

**DB Netz AG**  
**Regionalbereich Mitte**

**Erneuerung der EÜ Mühlgraben  
bei Bad Hersfeld  
in km 151,140 der Strecke 3600**

Baugrunduntersuchungen,  
Baugrund- und Gründungsbeurteilung

**Projekt-Nr.: T.016078291**

**Bericht Nr. 4.168**  
**Hannover, den 09.10.2020**

**IGH**

**INGENIEURGESELLSCHAFT GRUNDBAUINSTITUT**  
**DR.- ING. WESELOH - PROF. DR.- ING. MÜLLER-KIRCHENBAUER mbH**

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>1. Bauvorhaben.</b>	<b>1</b>
<b>2. Unterlagen.</b>	<b>3</b>
<b>3. Baugrund.</b>	<b>5</b>
3.1 Allgemeines.	5
3.2 Untersuchungsumfang.	6
3.3 Rammkernsondierungen und Schürfe.	8
3.3.1 Untersuchungen von der Dammoberkante.	8
3.3.2 Untersuchungen von der Geländeoberkante.	9
3.4 Schwere Rammsondierungen.	10
3.4.1 Allgemeines zur Bewertung.	10
3.4.2 Untersuchungen von der Dammoberkante.	11
3.4.3 Untersuchungen von der Geländeoberkante.	11
3.5 Grundwasser.	12
3.6 Geotechnische Laborversuche.	12
3.7 Einteilung der Böden in Homogenbereiche.	14
3.8 Wasseranalysen.	15
3.9 Fundament- und Hinderniserkundungen.	15
3.9.1 Allgemeines.	15
3.9.2 Hinderniserkundung hinter den vorhandenen Widerlagern.	16
3.9.3 Kernbohrungen durch die Widerlager.	16
3.10 Umweltchemische Untersuchungen.	17
<b>4. Baugrundmodell, Bodenrechenwerte.</b>	<b>17</b>
<b>5. Beurteilung.</b>	<b>19</b>
5.1 Vorbemerkung.	19
5.2 Gründungsvorschlag.	20
5.2.1 Konstruktion, Bemessungsgrundlagen.	20
5.2.2 Bodenersatzmaßnahmen und Gründungsplanum.	21
5.2.3 Hinterfüllung, Schutzschichten.	22
5.2.4 Hilfsbrückenauflagerung, Verbauten, Rückverankerung.	23
5.2.5 Offene Baugruben.	26
5.2.6 Grundwasserabsenkung und -Entspannung.	27
5.3 Ergänzende Hinweise.	28

## **ANLAGENVERZEICHNIS**

Anlage 1:	Lageplan
Anlagen 2.1 bis 2.4:	Bohrprofile und Rammdiagramme
Anlage 2.5:	Erläuterungen zu den Bohrohrprofilen
Anlagen 3.1 bis 3.5:	Korngrößenverteilungen
Anlagen 4.1 und 4.2:	Plastizitäts- und Konsistenzgrenzen
Anlagen 5.1 bis 5.8:	Homogenbereiche
Anlage 6:	Wasseranalysen
Anlagen 7:	Hinderniserkundungen hinter den vorhandenen Widerlagern
Anlage 8:	Kernbohrungen durch die vorhandenen Widerlager

IGH mbH · Volgersweg 58 · 30175 Hannover

**DB Netz AG, Regionalbereich Mitte**  
**Regionales Projektmanagement, Projekt-**  
**realisierung KIB Kassel (I.NP-MI-M-K(5))**  
**Herrn Marius Kram**  
**Kölnische Str. 81**  
**34117 Kassel**

## Beratende Ingenieure

**Gutachten · Baugrunduntersuchungen**  
**Gründungsberatung · Fachbauleitung**

Grundbau · Boden- und Felsmechanik  
 Baugrubenplanungen · Dammbau ·  
 Spezialtiefbau · Untergrundhydraulik ·  
 Deponiegrundbau · Eignungsprüfungen ·  
 Sonderverfahren · Entwicklungen ·  
 Überwachungen · Qualitätssicherung

Ihr Zeichen:

Unser Zeichen:

Datum: 09.10.2020

4.168  
 PS

**Betr.: Projekt.-Nr.: T.016078291**

**Erneuerung der "EÜ Mühlgraben" bei Bad Hersfeld in**  
**km 151,140 der Strecke 3600 Frankfurt (a.M.) Hbf - Göttingen**  
**- Baugrunduntersuchungen, Baugrund- und**  
**Gründungsbeurteilung -**

### 1. Bauvorhaben.

Vorgesehen ist die Erneuerung der Eisenbahnüberführung "EÜ Mühlgraben" bei Bad Hersfeld in km 151,140 der zweigleisigen Strecke 3600 Frankfurt (a.M.) Hbf - Göttingen. Eine Lageübersicht vermittelt die Anlage 1.

Bei der vorhandenen EÜ handelt es sich um ein 1-feldriges Bauwerk mit einem Überbau aus Walzträgern in Beton und Widerlagern aus Natursteinmauerwerk. Gleis und Graben verlaufen rechtwinklig zueinander. Nach dem Bestandsplan in /2/ aus dem Jahr 1932 weist die EÜ eine lichte Weite von 5,75 m, eine Stützweite von 7,0 m und eine Länge von 8,60 m zuzüglich

HR B Hannover 52 469 VAT/UST-IdNr.: DE 115 659 424  
 Steuer-Nr. Finanzamt Hannover-Nord: 25 / 204 / 28125

Geschäftsführer:  
 Prokuristen:

Dipl.-Ing. Sigrid Stavesand, Dipl.-Geogr. Ralf Struckmann  
 Dipl.-Ing. Sergej Benke, Dipl.-Ing. (FH) Thomas Bistri, Dipl.-Ing. Paiman Saqi

Bankverbindungen:

Commerzbank AG Hannover IBAN: DE17 2508 0020 0855 1005 00 BIC: DRESDEFF250  
 Sparkasse Hannover IBAN: DE70 2505 0180 0000 5705 59 BIC: SPKHDE2HXXX

**Anerkannte Sachverständige**  
**für Erd- und Grundbau**

Telefon (05 11) 34 32 05  
 Telefax (05 11) 34 15 44

e-mail info@igh-grundbauinstitut.de  
 www.igh-grundbauinstitut.de

Flügelwänden auf. Nach den Aufnahmen vor Ort beträgt die lichte Höhe in Grabenachse im Mittel rd. 3,0 m. Die Stärke der Widerlager ist in /2/ mit etwa 1,20 m und die Breite der Widerlagerfundamente mit etwa 1,75 m angegeben. Die Gründungsebene der vorhandenen Widerlager wird in dem Bestandsplan in etwa 4,50 m Tiefe unter Schienenoberkante ausgewiesen.

Die Höhendaten des Bauwerks lauten gemäß den Vermessungsplänen in /3/ und den Angaben in /2/ wie folgt:

Schienenoberkante (SO) Bestand in Bauwerksmitte = Höhenbezugsebene $\pm 0,00$ m = ca.	204,41 mNHN
Grabensohle Bestand im Mittel = ca. 3,95 m unter SO = ca.	200,45 mNHN
Gründungsebene der vorhandenen Widerlager /2/ = ca. 4,50 m unter SO = ca.	199,90 mNHN

Für die Erneuerung der EÜ werden nach den Angaben in /4/ derzeit folgende Varianten untersucht:

#### **Variante 1: Halbrahmenbauwerk**

Die Variante 1 sieht als Ersatzbauwerk ein Halbrahmenbauwerk vor, das entweder im Schutze von Hilfsbrücken oder in offener Bauweise hergestellt würde.

#### **Variante 2: WIB-Überbau auf Widerlagern**

Bei der Variante 2 wird als Ersatzneubau ein WIB-Überbau auf Widerlagern analog wie beim bestehenden Bauwerk in Erwägung gezogen. Die Herstellung ist unter Hilfsbrücken vorgesehen.

Weitere Angaben, z.B. zur Gründungsebene oder zu auftretenden Lasten, liegen bislang nicht vor. Im Weiteren gehen wir davon aus, dass die Gründungsebene des neuen Bauwerks auf gleichem Niveau wie im Bestand bei etwa 199,90 mNHN angeordnet werden soll.

Wir wurden beauftragt, Baugrunduntersuchungen für die EÜ Mühlgraben durchzuführen und auf Grundlage der Untersuchungsergebnisse eine Baugrund- und Gründungsbeurteilung zu erstellen. In diesem Zuge sollten weiterhin orientierende umweltchemische Untersuchungen an Boden- und Schottermischproben sowie an Bauwerksproben ausgeführt werden. Zudem sollten Fundament- und Hinderniserkundungen hinter den vorhandenen Widerlagern zur Ausführung kommen. Die Ergebnisse der umweltchemischen Untersuchungen werden in einer gesonderten Stellungnahme mitgeteilt.

Die Baumaßnahme kann in die Geotechnische Kategorie GK 2 nach DIN 1054 eingeordnet werden.

## **2. Unterlagen.**

Zur Bearbeitung wurden uns von der DB Netz AG, Regionalbereich Mitte, folgende Unterlagen zur Verfügung gestellt:

- /1/ Ivl-Plan 3600 KD, Strecke 3600 Frankfurt (M) - Göttingen von km 150,753 bis km 151,656, 01.08.2007.
- /2/ Bestandsplan als Grundriss bzw. Draufsicht und Schnitte vom 21.09.1932 sowie als Schal- und Bewehrungspläne der Randwegkonstruktion vom 12.05. und 19.05.1978.
- /3/ Vermessungspläne als Draufsicht und Schnitte aus 07/2020, erstellt durch Ingenieurbüro Herzbruch GmbH, Schwelm.
- /4/ Weitere Details zur Planung bzw. Varianten gingen aus Telefonaten mit dem Projektleiter Herrn Kram von der DB Netz AG und der E-Mail vom 27.08.2020 hervor.
- /5/ Betriebliche Anordnung, Kampfmittelauskunft und diverse bahneigene Kabel- und Leitungspläne sowie weitere Informationen dazu.

Weitere verwendete Unterlagen sind:

- /6/ Richtlinie 836 - Erdbauwerke und sonstige geotechnische Bauwerke planen, bauen und instandhalten; 2. Aktualisierung, gültig ab 01.02.2013.
- /7/ Richtlinie 836 w.v.; 3. Aktualisierung: Einführung des neuen Moduls 836.4106 (Übergänge zwischen Erd- u. Kunstbauwerken), gültig ab 01.03.2014.
- /8/ Richtlinie 836 w.v.; 4. Aktualisierung: Einführung des neuen Moduls 836.4102 (Böschungen - Grundlagen, Lockergesteins- und Felsböschungen), gültig ab 01.12.2014.
- /9/ Richtlinie 836 w.v.; 5. Aktualisierung: Einführung des neuen Moduls 836.4103 "Erdarbeiten-Ausführung (Ergänzung ZTVE-StB)" und des neuen Anhangs A01 "Beispiele" zum Modul 836.4106 "Übergänge zwischen Erd- und Kunstbauwerken", gültig ab 01.07.2018.
- /10/ Richtlinie 836 w.v.; 6. Aktualisierung: Einführung des neuen Anhangs A03 "Vliesstoffe zur Planumsverbesserung" zum Modul 836.4105 "Planumsverbesserung", gültig ab 01.02.2019.
- /11/ Richtlinie 836 w.v.; 7. Aktualisierung: Einführung der Module 836.4301 bis 836.4305 "Stützkonstruktionen und Stützmaßnahmen (Grundsätze, Massive Stützmauern und Stützwände, Flexible Stützbauwerke, Randwegkonstruktionen sowie temporäre Gleissicherungen", gültig ab 01.11.2019.
- /12/ Technische Mitteilung zur Ril 804.1101, Abschnitt 2, Absätze 13 bis 15 "Brückenabschlüsse", 10.04.2017.
- /13/ ZTV E-StB 17: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau, FGSV, Ausgabe 2017.

- /14/ Empfehlungen des Arbeitskreises Pfähle "EA Pfähle", 2. Auflage, 2012.
- /15/ Empfehlungen des Arbeitskreises "Baugruben" (EAB), 5. Auflage, 2012.
- /16/ TL SoB-StB 04 - Technische Lieferbedingungen für Bastoffgemische und Böden zur Herstellung von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau, Ausgabe 2004, Fassung 2007.
- /17/ Grundbau-Taschenbuch, Teil 2: Geotechnische Verfahren, 6. Auflage.
- /18/ Auszug aus Ril 804, Modul 804.4110 "Hilfsbrücken".
- /19/ DIN-Vorschriften in jeweils gültiger Fassung.
- /20/ Geologische Kartenunterlagen im Geoportal Hessen des Hessischen Landesamtes für Naturschutz, Umwelt und Geologie.

### **3. Baugrund.**

#### **3.1 Allgemeines.**

Nach den geologischen Kartenunterlagen in /20/ sind unmittelbar im Bereich des Baufeldes geländeoberflächennah zum Teil holozäne, ungegliederte Auensedimente in Form von Lehmen, Sanden und/oder Kiesen zu erwarten. Zum Teil stehen oberflächennah pleistozäne, ungegliederte Fließerden des Quartärs in Form von Ton und Schluff an, die oft Steine, Grus und Sand aufweisen. Zum Teil wird bereits geländeoberflächennah der Untere Buntsandstein des Trias in Form von Sandstein mit örtlichen Beimengungen an Geröllen und in Form von Ton-Siltstein angegeben.



### **3.2 Untersuchungsumfang.**

Zur näheren Erkundung des Baugrundes wurden insgesamt 4 Rammkernsondierungen (Kleinbohrungen) zur Bodenprobenentnahme (RKS 1 bis RKS 4) und 4 Rammsondierungen mit der schweren Rammsonde DPH nach DIN EN ISO 22476 zur Festigkeitsabschätzung der Böden (R 1 bis R 4) ausgeführt. Die Sondierung RKS 3 wurde anschließend als Rammpegel (Pegel 3) zur Grundwasserbeobachtung ausgebaut. Zudem wurden zur Entnahme von Schotterproben 2 Schürfe (SCH 1 und SCH 2) im Gleisbett angelegt. Zur Erkundung der Widerlagerkubatur und Entnahme von Proben aus der Bausubstanz wurden im Randwegbereich 2 Großschürfe (GSCH 1 und GSCH 2) und durch die Widerlager 2 Kernbohrungen (KB 1 und KB 2) ausgeführt (s. Abschnitt 3.9).

Im Einzelnen wurden von der Dammoberkante bzw. von den Randwegen aus die Sondierungen RKS 1 und R 1 bahnlinks hinter dem nördlichen Widerlager und die Sondierungen RKS 2 und R 2 bahnrechts hinter dem südlichen Widerlager ausgeführt. Die genannten Sondierungen wurden bis jeweils 5,0 m Tiefe unter Dammoberkante bzw. bis auf ein mittleres Niveau von rund 198,80 mNHN niedergebracht.

Von der Geländeoberkante aus wurden die Sondierungen RKS 3/R 3 neben dem Auslaufbereich und RKS 4/R 4 neben dem Einlaufbereich bis in Tiefen zwischen 5,20 m und 9,50 m unter Gelände bzw. bis auf ein Niveau zwischen etwa 192,60 mNHN und 197,0 mNHN abgeteuft. Danach war aufgrund der zunehmenden Festigkeit des Baugrundes kein Sondierfortschritt mehr möglich bzw. war die Geräteauslastung erreicht. Die planmäßige Sondiertiefe von 15,0 m konnte jeweils nicht erreicht werden.

Die Untersuchungsstellen wurden höhenmäßig auf die Schienenoberkante (SO) eingemessen, dessen Höhe in /3/ mit etwa 204,41 mNHN angegeben ist.

Die Ortslagen der Sondieransatzpunkte gehen aus Anlage 1 hervor. Die Ergebnisse sind dargestellt in:

Anlage 2.1: Untersuchungen von Dammoberkante  
Bohrprofile RKS 1 und RKS 2 sowie  
Rammdiagramme R 1 und R 2

Anlagen 2.2 und 2.3: Untersuchungen von Geländeoberkante  
Bohrprofile RKS 3 und RKS 4 sowie  
Rammdiagramme R 3 und R 4

Anlage 2.4: Untersuchungen von Dammoberkante  
Schurfprofile SCH 1 und SCH 2

Anlage 2.5: Erläuterungen

Die Sondierungen mit Angaben der Ansatzhöhen unter Schienenoberkante (SO) sowie ihre Tiefen sind in der nachfolgenden Tabelle 1 aufgeführt.

**Tabelle 1: Baugrundaufschlüsse**

Aufschluss	Ansatzhöhe unter SO [m] / Niveau [mNHN]	Aufschlusstiefe unter SO [m] / Niveau [mNHN]
RKS 1 / R 1	0,6 / ca. 203,8	5,6 / ca. 198,8
RKS 2 / R 2	0,7 / ca. 203,7	5,7 / ca. 198,7
RKS 3 / R 3	2,3 / ca. 202,1	11,8 / ca. 192,6
RKS 4 / R 4	2,2 / ca. 202,2	11,5 / ca. 192,9 bzw. 7,4 / ca 197,0
Pegel 3	Oberkante = 1,1 / ca. 203,3	Unterkante = 7,1 / ca. 197,3

### 3.3 Rammkernsondierungen und Schürfe.

#### 3.3.1 Untersuchungen von der Dammoberkante.

Nach den Ergebnissen der Rammkernsondierungen RKS 1 und RKS 2, die von der Dammoberkante aus niedergebracht wurden, setzt sich das Dammschüttmaterial oberflächennah zunächst bis in Tiefen zwischen 0,90 m und 1,0 m unter Ansatzpunkt bzw. bis auf ein mittleres Niveau von etwa 202,80 mNHN aus kiesigen Sanden zusammen, die örtlich Schotterbeimengungen, Ziegel- und/oder Wurzelreste sowie humose Anteile aufweisen. Unterhalb dieser nichtbindigen Böden folgen bis Unterkante Dammschüttung zumeist aufgefüllte sandige, schwach tonige bis tonige, teils schwach kiesige Schluffe, die lokal Schlacke- und Wurzelreste oder Sandsteinbeimengungen aufweisen, sowie zum Teil stark schluffige, tonige, schwach humose Sande mit Wurzelresten nach. Die Unterkante der Dammschüttung wurde im Bereich der genannten Sondierungen in Tiefen zwischen 2,60 m und 3,30 m unter Ansatzpunkt bzw. auf einem Niveau zwischen etwa 200,40 mNHN und 201,20 mNHN festgestellt.

Der gewachsene Boden im Anschluss an die Dammschüttung besteht bis in eine mittlere Tiefe von etwa 4,60 m unter Ansatzpunkt bzw. bis auf ein mittleres Niveau von etwa 199,20 mNHN aus tonigen und sandigen Schluffen sowie aus stark schluffigen und tonigen Sanden. Diese Böden werden im Weiteren mit Bezug auf die Angaben in den geologischen Kartenunterlagen als "**Lehmböden**" bezeichnet (s. Abschnitt 3.1). Anschließend wurden hier bis zur jeweiligen Sondierendtiefe von 5,0 m unter Ansatzpunkt bzw. bis rund 198,70 mNHN sandige bis stark sandige, schwach schluffige Kiese aufgeschlossen, die nachfolgend einfachheitshalber als "**Kies-Sand-Gemische**" zusammengefasst werden.

Mit den Schürfen SCH 1 und SCH 2, die im Gleisbett an den äußeren Bauwerkskanten angelegt wurden, wurde der sogenannte "saubere Schotter" ohne wesentliche Beimengungen von Kies, Sand und Feinanteilen bis in eine Tiefe von jeweils etwa 0,45 m unter SO angetroffen. Die Schottermischzone in Form von Schotter mit kiesigen und sandigen Anteilen reicht bis in eine Tiefe von jeweils 0,60 m unter SO hinab. Danach folgt die Bauwerksoberkante.

### 3.3.2 Untersuchungen von der Geländeoberkante.

Im Bereich der Sondierungen RKS 3 und RKS 4, die vom Geländeniveau aus neben den Ein- und Auslaufbereichen des Bauwerks positioniert wurden, wurde zunächst jeweils eine 0,50 m starke Oberbodenschicht angetroffen, die im Mittel bis auf ein Niveau von etwa 201,60 mNHN hinabreicht.

Im Anschluss an den Oberboden stehen im Bereich dieser Sondierungen die gewachsenen sandigen bis stark sandigen und schwach tonigen bis tonigen, teils schwach kiesigen Schluffe, die in Abschnitt 3.3.1 als Lehmböden bezeichnet wurden, bis in Tiefen von 2,60 m und 2,80 m unter Gelände bzw. bis auf ein mittleres Niveau von ca. 199,50 mNHN an. Nachfolgend wurden bis in Tiefen von 8,50 m und 8,90 m unter Gelände bzw. im Mittel bis rd. 193,50 mNHN zum Teil sandige bis stark sandige, schwach schluffige Kiese bzw. schwach schluffige Kies-Sand-Gemische und zum Teil stark kiesige, schluffige Sande sowie schwach schluffige Sand-Kies-Gemische aufgeschlossen, die gemäß Abschnitt 3.3.1 als Kies-Sand-Gemische zusammengefasst wurden. Anschließend wurden bis zu den erreichten Sondierendtiefen von 9,30 m und 9,50 m unter Gelände kiesige, schluffige, schwach tonige Sande erkundet. Hierbei handelt es sich nach Einschätzung um den **Verwitterungs- bzw. Zersatzhorizont des Buntsandsteingrundgebirges.**

Wie bereits erwähnt, war danach aufgrund der erreichten Geräteauslastung bzw. der zunehmenden Festigkeit kein Sondierfortschritt mehr möglich. Nach Einschätzung folgt unterhalb der erreichten Sondierendtiefe das entfestigte bis angewitterte Festgestein nach.

### **3.4 Schwere Rammsondierungen.**

#### **3.4.1 Allgemeines zur Bewertung.**

Zur Abschätzung der Festigkeit der durchfahrenen Böden wurden die Rammsondierungen mit der schweren Rammsonde durchgeführt. Für die in erster Linie angetroffenen bindigen bzw. bindig-gemischtkörnigen Dammschüttungen sowie für die gewachsenen Lehm Böden und auch für die Verwitterungsprodukte des Buntsandsteingrundgebirges besteht etwa folgender Zusammenhang zwischen Schlagzahl  $n_{10}$  pro 10 cm Sondeneindringung und Konsistenz:

**Tabelle 2: Zusammenhang zwischen Schlagzahl  $n_{10}$  pro 10 cm Sondeneindringung und Konsistenz bei bindigen und bindig-gemischtkörnigen Böden**

Konsistenz	Schlagzahl $n_{10}$
weich	2 – 5
steif	5 – 9
halbfest	9 – 17
fest	> 17

Für die anstehenden nichtbindigen weitgestuften Kies-Sand-Gemische kann von etwa folgendem Zusammenhang zwischen Schlagzahl  $n_{10}$  pro 10 cm Sondeneindringung und Lagerungsdichte ausgegangen werden:

**Tabelle 3: Zusammenhang zwischen Schlagzahl  $n_{10}$  pro 10 cm Sondeneindringung und Lagerungsdichte bei weitgestuften Böden**

Schlagzahl $n_{10}$		Grenzen der Lagerungsdichte
über GW	unter GW	
5	1 – 2	D = 0,20 / sehr locker – locker
15	8	D = 0,45 / locker – mitteldicht
34	24	D = 0,65 / mitteldicht – dicht

### 3.4.2 Untersuchungen von der Dammoberkante.

Gemäß dem Zusammenhang in Tabelle 2 des Abschnittes 3.4.1 und den Bodenansprachen vor Ort weisen die angetroffenen bindigen und bindig-gemischtkörnigen Dammschüttungen durchweg eine steife Konsistenz auf. Die oberflächennahen nicht-bindigen Dammschüttungen, die wegen der Vorschachtung nicht von den schweren Rammsondierungen erfasst werden, sind nach den Bodenansprachen locker bis mitteldicht gelagert.

Die nachfolgenden gewachsenen Lehmböden weisen eine weiche bis steife Konsistenz auf. Die sich anschließenden Kies-Sand-Gemische sind nach dem Zusammenhang in Tabelle 3 des Abschnittes 3.4.1 mitteldicht bis dicht gelagert.

### 3.4.3 Untersuchungen von der Geländeoberkante.

Auch nach den Untersuchungsergebnissen vom Geländeniveau weisen die gewachsenen Lehmböden gemäß dem Zusammenhang in Tabelle 2, den Bodenansprachen vor Ort sowie den nachfolgenden Laborversuchen eine weiche bis steife Konsistenz auf. Die anstehenden Kies-Sand-Gemische sind nach dem Zusammenhang in Tabelle 3 im Bereich der Sondierung R 3 zumeist mitteldicht und bei R 4 mitteldicht bis sehr dicht gelagert.

Für die nachfolgenden Verwitterungsprodukte des Buntsandsteingrundgebirges, die sich als kiesige, schluffige und schwach tonige Sande darstellen, kann von einer mindestens halbfesten Konsistenz ausgegangen werden.

### **3.5 Grundwasser.**

Grundwasser wurde während der Felduntersuchungen am 24.06. und 25.06.2020 innerhalb der anstehenden wasserdurchlässigen nichtbindigen Kies-Sand-Gemische in Tiefen zwischen etwa 5,20 m und 5,60 m unter SO bzw. auf einem Niveau zwischen etwa 198,80 mNHN und 199,20 mNHN und damit unmittelbar bzw. wenig unterhalb der Lehm Böden angetroffen. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die Felduntersuchungen in einer sehr niederschlagsarmen Jahreszeit ausgeführt wurden. Insofern wird u.a. aufgrund der Topographie des Baufeldes davon ausgegangen, dass sich jahreszeitlich abhängig der Kies-Sand-Grundwasserleiter vollständig füllen kann und dann im Bau-feld gespannte Grundwasserverhältnisse entstehen.

Im Graben selbst befand sich zur Zeit der Untersuchungen kein Wasser.

### **3.6 Geotechnische Laborversuche.**

An einigen aus den Sondierungen gewonnenen Bodenproben wurden Laborversuche durchgeführt. Bestimmt wurden Korngrößenverteilung, Wassergehalt, Plastizität und Konsistenz sowie Glühverlust (= Gehalt an organischen Bestandteilen).

**a) Korngrößenverteilungen (Anlagen 3.1 bis 3.5).**

Der Versuch Nr. 3 wurde an einer Probe aus den aufgefüllten Schluffen der Dammschüttungen ausgeführt. Ermittelt wurden Schluffanteile von 47 %, Sandanteile von 28 %, Tonanteile von 23 % und Kiesanteile von 2 %. Dabei geben die Kiesanteile zum Teil die Sandsteineinschlüsse in der Probe wieder.

Die Versuche Nr. 1, 4 und 8 kennzeichnen die Körnungslinien von Proben aus den gewachsenen Lehmböden. Die Versuche ergaben Schluffanteile von 26 % bis 55 %, Sandanteile von 20 % bis 48 %, Tonanteile von 17 % bis 25 % und bei dem Versuch Nr. 8 Kiesanteile von 1 %.

Die Versuche Nr. 2, 5, 6, 9 und 10 erfolgten an Proben aus den gewachsenen nichtbindigen Kies-Sand-Gemischen. Ermittelt wurden Kiesanteile zwischen 36 % und 53 %, Sandanteile zwischen 35 % und 47 % sowie Feinanteile mit Korndurchmesser  $\leq 0,06$  mm zwischen 7 % und 22 %.

Die weiteren Versuche Nr. 7 und 11 erfolgten an Proben aus den Verwitterungsprodukten des Buntsandsteingrundgebirges. Die Versuche ergaben Sandanteile von 39 % und 49 %, Kiesanteile von 27 % und 29 %, Schluffanteile von 19 % und 26 % sowie Tonanteile von 5 % und 6 %.

**b) Plastizität und Konsistenz (Anlagen 4.1 und 4.2).**

An zwei Proben aus den gewachsenen Lehmböden wurden Wassergehalt, Fließ- und Ausrollgrenze wie folgt bestimmt:



**Tabelle 4: Wassergehalt, Plastizität und Konsistenz**

Aufschluss / Tiefe [m]	Wassergehalt $w_N$ [%]	Fließgrenze $w_L$ [%]	Ausrollgrenze $w_p$ [%]	Plastizität $I_p$ [%]	Konsistenz $I_c$ [-]
RKS 3 / 1,30 – 2,80	23,2	53,6	19,7	33,9	0,90
RKS 4 / 1,50 – 2,60	19,1	34,7	15,6	19,1	0,81

Nach den Ergebnissen der Laboruntersuchungen weisen die Proben aus den Lehm Böden zum Teil das Verhalten von leicht plastischen bis mittelpastischen Tonen und zum Teil das Verhalten von ausgeprägt plastischen Tonen auf. Die Konsistenz der Proben ist jeweils steif.

**c) Glühverlust und Wassergehalt.**

An einer aus der Sondierung RKS 2 aus dem Tiefenabschnitt zwischen 2,10 m und bis 3,10 m entnommenen Probe aus den Dammschüttungen, die vor Ort organoleptisch als humos bzw. organisch angesprochen wurde, wurden der Glühverlust mit  $V_{G1} = 3,60 \%$  bei einem Wassergehalt von  $w_N = 19,90 \%$  ermittelt. Danach ist die Probe in Anlehnung an die ehemalige nationale DIN 4022 als schwach humos bzw. schwach organisch einzustufen.

**3.7 Einteilung der Böden in Homogenbereiche.**

Die Einteilung der Böden in Homogenbereiche erfolgt gemäß VOB, Teil C, DIN 18300 (Erdarbeiten), DIN 18301 (Bohrarbeiten), DIN 18303 (Verbauarbeiten) sowie DIN 18304 (Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten), jeweils Ausgabe 2015. Die tabellarischen Bewertungen mit Körnungsbändern sind in den Anlagen 5.1 bis 5.8 mitgeteilt. Dabei ist zu berücksichtigen, dass bislang nur Rammkern- und Rammsondierungen zur Ausführung kamen. Insofern kann derzeit für das anstehende

Festgestein in größerer Tiefe kein Homogenbereich angegeben werden. Die Erkundung wäre zu gegebener Zeit durch maschinelle Bohrungen zu ergänzen.

### **3.8 Wasseranalysen.**

An zwei aus der Sondierung RKS 3 (GWM 3/1) und Pegel 3 (GWM 3/2) entnommenen Grundwasserproben wurden im Labor Wessling, Hannover, die Beton- und Stahlaggressivität untersucht. Das Analysenergebnis findet sich in Anlage 6 wieder.

Die Beurteilung der Betonaggressivität der Wasserproben wird nach DIN 4030, Teil 1 vorgenommen. Demzufolge sind die untersuchten Grundwasserproben jeweils als "nicht betonangreifend" einzustufen.

Die Bewertung der Stahlaggressivität der Wasserproben erfolgt gemäß DIN 50929, Teil 3. Danach ist die Korrosionswahrscheinlichkeit von unlegierten sowie niedriglegierten Stählen im Unterwasserbereich und an der Wasser-Luft-Grenze sowohl bezüglich Flächenkorrosion als auch in Bezug auf Mulden- und Lochkorrosion als "sehr gering" einzustufen.

### **3.9 Fundament- und Hinderniserkundungen.**

#### **3.9.1 Allgemeines.**

Neben den Untersuchungen den Baugrund betreffend wurden im Zuge der Feldarbeiten auch Fundament- und Hinderniserkundungen in Form von Schürfen und Sondierungen ausgeführt, auf die nachfolgend näher eingegangen wird. Die Lage der Untersuchungen geht aus Anlage 1 hervor. Skizzen zu den Un-

tersuchungen sind in den nachfolgend beschriebenen Anlagen mitgeteilt.

### **3.9.2 Hinderniserkundung hinter den vorhandenen Widerlagern.**

Um mehr Sicherheit bezüglich der Kubatur der Widerlager bzw. zu eventuellen Hindernissen zu erhalten, wurden hinter den vorhandenen Widerlagern zwei Großschürfe GSCH 1 und GSCH 2 angelegt. Die Ergebnisse sind als Skizzen mit Fotodokumentationen in Anlage 7 mitgeteilt. Der Großschurf GSCH 1 wurde bahnlinks hinter dem nördlichen Widerlager angelegt. Von hier aus wurden drei hintereinander angesetzte Sondierungen zur Erkundung der dammseitigen Fundamentüberstände ausgeführt. Danach sind in einem Abstand von rund 0,50 m hinter dem nördlichen Widerlager keine Hindernisse mehr bis 5,0 m Tiefe unter SO festgestellt worden.

Der Großschurf GSCH 2 war bahnrechts hinter dem südlichen Widerlager vorgesehen. Dieser konnte jedoch aufgrund der Nähe zum Gleis und auf Anweisung der Bauüberwachung aus Sicherheitsgründen nur bis 0,50 m Tiefe ausgeführt werden. Die darunter verbliebene Schotterstärke ließ hier keine Sondierungen mehr zu.

### **3.9.3 Kernbohrungen durch die Widerlager.**

Durch die vorhandenen Widerlager sind 2 Kernbohrungen KB 1 und KB 2 mit 100 mm Durchmesser horizontal ausgeführt worden, um einerseits die Stärken der Widerlager zu bestimmen und andererseits Bausubstanzproben für umweltchemische Untersuchungen zu gewinnen. Die Lage der Kernbohrungen mit Fotodokumentationen sind in Anlage 8 mitgeteilt. Eine zusammenfassende Beschreibung gibt die nachfolgende Tabelle 5:

**Tabelle 5: Kernbohrungen**

Kernbohrung	Kernbeschreibung
KB 1: WL Süd (horizontal)	0,00 m - 0,47 m Sandsteinmauerwerk (hell), kompakt
	0,47 m - 0,98 m Sandsteinmauerwerk (rot), relativ kompakt, zerbrochen
	0,98 m - 1,15 m Sandsteinmauerwerk und Mörtel (hell), porös
	1,15 m - 1,25 m Sandsteinmauerwerk und Mörtel (hell), stark porös und zerbrochen (keine Abdichtung, Schwarzanstrich o.ä.)
KB 2: WL Nord (horizontal)	0,00 m - 0,57 m Sandsteinmauerwerk (hell), kompakt
	0,57 m - 0,92 m Sandsteinmauerwerk und Mörtel (rötlich), relativ kompakt aber leicht porös
	0,92 m - 1,08 m Sandsteinmauerwerk (rot), zerbrochen
	1,08 m - 1,16 m Sandsteinmauerwerk und Mörtel (rot), kompakt
	1,16 m - 1,20 m Mörtel stark porös (keine Abdichtung, Schwarzanstrich o.ä.)

**3.10 Umweltchemische Untersuchungen.**

Die Ergebnisse der umweltchemischen Untersuchungen werden in einer gesonderten Stellungnahme mitgeteilt.

**4. Baugrundmodell, Bodenrechenwerte.**

Den angetroffenen Böden können nach den Ergebnissen der Feld- und Laborversuche sowie nach Erfahrung in vergleichbaren Fällen die in nachfolgender Tabelle 6 angegebenen mittleren Bodenrechenwerte zugeordnet werden.

**Tabelle 6: Baugrundmodell und Bodenrechenwerte**

mittlere Tiefe unter SO [m] / mittlere Gelände- höhe [mNHN]	Bodenart	Reibungswinkel Kohäsion [kN/m <sup>2</sup> ]	Wichte [kN/m <sup>3</sup> ]	Steifemodul [MN/m <sup>2</sup> ]
bis 1,6 / bis 202,8	<b>Dammschüttungen/ Auffüllungen</b> <i>nichtbindig</i> Schotter, kiesig bis stark kiesig, schwach sandig bis sandig; Sand, kiesig, teils humos, z.T. Schotter- und/oder Wurzelbei- mengungen, z.T. Ziegelreste locker bis mitteldicht	$\varphi_k = 32,5^\circ$ $c_k = 0$	$\gamma_k/\gamma_k' = 18/10$	$E_{s,k} = 20 \text{ bis } 60$
1,6 bis 3,6* / 202,8 bis 200,8*	<i>bindig und bindig-gemischtkörnig</i> Schluff, sandig, schwach tonig bis tonig, teils schwach kiesig, lokal Schlacke- und Wurzelreste oder Sandsteinbeimengungen; Sand, stark schluffig, tonig, schwach humos, Wurzelreste steif	$\varphi_k = 27,5^\circ$ $c_k = 2$	$\gamma_k/\gamma_k' = 20/10$	$E_{s,k} = 6 \text{ bis } 15$
3,6 bis 5,1 / 200,8 bis 199,3	<b>Gewachsener Boden</b> <i>Lehmböden</i> weich bis steif	$\varphi_k = 25^\circ$ $c_k = 10$	$\gamma_k/\gamma_k' = 20/10$	$E_{s,k} = 5 \text{ bis } 10$
5,1 bis 10,9 199,3 bis 193,5	<i>Kies-Sand-Gemische</i> mitteldicht bis dicht	$\varphi_k = 35^\circ$ $c_k = 0$	$\gamma_k/\gamma_k' = 20/12$	$E_{s,k} = 60 \text{ bis } 100$
10,9 bis 11,7 / 193,5 bis 192,7 = erreichte Sondierendtiefe	<i>Sandstein, zersetzt</i> (Sand, kiesig, schluffig, schwach tonig) mindestens halbfest	$\varphi_k = 30^\circ$ $c_k \geq 20$	$\gamma_k/\gamma_k' = 21/11$	$E_{s,k} = 30 \text{ bis } \geq 50$

\* Da die Sondierungen etwas weiter entfernt vom Bauwerk zur Ausführung kamen, sollten für die erdstatischen Berechnungen die Unterkante der Auffüllungen bei 199,90 mNHN angesetzt werden (= Unterkante des vorhandenen Bauwerks gemäß /2/ bzw. Abschnitt 1)

## **5. Beurteilung.**

### **5.1 Vorbemerkung.**

Gemäß Abschnitt 1 wird für die Erneuerung der EÜ bei der Variante 1 als Ersatzneubau ein Halbrahmenbauwerk untersucht, das entweder im Schutze von Hilfsbrücken oder in offener Bauweise hergestellt würde. Bei der Variante 2 wird ein WIB-Überbau auf Widerlagern analog wie beim bestehenden Bauwerk in Erwägung gezogen. Die Herstellung der Widerlager ist unter Hilfsbrücken vorgesehen. Weitere Angaben, z.B. zur Gründungsebene oder zu auftretenden Lasten, liegen noch nicht vor. Wir gehen davon aus, dass die Gründungsebene des neuen Bauwerks auf dem gleichen Niveau wie im Bestand bei ca. 199,90 mNHN angeordnet werden soll.

Nach den Ergebnissen der Baugrunduntersuchungen befinden sich auf diesem Niveau gewachsene weich- bis steifkonsistente Lehmböden, die nicht ohne Weiteres zur Aufnahme der Lasten aus dem Neubau geeignet sind. Es werden Bodenersatzmaßnahmen erforderlich. Der Bodenersatz ist bis auf das Niveau der sich anschließenden Kies-Sand-Gemische auszulegen, die im Mittel ab etwa 199,30 mNHN folgen. Insofern soll für die weitere Planung eine Bodenersatzstärke von mindestens 0,60 m unterhalb der Gründungskonstruktionen des neuen Bauwerks einkalkuliert werden.

Wie in Abschnitt 3.5 dargelegt, wurde Grundwasser während der Felduntersuchungen Ende Juni 2020 innerhalb der gewachsenen nichtbindigen Kies-Sand-Gemische in Tiefen zwischen etwa 5,20 m und 5,60 m unter SO bzw. auf einem mittleren Niveau von rund 199,0 mNHN und damit unmittelbar bzw. wenig unterhalb der Lehmböden angetroffen. Da die Felduntersuchungen in einer sehr niederschlagsarmen Jahreszeit ausgeführt wurden, wird davon ausgegangen, dass sich jahreszeit-

lich abhängig der Kies-Sand-Grundwasserleiter vollständig füllen kann und dann im Baufeld gespannte Grundwasserverhältnisse entstehen. Insofern sind für die Einbringung des Bodenersatzmaterials bauzeitliche Grundwasserabsenkungs- und Grundwasserentspannungsmaßnahmen zu berücksichtigen.

Nachfolgend werden Bemessungsgrundlagen für das neue Bauwerk mitgeteilt. Weiterhin werden Hinweise zu den Bodenersatzmaßnahmen und zum Gründungsplanum, zur Hinterfüllung des neuen Bauwerks bzw. der Widerlager, zur Hilfsbrückenauf-lagerung und zu Verbauten, zur Baugrubenausbildung und zur Grundwasserhaltung gegeben.

## **5.2 Gründungsvorschlag.**

### **5.2.1 Konstruktion, Bemessungsgrundlagen.**

Für die Bemessung des neuen Rahmenbauwerks gemäß Variante 1 oder der Widerlagerfundamente bei Variante 2 kann unter Berücksichtigung der Darlegungen in Abschnitt 5.2.2 der mittlere Bemessungswert des Sohlwiderstandes mit

$$\sigma_{R,d} = 420 \text{ kN/m}^2$$

angesetzt werden. Sollten das neue Rahmenbauwerk oder die Widerlagerfundamente als elastisch gebettete Bauteile bemessen werden, können Bettungsziffern in der Größenordnung von

$$k_s = 10 \text{ MN/m}^3 \text{ bis } 30 \text{ MN/m}^3$$

in Ansatz gebracht werden.

Die Bemessungswerte sind im Zuge der weiteren Planung anhand noch zu ermittelnder Lasten mittels Setzungsberechnungen zu überprüfen und gegebenenfalls zu modifizieren.

### **5.2.2 Bodenersatzmaßnahmen und Gründungsplanum.**

Gemäß den Darlegungen in Abschnitt 5.1 werden unterhalb des der Gründungskonstruktionen des neuen Bauwerks Bodenersatzmaßnahmen erforderlich. Der Bodenersatz ist bis auf das Niveau der Kies-Sand-Gemische auszulegen, die im Mittel ab etwa 199,30 mNHN beginnen. Insofern soll für die weitere Planung eine Bodenersatzstärke von mindestens 0,60 m einkalkuliert werden. Sollten sich tieferreichende Böden weicher Konsistenz zeigen, sind diese über die zuvor genannte Mindeststärke hinaus nach örtlichem Befund auszukoffern und zu ersetzen. Das Gründungsplanum innerhalb der anstehenden Kies-Sand-Gemische ist vor Aufbringung des Bodenersatzes nachzuverdichten.

Als Bodenersatzmaterial ist ein gebrochenes, gut verdichtbares und gut abgestuftes Material der Bodengruppen GW, GI nach DIN 18196 (z.B. der Körnung 0/32 mm) zu verwenden. Das Material ist lagenweise ausreichend zu verdichten und unter Berücksichtigung einer 45°-Druckausbreitung vom Bauwerks- bzw. Fundamentrand einzubauen. Empfohlen wird eine Einbaustärke von 0,30 m. Auf der Oberkante des Bodenersatzes sollen zum Nachweis der Tragfähigkeit statische und/oder dynamische Plattendruckversuche ausgeführt werden. Zu erzielen sind dabei statische Verformungsmoduln von  $E_{v2} \geq 100 \text{ MN/m}^2$  und bei Einsatz dynamischer Plattendruckversuche  $E_{vd}$ -Werte von  $\geq 40 \text{ MN/m}^2$ .



Alternativ zum o.g. Material kann auch Beton als Bodenersatzmaterial zum Einsatz kommen, der dann bündig mit dem Bauwerk eingebaut werden könnte.

### 5.2.3 Hinterfüllung, Schutzschichten.

Erfolgt die Herstellung der neuen EÜ im Schutze von Hilfsbrücken bzw. Verbauten kann als Hinterfüllmaterial zwischen dem neuen Rahmenbauwerk bzw. der neuen Widerlager und der Verbauwand nach /9/ entweder ein Material der Bodengruppen GW, GI, SW, SI nach DIN 18196 oder Beton verwendet werden. Beim Einsatz eines Mineralgemisches ist die Hinterfüllung lagenweise ausreichend zu verdichten. Dabei soll die Lagenstärke 0,30 m nicht überschreiten. Ein Verdichtungsgrad von  $D_{Pr} \geq 1,0$  ist nachzuweisen. Dieser Nachweis kann durch dynamische Plattendruckversuche erbracht werden. Dabei sind dynamische Verformungsmodul von  $E_{vd} \geq 40 \text{ MN/m}^2$  zu erzielen. Der obere Abschluss der Hinterfüllung kann gemäß /9/ mit HGT-Material erfolgen.

An den HGT-Keil schließt sich dann außerhalb der Baugrube die Tragschicht (Schutzschicht (PSS)) an, die mit mindestens 30 cm Stärke ausgebildet werden sollte.

Wird das neue Rahmenbauwerk in offener Bauweise hergestellt, kann gemäß /9/ als Hinterfüllmaterial ebenfalls das zuvor genannte Mineralgemisch der Bodengruppen GW, GI, SW, SI verwendet werden, das lagenweise mit einer entsprechenden Verzahnung mit bestehender Dammschüttung und dem o.g. Verdichtungsgrad von  $D_{Pr} \geq 1,0$  herzustellen ist. Hinsichtlich der Verdichtungsnachweise gelten die zuvor angegebenen Anforderungen sinngemäß. Anschließend kann die Tragschicht eingebaut werden.

#### **5.2.4 Hilfsbrückenauflagerung, Verbauten, Rückverankerung.**

Wie in Abschnitt 5.1 dargelegt, wird unter anderem bei den in Frage kommenden Varianten die Möglichkeit untersucht, den Abbruch des vorhandenen Bauwerks und die Herstellung des neuen Rahmenbauwerks bzw. der neuen Widerlager unter Hilfsbrücken vorzunehmen. In diesem Fall würde die Hilfsbrückenauflagerung hinter den vorhandenen Widerlagern angeordnet. Die Hilfsbrücken lagern zweckmäßig auf einzelnen Trägern vorzugsweise des Profils HEB, zwischen denen eine Ausfachung als Verbauwand eingebracht wird. Die Träger werden z.B. mittels Verpressankern rückverankert.

Nach den Ergebnissen der schweren Rammsondierungen zu urteilen, sind die anstehenden Kies-Sand-Gemische und auch die Sandsteinverwitterungsprodukte als sehr schwer bis nicht mehr rammbaar einzustufen. Zudem ist bei Rammträgern kein nennenswerter Spitzendruck zu erzielen. Insofern wird empfohlen, die Träger der Hilfsbrückenauflager nicht im Rammverfahren, sondern im Bohrverfahren einzubringen. Dazu werden die Träger in Bohrlöcher gestellt, die im Fußbereich ausbetoniert werden.

Für den Nachweis des vertikalen Lastabtrags können nach den Erfahrungswerten in "EA-Pfähle" /14/ folgende charakteristische Werte für den Spitzendruck und die Mantelreibung angesetzt werden:

**Tabelle 7: Spitzendruck- und Mantelreibungswerte für Bohrpfähle**

mittlere Tiefe unter SO [m] / mittlere Geländehöhe [mNHN]	Bodenart	Charakteristische Pfahlmantelreibung $q_{s,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	Charakteristischer Pfahlspitzenwiderstand $q_{b,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	
			Bezogene Pfahlkopfsetzung $s/D^*$	Pfahlspitzenwiderstand $q_{b,k}$
ab Baugrubensohle bis 10,9 bzw. bis 193,5	<i>Kies-Sand-Gemische</i> mitteldicht bis dicht	0,150	0,02 0,03 0,10 = $s_g$	1,50 2,00 4,00
10,9 bis 11,7 / 193,5 bis 192,7 = erreichte Sondierendtiefe	<i>Sandstein, zersetzt</i> mindestens halbfest	0,070	0,02 0,03 0,10 = $s_g$	0,95 1,20 1,60

\* D = Durchmesser des Bohrlochs

Die Empfehlungen des Arbeitskreises "EA Pfähle" /14/ sind bei der Herstellung der Bohrpfähle grundsätzlich zu berücksichtigen. Die verrohrten Bohrpfähle sind abhängig vom Grundwasserstand während der Bauzeit bis zum Erreichen der anstehenden Kies-Sand-Gemische unter Wasserauflast herzustellen, damit keine Auflockerung der umgebenden nichtbindigen Böden stattfinden kann.

Die Baugrundaufschlüsse mittels Rammkern- und Rammsondierungen konnten nur bis in eine Tiefe von rund 12,0 m unter SO ausgeführt werden und somit nicht ausreichend tief unter Pfahlfußebene. Insofern sind zu gegebener Zeit tieferreichende Baugrundaufschlüsse mittels maschineller Aufschlussbohrungen zum Nachweis ausreichender Tragfähigkeit des Baugrundes unterhalb der Absetztiefen notwendig.

Die statische Berechnung der Verbauwand soll nach Ril 836 /6/ für den erhöhten aktiven Erddruck erfolgen. Der Erdruhedruckanteil soll dabei 50 % betragen. Die Bodenrechnungswerte finden sich in Abschnitt 4.

Die Ausfachung soll nicht mit Holzbohlen/Kanthölzern vorge-  
sehen werden. Für die Ausfachung sollen Kanaldielen verwen-  
det werden. Die Ausfachung soll dabei nicht mehr als 0,50 m  
hinter dem Aushub zurück sein. Sollte sich trotzdem ein  
Bodenentzug hinter der Ausfachung einstellen, sind die ent-  
standenen Hohlräume von oben durch Nachstopfen zu verfüllen.

Außerhalb der Hilfsbrückenaufleger können als Verbauten  
auch gerammte Spundwände zur Ausführung kommen. Analog zu  
den Rammträgern lassen sich die Spundbohlen innerhalb der  
zum Teil dicht bis sehr dicht gelagerten Kies-Sand-Gemische  
voraussichtlich sehr schwer einrammen. Insofern sind Vor-  
bohrungen bzw. Lockerungsbohrungen in der Spundwandtrasse  
einzukalkulieren.

Sollten die Spundwände Vertikallasten in größerem Umfang  
- z.B. durch Rückverankerungen - abtragen müssen, kann für  
den Nachweis des vertikalen Lastabtrags in Anlehnung an die  
Erfahrungswerte für Fertigrammpfähle in "EA-Pfähle" /14/  
und nach den Empfehlungen des Arbeitskreises "Baugruben"  
(EAB) /15/ ab Baugrubensohle bzw. für die anstehenden Kies-  
Sand-Gemische der charakteristische Wert der Mantelreibung  
mit  $q_{s,k} = 0,060 \text{ MN/m}^2$  und der charakteristische Wert des  
Spitzendruckes mit  $q_{b,k} = 15,0 \text{ MN/m}^2$  angesetzt werden. Nach  
den aktuell geltenden Regeln in EAB ist bei der Bemessung  
der Spundwände als Aufstandsfläche nur die Stahlquer-  
schnittsfläche anzusetzen.

Die angegebenen Mantelreibungs- und Spitzendruckwerte gel-  
ten nur für die Einbringung der Spundbohlen mittels langsam  
schlagender Rammung. Bei Einsatz von Vibrationsrammungen  
-wie sie hier voraussichtlich zum Einsatz kommen- sind den  
Angaben in EAB folgend die angegebenen Werte mit 75 % anzu-  
setzen.

Die Träger der Hilfsbrücken und gegebenenfalls auch die Spundwandverbauten werden z.B. mittels Verpressankern nach DIN EN 1537 und DIN SPEC 18537 rückverankert. Die Verpressstrecken der Anker sind mindestens bis in die gewachsenen Kies-Sand-Gemische zu führen. Die Oberkante der Verpresskörper sollte nicht höher als 199,30 mNHN angeordnet werden. Die Grenzlast von Ankern kann z.B. nach Ostermayer "Verpressanker" abgeschätzt werden (s. Grundbautaschenbuch, Teil 2 /17/). Danach kann für einen 6,0 m bis 8,0 m langen Verpresskörper eine Grenzlast  $F_{ult}$  (= Bruchlast nach früherem globalen Sicherheitskonzept) innerhalb der genannten Böden von rund 800 kN bis 1.000 kN angesetzt werden.

In Ableitung der genannten Werte kann für die weitere Planung für die Bemessung der Anker eine mittlere Mantelreibung von  $q_{s,k} = 220 \text{ kN/m}^2$  angenommen werden. Dieser Wert gilt für die Dimensionierung der Anker mit einem Durchmesser von etwa 120 mm bis 150 mm und mit einer Verpresskörperlänge von 6,0 m bis 8,0 m. Letztlich sind die Ankerkräfte durch die Abnahmeprüfungen zu bestätigen. Im Vorfeld der Baumaßnahme soll eine Eignungsprüfung erfolgen.

#### **5.2.5 Offene Baugruben.**

Gemäß Abschnitt 1 bzw. 5.1 wird bei der Variante 1 unter anderem in Erwägung gezogen, den Rückbau des vorhandenen Bauwerks und die Herstellung des neuen Rahmenbauwerks in offener Bauweise vorzunehmen. Die Baugrubenböschungen sollen nicht steiler als unter  $45^\circ$  bis  $60^\circ$  ausgebildet werden.

An dieser Stelle wird auf die erhöhte Empfindlichkeit der bindigen und bindig-gemischtkörnigen Dammschüttungen sowie der anstehenden bindigen Lehmböden auf Wasserzutritt hinge-

wiesen. Daher kann bei ungünstigen Witterungsbedingungen eine Abdeckung der Böschungen erforderlich werden.

#### **5.2.6 Grundwasserabsenkung und -Entspannung.**

Wie in Abschnitt 5.1 näher erläutert, wurde Grundwasser während der Felduntersuchungen innerhalb der gewachsenen Kies-Sand-Gemische unmittelbar bzw. wenig unterhalb der Lehmböden angetroffen. Da die Felduntersuchungen in einer sehr niederschlagsarmen Jahreszeit ausgeführt wurden, wird davon ausgegangen, dass sich jahreszeitlich abhängig der Kies-Sand-Grundwasserleiter vollständig füllen kann und dann im Baufeld gespannte Grundwasserverhältnisse entstehen. Insofern werden gegebenenfalls Grundwasserabsenkungs- und -entspannungsmaßnahmen während der Bauzeit erforderlich.

Zur Absenkung und Entspannung des Grundwassers kommen im vorliegenden Fall in erster Linie Schwerkraftbrunnen in Frage, die beispielsweise an den 4 Enden der Baugrube angeordnet würden. Alternativ können auch Spülfilteranlagen (Vakuumanlagen) zur Ausführung kommen, die allerdings innerhalb der Baugrube angesetzt werden müssten und insofern eine Behinderung darstellen können. Sofern die Filter nicht auf Tiefe gespült werden können, sind sie in vorgebohrte Löcher einzustellen.

Die Absenkung ist mindestens 0,50 m tiefer als die Aushubsohle zu führen. Die Dimensionierung der Absenkanlage obliegt der ausführenden Firma. Für die wasserführenden Kies-Sand-Gemische kann von Durchlässigkeitsbeiwerten zwischen etwa  $k = 10^{-3}$  m/s und  $10^{-4}$  m/s ausgegangen werden.

Zur schadlosen Ableitung von zufließendem Oberflächen- und Schichtenwasser ist bei Bedarf zusätzlich eine ausreichende

Anzahl an offenen Wasserhaltungen zu betreiben. Von einer bauzeitlichen Umleitung des Grabenwassers wird ausgegangen.

### **5.3 Ergänzende Hinweise.**

Die durchgeführten Sondierungen liefern nur stichprobenartigen Aufschluss. Um sicherzustellen, dass die erkundeten Untergrundverhältnisse und die daraus abgeleiteten Gründungsmaßnahmen auch zwischen den Sondieransatzpunkten zutreffend sind, sind nach /6/ baubegleitende Prüfungen durchzuführen. Art und Umfang der Prüfungen wird nach /6/ bzw. nach Erfordernis durch den unterzeichnenden Sachverständigen für Geotechnik festgelegt.

Wir bitten, uns die endgültige Planung zur Einsichtnahme zur Verfügung zu stellen, um den unterbreiteten Gründungsvorschlag mit seinen Annahmen und Voraussetzungen zu überprüfen bzw. gegebenenfalls zu modifizieren.

Auf die Notwendigkeit, noch weitere tieferreichende Baugrundaufschlüsse als verrohrte Bohrungen durchzuführen, wird nochmals hingewiesen.

Bei Rückfragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

IGH Ingenieurgesellschaft Grundbauinstitut  
Dr.-Ing. Weseloh - Prof. Dr.-Ing. Müller-Kirchenbauer mbH

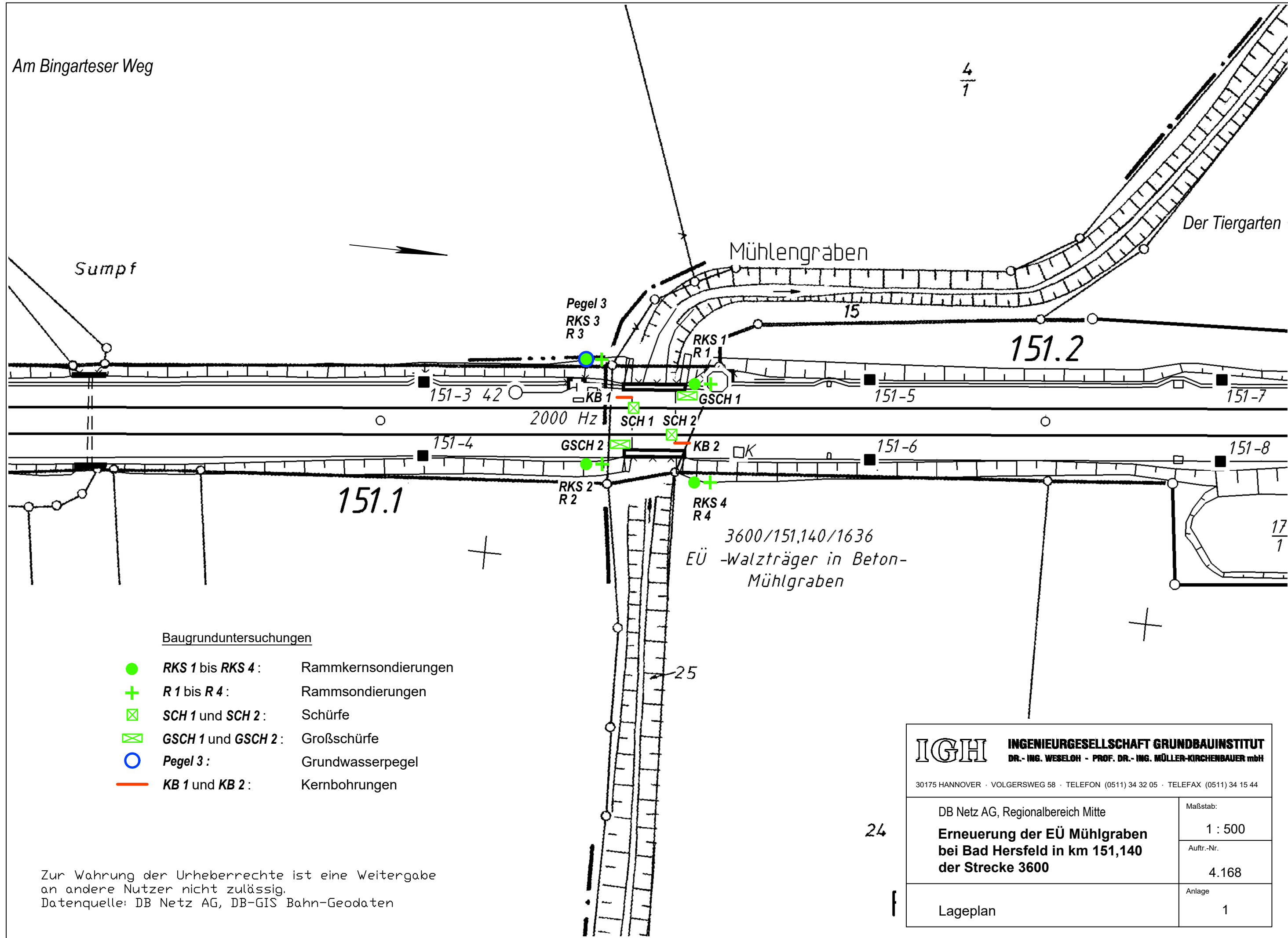
Bearbeiter: Dipl.-Ing. Paiman Saqi

Dipl.-Geogr. Struckmann

Dipl.-Ing. Stavesand

Am Bingarteser Weg

$\frac{4}{1}$



Baugrunduntersuchungen

- **RKS 1 bis RKS 4:** Rammkernsondierungen
- + **R 1 bis R 4:** Rammsondierungen
- ⊠ **SCH 1 und SCH 2:** Schürfe
- ⊞ **GSCH 1 und GSCH 2:** Großschürfe
- **Pegel 3:** Grundwasserpegel
- **KB 1 und KB 2:** Kernbohrungen

Zur Wahrung der Urheberrechte ist eine Weitergabe  
an andere Nutzer nicht zulässig.  
Datenquelle: DB Netz AG, DB-GIS Bahn-Geodaten

**IGH**

**INGENIEURGESELLSCHAFT GRUNDBAUINSTITUT**  
DR.-ING. WESELOH - PROF. DR.-ING. MÜLLER-KIRCHENBAUER mbH

30175 HANNOVER · VOLGERSWEG 58 · TELEFON (0511) 34 32 05 · TELEFAX (0511) 34 15 44

DB Netz AG, Regionalbereich Mitte

**Erneuerung der EÜ Mühlgraben  
bei Bad Hersfeld in km 151,140  
der Strecke 3600**

Lageplan

Maßstab:

1 : 500

Auftr.-Nr.

4.168

Anlage

1

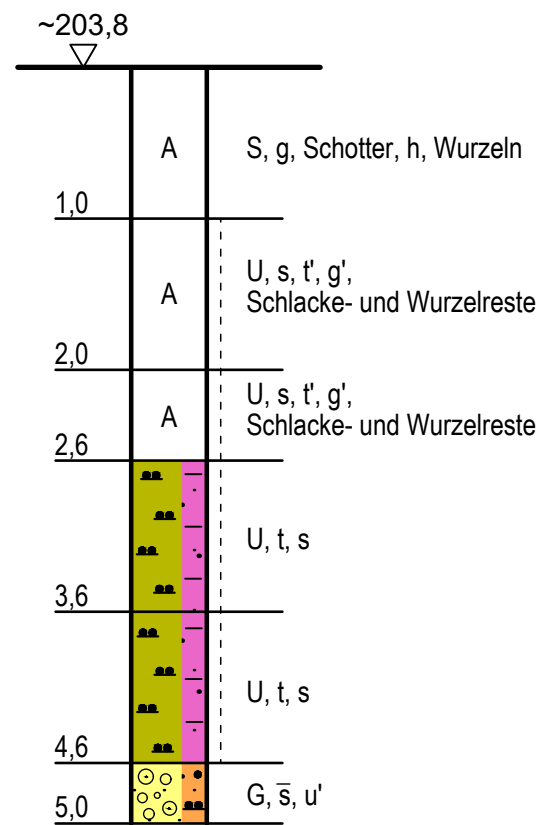


Höhe in mNHN

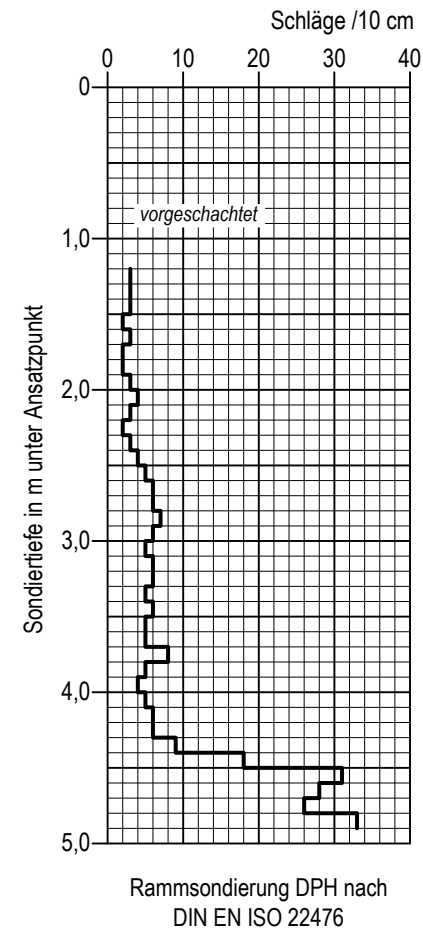
SO = ca. 204,41 m NHN



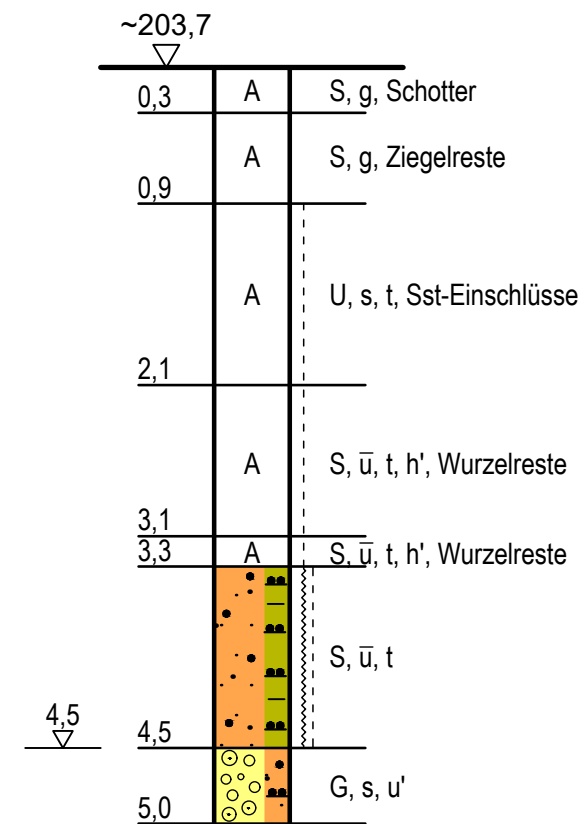
## RKS 1



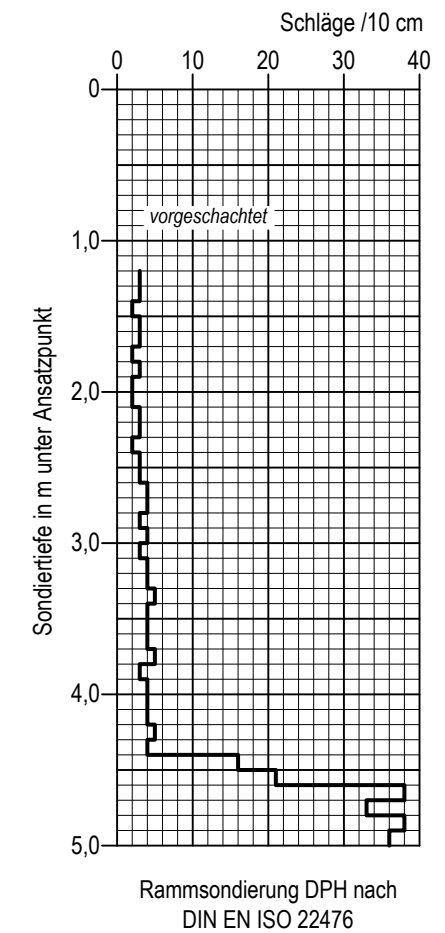
## R 1



## RKS 2



## R 2



Rammkern- und Rammsondierungen  
ausgeführt vom 24.06. und 25.06.2020

IGH

INGENIEURGESELLSCHAFT GRUNDBAUINSTITUT  
DR.-ING. WESELOH - PROF. DR.-ING. MÜLLER-KIRCHENBAUER mbH

30175 HANNOVER · VOLGERSWEG 58 · TELEFON (0511) 34 32 05 · TELEFAX (0511) 34 15 44

DB Netz AG, Regionalbereich Mitte  
**Erneuerung der EÜ Mühlgraben  
bei Bad Hersfeld in km 151,140  
der Strecke 3600**

Bohrprofile und Rammdiagramme

Maßstab:

1 : 50

Auftr.-Nr.

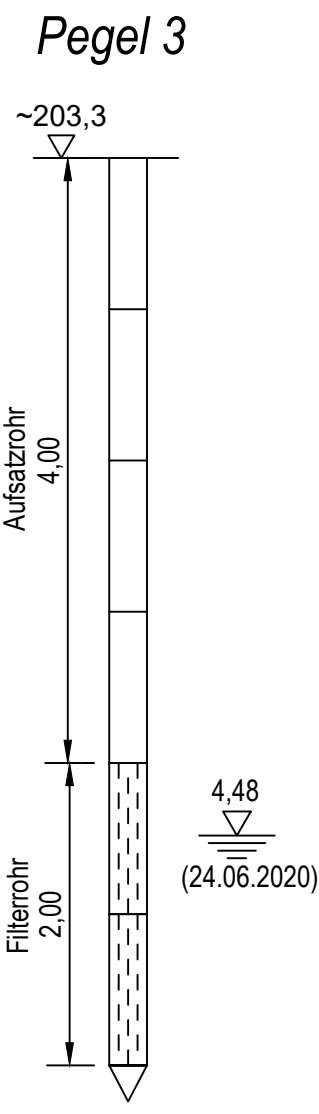
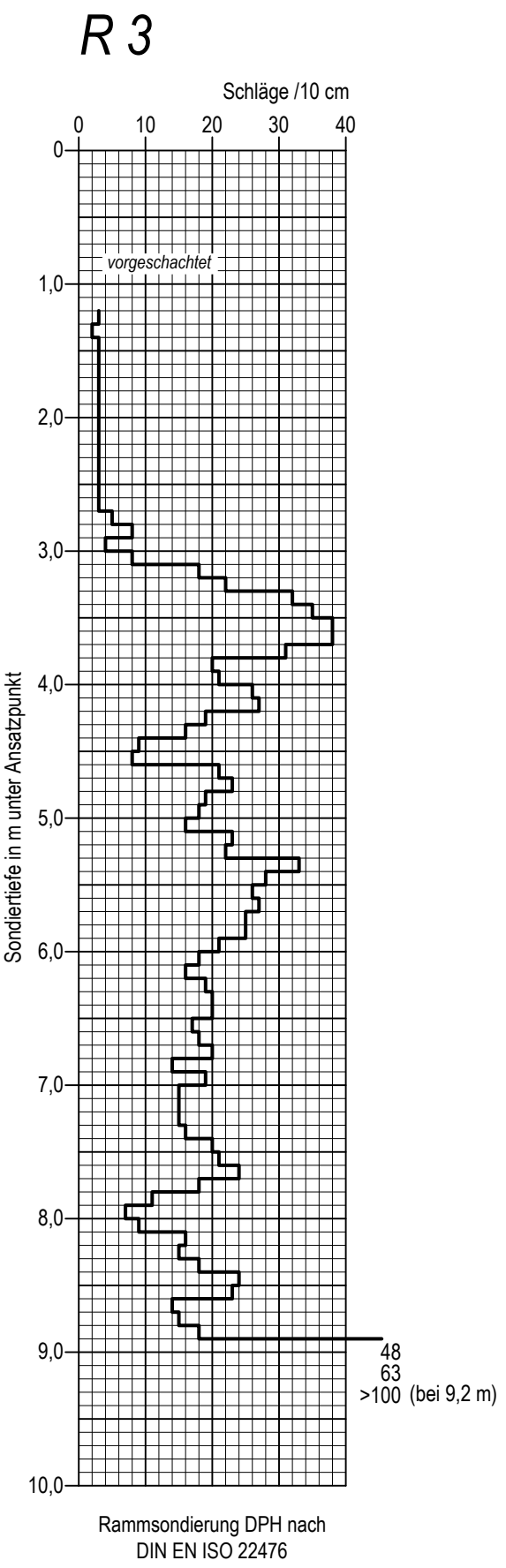
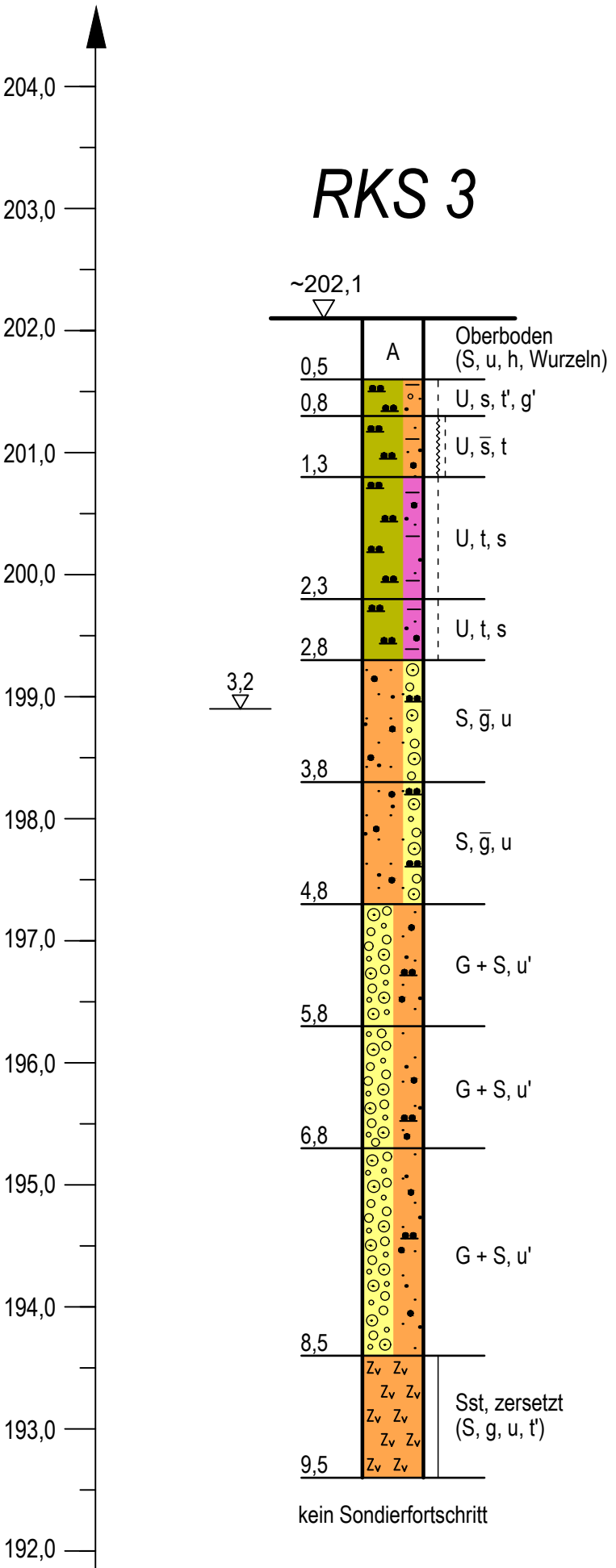
4.168

Anlage

2.1

Höhe in mNHN

SO = ca. 204,41 m NHN



Datum der Ablesung	Grundwasserstand [m] unter OK Pegel	Grundwasserstand [m] unter SO
24.06.2020	4,48	5,59

Rammkern- und Rammsondierungen  
ausgeführt vom 24.06. und 25.06.2020

**IGH**  
INGENIEURGESELLSCHAFT GRUNDBAUINSTITUT  
DR.-ING. WESELOH - PROF. DR.-ING. MÜLLER-KIRCHENBAUER mbH  
30175 HANNOVER · VOLGERSWEG 58 · TELEFON (0511) 34 32 05 · TELEFAX (0511) 34 15 44

DB Netz AG, Regionalbereich Mitte  
**Erneuerung der EÜ Mühlgraben bei Bad Hersfeld in km 151,140 der Strecke 3600**

Bohrprofile und Rammdiagramme

Maßstab:  
1 : 50

Auftr.-Nr.  
4.168

Anlage  
2.2

Höhe in mNHN

SO = ca. 204,41 m NHN

204,0

203,0

202,0

201,0

200,0

199,0

198,0

197,0

196,0

195,0

194,0

193,0

192,0

RKS 4

~202,2

0,5

A

Oberboden  
(S,  $\bar{u}$ ,  $\bar{h}$ )

1,5

U,  $\bar{s}$ , t

2,6

U,  $\bar{s}$ , t, g'

3,6

G,  $\bar{s}$ , u'

4,6

G, s, u'

5,6

G,  $\bar{s}$ , u'

6,6

S + G, u'

7,6

S + G, u'

8,9

G,  $\bar{s}$ , u'

9,3

Z<sub>v</sub> Z<sub>v</sub>

Sst, zersetzt  
(S, g, u, t')

kein Sondierfortschritt

kein Sondierfortschritt

kein Sondierfortschritt

kein Sondierfortschritt

kein Sondierfortschritt

kein Sondierfortschritt

kein Sondierfortschritt

kein Sondierfortschritt

kein Sondierfortschritt

kein Sondierfortschritt

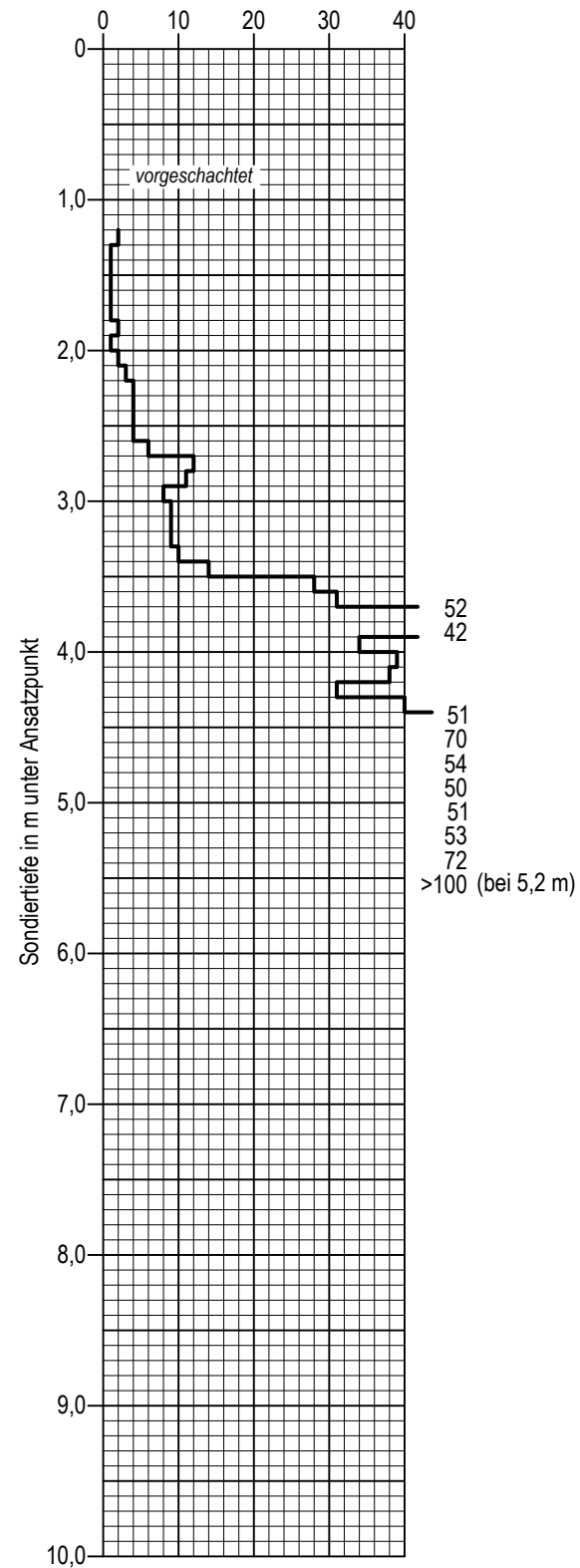
kein Sondierfortschritt

kein Sondierfortschritt

kein Sondierfortschritt

R 4

Schläge / 10 cm



Sondiertiefe in m unter Ansatzpunkt

Rammsondierung DPH nach  
DIN EN ISO 22476

Rammkern- und Rammsondierungen  
ausgeführt vom 24.06. und 25.06.2020

IGH

INGENIEURGESELLSCHAFT GRUNDBAUINSTITUT  
DR.-ING. WESELOH - PROF. DR.-ING. MÜLLER-KIRCHENBAUER mbH

30175 HANNOVER · VOLGERSWEG 58 · TELEFON (0511) 34 32 05 · TELEFAX (0511) 34 15 44

DB Netz AG, Regionalbereich Mitte

Erneuerung der EÜ Mühlgraben  
bei Bad Hersfeld in km 151,140  
der Strecke 3600

Bohrprofile und Rammdiagramme

Maßstab:

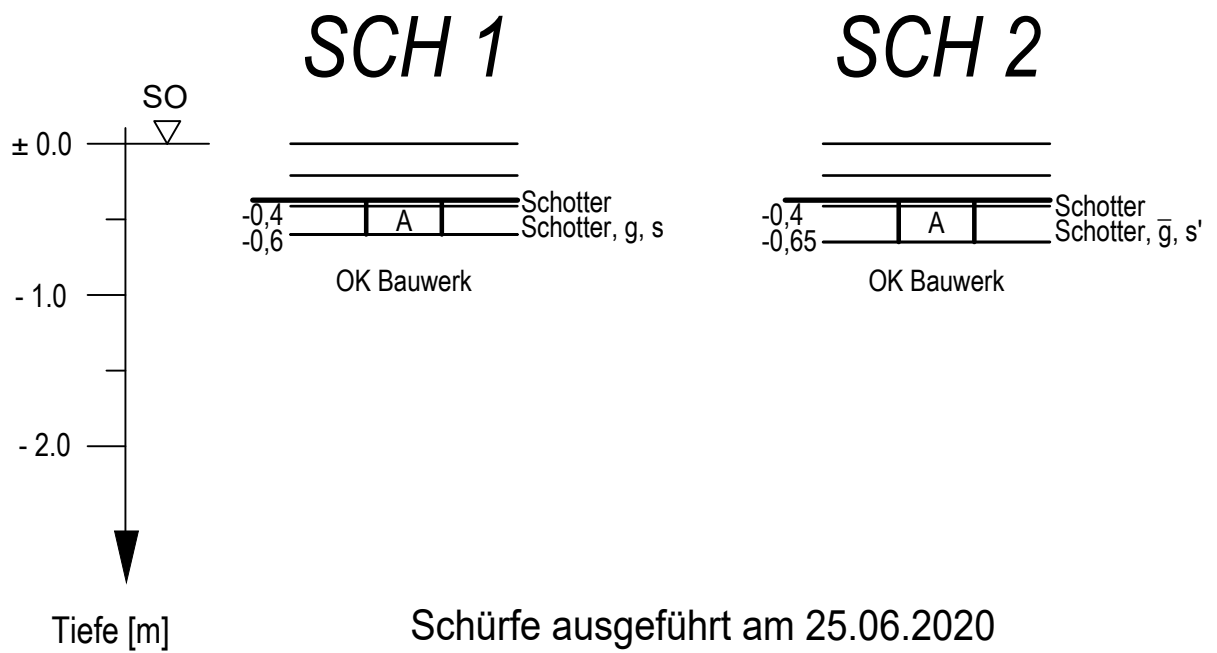
1 : 50

Auftr.-Nr.

4.168

Anlage

2.3

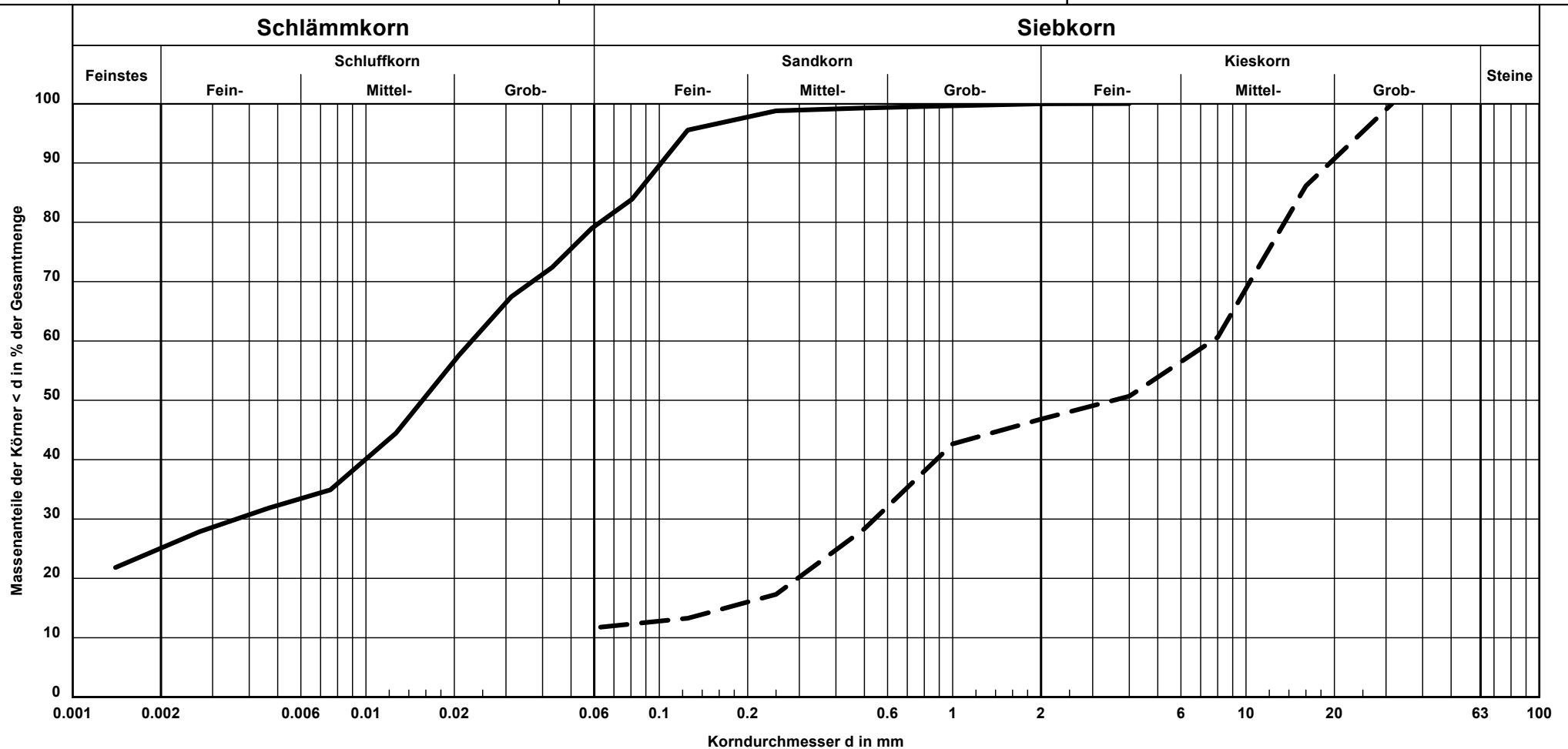


Mergelstein

# Kornverteilung

## nach DIN EN ISO 17892-4

**DB Netz AG, Regionalbereich Mitte**  
**Erneuerung der EÜ Mühlgraben**  
**bei Bad Hersfeld**  
**in km 151,140 der Strecke 3600**

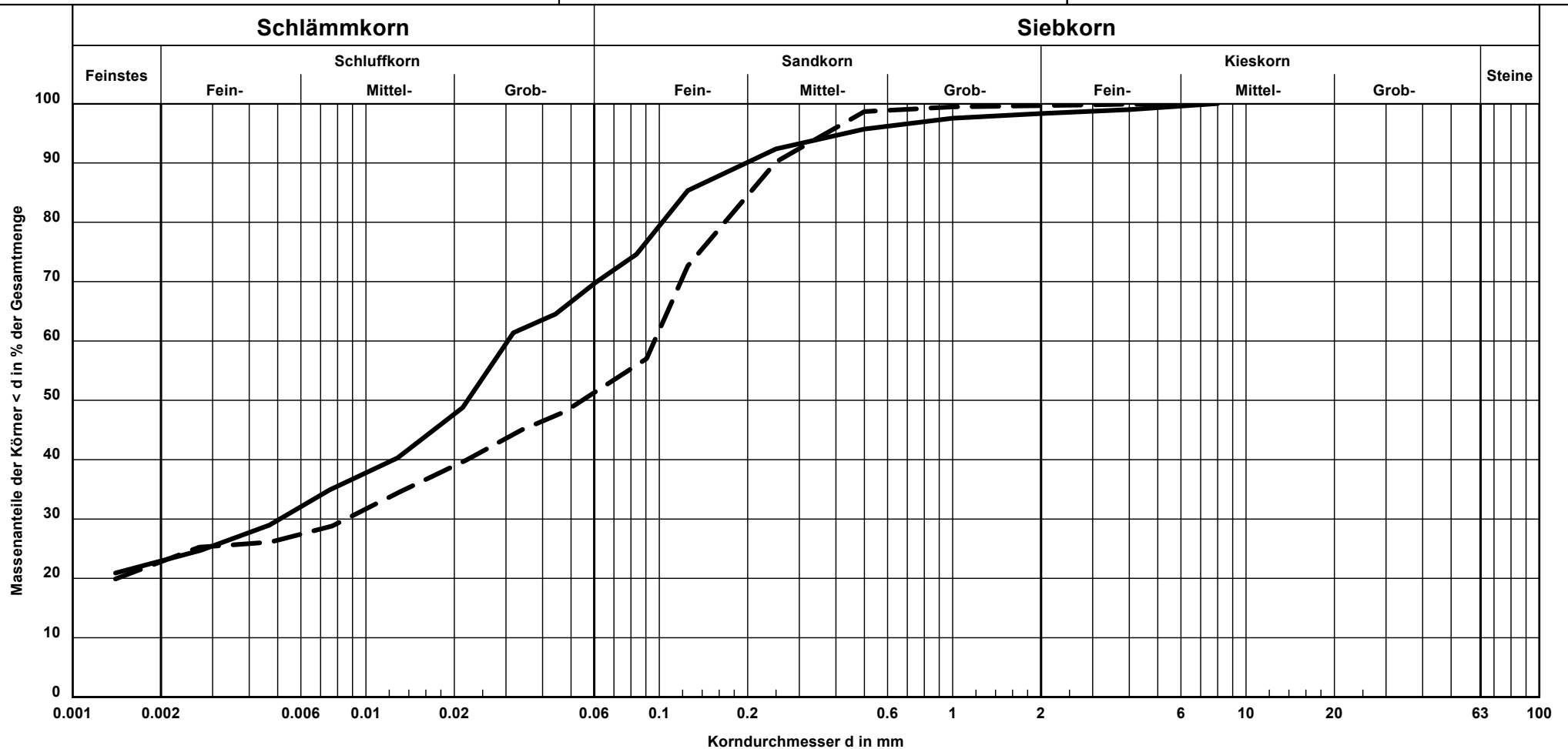


Kurve-Nr.	Signatur	Entnahmestelle	Tiefe in m	Bodenart	k [m/s] (Beyer)	Wassergehalt in %	Bericht: 4.168 Anlage: 3.1
1	————	RKS 1	2,60 - 3,60	U, t, s	-	16,0	
2	— — —	RKS 1	4,60 - 5,00	G, $\bar{s}$ , u'	-	11,5	

# Kornverteilung

## nach DIN EN ISO 17892-4

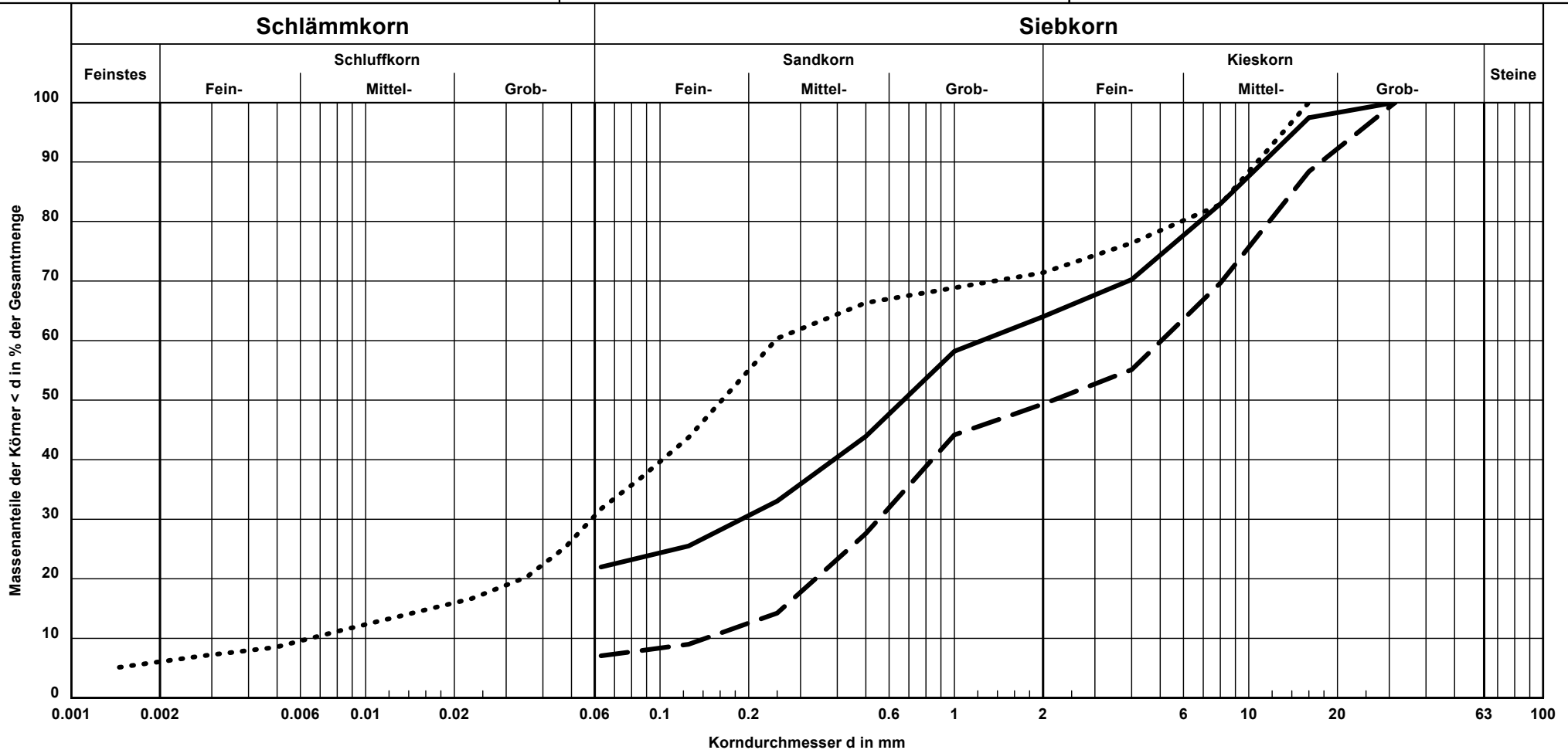
**DB Netz AG, Regionalbereich Mitte**  
**Erneuerung der EÜ Mühlgraben**  
**bei Bad Hersfeld**  
**in km 151,140 der Strecke 3600**



Kurve-Nr.	Signatur	Entnahmestelle	Tiefe in m	Bodenart	k [m/s] (Beyer)	Wassergehalt in %	Bericht: 4.168 Anlage: 3.2
3	————	RKS 2	0,90 - 2,10	U, s, t	-	20,1	
4	— — —	RKS 2	3,30 - 4,50	S, $\bar{u}$ , t	-	20,0	

# Kornverteilung nach DIN EN ISO 17892-4

DB Netz AG, Regionalbereich Mitte  
Erneuerung der EÜ Mühlgraben  
bei Bad Hersfeld  
in km 151,140 der Strecke 3600



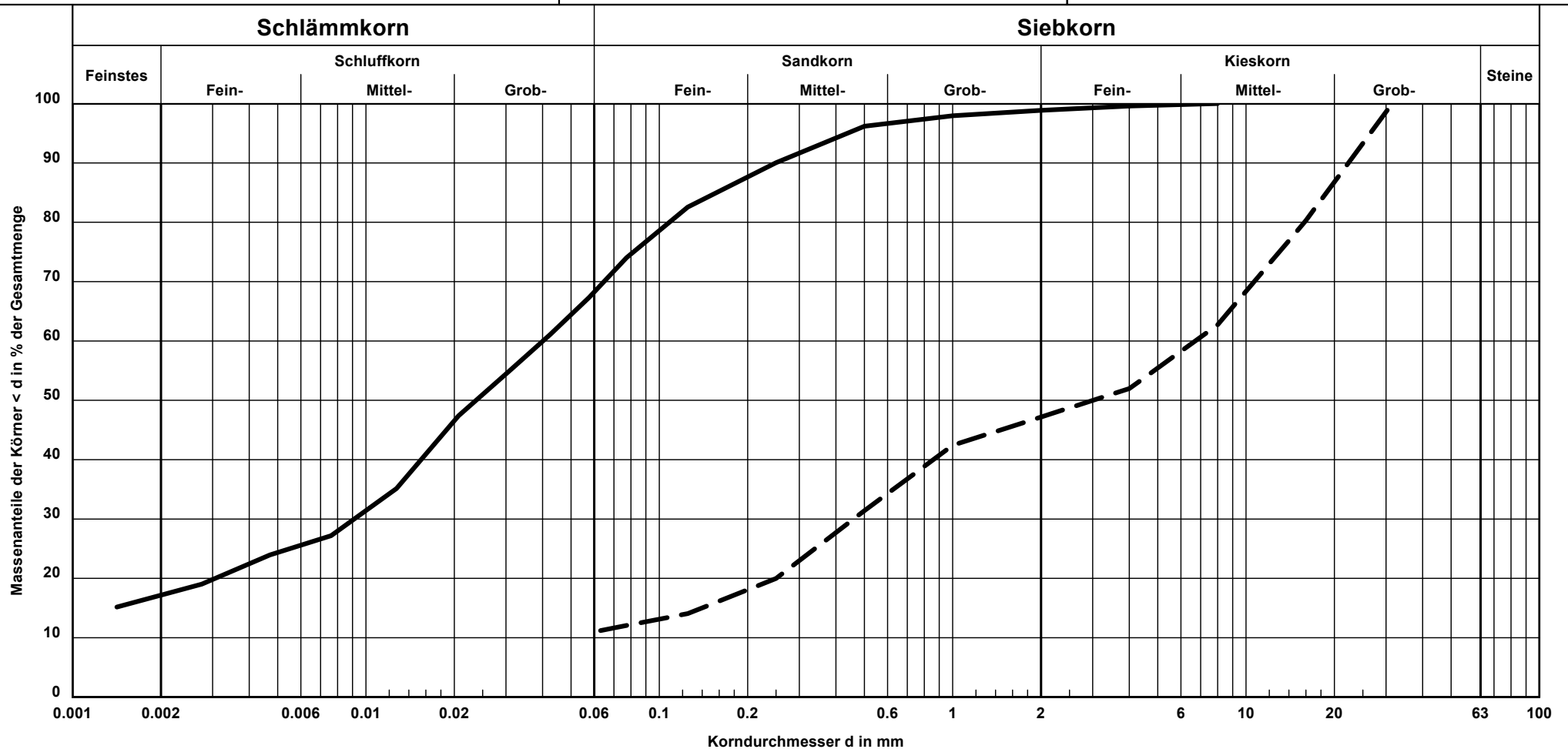
Bericht:  
4.168  
Anlage:  
3.3



# Kornverteilung

## nach DIN EN ISO 17892-4

**DB Netz AG, Regionalbereich Mitte**  
**Erneuerung der EÜ Mühlgraben**  
**bei Bad Hersfeld**  
**in km 151,140 der Strecke 3600**

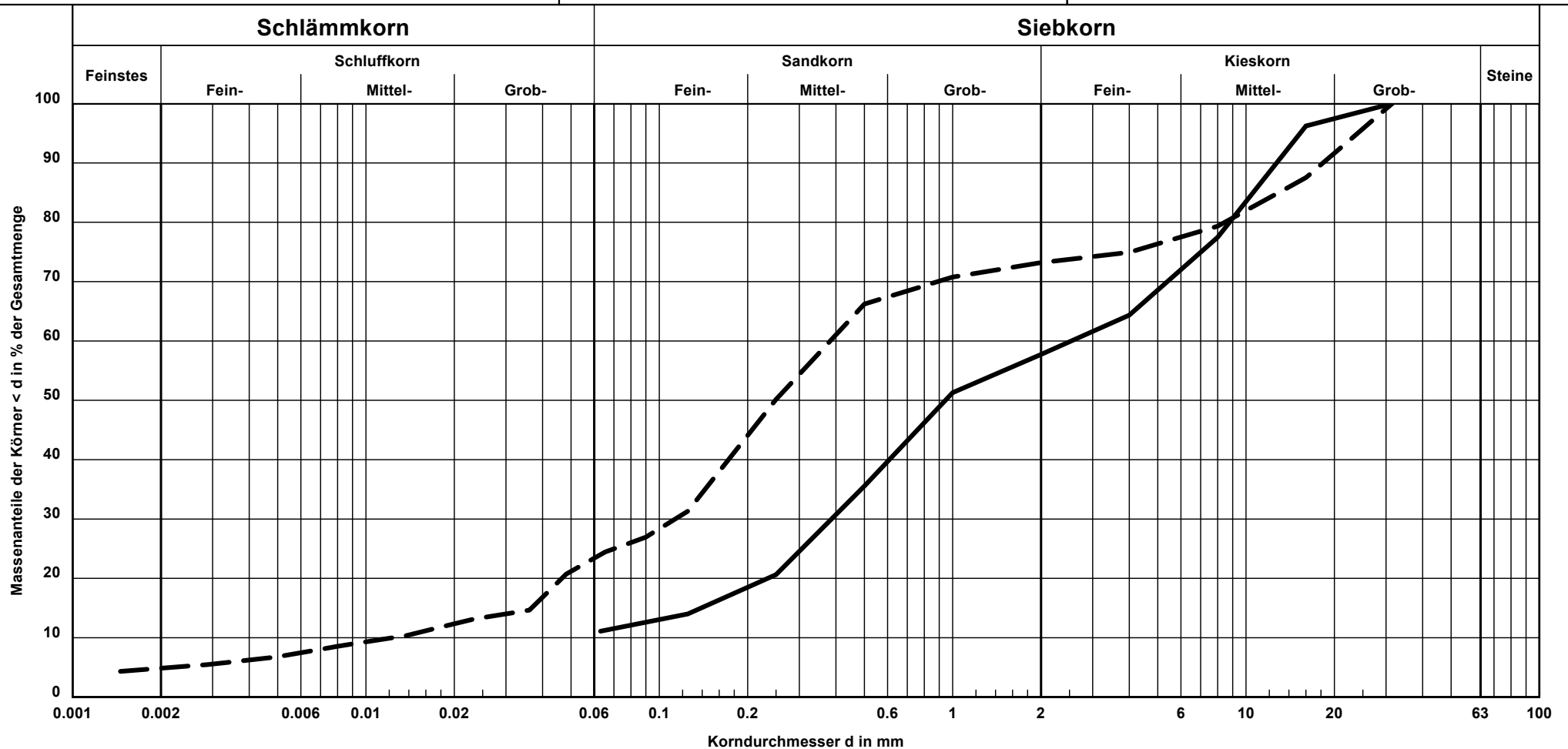


Kurve-Nr.	Signatur	Entnahmestelle	Tiefe in m	Bodenart	k [m/s] (Beyer)	Wassergehalt in %	Bericht: 4.168 Anlage: 3.4
8	————	RKS 4	0,50 - 1,50	U, $\bar{s}$ , t	-	18,5	
9	— — —	RKS 4	2,60 - 3,60	G, $\bar{s}$ , u'	-	8,5	

# Kornverteilung

## nach DIN EN ISO 17892-4

**DB Netz AG, Regionalbereich Mitte**  
**Erneuerung der EÜ Mühlgraben**  
**bei Bad Hersfeld**  
**in km 151,140 der Strecke 3600**



Kurve-Nr.	Signatur	Entnahmestelle	Tiefe in m	Bodenart	k [m/s] (Beyer)	Wassergehalt in %	Bericht: 4.168 Anlage: 3.5
10	————	RKS 4	5,60 - 6,60	S, G, u'	-	9,9	
11	— — —	RKS 4	8,90 - 9,30	S, g, u, t'	-	12,1	

# Bestimmung der Zustandsgrenzen (Fließgrenze, Ausrollgrenze) nach DIN 18 122, Teil 1

Ausgeführt : Abr

Datum : 14.08.2020

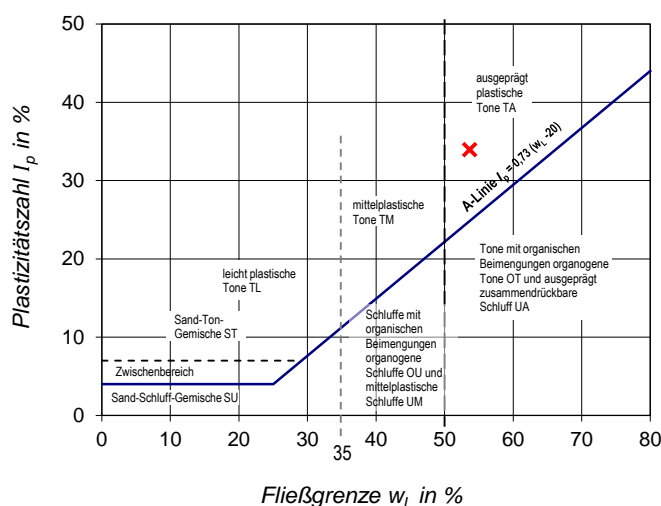
Entnahmestelle : RKS 3

Tiefe : 1,30 - 2,80 m

Bodenart : U, t, s

Art der Entnahme : gestört

	Fließgrenze					Ausrollgrenze	
Zahl der Schläge	36	29	22	16		-	-
Feucht Probe + Behälter $m + m_B$ [g]	40,18	40,72	40,17	40,82		12,75	12,87
Trockene Probe + Behälter $m_d + m_B$ [g]	27,03	27,35	26,87	27,20		11,01	11,12
Behälter $m_B$ [g]	2,20	2,22	2,23	2,22		2,18	2,23
Wasser $(m + m_B) - (m_d + m_B) = m_w$ [g]	13,15	13,37	13,30	13,62		1,74	1,75
Trockene Probe $m_d$ [g]	24,83	25,13	24,64	24,98		8,83	8,89
Wassergehalt $100 \cdot m_w / m_d = w$ [g]	<b>52,96</b>	<b>53,20</b>	<b>53,98</b>	<b>54,52</b>		<b>19,71</b>	<b>19,69</b>

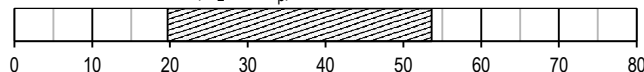


Wassergehalt	w	<b>23,2 %</b>
Fließgrenze	$w_L$	<b>53,6 %</b>
Ausrollgrenze	$w_p$	<b>19,7 %</b>

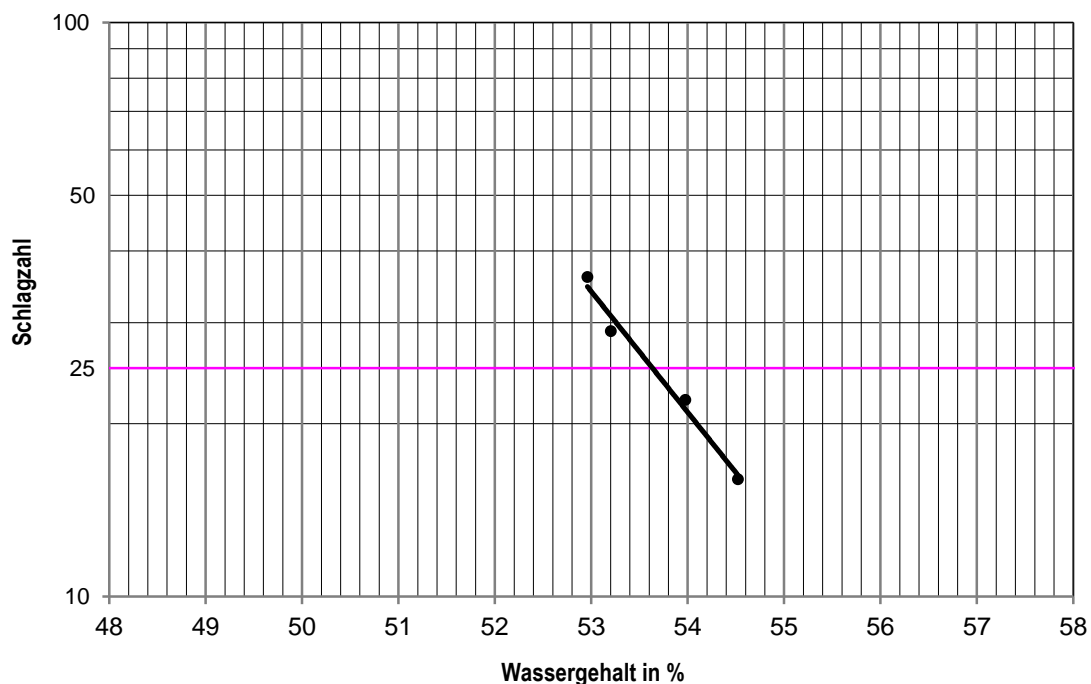
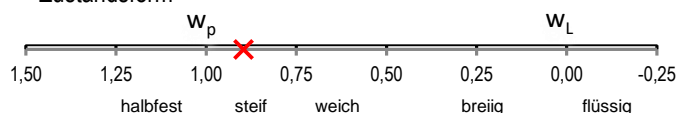
$$\text{Plastizitätszahl } I_p = \frac{w_L - w_p}{1} = \frac{53,6 - 19,7}{1} = 33,9 \%$$

$$\text{Konsistenzzahl } I_c = \frac{w_L - w}{I_p} = \frac{53,6 - 23,2}{33,9} = 0,90$$

Plastizitätsbereich ( $w_L$  bis  $w_p$ )



Zustandsform



# Bestimmung der Zustandsgrenzen (Fließgrenze, Ausrollgrenze) nach DIN 18 122, Teil 1

Ausgeführt : Abr

Datum : 14.08.2020

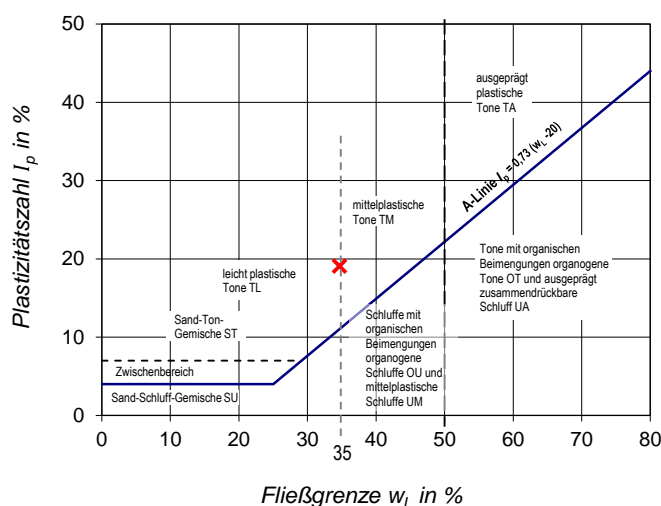
Entnahmestelle : RKS 4

Tiefe : 1,50 - 2,60 m

Bodenart : U, s, t, g'

Art der Entnahme : gestört

	Fließgrenze					Ausrollgrenze	
Zahl der Schläge	34	27	21	18		-	-
Feucht Probe + Behälter $m + m_B$ [g]	40,66	40,32	39,72	40,87		13,80	13,75
Trockene Probe + Behälter $m_d + m_B$ [g]	31,12	30,53	29,88	30,66		12,24	12,20
Behälter $m_B$ [g]	2,25	2,25	2,22	2,27		2,22	2,25
Wasser $(m + m_B) - (m_d + m_B) = m_w$ [g]	9,54	9,79	9,84	10,21		1,56	1,55
Trockene Probe $m_d$ [g]	28,87	28,28	27,66	28,39		10,02	9,95
Wassergehalt $100 \cdot m_w / m_d = w$ [g]	<b>33,04</b>	<b>34,62</b>	<b>35,57</b>	<b>35,96</b>		<b>15,57</b>	<b>15,58</b>

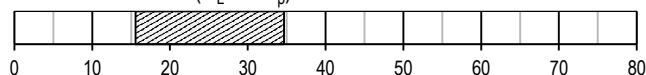


Wassergehalt	w	<b>19,1 %</b>
Fließgrenze	$w_L$	<b>34,7 %</b>
Ausrollgrenze	$w_p$	<b>15,6 %</b>

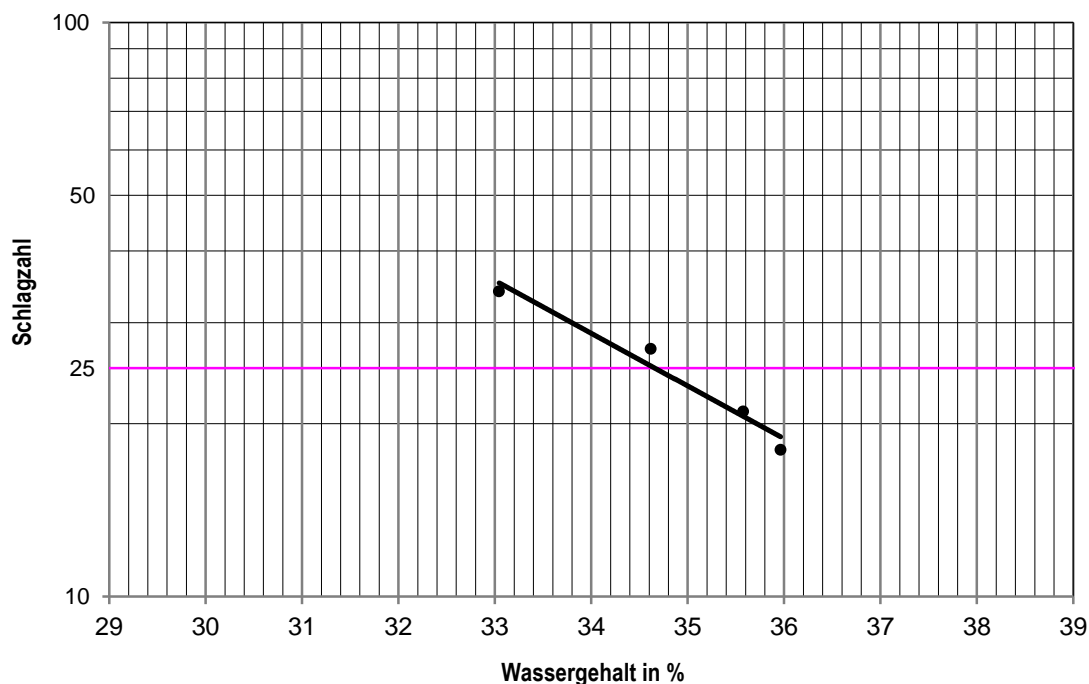
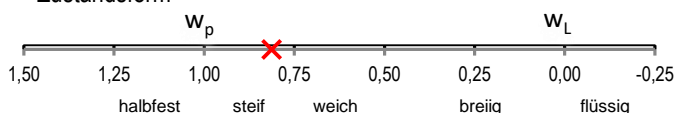
$$\text{Plastizitätszahl } I_p = w_L - w_p = 34,7 - 15,6 = 19,1 \%$$

$$\text{Konsistenzzahl } I_c = \frac{w_L - w}{I_p} = \frac{34,7 - 19,1}{19,1} = 0,81$$

Plastizitätsbereich ( $w_L$  bis  $w_p$ )



Zustandsform



Einstufung der Böden in Homogenbereiche nach VOB, Teil C, DIN 18300 Erdarbeiten, DIN 18301 Bohrarbeiten und DIN 18304 Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten

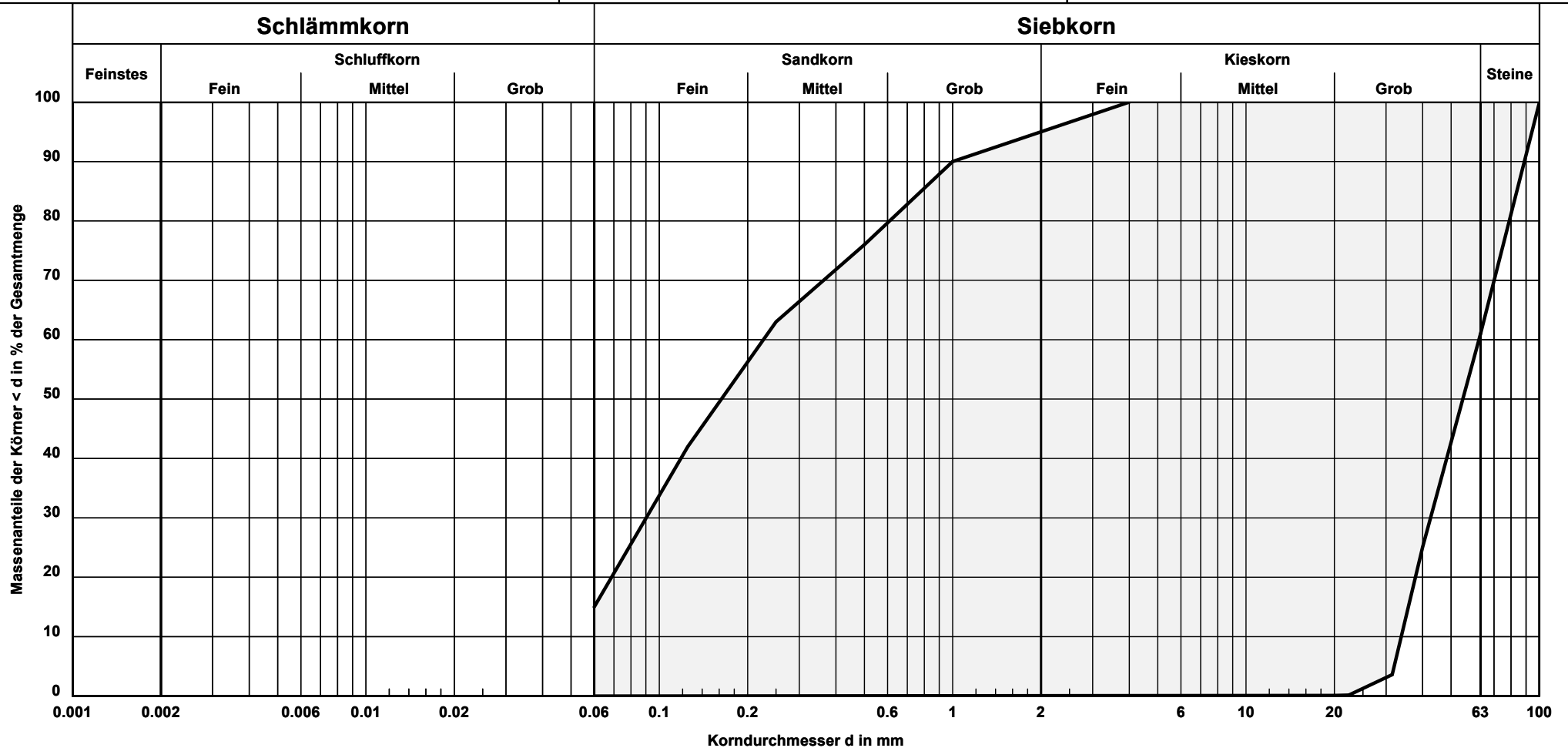
## HOMOGENBEREICH 1

Nr.	Anforderungen	Eigenschaften / Kennwerte
1	ortsübliche Bezeichnung	Dammschüttungen / Auffüllungen (nichtbindig)
2	Korngrößenverteilung mit Körnungsbändern nach DIN 18123	siehe Anlage 5.2 (Grundlage = Bodenansprachen)
3	Massenanteil Steine, Blöcke und große Blöcke nach DIN EN ISO 14688-1	keine Blöcke; lokal geringe Steinanteile in Form von Schotter- und Bauschuttbeimengungen (Grundlage = Bodenansprachen)
4	Dichte nach DIN EN ISO 17892-2 oder DIN 18125-2 <sup>a)</sup>	keine Versuche durchgeführt
5	undrionierte Scherfestigkeit nach DIN 4094-4 oder DIN 18136 oder DIN 18137-2 <sup>b)</sup>	nicht relevant, da nichtbindig
6	Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1	nicht relevant, da nichtbindig
7	Plastizitätszahl nach DIN 18122-1	nicht relevant, da nichtbindig
8	Konsistenzzahl nach DIN 18122-1	nicht relevant, da nichtbindig
9	Lagerungsdichte: Definition nach DIN EN ISO 14688-2, Bestimmung nach DIN 18126	locker bis mitteldicht (Grundlage = Bodenansprachen)
10	organischer Anteil nach DIN 18128 <sup>a)</sup>	keine Versuche durchgeführt
11	Bodengruppe nach DIN 18196	GE, GW, GI, GU, SE, SW, SI, SU
12	Kohäsion nach DIN 18137-1, DIN 18137-2 und DIN 18137-3 <sup>c)</sup>	nicht relevant, da nichtbindig (s. Baugrundbeurteilung, Abschnitt 4)
13	Abrasivität nach NF P18-579 <sup>c)</sup>	keine Versuche durchgeführt

<sup>a)</sup> nur DIN 18300 | <sup>b)</sup> nur DIN 18300, 18301 | <sup>c)</sup> nur DIN 18301

# Kornverteilung nach DIN EN ISO 17892-4

DB Netz AG, Regionalbereich Mitte  
Erneuerung der EÜ Mühlgraben  
bei Bad Hersfeld  
in km 151,140 der Strecke 3600



**Körnungsband Homogenbereich 1:**  
Dammschüttungen / Auffüllungen (nichtbindig)

Bericht:  
4.168  
Anlage:  
5.2

Einstufung der Böden in Homogenbereiche nach VOB, Teil C, DIN 18300 Erdarbeiten, DIN 18301 Bohrarbeiten und DIN 18304 Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten

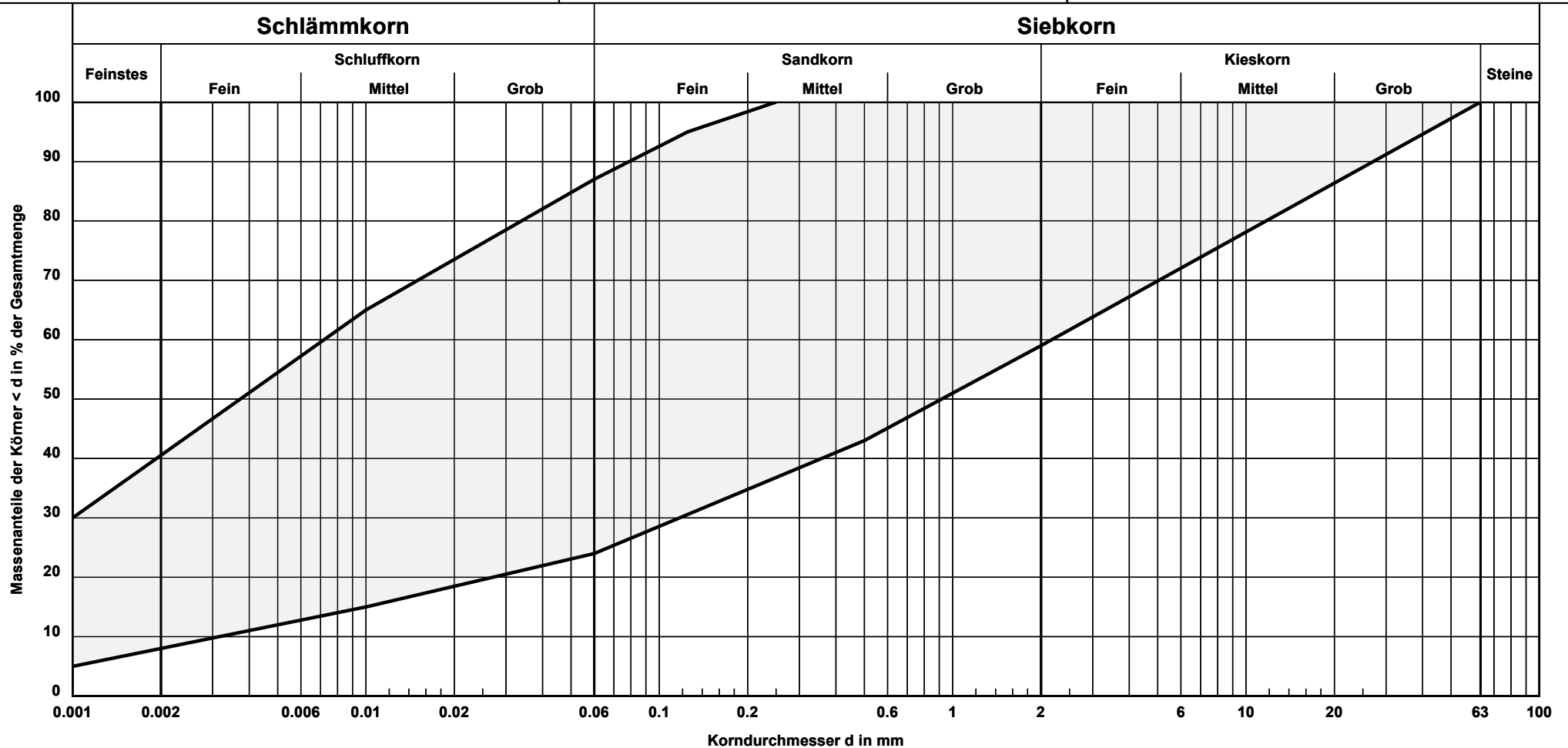
## HOMOGENBEREICH 2

Nr.	Anforderungen	Eigenschaften / Kennwerte
1	ortsübliche Bezeichnung	Dammschüttungen / Auffüllungen (bindig und bindig-gemischtkörnig)
2	Korngrößenverteilung mit Körnungsbändern nach DIN 18123	siehe Anlage 5.4 (Grundlage = Laborversuche und Bodenansprachen)
3	Massenanteil Steine, Blöcke und große Blöcke nach DIN EN ISO 14688-1	keine Blöcke; lokal geringe Steinanteile in Form von Schlacke- und Sandsteinbeimengungen möglich (Grundlage = Bodenansprachen)
4	Dichte nach DIN EN ISO 17892-2 oder DIN 18125-2 <sup>a)</sup>	nicht relevant, da bindig
5	undräßierte Scherfestigkeit nach DIN 4094-4 oder DIN 18136 oder DIN 18137-2 <sup>b)</sup>	keine Versuche durchgeführt
6	Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1	bis etwa 25 % (Grundlage = Laborversuche und Bodenansprachen)
7	Plastizitätszahl nach DIN 18122-1	keine Versuche durchgeführt
8	Konsistenzzahl nach DIN 18122-1	etwa 0,75 bis 1,00 (Grundlage = Bodenansprachen)
9	Lagerungsdichte: Definition nach DIN EN ISO 14688-2, Bestimmung nach DIN 18126	nicht relevant, da bindig
10	organischer Anteil nach DIN 18128 <sup>a)</sup>	bis etwa 5 % (Grundlage = Laborversuch an einer auffälligen Probe)
11	Bodengruppe nach DIN 18196	ST*, SU*, TL, TM, TA, UM, GU*, GT* (Achtung: Die Böden neigen beim Wasserzutritt stark zum Fließen!)
12	Kohäsion nach DIN 18137-1, DIN 18137-2 und DIN 18137-3 <sup>c)</sup>	s. Baugrundbeurteilung, Abschnitt 4
13	Abrasivität nach NF P18-579 <sup>c)</sup>	keine Versuche durchgeführt

<sup>a)</sup> nur DIN 18300 | <sup>b)</sup> nur DIN 18300, 18301 | <sup>c)</sup> nur DIN 18301

# Kornverteilung nach DIN EN ISO 17892-4

DB Netz AG, Regionalbereich Mitte  
Erneuerung der EÜ Mühlgraben  
bei Bad Hersfeld  
in km 151,140 der Strecke 3600



**Körnungsband Homogenbereich 2:**  
Dammschüttungen / Auffüllungen (bindig und bindig-gemischtkörnig)

Bericht:  
4.168  
Anlage:  
5.4



Einstufung der Böden in Homogenbereiche nach VOB, Teil C, DIN 18300 Erdarbeiten, DIN 18301 Bohrarbeiten und DIN 18304 Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten

### HOMOGENBEREICH 3

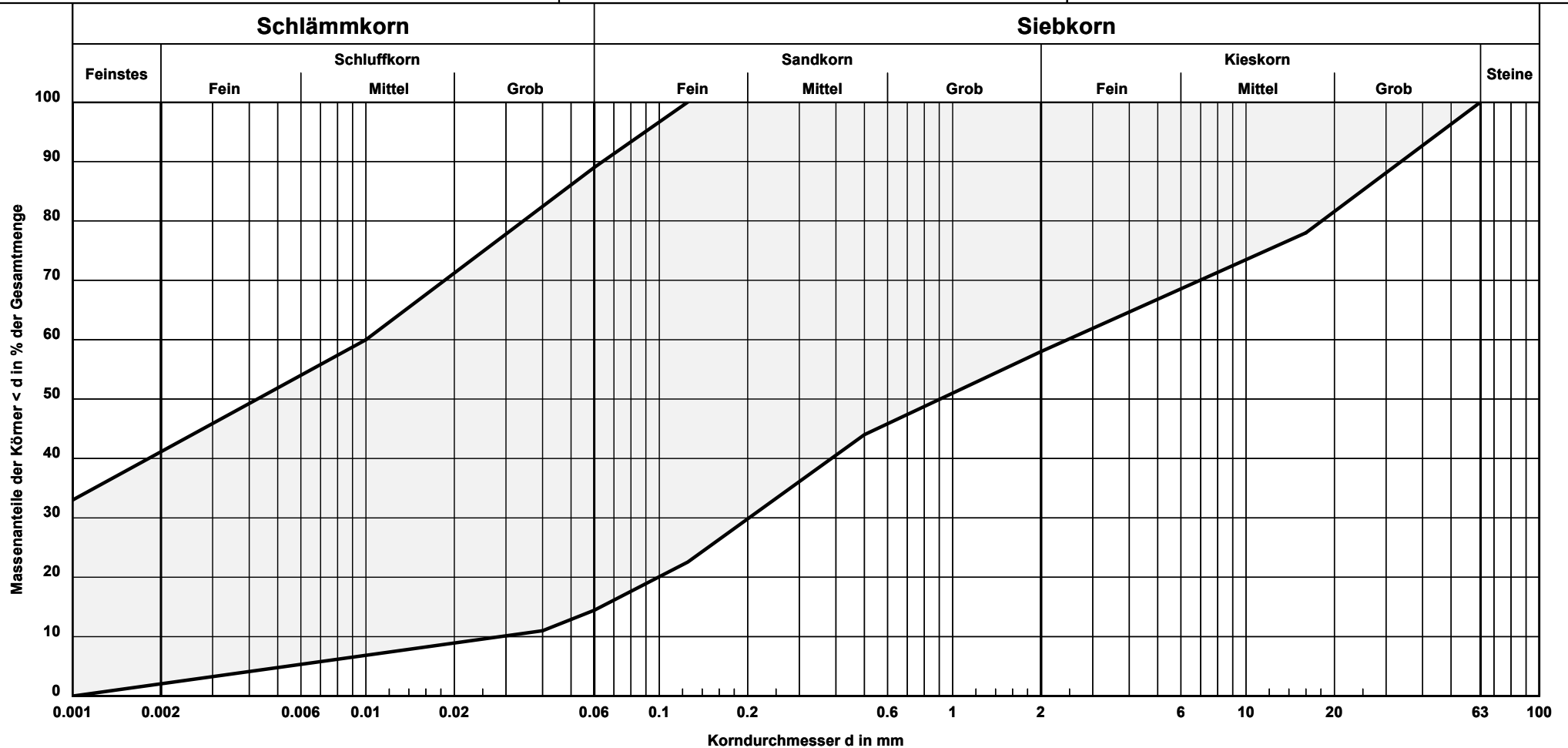
Nr.	Anforderungen	Eigenschaften / Kennwerte
1	ortsübliche Bezeichnung	Gewachsener Boden (bindig und bindig-gemischtkörnig) <i>Lehmböden sowie Verwitterungsprodukte des Buntsandsteingrundgebirges</i> (s. auch die Beschreibung in der Baugrundbeurteilung)
2	Korngrößenverteilung mit Körnungsbändern nach DIN 18123	siehe Anlage 5.6 (Grundlage = Laborversuche und Bodenansprachen)
3	Massenanteil Steine, Blöcke und große Blöcke nach DIN EN ISO 14688-1	keine Blöcke; keine Steinanteile <sup>d)</sup> (Grundlage = Laborversuche und Bodenansprachen)
4	Dichte nach DIN EN ISO 17892-2 oder DIN 18125-2 <sup>a)</sup>	nicht relevant, da bindig
5	undräßierte Scherfestigkeit nach DIN 4094-4 oder DIN 18136 oder DIN 18137-2 <sup>b)</sup>	keine Versuche durchgeführt
6	Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1	etwa 10 % bis 25 % (Grundlage = Laborversuche und Bodenansprachen)
7	Plastizitätszahl nach DIN 18122-1	Lehmböden = etwa 15 % bis 35% (Grundlage = Laborversuche und Bodenansprachen)
8	Konsistenzzahl nach DIN 18122-1	Lehmböden = etwa 0,75 bis 1,00 Sandstein, zersetzt = etwa 1,00 bis $\geq 1,25$ (Grundlage = Laborversuche und Bodenansprachen)
9	Lagerungsdichte: Definition nach DIN EN ISO 14688-2, Bestimmung nach DIN 18126	nicht relevant, da bindig
10	organischer Anteil nach DIN 18128 <sup>a)</sup>	keine Versuche durchgeführt, da keine Auffälligkeiten festgestellt!
11	Bodengruppe nach DIN 18196	TL, TM, TA, UM, SU*, ST* (Achtung: Die Böden neigen beim Wasserzutritt stark zum Fließen!)
12	Kohäsion nach DIN 18137-1, DIN 18137-2 und DIN 18137-3 <sup>c)</sup>	s. Baugrundbeurteilung, Abschnitt 4
13	Abrasivität nach NF P18-579 <sup>c)</sup>	keine Versuche durchgeführt

<sup>a)</sup> nur DIN 18300 | <sup>b)</sup> nur DIN 18300, 18301 | <sup>c)</sup> nur DIN 18301 |

<sup>d)</sup> Die Angabe gilt nicht für die wenig verwitterten Festgesteine, die in größerer Tiefe unter Gelände anstehen.

# Kornverteilung nach DIN EN ISO 17892-4

DB Netz AG, Regionalbereich Mitte  
Erneuerung der EÜ Mühlgraben  
bei Bad Hersfeld  
in km 151,140 der Strecke 3600



**Körnungsband Homogenbereich 3:**  
Gewachsener Boden (bindig und bindig-gemischtkörnig)

Bericht:  
4.168  
Anlage:  
5.6

Einstufung der Böden in Homogenbereiche nach VOB, Teil C, DIN 18300 Erdarbeiten, DIN 18301 Bohrarbeiten und DIN 18304 Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten

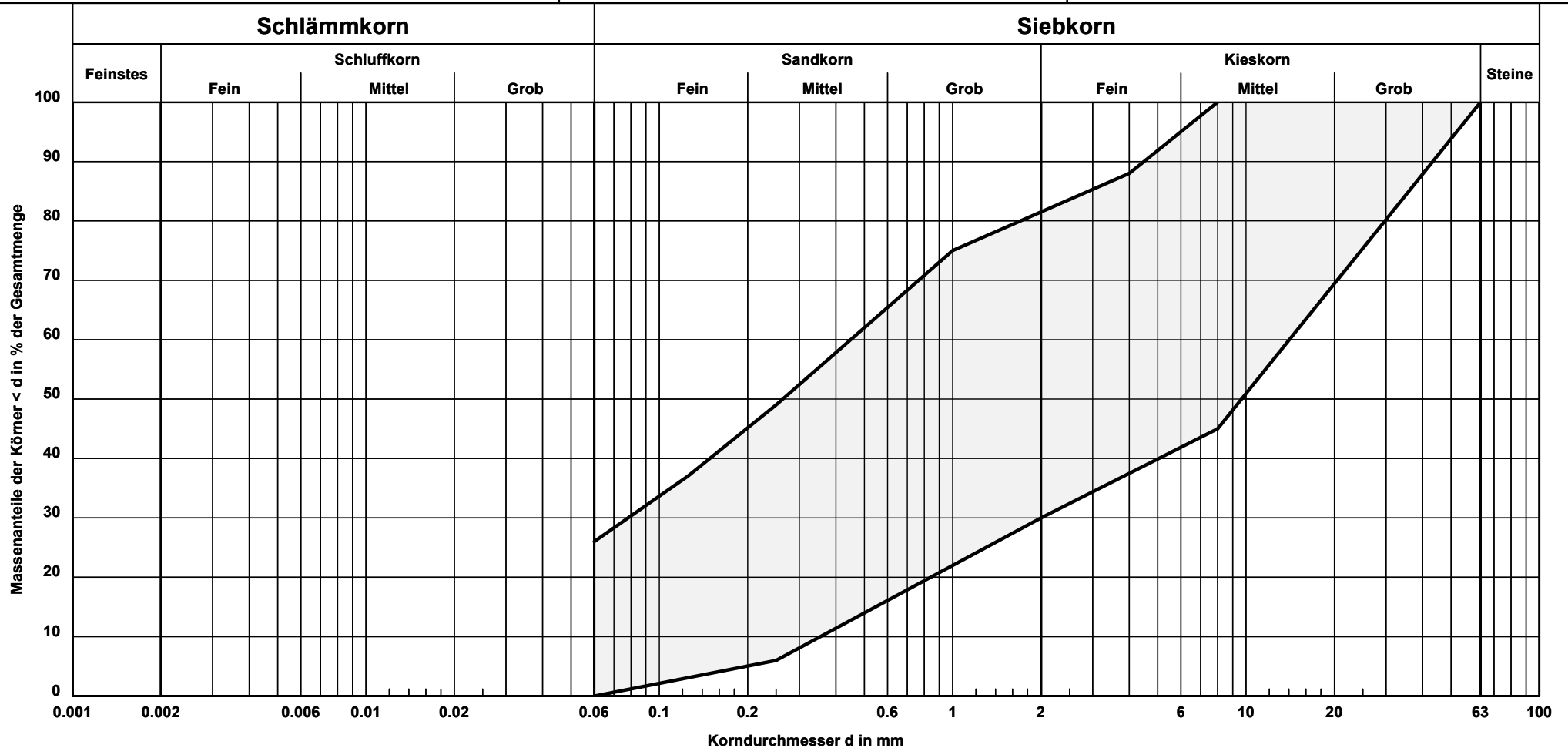
#### HOMOGENBEREICH 4

Nr.	Anforderungen	Eigenschaften / Kennwerte
1	ortsübliche Bezeichnung	Gewachsener Boden (vorwiegend nichtbindig) <i>Kies-Sand-Gemische</i> (s. auch die Beschreibung in der Baugrundbeurteilung)
2	Korngrößenverteilung mit Körnungsbändern nach DIN 18123	siehe Anlage 5.8 (Grundlage = Laborversuche und Bodenansprachen)
3	Massenanteil Steine, Blöcke und große Blöcke nach DIN EN ISO 14688-1	keine Blöcke; keine Steinanteile (Grundlage = Laborversuche und Bodenansprachen)
4	Dichte nach DIN EN ISO 17892-2 oder DIN 18125-2 <sup>a)</sup>	keine Versuche durchgeführt
5	undräßierte Scherfestigkeit nach DIN 4094-4 oder DIN 18136 oder DIN 18137-2 <sup>b)</sup>	nicht relevant, da nichtbindig
6	Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1	nicht relevant, da nichtbindig
7	Plastizitätszahl nach DIN 18122-1	nicht relevant, da nichtbindig
8	Konsistenzzahl nach DIN 18122-1	nicht relevant, da nichtbindig
9	Lagerungsdichte: Definition nach DIN EN ISO 14688-2, Bestimmung nach DIN 18126	zumeist mitteldicht bis dicht und nur lokal auch bis sehr dicht gelagert (Abschätzung anhand der schweren Rammsondierungen und Bodenansprachen)
10	organischer Anteil nach DIN 18128 <sup>a)</sup>	keine Versuche durchgeführt, da keine Auffälligkeiten festgestellt!
11	Bodengruppe nach DIN 18196	GW, GI, GU, SW, SI, SU nur lokal auch SU* und GU*
12	Kohäsion nach DIN 18137-1, DIN 18137-2 und DIN 18137-3 <sup>c)</sup>	nicht relevant, da nichtbindig (s. Baugrundbeurteilung, Abschnitt 4)
13	Abrasivität nach NF P18-579 <sup>c)</sup>	keine Versuche durchgeführt, da keine Probengewinnung in ausreichender Menge mittels Rammkernsondierung möglich!

<sup>a)</sup> nur DIN 18300 | <sup>b)</sup> nur DIN 18300, 18301 | <sup>c)</sup> nur DIN 18301

# Kornverteilung nach DIN EN ISO 17892-4

DB Netz AG, Regionalbereich Mitte  
Erneuerung der EÜ Mühlgraben  
bei Bad Hersfeld  
in km 151,140 der Strecke 3600



**Körnungsband Homogenbereich 4:**  
Gewachsener Boden (vorwiegend nichtbindig)

Bericht:  
4.168  
Anlage:  
5.8

# Anlage **6**

Prüfbericht  
Grundwasseranalysen**n**



WESSLING GmbH, Feodor-Lynen-Str. 23, 30625 Hannover

IGH  
Ingenieurgesellschaft Grundbauinstitut mbH  
Volgersweg 58  
30175 HannoverGeschäftsfeld: Umwelt  
  
Ansprechpartner: M. Bensemann  
Durchwahl: +49 511 54 700 72  
Fax:  
E-Mail: Marco.Bensemann@wessling.de

## Prüfbericht

### Projekt: 4.168 Erneuerung der ELÜ Mühlgraben

Prüfbericht Nr.	CHA20-019026-1	Auftrag Nr.	CHA-03407-20	Datum	13.08.2020
Probe Nr.	20-123810-01	20-123810-02			
Eingangsdatum	10.08.2020	10.08.2020			
Bezeichnung	GWM 3 1/2	GWM 3 2/2			
Probenart	Grundwasser	Grundwasser			
Probenahme durch	Auftraggeber	Auftraggeber			
Probengefäß	1000 ml Glas	1000 ml Glas			
Anzahl Gefäße	1	1			
Untersuchungsbeginn	10.08.2020	10.08.2020			
Untersuchungsende	13.08.2020	13.08.2020			

#### Physikalische Untersuchung

Probe Nr.		20-123810-01	20-123810-02
Bezeichnung		GWM 3 1/2	GWM 3 2/2
pH-Wert	W/E	8,0	8,0
Messtemperatur pH-Wert	°C W/E	27	27
Redoxpotential vs. NHE	mV W/E	445	392
Aussehen	W/E	stark getrübt	stark getrübt

#### Elemente

Probe Nr.		20-123810-01	20-123810-02
Bezeichnung		GWM 3 1/2	GWM 3 2/2
Calcium (Ca)	mg/l W/E	100	96
Magnesium (Mg)	mg/l W/E	17	17

#### Kationen, Anionen und Nichtmetalle

Probe Nr.		20-123810-01	20-123810-02
Bezeichnung		GWM 3 1/2	GWM 3 2/2
Ammonium (NH <sub>4</sub> )	mg/l W/E	0,73	<0,05
Kohlensäure (CO <sub>2</sub> ), aggressive	mg/l W/E	<5,00	<5,00
Sulfid (S), gelöst	mg/l W/E	<0,04	<0,04





Prüfbericht Nr.	CHA20-019026-1		Auftrag Nr.	CHA-03407-20		Datum	13.08.2020	
Probe Nr.				20-123810-01			20-123810-02	
Chlorid (Cl)	mg/l	W/E		21			20	
Sulfat (SO <sub>4</sub> )	mg/l	W/E		52			48	
Härtehydrogencarbonat	mg/l	W/E		163,24			148,12	
Nichtcarbonathärte	mg/l	W/E		17			24	
Gesamthärte	mg/l	W/E		180			172	
Calcium (Ca)	mol/m <sup>3</sup>	W/E		2,52			2,39	
Sulfat (SO <sub>4</sub> )	mol/m <sup>3</sup>	W/E		0,543			0,496	
Chlorid (Cl)	mol/m <sup>3</sup>	W/E		0,603			0,568	
Permanganat-Verbrauch	mg/l	W/E		26,0			22,0	
<b>Sonstiges</b>								
Probe Nr.				20-123810-01			20-123810-02	
Bezeichnung				GWM 3 1/2			GWM 3 2/2	
Säurekapazität, pH 4,3	mmol/l	W/E		5,83			5,29	

**Abkürzungen und Methoden**

Aussehen  
pH-Wert in Wasser/Eluat  
Permanganat-Verbrauch in Wasser  
Säure- und Basekapazität in Wasser/Eluat  
Gesamthärte in Wasser/Eluat  
Härtehydrogencarbonat in Wasser/Eluat  
Metalle/Elemente in Wasser/Eluat  
Calcium (Ca) (berechnet)  
Ammonium  
Gelöste Anionen, Sulfat in Wasser/Eluat  
Sulfat, berechnet  
Gelöste Anionen, Chlorid in Wasser/Eluat  
Chlorid, berechnet  
Kohlensäure aggressive in Wasser/Eluat  
Sulfid gelöst in Wasser/Eluat  
Redoxpotenzial

WES 088 (2007-12)  
DIN 38404-5 (2009-07)<sup>A</sup>  
DIN 4030 Teil 2 (2008-06)<sup>A</sup>  
DIN 38409 H7 (2005-12)<sup>A</sup>  
DIN 38409-6 mod. (1986-01)<sup>A</sup>  
DIN 38405 D8 (1971)<sup>A</sup>  
DIN EN ISO 17294-2 (2005-02)<sup>A</sup>  
DIN EN ISO 11885 (2009-09)<sup>A</sup>  
DIN 38406 E5-1 (1983-10)<sup>A</sup>  
DIN EN ISO 10304-1 (2009-07)<sup>A</sup>  
DIN EN ISO 10304-1 (2009-07)<sup>A</sup>  
DIN EN ISO 10304-1 (2009-07)<sup>A</sup>  
DIN EN ISO 10304-1 (2009-07)<sup>A</sup>  
DIN 38404-10-M4 (1995-04)<sup>A</sup>  
DIN 38405 D26 (1989-04)<sup>A</sup>  
DIN 38404 C6 (1984-05)<sup>A</sup>

W/E

Wasser/Eluat

**ausführender Standort**

Umweltanalytik Hannover  
Umweltanalytik Hannover  
Umweltanalytik Hannover  
Umweltanalytik Hannover  
Umweltanalytik Hannover  
Umweltanalytik Hannover  
Umweltanalytik Hannover  
Umweltanalytik Hannover  
Umweltanalytik Hannover  
Umweltanalytik Hannover  
Umweltanalytik Hannover  
Umweltanalytik Hannover  
Umweltanalytik Hannover  
Umweltanalytik Hannover  
Umweltanalytik Hannover  
Umweltanalytik Hannover  
Umweltanalytik Hannover

**Norm**

DIN 38409-6 mod. (1986-01)

**Modifikation**

Modifikation: Bestimmung des Calcium- und Magnesium-Gehaltes mit der ICP-OES oder ICP-MS





---

Prüfbericht Nr.	<b>CHA20-019026-1</b>	Auftrag Nr.	<b>CHA-03407-20</b>	Datum	<b>13.08.2020</b>
-----------------	-----------------------	-------------	---------------------	-------	-------------------

---

**Marco Bensemann**

M. Sc. Geoökologie

Sachverständiger Umwelt und Wasser

Seite 3 von 3



Durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiertes Prüflaboratorium. Die Akkreditierung gilt für den in der Urkundenanlage [D-PL-14162-01-00] aufgeführten Akkreditierungsumfang. Akkreditierte Verfahren sind mit <sup>4</sup> gekennzeichnet. Prüfberichte dürfen ohne Genehmigung der WESSLING GmbH nicht auszugsweise vervielfältigt werden. Messergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die vorliegenden Prüfobjekte.

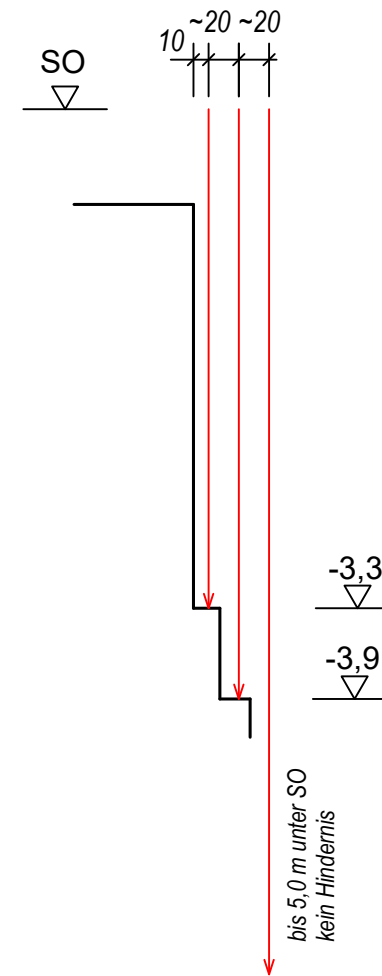
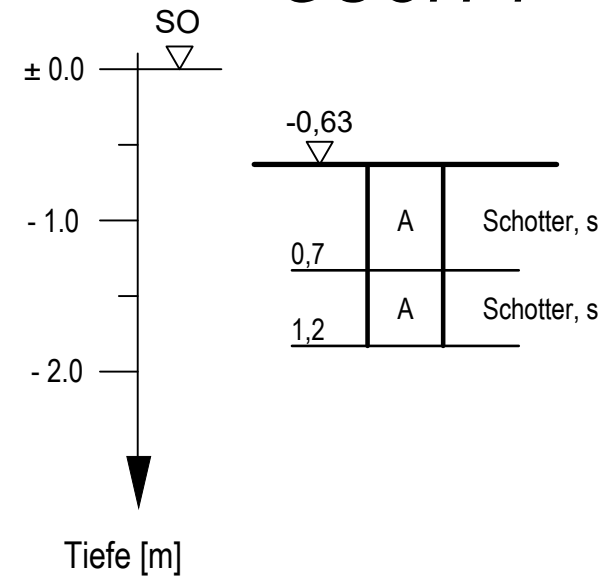
Geschäftsführer:  
Florian Weßling,  
Marc Hitzke  
HRB 1953 AG Steinfurt





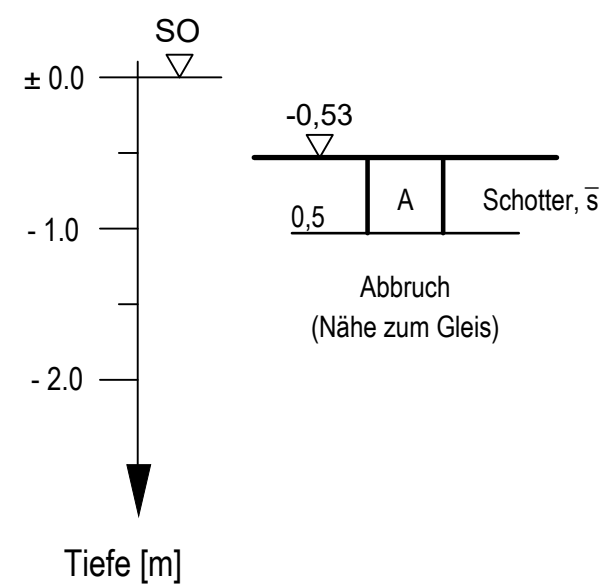
# Widerlager Nord

## GSCH 1



# Widerlager Süd

## GSCH 2



Schürfe ausgeführt  
am 25.06.2020

<b>IGH</b> <b>INGENIEURGESELLSCHAFT GRUNDBAUINSTITUT</b> DR.-ING. WESELOH - PROF. DR.-ING. MÜLLER-KIRCHENBAUER mbH	
30175 HANNOVER · VOLGERSWEG 58 · TELEFON (0511) 34 32 05 · TELEFAX (0511) 34 15 44	
DB Netz AG, Regionalbereich Mitte <b>Erneuerung der EÜ Mühlgraben  bei Bad Hersfeld in km 151,140  der Strecke 3600</b>	Maßstab: 1 : 50 Auftr.-Nr. 4.168
Hinderniserkundung	Anlage 7





### Widerlager Süd

Kernbohrung **KB 1** / horizontal  
 $\varnothing$  100 mm / l = 1,24 m  
 Naturstein



### Widerlager Nord

Kernbohrung **KB 2** / horizontal  
 $\varnothing$  100 mm / l = 1,20 m  
 Naturstein



**IGH**

**INGENIEURGESELLSCHAFT GRUNDBAUINSTITUT**  
 DR.-ING. WESELOH - PROF. DR.-ING. MÜLLER-KIRCHENBAUER mbH

30175 HANNOVER · VOLGERSWEG 58 · TELEFON (0511) 34 32 05 · TELEFAX (0511) 34 15 44

DB Netz AG, Regionalbereich Mitte  
**Erneuerung der EÜ Mühlgraben  
 bei Bad Hersfeld in km 151,140  
 der Strecke 3600**

Kernbohrungen

Maßstab:

1 : 50

Auftr.-Nr.

4.168

Anlage

8