

DB Netz AG
Regionalbereich West

Neubau der BÜ-Sicherung
Strecke 2984 Lage (Lippe) - Bielefeld Hbf
BÜ Mühlenstraße, km 7,328

Baugrunduntersuchungen,
Baugrund- und Gründungsbeurteilung

Bericht Nr. 4.437
Hannover, den 23.08.2022

IGH

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

INHALTSVERZEICHNIS

1. Darstellung der geotechnischen Untersuchungsergebnisse.	1
1.1 Vorhaben.	1
1.2 Verwendete Unterlagen.	2
1.3 Baugrunduntersuchungen.	4
1.3.1 Untersuchungsumfang.	4
1.3.2 Rammkernsondierungen und Schürfe.	5
1.3.3 Rammsondierungen.	6
1.4 Hydrologische Verhältnisse.	7
1.5 Geotechnische Laborversuche.	7
1.6 Einteilung der Böden in Homogenbereiche.	9
2. Baugrundmodell, Bodenrechenwerte.	9
3. Bewertung der geotechnischen Untersuchungsergebnisse und Gründungsbeurteilung.	10
3.1 Sicherungsanlagen.	10
3.1.1 Gründung mit Rammrohren.	11
3.1.2 Flachgründung mit Betonfertigteilen.	12
3.2 Schalthaus.	14
3.2.1 Bodenersatz, Bemessungsgrundlage.	14
3.2.2 Baugruben.	16
3.2.3 Wasserhaltung.	16
3.3 Zuwegung zum Schalthaus.	16
3.4 Ergänzende Hinweise.	18

ANLAGENVERZEICHNIS

Anlage 1:	Lageplan
Anlagen 2.1 und 2.2:	Bohr- und Schurfprofile sowie Rammdiagramme
Anlage 2.3:	Erläuterungen
Anlagen 3.1 bis 3.4:	Kornverteilungen
Anlagen 4.1 und 4.2:	Plastizitäts- und Konsistenzgrenzen
Anlagen 5.1 bis 5.4:	Homogenbereiche

IGH mbH · Volgersweg 58 · 30175 Hannover

DB Netz AG
Regionalbereich West
Jens Gulich (I.NI-W-P-S)
Königstraße 57
47051 Duisburg

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: 23.08.2022

4.437

Ber

Betr.: Neubau der BÜ-Sicherung
Strecke 2984 Lage (Lippe) - Bielefeld Hbf
BÜ Mühlenstraße, km 7,328
- Baugrunduntersuchungen, Baugrund- und
Gründungsbeurteilung -

1. Darstellung der geotechnischen Untersuchungsergebnisse.

1.1 Vorhaben.

Am o. g. Bahnübergang (BÜ) in der Gemeinde Leopoldshöhe sollen nach /1/ Sicherungsanlagen in Form von Lichtzeichen, Andreaskreuzen und Schrankenanlagen neu gesetzt werden. Als Gründungskonstruktionen kommen Rammrohrgründungen und/oder Flachgründungen mit Betonfertigteiltfundamenten in Frage.

Zudem ist die Errichtung eines Schalthauses in Quadrant III geplant.

Eine Lageübersicht des BÜ mit Benennung der 4 Quadranten I bis IV gemäß Kreuzungsplan gibt die Anlage 1.

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

Geschäftsführer: Dipl.-Ing. Sigrid Stavesand, Dipl.-Geogr. Ralf Struckmann
Prokuristen: 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

Wir wurden beauftragt, Baugrunduntersuchungen im Bereich des BÜ durchzuführen und auf Grundlage der Untersuchungsergebnisse eine Baugrund- und Gründungsbeurteilung zu erstellen.

1.2 Verwendete Unterlagen.

Zur Bearbeitung wurden folgende Unterlagen verwendet:

/1/ DB Netze, Regionalbereich West, Kreuzungsplan, Neubau BÜ-Sicherung, BÜ 7,3 Mühlenstraße, M 1:200, 15.05.2020.

Weitere verwendete Unterlagen sind:

/2/ DB Netz AG:

Richtlinie 836 - Erdbauwerke und sonstige geotechnische Bauwerke planen, bauen und instandhalten; 2. Aktualisierung, gültig ab 01.02.2013.

/3/ DB Netz AG:

Richtlinie 836 w.v.; 3. Aktualisierung: Einführung des neuen Moduls 836.4106 (Übergänge zwischen Erd- u. Kunstbauwerken).

/4/ DB Netz AG:

Richtlinie 836 w.v.; 4. Aktualisierung: Einführung des neuen Moduls 836.4102 (Böschungen - Grundlagen, Lockergesteins- und Felsböschungen).

/5/ DB Netz AG:

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.

- /6/ DB Netz AG:
Richtlinie 836 w.v.; 6. Aktualisierung: Einführung des neuen Anhangs A03 "Vliesstoffe zur Planumsverbesserung" zum Modul 836.4105 "Planumsverbesserung", gültig ab 01.02.2019.
- /7/ DB Netz AG:
Richtlinie 836 w.v.; 7. Aktualisierung: Einführung der Module 43xx „Stützkonstruktionen und Stützmaßnahmen“, gültig ab 01.11.2019.
- /8/ DB Netz AG:
Einbauanweisung für Rammrohr mit Adapter. – große und kleine Bauform – S 8240.25.4t aus 08/2016.
- /9/ DB Netz AG:
Betonfundamente – große und kleine Bauform – S 8240.23.
- /10/ FGSV:
RStO 12 – Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen 2012.
- /11/ FGSV:
ZTVE-StB 17 – Zusätzliche technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau.2017.
- /12/ FGSV:
TL-SoB-StB 04 – Technische Lieferbedingungen für Baustoffgemische und Böden zur Herstellung von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau. 2004/Fassung 2007.
- /13/ FGSV:
M HifüBau: Merkblatt über den Einfluss der Hinterfüllung auf Bauwerke, Ausgabe 2017.
- /14/ Empfehlungen des Arbeitskreises Pfähle „EA Pfähle“, 2. Auflage.

/15/ Empfehlungen des Arbeitskreises "Baugruben" (EAB),
6. Auflage, 2021.

/16/ DIN-Vorschriften in jeweils gültiger Fassung.

1.3 Baugrunduntersuchungen.

1.3.1 Untersuchungsumfang.

Zur Erkundung des Baugrundes wurden im Bereich des BÜ Rammkernsondierungen zur Bodenprobenentnahme und parallel dazu Rammsondierungen mit der schweren Rammsonde DPH nach DIN EN ISO 22476 zur Festigkeitsabschätzung der Böden ausgeführt. Dabei wurden die Sondierungen RKS 1 und R 1 im Quadrant I und die Sondierungen RKS 2 sowie R 2 im Quadrant III jeweils im Bereich der geplanten Sicherungsanlagen abgeteuft. Die Sondierungen RKS 3 und R 3 wurden ebenfalls im Quadrant III im Bereich des geplanten Schalthauses ausgeführt.

Die geplante Sondierendtiefe von 8,0 m unter Gelände im Bereich der Sicherungsanlagen konnte nur mit den Sondierungen R 1 und R 2 erreicht werden. Die Sondierungen RKS 1 und RKS 2 mussten wegen der zunehmenden Festigkeit des Baugrundes bzw. aufgrund der erreichten Geräteauslastung in Tiefen von 6,0 m und 7,60 m unter Gelände bzw. von etwa 6,05 m und 7,40 m unter SO abgebrochen werden. Mit den im Bereich des Schalthauses ausgeführten Sondierungen RKS 3 und R 3 wurde die planmäßige Tiefe von 7,0 m unter Gelände erreicht.

Des Weiteren wurden die Schürfe SCH 1 und SCH 2 im Gleisbereich bis in eine Tiefe von 0,90 m unter SO ausgeführt.

Die Ortslagen der Untersuchungsstellen gehen aus Anlage 1 hervor. Die Ergebnisse der Rammkern- und Rammsondierungen sowie der Schürfe sind als Bohr- und Schurfprofile sowie als Rammdiagramme in den Anlagen 2.1 und 2.2 dargestellt. Erläuterungen dazu gibt die Anlage 2.3. Die höhenmäßige Zuordnung der Sondieransatzpunkte erfolgt auf Schienenoberkante ($= \pm 0,0$).

1.3.2 Rammkernsondierungen und Schürfe.

Mit den Sondierungen RKS 1 und RKS 3 wurden zunächst bis in Tiefen von 0,95 m und 0,50 m unter Gelände bzw. von etwa 1,0 m unter und 0,05 m über SO Auffüllungen in Form von Kiesen mit sandigen, schwach schluffigen bis schluffigen und teils schwach tonigen Anteilen sowie in der Sondierung RKS 1 nachfolgend auch in Form einer Sandlage erkundet.

Die gewachsenen Böden im Anschluss an die Auffüllungen bzw. in der Sondierung RKS 2 ab Geländeoberkante bestehen bis in Tiefen zwischen 3,80 m und 4,50 m unter Gelände bzw. zwischen etwa 3,55 m und 4,30 m unter SO aus Schluffen mit schwach sandigen bis stark sandigen, schwach tonigen und lokal schwach kiesigen Anteilen sowie lokal auch aus Sand-Schluff-Gemischen mit schwach kiesigen und schwach tonigen Anteilen. Bis zur jeweiligen Endtiefe wurde Tonmergel erkundet, der sich körnungsmäßig aus Sanden mit stark schluffigen, tonigen und schwach kiesigen Anteilen zusammensetzt.

Die Schürfe SCH 1 und SCH 2 wurden im Gleis zur Festlegung des Oberbaus durchgeführt. Sogenannter „sauberer Schotter“ ohne wesentliche Beimengungen von Kies, Sand und/oder Feinteilen wurde jeweils nicht angetroffen. Die Schottermischzone in Form von Schotter mit kiesigen, schwach sandigen sowie schwach schluffigen Anteilen reicht bis in Tiefen von

0,75 m und 0,70 m unter SO hinab. Unterhalb wurden bis zur jeweiligen Endtiefe aufgefüllte schluffige, sandige sowie teils schwach tonige Kiese erkundet.

1.3.3 Rammsondierungen.

Zur Abschätzung der Festigkeit der angetroffenen Böden wurden Rammsondierungen mit der schweren Rammsonde ausgeführt. Die daraus gewonnenen Rammdiagramme sind in der Anlage 2.1 dargestellt.

Für die bindigen und bindig-gemischtkörnigen gewachsenen Böden besteht etwa folgender Zusammenhang zwischen Schlagzahl n_{10} pro 10 cm Sondeneindringung und Konsistenz:

Tabelle 1: 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

Gemäß diesen Zusammenhängen sowie im Abgleich mit den Bodenansprüchen vor Ort und den ausgeführten geotechnischen Laborversuchen (s. Abschnitt 1.5) sind die aufgefüllten Kiese mit erhöhtem Feinkornanteil steifkonsistent. Die nichtbindigen Auffüllungen weisen eine lockere bis mitteldichte Lagerung auf. Die nachfolgenden gewachsenen bindigen Böden weisen bis in Tiefen von 2,90 m und 3,50 m unter Gelände bzw. etwa 2,70 m und 2,95 m unter SO eine weiche Konsistenz auf. Die sich anschließenden bindigen und bindig-gemischtkörnigen Böden sind bis in Tiefen zwischen 3,80 m und 4,50 m unter Ge-

lände bzw. etwa 3,55 m bis 4,30 m unter SO weich- bis steif-konsistent. Der bis zur jeweiligen Endtiefe erkundete Tonmergel ist zunächst noch steif- und anschließend steif- bis halbfestkonsistent

1.4 Hydrologische Verhältnisse.

Grundwasser wurde während der Felduntersuchungen im Mai 2022 mit den ausgeführten Sondierungen bis zur jeweiligen Endtiefe nicht angetroffen. Die gewachsenen Schluffe wurden im Tiefenbereich zwischen 3,80 m bis 4,50 m unter Gelände bzw. etwa 2,70 m bis 4,30 m unter SO organoleptisch als nass beurteilt. Dies weist auf das Vorhandensein von Schichtenwasser hin. Die weiteren Böden wurden organoleptisch in der Regel als erdfeucht angesprochen.

Mit jahreszeitlich bedingten Schwankungen des Schichtenwasserstandes nach oben und nach unten ist zu rechnen.

1.5 Geotechnische Laborversuche.

An einigen aus den Sondierungen gewonnenen Bodenproben wurden Laborversuche durchgeführt. Bestimmt wurden Korngrößenverteilung sowie Wassergehalt, Plastizität und Konsistenz.

a.) Korngrößenverteilungen (Anlagen 3.1 bis 3.4).

Die Versuche Nr. 1, 6, 8, 9, und 10 erfolgten an Proben aus den aufgefüllten Kiesen. Die Versuche ergaben Kiesanteile zwischen 43 % und 83 %, Sandanteile zwischen 8 % und 28 %, Schluffanteile zwischen 9 % und 26 % sowie Tonanteile bis zu 5 %.

Die Versuche Nr. 2 und 4 wurden an Proben aus den gewachsenen bindigen Schluffen durchgeführt. Ermittelt wurden Schluffanteile von 67 % und 54 %, Sandanteile von 24 % und 37 %, Tonanteile von 9 % und 7 % sowie Kiesanteile bis zu 2 %.

Die Versuche Nr. 3 und 5 wurden an Proben aus den gewachsenen bindig-gemischtkörnigen Sanden durchgeführt. Ermittelt wurden Sandanteile von 34 % und 36 %, Schluffanteile von 30 % und 32 %, Tonanteile von jeweils 24 % sowie Kiesanteile von 8 % und 12 %.

Der Versuch Nr. 7 wurde an einer Probe aus den gewachsenen Sand-Schluff-Gemischen durchgeführt. Der Versuch ergab einen Sandanteil von 42 %, einen Schluffanteil von 40 %, einen Kiesanteil von 11 % sowie einen Tonanteil von 7 %.

b.) Wassergehalte, Plastizitäten, Konsistenzen
(Anlagen 4.1 und 4.2).

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

Tabelle 2: Wassergehalte, Plastizitäten, Konsistenzen

Aufschluss / Tiefe [m]	Wassergehalt w_N [%]	Fließgrenze w_L [%]	Ausrollgrenze w_p [%]	Plastizität I_p [%]	Konsistenz I_c [-]
RKS 1 / 3,80 – 4,90	16,9	29,8	14,1	15,6	0,82
RKS 2 / 6,50 – 7,60	13,0	26,3	12,4	13,9	0,96

Die Ergebnisse der Laborversuche belegen für die Proben jeweils das Verhalten von leicht plastischen Tönen, mit Tendenz zu den mittelplastischen Tönen und den Sand-Ton-

Gemischen. Die Konsistenz der Proben ist steif bzw. steif bis halbfest.

1.6 Einteilung der Böden in Homogenbereiche.

Die Einteilung der Böden in Homogenbereiche erfolgt gemäß VOB, Teil C, DIN 18300 (Erdarbeiten), DIN 18301 (Bohrarbeiten) sowie DIN 18304 (Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten), jeweils Ausgabe 2019. Die tabellarischen Bewertungen mit Körnungsbändern sind in den Anlagen 5.1 bis 5.4 mitgeteilt.

2. Baugrundmodell, Bodenrechenwerte.

Den angetroffenen Böden können nach den Ergebnissen der Feld- und Laborversuche sowie nach Erfahrung in vergleichbaren Fällen die in nachfolgender Tabelle 3 angegebenen mittleren Bodenrechenwerte zugeordnet werden.

Tabelle 3: Baugrundmodell und Bodenrechenwerte

Mittlere Tiefe bezogen auf SO [m]	Bodenart	Reibungswinkel/ Kohäsion [kN/m ²]	Wichte [kN/m ³]	Steifemodul [MN/m ²]
Nur RKS 1 und RKS 3: bis - 0,50	Auffüllungen Kies, sandig, schwach schluffig bis schluffig, teils schwach tonig; lokal Sand - locker bis mitteldicht bzw. steif	$\varphi_k = 30^\circ$ $c_k = 0$	$\gamma_k/\gamma_k' = 18/10$	$E_{s,k} = 10$ bis 20
ab - 0,50 (RKS 1 und RKS 3) ab + 0,20 (RKS 2) bis - 2,90	Gewachsener Boden Schluff, schwach sandig bis stark sandig, schwach tonig, lokal schwach kiesig	$\varphi_k = 27,5^\circ$ $c_k = 2-5$	$\gamma_k/\gamma_k' = 19/9$	$E_{s,k} = 6$ bis 12
ab - 2,90 bis - 3,90	Schluff, sandig bis stark sandig, schwach tonig, teils schwach kiesig; Sand-Schluff-Gemische, schwach kiesig, schwach tonig - weich (bis steif)	$\varphi_k = 27,5^\circ$ $c_k = 2-5$	$\gamma_k/\gamma_k' = 19/9$	$E_{s,k} = 4$ bis 8
ab 3,90 bis Endtiefe	Tonmergel (Sand, stark schluffig, tonig, schwach kiesig) - überwiegend steif bis halbfest	$\varphi_k = 27,5^\circ$ $c_k = 10$	$\gamma_k/\gamma_k' = 20/10$	$E_{s,k} = 15$ bis 30

3. Bewertung der geotechnischen Untersuchungsergebnisse und Gründungsbeurteilung.

3.1 Sicherungsanlagen.

Als Gründungskonstruktionen für die Sicherungsanlagen bzw. Lichtzeichen und Schrankenanlagen werden i. d. R. Rammrohrgründungen vorgesehen. Alternativ kommen auch flachgegründete Fundamente (Betonfertigteile) in Betracht. Wir gehen davon

aus, dass die Lichtzeichen und Schrankenanlagen in ebenem Gelände und nicht in Böschungsbereichen angeordnet werden.

3.1.1 Gründung mit Rammrohren.

Für den Nachweis der Rammrohrlängen können die in Tabelle 3 angegebenen Bodenrechenwerte angesetzt werden.

Bei weitgehend homogenen Baugrundverhältnissen, wie sie hier vorliegen, kann die Länge der Rammrohre auch nach der Einbauanweisung für Rammrohr mit Adapter - große und kleine Bauform - /9/ ermittelt werden.

Nach den Baugrunduntersuchungen sind die gewachsenen Böden in den Sondierungen RKS 1 und RKS 2 sind zunächst bis in Tiefen von 2,90 m und 3,50 m unter Gelände bzw. von etwa 2,70 m und 2,95 m unter SO weich- und nachfolgend bis in Tiefen zwischen 3,80 m und 4,50 m unter Gelände bzw. zwischen etwa 3,55 m und 4,30 m weich- bis steifkonsistent. Der bis zur jeweiligen Endtiefe erkundete Tonmergel ist zunächst noch steif- und anschließend steif- bis halbfestkonsistent.

Die weichkonsistenten Böden bewegen sich bezüglich der Mindestanforderungen an die Böden nach /9/ im Grenzbereich. Daher wird ein Zuschlag von 2,0 m bei der Abschätzung der Rammrohrlänge nach /9/ in Ansatz gebracht.

Die Rammrohrlängen lassen sich damit wie folgt abschätzen:

Große Bauform

Baugrund: bindiger Boden
Grundwasser: $\geq 2,9$ m unter GOK
Topografie: Ebenes Gelände
Rammrohrlänge: $5,0 \text{ m} + 2,0 \text{ m} = 7,0 \text{ m}$

Kleine Bauform

Baugrund: bindiger Boden
Grundwasser: $\geq 2,9$ m unter GOK
Topografie: Ebenes Gelände
Rammrohrlänge: $3,0 \text{ m} + 2,0 \text{ m} = 5,0 \text{ m}$

Nach den Baugrundaufschlüssen ist zunächst bis in Tiefen von etwa 3,0 m bis 4,0 m unter Gelände mit leichter Rammung zu rechnen. Nachfolgend ist mit mittelschwerer und mit zunehmender Tiefe auch mit schwerer bis sehr schwerer Rammung zu rechnen.

3.1.2 Flachgründung mit Betonfertigteilen.

Bei den Betonfertigteilfundamenten wird je nach Beanspruchung i. d. R. zwischen kleiner und großer Bauform unterschieden. Die Fundamente der kleinen Bauform weisen bei einer Grundfläche von ca. 0,50 m x 0,50 m eine Höhe = Einbindetiefe in das Gelände bis 1,80 m auf. Bei der großen Bauform besitzen die Fundamente bei einer Grundfläche von etwa 0,90 m x 0,90 m eine Höhe bzw. Einbindetiefe bis 2,10 m. Die minimale Einbautiefe ist jeweils mindestens frostfrei, also etwa 1,0 m.

Die Fundamentunterkanten befinden sich damit innerhalb der weichkonsistenten bindigen gewachsenen Böden, welche nicht

ohne Weiteres zur Lastaufnahme geeignet sind. Hier sollte für die weitere Planung unter den Fundamenten ein Auflager von 0,30 m Stärke aus Beton vorgesehen werden. Auf eine Nachverdichtung der bindigen Böden ist zu verzichten.

Wie die Rammrohrgründungen sind auch die Betonfertigteilstfundamente erdstatisch nachzuweisen. Die Bodenrechenwerte dazu finden sich in der Tabelle 3. Der Bemessungswert des Sohlwiderstandes kann mit $\sigma_{R,d} = 280 \text{ kN/m}^2$ in Ansatz gebracht werden.

Die Baugrubenausbildung erfolgt bei ausreichendem Abstand zum Gleis in offener Bauweise nach DIN 4124. Ein Böschungswinkel von 45° soll dabei nicht überschritten werden. Um Schiefstellungen der Fertigteilstfundamente bei späterem Betrieb zu vermeiden, ist auf die Arbeitsraumverfüllung besonderer Wert zu legen. Der Arbeitsraum ist nach DIN 4124 so groß auszulegen, dass eine ausreichende Verdichtung der Verfüllung gewährleistet werden kann. Als Verfüllmaterial soll nichtbindiger Boden, z. B. ein Sand mit einer Ungleichförmigkeitszahl von $U > 3$ oder gebrochenes, gut verdichtbares und gut abgestuftes Material der Bodengruppen GW, GI nach DIN 18196 (z. B. der Körnung 0/32 mm) verwendet werden. Zum Nachweis der ausreichenden Verdichtung der Arbeitsraumverfüllung sollen dynamische Plattendruckversuche ausgeführt werden. Zu erzielen sind E_{vd} -Werte von $\geq 35 \text{ MN/m}^2$. Das Aushubmaterial in Form der bindigen und bindig-gemischtkörnigen Böden soll nicht zur Verfüllung wiederverwendet werden. Die nichtbindigen Auffüllungen können aus geotechnischer Sicht zur Wiederverfüllung verwendet werden.

Da die bindigen Böden nach Einschätzung gering bis sehr gering durchlässig sind, können die Fundamente infolge des in die Arbeitsräume einfließenden Niederschlagswassers gegeben-

nenfalls einem Auftrieb unterliegen. Insofern ist der Auftriebsnachweis bei der Bemessung der Fundamente zu berücksichtigen. Der Bemessungswasserstand sollte auf der sicheren Seite liegend im Niveau der Geländeoberkante angenommen werden. Es wird darauf hingewiesen, dass es sich bei dem angegebenen Bemessungswasserstand nicht um Grundwasser handelt. Auf die Verstärkte Wasserempfindlichkeit der vorhandenen bindigen und bindig-gemischtkörnigen Böden wird hingewiesen.

3.2 Schalthaus.

Das Schalthaus wird voraussichtlich als Fertigteil mit Kabelkeller und Plattengründung ausgebildet. Die Gründungsebene wird im Weiteren bei etwa 1,0 m unter Gelände angenommen. In der Sondierung RKS 3 befinden sich auf diesem Niveau weichkonsistente Schluffe mit sandigen und schwach tonigen Anteilen. Die weichkonsistenten Böden neigen bei Auflast zur verstärkten Zusammendrückbarkeit und sind nicht ohne Weiteres zur Lastaufnahme geeignet sind. Insofern werden Bodenersatzmaßnahmen erforderlich, wobei ein Gesamtaustausch der Weichschichten nicht in Erwägung gezogen wird.

3.2.1 Bodenersatz, Bemessungsgrundlage.

Unterhalb der Plattengründung soll ein Bodenersatzpolster in einer Stärke von 0,30 m angeordnet werden. Als Bodenersatz soll gebrochenes, gut verdichtbares und gut abgestuftes Material der Bodengruppen GW, GI nach DIN 18196 (z. B. der Körnung 0/32 mm) verwendet werden. Das Bodenersatzmaterial ist unter Berücksichtigung einer 45°-Druckausbreitung vom Rand der Gründungskonstruktion ausreichend verdichtet einzubauen. Auf der Oberkante des Bodenersatzpolsters sind E_{v2} -Werte von $\geq 80 \text{ MN/m}^2$ nachzuweisen. Werden dynamische Plattendruckversuche durchgeführt, sind E_{vd} -Werte von

$\geq 40 \text{ MN/m}^2$ zu erzielen. Sollte sich die Aushubsohle innerhalb der bindigen Böden als zu weich für die verdichtete Einbringung des Bodenersatzmaterials darstellen, soll die untere 0,20 m starke Lage des Bodenersatzes aus einem enggestuften groben Material z. B. der Körnung 30/60 mm (z. B. Grobschlag) bestehen. Dieses Material würde ausschließlich statisch verdichtet. Darauf würde dann der weitere Bodenersatz in verbleibender Stärke aus dem o. g. gut abgestuften Material hergestellt und dynamisch verdichtet.

Alternativ kann statt des Bodenersatzmaterials auch Beton verwendet werden.

Wir weisen erneut darauf hin, dass die bindigen Böden sehr wasserempfindlich sind bzw. bei Wasserzutritt zum Fließen neigen. Diese Böden sind sofort nach Freilegen durch Einbau des Bodenersatzes gegen den Zutritt von Oberflächenwasser zu schützen.

Der Bemessungswert des Sohlwiderstandes kann auch hier mit $\sigma_{R,d} = 280 \text{ kN/m}^2$ angesetzt werden.

Auch hier ist zu berücksichtigen, dass Oberflächenwasser in die mit durchlässigem Material verfüllten Arbeitsräume eindringen und sich dort aufstauen kann, da die umgebenden Böden als gering durchlässig einzustufen sind. Aus diesem Grund wird empfohlen, den Kabelkeller wasserdicht herzustellen. Der Bemessungswasserstand kann auch hier auf der sicheren Seite liegend im Niveau der Geländeoberkante angenommen werden.

3.2.2 Baugruben.

Die künftigen Baugruben werden im Bereich des Gebäudes maximal etwa 1,50 m tief sein. Da nach derzeitigem Kenntnisstand genügend Platz zur Verfügung steht, kann die Baugrube in freier Böschung hergestellt werden. Ein Böschungswinkel von 45° soll dabei nicht überschritten werden. Da die bindigen Böden sehr witterungsempfindlich sind und bei Wasserzutritt zum Fließen neigen, sind die Böschungen gegebenenfalls abzudecken.

3.2.3 Wasserhaltung.

Wie in Abschnitt 1.4 dargelegt, wurde während der Feldarbeiten im Mai 2022 mit den ausgeführten Sondierungen bis zur jeweiligen Endtiefe kein Grundwasser angetroffen. Wird in vergleichbarer Jahreszeit bzw. bei vergleichbarer Witterung gebaut, werden diesbezüglich keine Maßnahmen bzw. Grundwasserabsenkungen erforderlich. Zur schadlosen Ableitung von zufließendem Oberflächen- oder Schichtenwasser ist bei Bedarf aber eine ausreichende Anzahl an offenen Wasserhaltungen zu betreiben.

3.3 Zuwegung zum Schaltheus.

Im Folgenden wird angenommen, dass die Zuwegung zum Schaltheus mit Pflasterbelag hergestellt werden soll. Wir gehen davon aus, dass die Oberkante des neuen Oberbaus etwa im Niveau der vorhandenen Geländeoberkante angeordnet wird. Gemäß der Sondierung RKS 3 befindet sich die Unterkante des Oberbaus im Übergang zu den bindigen gewachsenen Böden.

Die erforderliche Oberbaudicke für die neue Zuwegung zum Schalthaus ermittelt sich nach RStO 12 „Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen“.

Frostempfindlichkeitsklasse

der bindigen gewachsenen

Böden nach ZTVE-StB 09: F 3

Frosteinwirkung: Zone I

Wasserverhältnisse: kein Grundwassereinfluss
bis 1,50 m unter Planum

Annahme der Belastungsklasse: Bk0,3

Die erforderliche Oberbaudicke für die **Zuwegung** mit einer Pflasterdecke ergibt sich damit ohne Berücksichtigung von Entwässerungseinrichtungen zu 50 cm. Bei einer Bauweise mit Pflasterdecke verteilen sich die 50 cm z. B. nach Tafel 3, Zeile 1 wie folgt:

Pflasterdecke z. B. nach Tafel 3, Zeile 1

- Pflasterdecke	8 cm
- Sand- und/oder Splittunterlage	4 cm
- Schotter- oder Kiestragschicht	25 cm
- Frostschutzschicht	<u>13 cm</u>
	50 cm

Auf der Unterlage der Frostschutzschicht ist ein Verformungsmodul von $Ev_2 \geq 45 \text{ MN/m}^2$ nachzuweisen. Dieser Nachweis wird nach derzeitiger Einschätzung bzw. in Abhängigkeit von der Witterung innerhalb der bindigen Böden nicht zu erbringen sein.

In diesem Fall ist der Oberbau entsprechend zu verstärken. Ausgegangen werden soll von einer Verstärkung der Frostschutzschicht als Tragschicht von zunächst 20 - 30 cm. Für das Frostschutzmaterial ist ausschließlich gebrochenes Mate-

rial zu verwenden. Stellt sich das Erdplanum als zu nachgiebig für die verdichtete Einbringung des Frostschutzmaterials dar, soll auch hier zunächst der Einbau einer 0,20 m starken Schicht aus einem Grobschlagmaterial, z. B. der Körnung 30/80 mm vorgesehen werden.

Auf der Oberkante der Frostschutzschicht ist ein E_{v2} -Wert von $\geq 100 \text{ MN/m}^2$ zu erzielen. Auf der Oberkante der Tragschicht ist ein E_{v2} -Wert von $\geq 120 \text{ MN/m}^2$ nachzuweisen. Die Umsetzbarkeit der Angaben ist durch Probefelder zu belegen.

3.4 Ergänzende Hinweise.

Es wird darauf hingewiesen, dass die durchgeführten Sondierungen nur stichprobenartig Aufschluss liefern. Sofern sich bei den Erdarbeiten Abweichungen von den beschriebenen Bodenschichtungen zeigen, bitten wir um Benachrichtigung. In jedem Fall soll eine Inaugenscheinnahme und Abnahme des Plans und der Gründungssohlen durch den Gutachter erfolgen.

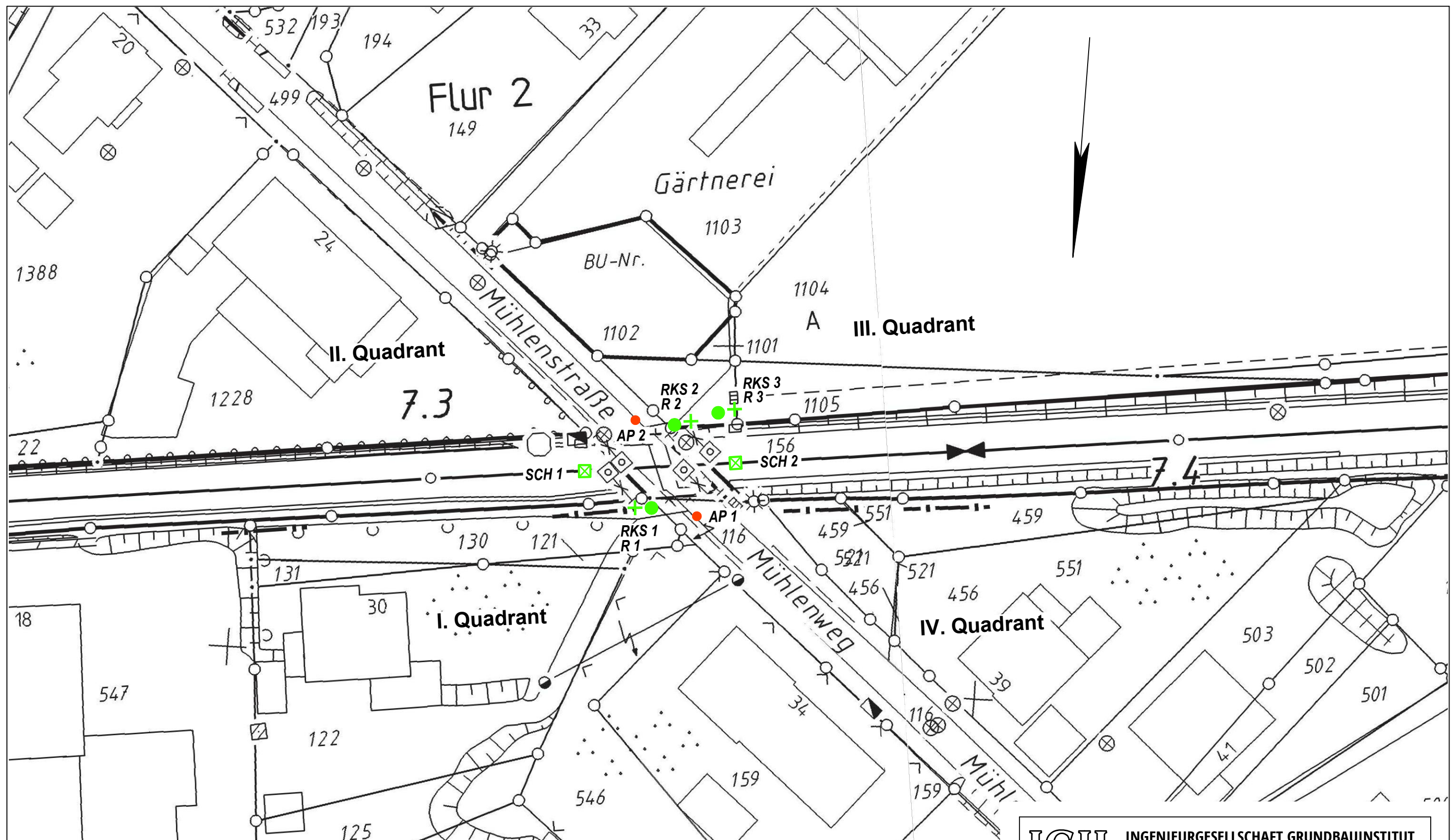
Bei Rückfragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

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

Bearbeiter: Paul Berneis, B. Sc.

Dipl.-Ing. Stavesand

Dipl.-Geogr. Struckmann



Baugrunduntersuchungen

- **RKS 1 bis RKS 3** : Rammkernsondierungen
- + **R 1 bis R 3** : Rammsondierungen
- **AP 1 und AP 2** : Asphaltbeprobung
- ⊠ **SCH 1 und SCH 2** : Schurf

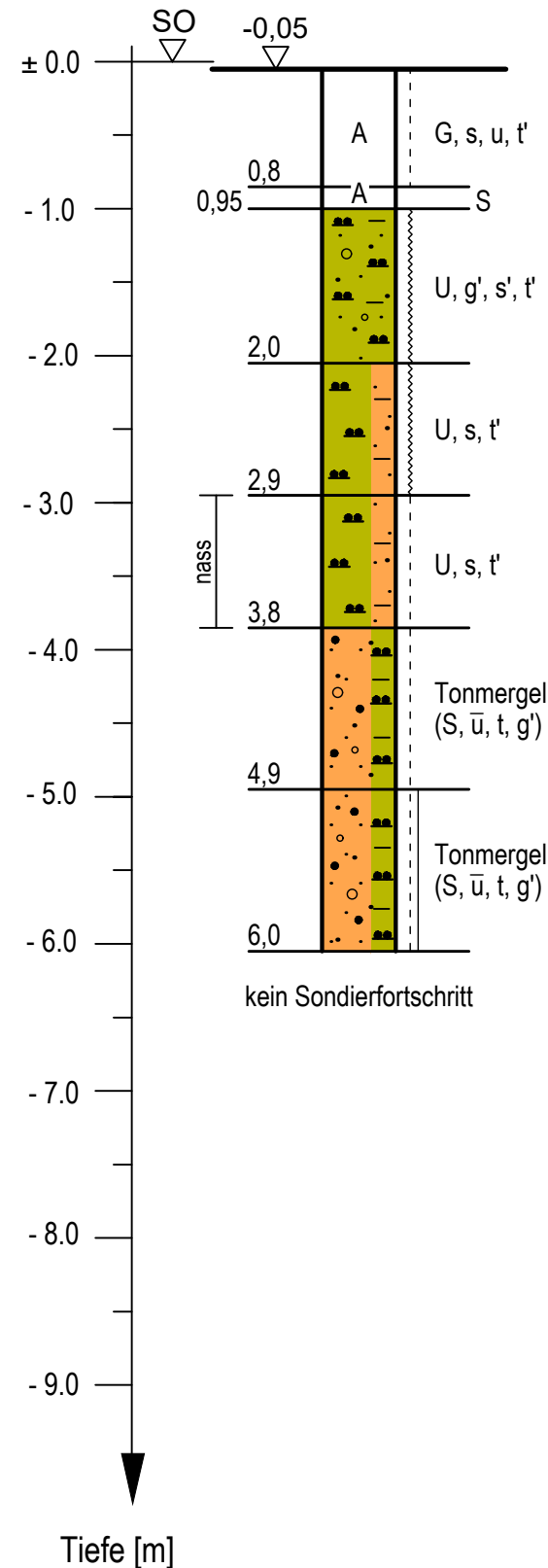
Zur Wahrung der Urheberrechte ist eine Weitergabe
an andere Nutzer nicht zulässig.
Datenquelle: DB Netz AG, DB-GIS Bahn-Geodaten

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

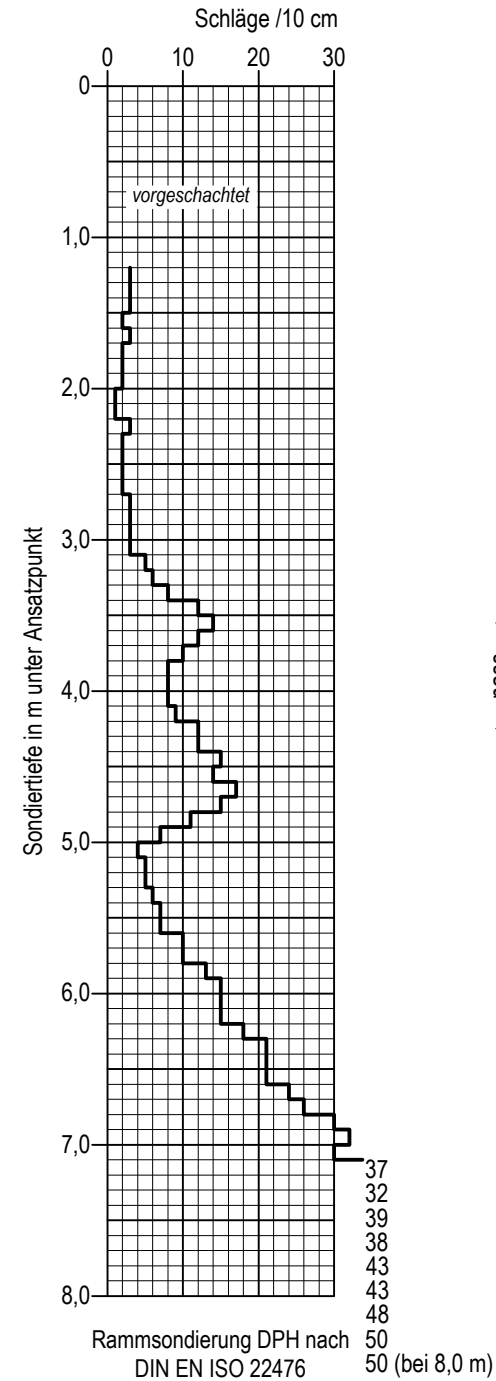
30175 HANNOVER · VOLGERSWEG 58 · TELEFON (0511) 34 32 05 · TELEFAX (0511) 34 15 44

DB Netz AG, Regionalbereich West Neubau der BÜ-Sicherung Strecke 2984 Lage (Lippe) - Bielefeld Hbf BÜ Mühlenstraße, km 7,328	Maßstab:
	1 : 500
	Aufl.-Nr.
Lageplan	4.437
	Anlage
	1

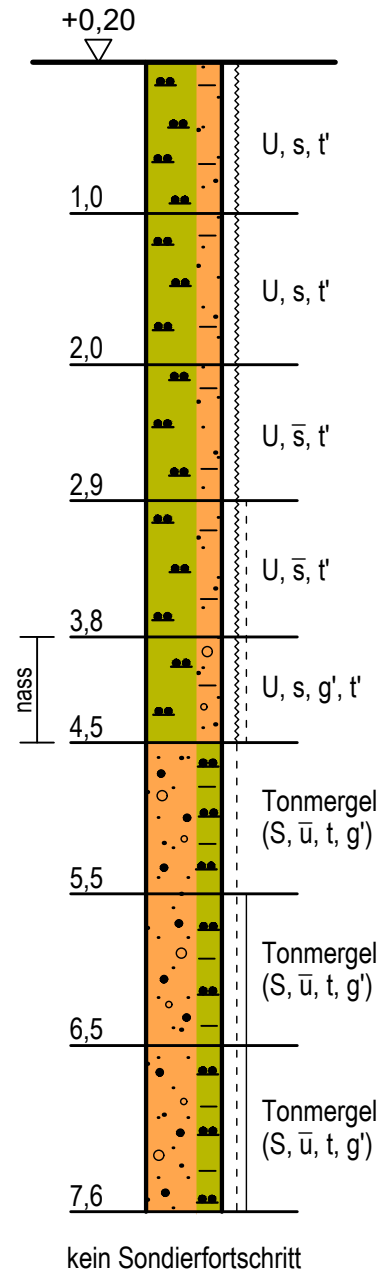
RKS 1



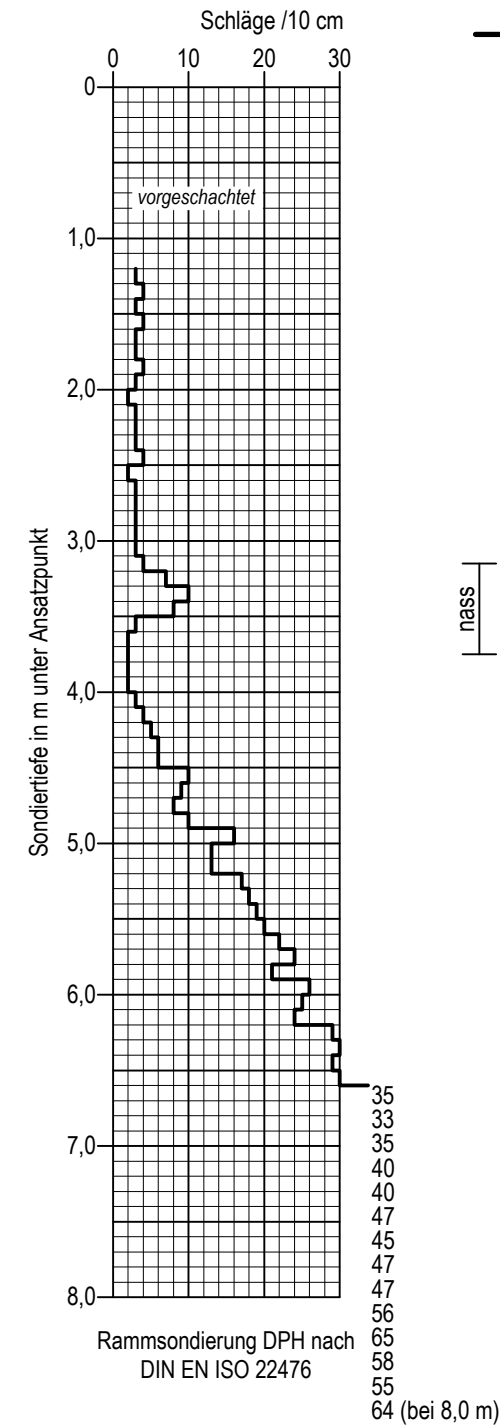
R 1



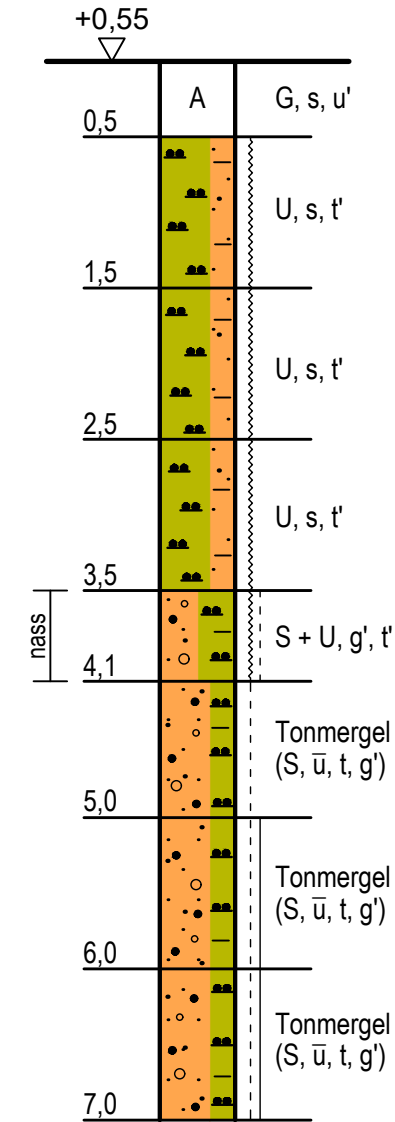
RKS 2



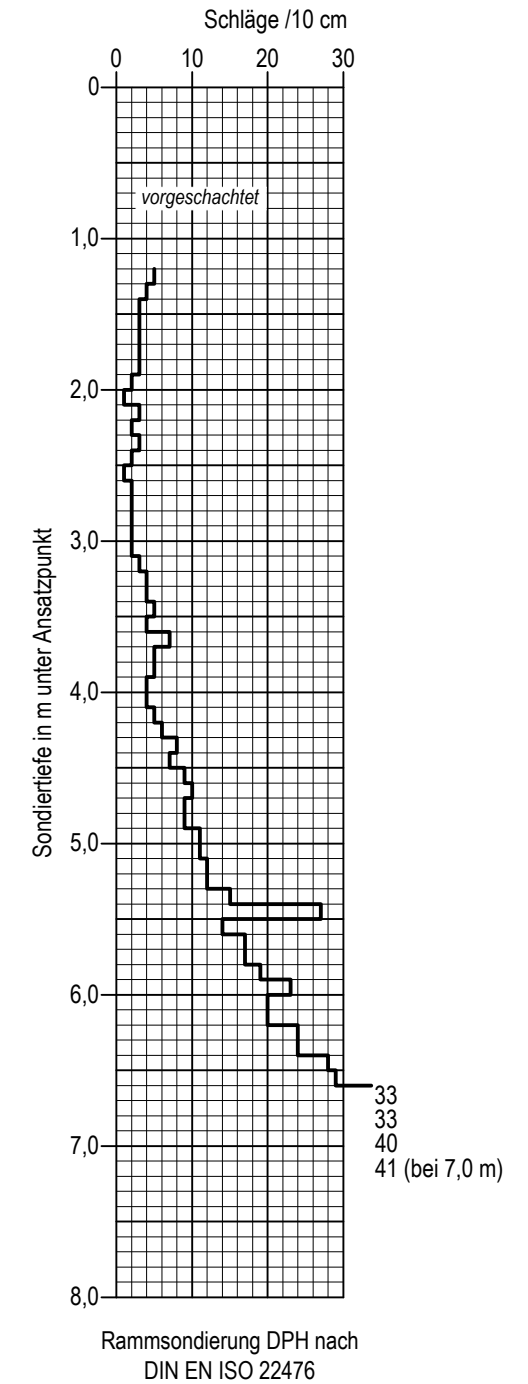
R 2



RKS 3



R 3

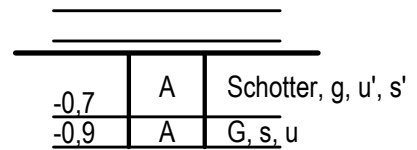
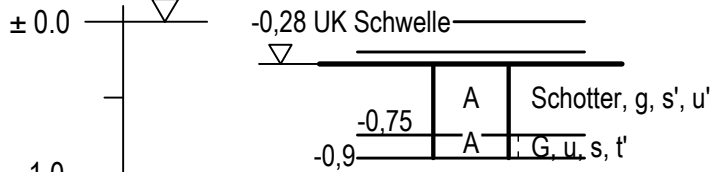
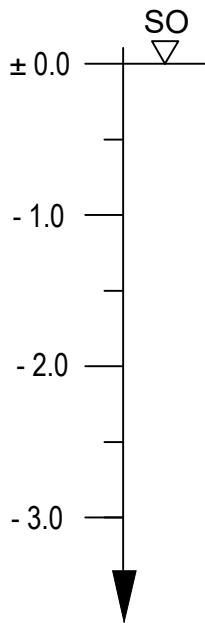


Rammkern- und Rammsondierungen
ausgeführt am 18.05.2022

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 West	Maßstab:
Neubau der BÜ-Sicherung	1 : 50
Strecke 2984 Lage (Lippe) - Bielefeld Hbf	Auftr.-Nr.
BÜ Mühlenstraße, km 7,328	4.437
Bohrprofile und Rammdiagamme	Anlage
	2.1

SCH 1

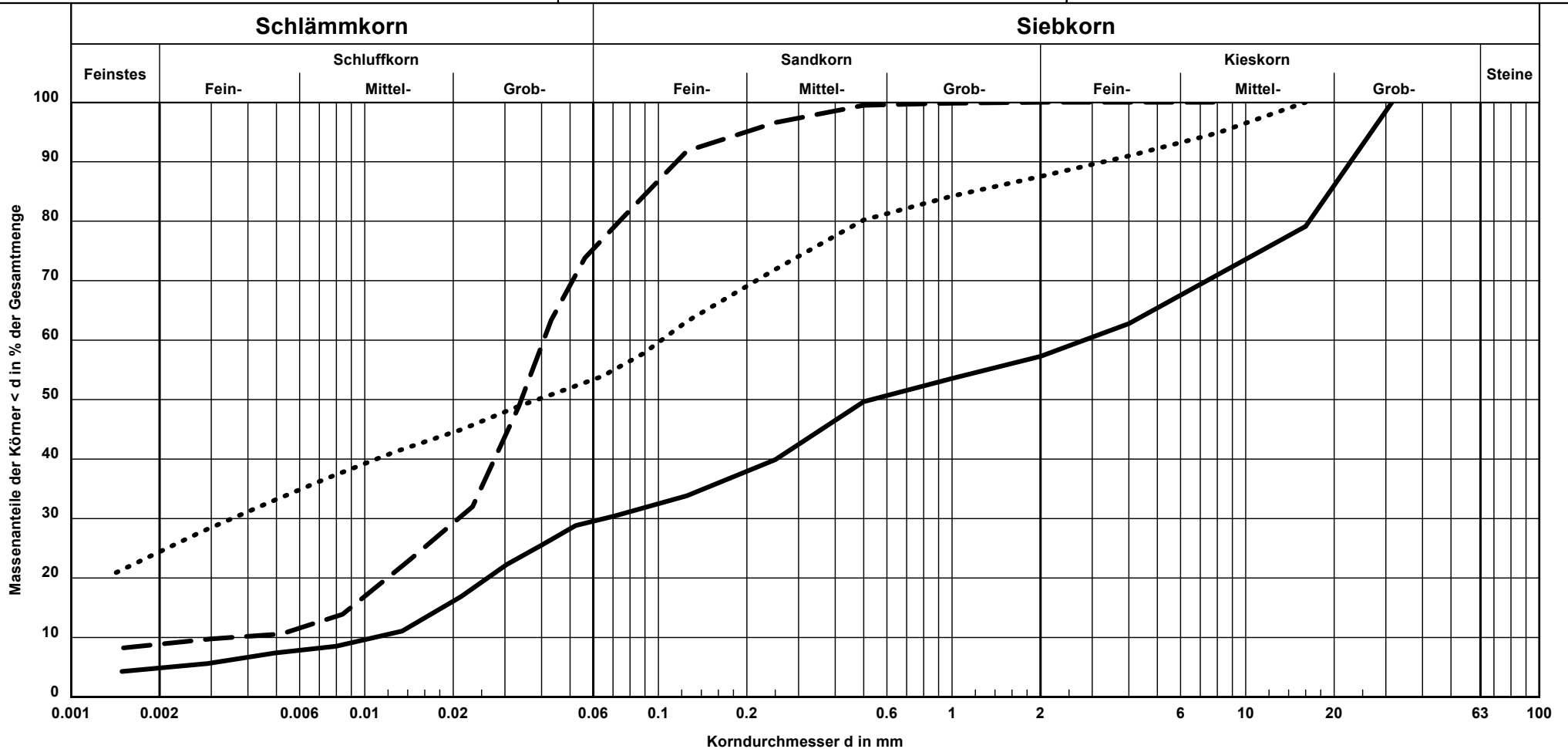
SCH 2



Schürfe ausgeführt am 28.04.2022

Kornverteilung nach DIN EN ISO 17892-4

DB Netz AG, Regionalbereich West
Neubau der BÜ-Sicherung
Strecke 2984 Lage (Lippe) - Bielefeld Hbf
BÜ Mühlenstraße, km 7,328

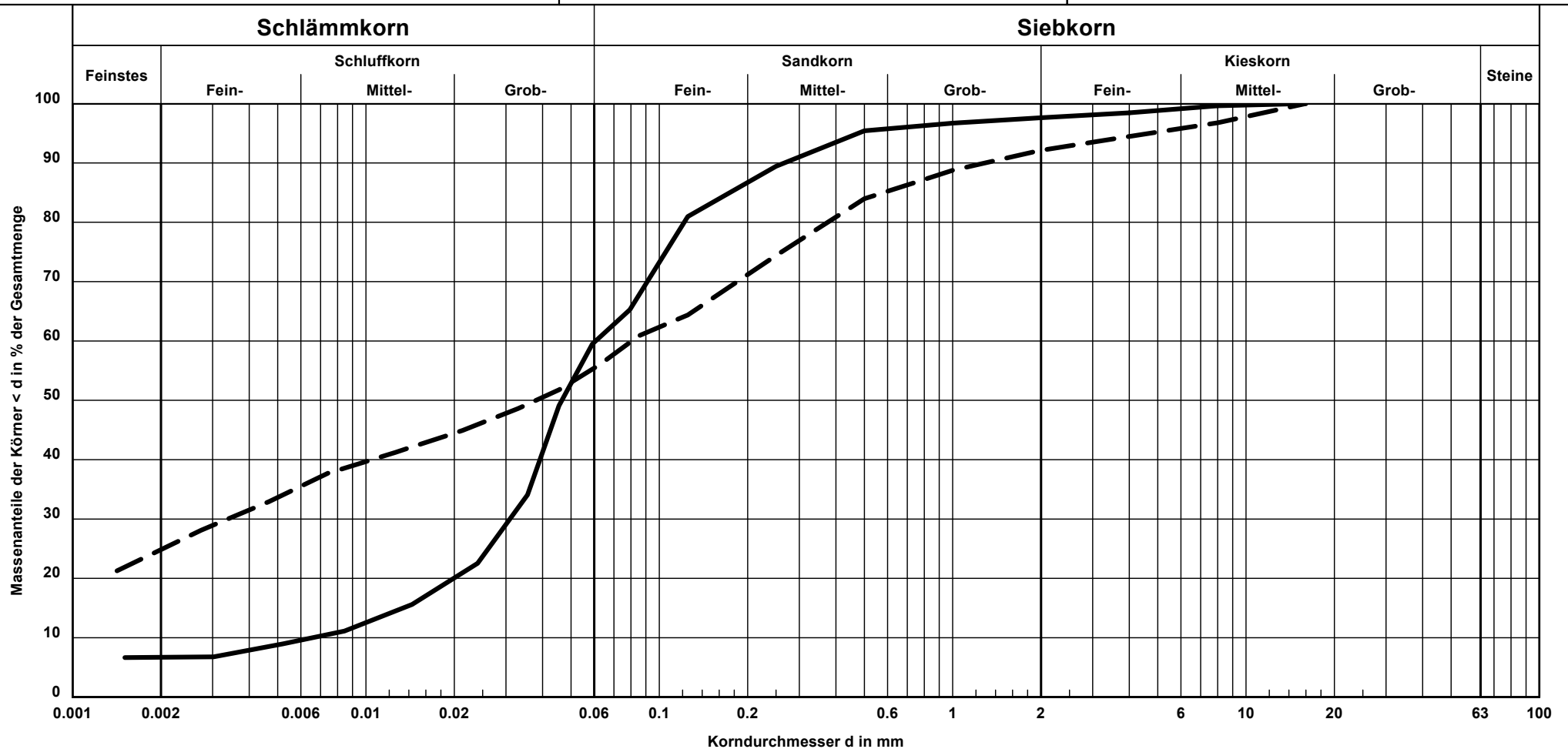


Bericht:
4.437
Anlage:
3.1

Kornverteilung

nach DIN EN ISO 17892-4

DB Netz AG, Regionalbereich West
Neubau der BÜ-Sicherung
Strecke 2984 Lage (Lippe) - Bielefeld Hbf
BÜ Mühlenstraße, km 7,328

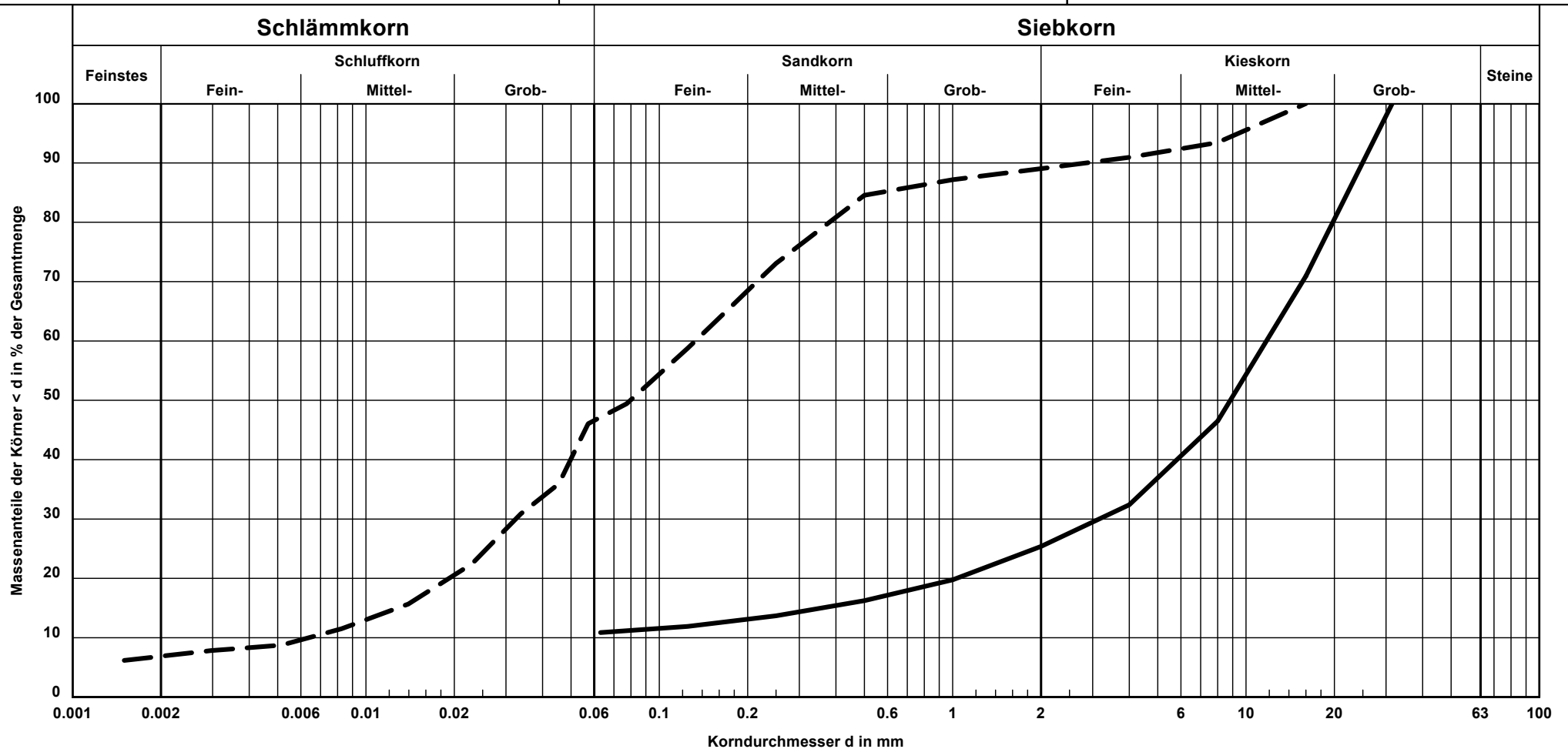


Kurve-Nr.	Signatur	Entnahmestelle	Tiefe in m	Bodenart	k [m/s] (Beyer)	Wassergehalt in %	Bericht: 4.437 Anlage: 3.2
4	————	RKS 2	2,90 - 3,80	U, $\bar{s}$, t'	-	16,0	
5	— — —	RKS 2	6,50 - 7,60	S, $\bar{u}$, t, g'	-	13,0	

Kornverteilung

nach DIN EN ISO 17892-4

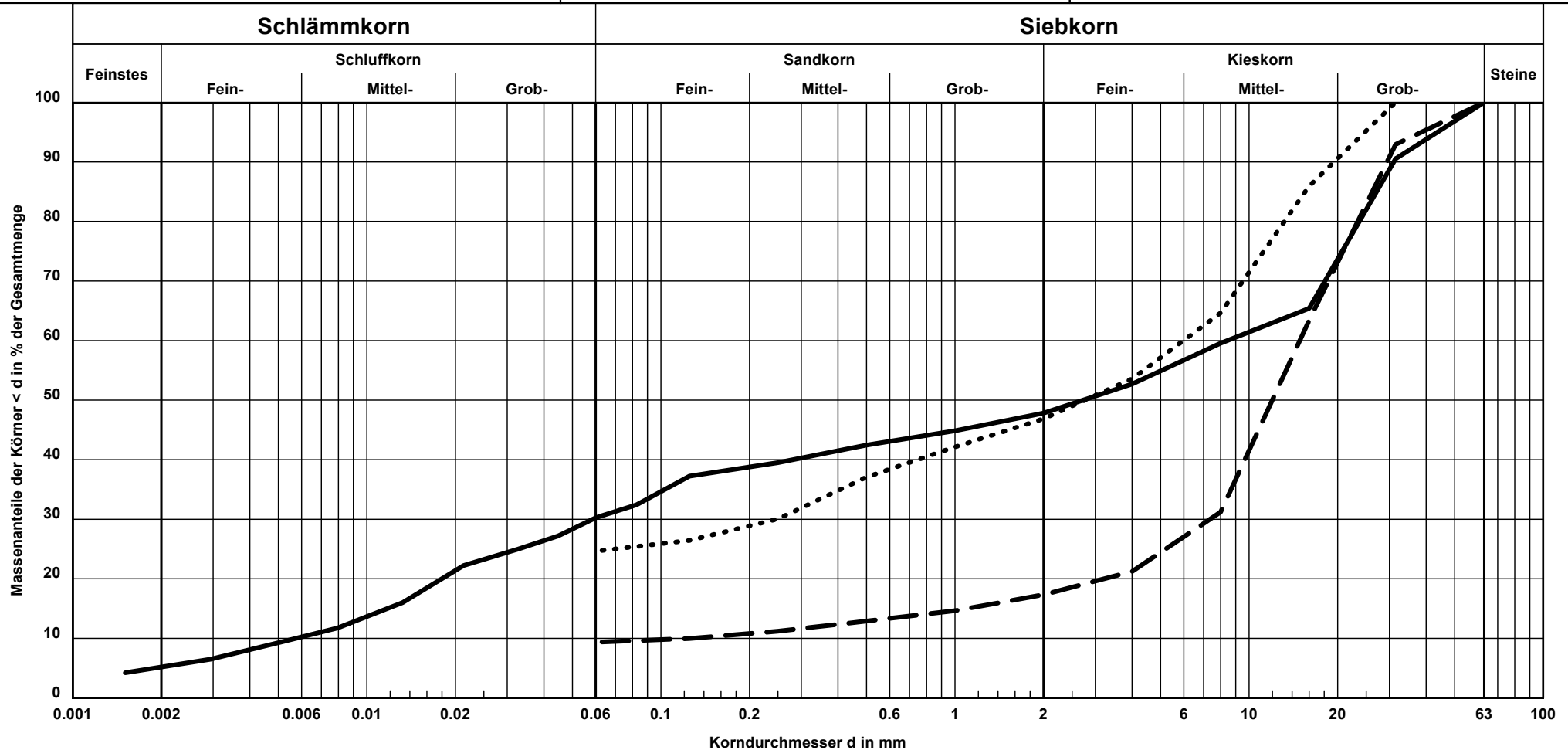
DB Netz AG, Regionalbereich West
Neubau der BÜ-Sicherung
Strecke 2984 Lage (Lippe) - Bielefeld Hbf
BÜ Mühlenstraße, km 7,328



Kurve-Nr.	Signatur	Entnahmestelle	Tiefe in m	Bodenart	k [m/s] (Beyer)	Wassergehalt in %	Bericht: 4.437 Anlage: 3.3
6	————	RKS 3	0,00 - 0,50	G, s, u'	-	2,4	
7	— — —	RKS 3	3,50 - 4,10	S, U, g', t'	-	14,9	

Kornverteilung nach DIN EN ISO 17892-4

DB Netz AG, Regionalbereich West
Neubau der BÜ-Sicherung
Strecke 2984 Lage (Lippe) - Bielefeld Hbf
BÜ Mühlenstraße, km 7,328



Kurve-Nr.	Signatur	Entnahmestelle	Tiefe in m	Bodenart	k [m/s] (Beyer)	Wassergehalt in %	Bericht: 4.437 Anlage: 3.4
8	—	SCH 1	0,75 - 0,90	G, u, s, t'	-	16,3	
9	- - -	SCH 2	0,00 - 0,70	G, u', s'	$1.0 \cdot 10^{-4}$	3,1	
10		SCH 2	0,70 - 0,90	G, s, u	-	7,4	

Bestimmung der Zustandsgrenzen (Fließgrenze, Ausrollgrenze) nach DIN EN ISO 17892-12

Ausgeführt : A.S.

Datum : 07.08.2022

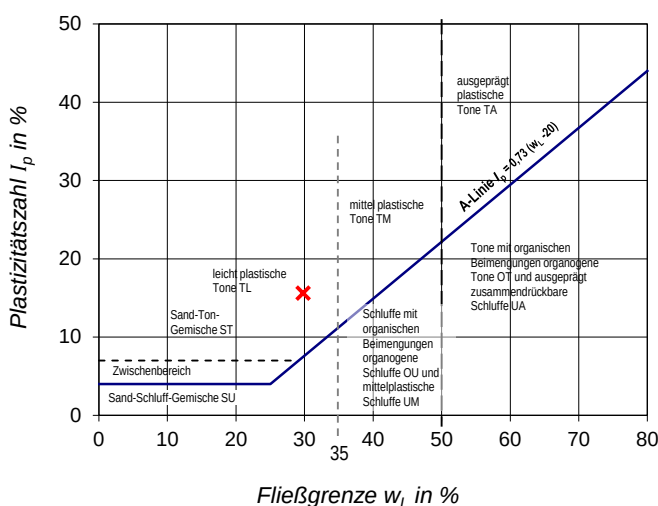
Entnahmestelle : **RKS 1**

Tiefe : 3,80 - 4,90 m

Bodenart : S, u*, t, g'

Art der Entnahme : gestört

	Fließgrenze					Ausrollgrenze	
Zahl der Schläge	48	29	23	19		-	-
Feucht Probe + Behälter $m + m_B$ [g]	36,71	33,18	35,92	37,83		10,63	9,45
Trockene Probe + Behälter $m_d + m_B$ [g]	29,45	26,38	28,09	29,34		9,60	8,56
Behälter m_B [g]	2,27	2,27	2,30	2,30		2,28	2,3
Wasser $(m + m_B) - (m_d + m_B) = m_w$ [g]	7,26	6,80	7,83	8,49		1,03	0,89
Trockene Probe m_d [g]	27,18	24,11	25,79	27,04		7,32	6,26
Wassergehalt $100 \cdot m_w / m_d = w$ [g]	26,71	28,20	30,36	31,40		14,07	14,22



Wassergehalt	w	16,9 %
Fließgrenze	w_L	29,8 %
Ausrollgrenze	w_p	14,1 %

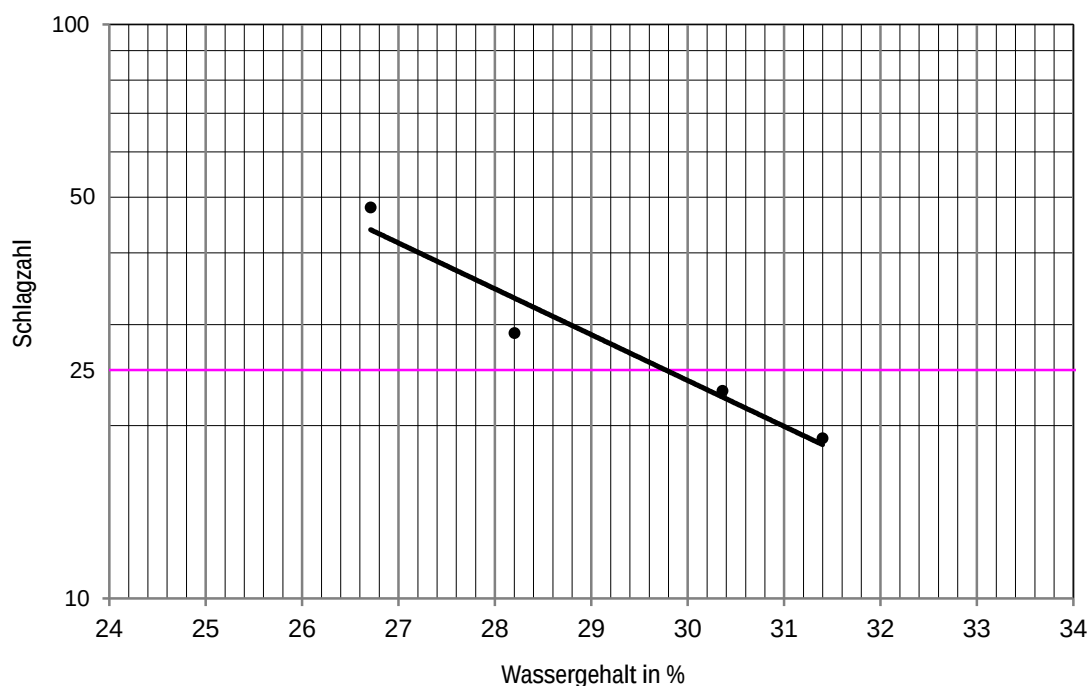
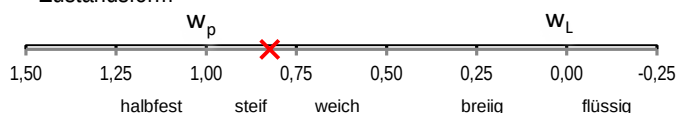
$$\text{Plastizitätszahl } I_p = \frac{w_L - w_p}{1} = \frac{29,8 - 14,1}{1} = 15,6 \%$$

$$\text{Konsistenzzahl } I_c = \frac{w_L - w}{I_p} = \frac{29,8 - 16,9}{15,6} = 0,82$$

Plastizitätsbereich (w_L bis w_p)



Zustandsform



Bestimmung der Zustandsgrenzen (Fließgrenze, Ausrollgrenze) nach DIN EN ISO 17892-12

Ausgeführt : A.S.

Datum : 02.08.2022

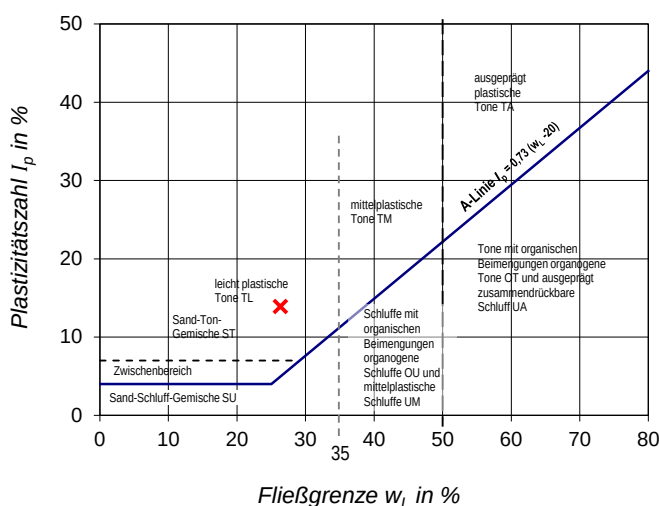
Entnahmestelle : **RKS 2**

Tiefe : 6,50 - 7,60 m

Bodenart : S, u*, t, g'

Art der Entnahme : gestört

	Fließgrenze					Ausrollgrenze	
Zahl der Schläge	38	28	25	19		-	-
Feucht Probe + Behälter $m + m_B$ [g]	38,33	31,88	37,70	35,72		10,3	10,44
Trockene Probe + Behälter $m_d + m_B$ [g]	31,22	25,93	30,34	28,40		9,43	9,52
Behälter m_B [g]	2,29	2,27	2,29	2,25		2,29	2,26
Wasser $(m + m_B) - (m_d + m_B) = m_w$ [g]	7,11	5,95	7,36	7,32		0,87	0,92
Trockene Probe m_d [g]	28,93	23,66	28,05	26,15		7,14	7,26
Wassergehalt $100 \cdot m_w / m_d = w$ [g]	24,58	25,15	26,24	27,99		12,18	12,67



Wassergehalt	w	13,0 %
Fließgrenze	w_L	26,3 %
Ausrollgrenze	w_p	12,4 %

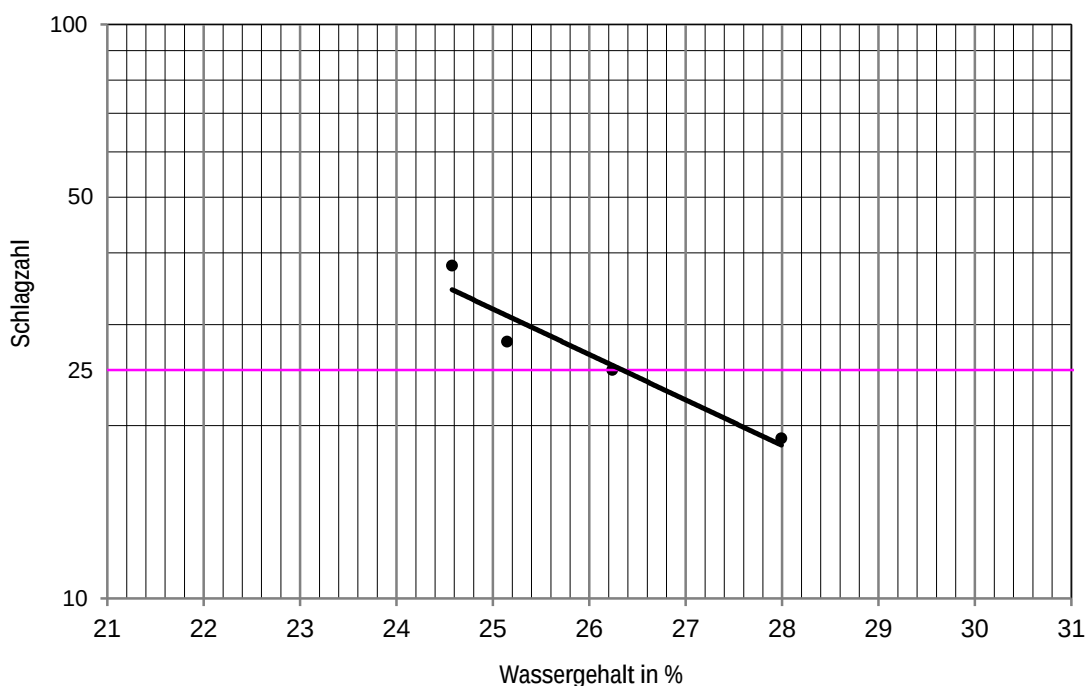
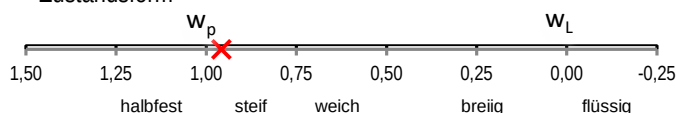
$$\text{Plastizitätszahl } I_p = w_L - w_p = 26,3 - 12,4 = 13,9 \%$$

$$\text{Konsistenzzahl } I_c = \frac{w_L - w}{I_p} = \frac{26,3 - 13,0}{13,9} = 0,96$$

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

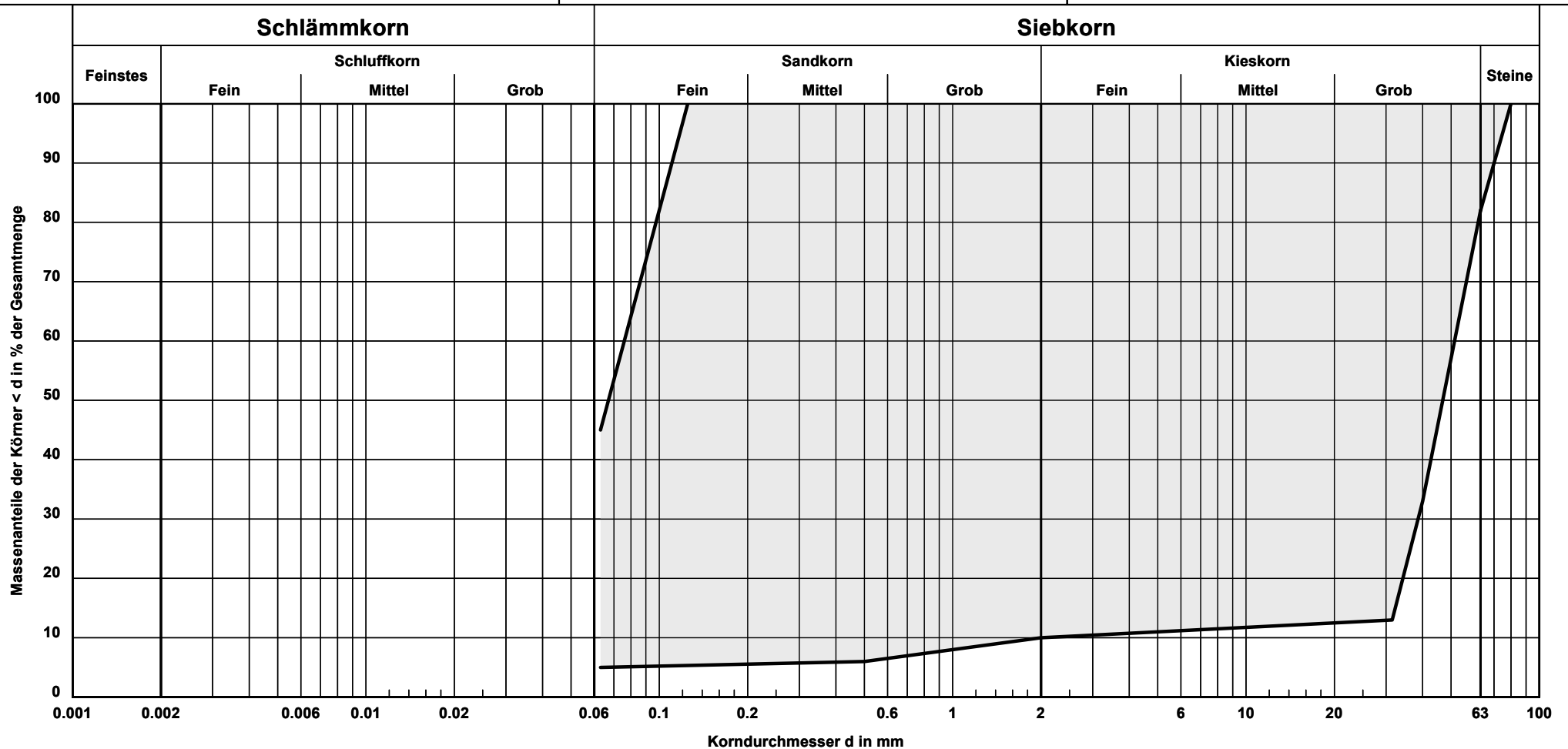
Nr.	Anforderungen	Eigenschaften / Kennwerte
1	ortsübliche Bezeichnung	Auffüllungen (nichtbindig bis bindig-gemischtkörnig)
2	Korngrößenverteilung mit Körnungsbändern nach DIN EN ISO 17892-4	siehe Anlage 5.2 (Grundlage = Laborversuche und Bodenansprache)
3	Massenanteil Steine, Blöcke und große Blöcke nach DIN EN ISO 14688-1	keine Blöcke; Steine bzw. Steinanteile in Form von Schotter möglich (Grundlage = Bodenansprache)
4	Dichte nach DIN EN ISO 17892-2 oder DIN 18125-2 *	keine Versuche durchgeführt
5	undräßierte Scherfestigkeit nach DIN 4094-4 oder DIN EN ISO 17892-7 oder DIN EN ISO 17892-8 ***	keine Versuche durchgeführt
6	Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1	2,4 % bis 16,3 % (Grundlage = Laborversuche)
7	Plastizitätszahl nach DIN EN ISO 17892-12	keine Versuche durchgeführt
8	Konsistenzzahl nach DIN EN ISO 17892-12	0,50 bis 0,70 (bindig-gemischtkörniger Boden) (Grundlage = Bodenansprache)
9	Lagerungsdichte: Definition nach DIN EN ISO 14688-2, Bestimmung nach DIN 18126	locker bis mitteldicht (nichtbindiger Boden) (Grundlage = Bodenansprache)
10	organischer Anteil nach DIN 18128 *	keine Versuche durchgeführt, da keine Auffälligkeiten festgestellt
11	Bodengruppe nach DIN 18196	SE, GW, GU, GU*
12	Kohäsion nach DIN EN ISO 17892-9 und DIN EN ISO 17892-10 **	keine Versuche durchgeführt
13	Abrasivität nach NF P18-579 **	keine Versuche durchgeführt

* nur DIN 18300 ** nur DIN 18301 *** nur DIN 18300 und 18301

Achtung: Die Bodengruppe GU* neigt bei Wasserzutritt zum Fließen!

Körnungsband Homogenbereich 1

DB Netz AG, Regionalbereich West
Neubau der BÜ-Sicherung
Strecke 2984 Lage (Lippe) - Bielefeld Hbf
BÜ Mühlenstraße, km 7,328



Auffüllungen (nichtbindig bis bindig-gemischtkörnig)

Bericht:
4.437
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

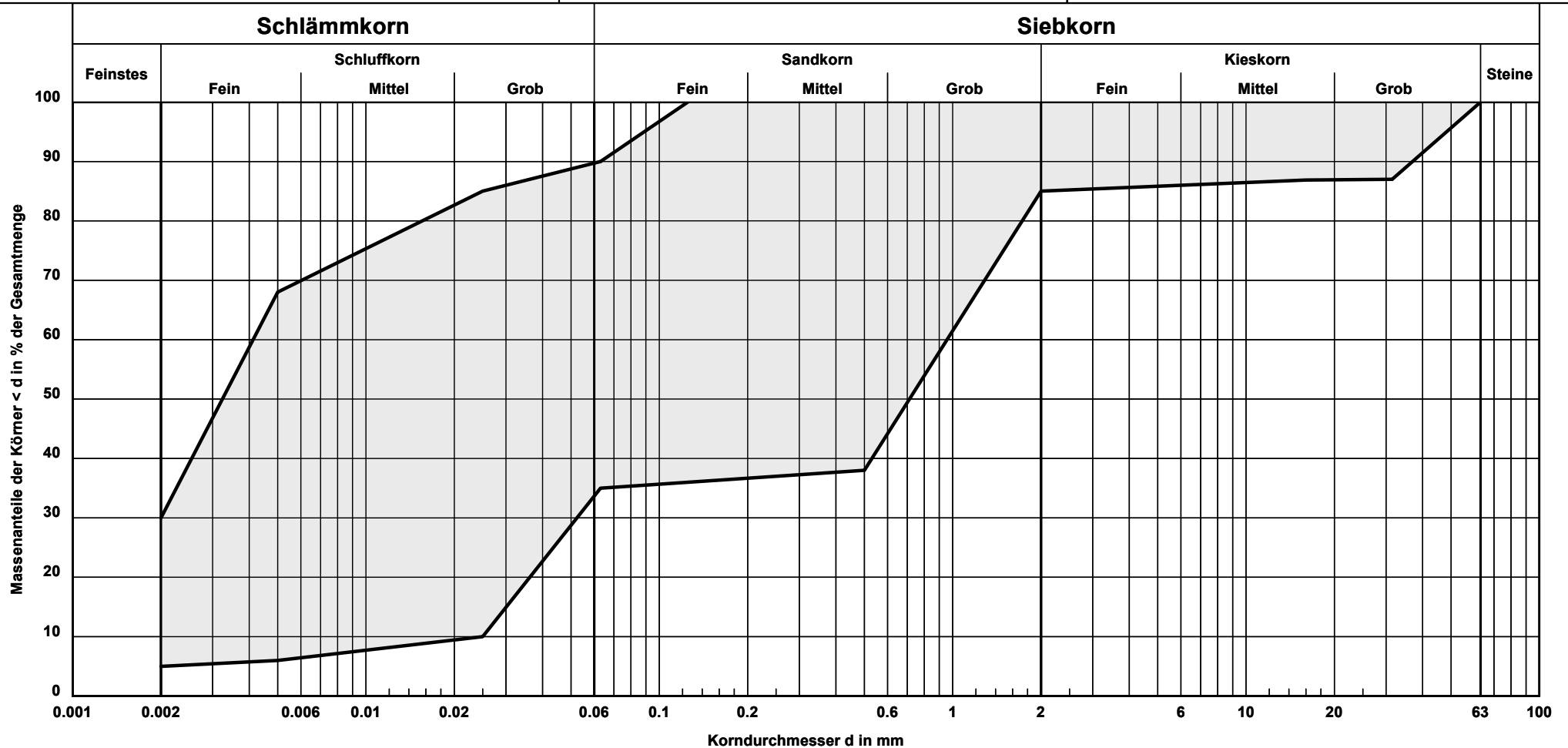
Nr.	Anforderungen	Eigenschaften / Kennwerte
1	ortsübliche Bezeichnung	Gewachsene Böden (bindig und bindig-gemischtkörnig)
2	Korngrößenverteilung mit Körnungsbändern nach DIN EN ISO 17892-4	siehe Anlage 5.4 (Grundlage = Laborversuche und Bodenansprache)
3	Massenanteil Steine, Blöcke und große Blöcke nach DIN EN ISO 14688-1	keine Blöcke; keine Steine (Grundlage = Bodenansprache)
4	Dichte nach DIN EN ISO 17892-2 oder DIN 18125-2 *	keine Versuche durchgeführt
5	undräßierte Scherfestigkeit nach DIN 4094-4 oder DIN EN ISO 17892-7 oder DIN EN ISO 17892-8 ***	keine Versuche durchgeführt
6	Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1	13,0 % bis 20,0 % (Grundlage = Laborversuche)
7	Plastizitätszahl nach DIN EN ISO 17892-12	13,9 % und 15,6 % (Grundlage = Laborversuche an zwei Proben)
8	Konsistenzzahl nach DIN EN ISO 17892-12	0,50 bis 1,05 (Grundlage = Bodenansprache, Rammsondierungen und Laborversuche an zwei Proben)
9	Lagerungsdichte: Definition nach DIN EN ISO 14688-2, Bestimmung nach DIN 18126	nicht relevant, da bindige und bindig-gemischtkörnige Böden
10	organischer Anteil nach DIN 18128 *	keine Versuche durchgeführt, da keine Auffälligkeiten festgestellt
11	Bodengruppe nach DIN 18196	SU*, ST*, UM, TL, TM
12	Kohäsion nach DIN EN ISO 17892-9 und DIN EN ISO 17892-10 **	keine Versuche durchgeführt
13	Abrasivität nach NF P18-579 **	keine Versuche durchgeführt

* nur DIN 18300 ** nur DIN 18301 *** nur DIN 18300 und 18301

Achtung: Die Bodengruppen neigen bei Wasserzutritt zum Fließen!

Körnungsband Homogenbereich 2

DB Netz AG, Regionalbereich West
Neubau der BÜ-Sicherung
Strecke 2984 Lage (Lippe) - Bielefeld Hbf
BÜ Mühlenstraße, km 7,328



Gewachsene Böden (bindig bis bindig-gemischtkörnig)

Bericht:
4.437
Anlage:
5.4