahl bzw. der erforderlichen Fliehkraft, unter Berücksichtigung der vorherrschenden Untergrundverhältnisse, gibt das nachfolgende Nomogramm der ThyssenKrupp Infrastructure GmbH.

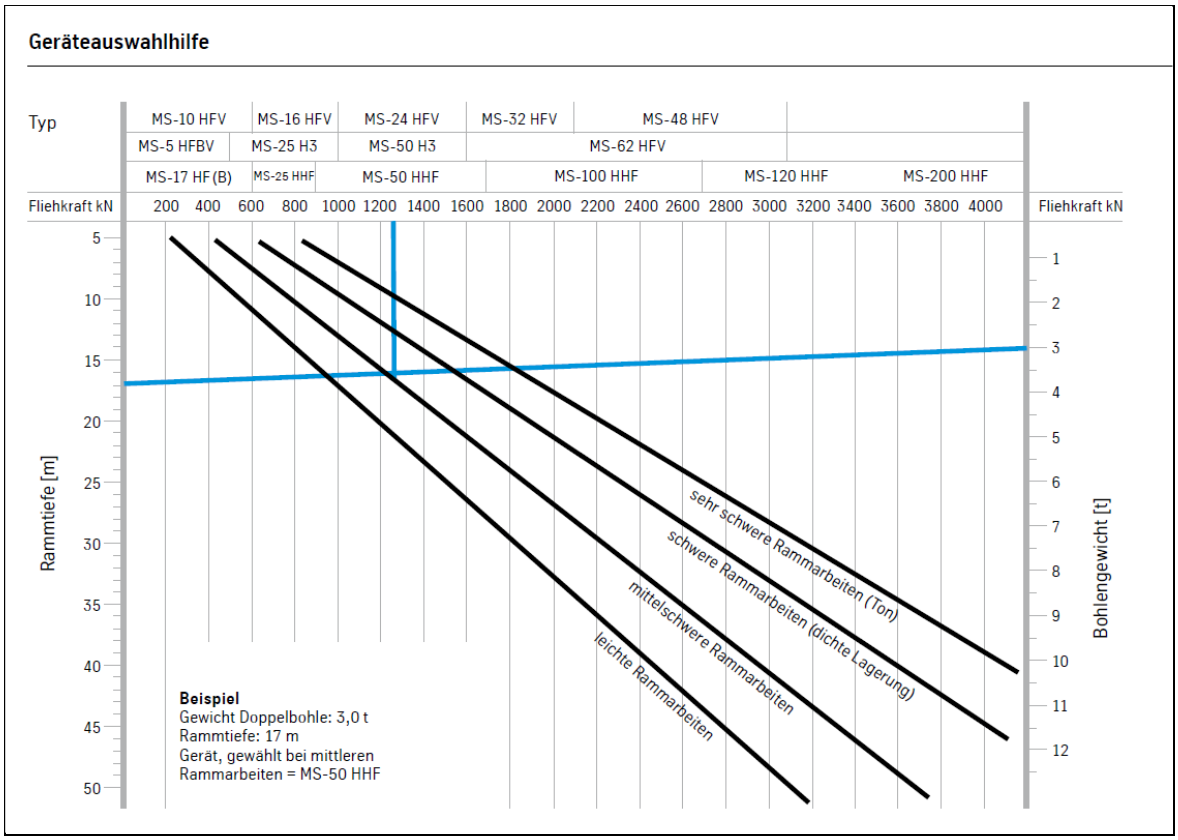


Abb. 3-1: Geräteauswahl für Vibratoren (ThyssenKrupp Infrastructure GmbH)

Hierbei ist zu gewährleisten, dass die bereitgestellte Leistung des Antriebsgerätes groß genug ist, dass auch in „schwierigen“ Böden das nötige Arbeitsmoment zur Erhaltung der Fliehkraft für den gewählten Vibrator aufgebracht wird. Die Antriebsleistung soll nach Herstellerangaben pro 10 kN Fliehkraft 2 bis 3 kW betragen.

Die konventionelle Geräteauswahl für gleisgebundene Rammarbeiten impliziert i. d. R. einen Zweiwegebagger (z. B. Atlas 1604KZW) sowie einen Vibrator als Anbaugerät (z. B. ABI Vibrator HRV 60-2). Der bespielhaft genannte Vibrator verfügt gemäß Herstellerangaben über eine maximale Fliehkraft von 400 kN. Damit lassen sich Gründungselemente bis ca. 5,0 m Länge in einen leicht bis allenfalls mittelschwer rammbaren Untergrund einbringen. Für stärkere Vibratoren wäre ein zusätzliches Aggregat mit entsprechender Leistung mitzuführen!

3.2.5 Bohrarbeiten

Lotrechte Belastungen der Bohrpfähle können über Spitzendruck und Mantelreibung in den Baugrund eingetragen werden. Insbesondere wären die Vorgaben der Ril 836 Module 4301 und 4302, der DIN 1054, der DIN EN 1536, der DIN 18301 sowie der EA-Pfähle einzuhalten. Die statisch-konstruktiven Erfordernisse sowie die geometrischen Bedingungen sind zu berücksichtigen.

In der Regel erfolgt eine Einbringung mindestens bis in den anstehenden Felszersatz oder tiefer bis in die Felsentfestigungszone bzw. den Fels. Der Felszersatz und die Felsentfestigungszone bzw. der Fels werden nach den Vorgaben der EA-Pfähle mit einem Spitzenwiderstand der Drucksonde $q_c \geq 7{,}5$ MN/m² für nichtbindige (rollige) Böden bzw. mit einer Scherfestigkeit $c_{u,k} \geq 100$ kN/m² des undränierten Bodens als ausreichend tragfähige Bodenschicht für einen Bohrpfahl angesehen.

Nach EA-Pfähle bzw. DIN EN 1536 muss die Einbindung der Bohrpfähle mindestens 2,5 m in tragfähige Schichten erfolgen. Zudem darf die Mächtigkeit der tragfähigen Schicht unterhalb der Pfahlfußfläche nicht weniger als drei Pfahlfußdurchmesser – mindestens jedoch 1,5 m – betragen.

Die Herstellung von Bohrpfählen sollte aufgrund der angetroffenen Untergrundverhältnisse vollständig verrohrt erfolgen, da es aufgrund der Kornverteilung des anstehenden Bodens sowie der hydrogeologischen Verhältnisse (Grund- und Schichtwasser) zu Ausbrüchen in der Bohrlochwand bzw. zum „Nachfließen“ des Bodens kommen kann. Je nach den aktuellen Grundwasserverhältnissen zum Zeitpunkt der Bohrarbeiten darf aber, ggf. in Abstimmung mit dem geotechnischen Sachverständigen, unter Umständen auf das Bohren gegen Wasserüberdruck verzichtet werden.

Es sind Aufzeichnungen nach DIN EN 1536 Anhang B anzulegen. Die Aufzeichnungen sind an mindestens 2 Pfählen je Abschnitt/Sonderbauwerk durch einen externen Sachverständigen vor Ort zu prüfen.

Die Ermittlung des Bettungsmoduls nach DIN 1054 sowie der idealisierte Ansatz des Bettungsmoduls über die Tiefe nach Ril 804 stellen eine deutliche Vereinfachung dar. Daher wird empfohlen, den Ansatz der Bemessungskenngrößen bzw. die Berechnung der Schnittgrößen je nach verwendetem Pfahltyp auf der Grundlage von Probebelastungen gemäß gültigem Regelwerk zu verifizieren. Die hierbei gewonnenen Erkenntnisse und Ergebnisse erlauben unter Umständen eine kostenreduzierende Optimierung der Pfahllängen.

Aufgrund der Untergrundverhältnisse sind für das lagegenaue Bohren Bohrschablonen zu verwenden, bei denen das Bohrwerkzeug zweimal geführt wird. Andernfalls kann der Pfahl schräg ausgebildet sein und es kommt zu einer unregelmäßigen Lastverteilung.

3.3 Personenunterführung und Treppenanlage

3.3.1 Angaben zur Bemessung der Gründungen

Die Personenunterführung ist als Vollrahmenbauwerk zu planen. Sollte diese aus mehreren Elementen bestehen, sind alle Elemente druckwasserdicht zusammenzusetzen. Eine ausreichende Abdichtung gegen das Grundwasser ist anzubringen. Die Treppenanlage ist auf einer bewehrten Bodenplatte zu gründen. Die Gründungssohle sollte bei 203,0 m NHN liegen.

Für die Personenunterführung und die Treppenanlage ist jeweils die frostsichere Gründungstiefe (Mindestüberdeckung) allgemein mit mindestens 0,8 m zu berücksichtigen.

Zur Biegebemessung (Vorbemessung) bewehrter Fundamentplatten und -balken nach dem Bettungszahlverfahren kann eine Bettungsziffer $k_{s,k}$ = 12,5 MN/m³ in der BGS 3 – Flusskies sowie darauf aufgebauter Tragschichten bei Einhaltung des maximalen Bemessungswertes $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstandes von 350 kN/m² Berücksichtigung finden. Bei Auslastung dieser Kennwerte sind Setzungen in der Größenordnung von ≤ 2 cm zu erwarten, welche für die Gesamtkonstruktion als unkritisch zu bewerten sind. Diese und die zugehörigen Setzungsdifferenzen müssen von der gewählten Konstruktion schadensfrei aufnehmbar sein, was bei dem geplanten Massivbau auch vorausgesetzt werden kann. Die Setzungen werden dabei kaum zeitverzögert – praktisch mit dem Lasteintrag – abklingen.

Nach dem Vorliegen der ersten Berechnungsergebnisse hinsichtlich der Sohlspannungsverteilung unter der Bodenplatte soll der Ansatz der Bettungsziffern über genauere Setzungsberechnungen überprüft werden. Unabhängig davon wären im Rahmen der Ausführungsplanung durch erdstatische Berechnungen zur Bemessung der Gründungen die Nachweise der Außermitte, des Gleitens sowie der Grundbruchsicherheit nach DIN 4084 zu erbringen. Die genauen Fundamentabmessungen sind daran anzupassen.

3.3.2 Hinweise zur Bauausführung und Baugrube

Der anstehende Boden ist bis zur Gründungssohle vollständig auszukoffern. Um eine Zerstörung des Bodengefüges bzw. eine Auflockerung der Gründungssohle zu vermeiden, soll der Aushub der Baugrube rückschreitend mit einem Grabenräumlöffel erfolgen. Im Anschluss ist die gesamte Gründungssohle nachzuverdichten.

Künstliche Auffüllungen, alte Gründungskörper oder vgl. sind zu entfernen und durch Beton der Mindestdruckfestigkeitsklasse C25/30 zu ersetzen. Unterhalb der Gründungssohlen einschließlich der angrenzenden Arbeitsräume ist eine Sauberkeitsschicht aus Beton der Mindestgüte C25/30 mit einer Mindestdicke von 10 cm vorzusehen. Dies dient zum einen dem Witterungsschutz, zum anderen soll eine vollständige Entspannung des Bodens verhindert werden. Dafür sind entsprechende Positionen in den Ausschreibungsunterlagen vorzusehen. Im Sinne der Vorgaben der DIN 1054, Absatz 6.4 muss der Abstand von der dem Frost ausgesetzten Fläche bis zur Sohlfläche der Gründung mindestens 0,8 m betragen (frostsichere Gründungstiefe).

Anforderungen an das Planum und die Schutzschicht im Gleisbereich sind nach Ril 836 Modul 4101A01 Neuschüttungen bzw. Modul 4101A02 unter Beachtung der Ril 836 Modul 4106A01 festzulegen.

Bezüglich der Hinterfüllung wird – je nach Bauweise – auf Bild 2 oder 6 der Ril 836.4106A01 verwiesen. Dementsprechend ist die Hinterfüllung aus Kies-Sand-Gemischen der Bodengruppen GW, GI, SW bzw. SI nach DIN 18196 (z. B. KG 2-Material) bei einem Verdichtungsgrad von 100 % D_{Pr} herzustellen. Die einzelnen Schüttlagendicken dürfen 30 cm nicht überschreiten. Alternativ kann die Hinterfüllung auch als qualifizierte Bodenverbesserung oder Magerbeton ausgeführt werden.

3.3.3 Hinweise zur Baugrubensicherung

Die Vorgaben der DIN 4124, insbesondere hinsichtlich des Abstands von Stapel- und Verkehrslasten zur Böschungsschulter, sind zu berücksichtigen. Entsprechend den Vorgaben der DIN 4124 ist außerhalb von Eisenbahnverkehrslasten ein Böschungswinkel von 45° bei Aushubtiefen bis 4,0 m einzuhalten. Dabei wird eine Grundwasserabsenkung bis mindestens 0,5 m unter Baugrubensohle vorausgesetzt. Für größere Baugrubentiefen ist die Standsicherheit rechnerisch nachzuweisen. In der Regel wäre bei einer Baugrubenhöhe ≥ 5,0 m auf einer Tiefe/Höhe von ca. 3,0 m eine Berme mit einer Breite von ca. 1,0 m vorzusehen. Andernfalls wäre ein Verbau vorzusehen, wobei die Hinterfüllung dann i. d. R. mit Beton erfolgen muss. Die Böschungsoberflächen sind sorgfältig vor Witterungseinflüssen zu schützen.

Bei den Aushubarbeiten an der bestehenden Personenunterführung sind die Forderungen der DIN 4123 hinsichtlich der Aushubbeschränkungen zu umliegenden, bestehenden Bauwerken (z. B. dem Empfangsgebäude, der städtischen Rampenanlage oder Oberleitungsmasten) einzuhalten. Diese sind auch als Belastung in den jeweiligen Statiken zu berücksichtigen.

Voraussichtlich sind diese auch mittels Unterfangungsmaßnahmen nach DIN 4123 zu sichern. Dazu ist ein Standsicherheitsnachweis für alle angrenzenden Gebäude und Ingenieurbauwerke zu führen. Hinsichtlich der Ausführung der Unterfangungen wird auf die Empfehlungen und Hinweise der DIN 4123 verwiesen. Sollte eine Unterfangung aufgrund der Bausubstanz bzw. in statischer Hinsicht nicht möglich sein, muss die Sicherung der Bebauung mittels eines Verbaus sichergestellt werden. Alternativ könnte z. B. bei den Oberleitungsmasten auch in der Planung ein bauzeitlicher Abriss und anschließender Neubau in Erwägung gezogen werden, da die Unterfangung von Einzelfundamenten eine größere Herausforderung darstellt.

Sollten die in der DIN 4123 genannten Maßnahmen zur Unterfangung nicht ausreichen, sind ggf. Düsenstrahl-(DSV)Säulen in Betracht zu ziehen. Im Stützbereich von Gleisen bedarf es hierfür einer UiG und ZiE. Es wird zusätzlich auf die Ril 836 Modul 4302 Abschnitt 6 sowie DIN 4093 und DIN EN 12716 verwiesen. In der BGS 3 – Flusskies kann es aufgrund der Steine und Blöcke zu Düsschatten kommen. Dies ist durch ein engeres Raster der Ansatzpunkte zu kompensieren.

Es wird außerdem empfohlen, vor dem Beginn der Bauarbeiten ein Beweissicherungsverfahren unter Mitwirkung aller Beteiligten durchzuführen, um den Zustand der bestehenden Gebäude und Ingenieurbauwerke festzustellen. Die Gebäude und Ingenieurbauwerke sind zudem während der gesamten Baumaßnahme zu beobachten.

Wenn ein wasserdichter Spundwandverbau errichtet werden soll, sind zwingend in der BGS 3 – Flusskies Auflockerungsbohrungen in den Schlössern einzuplanen. Zudem ist die Spundwand dann schlagrammend bis zur Kote 198,0 m NHN einzubringen. Sollte eine Einbindung bis in die BGS 4.1 – Felszersatz Tonschiefer vorgesehen sein, sind stattdessen Bodenaustauschbohrungen über die gesamte Spundwandlänge vorzusehen. Es ist mit dem Einsatz von schwersten Rammarbeiten zu rechnen. Es wird darauf hingewiesen, dass es dadurch zu starken Erschütterungen und zu einer Lärmbelästigung kommen kann.

Es wird daher eine überschnittene Bohrpfahlwand empfohlen. Alternativ wäre auch ein Trägerbohlverbau möglich, wobei hier aber eine Wasserhaltung erfolgen muss. Dabei sind die Doppel-T-Träger in vorgebohrte Löcher zu stellen (Bohrträger) und diese sind zwischen Trägerfuß und Baugrubensohle mit Beton zu verfüllen. Durch die Wasserhaltung kann es aber zu Setzungen und damit zu Schäden an der angrenzenden Bebauung kommen. Bezüglich der Bemessung der Bohrpfähle oder -träger wird auf Kapitel 3.5.2 verwiesen.

Die Forderungen des einschlägigen Normen- und Richtlinienwerkes, der EAB Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugruben“ sowie der DIN 4124, DIN EN 12063, Ril 836 Modul 2001 Einwirkungen und Widerstände sowie Ril 836 Module 4301 und 4302 Stützkonstruktionen und Stützmaßnahmen sind zu beachten. Zur Bewertung und Auswahl des Einbringverfahrens sowie zur Berücksichtigung rammtechnischer Kriterien werden die Angaben des Grundbautaschenbuchs sowie der TESPA-Rammfibel herangezogen.

3.4 Hilfsbrücken

Es ist der Einbau von Hilfsbrücken vorgesehen. Diese sollen mittels temporärer Widerlager gegründet werden.

Die Forderungen des einschlägigen Normen- und Richtlinienwerkes, der Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugruben“ (EAB) sowie der Empfehlungen des Arbeitskreises „Pfähle“ (EA-Pfähle) sind zu berücksichtigen. Dies betrifft u. a. DIN EN 1536, DIN 4124, DIN EN 12063, Ril 804 Modul 4110 Hilfsbrücken, Ril 804 Modul 4401 Spundwände für Brückenwiderlager und -flügel, Ril 836 Modul 2001 Einwirkungen und Widerstände sowie Ril 836 Module 4301 Stützkonstruktionen und Stützmaßnahmen.

Entsprechend Ril 804 Modul 4110 Abschnitt 12 Absatz (12) sind Verbauwände für Baugruben unter Hilfsbrücken sowie parallel zum Gleis verlaufende Verbauwände zur Stützung des Eisenbahnunterbaus mindestens als wenig nachgiebig gestützte Baugrubenwände im Sinne von EB 67 der EAB auszuführen. Nach Absatz (13) ist für die Berechnung ein erhöhter aktiver Erddruck anzusetzen. Im Sinne von EB 22 der EAB wird gutachterseits eine Berücksichtigung von 50 % des Erdruhedruckanteils vorgegeben.

Für die Ausbildung der Widerlager zur Hilfsbrückenauflagerung wird der Einbau von Bohrpfählen oder in Bohrlöcher eingestellte H-Profile (Bohrträgerverbau) empfohlen. Bei den Bohrträgern ist zwischen Trägerfuß und späterer Baugrubensohle das Bohrloch im Regelfall mit Beton zu verfüllen.

Für die Ausfachung ist, zumindest im Einflussbereich von Eisenbahnverkehrslasten, bewehrter Spritzbeton vorzusehen. Zur Rückverhängung sollte als oberste Lage die Ausführung einer Aussteifung eingebaut werden.

Zur statisch-konstruktiven Bemessung der Hilfsbrückenauflager (Bohrpfähle/Bohrträger) nach DIN EN 1536/DIN1054 wird auf das Kapitel 3.4.2 verwiesen.

Für die ggf. erforderlichen unteren Lagen/untere Lage der Verbauwände hinter den Widerlagern ist i. d. R. eine Rückverankerung mittels temporärer Verpressanker einzuplanen.

Die Krafteintragungsstrecke rückwärtiger Verankerungen (temporäre Verpressanker nach DIN EN 1537) soll im Bereich der BGS 3 – Flusskies oder tieferer Baugrundschichten vorgesehen werden. Bei einer Mindestkrafteintragungslänge von 6,0 m und einem Verpresskörperdurchmesser von mindestens 0,15 m sowie einem einmaligen Nachverpressen kann zur Vorbemessung eine Grenzlast beim Bruch F = 600 kN angesetzt werden. Dies setzt eine Bodenüberlagerung von mindestens 4,0 m voraus.

Aufgrund der anstehenden Untergrundverhältnisse ist mit einem Mehrverbrauch an Verpressgut über die 350 kg Zement entsprechend den Speziellen Technischen Bedingungen für Spezialtiefbau (STP) hinaus, auszugehen. Im Rahmen der Ausführung ist mit einem Mehrverbrauch an Verpressmittel zu rechnen. Es ist von mind. 150 kg Zement je Meter Verpressstrecke auszugehen.

Die o. g. Bemessungswerte wurden im Wesentlichen als Erfahrungswerte auf der Grundlage der Angaben im Grundbautaschenbuch (nach Ostermayer) ermittelt. Die Eignung der Anker ist durch Eignungsprüfungen entsprechend den Vorgaben der DIN 1054/DIN EN 1537 nachzuweisen. Die Anker sind vorzuspannen, zu prüfen und festzulegen. Bei Bedarf sind zusätzliche Anker vorzusehen bzw. die Anker zu verlängern.

3.5 Bahnsteigdach und bauzeitliche Personenüberführung

Das Bahnsteigdach und die bauzeitliche Personenüberführung können ebenfalls mit Ramm- oder Bohrpfählen tiefgegründet werden. Hierzu wird auf Kapitel 3.2.1 und 3.2.2 verwiesen.

Alternativ kann eine Flachgründung in der BGS 2 – Decklehm bzw. BGS 1.1 – Auffüllung, gemischt- bis grobkörnig oder BGS 1.2 – Auffüllung, feinkörnig erfolgen.

Die Flachgründungen würden mittels eines Ortbeton- oder Fertigteilfundaments erfolgen. Zur Bemessung wird auf die höhenorientierten Tiefenprofile in der Anlage 3 verwiesen. Die frostsichere Gründungstiefe (Mindestüberdeckung) ist allgemein mit mindestens 1,0 m zu berücksichtigen.

Für ein 1,5 m x 1,5 m breites Einzelfundament kann ein Bemessungswert $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstandes von 170 kN/m² angesetzt werden. Dabei ist mit maximalen Setzungen von 2 cm zu rechnen.

Bezüglich der Bauausführung wird auf Kapitel 3.3.2 und 3.3.3 in diesem Ergänzungsbericht sowie auf die Ausführungen im Geotechnischen Bericht von 2014 verwiesen.

4 Zusammenfassung und abschließende Bemerkungen

Aufgrund der Eigenschaften des Untergrundes sowie der Bauwerkskategorie ist generell von einer Geotechnischen Kategorie 2 nach DIN EN 1997-1:2009-09, Absatz 2.1/DIN 1054: 2010-12 A 2.1.2 auszugehen. Auf der Grundlage der DIN 4020/DIN EN 1997-2 wurden bei der Festlegung des Untersuchungsumfangs Vorkenntnisse, örtliche Erfahrungen und ergänzende Informationen berücksichtigt.

Die Untersuchungsergebnisse beruhen auf punktförmigen Aufschlüssen, sodass Abweichungen von den beschriebenen und beurteilten Baugrundverhältnissen nicht ganz ausgeschlossen werden können.

Sollten sich bei den Bauarbeiten andere als die beschriebenen Verhältnisse einstellen, bitten wir um eine entsprechende Benachrichtigung, da dann ggf. Kennwerte angepasst und ergänzende Hinweise gegeben werden müssen.

Die Personenunterführung und die Treppenanlage können jeweils als Flachgründung erfolgen. Für den wasserdichten Verbau wird eine Bohrpfahlwand empfohlen. Diese ist auch als Hilfsbrückenauflager nutzbar. Das Bahnsteigdach und die bauzeitliche Treppenanlage können sowohl als Flach- als auch als Tiefgründung errichtet werden. Für den Oberleitungsmast wird eine Tiefgründung empfohlen.

In den Hinterfüllbereichen der PU, der Treppenanlage und ggf. der Einzelfundamente des Bahnsteigdachs sind Kontrollprüfungen in der Größenordnung von ca. 1/3 der Eigenüberwachungsprüfungen vorzusehen. Der Prüfumfang der Eigenüberwachung ist in der Ril 836 Modul 4103, Seite 11, Bild 1 geregelt.

Vor Beginn der Arbeiten ist durch den AN ein Prüfplan zu erstellen und bei der PL/BÜ der DB InfraGO AG zur Bestätigung einzureichen. Während der Bauausführung sind zudem Abnahmen und Prüfungen, z. B. der Gründungssohle, durch einen Sachverständigen für Geotechnik zu veranlassen. Erst danach können die angegebenen Kennwerte als verbindlich bestätigt werden.

Wir hoffen, Ihnen mit den vorliegenden Informationen vorerst gedient zu haben, und stehen für weiterführende Anfragen und Erläuterungen gern zur Verfügung.

Weimar, den 02.11.2026

Dipl.-Geol. Daniel Naumann
Projektingenieur

Dipl.-Ing. Torsten Grap
Geschäftsführer

ANLAGEN

Anlage 1 **Übersichtslageplan mit Aufschlusspunkten**

Anlage 2 **Einzelergebnisse der Baugrunderkundung**
Anlage 2.1 **Bodenprofile der Kleinrammbohrungen und der Rotationskernbohrungen (KRB und BK)**
Anlage 2.2 **Darstellung der Schweren Rammsondierungen (DPH)**

Anlage 3 **Höhenorientierte Tiefenprofile (Geotechnischer Schnitt)**

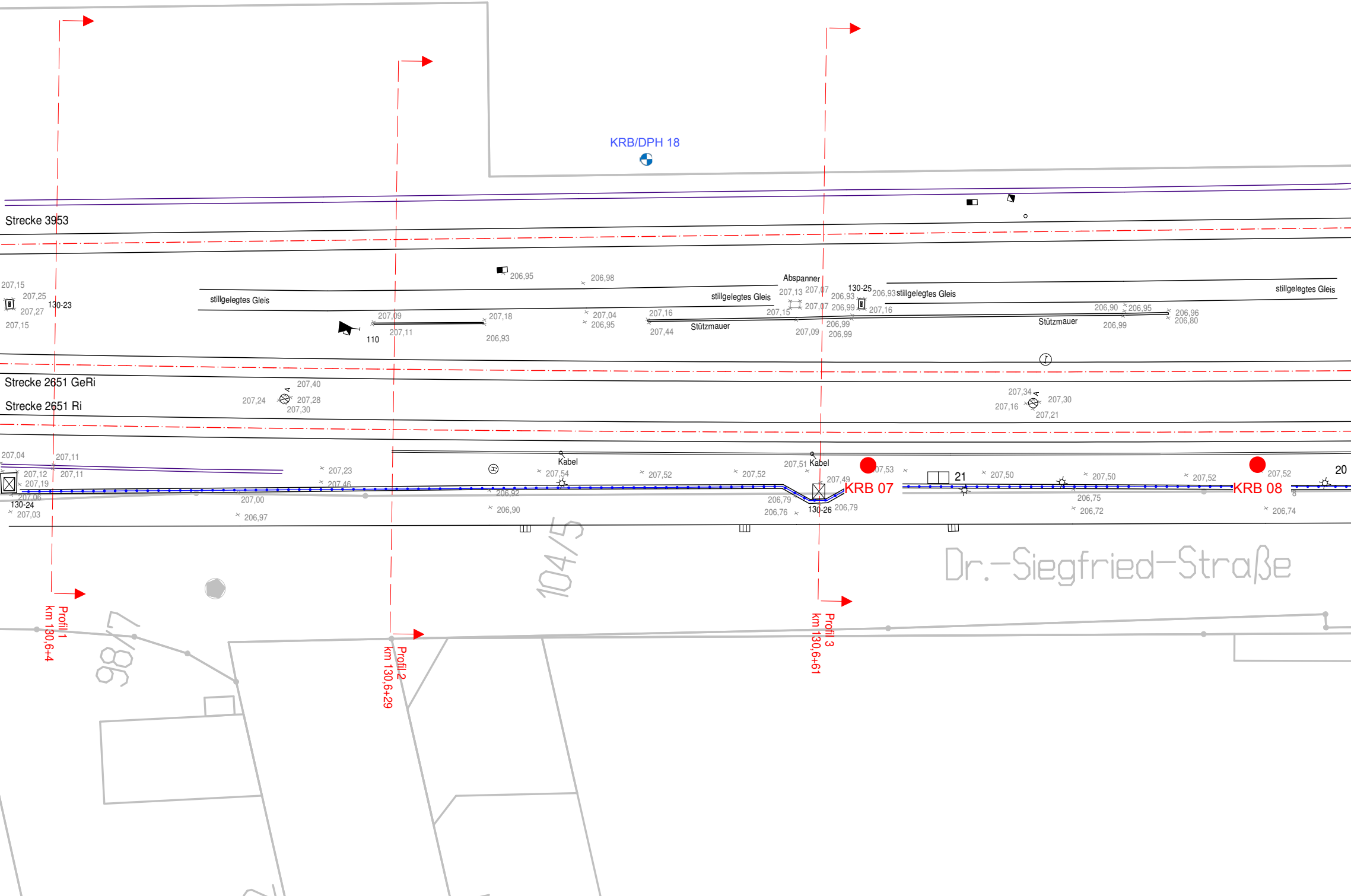
Anlage 4 **Ergebnisse der Feld- und Laborversuche**
Anlage 4.1 **Protokolle der bodenmechanischen Laborversuche (BIGUS)**
Anlage 4.2 **Prüfbericht der felsmechanischen Untersuchungen (ABE)**
Anlage 4.3 **Prüfbericht der bauchemischen Untersuchungen (Thüringer Umweltinstitut)**

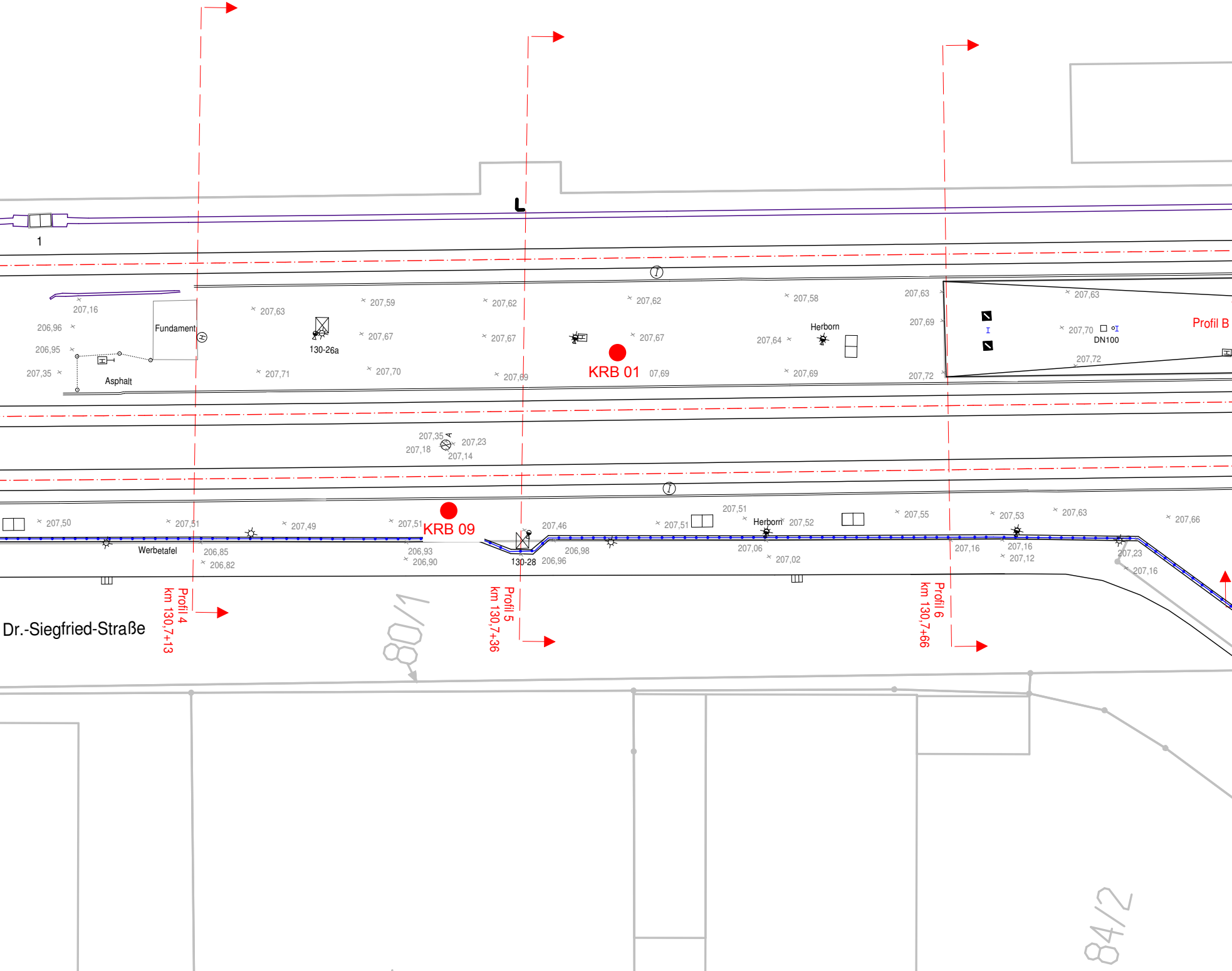
Anlage 5 **Homogenbereiche nach VOB/C (ATV)**

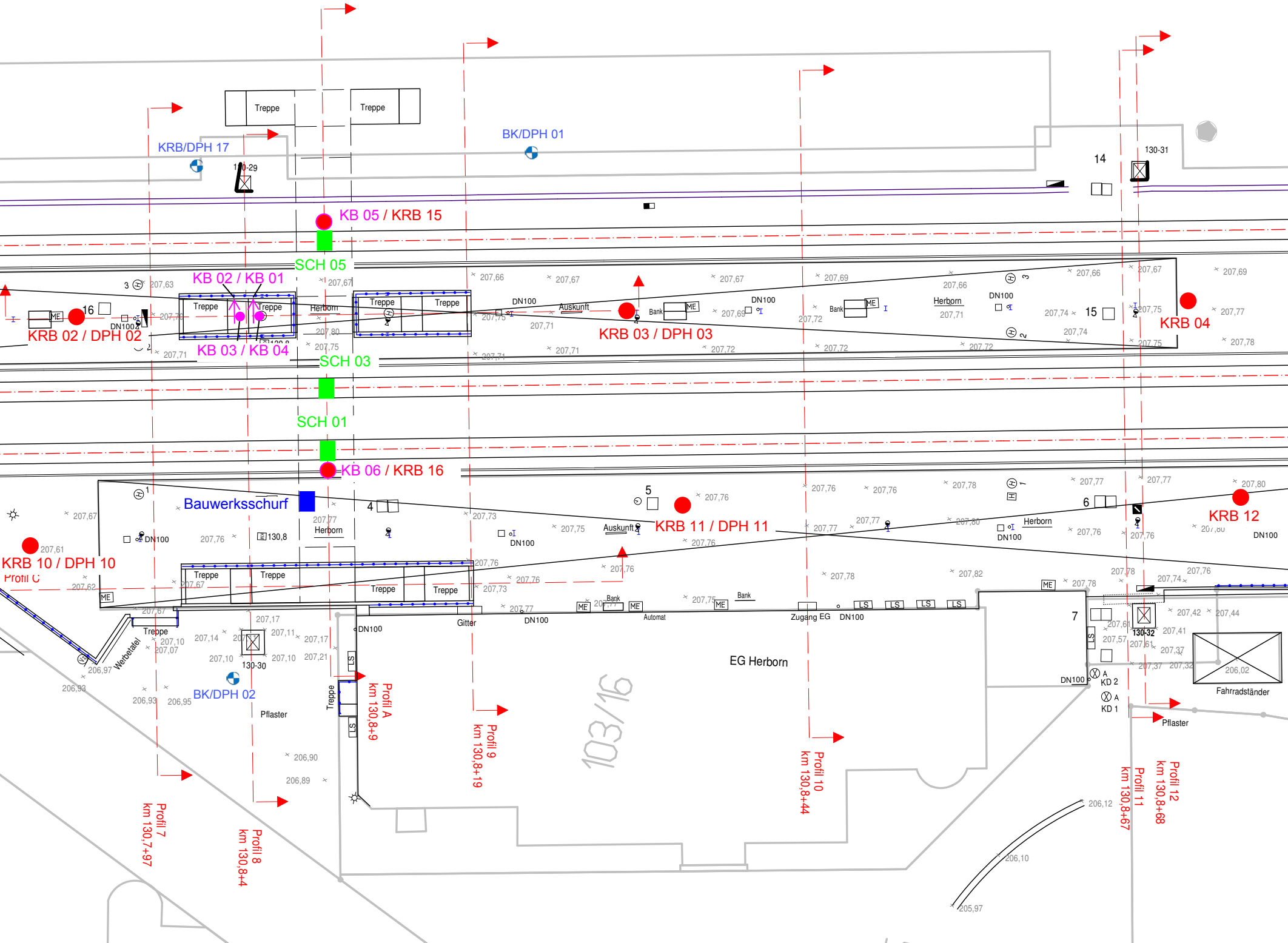
Anlage 6 **Ergebnisse der Baugrunderkundung**
Anlage 6.1 **Schichtenverzeichnisse der Kleinrammbohrungen und der Rotationskernbohrungen (KRB und BK)**
Anlage 6.2 **Fotodokumentation der Örtlichkeit einschließlich Erkundungsstellen**
Anlage 6.3 **Fotodokumentation der Kernkisten der Rotationskernbohrungen (BK)**

Anlage 1

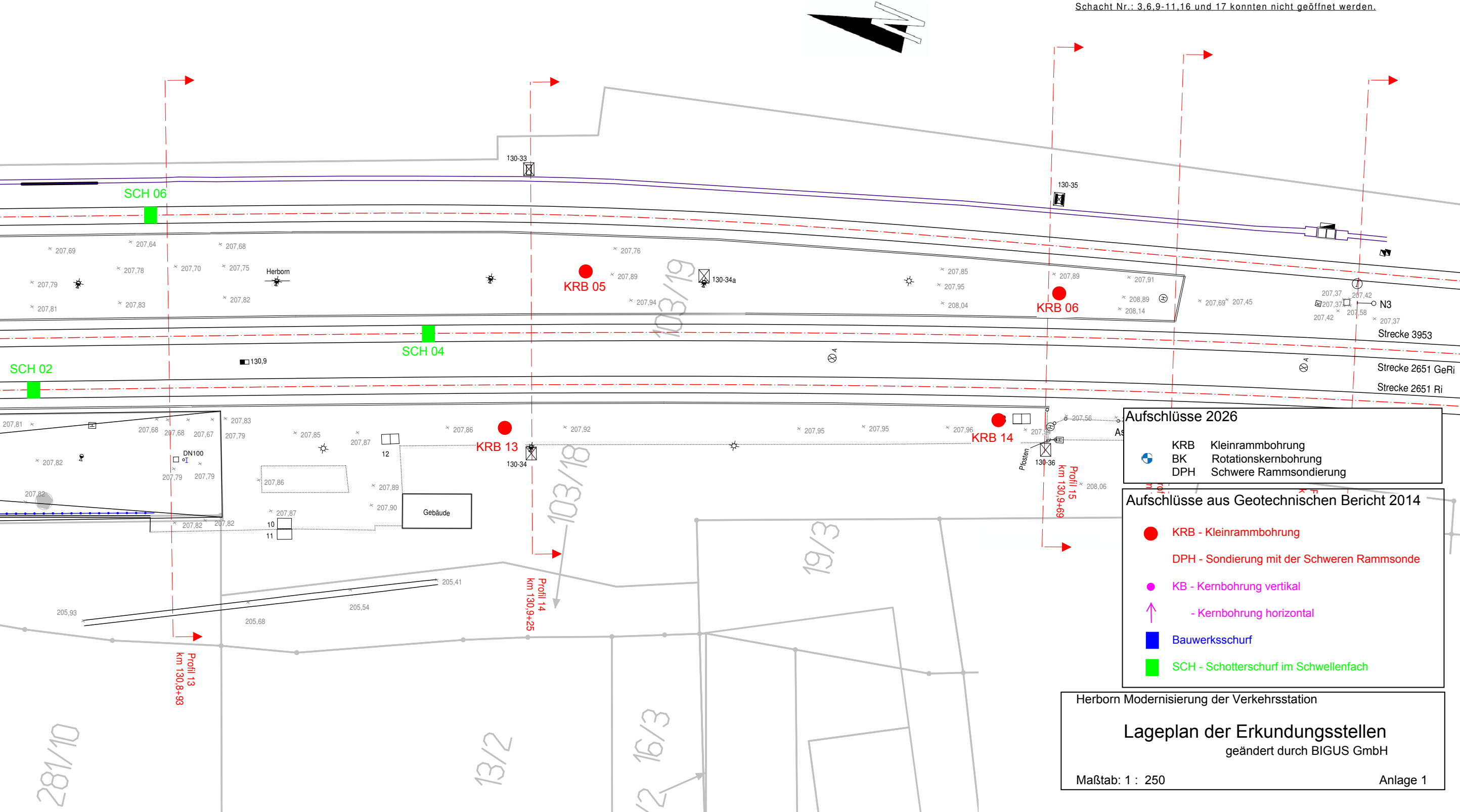
Übersichtslageplan mit Aufschlusspunkten


KRB/DPH 18
Strecke 3953
Strecke 2651 GeRi
Strecke 2651 Ri
stillgelegtes Gleis
stillgelegtes Gleis
stillgelegtes Gleis
stillgelegtes Gleis
Abspanner
Stützmauer
Stützmauer
Kabel
Kabel
130-23
130-24
130-25
130-26
110
21
20
KRB 07
KRB 08
Dr.-Siegfried-Straße
104/5
98/7
Profil 1
km 130,6+4
Profil 2
km 130,6+29
Profil 3
km 130,6+61
207,15
207,25
207,27
207,15
206,95
206,98
207,09
207,11
207,18
206,93
207,04
206,95
207,16
207,44
207,13
207,07
207,15
207,07
207,09
206,93
206,99
206,99
206,99
206,93
207,16
206,90
206,95
206,96
206,80
206,99
207,40
207,24
207,28
207,30
207,34
207,16
207,30
207,21
207,04
207,11
207,12
207,11
207,19
207,06
207,03
207,00
206,97
207,23
207,46
207,54
206,92
206,90
207,52
207,52
207,51
207,49
206,79
206,76
206,79
207,53
207,50
207,50
206,75
206,72
207,52
207,52
206,74


1
Fundament
130-26a
Asphalt
Herborn
DN100
Profil B
KRB 01
KRB 09
Werbetafel
130-28
Herborn
Dr.-Siegfried-Straße
Profil 4
km 130,7+13
Profil 5
km 130,7+36
Profil 6
km 130,7+66
80/1
84/2
207,16
206,96
206,95
207,35
207,63
207,71
207,59
207,67
207,70
207,62
207,67
207,69
207,62
207,67
07,69
207,58
207,64
207,69
207,63
207,69
207,72
207,63
207,70
207,72
207,35
207,18
207,23
207,14
207,50
207,51
207,49
207,51
206,85
206,82
206,93
206,90
207,46
206,98
206,96
207,51
207,51
207,52
207,06
207,02
207,55
207,53
207,16
207,16
207,12
207,63
207,66
207,23
207,16


Treppe
Treppe
KRB/DPH 17
130-29
BK/DPH 01
14
130-31
KB 05 / KRB 15
SCH 05
KB 02 / KB 01
Treppe
Treppe
Treppe
Treppe
Herborn
Auskunft
DN100
DN100
DN100
Bank
ME
Bank
ME
Herborn
15
KRB 04
16
ME
DN100
KRB 02 / DPH 02
KB 03 / KB 04
KRB 03 / DPH 03
SCH 03
SCH 01
KB 06 / KRB 16
Bauwerksschurf
4
5
6
207,77
Herborn
130,8
DN100
DN100
Auskunft
KRB 11 / DPH 11
Herborn
DN100
KRB 12
DN100
KRB 10 / DPH 10
Profil C
ME
Treppe
Treppe
Treppe
Treppe
Treppe
Werbetafel
130-30
BK/DPH 02
Pflaster
DN100
Gitter
DN100
Bank
ME
ME
Automat
Bank
ME
Zugang EG
DN100
LS
LS
LS
LS
ME
7
130-32
EG Herborn
Treppe
LS
LS
DN100
KD 2
KD 1
Fahrradständer
Pflaster
Profil A
km 130,8+9
Profil 9
km 130,8+19
103/16
Profil 10
km 130,8+44
Profil 11
km 130,8+67
Profil 12
km 130,8+68
Profil 7
km 130,7+97
Profil 8
km 130,8+4
207,63
207,67
207,66
207,67
207,67
207,69
207,66
207,66
207,67
207,69
207,75
207,71
207,69
207,72
207,71
207,74
207,75
207,77
207,80
207,75
207,71
207,71
207,72
207,72
207,72
207,74
207,75
207,78
207,67
207,77
207,73
207,76
207,76
207,76
207,78
207,77
207,77
207,80
207,61
207,76
207,75
207,76
207,77
207,77
207,80
207,76
207,76
207,62
207,67
207,76
207,73
207,76
207,76
207,78
207,82
207,78
207,78
207,74
207,76
207,67
207,77
207,75
207,42
207,44
207,17
207,14
207,10
207,07
207,11
207,17
207,10
207,10
207,21
207,61
207,57
207,61
207,41
207,37
207,37
207,32
206,02
206,97
206,93
206,93
206,95
206,90
206,89
206,12
206,10
205,97

Hinweis
Schacht Nr.: 3,6,9-11,16 und 17 konnten nicht geöffnet werden.


SCH 06
SCH 04
SCH 02
KRB 05
KRB 06
KRB 13
KRB 14
130-33
130-35
130-34a
130-34
130-36
130,9
Herborn
DN100
Gebäude
Posten
N3
Strecke 3953
Strecke 2651 GeRi
Strecke 2651 Ri
Profil 13
km 130,8+93
Profil 14
km 130,9+25
Profil 15
km 130,9+69
103/19
103/18
19/3
281/10
13/2
16/3
10
11
12
205,41
205,54
205,68
205,93

Aufschlüsse 2026

	KRB	Kleinrammbohrung
	BK	Rotationskernbohrung
	DPH	Schwere Rammsondierung

Aufschlüsse aus Geotechnischen Bericht 2014

- ● KRB - Kleinrammbohrung
- DPH - Sondierung mit der Schweren Rammsonde
- ● KB - Kernbohrung vertikal
- ↑ - Kernbohrung horizontal
- 🟦 Bauwerksschurf
- 🟩 SCH - Schotterschurf im Schwellenfach

Herborn Modernisierung der Verkehrsstation

Lageplan der Erkundungsstellen

geändert durch BIGUS GmbH

Maßtab: 1 : 250

Anlage 1

Anlage 2

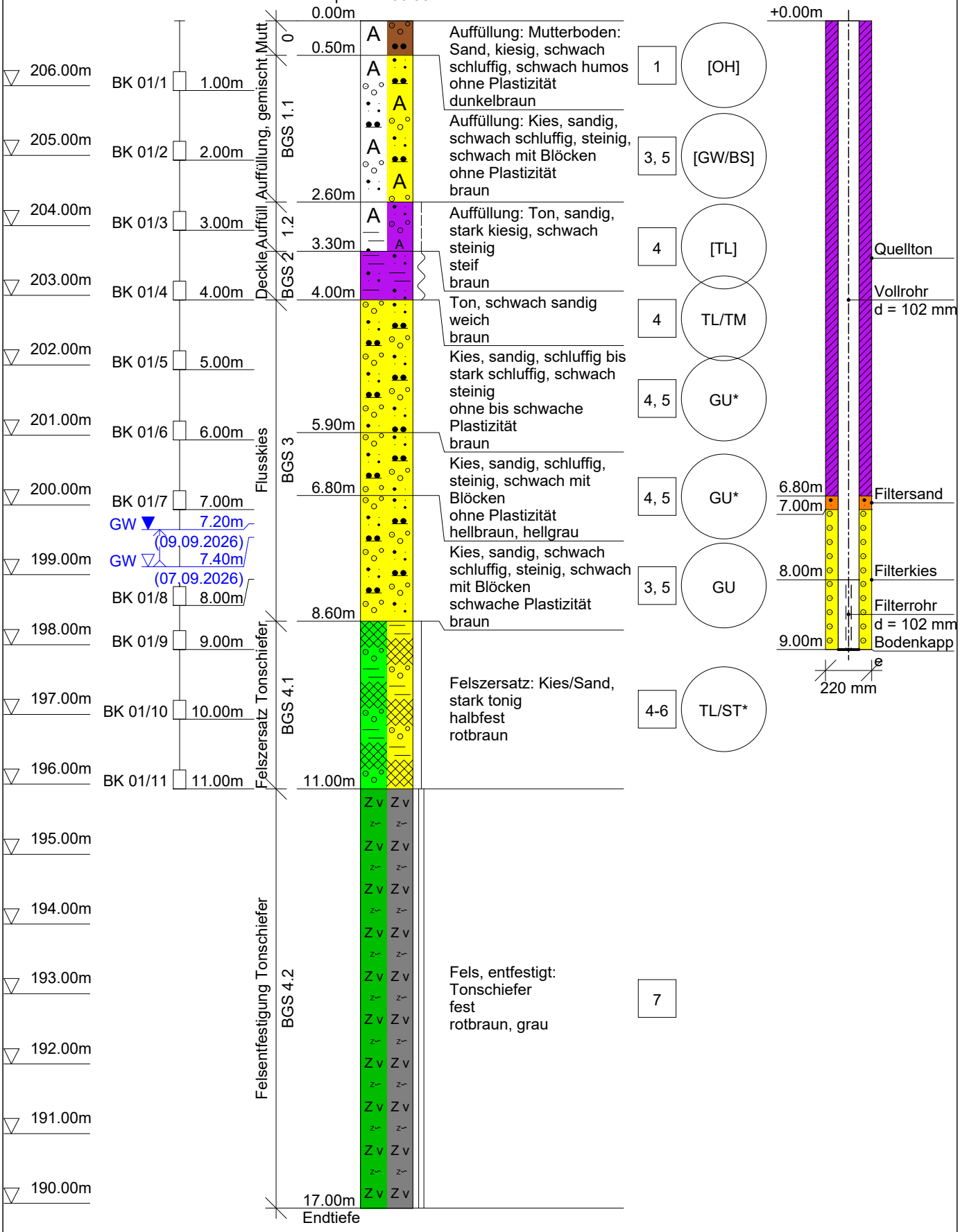
Einzelergebnisse der Baugrunderkundung

Anlage 2.1

Bodenprofile der Kleinrammbohrungen und der Rotationskernbohrungen (KRB und BK)

BK 01

Ansatzpunkt: 206.93 m NHN



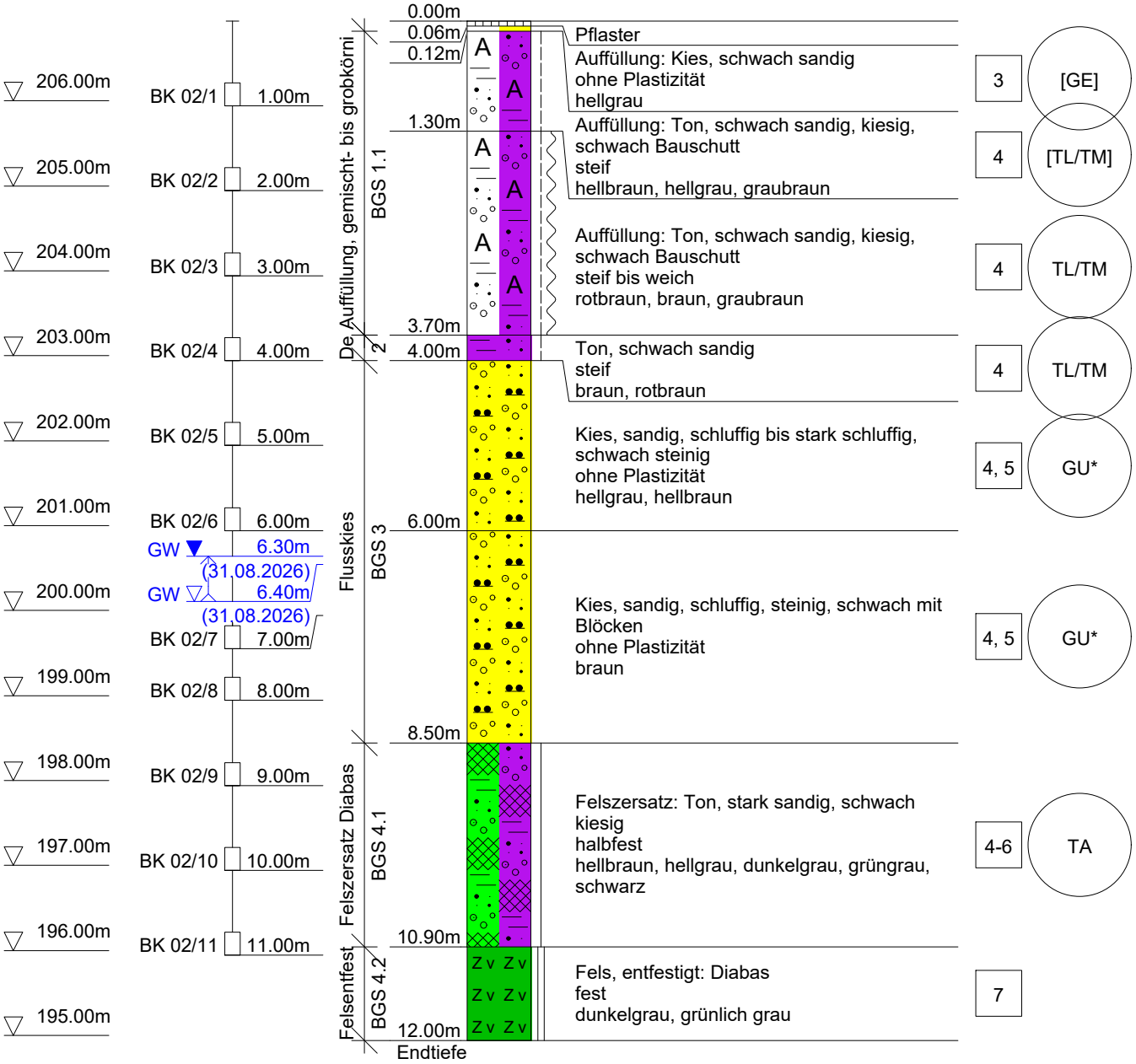
Zeichnerische Darstellung nach DIN 4023 — Angabe der Bodenklassen im ☐ nach DIN 18300/ZTVE-StB 09

BIGUS GmbH
Schwanseestr. 113 a
99427 Weimar
Tel. 03643 - 490600 / Fax 4906010

Projekt:	Nacherkundung Bf Herborn (Dillkreis); Modernisierung der Verkehrsstation	Anlage: 2.1.1
		Maßst.: 1: 75 / 1: 25
Projekt-Nr.:	004745_1Na	Datum: 12.05.2026
Zeichnung:	Bodenprofil BK 01	Bearb.: Hr. D. Naumann

BK 02

Ansatzpunkt: 206.94 m NHN



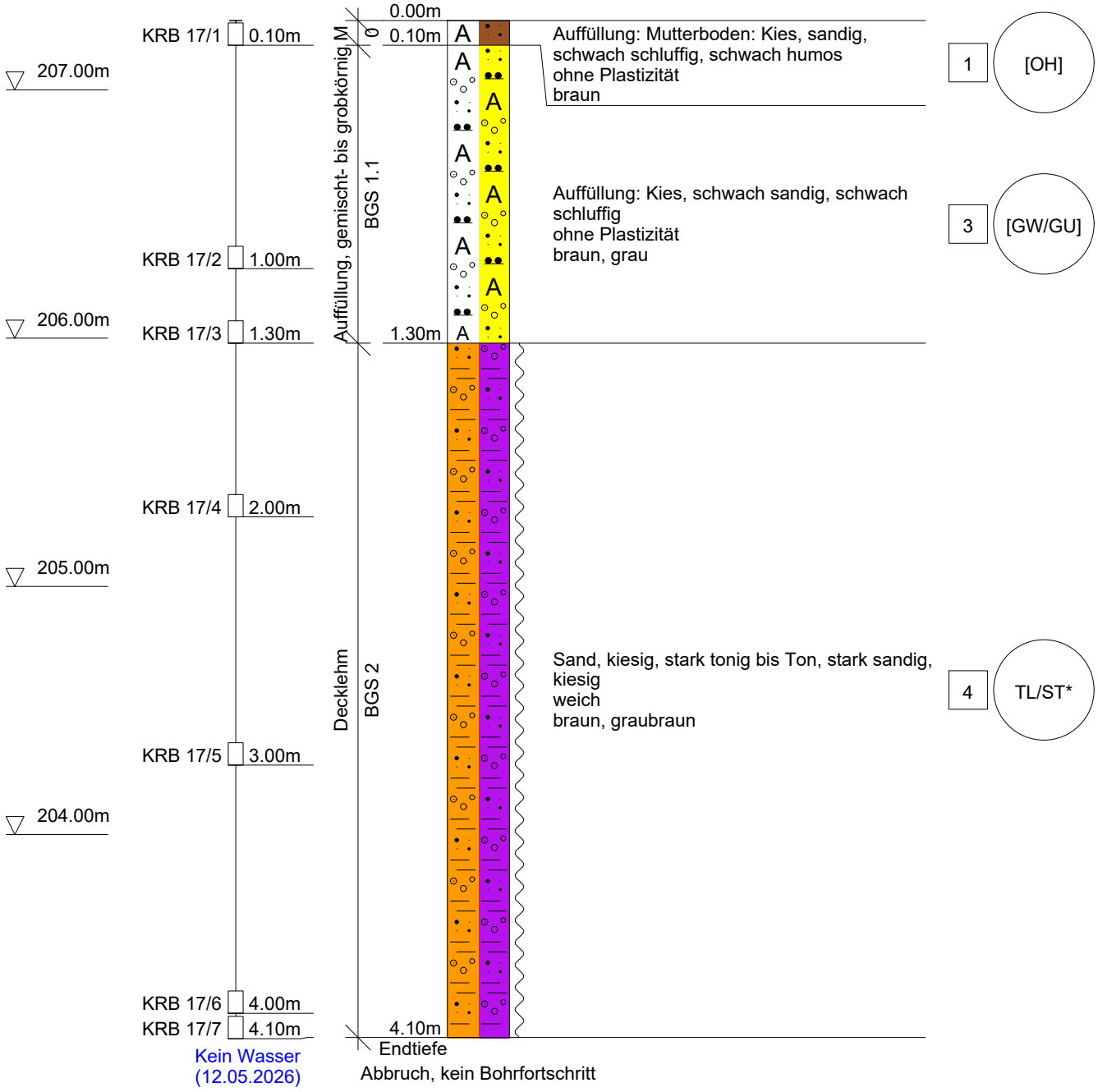
Zeichnerische Darstellung nach DIN 4023 | Angabe der Bodenklassen im ☐ nach DIN 18300/ZTVE-StB 09

BIGUS GmbH
Schwanseestr. 113 a
99427 Weimar
Tel. 03643 - 490600 / Fax 4906010

Projekt:	Nacherkundung Bf Herborn (Dillkreis); Modernisierung der Verkehrsstation	Anlage: 2.1.2
		Maßst.: 1: 75
Projekt-Nr.:	004745_1Na	Datum: 12.05.2026
Zeichnung:	Bodenprofil BK 02	Bearb.: Hr. D. Naumann

KRB 17

Ansatzpunkt: 207.28 m NHN

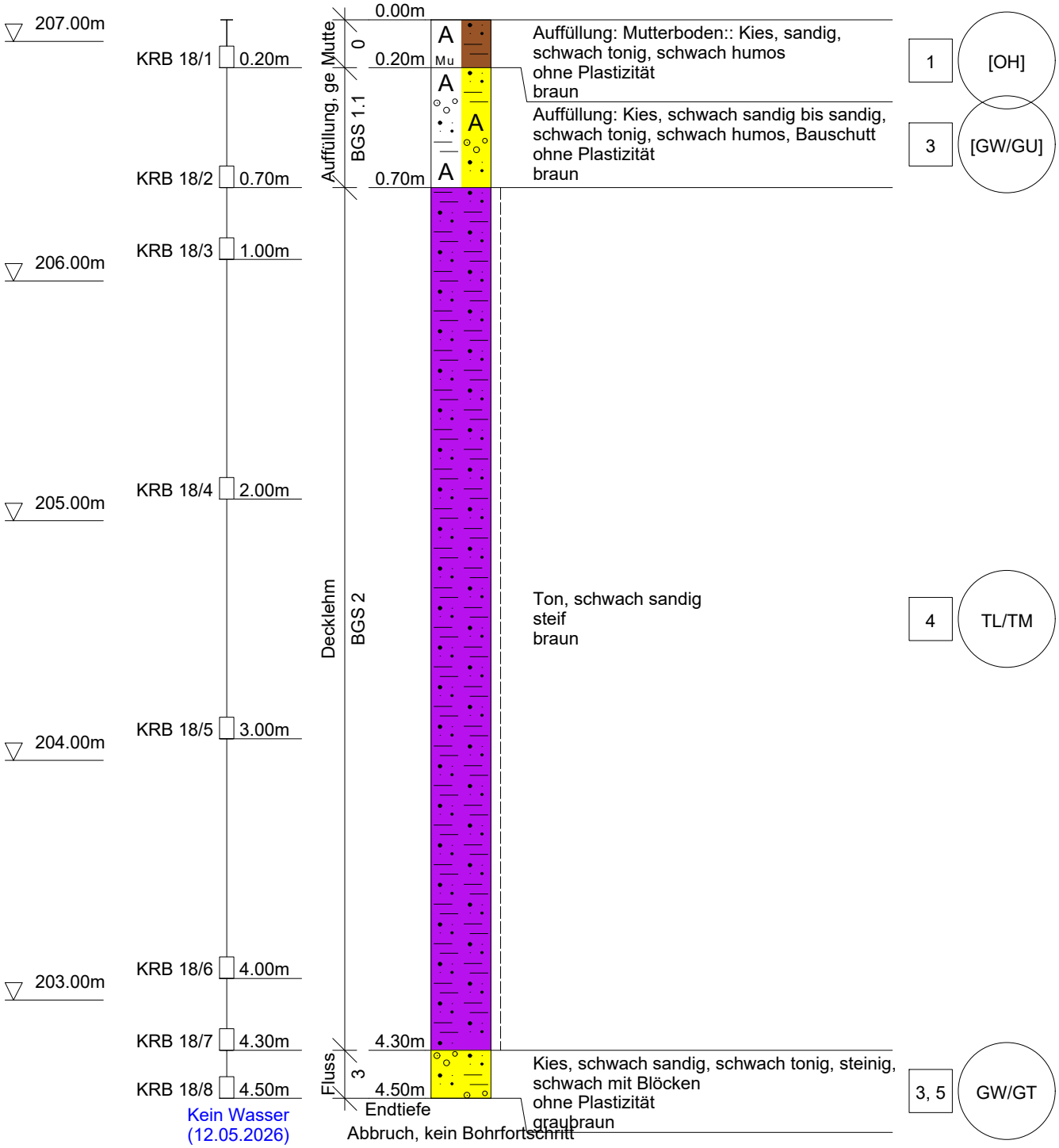


Zeichnerische Darstellung nach DIN 4023 | Angabe der Bodenklassen im ☐ nach DIN 18300/ZTVE-StB 09

BIGUS GmbH Schwanseestr. 113 a 99427 Weimar Tel. 03643 - 490600 / Fax 4906010	Projekt: Nacherkundung Bf Herborn (Dillkreis); Modernisierung der Verkehrsstation	Anlage: 2.1.3 Maßst.: 1: 25
	Projekt-Nr.: 004745_1Na	Datum: 12.05.2026
	Zeichnung: Bodenprofil KRB 17	Bearb.: Hr. D. Naumann

KRB 18

Ansatzpunkt: 207.09 m NHN



Zeichnerische Darstellung nach DIN 4023 | Angabe der Bodenklassen im ☐ nach DIN 18300/ZTVE-StB 09

BIGUS GmbH
Schwanseestr. 113 a
99427 Weimar
Tel. 03643 - 490600 / Fax 4906010

Projekt:	Nacherkundung Bf Herborn (Dillkreis); Modernisierung der Verkehrsstation	Anlage: 2.1.4
		Maßst.: 1: 25
Projekt-Nr.:	004745_1Na	Datum: 12.05.2026
Zeichnung:	Bodenprofil KRB 18	Bearb.: Hr. D. Naumann

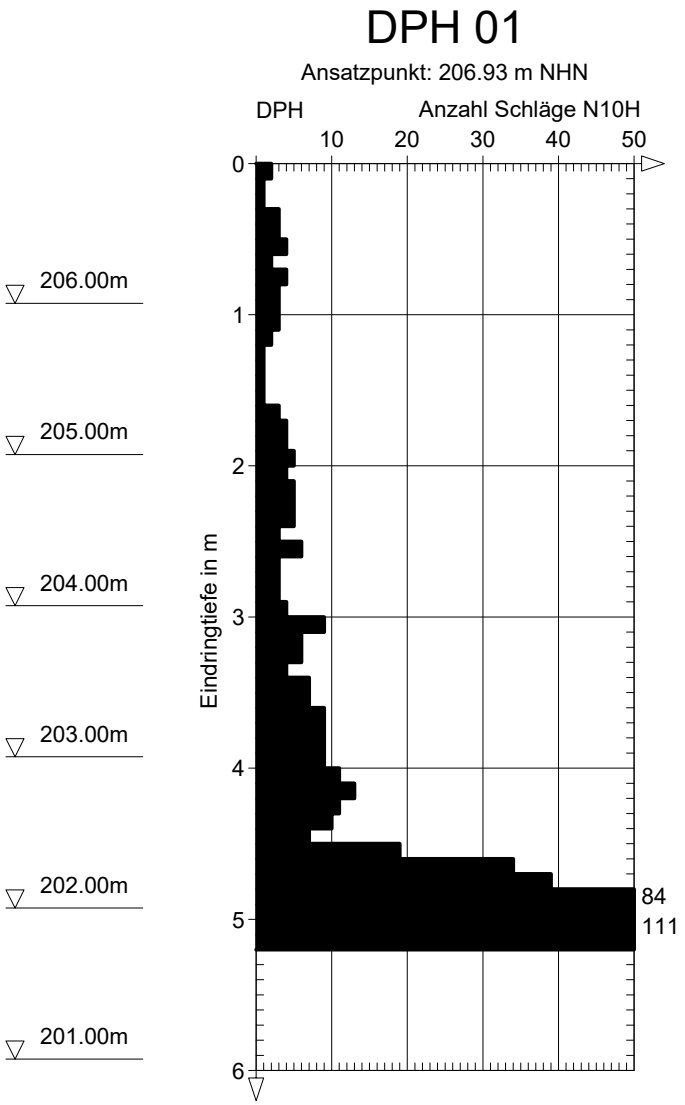
Anlage 2.2

Darstellung der Schweren Rammsondierungen (DPH)

BIGUS GmbH
Schwanseestraße 113 a
99427 Weimar
Tel. 03643 - 490600 / Fax: 4906010

Projekt:	Nacherkundung Bf Herborn (Dillkreis)	Anlage: 2.2.1
	Modernisierung der Verkehrsstation	Maßst.: 1: 50
Projekt-Nr.:	004745_1Na	Datum: 12.05.2026
Wasser:	kein Wasser	Bearb.: Hr. D. Naumann
Bemerkung:		

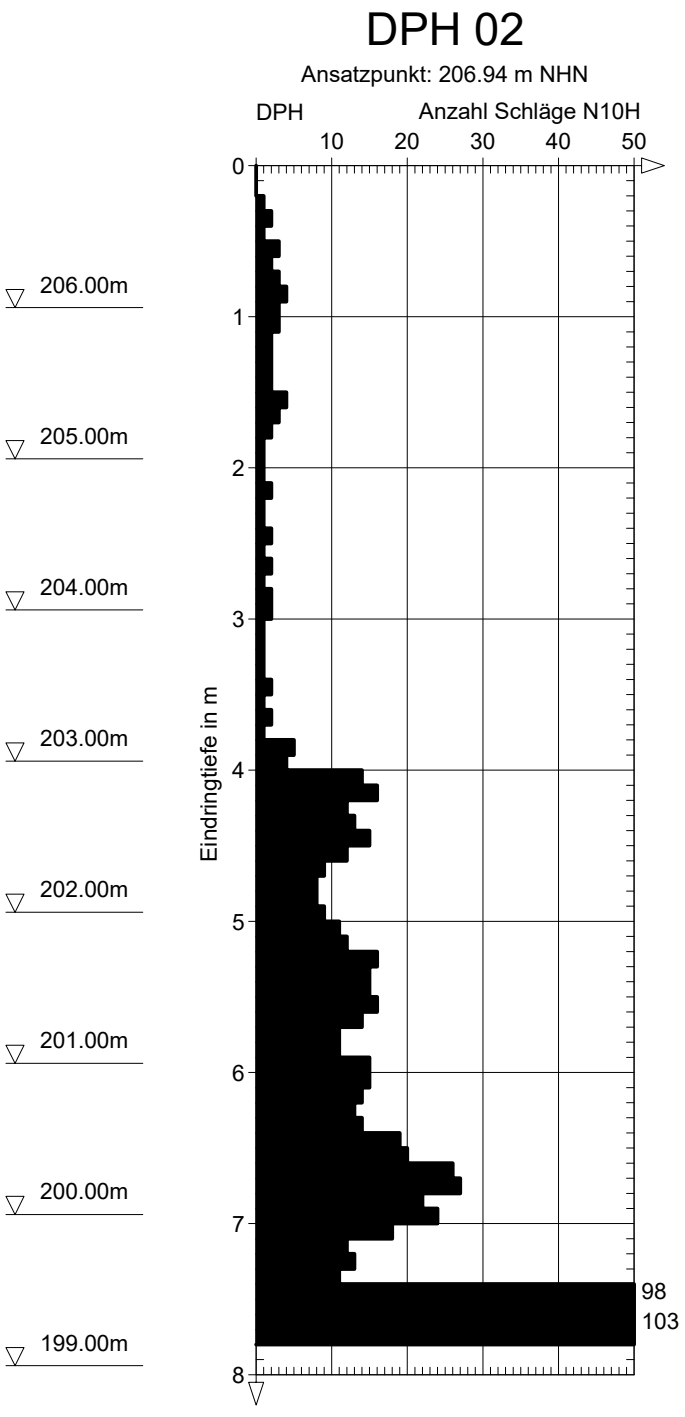
Tiefe	N_{10}	Tiefe	N_{10}	Tiefe	N_{10}
0.10	**2**				
0.20	**1**				
0.30	**1**				
0.40	**3**				
0.50	**3**				
0.60	**4**				
0.70	**2**				
0.80	**4**				
0.90	**3**				
1.00	**3**				
1.10	**3**				
1.20	**2**				
1.30	**1**				
1.40	**1**				
1.50	**1**				
1.60	**1**				
1.70	**3**				
1.80	**4**				
1.90	**4**				
2.00	**5**				
2.10	**4**				
2.20	**5**				
2.30	**5**				
2.40	**5**				
2.50	**3**				
2.60	**6**				
2.70	**3**				
2.80	**3**				
2.90	**3**				
3.00	**4**				
3.10	**9**				
3.20	**6**				
3.30	**6**				
3.40	**4**				
3.50	**7**				
3.60	**7**				
3.70	**9**				
3.80	**9**				
3.90	**9**				
4.00	**9**				
4.10	**11**				
4.20	**13**				
4.30	**11**				
4.40	**10**				
4.50	**7**				
4.60	**19**				
4.70	**34**				
4.80	**39**				
4.90	**84**				
5.00	**120**				
5.10	**111**				
5.20	**300**				



DC

BIGUS GmbH	Projekt:	Nacherkundung Bf Herborn (Dillkreis)	Anlage: 2.2.2
Schwanseestraße 113 a		Modernisierung der Verkehrsstation	Maßst.: 1: 50
99427 Weimar	Projekt-Nr.:	004745_1Na	Datum: 12.05.2026
Tel. 03643 - 490600 / Fax: 4906010	Wasser:	Wasseranschnitt bei 6,30 m unter GOK	Bearb.: Hr. D. Naumann
	Bemerkung:		

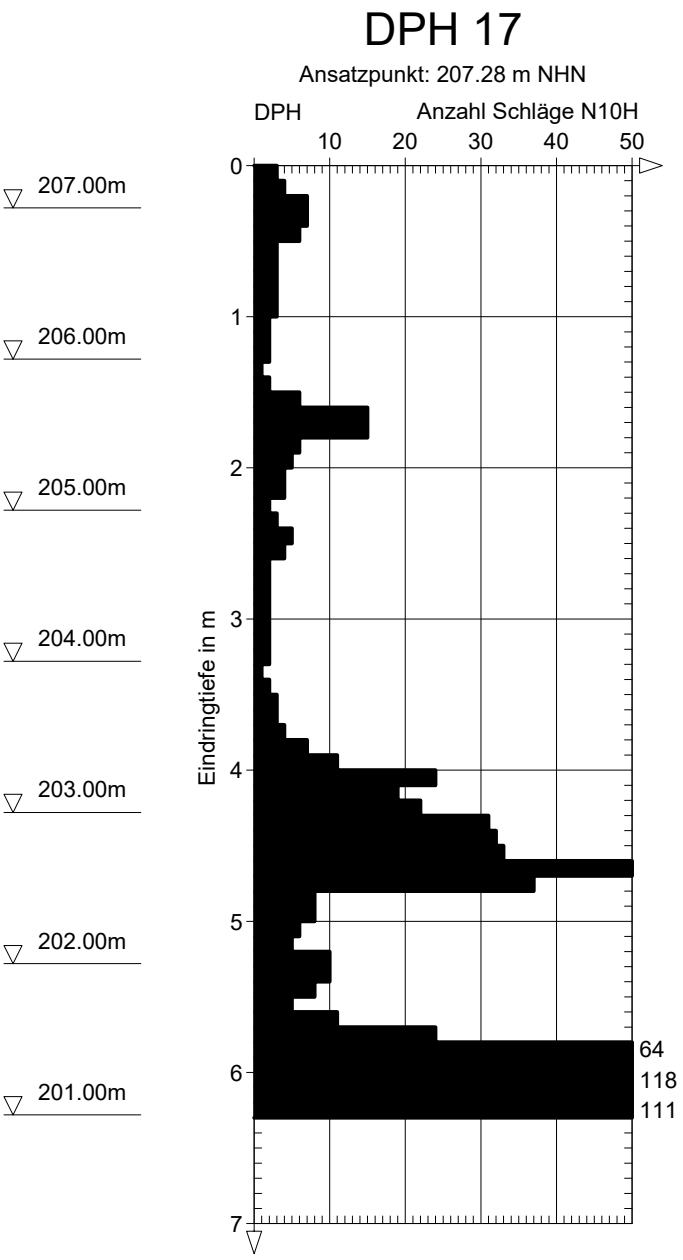
Tiefe	N_{10}	Tiefe	N_{10}	Tiefe	N_{10}
0.10	**0**	6.10	**15**		
0.20	**0**	6.20	**14**		
0.30	**1**	6.30	**13**		
0.40	**2**	6.40	**14**		
0.50	**1**	6.50	**19**		
0.60	**3**	6.60	**20**		
0.70	**2**	6.70	**26**		
0.80	**3**	6.80	**27**		
0.90	**4**	6.90	**22**		
1.00	**3**	7.00	**24**		
1.10	**3**	7.10	**18**		
1.20	**2**	7.20	**12**		
1.30	**2**	7.30	**13**		
1.40	**2**	7.40	**11**		
1.50	**2**	7.50	**98**		
1.60	**4**	7.60	**112**		
1.70	**3**	7.70	**103**		
1.80	**2**	7.80	**122**		
1.90	**1**				
2.00	**1**				
2.10	**1**				
2.20	**2**				
2.30	**1**				
2.40	**1**				
2.50	**2**				
2.60	**1**				
2.70	**2**				
2.80	**1**				
2.90	**2**				
3.00	**2**				
3.10	**1**				
3.20	**1**				
3.30	**1**				
3.40	**1**				
3.50	**2**				
3.60	**1**				
3.70	**2**				
3.80	**1**				
3.90	**5**				
4.00	**4**				
4.10	**14**				
4.20	**16**				
4.30	**12**				
4.40	**13**				
4.50	**15**				
4.60	**12**				
4.70	**9**				
4.80	**8**				
4.90	**8**				
5.00	**9**				
5.10	**11**				
5.20	**12**				
5.30	**16**				
5.40	**15**				
5.50	**15**				
5.60	**16**				
5.70	**14**				
5.80	**11**				
5.90	**11**				
6.00	**15**				



DC

BIGUS GmbH	Projekt:	Nacherkundung Bf Herborn (Dillkreis)	Anlage: 2.2.3
Schwanseestraße 113 a		Modernisierung der Verkehrsstation	Maßst.: 1: 50
99427 Weimar	Projekt-Nr.:	004745_1Na	Datum: 12.05.2026
Tel. 03643 - 490600 / Fax: 4906010	Wasser:	kein Wasser	Bearb.: Hr. D. Naumann
	Bemerkung:		

Tiefe	N_{10}	Tiefe	N_{10}	Tiefe	N_{10}
0.10	**3**	6.10	**118**		
0.20	**4**	6.20	**109**		
0.30	**7**	6.30	**111**		
0.40	**7**				
0.50	**6**				
0.60	**3**				
0.70	**3**				
0.80	**3**				
0.90	**3**				
1.00	**3**				
1.10	**2**				
1.20	**2**				
1.30	**2**				
1.40	**1**				
1.50	**2**				
1.60	**6**				
1.70	**15**				
1.80	**15**				
1.90	**6**				
2.00	**5**				
2.10	**4**				
2.20	**4**				
2.30	**2**				
2.40	**3**				
2.50	**5**				
2.60	**4**				
2.70	**2**				
2.80	**2**				
2.90	**2**				
3.00	**2**				
3.10	**2**				
3.20	**2**				
3.30	**2**				
3.40	**1**				
3.50	**2**				
3.60	**3**				
3.70	**3**				
3.80	**4**				
3.90	**7**				
4.00	**11**				
4.10	**24**				
4.20	**19**				
4.30	**22**				
4.40	**31**				
4.50	**32**				
4.60	**33**				
4.70	**50**				
4.80	**37**				
4.90	**8**				
5.00	**8**				
5.10	**6**				
5.20	**5**				
5.30	**10**				
5.40	**10**				
5.50	**8**				
5.60	**5**				
5.70	**11**				
5.80	**24**				
5.90	**64**				
6.00	**98**				



DC

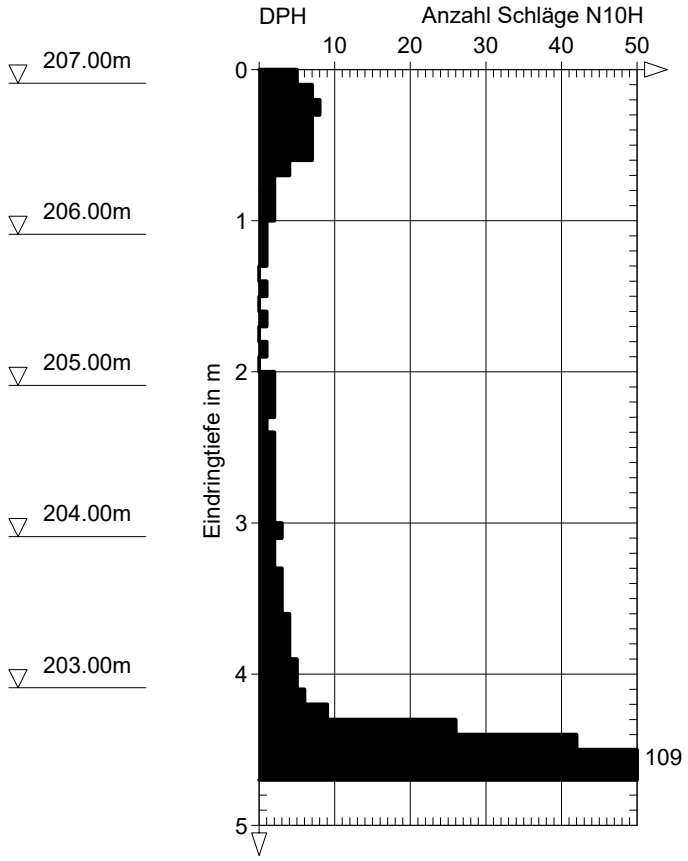
BIGUS GmbH
Schwanseestraße 113 a
99427 Weimar
Tel. 03643 - 490600 / Fax: 4906010

Projekt:	Nacherkundung Bf Herborn (Dillkreis)	Anlage: 2.2.4
	Modernisierung der Verkehrsstation	Maßst.: 1: 50
Projekt-Nr.:	004745_1Na	Datum: 12.05.2026
Wasser:	kein Wasser	Bearb.: Hr. D. Naumann
Bemerkung:		

Tiefe	N_{10}	Tiefe	N_{10}	Tiefe	N_{10}
0.10	**5**				
0.20	**7**				
0.30	**8**				
0.40	**7**				
0.50	**7**				
0.60	**7**				
0.70	**4**				
0.80	**2**				
0.90	**2**				
1.00	**2**				
1.10	**1**				
1.20	**1**				
1.30	**1**				
1.40	**0**				
1.50	**1**				
1.60	**0**				
1.70	**1**				
1.80	**0**				
1.90	**1**				
2.00	**0**				
2.10	**2**				
2.20	**2**				
2.30	**2**				
2.40	**1**				
2.50	**2**				
2.60	**2**				
2.70	**2**				
2.80	**2**				
2.90	**2**				
3.00	**2**				
3.10	**3**				
3.20	**2**				
3.30	**2**				
3.40	**3**				
3.50	**3**				
3.60	**3**				
3.70	**4**				
3.80	**4**				
3.90	**4**				
4.00	**5**				
4.10	**5**				
4.20	**6**				
4.30	**9**				
4.40	**26**				
4.50	**42**				
4.60	**109**				
4.70	**300**				

DPH 18

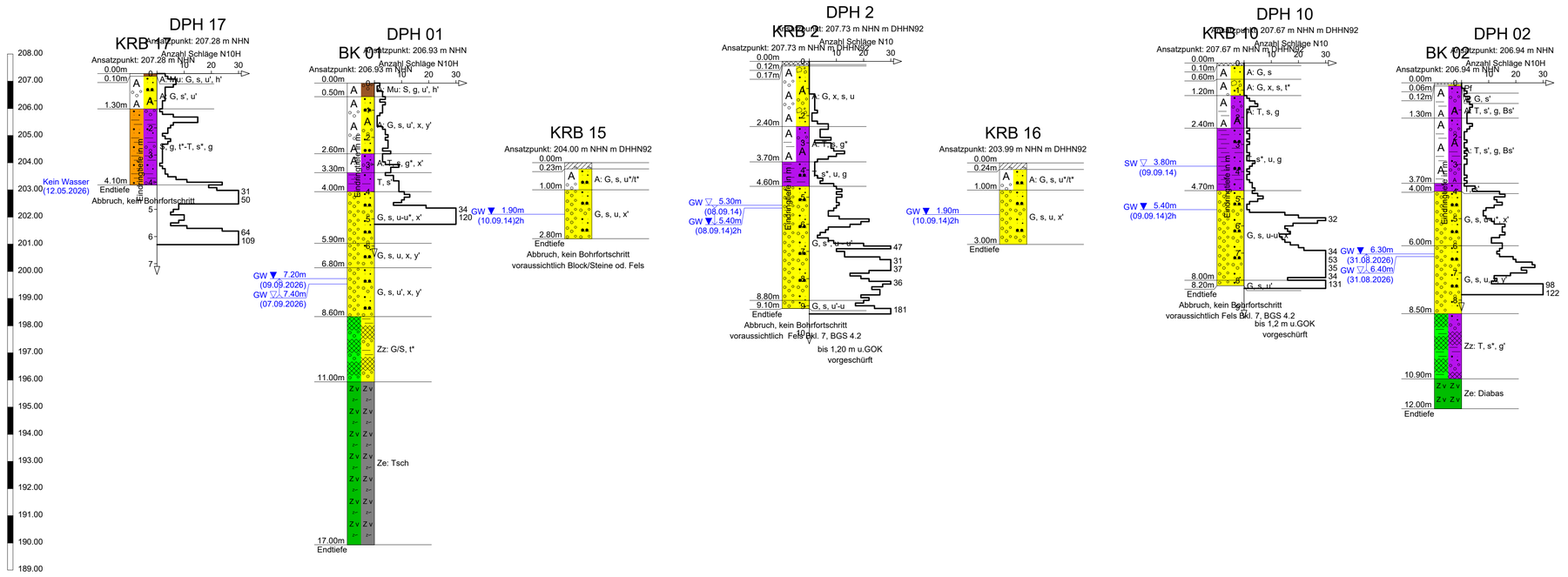
Ansatzpunkt: 207.09 m NHN



DC

Anlage 3

Höhenorientierte Tiefenprofile (Geotechnischer Schnitt)



Legende

As = Asphalt
A = Auffüllung
Be = Beton
Ze = Fels, entfestigt
Zz = Felszersatz
G = Kies, g = kiesig
Mu = Mutterboden
Pf = Pflaster
S = Sand, s = sandig
u = schluffig
x = steinig
T = Ton, t = tonig
Tsch= Tonschiefer

Proben	Wasserstände	Beschaffenheit nach DIN 4023
Gestörte Probe	GW ▽ GW angebohrt	weich / halbfest
	GW ▼ Ruhewasserstand	steif / fest
	SW ▽ Sickerwasser	

BIGUS GmbH
Schwanseestr. 113a
99427 Weimar
Tel.: 03643-490600 / Fax.: 03643-4906010 / E-Mail: kontakt@bigus-gmbh.de

Bauherr:	DB InfraGO AG, Bahnhofsmanagement Gießen
Projekt:	Nacherkundung Bf Herborn (Dillkreis); Modernisierung der Verkehrsstatio
Projekt-Nr.:	004745_1Na
Datum:	12.05.-09.09.2026
Bearbeiter:	Hr. D. Naumann
gezeichnet:	Hr. D. Naumann
Maßstab:	MdH 1:100; MdL unmstl.

Höhenorientierte Tiefenprofile — Anlage: 3

Personenunterführung

Anlage 4

Ergebnisse der Feld- und Laborversuche

Anlage 4.1

Protokolle der bodenmechanischen Laborversuche (BIGUS)

Laborauftrag

Projektnummer (BIGUS):	004745_1Na	Datum:	12.05.2026
Bauvorhaben:	Modernisierung VST	Gutachter:	Naumann
Ort:	Herborn		
Objekt:	Personenunterführung		

Lfd.-Nr.	Probenbezeichnung	Benennung	WG	Sieb	SS	Ko	GV	Pr	k_f	Ca	Dichte
1	KRB 17/3 + 17/4 + 17/5	Decklehm	x		x	x					
2	BK 1: 7,5 - 8,5 m	Flusskies	x	S							
3	BK 1: 9,5 - 10,0 m	Felszersatz Tonschiefe	x		x	x					
4	BK 2: 4,0 - 5,0 m	Flusskies	x	S							
5	BK 2: 8,5 - 9,0 m	Felszersatz Diabas	x		x	x					

Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Laborversuche an Bodenproben nach DIN EN ISO 17892-1 Teil 1:

Bestimmung des Wassergehalts

Projektnummer (BIGUS):	004745_1Na	Datum:	11.06.2026
Bauvorhaben:	Modernisierung VST	Gutachter:	Naumann
Probe:	KRB 17/3 + 17/4 + 17/5	Prüfer:	Kotsch
Boden:	Decklehm		

Ergebnis

m_{Tara}	531,65 g
$m_{Tara+feucht}$	2 465,65 g
$m_{Tara+trocken}$	2 187,62 g
m_{feucht}	1 934,00 g
$m_{trocken}$	1 655,97 g
$m_{Porenwasser}$	278,03 g
Wassergehalt	0,1679
w_n	16,79 %

Hinweise zur Trocknung:

Temperatur	105°C bis 110°C		
Dauer	4 h bis 16 h	bzw. bis Massekonstanz	$\frac{\Delta m}{1\,h} < 0{,}1\ \%$

Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Laborversuche an Bodenproben nach DIN EN ISO 17892 - Teil 4:

Bestimmung der Korngrößenverteilung natürlicher Böden durch Siebung und Sedimentation durch Aräometerverfahren

Projektnummer (BIGUS):	004745_1Na	Datum:	11.06.2026
Bauvorhaben:	Modernisierung VST	Gutachter:	Naumann
Probe:	KRB 17/3 + 17/4 + 17/5	Prüfer:	Kotsch
Boden:	Decklehm		

$m_{trocken\ Sieb}$:	1 655,97 g	**Größtkorn d_{max}:**	18,0 mm
Wassergehalt w_n:	16,79 %	**Schlämmkorn < 0,063 mm:**	39,84 %
Siebdurchgang:	1 655,14 g	**Ungleichförmigkeit C_u:**	514
Siebverlust:	0,83 g	**Krümmungszahl C_c:**	0,6
Siebverlust:	0,05 %		

Nennmaße Sieböffnungen	Masse Rückstand R_i	Anteil Rückstand	∑ Siebdurchgang
63,0 mm	0,00 g	0,0 %	100 %
31,5 mm	0,00 g	0,0 %	100 %
16,0 mm	129,78 g	7,8 %	92 %
8,0 mm	82,86 g	5,0 %	87 %
4,0 mm	128,42 g	7,8 %	79 %
2,0 mm	119,67 g	7,2 %	72 %
1,0 mm	142,76 g	8,6 %	64 %
0,5 mm	132,48 g	8,0 %	56 %
0,25 mm	117,79 g	7,1 %	48 %
0,125 mm	92,79 g	5,6 %	43 %
0,063 mm	49,74 g	3,0 %	40 %
0,059 mm	51,50 g	3,1 %	40 %
0,043 mm	39,48 g	2,4 %	37 %
0,032 mm	57,90 g	3,5 %	34 %
0,021 mm	110,53 g	6,7 %	27 %
0,013 mm	100,00 g	6,0 %	21 %
0,008 mm	68,42 g	4,1 %	17 %
0,005 mm	47,37 g	2,9 %	14 %
0,003 mm	42,11 g	2,5 %	12 %
0,001 mm	26,32 g	1,6 %	10 %

Siebung

	R_i in [g],[%]		∑ SD
< 0,063 mm:	659 g	39,8 %	0 %

Bodengruppe: SU*/ST*
Kornkennzahl: 04330
Bodenart
nach DIN 4022-1: S/G, u*/t*
nach DIN EN ISO 14688: Sa/Gr, si*/cl*
Frostempfindlichkeits-klasse nach ZTV-E StB: F3
k_f - Wert nach Beyer: kf < 5,0E-06 m/s *
nach USBR: 1,176E-07
*außerhalb Gültigkeitsbereich

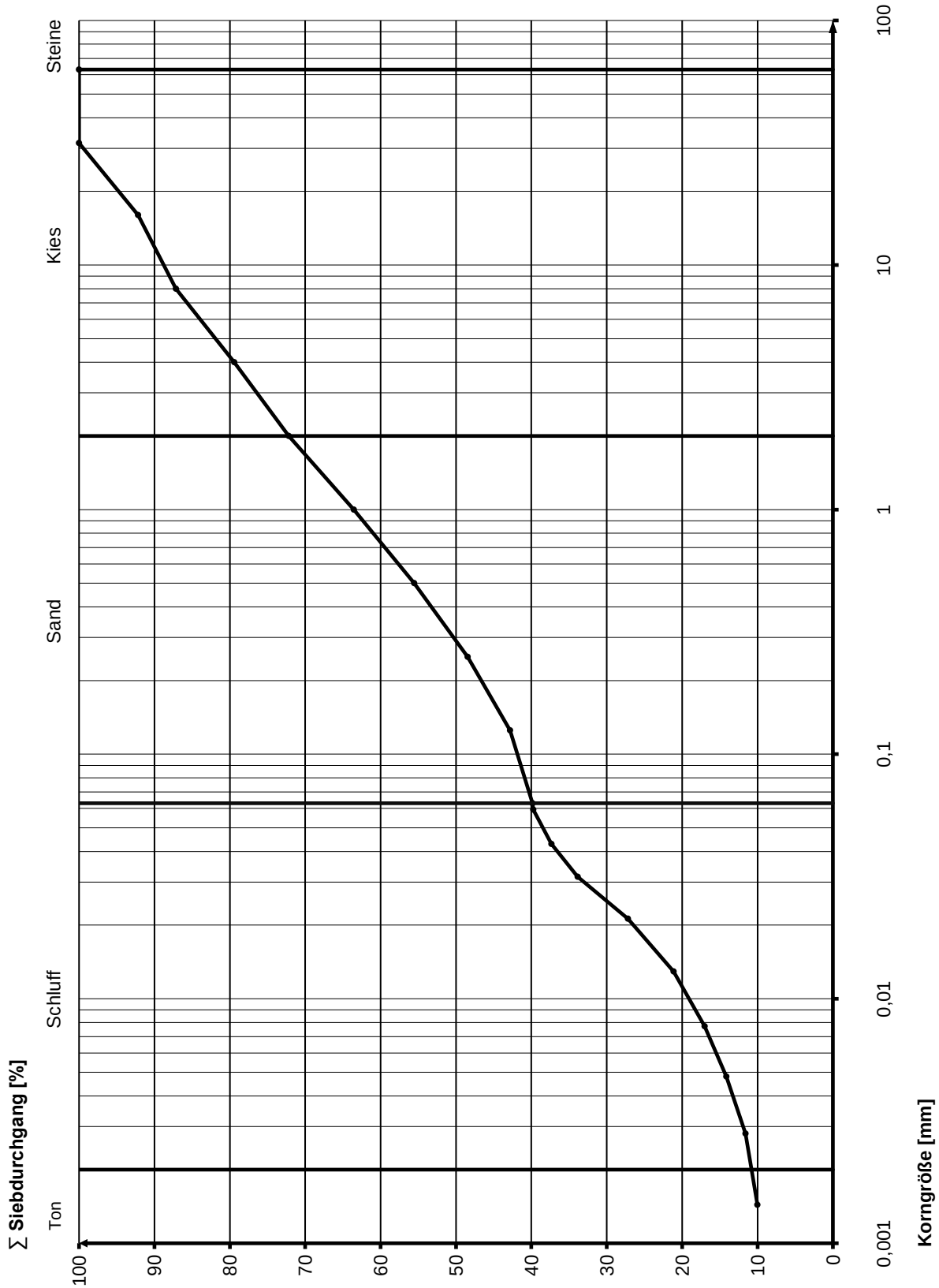
Sedimentation

Aräometer-Nr.: 1127277

C_m:	0,4	**$m_{trocken\ Sedi.}$:**	39,8 g
ρ_S:	2,7 Mg/m3	**$m_{>0,4\ mm}$:**	46,7 %
R_0	-0,1	**$m_{>0,063\ mm}$:**	39,8 %
		$m_{<0,002\ mm}$:	10,8 %

t	R'_h	$R_d=R'_h+C_m-R_0$	H_r	T	η in mPa*s	d_i	K	K_c
30 s	24,5 g/l	25,0 g/l	98,6 mm	20,6 °C	0,991	0,059 mm	99,7 %	39,7 %
60 s	23,2 g/l	23,5 g/l	103,3 mm	20,6 °C	0,991	0,043 mm	93,7 %	37,3 %
120 s	21,0 g/l	21,3 g/l	111,3 mm	20,6 °C	0,991	0,032 mm	85,0 %	33,9 %
300 s	16,8 g/l	17,1 g/l	126,6 mm	20,6 °C	0,991	0,021 mm	68,2 %	27,2 %
900 s	13,0 g/l	13,3 g/l	140,3 mm	20,6 °C	0,991	0,013 mm	53,1 %	21,1 %
2700 s	10,4 g/l	10,7 g/l	149,8 mm	20,5 °C	0,993	0,008 mm	42,7 %	17,0 %
7200 s	8,6 g/l	8,9 g/l	156,3 mm	20,8 °C	0,986	0,005 mm	35,5 %	14,1 %
21600 s	7,0 g/l	7,3 g/l	162,1 mm	21,3 °C	0,974	0,003 mm	29,1 %	11,6 %
86400 s	6,0 g/l	6,3 g/l	165,7 mm	20,3 °C	0,998	0,001 mm	25,1 %	10,0 %

Korngrößenverteilung - Sieblinie



Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Laborversuche an Bodenproben nach DIN EN ISO 17892 - Teil 12:

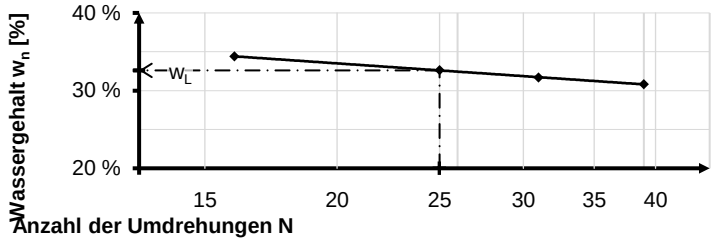
Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenzen nach Casagrande

Projektnummer (BIGUS):	004745_1Na	Datum:	11.06.2026
Bauvorhaben:	Modernisierung VST	Gutachter:	Naumann
Probe:	KRB 17/3 + 17/4 + 17/5	Prüfer:	Kotsch
Boden:	Decklehm		

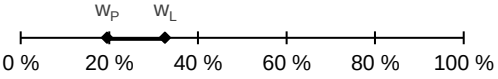
1. Fließgrenze					**2. Ausrollgrenze**	
Umdrehungen	39	31	25	16		
m_{tara}	17,4 g	18,0 g	18,2 g	17,7 g	12,8 g	12,4 g
$m_{feucht+tara}$	35,3 g	36,3 g	37,4 g	40,7 g	23,4 g	23,1 g
$m_{trocken+tara}$	31,1 g	31,9 g	32,7 g	34,8 g	21,7 g	21,3 g
m_{Wasser}	4,2 g	4,4 g	4,7 g	5,9 g	1,7 g	1,7 g
$m_{trocken}$	13,7 g	13,9 g	14,5 g	17,2 g	8,9 g	8,9 g
w_n	30,8 %	31,7 %	32,6 %	34,4 %	19,5 %	19,5 %

$w_{n<0,4mm}$:	24,5 %	w_n :	16,8 %	I_P :	13 %	I_C : 0,62
$m_{>0,4mm}$:	47 %	w_L :	33 %	A :	4 %	I_L: 0,38
$w_{>0,4mm}$:	8,0 %	w_P :	20 %	I_A :	1,21	

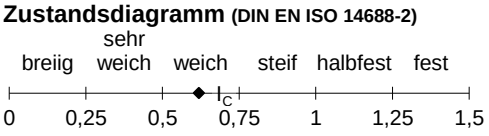
Bestimmung Fließgrenze



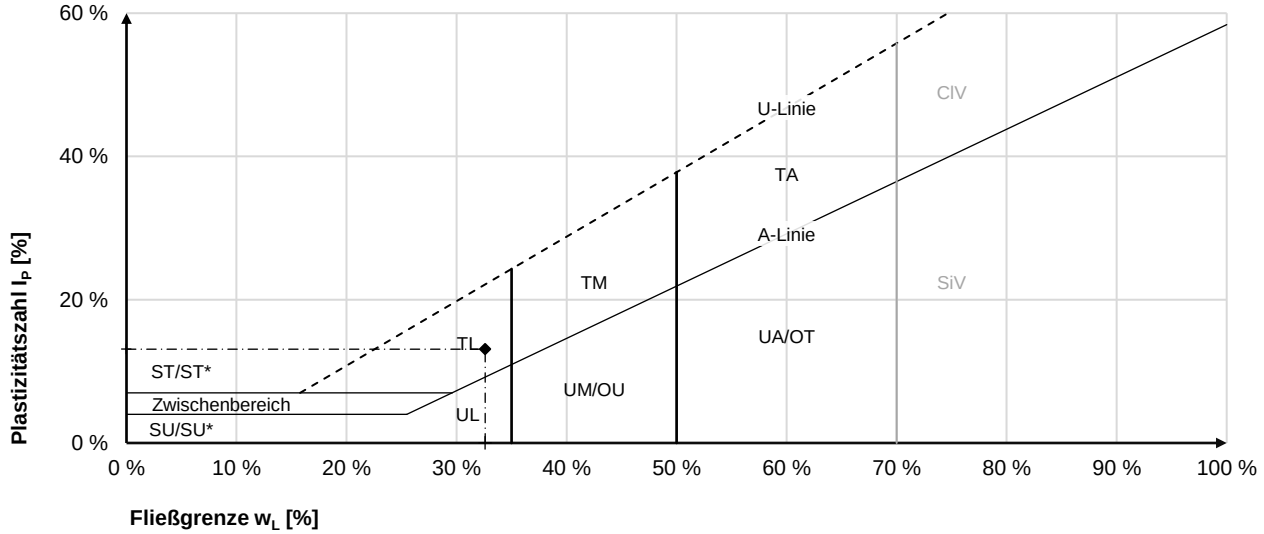
Bildsamkeitsbereich



Zustandsdiagramm (DIN EN ISO 14688-2)



Plastizitätsdiagramm (DIN 18196)



Bemerkung:

Die Bestimmung der Fließgrenze erfolgte anhand des Vier-Punkte-Verfahren mit zunehmendem Wassergehalt.

Die Prüfung der Probe erfolgte nach manueller Auslese des Überkorns.

Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Laborversuche an Bodenproben nach DIN EN ISO 17892-1 Teil 1:

Bestimmung des Wassergehalts

Projektnummer (BIGUS):	004745_1Na	Datum:	17.09.2026
Bauvorhaben:	Modernisierung VST	Gutachter:	Naumann
Probe:	BK 1: 7,5 - 8,5 m	Prüfer:	Kotsch
Boden:	Flusskies		

Ergebnis

m_{Tara}	998,00 g
$m_{Tara+feucht}$	17 206,00 g
$m_{Tara+trocken}$	15 509,00 g
m_{feucht}	16 208,00 g
$m_{trocken}$	14 511,00 g
$m_{Porenwasser}$	1 697,00 g
Wassergehalt	0,1169
w_n	11,69 %

Hinweise zur Trocknung:

Temperatur	105°C bis 110°C		
Dauer	4 h bis 16 h	bzw. bis Massekonstanz	$\frac{\Delta m}{1\,h} < 0{,}1$ %

Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Laborversuche an Bodenproben nach DIN EN ISO 17892 - Teil 4:

Bestimmung der Korngrößenverteilung natürlicher Böden durch Siebung

Projektnummer (BIGUS):	004745_1Na	Datum:	17.09.2026
Bauvorhaben:	Modernisierung VST	Gutachter:	Naumann
Probe:	BK 1: 7,5 - 8,5 m	Prüfer:	Kotsch
Boden:	Flusskies		

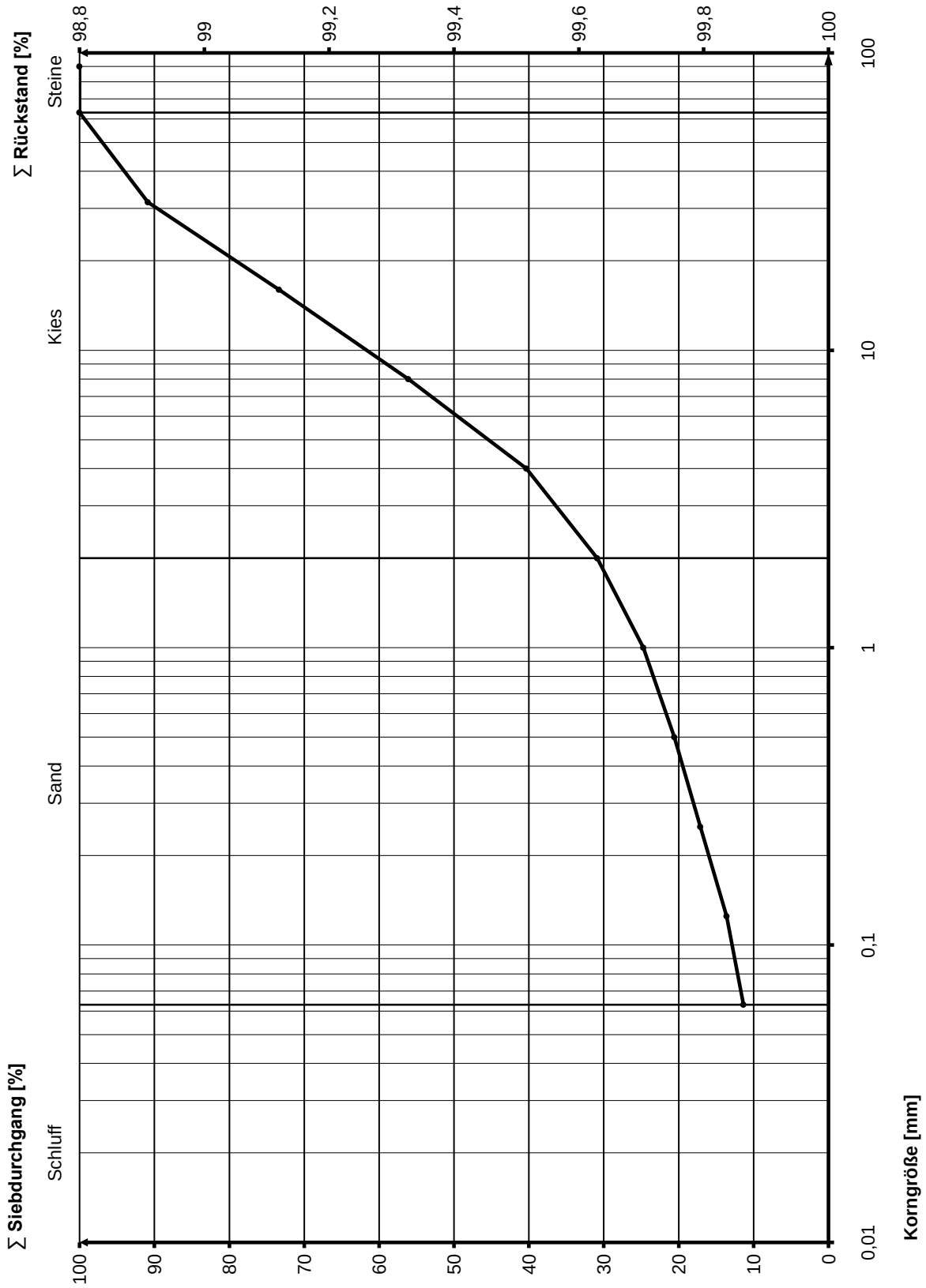
$m_{trocken}$:	14 511,00 g	**Größtkorn d_{max}:**	45,0 mm
Wassergehalt w_n:	11,69 %	**Schlämmkorn < 0,063 mm:**	11,29 %
Siebdurchgang:	14 502,89 g	**Ungleichförmigkeit C_u:**	224
Siebverlust:	8,11 g	**Krümmungszahl C_c:**	8,4
Siebverlust:	0,056 %		

***Hinweis:** Einwaage entspricht nicht empfohlener Mindestmasse.

Nennmaße der Sieböffnungen	Masse des Rückstandes Ri	Prozentualer Anteil des Rückstandes	Kumulativer prozentualer Anteil des Durchgangs
90,0 mm	0,00 g	0,0 %	100 %
63,0 mm	0,00 g	0,0 %	100 %
31,5 mm	1 322,64 g	9,1 %	91 %
16,0 mm	2 540,24 g	17,5 %	73 %
8,0 mm	2 509,18 g	17,3 %	56 %
4,0 mm	2 283,54 g	15,7 %	40 %
2,0 mm	1 373,02 g	9,5 %	31 %
1,0 mm	895,02 g	6,2 %	25 %
0,5 mm	602,89 g	4,2 %	21 %
0,25 mm	500,90 g	3,5 %	17 %
0,125 mm	511,16 g	3,5 %	14 %
0,063 mm	325,71 g	2,2 %	11 %
Material in Auffangschale < 0,063 mm:	**1638,59 g**	11,3 %	0 %

Bodengruppe:	GU/GT	**Frostempfindlichkeits-**	
Kornkennzahl:	01270	**klasse nach ZTV-E StB:**	F2
Bodenart nach		**k_f - Wert nach Beyer:**	5,2E-06 bis 1,2E-05 m/s
DIN 4022-1:	G, s, u'/t'	**nach USBR:**	5,63E-04 m/s
DIN EN ISO 14688:	Gr, sa, si'/cl'		

Korngrößenverteilung - Sieblinie



Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Laborversuche an Bodenproben nach DIN EN ISO 17892-1 Teil 1:

Bestimmung des Wassergehalts

Projektnummer (BIGUS):	004745_1Na	Datum:	17.09.2026
Bauvorhaben:	Modernisierung VST	Gutachter:	Naumann
Probe:	BK 1: 9,5 - 10,0 m	Prüfer:	Kotsch
Boden:	Felszersatz Tonschiefer		

Ergebnis

m_{Tara}	973,00 g
$m_{Tara+feucht}$	8 116,00 g
$m_{Tara+trocken}$	7 384,00 g
m_{feucht}	7 143,00 g
$m_{trocken}$	6 411,00 g
$m_{Porenwasser}$	732,00 g
Wassergehalt	0,1142
w_n	11,42 %

Hinweise zur Trocknung:

Temperatur	105°C bis 110°C		
Dauer	4 h bis 16 h	bzw. bis Massekonstanz	$\frac{\Delta m}{1\,h} < 0{,}1$ %

Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Laborversuche an Bodenproben nach DIN EN ISO 17892 - Teil 4:

Bestimmung der Korngrößenverteilung natürlicher Böden durch Siebung und Sedimentation durch Aräometerverfahren

Projektnummer (BIGUS):	004745_1Na	Datum:	17.09.2026
Bauvorhaben:	Modernisierung VST	Gutachter:	Naumann
Probe:	BK 1: 9,5 - 10,0 m	Prüfer:	Kotsch
Boden:	Felszersatz Tonschiefer		

$m_{trocken\ Sieb}$:	6 411,00 g	**Größtkorn d_{max}:**	20,0 mm
Wassergehalt w_n:	11,42 %	**Schlämmkorn < 0,063 mm:**	32,53 %
Siebdurchgang:	6 404,65 g	**Ungleichförmigkeit C_u:**	624
Siebverlust:	6,35 g	**Krümmungszahl C_c:**	0,5
Siebverlust:	0,099 %		

Nennmaße Sieböffnungen	Masse Rückstand R_i	Anteil Rückstand	∑ Siebdurchgang
63,0 mm	0,00 g	0,0 %	100 %
31,5 mm	0,00 g	0,0 %	100 %
16,0 mm	16,78 g	0,3 %	100 %
8,0 mm	488,22 g	7,6 %	92 %
4,0 mm	967,94 g	15,1 %	77 %
2,0 mm	844,57 g	13,2 %	64 %
1,0 mm	820,71 g	12,8 %	51 %
0,5 mm	500,84 g	7,8 %	43 %
0,25 mm	332,29 g	5,2 %	38 %
0,125 mm	218,32 g	3,4 %	35 %
0,063 mm	135,81 g	2,1 %	33 %
0,057 mm	146,25 g	2,3 %	32 %
0,042 mm	179,42 g	2,8 %	30 %
0,031 mm	148,22 g	2,3 %	27 %
0,02 mm	202,83 g	3,2 %	24 %
0,012 mm	257,43 g	4,0 %	20 %
0,007 mm	241,83 g	3,8 %	16 %
0,005 mm	187,23 g	2,9 %	13 %
0,003 mm	202,83 g	3,2 %	10 %
0,001 mm	148,22 g	2,3 %	8 %

Siebung

	R_i in [g],[%]		∑ SD
< 0,063 mm:	2079 g	32,4 %	0 %

Bodengruppe: SU*/ST*
Kornkennzahl: 03340
Bodenart
nach DIN 4022-1: G/S, u*/t*
nach DIN EN ISO 14688: Gr/Sa, si*/cl*
Frostempfindlichkeits-klasse nach ZTV-E StB: F3
k_f - Wert nach Beyer: kf < 5,0E-06 m/s *
nach USBR: 1,436E-07
*außerhalb Gültigkeitsbereich

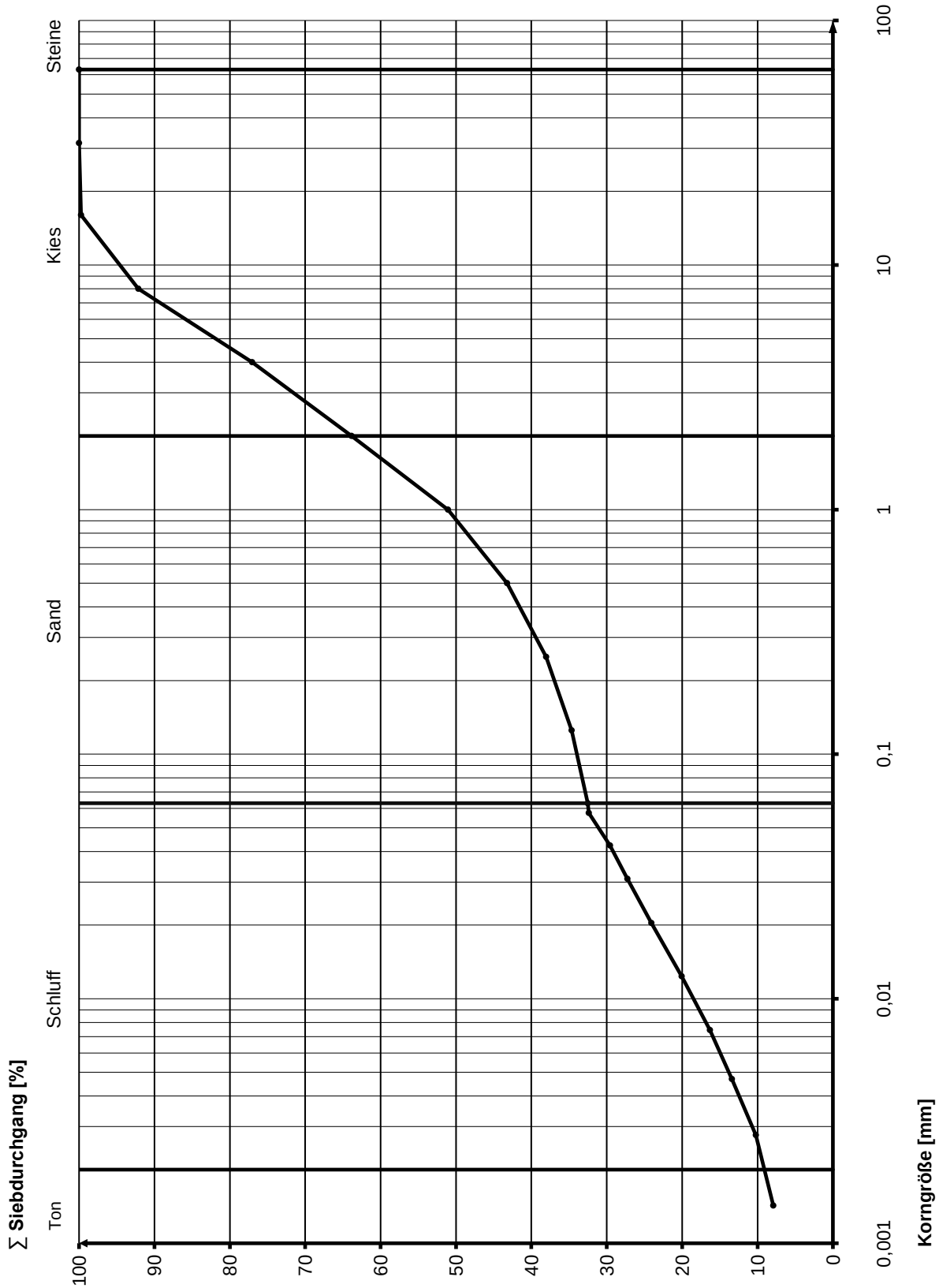
Sedimentation

Aräometer-Nr.: 1127277

C_m:	0,4	**$m_{trocken\ Sedi.}$:**	42,5 g
ρ_S:	2,7 Mg/m3	**$m_{>0,4\ mm}$:**	58,4 %
R_0	-0,1	**$m_{>0,063\ mm}$:**	32,5 %
		$m_{<0,002\ mm}$:	9,1 %

t	R'_h	$R_d=R'_h+C_m-R_0$	H_r	T	η in mPa*s	d_i	K	K_c
30 s	26,1 g/l	26,6 g/l	92,8 mm	20,7 °C	0,988	0,057 mm	99,5 %	32,4 %
60 s	24,0 g/l	24,3 g/l	100,4 mm	20,7 °C	0,988	0,042 mm	90,9 %	29,6 %
120 s	22,1 g/l	22,4 g/l	107,3 mm	20,7 °C	0,988	0,031 mm	83,8 %	27,3 %
300 s	19,5 g/l	19,8 g/l	116,8 mm	20,7 °C	0,988	0,02 mm	74,1 %	24,1 %
900 s	16,2 g/l	16,5 g/l	128,7 mm	20,7 °C	0,988	0,012 mm	61,7 %	20,1 %
2700 s	13,1 g/l	13,4 g/l	140,0 mm	20,7 °C	0,988	0,007 mm	50,1 %	16,3 %
7200 s	10,7 g/l	11,0 g/l	148,7 mm	20,7 °C	0,988	0,005 mm	41,1 %	13,4 %
21600 s	8,1 g/l	8,4 g/l	158,1 mm	21,4 °C	0,972	0,003 mm	31,4 %	10,2 %
86400 s	6,2 g/l	6,5 g/l	165,0 mm	20,7 °C	0,988	0,001 mm	24,3 %	7,9 %

Korngrößenverteilung - Sieblinie



Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Laborversuche an Bodenproben nach DIN EN ISO 17892 - Teil 12:

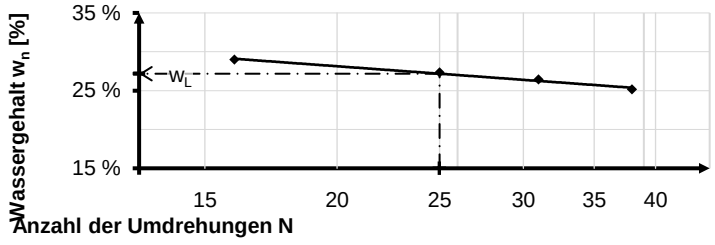
Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenzen nach Casagrande

Projektnummer (BIGUS):	004745_1Na	Datum:	18.09.2026
Bauvorhaben:	Modernisierung VST	Gutachter:	Naumann
Probe:	BK 1: 9,5 - 10,0 m	Prüfer:	Kotsch
Boden:	Felszersatz Tonschiefer		

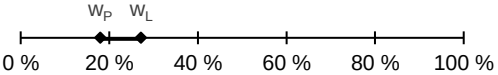
1. Fließgrenze					**2. Ausrollgrenze**	
Umdrehungen	38	31	25	16		
m_{tara}	17,4 g	18,0 g	18,2 g	17,6 g	12,8 g	12,4 g
$m_{feucht+tara}$	35,1 g	35,1 g	36,5 g	38,6 g	23,6 g	23,0 g
$m_{trocken+tara}$	31,6 g	31,5 g	32,6 g	33,9 g	21,9 g	21,3 g
m_{Wasser}	3,6 g	3,6 g	3,9 g	4,7 g	1,6 g	1,6 g
$m_{trocken}$	14,2 g	13,5 g	14,4 g	16,2 g	9,1 g	9,0 g
w_n	25,1 %	26,4 %	27,3 %	29,0 %	17,9 %	18,1 %

$w_{n<0,4mm}$:	16,2 %	w_n :	11,4 %	I_P :	9 %	I_C : 1,19
$m_{>0,4mm}$:	58 %	w_L :	27 %	A :	4 %	I_L: -0,19
$w_{>0,4mm}$:	8,0 %	w_P :	18 %	I_A :	1,01	

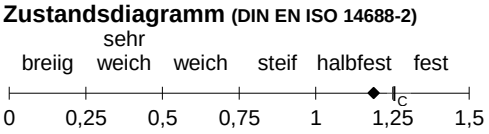
Bestimmung Fließgrenze



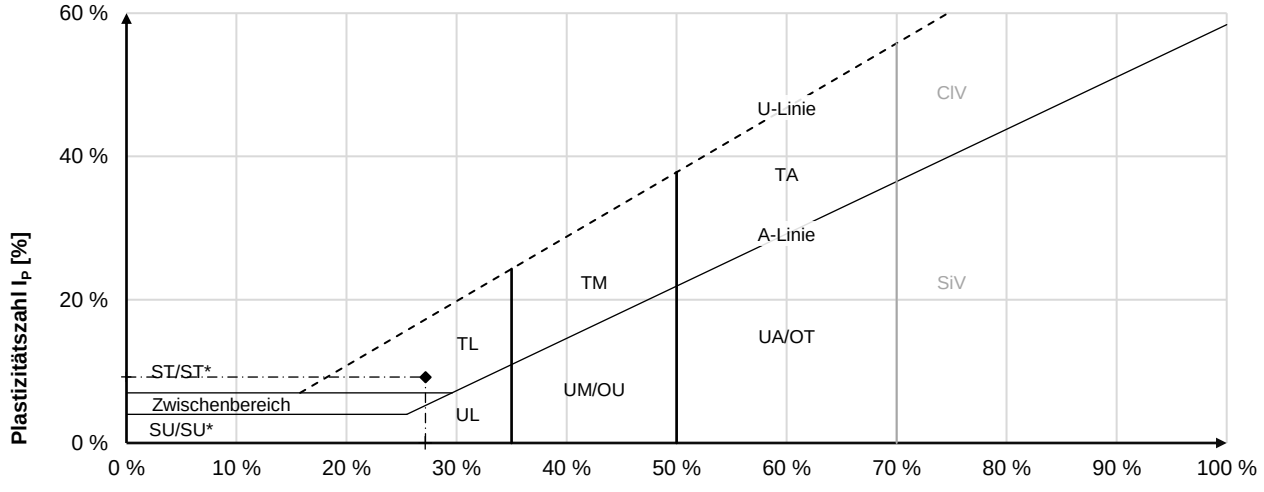
Bildsamkeitsbereich



Zustandsdiagramm (DIN EN ISO 14688-2)



Plastizitätsdiagramm (DIN 18196)



Bemerkung:

Die Bestimmung der Fließgrenze erfolgte anhand des Vier-Punkte-Verfahren mit zunehmendem Wassergehalt.

Die Prüfung der Probe erfolgte nach manueller Auslese des Überkorns.

Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Laborversuche an Bodenproben nach DIN EN ISO 17892-1 Teil 1:

Bestimmung des Wassergehalts

Projektnummer (BIGUS):	004745_1Na	Datum:	17.09.2026
Bauvorhaben:	Modernisierung VST	Gutachter:	Naumann
Probe:	BK 2: 4,0 - 5,0 m	Prüfer:	Kotsch
Boden:	Flusskies		

Ergebnis

m_{Tara}	968,00 g
$m_{Tara+feucht}$	9 602,00 g
$m_{Tara+trocken}$	8 670,00 g
m_{feucht}	8 634,00 g
$m_{trocken}$	7 702,00 g
$m_{Porenwasser}$	932,00 g
Wassergehalt	0,1210
w_n	12,10 %

Hinweise zur Trocknung:

Temperatur	105°C bis 110°C		
Dauer	4 h bis 16 h	bzw. bis Massekonstanz	$\frac{\Delta m}{1\,h} < 0{,}1\ \%$

Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Laborversuche an Bodenproben nach DIN EN ISO 17892 - Teil 4:

Bestimmung der Korngrößenverteilung natürlicher Böden durch Siebung

Projektnummer (BIGUS):	004745_1Na	Datum:	17.09.2026
Bauvorhaben:	Modernisierung VST	Gutachter:	Naumann
Probe:	BK 2: 4,0 - 5,0 m	Prüfer:	Kotsch
Boden:	Flusskies		

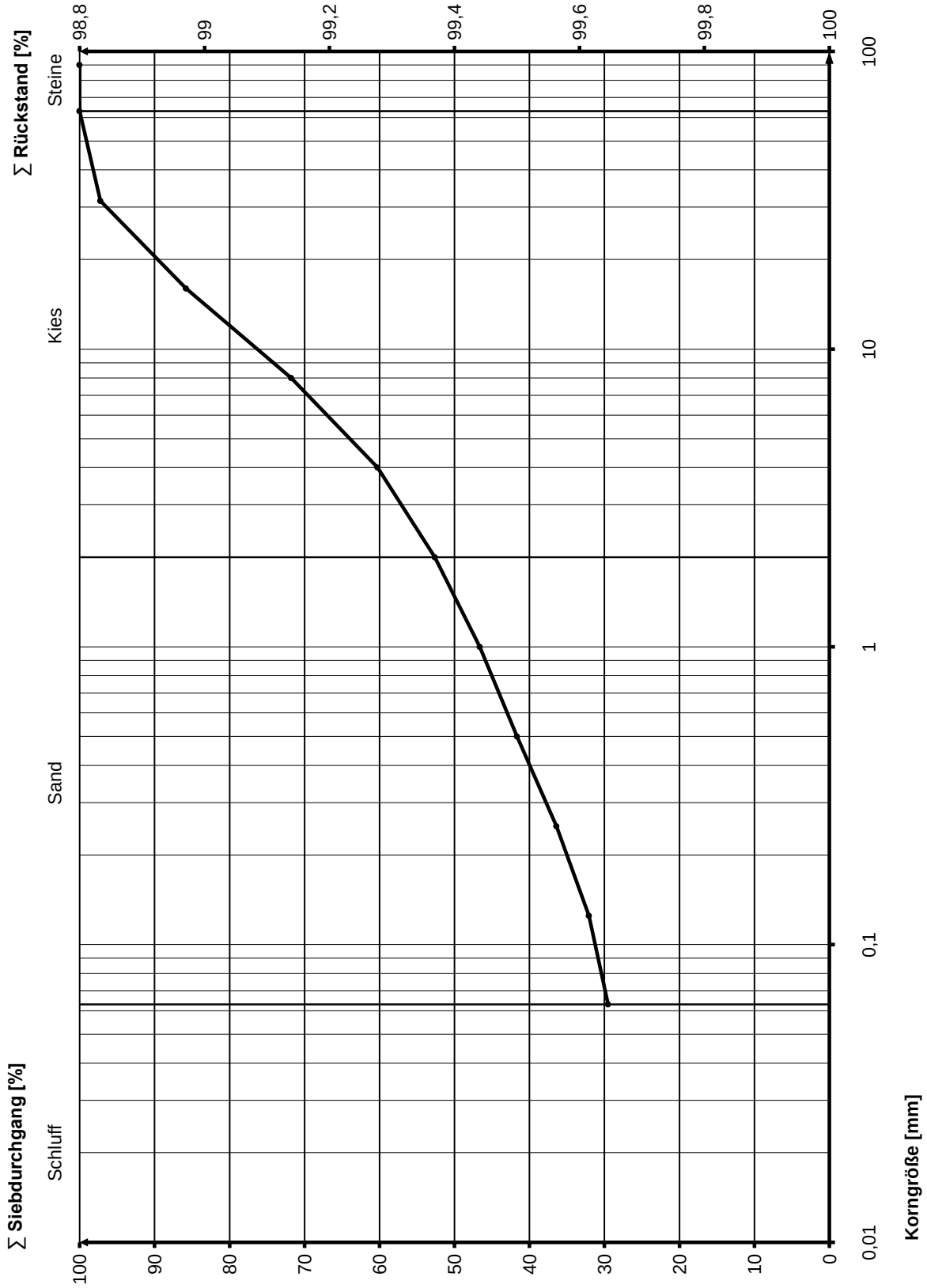
$m_{trocken}$:	7 702,00 g	**Größtkorn d_{max}:**	40,0 mm
Wassergehalt w_n:	12,10 %	**Schlämmkorn < 0,063 mm:**	29,47 %
Siebdurchgang:	7 698,36 g	**Ungleichförmigkeit C_u:**	> 10000
Siebverlust:	3,64 g	**Krümmungszahl C_c:**	4,0
Siebverlust:	0,047 %		

***Hinweis:** Einwaage entspricht nicht empfohlener Mindestmasse.

Nennmaße der Sieböffnungen	Masse des Rückstandes Ri	Prozentualer Anteil des Rückstandes	Kumulativer prozentualer Anteil des Durchgangs
90,0 mm	0,00 g	0,0 %	100 %
63,0 mm	0,00 g	0,0 %	100 %
31,5 mm	213,03 g	2,8 %	97 %
16,0 mm	880,58 g	11,4 %	86 %
8,0 mm	1 081,02 g	14,0 %	72 %
4,0 mm	885,26 g	11,5 %	60 %
2,0 mm	590,08 g	7,7 %	53 %
1,0 mm	461,79 g	6,0 %	47 %
0,5 mm	382,18 g	5,0 %	42 %
0,25 mm	404,87 g	5,3 %	36 %
0,125 mm	334,01 g	4,3 %	32 %
0,063 mm	196,03 g	2,5 %	30 %
Material in Auffangschale < 0,063 mm:	**2269,51 g**	29,5 %	0 %

Bodengruppe:	GU*/GT*	**Frostempfindlichkeits-**	
Kornkennzahl:	03250	**klasse nach ZTV-E StB:**	F3
Bodenart nach		**k_f - Wert nach Beyer:**	kf < 5,0E-06 m/s *
DIN 4022-1:	G, s, u/t	**nach USBR:**	1,72E-08 m/s
DIN EN ISO 14688:	Gr, sa, si/cl		*außerhalb Gültigkeitsbereich

Korngrößenverteilung - Sieblinie



Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Laborversuche an Bodenproben nach DIN EN ISO 17892-1 Teil 1:

Bestimmung des Wassergehalts

Projektnummer (BIGUS):	004745_1Na	Datum:	17.09.2026
Bauvorhaben:	Modernisierung VST	Gutachter:	Naumann
Probe:	BK 2: 8,5 - 9,0 m	Prüfer:	Kotsch
Boden:	Felszersatz Diabas		

Ergebnis

m_{Tara}	951,00 g
$m_{Tara+feucht}$	3 179,46 g
$m_{Tara+trocken}$	2 903,79 g
m_{feucht}	2 228,46 g
$m_{trocken}$	1 952,79 g
$m_{Porenwasser}$	275,67 g
Wassergehalt	0,1412
w_n	14,12 %

Hinweise zur Trocknung:

Temperatur	105°C bis 110°C		
Dauer	4 h bis 16 h	bzw. bis Massekonstanz	$\frac{\Delta m}{1\,h} < 0{,}1\ \%$

Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Laborversuche an Bodenproben nach DIN EN ISO 17892 - Teil 4:

Bestimmung der Korngrößenverteilung natürlicher Böden durch Siebung und Sedimentation durch Aräometerverfahren

Projektnummer (BIGUS):	004745_1Na	Datum:	17.09.2026
Bauvorhaben:	Modernisierung VST	Gutachter:	Naumann
Probe:	BK 2: 8,5 - 9,0 m	Prüfer:	Kotsch
Boden:	Felszersatz Diabas		

$m_{trocken\ Sieb}$:	1 952,79 g	**Größtkorn d_{max}:**	10,0 mm
Wassergehalt w_n:	14,12 %	**Schlämmkorn < 0,063 mm:**	44,84 %
Siebdurchgang:	1 952,56 g	**Ungleichförmigkeit C_u:**	95
Siebverlust:	0,23 g	**Krümmungszahl C_c:**	0,7
Siebverlust:	0,012 %		

Nennmaße Sieböffnungen	Masse Rückstand R_i	Anteil Rückstand	∑ Siebdurchgang
63,0 mm	0,00 g	0,0 %	100 %
31,5 mm	0,00 g	0,0 %	100 %
16,0 mm	0,00 g	0,0 %	100 %
8,0 mm	32,45 g	1,7 %	98 %
4,0 mm	67,17 g	3,4 %	95 %
2,0 mm	117,01 g	6,0 %	89 %
1,0 mm	169,54 g	8,7 %	80 %
0,5 mm	183,31 g	9,4 %	71 %
0,25 mm	202,21 g	10,4 %	60 %
0,125 mm	189,98 g	9,7 %	51 %
0,063 mm	115,45 g	5,9 %	45 %
0,054 mm	139,36 g	7,1 %	44 %
0,04 mm	80,03 g	4,1 %	40 %
0,03 mm	80,03 g	4,1 %	35 %
0,02 mm	105,76 g	5,4 %	30 %
0,012 mm	108,61 g	5,6 %	24 %
0,007 mm	97,18 g	5,0 %	19 %
0,005 mm	88,61 g	4,5 %	15 %
0,003 mm	85,75 g	4,4 %	11 %
0,001 mm	71,46 g	3,7 %	7 %

Siebung

	R_i in [g],[%]		∑ SD
< 0,063 mm:	875 g	44,8 %	0 %

Bodengruppe: U/T
Kornkennzahl: 04411
Bodenart
nach DIN 4022-1: U/T, g ' , s*
nach DIN EN ISO 14688: Si/Cl, gr ' , sa*
Frostempfindlichkeits-klasse nach ZTV-E StB: F3
k_f - Wert nach Beyer: kf < 5,0E-06 m/s *
nach USBR: 5,198E-08
*außerhalb Gültigkeitsbereich

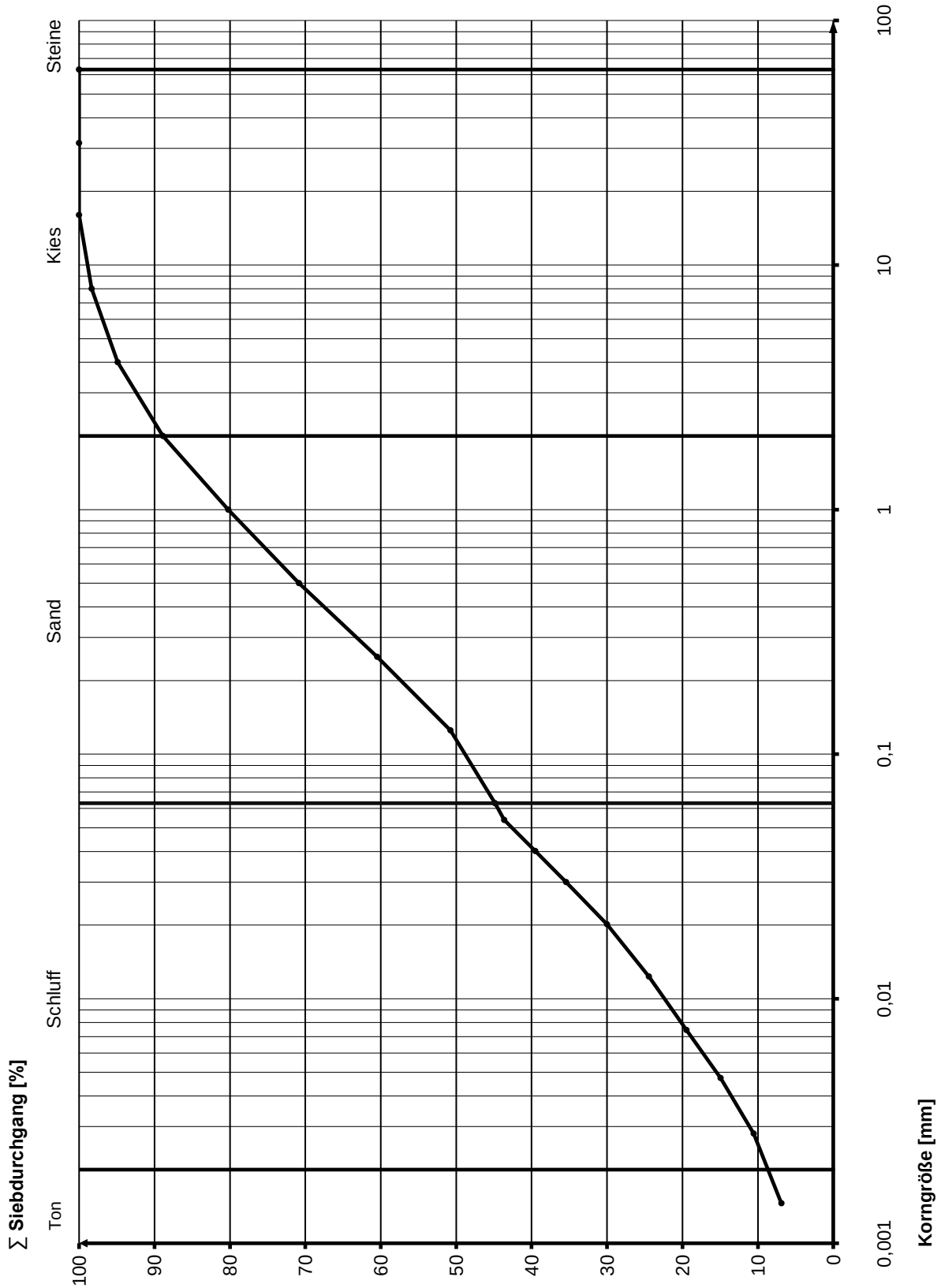
Sedimentation

Aräometer-Nr.: 1127277

C_m:	0,4	**$m_{trocken\ Sedi.}$:**	48,7 g
ρ_S:	2,7 Mg/m3	**$m_{>0,4\ mm}$:**	32,5 %
R_0	-0,1	**$m_{>0,063\ mm}$:**	44,8 %
		$m_{<0,002\ mm}$:	8,6 %

t	R'_h	$R_d=R'_h+C_m-R_0$	H_r	T	η in mPa*s	d_i	K	K_c
30 s	29,3 g/l	29,8 g/l	81,2 mm	20,7 °C	0,988	0,054 mm	97,3 %	43,6 %
60 s	26,7 g/l	27,0 g/l	90,6 mm	20,7 °C	0,988	0,04 mm	88,1 %	39,5 %
120 s	23,9 g/l	24,2 g/l	100,8 mm	20,7 °C	0,988	0,03 mm	79,0 %	35,4 %
300 s	20,2 g/l	20,5 g/l	114,2 mm	20,7 °C	0,988	0,02 mm	66,9 %	30,0 %
900 s	16,4 g/l	16,7 g/l	128,0 mm	20,7 °C	0,988	0,012 mm	54,5 %	24,4 %
2700 s	13,0 g/l	13,3 g/l	140,3 mm	20,7 °C	0,988	0,007 mm	43,4 %	19,5 %
7200 s	9,9 g/l	10,2 g/l	151,6 mm	20,7 °C	0,988	0,005 mm	33,3 %	14,9 %
21600 s	6,9 g/l	7,2 g/l	162,5 mm	21,4 °C	0,972	0,003 mm	23,5 %	10,5 %
86400 s	4,4 g/l	4,7 g/l	171,5 mm	20,7 °C	0,988	0,001 mm	15,3 %	6,9 %

Korngrößenverteilung - Sieblinie



Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Laborversuche an Bodenproben nach DIN EN ISO 17892 - Teil 12:

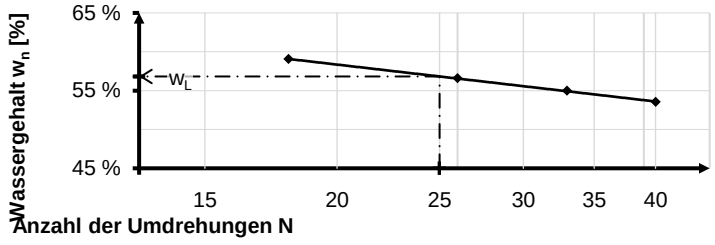
Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenzen nach Casagrande

Projektnummer (BIGUS):	004745_1Na	Datum:	17.09.2026
Bauvorhaben:	Modernisierung VST	Gutachter:	Naumann
Probe:	BK 2: 8,5 - 9,0 m	Prüfer:	Kotsch
Boden:	Felszersatz Diabas		

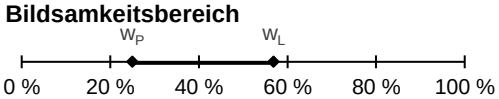
1. Fließgrenze					**2. Ausrollgrenze**	
Umdrehungen	40	33	26	18		
m_{tara}	12,2 g	12,8 g	17,5 g	12,6 g	13,5 g	17,4 g
$m_{feucht+tara}$	28,8 g	30,4 g	33,5 g	28,0 g	24,0 g	27,6 g
$m_{trocken+tara}$	23,0 g	24,2 g	27,7 g	22,3 g	21,9 g	25,6 g
m_{Wasser}	5,8 g	6,3 g	5,8 g	5,7 g	2,1 g	2,1 g
$m_{trocken}$	10,9 g	11,4 g	10,3 g	9,7 g	8,4 g	8,2 g
w_n	53,5 %	55,0 %	56,6 %	59,0 %	24,7 %	25,2 %

$w_{n<0,4mm}$:	19,0 %	w_n :	14,1 %	I_P :	32 %	I_C : 1,19
$m_{>0,4mm}$:	32 %	w_L :	57 %	A :	5 %	I_L: -0,19
$w_{>0,4mm}$:	4,0 %	w_P :	25 %	I_A :	3,68	

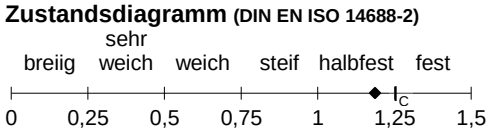
Bestimmung Fließgrenze



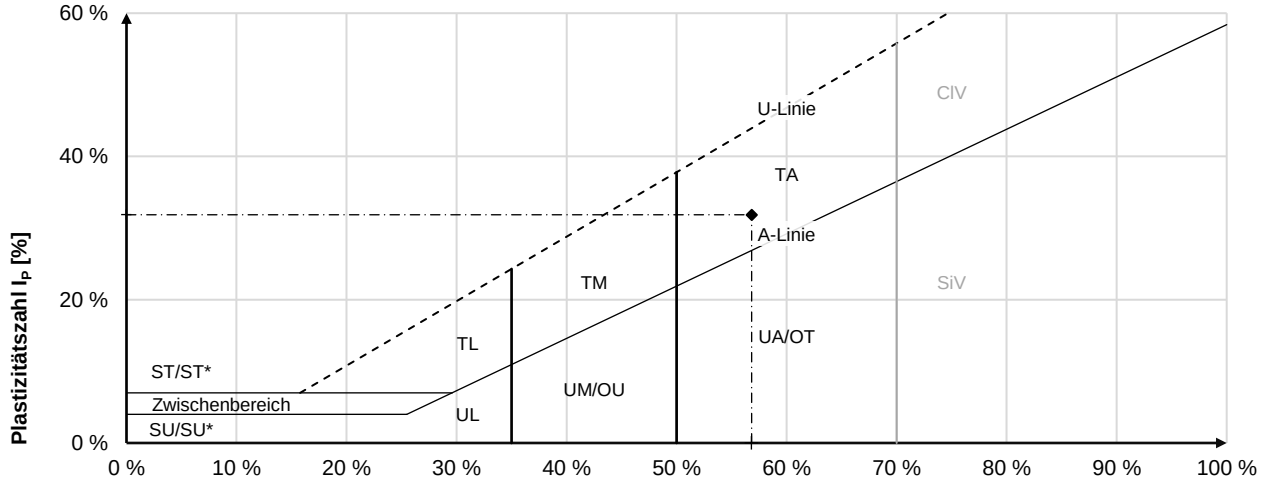
Bildsamkeitsbereich



Zustandsdiagramm (DIN EN ISO 14688-2)



Plastizitätsdiagramm (DIN 18196)



Bemerkung:

Die Bestimmung der Fließgrenze erfolgte anhand des Vier-Punkte-Verfahren mit zunehmendem Wassergehalt.

Die Prüfung der Probe erfolgte nach manueller Auslese des Überkorns.

Anlage 4.2

Prüfbericht der felsmechanischen Untersuchungen (ABE)

ABE Bauprüf- und -beratungsgesellschaft mbH
Otto-Schott-Straße 3, 99427 Weimar
Tel.: 03643 / 850199 E-Mail: weimar@abe-labor.de

Naturstein
einachsige Druckfestigkeit
Prüfung nach DIN EN 1926

Prüfbericht-Nr.: 57/278/26 vom: 21.09.26

Auftraggeber	BIGUS GmbH Weimar
Bauausführung	
Bauvorhaben	Nacherkundung Bf. Herborn (Dillkreis)
Bauwerk	Modernisierung der Verkehrsstation
Lieferant	
Art der Prüfung	Voruntersuchung / Erkundung

Angaben zum Probekörper

Probekörper-Kennzeichnung	1	2	3	4		
Gesteinsart	Tonschiefer rotbraun					
petrographische Benennung						
Kernbohrung / Entnahmestelle	BK 1/1 13,40 - 13,50 m	BK 1/2 13,80 - 13,90 m	BK 1/3 15,55 - 15,65 m	BK 1/4 15,70 - 15,80 m		
Entnahme am	07.09. - 11.09.26					
Entnahme durch	Auftraggeber (BIGUS GmbH)					

Angaben zur Ermittlung der einachsigen Druckfestigkeit

Lastrichtung zur Anisotropie		senkrecht	senkrecht	senkrecht	senkrecht		
Oberflächenvorbehandlung		geschnitten / abgeglichen					
Lagerung vor Prüfung		Trockenschrank (70°C)					
Eingangsdatum		16.09.26	16.09.16	16.09.26	16.09.26		
Äußere Beschaffenheit		horizontaler Durchbruch im unteren Drittel & 2x senkrechte Risse	2x horizontale Durchbrüche oben und unten	horizontaler Durchbruch in Mitte & 2x senkrechte Risse	horizontaler Durchbruch in Mitte & 1x senkrechter Riss		
Prüfdatum		21.09.26	21.09.26	21.09.26	21.09.26		
Länge	mm	50,1	49,8	49,7	50,2		
Breite	mm	49,9	49,8	49,8	50,0		
Höhe	mm	50,0	50,1	49,7	50,3		
Masse	g	334,1	331,7	322,9	341,7		
Volumen	cm^3	125,0	124,3	123,0	126,3		
Rohdichte	g/cm^3	**2,67**	**2,67**	**2,62**	**2,71**		
Bruchlast F_u	kN	122,2	127,8	96,0	132,9		
Druckfestigkeit	MPa	**48,88**	**51,53**	**38,79**	**52,95**		
Mittelwert Druckf.	MPa	**48**					

Bemerkungen:

Dieser Prüfbericht wurde in 2 Exemplaren ausgefertigt, umfasst 2 Seite(n) und darf ohne schriftliche Genehmigung der ABE GmbH nicht auszugsweise vervielfältigt werden. Alle Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den im Bericht angegebenen Prüfgegenstand.

ABE Bauprüf- und -beratungsgesellschaft mbH
Otto-Schott-Straße 3, 99427 Weimar
Tel.: 03643 / 850199 E-Mail: weimar@abe-labor.de

Naturstein
einachsige Druckfestigkeit
Prüfung nach DIN EN 1926

Prüfbericht-Nr.: 57/278/26 vom: 21.09.26

Auftraggeber	BIGUS GmbH Weimar
Bauausführung	
Bauvorhaben	Nacherkundung Bf. Herborn (Dillkreis)
Bauwerk	Modernisierung der Verkehrsstation
Lieferant	
Art der Prüfung	Voruntersuchung / Erkundung

Angaben zum Probekörper

Probekörper-Kennzeichnung	5	6	7			
Gesteinsart	Diabas blau/grau					
petrographische Benennung						
Kernbohrung / Entnahmestelle	BK 2/1 11,25 - 11,35 m	BK 2/2 11,40 - 11,65 m	BK 2/3 11,85 - 12,00 m			
Entnahme am	07.09. - 11.09.26					
Entnahme durch	Auftraggeber (BIGUS GmbH)					

Angaben zur Ermittlung der einachsigen Druckfestigkeit

Lastrichtung zur Anisotropie		senkrecht	senkrecht	senkrecht			
Oberflächenvorbehandlung		geschnitten / abgeglichen					
Lagerung vor Prüfung		Trockenschrank (70°C)					
Eingangsdatum		16.09.26	16.09.16	16.09.26			
Äußere Beschaffenheit		vermehrt ungerichtete weiße Ausfällungen	horizontaler Durchbruch im unteren Drittel	vermehrt ungerichtete weiße Ausfällungen			
Prüfdatum		21.09.26	21.09.26	21.09.26			
Länge	mm	50,0	49,9	50,1			
Breite	mm	49,9	50,5	49,9			
Höhe	mm	49,8	50,4	49,3			
Masse	g	342,4	346,4	343,4			
Volumen	cm^3	124,3	127,0	123,2			
Rohdichte	g/cm^3	**2,76**	**2,73**	**2,79**			
Bruchlast F_u	kN	74,3	89,1	144,0			
Druckfestigkeit	MPa	**29,78**	**35,36**	**57,60**			
Mittelwert Druckf.	MPa	**41**					

Bemerkungen:

Prüfung durchgeführt:

Feistkorn, Dipl.-Ing.

Bericht geprüft:

Dr.-Ing. Posern, Prüfstellenleiter

Dieser Prüfbericht wurde in 2 Exemplaren ausgefertigt, umfasst 2 Seite(n) und darf ohne schriftliche Genehmigung der ABE GmbH nicht auszugsweise vervielfältigt werden. Alle Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den im Bericht angegebenen Prüfgegenstand.

Anlage 4.3

Prüfbericht der bauchemischen Untersuchungen (Thüringer Umweltinstitut)

Thüringer Umweltinstitut Henterich GmbH · Kielforstweg 2 · 99819 Krauthausen

BIGUS GmbH

Schwanseestraße 113 a

99427 Weimar

DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-21735-01-00

Prüfbericht-Nr.: 2026PK12375 / 1

unsere Auftragsnummer 26K04060 / 001
Probeneingang 18.09.2026
Probenehmer durch den Auftraggeber

Material Boden
Projekt 004745_1Na_Nacherkundung Bf Herborn (Dillkreis), Modernisierung der Verkehrsstation

Probenbezeichnung MP Flusskies

Prüfbeginn / -ende 18.09.2026 - 08.10.2026
Probemenge 2,9 kg

Parameter	Einheit	Messwert	Methode
Betonaggressivität			
Säuregrad nach Baumann-Gully	mL/kg TM	16,6	DIN EN 16502:2014-11 81
Aufschluss mit HCl			DIN 4030-2: 2008-06 81
Sulfat aus HCl-Aufschluss	mg/kg TM	199	DIN ISO 22036: 2009-06[a] 81
Sulfat aus HCl-Aufschluss	mmol/kg TM	2,1	DIN ISO 22036: 2009-06[a] 81
Sulfid	mg/kg TM	<0,50	DIN 38405-27: 2017-10[a] 81
Eluat gem. DIN 4030/2			DIN 4030-2: 2008-06 81
Chlorid	mg/kg	<10	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07[a] 81
Stahlaggressivität			DIN 50929-3: 2018-03 81
Wassergehalt	Masse-%	5,5	berechnet 81
pH-Wert Boden (H2O-Susp.)		7,74	DIN ISO 10390: 2022-08[a] 81
pH-Wert Boden (CaCl2-Susp.)		7,58	DIN ISO 10390: 2022-08[a] 81
Temperatur bei pH-Messung	°C	21,3	DIN 38404-4: 1976-12[a] 81
Leitfähigkeit (Stahlaggressivität)	µS/cm	112	DIN 50929-3: 2018-03 81
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/kg TM	25,2	Titrimetrie 81
Basekapazität bis pH 7,0	mmol/kg TM	<0,1	Titrimetrie 81
Eluat gem. DIN 50929/3			DIN 50929-3: 2018-03 81

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Bericht beschriebenen Prüfgegenstände. Es wird keine Verantwortung für die Validität der Ergebnisse übernommen, sofern vom Kunden bereitgestellte Daten oder Informationen diese beeinflussen können. Vom Kunden bereitgestellte Daten sind gekennzeichnet. Das Laboratorium übernimmt keine Verantwortung für die Probenahme, sofern diese nicht durch Probenehmer eines zur GBA Group gehörenden Unternehmens oder in dessen Auftrag durchgeführt wurde. In diesem Fall gelten die Ergebnisse für die Probe wie erhalten. Ohne schriftliche Genehmigung des ausstellenden Unternehmens darf der Prüfbericht weder veröffentlicht noch auszugsweise vervielfältigt werden. Bei einer etwaigen Konformitätsbewertung werden Messunsicherheiten nicht berücksichtigt.

Thüringer Umweltinstitut Henterich GmbH
Kielforstweg 2, 99819 Krauthausen
Telefon +49 36926 71009-0
Fax +49 36926 71009-9
E-Mail thueringen@gba-group.com
www.gba-group.com

Sitz der Gesellschaft:
Krauthausen
Handelsregister:
Jena HRB 517815
USt-Id.Nr. DE 321078359
St.-Nr. 157/121/10837

Geschäftsführer:
Dr. Sven Unger,
Ralf Murzen

Parameter	Einheit	Messwert	Methode
Chlorid	mg/L	2	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07[a] 81
Sulfat	mg/L	5	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07[a] 81
Neutralsalze (wäßr. Auszug) [c(Cl) + 2c (SO4)]	mmol/kg TM	0,6	berechnet 81

Untersuchungslabor: 81ThuInst Krauthausen (D-PL-21735-01)
Die mit [a] gekennzeichneten Verfahren sind akkreditierte Verfahren des ausführenden Untersuchungslabors. Die Bestimmungsgrenzen (BG) können matrixbedingt variieren.

Krauthausen, 08.10.2026

Dieser Prüfbericht wurde automatisch erstellt und ist auch ohne Unterschrift gültig.

i. A. D. Weggen
Laborleitung

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

Anlage zu Prüfbericht 2026PK12375

Probe-Nr.: 26K04060 / 001

Probenbezeichnung: MP Flusskies

Tabelle 1: Expositionsklassen für Betonkorrosion durch chemischen Angriff durch Boden nach DIN 4030 Teil 1 (07/2024), Tabelle 4

	Messwert	Einheit	Expositionsklasse		
			XA1 chemisch schwach angreifend	XA2 chemisch mäßig angreifend	XA3 chemisch stark angreifend
Säuregrad nach Baumann-Gully	16,6	mL/kg TM	>200	---	---
Sulfat aus HCl-Aufschluss	199	mg/kg TM	2000 - 3000	>3000 - 12000	>12000 - 24000
Sulfid	<0,50	mg/kg TM	---	---	---
Chlorid	<10	mg/kg	---	---	---

Die Klasse wird durch den ungünstigsten Wert für jedes einzelne chemische Merkmal bestimmt. Wenn zwei oder mehrere angreifende Merkmale zu derselben Klasse führen, muss die nächsthöhere Expositionsklasse festgelegt werden, sofern nicht in einer speziellen Studie für diesen Fall nachgewiesen wird, dass dies nicht erforderlich ist.

Kurzbeurteilung: Der Boden ist nicht betonangreifend (<XA1).

Die Einstufung in Expositionsklassen erfolgt nach DIN 4030 Teil 1, während die Analytik der einzelnen Parameter im Labor entsprechend der im Prüfbericht genannten Methoden erfolgte.

Die angegebenen Einstufungen sind eine Serviceleistung und dienen zur Unterstützung der Auswertung durch den Auftraggeber. Die abschließende rechtsverbindliche Einstufung ist durch den Auftraggeber vorzunehmen und liegt allein in seinem Verantwortungsbereich.

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Bericht beschriebenen Prüfgegenstände. Es wird keine Verantwortung für die Validität der Ergebnisse übernommen, sofern vom Kunden bereitgestellte Daten oder Informationen diese beeinflussen können. Vom Kunden bereitgestellte Daten sind gekennzeichnet. Das Laboratorium übernimmt keine Verantwortung für die Probenahme, sofern diese nicht durch Probenehmer eines zur GBA Group gehörenden Unternehmens oder in dessen Auftrag durchgeführt wurde. In diesem Fall gelten die Ergebnisse für die

Anlage zu Prüfbericht 2026PK12375

Probe-Nr.: 26K04060 / 001

Probenbezeichnung: MP Flusskies

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

Nr.	Merkmal und Dimension / Einheit	Z		Bewertungs-ziffer
1	**Anteil abschlämmbarer Bestandteile [%]** <10 10 bis 30 30 bis 50 50 bis 80 >80 Verunreinigungen	**Z1** +4 +2 0 -2 -4 -12	20,0	**Z1** +2
2	**Spez. elektr. Bodenwiderstand [Ohm.m]** > 500 200 bis 500 50 bis 200 20 bis 50 10 bis 20 <= 10	**Z2** +4 +2 0 -2 -4 -6	89,3	**Z2** 0
3	**Wassergehalt [Masse-%]** < 20 > 20	**Z3** 0 -1	5,5	**Z3** 0
4	**pH-Wert** > 9 6 bis 9 4 bis 6 < 4	**Z4** +2 0 -1 -3	7,74	**Z4** 0
5	**Säurekapazität [mmol/kg]** > 1.000 200 bis 1.000 < 200	**Z5** +3 +1 0	25,2	**Z5** 0
6	**Basenkapazität [mmol/kg]** < 2,5 2,5 bis 5 5 bis 10 10 bis 20 20 bis 30 > 30	**Z6** 0 -2 -4 -6 -8 -10	<0,1	**Z6** 0
7	**Sulfid [mg/kg TM]** < 5 5 bis 10 > 10	**Z7** 0 -3 -6	<0,50	**Z7** 0
8	**Sulfat [mmol/kg TM]** < 2 2 bis 5 > 5 bis 10 > 10	**Z8** 0 -1 -2 -3	2,1	**Z8** -1

Nr.	Merkmal und Dimension / Einheit	Z		Bewertungs-ziffer
9	**Neutralsalze [mmol/kg TM]** < 3 3 bis 10 10 bis 30 30 bis 100 > 100	**Z9** 0 -1 -2 -3 -4	0,6	**Z9** 0
10	**Grundwasser vorhanden, visuell** nie immer zeitweise	**Z10** 0 -1 -2	zeitweise	**Z10** -2

Summe: Z1 + Z2 + Z3 + Z4 + Z5 + Z6 + Z7 + Z8 + Z9 + Z10 = **-1**

Abschätzung der Korrosionswahrscheinlichkeiten bei freier Korrosion von unlegierten und niedriglegierten Eisenwerkstoffen:

B0-Werte*	Bodenklasse	Korrosionsbelastung
>= 0	Ia	sehr niedrig
-1 bis -4	Ib	niedrig
-5 bis -10	II	mittel
< -10	III	hoch

* Disclaimer: Der B0 Wert umfasst neben der oben genannten Summe zusätzlich noch die Bewertungszahlen Z1 und Z10.

Die Einstufung erfolgt nach DIN 50929 Teil 3, während die Analytik der einzelnen Parameter im Labor entsprechend der im Prüfbericht genannten Methoden erfolgte.

Die angegebenen Einstufungen sind eine Serviceleistung und dienen zur Unterstützung der Auswertung durch den Auftraggeber. Die abschließende rechtsverbindliche Einstufung ist durch den Auftraggeber vorzunehmen und liegt allein in seinem Verantwortungsbereich.

Thüringer Umweltinstitut Henterich GmbH · Kielforstweg 2 · 99819 Krauthausen

BIGUS GmbH

Schwanseestraße 113 a

99427 Weimar

DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-21735-01-00

Prüfbericht-Nr.: 2026PK12376 / 1

unsere Auftragsnummer 26K04060 / 002
Probeneingang 18.09.2026
Probenehmer durch den Auftraggeber

Material Boden
Projekt 004745_1Na_Nacherkundung Bf Herborn (Dillkreis), Modernisierung der Verkehrsstation

Probenbezeichnung MP Felszersatz Tonschiefer

Prüfbeginn / -ende 18.09.2026 - 08.10.2026
Probemenge 2,9 kg

Parameter	Einheit	Messwert	Methode
Betonaggressivität			
Säuregrad nach Baumann-Gully	mL/kg TM	14,8	DIN EN 16502:2014-11 81
Aufschluss mit HCl			DIN 4030-2: 2008-06 81
Sulfat aus HCl-Aufschluss	mg/kg TM	162	DIN ISO 22036: 2009-06[a] 81
Sulfat aus HCl-Aufschluss	mmol/kg TM	1,7	DIN ISO 22036: 2009-06[a] 81
Sulfid	mg/kg TM	<0,50	DIN 38405-27: 2017-10[a] 81
Eluat gem. DIN 4030/2			DIN 4030-2: 2008-06 81
Chlorid	mg/kg	21	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07[a] 81
Stahlaggressivität			DIN 50929-3: 2018-03 81
Wassergehalt	Masse-%	10,8	berechnet 81
pH-Wert Boden (H2O-Susp.)		8,00	DIN ISO 10390: 2022-08[a] 81
pH-Wert Boden (CaCl2-Susp.)		7,62	DIN ISO 10390: 2022-08[a] 81
Temperatur bei pH-Messung	°C	21,4	DIN 38404-4: 1976-12[a] 81
Leitfähigkeit (Stahlaggressivität)	µS/cm	55,7	DIN 50929-3: 2018-03 81
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/kg TM	10,4	Titrimetrie 81
Basekapazität bis pH 7,0	mmol/kg TM	<0,1	Titrimetrie 81
Eluat gem. DIN 50929/3			DIN 50929-3: 2018-03 81

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Bericht beschriebenen Prüfgegenstände. Es wird keine Verantwortung für die Validität der Ergebnisse übernommen, sofern vom Kunden bereitgestellte Daten oder Informationen diese beeinflussen können. Vom Kunden bereitgestellte Daten sind gekennzeichnet. Das Laboratorium übernimmt keine Verantwortung für die Probenahme, sofern diese nicht durch Probenehmer eines zur GBA Group gehörenden Unternehmens oder in dessen Auftrag durchgeführt wurde. In diesem Fall gelten die Ergebnisse für die Probe wie erhalten. Ohne schriftliche Genehmigung des ausstellenden Unternehmens darf der Prüfbericht weder veröffentlicht noch auszugsweise vervielfältigt werden. Bei einer etwaigen Konformitätsbewertung werden Messunsicherheiten nicht berücksichtigt.

Thüringer Umweltinstitut Henterich GmbH
Kielforstweg 2, 99819 Krauthausen
Telefon +49 36926 71009-0
Fax +49 36926 71009-9
E-Mail thueringen@gba-group.com
www.gba-group.com

Sitz der Gesellschaft:
Krauthausen
Handelsregister:
Jena HRB 517815
USt-Id.Nr. DE 321078359
St.-Nr. 157/121/10837

Geschäftsführer:
Dr. Sven Unger,
Ralf Murzen

Parameter	Einheit	Messwert	Methode
Chlorid	mg/L	6	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07[a] 81
Sulfat	mg/L	4	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07[a] 81
Neutralsalze (wäßr. Auszug) [c(Cl) + 2c (SO4)]	mmol/kg TM	1,0	berechnet 81

Untersuchungslabor: 81ThuInst Krauthausen (D-PL-21735-01)
Die mit [a] gekennzeichneten Verfahren sind akkreditierte Verfahren des ausführenden Untersuchungslabors. Die Bestimmungsgrenzen (BG) können matrixbedingt variieren.

Krauthausen, 08.10.2026

Dieser Prüfbericht wurde automatisch erstellt und ist auch ohne Unterschrift gültig.

i. A. D. Weggen
Laborleitung

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

Anlage zu Prüfbericht 2026PK12376

Probe-Nr.: 26K04060 / 002

Probenbezeichnung: MP Felszersatz Tonschiefer

Tabelle 1: Expositionsklassen für Betonkorrosion durch chemischen Angriff durch Boden nach DIN 4030 Teil 1 (07/2024), Tabelle 4

	Messwert	Einheit	Expositionsklasse		
			XA1 chemisch schwach angreifend	XA2 chemisch mäßig angreifend	XA3 chemisch stark angreifend
Säuregrad nach Baumann-Gully	14,8	mL/kg TM	>200	---	---
Sulfat aus HCl-Aufschluss	162	mg/kg TM	2000 - 3000	>3000 - 12000	>12000 - 24000
Sulfid	<0,50	mg/kg TM	---	---	---
Chlorid	21	mg/kg	---	---	---

Die Klasse wird durch den ungünstigsten Wert für jedes einzelne chemische Merkmal bestimmt. Wenn zwei oder mehrere angreifende Merkmale zu derselben Klasse führen, muss die nächsthöhere Expositionsklasse festgelegt werden, sofern nicht in einer speziellen Studie für diesen Fall nachgewiesen wird, dass dies nicht erforderlich ist.

Kurzbeurteilung: Der Boden ist nicht betonangreifend (<XA1).

Die Einstufung in Expositionsklassen erfolgt nach DIN 4030 Teil 1, während die Analytik der einzelnen Parameter im Labor entsprechend der im Prüfbericht genannten Methoden erfolgte.

Die angegebenen Einstufungen sind eine Serviceleistung und dienen zur Unterstützung der Auswertung durch den Auftraggeber. Die abschließende rechtsverbindliche Einstufung ist durch den Auftraggeber vorzunehmen und liegt allein in seinem Verantwortungsbereich.

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Bericht beschriebenen Prüfgegenstände. Es wird keine Verantwortung für die Validität der Ergebnisse übernommen, sofern vom Kunden bereitgestellte Daten oder Informationen diese beeinflussen können. Vom Kunden bereitgestellte Daten sind gekennzeichnet. Das Laboratorium übernimmt keine Verantwortung für die Probenahme, sofern diese nicht durch Probenehmer eines zur GBA Group gehörenden Unternehmens oder in dessen Auftrag durchgeführt wurde. In diesem Fall gelten die Ergebnisse für die

Anlage zu Prüfbericht 2026PK12376

Probe-Nr.: 26K04060 / 002

Probenbezeichnung: MP Felszersatz Tonschiefer

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

Nr.	Merkmal und Dimension / Einheit	Z		Bewertungs-ziffer
1	**Anteil abschlämmbarer Bestandteile [%]** <10 10 bis 30 30 bis 50 50 bis 80 >80 Verunreinigungen	**Z1** +4 +2 0 -2 -4 -12	40,0	**Z1** 0
2	**Spez. elektr. Bodenwiderstand [Ohm.m]** > 500 200 bis 500 50 bis 200 20 bis 50 10 bis 20 <= 10	**Z2** +4 +2 0 -2 -4 -6	180	**Z2** 0
3	**Wassergehalt [Masse-%]** < 20 > 20	**Z3** 0 -1	10,8	**Z3** 0
4	**pH-Wert** > 9 6 bis 9 4 bis 6 < 4	**Z4** +2 0 -1 -3	8,00	**Z4** 0
5	**Säurekapazität [mmol/kg]** > 1.000 200 bis 1.000 < 200	**Z5** +3 +1 0	10,4	**Z5** 0
6	**Basenkapazität [mmol/kg]** < 2,5 2,5 bis 5 5 bis 10 10 bis 20 20 bis 30 > 30	**Z6** 0 -2 -4 -6 -8 -10	<0,1	**Z6** 0
7	**Sulfid [mg/kg TM]** < 5 5 bis 10 > 10	**Z7** 0 -3 -6	<0,50	**Z7** 0
8	**Sulfat [mmol/kg TM]** < 2 2 bis 5 > 5 bis 10 > 10	**Z8** 0 -1 -2 -3	1,7	**Z8** 0

Nr.	Merkmal und Dimension / Einheit	Z		Bewertungs-ziffer
9	**Neutralsalze [mmol/kg TM]** < 3 3 bis 10 10 bis 30 30 bis 100 > 100	**Z9** 0 -1 -2 -3 -4	1,0	**Z9** 0
10	**Grundwasser vorhanden, visuell** nie immer zeitweise	**Z10** 0 -1 -2	immer	**Z10** -1

Summe: Z1 + Z2 + Z3 + Z4 + Z5 + Z6 + Z7 + Z8 + Z9 + Z10 = **-1**

Abschätzung der Korrosionswahrscheinlichkeiten bei freier Korrosion von unlegierten und niedriglegierten Eisenwerkstoffen:

B0-Werte*	Bodenklasse	Korrosionsbelastung
>= 0	Ia	sehr niedrig
-1 bis -4	Ib	niedrig
-5 bis -10	II	mittel
< -10	III	hoch

* Disclaimer: Der B0 Wert umfasst neben der oben genannten Summe zusätzlich noch die Bewertungszahlen Z1 und Z10.

Die Einstufung erfolgt nach DIN 50929 Teil 3, während die Analytik der einzelnen Parameter im Labor entsprechend der im Prüfbericht genannten Methoden erfolgte.

Die angegebenen Einstufungen sind eine Serviceleistung und dienen zur Unterstützung der Auswertung durch den Auftraggeber. Die abschließende rechtsverbindliche Einstufung ist durch den Auftraggeber vorzunehmen und liegt allein in seinem Verantwortungsbereich.

Thüringer Umweltinstitut Henterich GmbH · Kielforstweg 2 · 99819 Krauthausen

BIGUS GmbH

Schwanseestraße 113 a

99427 Weimar

DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-21735-01-00

Prüfbericht-Nr.: 2026PK12377 / 1

unsere Auftragsnummer 26K04060 / 003
Probeneingang 18.09.2026
Probenehmer durch den Auftraggeber

Material Boden
Projekt 004745_1Na_Nacherkundung Bf Herborn (Dillkreis), Modernisierung der Verkehrsstation

Probenbezeichnung MP Felszersatz Diabas

Prüfbeginn / -ende 18.09.2026 - 08.10.2026
Probemenge 2,9 kg

Parameter	Einheit	Messwert	Methode
Betonaggressivität			
Säuregrad nach Baumann-Gully	mL/kg TM	16,0	DIN EN 16502:2014-11 81
Aufschluss mit HCl			DIN 4030-2: 2008-06 81
Sulfat aus HCl-Aufschluss	mg/kg TM	209	DIN ISO 22036: 2009-06[a] 81
Sulfat aus HCl-Aufschluss	mmol/kg TM	2,2	DIN ISO 22036: 2009-06[a] 81
Sulfid	mg/kg TM	<0,50	DIN 38405-27: 2017-10[a] 81
Eluat gem. DIN 4030/2			DIN 4030-2: 2008-06 81
Chlorid	mg/kg	17	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07[a] 81
Stahlaggressivität			DIN 50929-3: 2018-03 81
Wassergehalt	Masse-%	11,5	berechnet 81
pH-Wert Boden (H2O-Susp.)		8,62	DIN ISO 10390: 2022-08[a] 81
pH-Wert Boden (CaCl2-Susp.)		7,95	DIN ISO 10390: 2022-08[a] 81
Temperatur bei pH-Messung	°C	20,0	DIN 38404-4: 1976-12[a] 81
Leitfähigkeit (Stahlaggressivität)	µS/cm	167	DIN 50929-3: 2018-03 81
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/kg TM	35,6	Titrimetrie 81
Basekapazität bis pH 7,0	mmol/kg TM	<0,1	Titrimetrie 81
Eluat gem. DIN 50929/3			DIN 50929-3: 2018-03 81

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Bericht beschriebenen Prüfgegenstände. Es wird keine Verantwortung für die Validität der Ergebnisse übernommen, sofern vom Kunden bereitgestellte Daten oder Informationen diese beeinflussen können. Vom Kunden bereitgestellte Daten sind gekennzeichnet. Das Laboratorium übernimmt keine Verantwortung für die Probenahme, sofern diese nicht durch Probenehmer eines zur GBA Group gehörenden Unternehmens oder in dessen Auftrag durchgeführt wurde. In diesem Fall gelten die Ergebnisse für die Probe wie erhalten. Ohne schriftliche Genehmigung des ausstellenden Unternehmens darf der Prüfbericht weder veröffentlicht noch auszugsweise vervielfältigt werden. Bei einer etwaigen Konformitätsbewertung werden Messunsicherheiten nicht berücksichtigt.

Thüringer Umweltinstitut Henterich GmbH
Kielforstweg 2, 99819 Krauthausen
Telefon +49 36926 71009-0
Fax +49 36926 71009-9
E-Mail thueringen@gba-group.com
www.gba-group.com

Sitz der Gesellschaft:
Krauthausen
Handelsregister:
Jena HRB 517815
USt-Id.Nr. DE 321078359
St.-Nr. 157/121/10837

Geschäftsführer:
Dr. Sven Unger,
Ralf Murzen

Parameter	Einheit	Messwert	Methode
Chlorid	mg/L	5	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07[a] 81
Sulfat	mg/L	16	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07[a] 81
Neutralsalze (wäßr. Auszug) [c(Cl) + 2c (SO4)]	mmol/kg TM	1,9	berechnet 81

Untersuchungslabor: 81ThuInst Krauthausen (D-PL-21735-01)
Die mit [a] gekennzeichneten Verfahren sind akkreditierte Verfahren des ausführenden Untersuchungslabors. Die Bestimmungsgrenzen (BG) können matrixbedingt variieren.

Krauthausen, 08.10.2026

Dieser Prüfbericht wurde automatisch erstellt und ist auch ohne Unterschrift gültig.

i. A. D. Weggen
Laborleitung

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

Anlage zu Prüfbericht 2026PK12377

Probe-Nr.: 26K04060 / 003

Probenbezeichnung: MP Felszersatz Diabas

Tabelle 1: Expositionsklassen für Betonkorrosion durch chemischen Angriff durch Boden nach DIN 4030 Teil 1 (07/2024), Tabelle 4

	Messwert	Einheit	Expositionsklasse		
			XA1 chemisch schwach angreifend	XA2 chemisch mäßig angreifend	XA3 chemisch stark angreifend
Säuregrad nach Baumann-Gully	16,0	mL/kg TM	>200	---	---
Sulfat aus HCl-Aufschluss	209	mg/kg TM	2000 - 3000	>3000 - 12000	>12000 - 24000
Sulfid	<0,50	mg/kg TM	---	---	---
Chlorid	17	mg/kg	---	---	---

Die Klasse wird durch den ungünstigsten Wert für jedes einzelne chemische Merkmal bestimmt. Wenn zwei oder mehrere angreifende Merkmale zu derselben Klasse führen, muss die nächsthöhere Expositionsklasse festgelegt werden, sofern nicht in einer speziellen Studie für diesen Fall nachgewiesen wird, dass dies nicht erforderlich ist.

Kurzbeurteilung: Der Boden ist nicht betonangreifend (<XA1).

Die Einstufung in Expositionsklassen erfolgt nach DIN 4030 Teil 1, während die Analytik der einzelnen Parameter im Labor entsprechend der im Prüfbericht genannten Methoden erfolgte.

Die angegebenen Einstufungen sind eine Serviceleistung und dienen zur Unterstützung der Auswertung durch den Auftraggeber. Die abschließende rechtsverbindliche Einstufung ist durch den Auftraggeber vorzunehmen und liegt allein in seinem Verantwortungsbereich.

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Bericht beschriebenen Prüfgegenstände. Es wird keine Verantwortung für die Validität der Ergebnisse übernommen, sofern vom Kunden bereitgestellte Daten oder Informationen diese beeinflussen können. Vom Kunden bereitgestellte Daten sind gekennzeichnet. Das Laboratorium übernimmt keine Verantwortung für die Probenahme, sofern diese nicht durch Probenehmer eines zur GBA Group gehörenden Unternehmens oder in dessen Auftrag durchgeführt wurde. In diesem Fall gelten die Ergebnisse für die

Anlage zu Prüfbericht 2026PK12377

Probe-Nr.: 26K04060 / 003

Probenbezeichnung: MP Felszersatz Diabas

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

Nr.	Merkmal und Dimension / Einheit	Z		Bewertungs-ziffer
1	**Anteil abschlämmbarer Bestandteile [%]** <10 10 bis 30 30 bis 50 50 bis 80 >80 Verunreinigungen	**Z1** +4 +2 0 -2 -4 -12	40,0	**Z1** 0
2	**Spez. elektr. Bodenwiderstand [Ohm.m]** > 500 200 bis 500 50 bis 200 20 bis 50 10 bis 20 <= 10	**Z2** +4 +2 0 -2 -4 -6	59,9	**Z2** 0
3	**Wassergehalt [Masse-%]** < 20 > 20	**Z3** 0 -1	11,5	**Z3** 0
4	**pH-Wert** > 9 6 bis 9 4 bis 6 < 4	**Z4** +2 0 -1 -3	8,62	**Z4** 0
5	**Säurekapazität [mmol/kg]** > 1.000 200 bis 1.000 < 200	**Z5** +3 +1 0	35,6	**Z5** 0
6	**Basenkapazität [mmol/kg]** < 2,5 2,5 bis 5 5 bis 10 10 bis 20 20 bis 30 > 30	**Z6** 0 -2 -4 -6 -8 -10	<0,1	**Z6** 0
7	**Sulfid [mg/kg TM]** < 5 5 bis 10 > 10	**Z7** 0 -3 -6	<0,50	**Z7** 0
8	**Sulfat [mmol/kg TM]** < 2 2 bis 5 > 5 bis 10 > 10	**Z8** 0 -1 -2 -3	2,2	**Z8** -1

Nr.	Merkmal und Dimension / Einheit	Z		Bewertungs-ziffer
9	**Neutralsalze [mmol/kg TM]** < 3 3 bis 10 10 bis 30 30 bis 100 > 100	**Z9** 0 -1 -2 -3 -4	1,9	**Z9** 0
10	**Grundwasser vorhanden, visuell** nie immer zeitweise	**Z10** 0 -1 -2	immer	**Z10** -1

Summe: Z1 + Z2 + Z3 + Z4 + Z5 + Z6 + Z7 + Z8 + Z9 + Z10 = **-2**

Abschätzung der Korrosionswahrscheinlichkeiten bei freier Korrosion von unlegierten und niedriglegierten Eisenwerkstoffen:

B0-Werte*	Bodenklasse	Korrosionsbelastung
>= 0	Ia	sehr niedrig
-1 bis -4	Ib	niedrig
-5 bis -10	II	mittel
< -10	III	hoch

* Disclaimer: Der B0 Wert umfasst neben der oben genannten Summe zusätzlich noch die Bewertungszahlen Z1 und Z10.

Die Einstufung erfolgt nach DIN 50929 Teil 3, während die Analytik der einzelnen Parameter im Labor entsprechend der im Prüfbericht genannten Methoden erfolgte.

Die angegebenen Einstufungen sind eine Serviceleistung und dienen zur Unterstützung der Auswertung durch den Auftraggeber. Die abschließende rechtsverbindliche Einstufung ist durch den Auftraggeber vorzunehmen und liegt allein in seinem Verantwortungsbereich.

Anlage 5

Homogenbereiche nach VOB/C (ATV)

Tab. A5-1: Eigenschaften und Kennwerte von Homogenbereich O – Mutterboden

Eigenschaften und Kennwerte nach VOB/C Boden nach DIN 18300, DIN 18301 und DIN 18304	**Bewertung**
ortsübliche Bezeichnung	Mutterboden, Oberboden
Korngrößenverteilung mit Körnungsbändern nach DIN 17892-4	siehe Abb. A5-1
Massenanteil Steine, Blöcke und große Blöcke nach DIN EN ISO 14688-1	Steine ≈ 0 % Blöcke ≈ 0 % große Blöcke ≈ 0 %
Feuchtdichte nach DIN EN ISO 17892-2 oder DIN 18125-2	$\rho \approx 1{,}5 – 1{,}9$ t/m³, i. M. 1,7 t/m³
Kohäsion nach DIN EN ISO 17892-9 und DIN EN ISO 17892-10	$c'_k \approx 0$ bis 5 kN/m²
undränierte Scherfestigkeit nach DIN 4094-4 oder DIN EN ISO 17892-7 oder DIN EN ISO 17892-8	$c_{u,k} \approx 0$ bis 20 kN/m²
Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1	w ≈ 5 bis 35 %
Plastizitäts- und Konsistenzzahl nach DIN EN ISO 17892-12	$I_P \approx 0$ bis 40 %; $I_C \approx 0{,}60$ bis 1,25; ohne bis schwache Plastizität
Bezogene Lagerungsdichte: Bezeichnung nach DIN EN ISO 14688-2, Bestimmung nach DIN 18126	locker
organischer Anteil nach DIN 18128	$V_{gl} \approx 4$ bis 10 %
Abrasivität nach NF P18-579 (LCPC-Abrasivity-Coefficient)	nicht abrasiv $A_{BR} \approx 0$ bis 50 g/t
Bodengruppen nach DIN 18196	[OH]
umweltrelevante Analysen und Bewertung	keine chemischen Analysen durchgeführt

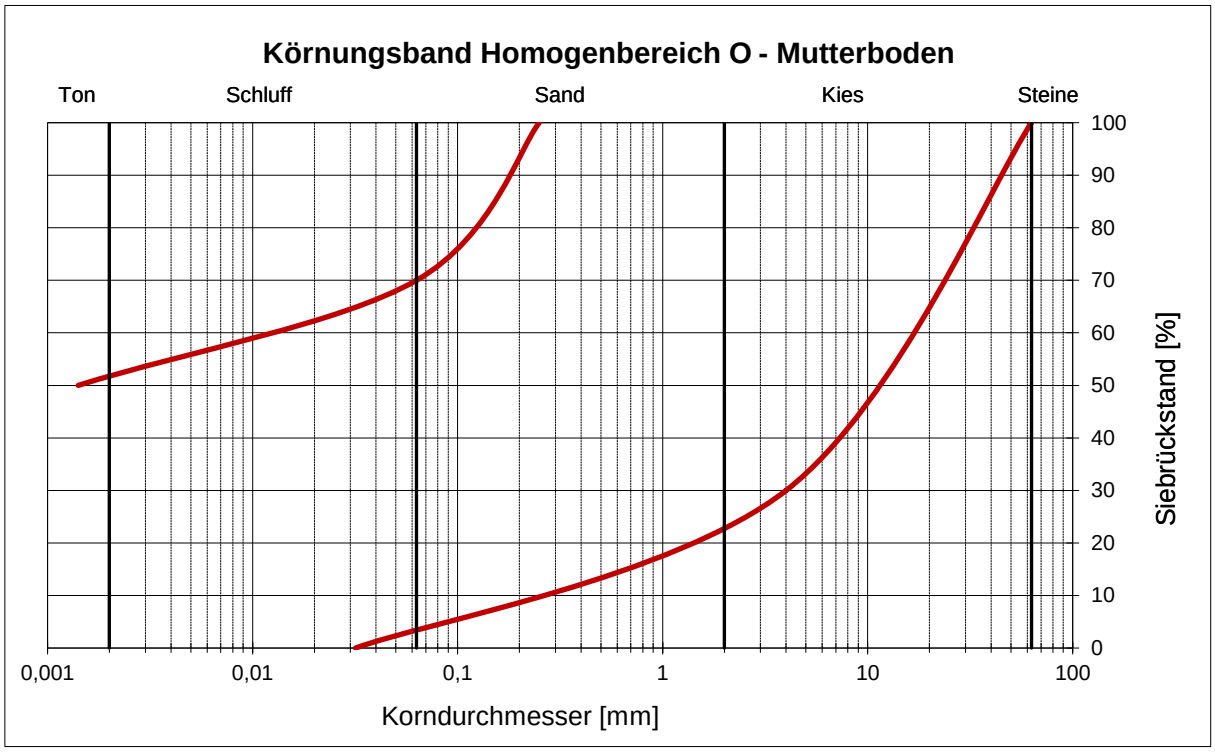


Abb. A5-1: Körnungsband Homogenbereich O – Mutterboden

Tab. A5-2: Eigenschaften und Kennwerte von Homogenbereich HB B1 – Auffüllung + Decklehm

Eigenschaften und Kennwerte nach VOB/C Boden nach DIN 18300, DIN 18301 und DIN 18304	**Bewertung**
ortsübliche Bezeichnung	Auffüllung, Decklehm
Korngrößenverteilung mit Körnungsbändern nach DIN 17892-4	siehe Abb. A5-2
Massenanteil Steine, Blöcke und große Blöcke nach DIN EN ISO 14688-1	Steine ≤ 10 % Blöcke ≤ 5 % große Blöcke ≈ 0 %
Feuchtdichte nach DIN EN ISO 17892-2 oder DIN 18125-2	$\rho \approx 1{,}8 – 2{,}0$ t/m³, i. M. 1,9 t/m³
Kohäsion nach DIN EN ISO 17892-9 und DIN EN ISO 17892-10	$c'_k \approx 0$ bis 10 kN/m²
undränierte Scherfestigkeit nach DIN 4094-4 oder DIN EN ISO 17892-7 oder DIN EN ISO 17892-8	$c_{u,k} \approx 0$ bis 20 kN/m²
Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1	w ≈ 8 bis 25 %
Plastizitäts- und Konsistenzzahl nach DIN EN ISO 17892-12	$I_P \approx 10$ bis 15 %; $I_C \approx 0{,}60$ bis 0,70 ohne bis schwache Plastizität
Bezogene Lagerungsdichte: Bezeichnung nach DIN EN ISO 14688-2, Bestimmung nach DIN 18126	locker bis mitteldicht
organischer Anteil nach DIN 18128	$V_{gl} \leq 3$ %
Abrasivität nach NF P18-579 (LCPC-Abrasivity-Coefficient)	nicht abrasiv bis abrasiv $A_{BR} \approx 0$ bis 500 g/t
Bodengruppen nach DIN 18196	[GW], [GU], [TL], [TM], TL, TM, ST*
umweltrelevante Analysen und Bewertung	LAGA: Z1.1 - Z1.2; DepV DK 0

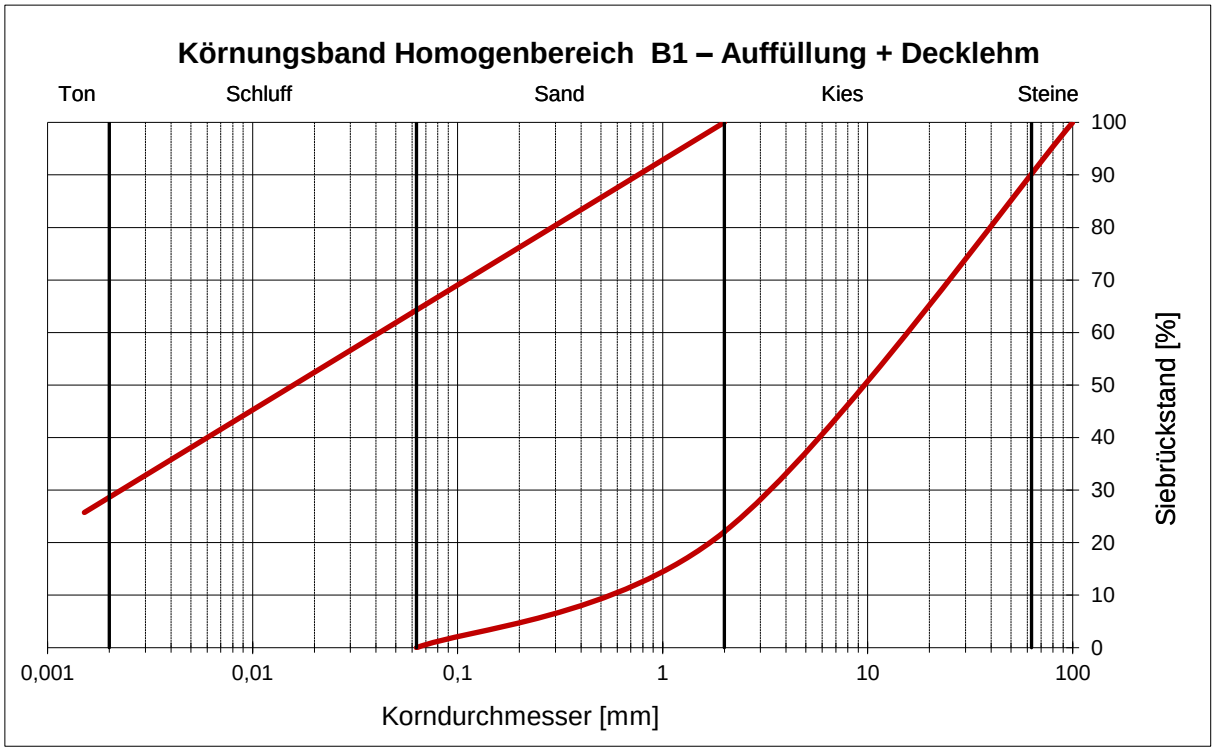


Abb. A5-2: Körnungsband Homogenbereich HB B1 – Auffüllung + Decklehm

Tab. A5-3: Eigenschaften und Kennwerte von Homogenbereich B2 – Flusskies + Felszersatz

Eigenschaften und Kennwerte nach VOB/C Boden nach DIN 18300, DIN 18301 und DIN 18304	**Bewertung**
ortsübliche Bezeichnung	Flusskies, Felszersatz Tonschiefer/Diabas
Korngrößenverteilung mit Körnungsbändern nach DIN 17892-4	siehe Abb. A5-3
Massenanteil Steine, Blöcke und große Blöcke nach DIN EN ISO 14688-1	Steine ≤ 30 % Blöcke ≤ 10 % große Blöcke ≤ 5 %
Feuchtdichte nach DIN EN ISO 17892-2 oder DIN 18125-2	$\rho \approx 2{,}0 – 2{,}3$ t/m³, i. M. 2,1 t/m³
Kohäsion nach DIN EN ISO 17892-9 und DIN EN ISO 17892-10	$c'_k \approx 0$ bis 20 kN/m²
undränierte Scherfestigkeit nach DIN 4094-4 oder DIN EN ISO 17892-7 oder DIN EN ISO 17892-8	$c_{u,k} \approx 0$ bis 50 kN/m²
Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1	w ≈ 8 bis 15 %
Plastizitäts- und Konsistenzzahl nach DIN EN ISO 17892-12	$I_P \approx 10$ bis 15 %; $I_C \approx 1{,}00$ bis 1,25 ohne bis schwache Plastizität
Bezogene Lagerungsdichte: Bezeichnung nach DIN EN ISO 14688-2, Bestimmung nach DIN 18126	mitteldicht bis sehr dicht
organischer Anteil nach DIN 18128	$V_{gl} \leq 3$ %
Abrasivität nach NF P18-579 (LCPC-Abrasivity-Coefficient)	abrasiv bis extrem abrasiv $A_{BR} \approx 250$ bis 2000 g/t
Bodengruppen nach DIN 18196	GW, GU, GU*, TL, TA
umweltrelevante Analysen und Bewertung	keine chemischen Analysen durchgeführt

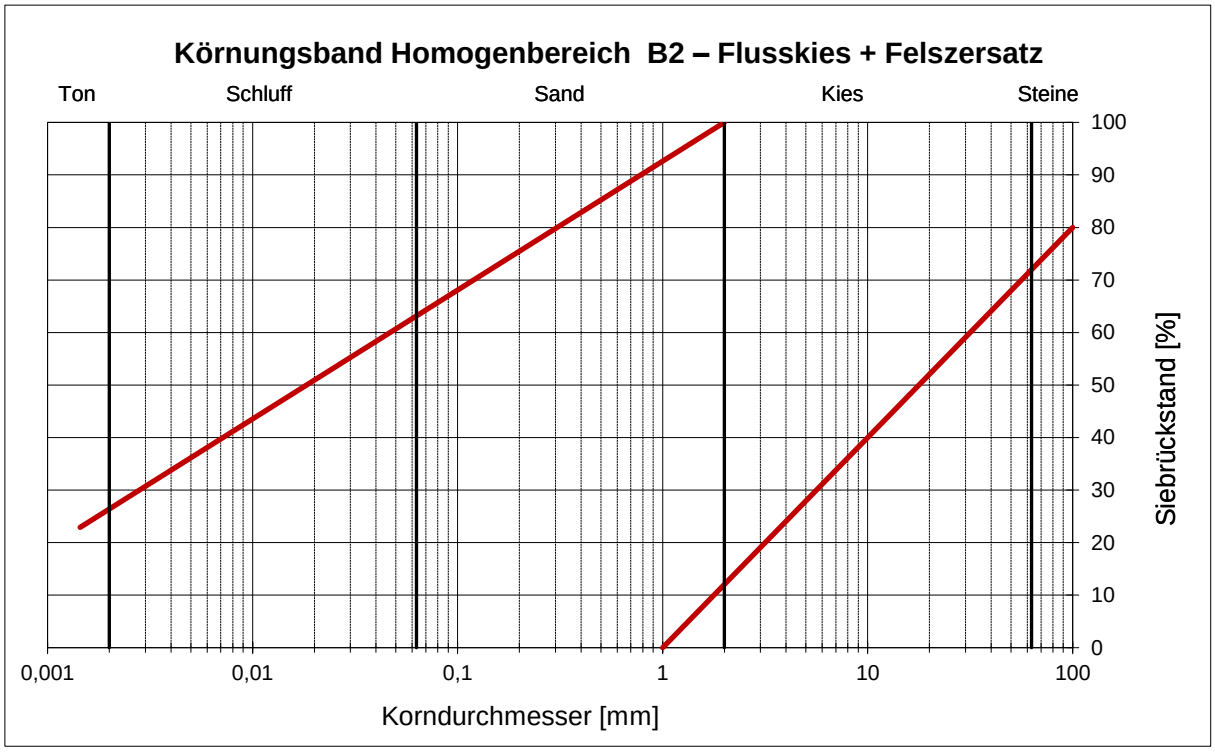


Abb. A5-3: Körnungsband HB B2 – Flusskies + Felszersatz

Tab. A5-4: Eigenschaften und Kennwerte von Homogenbereich X – Tonschiefer/Diabas

Eigenschaften und Kennwerte nach VOB/C Fels nach DIN 18300, DIN 18301 und DIN 18304	**Bewertung**
ortsübliche Bezeichnung	Felsentfestigungszone (Tonschiefer, Diabas)
Benennung von Fels nach DIN EN ISO 14689	Tonschiefer rotbraun, grau metamorph geschiefert, massig Quarz, Feldspat, Karbonate porenfrei kalkhaltig Diabas dunkelgrau, grünlich grau metamorph massig Quarz, Feldspat, Chlorit porenfrei kalkhaltig
Feuchtdichte nach DIN EN ISO 17892-2	$\rho \approx 2{,}2$ bis 2,6 t/m^3, i. M. 2,4 t/m^3
Verwitterung und Veränderungen, Veränderlichkeit nach DIN EN ISO 14689	verfärbt nicht veränderlich bis veränderlich schwach bis mäßig verwittert entfestigt bis angewittert
einaxiale Druckfestigkeit nach DIN 18141-1	mäßig hoch bis hoch $\sigma_U \approx 25$ bis 100 MN/m^2
Trennflächenrichtung, Trennflächenabstand, Gesteinskörperform nach DIN EN ISO 14689	Schichtung: nicht erkennbar Trennflächenabstand: sehr engständig bis sehr weitständig Klüftung: nicht sichtbar Kluftflächenabstand: mittelständig bis sehr weitständig
Abrasivität nach DGGT-Empfehlung Nr. 23: „Bestimmung der Abrasivität von Gesteinen mit dem CERCHAR-Versuch“ des AK 3.3 „Versuchstechnik Fels“ (Cerchar-Abrasivitäts-Index)	stark abrasiv bis extrem abrasiv CAI ≈ 2,0 bis 4,0
umweltrelevante Analysen und Bewertung	keine chemischen Analysen

Anlage 6

Ergebnisse der Baugrunderkundung

Anlage 6.1

Schichtenverzeichnisse der Kleinrammbohrungen und der Rotationskernbohrungen (KRB und BK)

Kopfblatt	Name des Unternehmens	BIGUS GmbH	Schwanseestraße 113a 99427 Weimar
Aufschlussart: Bohrung BK 01	Name des Auftraggebers	DB InfraGO AG Bahnhofsmanagement Gießen	Bahnhofstraße 102 35390 Gießen
Projektbezeichnung	Nacherkundung Bf Herborn	Nr des Projekts	004745_1Na
Datum	12.05.2026	Höhe	206.93 m NHN
Lage		Neigung der Bohrung	90°
Gauß-Krüger-Koord. (DB-Ref)	RW: 3451191; HW: 5616790	Richtung der Bohrung	vertikal
Tiefe der freien Grundwasseroberfläche	7.20 m	Tiefe der Bohrung	17.00 m

Lageskizze (unmaßstäblich)

Ausführung und Typ des Entnahmegeräts	Bohrung mit durchgehender Gewinnung gekernter Proben; Bohrgerät WD-80 Einfachkernrohr und Seilkernrohr, 180 mm Durchmesser
Beigefügte Protokolle	☒ Bohrprotokoll ☐ Probenentnahmeprotokoll ☐ Verfüllprotokoll ☒ Schichtenverzeichnis ☐ Ausbauprotokoll einer Grundwassermessstelle ☐ Protokoll der Grundwassermessungen ☐ Andere:
Bemerkungen (Unterbrechungen, Hindernisse, Schwierigkeiten usw.)	Ausgeführt durch die BGN Bohr- und Geotechnik Nowak GmbH
Name des qualifizierten Technikers	Hr. Opel (elektr. erstellt, auch ohne Unterschrift gültig)
Unterschrift des qualifizierten Technikers	

Bohrprotokoll

Name des Unternehmens	BIGUS GmbH	Schwanseestraße 113a 99427 Weimar
Name des Auftraggebers	DB InfraGO AG Bahnhofsmanagement Gießen	Bahnhofstraße 102 35390 Gießen

Projektbezeichnung	Nacherkundung Bf Herborn	Projektnummer	004745_1Na
Datum der Bohrung	12.05.2026	Bezeichnung des Bohrlochs	BK 01
Bohrgerät (Typ, Herstell-jahr)	WD-80	Endtiefe des Bohrlochs	17.00 m
Verfahren des Vor-bohrens		Rammen	
Bohrlochdurchmesser	219 mm	146 mm	mm

Tiefe		Bohren		Bohrwerkzeug				Verrohrung			Spülung		
von	bis	Verfahren	Lösens des Bodens/Fels	Typ, Bohrkrone	Durchmesser mm	Rammen	Spülung	Innenduch-messer mm	Außendurch-messer mm	Tiefe m	Druck	Spülumsatz	Bemerkungen
00.0	11.0	BK	rot	EK	133	nein	nein	199	219	11.0			
11.0	17.0	BK	rot	CSK	146	nein	ja	126	146	17.0			

Bemerkungen (Unterbrechungen, Hindernisse, Schwierigkeiten usw.)	Ausgeführt durch die BGN Bohr- und Geotechnik Nowak GmbH
Name des qualifizierten Technikers	Hr. Opel (elektr. erstellt, auch ohne Unterschrift gültig)
Unterschrift des qualifizierten Technikers	

Name des Unternehmens: BIGUS GmbH Name des Auftraggebers: DB InfraGO AG Bohrverfahren: BK Datum: 12.05.2026 Durchmesser: 219 mm Neigung: 90° Projektbezeichnung: Nacherkundung Bf Herborn		**Schichtenverzeichnis nach ISO 14688-1 und ISO 14689-1**			Seite: 4 Aufschluss: BK 01 Projektnr: 004745_1Na	
		Name und Unterschrift des qualifizierten Technikers: Hr. Opel (elektr. erstellt, auch				
1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis m	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen Geol. Benennung (Stratigraphie)	Farbe Kalk-gehalt	Beschreibung der Probe - Konsistenz, Plastizität, Härte, einachsige Festigkeit - Kornform, Matrix - Verwitterung, Trennflächen usw.	Beschreibung des Bohrfortschritts - Bohrbarkeit/Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw.	Proben Versuche - Typ - Nr - Tiefe	Bemerkungen - Wasserführung/Spülung - Bohrwerkzeuge/Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge
0.50	Auffüllung: Mutterboden: Sand, kiesig, schwach schluffig, schwach humos BGS 0 - Mutter-/Oberboden Quartär, Anthropozän, qhy	dunkelbraun o/+	ohne Plastizität	leicht bohrbar		
2.60	Auffüllung: Kies, sandig, schwach schluffig, steinig, schwach mit Blöcken BGS 1.1 - Auffüllung, gemischt- bis grobkörnig Quartär, Anthropozän, qhy	braun o/+	ohne Plastizität	mittelschwer bohrbar	BK 01/1, 0.00 - 1.00 m BK 01/2, 1.00 - 2.00 m	
3.30	Auffüllung: Ton, sandig, stark kiesig, schwach BGS 1.2 - Auffüllung, feinkörnig Quartär, Anthropozän, qhy	braun o	steif	mittelschwer bohrbar	BK 01/3, 2.00 - 3.00 m	

1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis m	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen Geol. Benennung (Stratigraphie)	Farbe Kalkgehalt	Beschreibung der Probe - Konsistenz, Plastizität, Härte, einachsige Festigkeit - Kornform, Matrix - Verwitterung, Trennflächen usw.	Beschreibung des Bohrfortschritts - Bohrbarkeit/Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw.	Proben Versuche - Typ - Nr - Tiefe	Bemerkungen - Wasserführung/Spülung - Bohrwerkzeuge/Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge
4.00	Ton, schwach sandig BGS 2 - Decklehm Quartär, Pleistozän-Holozän, qpFl/qhf	braun o	weich	mittelschwer bohrbar	BK 01/4, 3.00 - 4.00 m	
5.90	Kies, sandig, schluffig bis stark schluffig, schwach steinig BGS 3 - Flusskies Quartär, Pleistozän, qpf	braun o	ohne bis schwache Plastizität	mittelschwer bohrbar	BK 01/5, 4.00 - 5.00 m	
6.80	Kies, sandig, schluffig, steinig, schwach mit Blöcken BGS 3 - Flusskies Quartär, Pleistozän, qpf	hellbraun, hellgrau o	ohne Plastizität	mittelschwer bohrbar	BK 01/6, 5.00 - 6.00 m	
8.60	Kies, sandig, schwach schluffig, steinig, schwach mit Blöcken BGS 3 - Flusskies Quartär, Pleistozän, qpf	braun o	schwache Plastizität	mittelschwer bohrbar	BK 01/7, 6.00 - 7.00 m BK 01/8, 7.00 - 8.00 m	Ruhewasser 7.20 m u. AP 09.09.2026 Grundwasser 7.40 m u. AP 07.09.2026

1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis m	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen Geol. Benennung (Stratigraphie)	Farbe Kalk-gehalt	Beschreibung der Probe - Konsistenz, Plastizität, Härte, einachsige Festigkeit - Kornform, Matrix - Verwitterung, Trennflächen usw.	Beschreibung des Bohrfortschritts - Bohrbarkeit/Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw.	Proben Versuche - Typ - Nr - Tiefe	Bemerkungen - Wasserführung/Spülung - Bohrwerkzeuge/Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge
11.00	Felszersatz: Kies/Sand, stark tonig BGS 4.1 - Felszersatz Tonschiefer Oberdevon, Tonschiefer-Sandstein-Formation	rotbraun o	halbfest	schwer bohrbar	BK 01/9, 8.00 - 9.00 m BK 01/10, 9.00 - 10.00 m BK 01/11, 10.00 - 11.00 m	
17.00	Fels, entfestigt: Tonschiefer BGS 4.2 - Felsentfestigung Tonschiefer Oberdevon, Tonschiefer-Sandstein-Formation	rotbraun, grau +	fest	schwer bohrbar		

Kopfblatt	Name des Unternehmens	BIGUS GmbH	Schwanseestraße 113a 99427 Weimar
Aufschlussart: Bohrung BK 02	Name des Auftraggebers	DB InfraGO AG Bahnhofsmanagement Gießen	Bahnhofstraße 102 35390 Gießen
Projektbezeichnung	Nacherkundung Bf Herborn	Nr des Projekts	004745_1Na
Datum	12.05.2026	Höhe	206.94 m NHN
Lage		Neigung der Bohrung	90°
Gauß-Krüger-Koord. (DB-Ref)	RW: 3451147; HW: 5616806	Richtung der Bohrung	vertikal
Tiefe der freien Grundwasseroberfläche	6.30 m	Tiefe der Bohrung	12.00 m

Lageskizze (unmaßstäblich)

Ausführung und Typ des Entnahmegeräts	Bohrung mit durchgehender Gewinnung gekernter Proben; Bohrgerät WD-80 Einfachkernrohr und Seilkernrohr, 180 mm Durchmesser
Beigefügte Protokolle	☒ Bohrprotokoll ☐ Probenentnahmeprotokoll ☐ Verfüllprotokoll ☒ Schichtenverzeichnis ☐ Ausbauprotokoll einer Grundwassermessstelle ☐ Protokoll der Grundwassermessungen ☐ Andere:
Bemerkungen (Unterbrechungen, Hindernisse, Schwierigkeiten usw.)	Ausgeführt durch die BGN Bohr- und Geotechnik Nowak GmbH
Name des qualifizierten Technikers	Hr. Opel (elektr. erstellt, auch ohne Unterschrift gültig)
Unterschrift des qualifizierten Technikers	

Bohrprotokoll

Name des Unternehmens	BIGUS GmbH	Schwanseestraße 113a 99427 Weimar	
Name des Auftraggebers	DB InfraGO AG Bahnhofsmanagement Gießen	Bahnhofstraße 102 35390 Gießen	

Projektbezeichnung	Nacherkundung Bf Herborn	Projektnummer	004745_1Na
Datum der Bohrung	12.05.2026	Bezeichnung des Bohrlochs	BK 02
Bohrgerät (Typ, Herstell-jahr)	WD-80	Endtiefe des Bohrlochs	12.00 m
Verfahren des Vor-bohrens		Rammen	
Bohrlochdurchmesser	219 mm	146 mm	mm

Tiefe		Bohren		Bohrwerkzeug				Verrohrung			Spülung		
von	bis	Verfahren	Lösens des Bodens/Fels	Typ, Bohrkrone	Durchmesser mm	Rammen	Spülung	Innenduch-messer mm	Außendurch-messer mm	Tiefe m	Druck	Spülumsatz	Bemerkungen
0.00	9.20	BK	rot	EK	133	nein	nein	199	219	9.20			
9.20	12.0	BK	rot	CSK	146	nein	ja	126	146	12.0			

Bemerkungen (Unterbrechungen, Hindernisse, Schwierigkeiten usw.)	Ausgeführt durch die BGN Bohr- und Geotechnik Nowak GmbH
Name des qualifizierten Technikers	Hr. Opel (elektr. erstellt, auch ohne Unterschrift gültig)
Unterschrift des qualifizierten Technikers	

Name des Unternehmens: BIGUS GmbH Name des Auftraggebers: DB InfraGO AG Bohrverfahren: BK Datum: 12.05.2026 Durchmesser: 219 mm Neigung: 90° Projektbezeichnung: Nacherkundung Bf Herborn		**Schichtenverzeichnis nach ISO 14688-1 und ISO 14689-1**			Seite: 4 Aufschluss: BK 02 Projektnr: 004745_1Na	
		Name und Unterschrift des qualifizierten Technikers: Hr. Opel (elektr. erstellt, auch				
1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis m	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen Geol. Benennung (Stratigraphie)	Farbe Kalk-gehalt	Beschreibung der Probe - Konsistenz, Plastizität, Härte, einachsige Festigkeit - Kornform, Matrix - Verwitterung, Trennflächen usw.	Beschreibung des Bohrfortschritts - Bohrbarkeit/Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw.	Proben Versuche - Typ - Nr - Tiefe	Bemerkungen - Wasserführung/Spülung - Bohrwerkzeuge/Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge
0.06	Pflaster Quartär, Anthropozän, qhy					
0.12	Auffüllung: Kies, schwach sandig BGS 1.1 - Auffüllung, gemischt- bis grobkörnig Quartär, Anthropozän, qhy	hellgrau +	ohne Plastizität	leicht bohrbar		
1.30	Auffüllung: Ton, schwach sandig, kiesig, schwach Bauschutt BGS 1.2 - Auffüllung, feinkörnig Quartär, Anthropozän, qhy	hellbraun, hellgrau, graubraun +	steif	mittelschwer bohrbar	BK 02/1, 0.00 - 1.00 m	

1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis m	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen Geol. Benennung (Stratigraphie)	Farbe Kalkgehalt	Beschreibung der Probe - Konsistenz, Plastizität, Härte, einachsige Festigkeit - Kornform, Matrix - Verwitterung, Trennflächen usw.	Beschreibung des Bohrfortschritts - Bohrbarkeit/Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw.	Proben Versuche - Typ - Nr - Tiefe	Bemerkungen - Wasserführung/Spülung - Bohrwerkzeuge/Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge
3.70	Auffüllung: Ton, schwach sandig, kiesig, schwach Bauschutt BGS 1.2 - Auffüllung, feinkörnig Quartär, Anthropozän, qhy	rotbraun, braun, graubraun o/+	steif bis weich	mittelschwer bohrbar	BK 02/2, 1.00 - 2.00 m BK 02/3, 2.00 - 3.00 m	
4.00	Ton, schwach sandig BGS 2 - Decklehm Quartär, Pleistozän-Holozän, qhf/qpFl	braun, rotbraun o/+	steif	mittelschwer bohrbar	BK 02/4, 3.00 - 4.00 m	
6.00	Kies, sandig, schluffig bis stark schluffig, schwach steinig BGS 3 - Flusskies Quartär, Pleistozän, qpf	hellgrau, hellbraun o	ohne Plastizität	schwer bohrbar	BK 02/5, 4.00 - 5.00 m BK 02/6, 5.00 - 6.00 m	
8.50	Kies, sandig, schluffig, steinig, schwach mit Blöcken BGS 3 - Flusskies Quartär, Pleistozän, qpf	braun o	ohne Plastizität	schwer bohrbar	BK 02/7, 6.00 - 7.00 m BK 02/8, 7.00 - 8.00 m	Ruhewasser 6.30 m u. AP 31.08.2026 Grundwasser 6.40 m u. AP 31.08.2026

Aufschluss: BK 02

Projektnr: 004745_1Na

1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis m	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen Geol. Benennung (Stratigraphie)	Farbe Kalkgehalt	Beschreibung der Probe - Konsistenz, Plastizität, Härte, einachsige Festigkeit - Kornform, Matrix - Verwitterung, Trennflächen usw.	Beschreibung des Bohrfortschritts - Bohrbarkeit/Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw.	Proben Versuche - Typ - Nr - Tiefe	Bemerkungen - Wasserführung/Spülung - Bohrwerkzeuge/Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge
10.90	Felszersatz: Ton, stark sandig, schwach kiesig BGS 4.1 - Felszersatz Diabas Unterkarbon, Deckdiabas-Formation, cd1-3DD	hellbraun, hellgrau, dunkelgrau, grüngrau, schwarz +	halbfest	schwer bohrbar	BK 02/9, 8.00 - 9.00 m BK 02/10, 9.00 - 10.00 m	
12.00	Fels, entfestigt: Diabas BGS 4.2 - Felsentfestigung Diabas Unterkarbon, Deckdiabas-Formation, cd1-3DD	dunkelgrau, grünlich grau +	fest	schwer bohrbar	BK 02/11, 10.00 - 11.00 m	

Kopfblatt	Name des Unternehmens	BIGUS GmbH	Schwanseestraße 113a 99427 Weimar
Aufschlussart: Bohrung KRB 17	Name des Auftraggebers	DB InfraGO AG Bahnhofsmanagement Gießen	Bahnhofstraße 102 35390 Gießen
Projektbezeichnung	Nacherkundung Bf Herborn	Nr des Projekts	004745_1Na
Datum	12.05.2026	Höhe	207.28 m NHN
Lage		Neigung der Bohrung	90°
Gauß-Krüger-Koord. (DB-Ref)	RW: 3451183; HW: 5616819	Richtung der Bohrung	vertikal
Tiefe der freien Grundwasseroberfläche	m	Tiefe der Bohrung	4.10 m

Lageskizze (unmaßstäblich)

Ausführung und Typ des Entnahmegeräts	Kleinrammbohrverfahren; Benzinhammer Wacker Neuson BH 55 Rammgestänge
Beigefügte Protokolle	☒ Bohrprotokoll ☐ Probenentnahmeprotokoll ☐ Verfüllprotokoll ☒ Schichtenverzeichnis ☐ Ausbauprotokoll einer Grundwassermessstelle ☐ Protokoll der Grundwassermessungen ☐ Andere:
Bemerkungen (Unterbrechungen, Hindernisse, Schwierigkeiten usw.)	
Name des qualifizierten Technikers	Hr. C. Simon (elektr. erstellt, auch ohne Unterschrift gültig)
Unterschrift des qualifizierten Technikers	

Bohrprotokoll

Name des Unternehmens	BIGUS GmbH	Schwanseestraße 113a 99427 Weimar
Name des Auftraggebers	DB InfraGO AG Bahnhofsmanagement Gießen	Bahnhofstraße 102 35390 Gießen

Projektbezeichnung	Nacherkundung Bf Herborn	Projektnummer	004745_1Na
Datum der Bohrung	12.05.2026	Bezeichnung des Bohrlochs	KRB 17
Bohrgerät (Typ, Herstell-jahr)	Benzinhammer Wacker Neuson BH 55, 2018	Endtiefe des Bohrlochs	4.10 m
Verfahren des Vor-bohrens		Rammen	Kleinrammbohr-verfahren
Bohrlochdurchmesser	mm	mm	mm

Tiefe		Bohren		Bohrwerkzeug				Verrohrung			Spülung		
von	bis	Verfahren	Lösens des Bodens/Fels	Typ, Bohrkrone	Durchmesser mm	Rammen	Spülung	Innenduch-messer mm	Außendurch-messer mm	Tiefe m	Druck	Spülumsatz	Bemerkungen
0.00	2.00	BP	ram	enft.	50	ja	nein						
2.00	4.10	BP	ram	enft.	40	ja	nein						

Bemerkungen (Unterbrechungen, Hindernisse, Schwierigkeiten usw.)	
Name des qualifizierten Technikers	Hr. C. Simon (elektr. erstellt, auch ohne Unterschrift gültig)
Unterschrift des qualifizierten Technikers	

Name des Unternehmens: BIGUS GmbH Name des Auftraggebers: DB InfraGO AG Bohrverfahren: BP Datum: 12.05.2026 Durchmesser: mm Neigung: 90° Projektbezeichnung: Nacherkundung Bf Herborn		**Schichtenverzeichnis nach ISO 14688-1 und ISO 14689-1**			Seite: 4 Aufschluss: KRB 17 Projektnr: 004745_1Na	
		Name und Unterschrift des qualifizierten Technikers: Hr. C. Simon (elektr. erstellt, auch				
1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis m	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen Geol. Benennung (Stratigraphie)	Farbe Kalk-gehalt	Beschreibung der Probe - Konsistenz, Plastizität, Härte, einachsige Festigkeit - Kornform, Matrix - Verwitterung, Trennflächen usw.	Beschreibung des Bohrfortschritts - Bohrbarkeit/Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw.	Proben Versuche - Typ - Nr - Tiefe	Bemerkungen - Wasserführung/Spülung - Bohrwerkzeuge/Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge
0.10	Auffüllung: Mutterboden: Kies, sandig, schwach schluffig, schwach humos BGS 0 - Mutter-/Oberboden Quartär, Anthropozän, qhy	braun o	ohne Plastizität	leicht bohrbar	KRB 17/1, 0.00 - 0.10 m	
1.30	Auffüllung: Kies, schwach sandig, schwach schluffig BGS 1.1 - Auffüllung, gemischt- bis grobkörnig Quartär, Anthropozän, qhy	braun, grau o/+	ohne Plastizität	leicht bohrbar	KRB 17/2, 0.00 - 1.00 m KRB 17/3, 1.00 - 1.30 m	
4.10	Sand, kiesig, stark tonig bis Ton, stark sandig, BGS 2 - Decklehm Quartär, Pleistozän-Holozän, qhf/qpFl	braun, graubraun o	weich	mittelschwer bohrbar	KRB 17/4, 1.30 - 2.00 m KRB 17/5, 2.00 - 3.00 m KRB 17/6, 3.00 - 4.00 m KRB 17/7, 4.00 - 4.10 m	kein Wasser 12.05.2026

Kopfblatt	Name des Unternehmens	BIGUS GmbH	Schwanseestraße 113a 99427 Weimar
Aufschlussart: Bohrung KRB 18	Name des Auftraggebers	DB InfraGO AG Bahnhofsmanagement Gießen	Bahnhofstraße 102 35390 Gießen
Projektbezeichnung	Nacherkundung Bf Herborn	Nr des Projekts	004745_1Na
Datum	12.05.2026	Höhe	207.09 m NHN
Lage		Neigung der Bohrung	90°
Gauß-Krüger-Koord. (DB-Ref)	RW: 3451148; HW: 5616967	Richtung der Bohrung	vertikal
Tiefe der freien Grundwasseroberfläche	m	Tiefe der Bohrung	4.50 m

Lageskizze (unmaßstäblich)

Ausführung und Typ des Entnahmegeräts	Kleinrammbohrverfahren; Benzinhammer Wacker Neuson BH 55 Rammgestänge
Beigefügte Protokolle	☒ Bohrprotokoll ☐ Probenentnahmeprotokoll ☐ Verfüllprotokoll ☒ Schichtenverzeichnis ☐ Ausbauprotokoll einer Grundwassermessstelle ☐ Protokoll der Grundwassermessungen ☐ Andere:
Bemerkungen (Unterbrechungen, Hindernisse, Schwierigkeiten usw.)	
Name des qualifizierten Technikers	Hr. C. Simon (elektr. erstellt, auch ohne Unterschrift gültig)
Unterschrift des qualifizierten Technikers	

Bohrprotokoll

Name des Unternehmens	BIGUS GmbH	Schwanseestraße 113a 99427 Weimar
Name des Auftraggebers	DB InfraGO AG Bahnhofsmanagement Gießen	Bahnhofstraße 102 35390 Gießen

Projektbezeichnung	Nacherkundung Bf Herborn	Projektnummer	004745_1Na
Datum der Bohrung	12.05.2026	Bezeichnung des Bohrlochs	KRB 18
Bohrgerät (Typ, Herstell-jahr)	Benzinhammer Wacker Neuson BH 55, 2018	Endtiefe des Bohrlochs	4.50 m
Verfahren des Vor-bohrens		Rammen	Kleinrammbohr-verfahren
Bohrlochdurchmesser	mm	mm	mm

Tiefe		Bohren		Bohrwerkzeug				Verrohrung			Spülung		
von	bis	Verfahren	Lösens des Bodens/Fels	Typ, Bohrkrone	Durchmesser mm	Rammen	Spülung	Innenduch-messer mm	Außendurch-messer mm	Tiefe m	Druck	Spülumsatz	Bemerkungen
0.00	2.00	BP	ram	enft.	50	ja	nein						
2.00	4.50	BP	ram	enft.	40	ja	nein						

Bemerkungen (Unterbrechungen, Hindernisse, Schwierigkeiten usw.)	
Name des qualifizierten Technikers	Hr. C. Simon (elektr. erstellt, auch ohne Unterschrift gültig)
Unterschrift des qualifizierten Technikers	

Name des Unternehmens: BIGUS GmbH Name des Auftraggebers: DB InfraGO AG Bohrverfahren: BP Datum: 12.05.2026 Durchmesser: mm Neigung: 90° Projektbezeichnung: Nacherkundung Bf Herborn		**Schichtenverzeichnis nach ISO 14688-1 und ISO 14689-1**			Seite: 4 Aufschluss: KRB 18 Projektnr: 004745_1Na	
		Name und Unterschrift des qualifizierten Technikers: Hr. C. Simon (elektr. erstellt, auch				
1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis m	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen Geol. Benennung (Stratigraphie)	Farbe Kalk-gehalt	Beschreibung der Probe - Konsistenz, Plastizität, Härte, einachsige Festigkeit - Kornform, Matrix - Verwitterung, Trennflächen usw.	Beschreibung des Bohrfortschritts - Bohrbarkeit/Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw.	Proben Versuche - Typ - Nr - Tiefe	Bemerkungen - Wasserführung/Spülung - Bohrwerkzeuge/Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge
0.20	Auffüllung: Mutterboden:: Kies, sandig, schwach tonig, schwach humos BGS 0 - Mutter-/Oberboden Quartär, Anthropozän, qhy	braun o	ohne Plastizität	leicht bohrbar	KRB 18/1, 0.00 - 0.20 m	
0.70	Auffüllung: Kies, schwach sandig bis sandig, schwach tonig, schwach humos, Bauschutt BGS 1.1 - Auffüllung, gemischt- bis grobkörnig Quartär, Anthropozän, qhy	braun o/+	ohne Plastizität	leicht bohrbar	KRB 18/2, 0.00 - 0.70 m	
4.30	Ton, schwach sandig BGS 2 - Decklehm Quartär, Pleistozän-Holozän, qpFl/qhf	braun o	steif	mittelschwer bohrbar	KRB 18/3, 0.70 - 1.00 m KRB 18/4 - 18/5, 1.00 - 3.00 m KRB 18/6, 3.00 - 4.00 m KRB 18/7, 4.00 - 4.30 m	

					Seite: 5	
					Aufschluss: KRB 18	
					Projektnr: 004745_1Na	
1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis m	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen Geol. Benennung (Stratigraphie)	Farbe Kalk-gehalt	Beschreibung der Probe - Konsistenz, Plastizität, Härte, einachsige Festigkeit - Kornform, Matrix - Verwitterung, Trennflächen usw.	Beschreibung des Bohrfortschritts - Bohrbarkeit/Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw.	Proben Versuche - Typ - Nr - Tiefe	Bemerkungen - Wasserführung/Spülung - Bohrwerkzeuge/Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge
4.50	Kies, schwach sandig, schwach tonig, steinig, BGS 3 - Flusskies Quartär, Pleistozän, qpf	graubraun o/+	ohne Plastizität	sehr schwer bohrbar	KRB 18/8, 4.30 - 4.50 m	kein Wasser 12.05.2026

Anlage 6.2

Fotodokumentation der Örtlichkeit einschließlich Erkundungsstellen



Abb. A6.2-1: Aufschluss BK/DPH 01; Blickrichtung nach Norden



Abb. A6.2-2: Aufschluss BK/DPH 02; Blickrichtung nach Osten



Abb. A6.2-3: Aufschluss KRB/DPH 17; Blickrichtung nach Süden



Abb. A6.2-4: Aufschluss KRB/DPH 18; Blickrichtung nach Süden

Anlage 6.3

Fotodokumentation der Kernkisten der Rotationskernbohrungen (BK)



Abb. A6.3-1: BK 01; 0,0 m bis 5,0 m

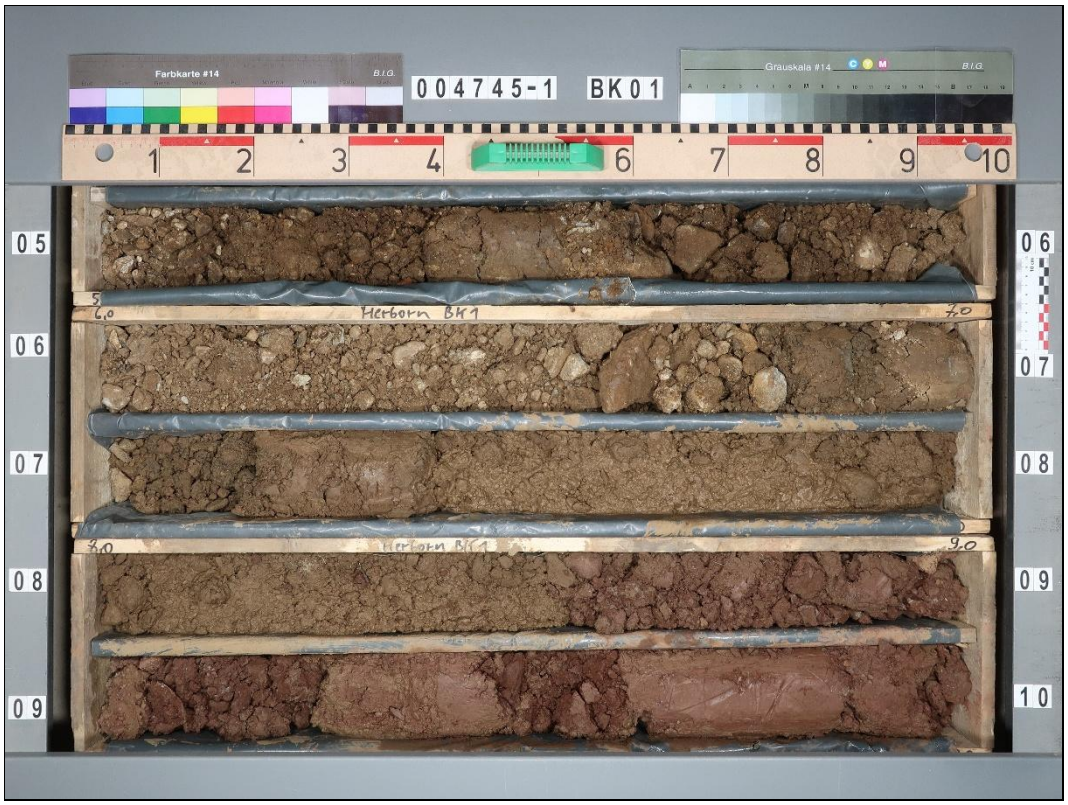


Abb. A6.3-2: BK 01; 5,0 m bis 10,0 m

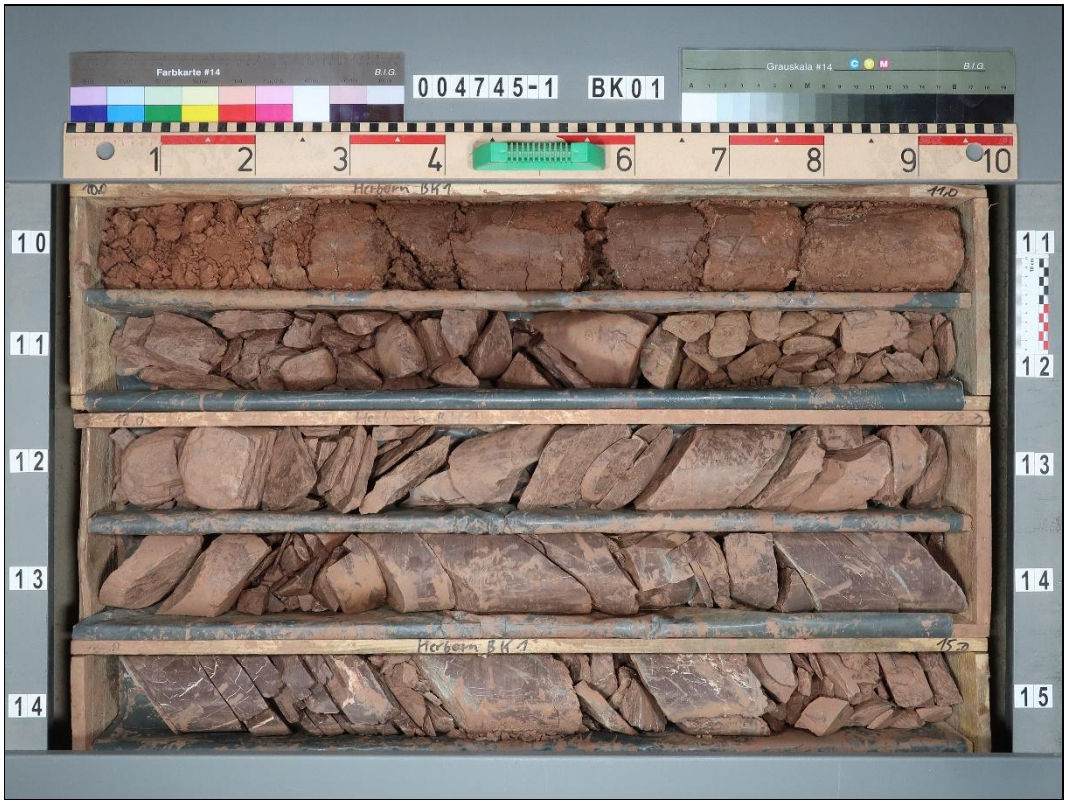


Abb. A6.3-3: BK 01; 10,0 m bis 15,0 m



Abb. A6.3-4: BK 01; 15,0 m bis 17,0 m



Abb. A6.3-5: BK 02; 0,0 m bis 5,0 m



Abb. A6.3-6: BK 02; 5,0 m bis 10,0 m



Abb. A6.3-7: BK 02; 10,0 m bis 12,0 m