

**DB ProjektBau GmbH
Regionalbereich Nord**

**Erneuerung
EÜ Flutbrücke Wümme,
Strecke 1745, km 22,643**

Baugrunduntersuchungen,
Baugrundbeurteilung und Gründungsberatung

Bericht Nr. 2.953/3
Hannover, 23.11.2011

IGH

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

IGH mbH · Volgersweg 58 · 30175 Hannover

DB ProjektBau GmbH
Regionalbereich Nord
Regionales Projektmanagement
Herrn Carsten-Alexander Müller
Joachimstraße 8
30159 Hannover

Beratende Ingenieure

Gutachten · Baugrunduntersuchungen
Gründungsberatung · Fachbauleitung

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

Ihr Zeichen:

Unser Zeichen:
2.953-3
Sta

Datum: 23.11.2011

Betr.: Erneuerung der EÜ Flutbrücke Wümme

Strecke 1745, Verden (Aller) – Rotenburg (Wümme)

km 22,643

- Baugrunduntersuchungen, Baugrund- und
Gründungsbeurteilung -

1. Bauvorhaben.

Die eingleisige Strecke 1745 quert auf dem Weg von Verden nach Rotenburg den Flusslauf „Wümme“. Etwa 200 m südlich der Querung befindet sich im Überschwemmungsgebiet der Wümme die so genannte Flutbrücke, die erneuert werden soll. Eine Lageübersicht gibt Anlage 1.

Die vorhandene EÜ besitzt einen Stahlüberbau. Die Widerlager bestehen aus Beton. Die lichte Weite der EÜ beträgt 15,0 m. Es wird davon ausgegangen, dass diese Weite auch so für die neue EÜ beibehalten wird.

Anschrift: Volgersweg 58, 30175 Hannover
Bankverbindungen: Stadtparkasse Hannover (BLZ 250 501 80) Konto-Nr. 570 559
Dresdner Bank AG, Hannover (BLZ 250 800 20) Konto-Nr. 855 100 500
Geschäftsführer: Dr.-Ing. Werner Friedrich, Dipl.-Ing. Sigrid Stavesand
HR B Hannover 52 469 VAT/UST-IdNr.: DE 115 659 424
Steuer-Nr. Finanzamt Hannover-Nord: 25 / 204 / 28125

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

Die bekannten Höhendaten des Bauvorhabens lauten wie folgt:

Schienenoberkante in Mitte des Überbaus

= Bezugsebene $\pm 0,0$ = 24,53 mNN

Gründungsebene der vorhandenen Widerlager

= ca. - 10,50 m = ca. 14,00 mNN

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

2. Unterlagen.

Zur Bearbeitung wurden uns von der DB ProjektBau GmbH, Regionalbereich Nord, folgende Unterlagen zur Verfügung gestellt:

- /1/ Ivl-Plan 1745 CD
- /2/ Bestandsunterlagen zur EÜ; Grundriss, Schnitte, Ansichten
- /3/ LBEG - Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie
Geodatenzentrum Hannover: Grundwasserstände

3. Baugrund.

3.1 Sondierungen.

Zur näheren Erkundung des Materials des Bahndamms und des darunter befindlichen gewachsenen Bodens wurden durch unser Büro Rammkernsondierungen (Kleinbohrungen) zur Bodenproben-

entnahme und Rammsondierungen mit der schweren Rammsonde zur Festigkeitsabschätzung der Böden durchgeführt. Von Dammoberkante aus wurden neben dem Gleis jeweils hinter den vorhandenen Widerlagern je eine Rammkernsondierung und eine Rammsondierung bis in 10,0 m Tiefe ausgeführt. Je eine weitere Rammkernsondierung und eine Rammsondierung wurden von der Geländeoberkante aus an den Ecken der Widerlager bis in 12,0 m Tiefe niedergebracht. Die Ortslagen der Untersuchungsstellen gehen aus dem Lageplan in Anlage 1 hervor.

Die Ergebnisse der Sondierungen sind dargestellt in:

- | | |
|---------------------|--|
| Anlage 2.1: | Untersuchungen von Dammoberkante
Bohrprofile RKS 1o bis RKS 4o |
| Anlage 2.2: | Untersuchungen von Geländeoberkante
Bohrprofile RKS 1u bis RKS 4u |
| Anlage 2.3: | Erläuterungen |
| Anlage 3.1 bis 3.4: | Untersuchungen von Dammoberkante
Rammdiagramme R 1o bis R 4o |
| Anlage 3.5 bis 3.8: | Untersuchungen von Geländeoberkante
Rammdiagramme R 1u bis R 4u |

Die Dammoberkante wird nach den Sondierergebnissen RKS 1o bis RKS 4o von humos durchsetzten schwach schluffigen, schwach kiesigen Sanden bedeckt, die örtlich Beimengungen von Schotter aufweisen. Das Dammmaterial darunter besteht aus schluffigen, überwiegend schwach tonigen, teils schwach kiesigen Sanden, die sich bis in Tiefen zwischen 7,30 und 8,10 m unter Dammoberkante bzw. bis in Tiefen zwischen 8,30 und 9,20 m unter Schienenoberkante fortsetzen.

Der gewachsene Untergrund im Anschluss an die Auffüllungen setzt sich aus Sanden und schwach schluffigen Sanden zusam-

men, die örtlich torfige Beimengungen aufweisen oder im Wechsel mit Torflagen anstehen.

Nach den Sondierungen RKS 1u bis RKS 4u, die an der Geländeoberkante neben den Widerlagern angesetzt wurden, wird das Gelände bereichsweise von 0,20 bis 0,80 m starken Auffüllungen aus humos durchsetzten schluffigen, schwach kiesigen Sanden mit Bauschuttbeimengungen oder von Steinen und Schotter bedeckt.

Der gewachsene Boden besteht bis in Tiefen zwischen 1,40 und 2,10 m aus schluffigen bis stark schluffigen, teils kiesigen, teils tonigen Sanden. Zwischen den Auffüllungen und den schluffigen, tonigen Sanden wurde bei der Sondierung RKS 1u eine 0,35 m starke Torflage angetroffen. Bei den Sondierungen RKS 2u und RKS 4u, die im Bereich des nördlichen Widerlagers angesetzt wurden, folgen den schluffigen, tonigen Sanden bis zur jeweiligen Sondierendtiefe Sande und Fein- bis Mittelsande, die lagenweise schwach kiesige und schwach schluffige Beimengungen aufweisen.

Bei den Sondierungen RKS 1u und RKS 2u am südlichen Widerlager zeigten sich im Anschluss an die schluffigen, tonigen Sande Torfe im Wechsel mit Sanden sowie torfige, schwach schluffige Sande und schwach organisch durchsetzte Sande, die bis in Tiefen von 3,60 und 3,80 m unter Geländeoberkante bzw. bis 11,80 und 11,90 m unter Schienenoberkante hinabreichen. Danach wurden bis zu den Sondierendtiefen Sande und teils schwach schluffige Fein- bis Mittelsande erbohrt.

Zur Abschätzung der Festigkeit der durchfahrenen Böden wurden Rammsondierungen mit der schweren Rammsonde DPH durch-

geführt. Die daraus gewonnenen Rammdiagramme zeigen die Anlagen 3.1 bis 3.8. Für die überwiegend bindig-gemischtkörnigen Dammschüttmaterialien und für die gewachsenen oberflächennahen Böden sowie in gewissen Grenzen auch für die Torfe kann etwa folgender Zusammenhang zwischen Schlagzahl und Konsistenz angenommen werden:

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

Für die enggestuften gewachsenen Sande und Fein- bis Mittelsande ohne oder mit geringem Schluffanteil gilt etwa folgender Zusammenhang zwischen Schlagzahl pro 10 cm Sondern eindringung und Lagerungsdichte:

Schlagzahl n_{10}		Grenzen der Lagerungsdichte
über GW	unter GW	
4	2 – 3	D = 0,30 / locker – mitteldicht
11	8	D = 0,50 / mitteldicht – dicht
24	17	D = 0,65 / dicht – sehr dicht

Gemäß diesen Zusammenhängen besitzen die Auffüllungen bzw. Dammschüttungen bei den Sondierungen R 3o und R 4o, die hinter dem nördlichen Widerlager ausgeführt wurden, durchweg weiche Konsistenzen. Die Sondierungen R 1o und R 2o, die hinter dem südlichen Widerlager angesetzt wurden, wei-

sen zunächst auch auf weiche Konsistenzen der Dammschüttung hin. Ab einem Niveau von etwa 6,0 m unter Schienenoberkante ist ein Anstieg der Festigkeit in den steifplastischen Bereich zu verzeichnen.

Die von der Geländeoberkante aus niedergebrachten Rammsondierungen belegen für die gewachsenen Böden zunächst als schluffige bis stark schluffige, teils tonige, teils kiesige Sande und als Torfe weiche Konsistenzen. Bei den Torfen unterhalb der Dammschüttung sind wie die Sondierungen von Dammoberkante aus belegen deutlich höhere Schlagzahlen erreicht worden. Das liegt zum gewissen Teil daran, dass die Torfe hier schon eine Vorbelastung durch die Dammschüttung erfahren haben.

Die Sande im Anschluss an die Torfe, die teils schwach schluffige und torfige oder generell organische Beimengungen aufweisen, sind überwiegend zunächst noch locker gelagert. Mitteldichte Lagerungen werden für die Sande etwa zwischen 11,0 und 12,0 m unter Schienenoberkante erreicht. Während die Rammsondierungen R 1u und R 3u für die Sande bis zur Endtiefe dichte Lagerung belegen, sind im Bereich der Sondierung R 2u mitteldichte Lagerungen der Sande, zonenweise an der Grenze zur dichten Lagerung vorhanden. Im Bereich der Sondierung R 4u an der nordöstlichen Widerlagerecke sind die Sande bis etwa 17,0 m unter Schienenoberkante mitteldicht an der Grenze zu locker gelagert.

3.2 Grundwasser.

Grundwasser wurde zur Zeit der Sondierungen im August und September 2011 wie folgt angetroffen:

Datum	Grundwasserstand unter SO (m)	Grundwasserstand (mNN)
29.08.2011	8,6 bis 8,7	ca. 15,9
19.09.2011	8,8 bis 9,2	ca. 15,4 bis 15,7
23.09.2011	9,7	ca. 14,8
26.09.2011	8,6 bis 8,9	ca. 15,6 bis 15,9

Nach /3/ wird die Lage der Grundwasseroberfläche im weiteren Bereich der Flutbrücke Wümme mit > 15,0 mNN bis 17,5 mNN angegeben. Aus den Bestandsunterlagen der etwa 200 m von der Flutbrücke entfernten Brücke über die Wümme, die im Jahr 1922 errichtet wurde, lässt sich der höchste Wasserstand der Wümme HHW mit 17,6 mNN entnehmen. Dieser deckt sich insoweit mit den Angaben nach /3/, wobei davon ausgegangen werden kann, dass Grundwasser- und Wümmewasserstand über die durchlässigen Sande miteinander korrespondieren. Der HHW von 17,6 mNN (= ca. 6,90 m unter Schienenoberkante) wird im Weiteren als Bemessungswasserstand angesetzt.

3.3 Fundamenterkundung.

Um mehr Sicherheit bezüglich der luftseitigen Fundamentüberstände der Widerlager zu erhalten, wurden zu deren mittelbarer Feststellung Rammsondierungen ausgeführt.

Das Ergebnis ist in Anlage 4 mitgeteilt. Danach bestätigen die Sondierergebnisse die nach /2/ zu erwartenden Fundamentüberstände.

3.4 Geotechnische Laborversuche.

An einigen aus den Sondierungen gewonnen Bodenproben wurden Laborversuche durchgeführt. Bestimmt wurden Korngrößenverteilung, Wassergehalt und Glühverlust.

a) Korngrößenverteilungen (Anlagen 5.1 bis 5.7)

Die Versuche Nr. 1 bis 10, 14 und 16 zeigen die Bandbreite der Körnungen der gewachsenen teils schwach schluffigen, teils schwach kiesigen Sande und Fein- bis Mittelsande. Im Einzelnen ergaben sich neben Sandanteilen Kiesanteile bis 8 % und Feinanteile mit Korndurchmessern von $\leq 0,06$ mm bis 7 %.

Die Versuche Nr. 11, 12, 13 und 15 kennzeichnen die Körnungslinien von Proben aus den aufgefüllten schluffigen, tonigen Sanden. Bestimmt wurden Kiesanteile bis 7 %, Sandanteile von 71 % bis 73 %, Schluffanteile von 13 % bis 16 % sowie Rohtonanteile von 9 % bis 12 %.

b.) Wassergehalt, Glühverlust

An Torfproben und torfdurchsetzten Proben wurden Wassergehalt und Glühverlust (=Gehalt an organischen Bestandteilen) wie folgt bestimmt:

Tiefe (m)	Wassergehalt W_N (%)	Glühverlust V_{GL} (%)
RKS 1o / 7,80 – 9,20	84,4	40,1
RKS 2o / 8,40 – 8,90	81,8	22,3
RKS 2o / 8,90 – 10,00	52,3	9,9
RKS 1u / 3,40 – 3,60	307,8	43,8

Die Ergebnisse belegen für die Proben ein starkes organisches Verhalten.

3.5 Chemische Laborversuche.

3.5.1 Grundwasseranalyse.

Aus dem Grundwasser bei Sondierung RKS 3u wurde eine Probe entnommen, die im Labor Wessling auf Beton- und Stahlaggressivität untersucht worden ist. Das Ergebnis findet sich in den Anlagen 6.1 bis 6.5. Gemäß DIN 4030 ist die Wasserprobe aufgrund des Gehaltes an kalklösender Kohlensäure von 19 mg/l als "schwach betonangreifend" zu bewerten. Der Beton ist unter Bezug auf DIN 1054-2, Tabelle 1 (chemischer Angriff) in die Expositionsklasse XA 1 "schwach betonangreifend" einzuordnen.

Die Stahlaggressivität des Grundwassers ist sowohl bezüglich Flächenkorrosion als auch bezüglich Mulden - und Lochkorrosion als sehr gering einzustufen.

3.5.2 Untersuchung von Schotter- und Bodenmischproben.

Aus den Gleisen wurden zwei Schotterproben nach DB-Richtlinie 880.4010 entnommen. Daraus ist eine Mischprobe hergestellt worden, die dem Labor der Deutschen Bahn AG - Technik, Systemverbund und Dienstleistungen Umweltservice (TUS 3) in Brandenburg zwecks Analyse übermittelt wurde. Mit den Proben aus dem Hinterfüllmaterial der Widerlager wurde in gleicher Weise verfahren. Je Widerlagerseite wurde aus den Proben der Sondierungen RKS 1o und RKS 2o sowie RKS 3o und RKS 4o eine Mischprobe gebildet.

Die Bewertung der Analysen erfolgt ebenfalls durch die Deutsche Bahn AG - Technik, Systemverbund und Dienstleistungen Umweltservice.

3.6 Bodenkennwerte.

Die angetroffenen Böden lassen sich wie folgt einstufen:

a) Gruppeneinteilung nach DIN 18 196 und die Klassifizierung nach ZTVE-StB 09 (VOB, Teil C, DIN 18 300)

Dammschüttung, Auffüllungen

Sand, schwach schluffig, schwach kiesig, humos, örtlich vermengt mit Bau- schutt;	Gruppe SU, OH, SU*, ST*, TL, GW, GE Klasse 3 bis 4 (leicht bis mittelschwer lös- bar)
Sand, schwach schluffig bis schluffig, überwie- gend schwach tonig, teils schwach kiesig; Schotter, kiesig, sandig; Steine und Schotter	
- bei hohem Wassergehalt und entsprechender Kon- sistenz für auch	Gruppe OH, SU*, ST* Klasse 2 (fließende Bodenart)

Gewachsener Untergrund

Sand, schluffig bis stark
schluffig, teils tonig,
teils kiesig;

Sand, schwach schluffig bis
schluffig, torfig

Sand und Fein- bis Mittel-
sand, teils schwach schluf-
fig, teils schwach kiesig

- bei hohem Wassergehalt
und entsprechender Kon-
sistenz für
auch

Torf, teils sandig, teils
schluffig

Gruppe SU*, ST*, TL, OH, SE,
SU

Klasse 3 bis 4

(leicht bis mittelschwer lös-
bar)

Gruppe SU*, ST*, OH

Klasse 2

(fließende Bodenart)

Gruppe HN, HZ

Klasse 2 bis 3

(fließend bis leicht lösbar)

b) Bodenphysikalische Kennwerte.

Nach den Ergebnissen der Feld- und Laborversuche sowie nach Erfahrung in vergleichbaren Fällen können den angetroffenen Böden folgende mittlere Kennwerte zugeordnet werden:

Tief unter SO im Mittel (m)	Art	Reibungswinkel Kohäsion (kN/m ²)	Wichte (kN/m ³)	Steifeziffer (MN/m ²)
bis 6,00	Auffüllungen, Dammschüttung Sand, schluffig, schwach tonig, schwach kiesig weich	$\varphi' = 27,5^\circ$ $c = 0$	$\gamma/\gamma' = 19/9$	$E_s = 3 \text{ bis } 5$
6,00 bis 8,70	Sand, schluffig, schwach tonig, schwach kiesig weich bis steif	$\varphi' = 27,5^\circ$ $c = 5$	$\gamma/\gamma' = 20/10$	$E_s = 5 \text{ bis } 10$
Widerlager Nord 8,70 bis 9,60	Gewachsener Untergrund Sand, schluffig, teils kiesig, teils torfig weich	$\varphi' = 27,5^\circ$ $c = 2$	$\gamma/\gamma' = 18/8$	$E_s = 2 \text{ bis } 6$
9,60 bis 11,40	Sand locker	$\varphi' = 30^\circ$ $c = 0$	$\gamma/\gamma' = 18/10$	$E_s = 10 \text{ bis } 15$
ab 11,40	Sand mitteldicht, zonen- weise an den Gren- zen zu locker und dicht	$\varphi' = 32,5^\circ$ $c = 0$	$\gamma/\gamma' = 19/11$	$E_s = 20 \text{ bis } 60$
Widerlager Süd 8,70 bis 11,80	Sand, schwach schluffig, torfig; Torf; Sand; Sand, stark schluffig, tonig weich bzw. locker	$\varphi' = 25^\circ$ $c = 2$	$\gamma/\gamma' = 17/7$	$E_s = 1 \text{ bis } 10$
ab 11,80	Sand dicht, zonenweise an den Grenzen zu mit- teldicht	$\varphi' = 35^\circ$ $c = 0$	$\gamma/\gamma' = 19/11$	$E_s = 40 \text{ bis } 80$

4. Beurteilung.

4.1 Vorbemerkung.

Die Gründungsebenen der vorhandenen Widerlager befinden sich nach /2/ etwa 10,50 m unter Schienenoberkante oder bei etwa 14,0 mNN. Es wird davon ausgegangen, dass auch die neuen Widerlager auf diesem Niveau gegründet werden. Nach den Ergebnissen der Baugrunduntersuchungen reichen Torfe und torfdurchsetzte Böden am Widerlager Süd im Mittel bis etwa 11,80 m unter Schienenoberkante oder etwa bis 12,7 mNN hinab. Diese Böden besitzen eine starke Zusammendrückbarkeit und sind zur Aufnahme der Bauwerkslasten nicht geeignet. Sie sind daher unterhalb der Widerlagerfundamente auszukoffern und zu ersetzen. Im Bereich des Widerlagers Nord enden die torfigen Böden schon in einer mittleren Tiefe von 9,60 m unter Schienenoberkante und damit oberhalb der Gründungsebene der Widerlager. Dafür setzen sich hier Sande teils sehr lockerer Lagerung bis etwa 11,40 m Tiefe oder etwa bis auf 13,1 mNN fort, die ebenfalls ausgekoffert und ersetzt werden sollten.

Der Grundwasserspiegel befand sich im August/September 2011 bei etwa 15,9 mNN und damit bereits deutlich oberhalb der Aushubebene = Unterkante Bodenersatz (s.o.). Die EÜ befindet sich im Überschwemmungsgebiet der Wümme, so dass auch hier gemäß Abschnitt 3.2 als Bemessungswasserstand der höchste Wasserstand der Wümme HHW mit 17,6 mNN anzunehmen ist. Wümmewasserstand und Grundwasserstand korrespondieren über den durchlässigen Sanduntergrund miteinander, so dass auch das Grundwasser diesen höchsten Stand erreichen kann. Sollte ein solcher Wasserstand, der sich dann etwa 1,0 m

über Geländeoberkante befindet, während der Bauzeit auftreten, sind die Bauarbeiten einzustellen. Bei Wasserständen bis zur Geländeoberkante könnte hingegen noch gearbeitet werden, wenn die Baustraßen und Baustelleneinrichtungsflächen entsprechend höher angelegt werden. Für die Bauflächen der Widerlager gibt es in Zusammenhang mit dem erforderlichen Baugrubenverbau zwei Möglichkeiten der Wasserhaltung.

Eine Möglichkeit wäre, das Grundwasser abzusenken. Das Absenkniveau müsste etwa 0,50 m unter der Aushubebene liegen. Bei einem maximalen Grundwasserstand in Höhe Geländeoberkante von etwa 16,5 mNN wäre das Grundwasser bis etwa $12,7 - 0,50 = 12,2$ mNN abzusenken. Die Absenkhöhe würde somit 4,30 m betragen, die in dem durchlässigen Sanduntergrund eine entsprechend dimensionierte Absenkanlage erfordert. Soll auf eine Grundwasserabsenkung verzichtet werden, besteht die andere Möglichkeit, die Baugruben zur Herstellung der Widerlager der EÜ als wasserdichte Tröge auszubilden. Dazu kommen Spundwandumschließungen mit Unterwasserbetonsohlen in Frage. Die Stärke der Unterwasserbetonsohlen ergibt sich einerseits aus der Unterkante der wenig tragfähigen Schichten, andererseits aus dem wirksamen Auftrieb.

Nachfolgend werden Bemessungsgrundlagen für die Eisenbahnüberführung mitgeteilt und Hinweise zur Ausbildung der Trogbaugruben, zur Hilfsbrückenauflagerung, zur Hinterfüllung der Widerlager und zur Grundwasserhaltung gegeben.

4.2 Gründungsvorschlag.

4.2.1 Konstruktion, Bemessungsgrundlagen.

Für die Bemessung der Widerlagerfundamente der neuen EÜ kann unter Berücksichtigung der Maßnahmen nach Abschnitt 4.2.2 eine zulässige mittlere Bodenpressung von

$$\sigma_{zul} = 300 \text{ kN/m}^2$$

angesetzt werden. Der Bemessungswasserstand kann mit 17,6 mNN = ca. 6,90 m unter Schienenoberkante angenommen werden. Die zulässige Bodenpressung ist im Zuge der weiteren Planung anhand noch zu ermittelnder Lasten zu überprüfen und gegebenenfalls zu modifizieren.

4.2.2 Auskofferung der wenig tragfähigen Böden.

Wie in Abschnitt 4.1 dargelegt, verbleiben unterhalb der Widerlagerfundamente wenig tragfähige Böden, die auszukoffern sind. Im Bereich des Widerlagers Süd reichen die wenig tragfähigen Böden orientiert am ungünstigsten Bohrprofil RKS 1u bis 11,90 m unter Schienenoberkante hinab. Am Widerlager Nord enden die sehr locker gelagerten Sande im ungünstigsten Fall bei 11,70 m unter Schienenoberkante. Da die Baugrunduntersuchungen einerseits nur stichprobenhaften Charakter besitzen, sollte bei der Lösung mit einer Unterwasserbetonsohle, bei der der Aushub der wenig tragfähigen Böden unter Wasser stattfindet und insofern die Baugrubensohle nicht unmittelbar in Augenschein zu nehmen ist, sicherheitshalber von einem erforderlichen Aushubniveau bei

beiden Widerlagern von 12,0 m unter Schienenoberkante ausgegangen werden.

4.2.3 Hinterfüllung der Widerlager.

Für die Hinterfüllung der Widerlager bis zur Unterkante der Planumsschutzschicht ist nach Ril 836 ein Material der Bodengruppen GW, GI, SW, SI nach DIN 18 196 zu verwenden. Die Hinterfüllung ist lagenweise ausreichend zu verdichten. Ein Verdichtungsgrad von $D_{Pr} \geq 1,0$ ist nachzuweisen. Dieser Nachweis kann durch dynamische Plattendruckversuche erbracht werden. Dabei ist ein dynamischer Verformungsmodul von $E_{vd} \geq 40 \text{ MN/m}^2$ zu erzielen.

4.2.4 Spundwandverbauten für die Herstellung der Widerlager, Unterwasserbetonsohlen.

Wegen des hohen Grund- und Wümmewasserstandes ist gemäß Abschnitt 4.1 eine empfehlenswerte Lösung, die Baugruben zum Abbruch der vorhandenen Widerlager und zur Herstellung der neuen Widerlager als quasi wasserdichte Tröge mit Spundwandumschließungen und Unterwasserbetonsohlen auszubilden. Die Spundwände können dabei auch dem Hochwasserschutz dienen und oberhalb des Geländes enden. Allerdings ist bei Arbeiten zu Zeiten von hohen Wasserständen zu beachten, dass auch die Baustraßen und Einrichtungsflächen dann hochwasserfrei anzulegen sind. Insofern wird davon ausgegangen, dass die Arbeiten nur solange erfolgen können, bis der Grundwasserstand die Geländeoberkante erreicht hat. Diese befindet sich etwa 8,0 m unter Schienenoberkante oder bei etwa 16,5 mNN. Die Spundwände würden sicherheitshalber bis

etwa 0,50 m über das Gelände geführt und damit bei etwa 7,50 m unter Schienenoberkante enden bzw. bei 17,0 mNN. Wie in Abschnitt 4.2.2 dargelegt sind die Spundwände für ein mögliches Aushubniveau von 12,0 m unter Schienenoberkante = ca. 12,5 mNN auszulegen.

Da sich die Spundwände im Einflussbereich der Hilfsbrückenauflager befinden, soll die statische Berechnung für den erhöhten aktiven Erddruck erfolgen. Der Erdrückdruckanteil soll nach Ril 836 50 % betragen. Für die Bemessung der Spundwände können die Bodenkennwerte aus Abschnitt 3.6 angesetzt werden. Bei den statischen Nachweisen sollte eine Stör- bzw. Auflockerungszone durch die Baggararbeiten berücksichtigt werden, die mindestens 0,50 m tiefer als die Unterkanten der Unterwasserbetonsohlen reichen. Die Spundwandkästen sind nach statischem Erfordernis auszusteißen.

Wird zur Trockenhaltung der Baugruben eine Grundwasserabsenkung durchgeführt, gelten die vorangegangenen Darlegungen sinngemäß. Das Aushubniveau kann gemäß Abschnitt 4.2.2 mit 11,9 bzw. 11,7 m unter Schienenoberkante angenommen werden. Der Grundwasserstand ist 0,50 m tiefer als das jeweilige Aushubniveau anzusetzen.

Normalerweise werden die Spundwände im Rammverfahren eingebracht. Der Boden ist dazu auch generell geeignet. Es ist lagenweise innerhalb der dicht gelagerten Sande allerdings mit schwerer Rammung zu rechnen. Insofern sind rammgünstige Spundwandprofile zu wählen. Die Spundwände werden unterhalb der Hilfsbrücke hergestellt. Zu berücksichtigen ist insofern eine eingeschränkte Arbeitshöhe für die Rammgeräte.

Die Mindeststärke der Unterwasserbetonsohle ergibt sich als Differenz zwischen Gründungsebene Widerlager und erforderlichem Aushubniveau. Werden die neuen Widerlager auf der Höhenlage der vorhandenen Widerlager angeordnet, beträgt die Mindeststärke der Unterwasserbetonsohle $12,0 - 10,5 = 1,50$ m. Ob diese Stärke ausreichend ist, wäre statisch nachzuweisen. Bei Ansatz eines Bemessungswasserstandes während der Bauzeit von beispielsweise $17,0$ mNN = ca. $7,50$ m unter Schienenoberkante, auf die die Spundwandoberkanten entsprechend auszulegen wären, würde die Unterwasserbetonsohle durch einen $4,50$ m hohen Wasserdruck beansprucht. Das Eigengewicht der Unterwasserbetonsohle reicht dann allein zur Gewährleistung der Auftriebssicherheit nicht aus. Neben der Ausnutzung von Reibungskräften zwischen Unterwasserbetonsohle und Spundwänden ist die Unterwasserbetonsohle gegebenenfalls nach unten zu verankern, z.B. mit Verpressankern nach DIN 4125. Näheres dazu wird in Abschnitt 4.2.4 mitgeteilt.

Alternativ kommen zur Rückverankerung verpresste Mikropfähle in Frage. Innerhalb der Sande ab $12,0$ m Tiefe unter Schienenoberkante kann nach DIN 1054, Anhang D, vorbehaltlich der durchzuführenden Probelastung für die verpressten Mikropfähle eine Mantelreibung von $0,15$ MN/m² angesetzt werden.

4.2.5 Hilfsbrückenauflagerung, Verbauten im Damm.

Der Abbruch der vorhandenen Widerlager und die Herstellung der neuen Widerlager erfolgen voraussichtlich unter einer Hilfsbrücke. Diese lagert in der Regel auf einzelnen Trägern, zwischen denen eine Ausfachung als Verbauwand einge-

bracht wird. Die Träger werden z. B. mittels Verpressankern rückverankert.

Es ist auch möglich, die Hilfsbrücken auf den dammseitigen Spundwänden der Widerlagerbaugruben zu lagern. Diese Spundwände wären dann von den Gleisen aus einzubringen, die dazu im Rambereich entfernt werden müssten. Da die Spundwände auch zur Baugrubenumschließung dienen, könnte die Abtragung nennenswerter Vertikallasten erst unterhalb der rechnerisch erforderlichen Einbindetiefe der Spundwände stattfinden. Es wären also sehr lange Spundwandbohlen erforderlich, deren Handhabung sehr aufwändig ist. Es wird daher wie beschrieben davon ausgegangen, dass die Auflagerung der Hilfsbrücke separat auf Trägern erfolgt.

Die statische Berechnung für die Verbauwand soll nach Ril 836 für den erhöhten aktiven Erddruck erfolgen. Die Bodenkennwerte können der Tabelle in Abschnitt 3.6 entnommen werden.

Es wird davon ausgegangen, dass die Träger für die Auflagerung der Hilfsbrücke im Rammverfahren eingebracht werden. Nach DIN 1054, Anhang C, müssen die Rammträger mindestens 5,0 m in den tragfähigen Untergrund einbinden.

Der tragfähige Untergrund beginnt im vorliegenden Fall mit den mindestens mitteldicht gelagerten Sanden, die ab etwa 12,0 m unter Schienenoberkante oder ab etwa 12,5 mNN aufgeschlossen wurden. Die Unterkante der Träger darf somit nicht höher als ca. 17,0 m unter Schienenoberkante oder etwa 7,5 mNN angeordnet werden. Nach DIN 1054, Anhang C, Tabelle C.5 kann einem Träger des Profils HEB 350 bei diesem Fußniveau eine charakteristische Last = zulässige Last von

550 kN zugeordnet werden. Voraussetzung dabei ist, dass die Träger über die Lastabtragungstiefe von 5,0 m mittels langsam schlagender Rammung eingebracht werden.

Die Verbauwände sind rückzuverankern. Zur Rückverankerung kommen zweckmäßig Verpressanker nach DIN 4125 in Frage. Die Verpressstrecken der Anker sind bis in die gewachsenen mindestens mitteldicht gelagerten Sande zu führen. Die Oberkante der Verpresskörper darf damit nicht höher als 12,0 m unter Schienenoberkante oder etwa 12,5 mNN angeordnet werden. Die Grenzlast von Ankern kann z.B. nach *Ostermayer* "Verpressanker" abgeschätzt werden (s. Grundbautaschenbuch, Teil 2). Bei einer Verpressstrecke von 6 m kann von einer Grenzlast (Bruchlast) $R_{a,k}$ von 450 kN ausgegangen werden. Letztlich sind die Ankerkräfte durch die Abnahmeprüfungen zu bestätigen. Im Vorfeld der Baumaßnahme soll eine Eignungsprüfung erfolgen.

4.2.6 Grundwasserhaltung.

4.2.6.1 Bauweise mit Unterwasserbetonsohle.

Um Grundwasserabsenkungen während der Bauzeit zu vermeiden, ist die beschriebene Troglösung mit Spundwandumschließung und Unterwasserbetonsohle empfehlenswert. Diese Baugrubenausbildung bietet auch mit speziellen Dichtungen keine 100 %-ige Wasserdichtigkeit. Mit dem Zulauf von so genannten Restwassermengen über die Spundwandschlösser und die Fugen zwischen Unterwasserbetonsohle und Spundwänden ist zu rechnen. Die Beseitigung der Restwassermengen erfolgt über offene Wasserhaltungen.

4.2.6.2 Bauweise mit Grundwasserabsenkung.

Gemäß Abschnitt 4.1 ist die Alternative zur Troglösung die Spundwandumschließung mit Grundwasserabsenkung. Die maximale Absenkhöhe beträgt etwa 4,30 m. Zur Absenkung kommen Tiefbrunnen (Schwerkraftanlagen) in Frage.

Anhand der Korngrößenverteilungen in den Anlagen 5.1 bis 5.7 lassen sich z. B. mit der Beziehung nach Beyer die Durchlässigkeitsbeiwerte k_f abschätzen. Diese bewegen sich größenordnungsmäßig etwa zwischen

$$k_f = 1 \cdot 10^{-4} \text{ und } 5 \cdot 10^{-4} \text{ m/s.}$$

Wie stets in solchen Fällen können die Durchlässigkeiten des Untergrundes auch stärker schwanken, als dieses durch die Korngrößenverteilungen von Bodenproben belegt werden kann. Größere Sicherheiten zu den Durchlässigkeiten lassen sich nur mit Pumpversuchen erzielen.

Vorbehaltlich der erforderlichen Dimensionierung durch die ausführende Firma werden zur Grundwasserabsenkung für die beiden je etwa 6,0 m x 20,0 m großen Widerlagerbaugruben nach Abschätzung etwa 5 Brunnen erforderlich. Die Brunnen-tiefen unter Geländeoberkante betragen etwa 12,0 m. Die Bohrdurchmesser der Brunnen sind dabei mit 0,60 m berücksichtigt worden. Die abzupumpenden Wassermengen bewegen sich in der Größenordnung von etwa 200 bis 250 m³/Stunde.

4.2.7 Baustraßen und Baustelleneinrichtungsflächen.

Die Baustraßen und Baustelleneinrichtungsflächen wären gemäß Abschnitt 4.2.4 „hochwasserfrei“ anzulegen, d.h. die Oberkanten der Straßen und Flächen müssen sich mindestens 0,50 m oberhalb des Geländes befinden.

In Höhe Geländeoberkante sind teils sehr gering tragfähige Böden in Form von Torfen oder torfdurchsetzten Böden vorhanden. Darauf abgestimmt wird nach Erfahrung in vergleichbaren Fällen für die Baustraßen und Baustelleneinrichtungsflächen folgender Tragschichtaufbau von unten nach oben empfohlen:

- Verlegung eines Geogitters als Kombigitter mit Trennwirkung. Das Geogitter soll eine Höchstzugkraft in beiden Hauptrichtungen von ≥ 60 kN/m aufweisen.
- Einbau einer 30 cm starken Tragschicht aus Brechkorn (z.B. Körnung 0/56 mm)
- Verlegung eines zweiten Geogitters w.o., jedoch ohne Trennwirkung
- Einbau einer weiteren 30 cm starken Tragschicht aus Brechkorn

Dieser Aufbau soll mit Beginn der Baustraßenherstellung durch Versuche bestätigt werden.

4.3 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 Ril 836 baubegleitende Prüfungen durchzuführen. Art und Umfang der Prüfungen wird nach Ril 836 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.

Bei Rückfragen stehen wir gerne zur Verfügung.

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

Dipl.-Ing. Stavesand

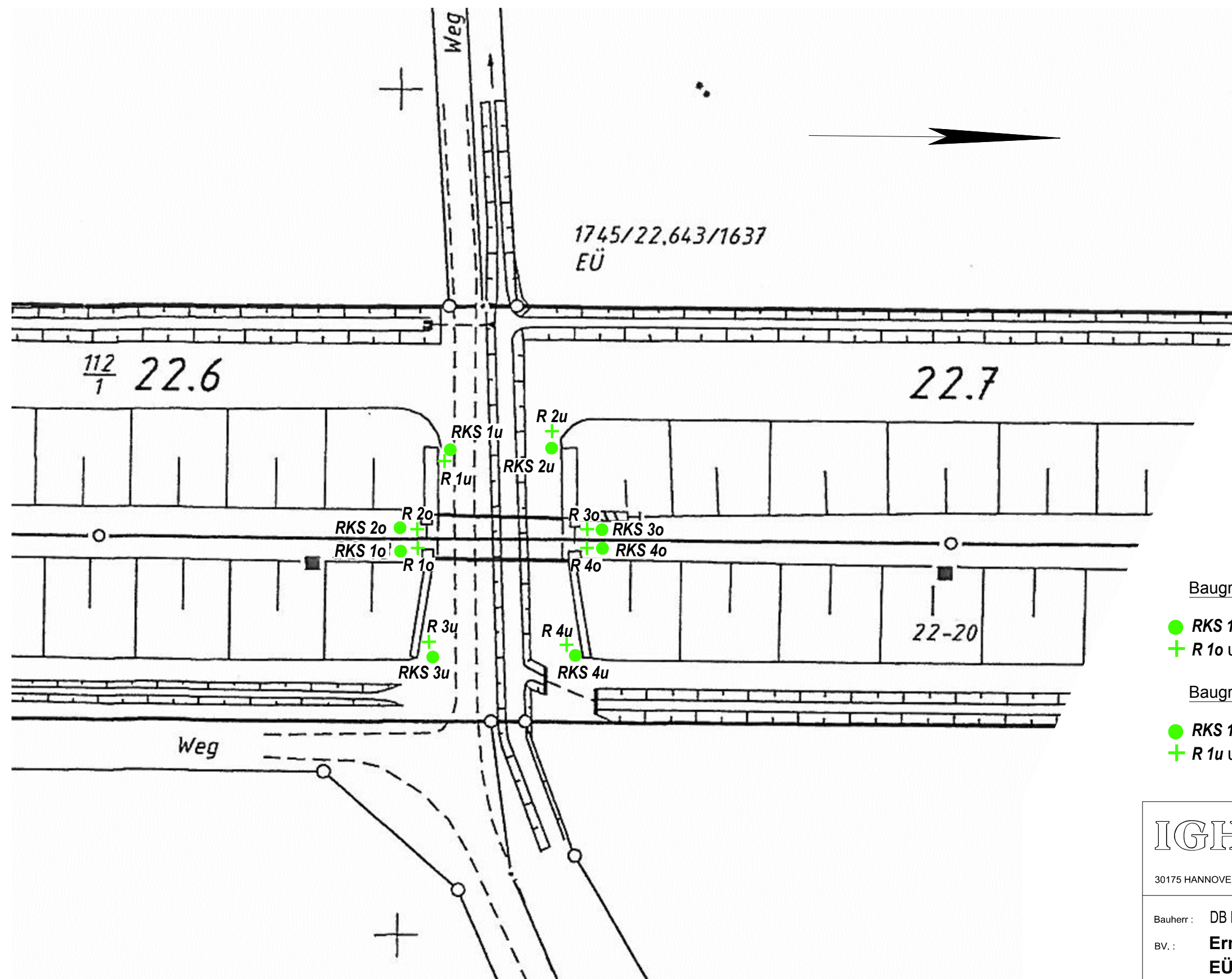
Dr.-Ing. Friedrich

INHALTSVERZEICHNIS

1. Bauvorhaben.	1
2. Unterlagen.	2
3. Baugrund.	2
3.1 Sondierungen.	2
3.2 Grundwasser.	7
3.3 Fundamenterkundung.	7
3.4 Geotechnische Laborversuche.	8
3.5 Chemische Laborversuche.	9
3.5.1 Grundwasseranalyse.	9
3.5.2 Untersuchung von Schotter- und Bodenmischproben.	10
3.6 Bodenkennwerte.	11
4. Beurteilung.	14
4.1 Vorbemerkung.	14
4.2 Gründungsvorschlag.	16
4.2.1 Konstruktion, Bemessungsgrundlagen.	16
4.2.2 Auskofferung der wenig tragfähigen Böden.	16
4.2.3 Hinterfüllung der Widerlager.	17
4.2.4 Spundwandverbauten für die Herstellung der Widerlager, Unterwasserbetonsohlen.	17
4.2.5 Hilfsbrückenauflagerung, Verbauten im Damm.	19
4.2.6 Grundwasserhaltung.	21
4.2.6.1 Bauweise mit Unterwasserbetonsohle.	21
4.2.6.2 Bauweise mit Grundwasserabsenkung.	22
4.2.7 Baustraßen und Baustelleneinrichtungsflächen.	23
4.3 Ergänzende Hinweise.	24

ANLAGENVERZEICHNIS

Anlage 1:	Lageplan
Anlagen 2.1 und 2.2:	Bohrprofile
Anlage 2.3:	Erläuterungen
Anlagen 3.1 bis 3.8:	Rammdiagramme
Anlage 4:	Fundamenterkundung
Anlagen 5.1 bis 5.7:	Korngrößenverteilungen
Anlagen 6.1 bis 6.5:	Grundwasseranalyse



Baugrunduntersuchungen von OK Damm

- RKS 1o und RKS 4o : Rammkernsondierungen
- + R 1o und R 4o : Rammsondierungen

Baugrunduntersuchungen von OK Gelände

- RKS 1u und RKS 4u : Rammkernsondierungen
- + R 1u und R 4u : Rammsondierungen

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

Bauherr : DB ProjektBau GmbH, Regionalbereich Nord

BV. : **Erneuerung
EÜ Flutbrücke Wümme,
Strecke 1745, km 22,643**

Lageplan

Maßstab:

1 : 500

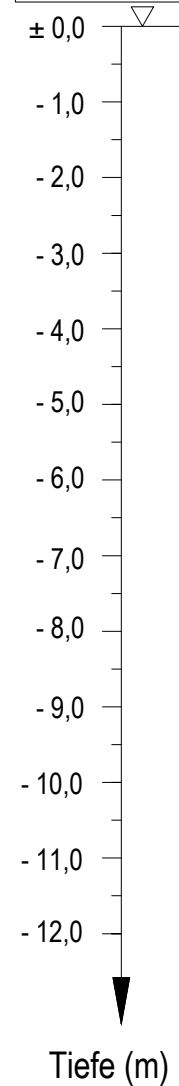
Auftr.-Nr.

2.953/3

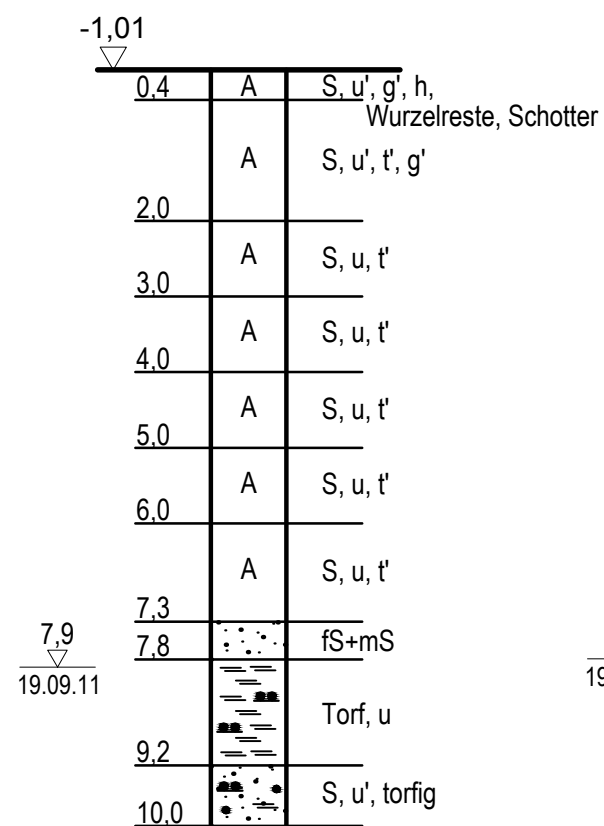
Anlage

1

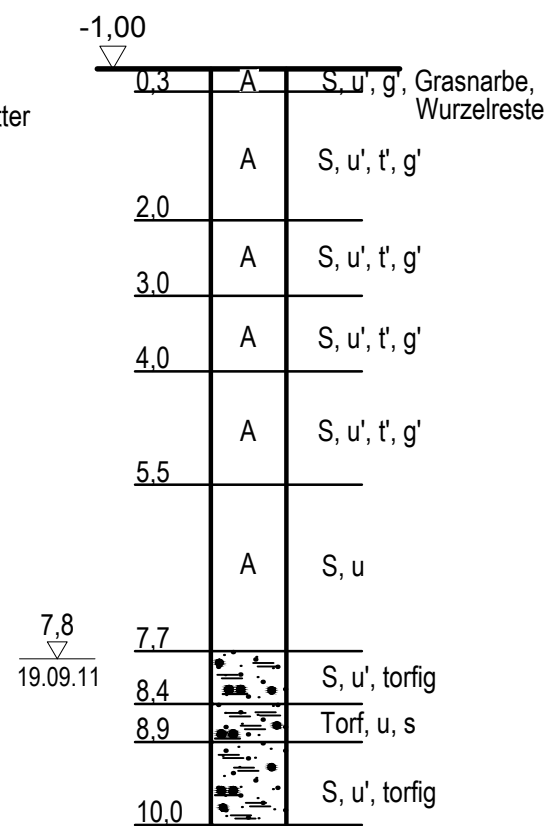
SO ±0,0
= ~24,53 mNN



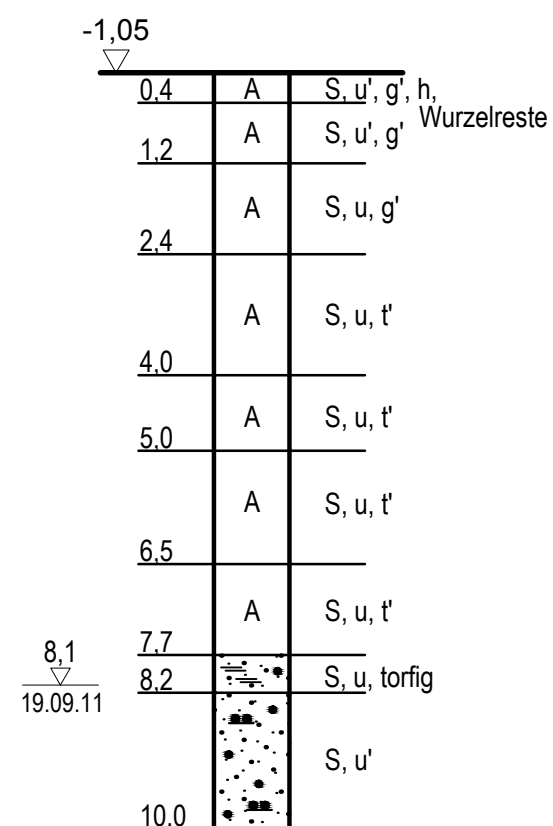
RKS 1o



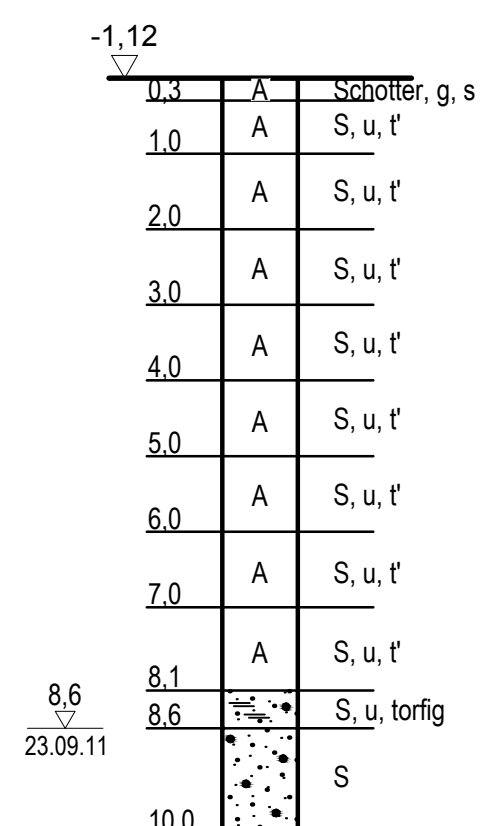
RKS 2o



RKS 3o



RKS 4o



Rammkernsondierungen
ausgeführt am 19.09. und 23.09.2011

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

Bauherr : DB ProjektBau GmbH, Regionalbereich Nord

BV. : **Erneuerung
EÜ Flutbrücke Wümme,
Strecke 1745, km 22,643**

Bohrprofile

Maßstab:

1 : 100

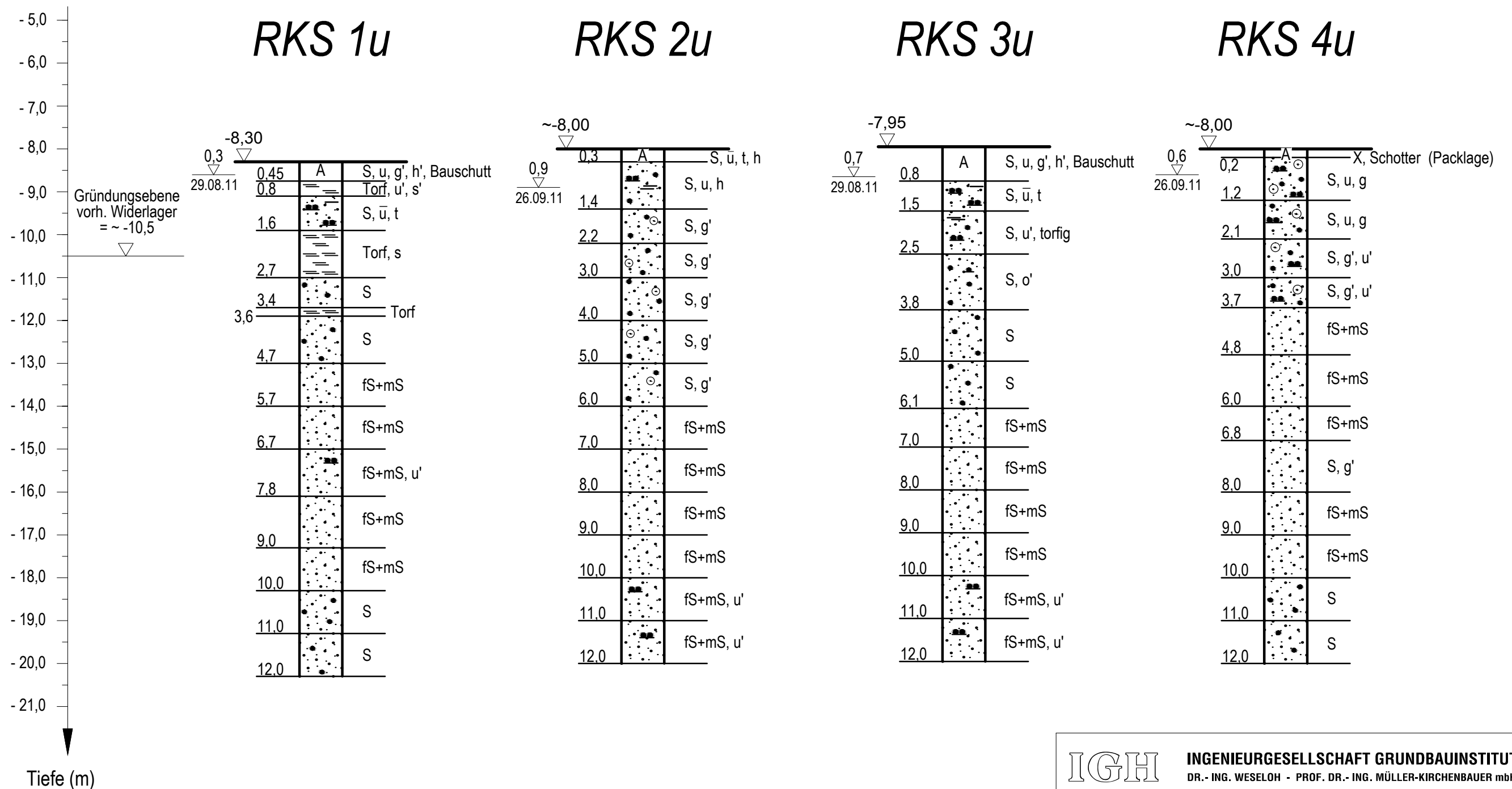
Aufr.-Nr.

2.953/3

Anlage

2.1

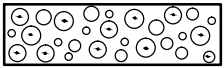
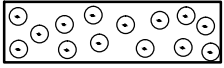
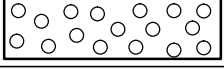
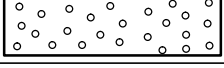
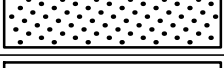
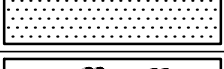
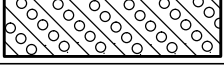
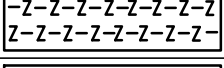
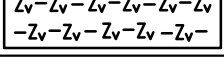
Tiefe (m)



Rammkernsondierungen
ausgeführt am 29.08.und 26.09.2011

Kurzzeichen und Zeichen der Bodenarten

(Auszug aus DIN 4023)

Bodenart		Kurzzeichen		Zeichen
Bodenart	Beimengungen	Bodenart	Beimengungen	(Anteil)
Kies	kiesig	G	g	
Grobkies	grobkiesig	gG	gg	
Mittelkies	mittelkiesig	mG	mg	
Feinkies	feinkiesig	fG	fg	
Sand	sandig	S	s	
Grobsand	grobsandig	gS	gs	
Mittelsand	mittelsandig	mS	ms	
Feinsand	feinsandig	fS	fs	
Schluff	schluffig	U	u	
Ton	tonig	T	t	
Torf, Humus	torfig, humos	H	h	
Mudde, Faulschlamm	Org. Beimengungen	F	f, o	
Steine	steinig	X	x	
Auffüllung		A		A
Geschiebelehm		Lg		
Geschiebemergel		Mg		
Fels, allgemein		Z		
Fels, verwittert		Z _v		

Konsistenzen:



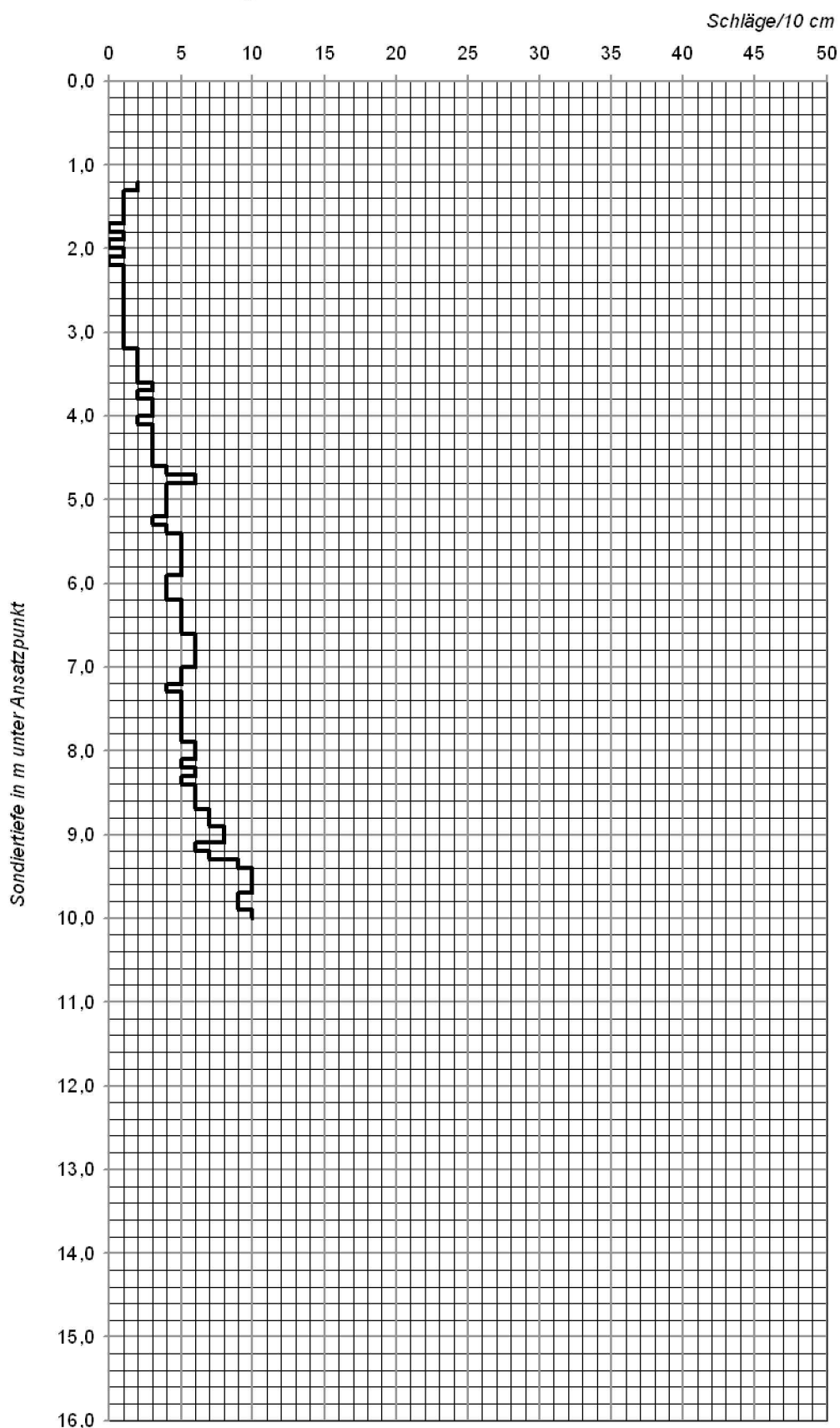
breiig
weich
steif
halbfest

Nebenanteil:
(am Beispiel Kies)
g' schwach kiesig
ḡ stark kiesig

Kst
Tst
Sst
Mst

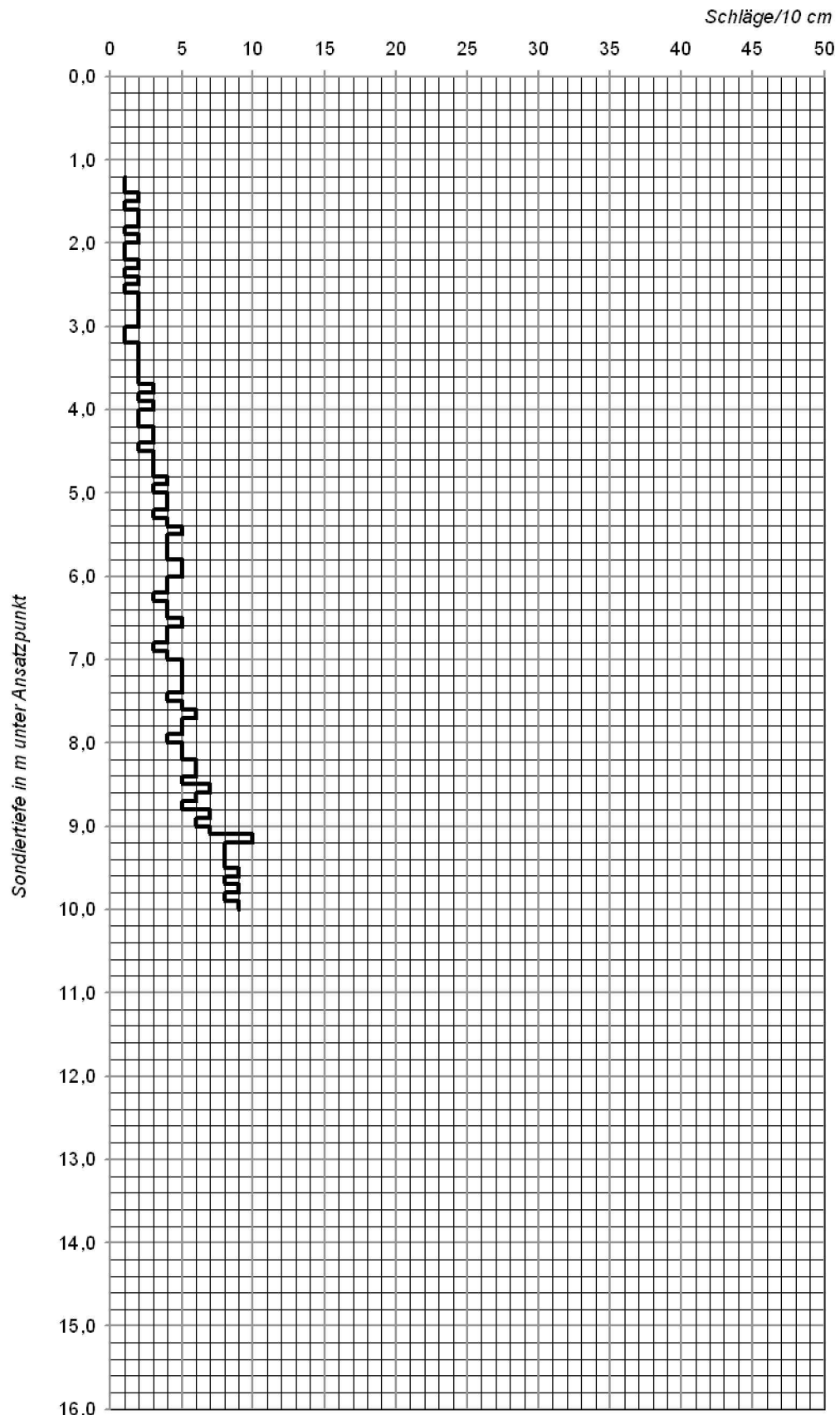
Kalkstein
Tonstein
Sandstein
Mergelstein

Sondierung : **R 1** oben



Rammsondierung DPH nach DIN 4094
ausgeführt am 20.09.2011

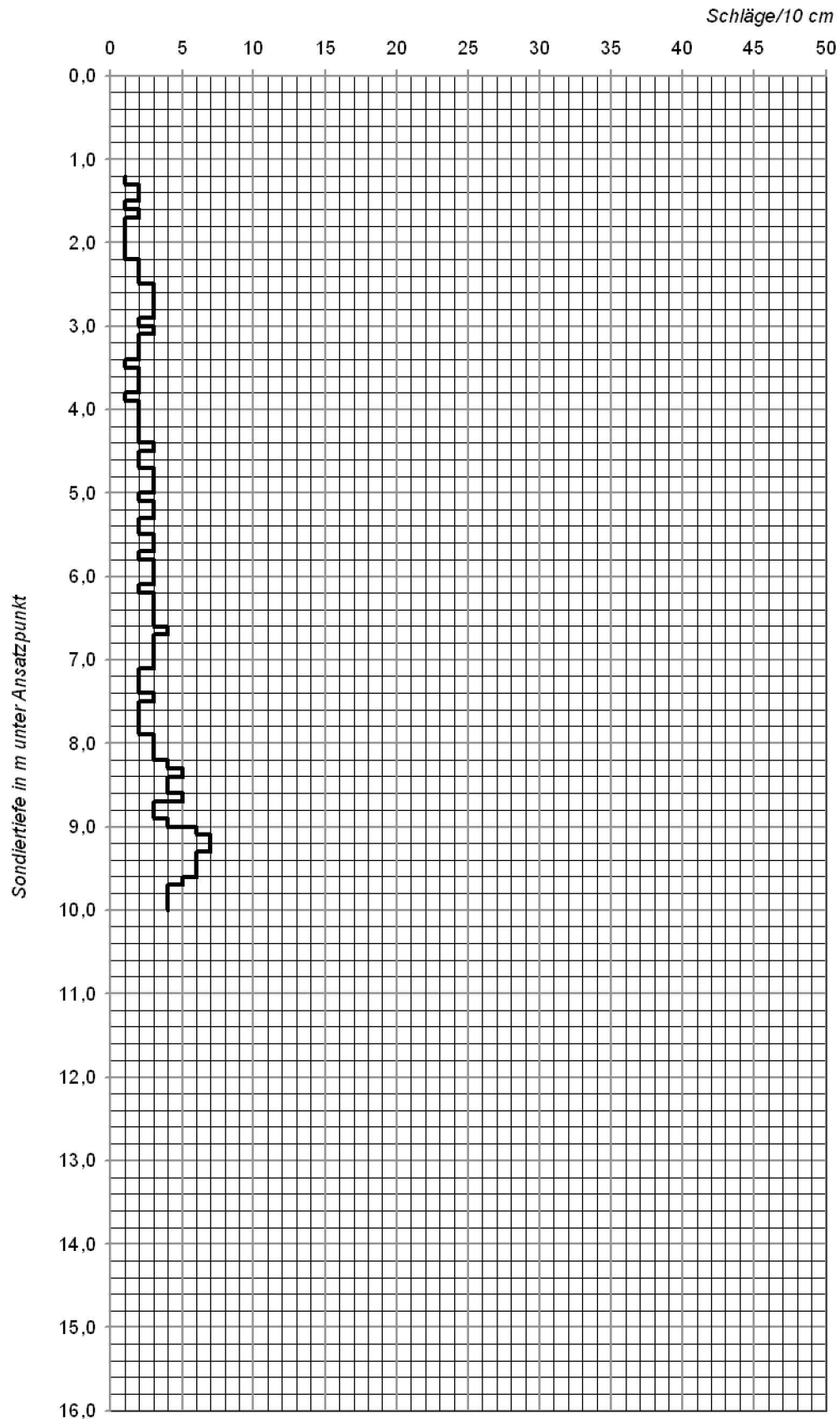
Sondierung : **R 2 oben**



Rammsondierung DPH nach DIN 4094

ausgeführt am 20.09.2011

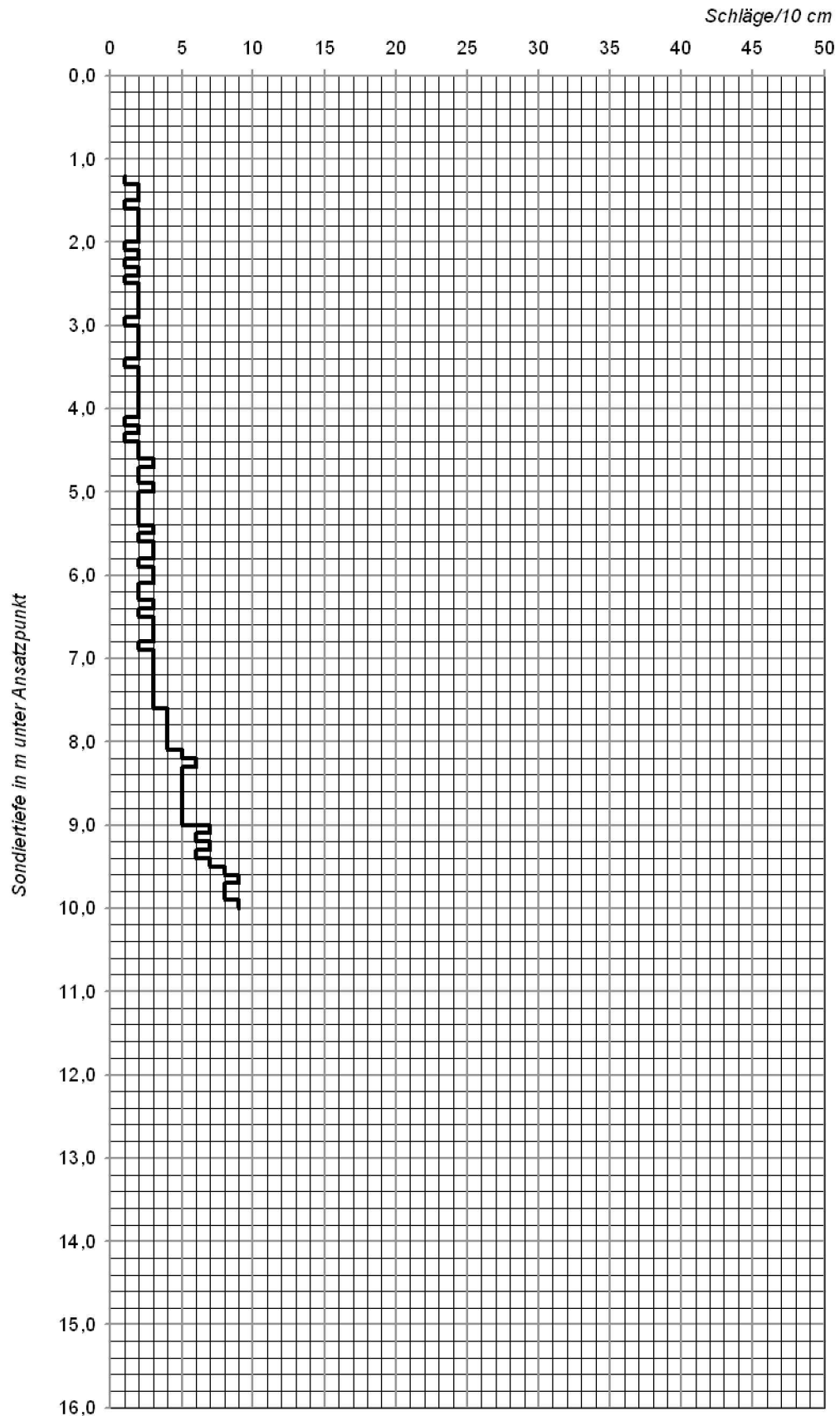
Sondierung : **R 3 oben**



Rammsondierung DPH nach DIN 4094

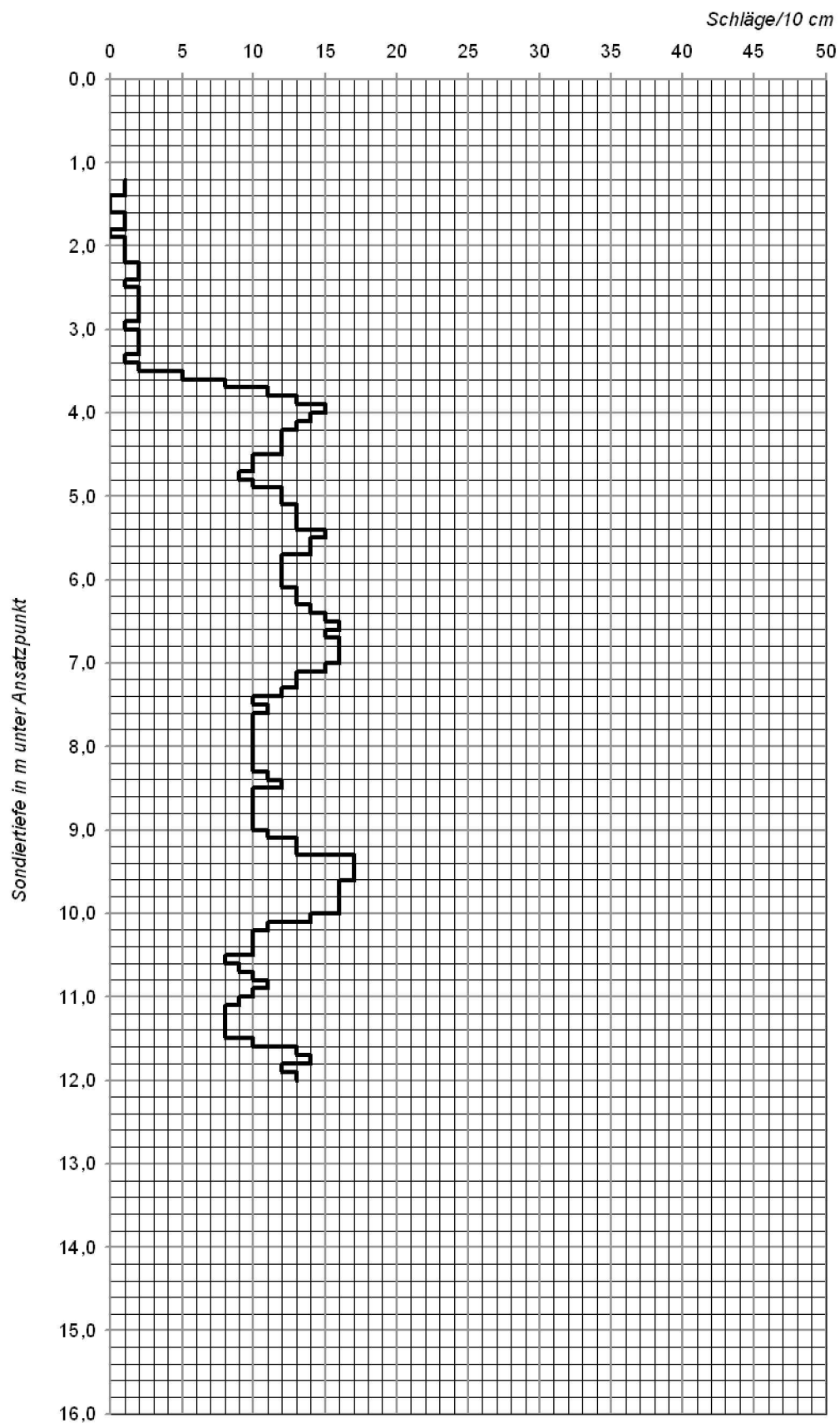
ausgeführt am 21.09.2011

Sondierung : **R 4 oben**



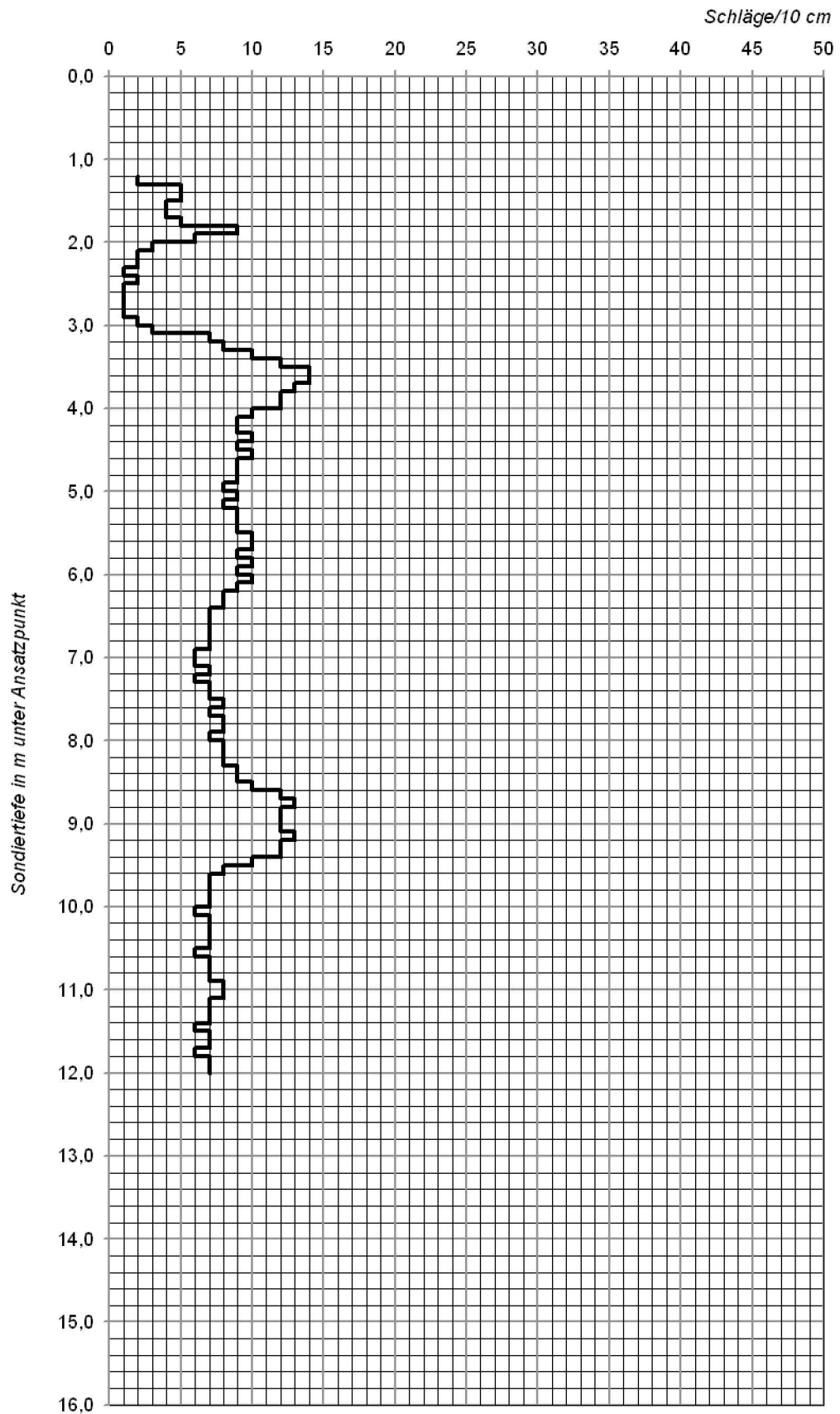
Rammsondierung DPH nach DIN 4094
ausgeführt am 21.09.2011

Sondierung : **R 1 unten**



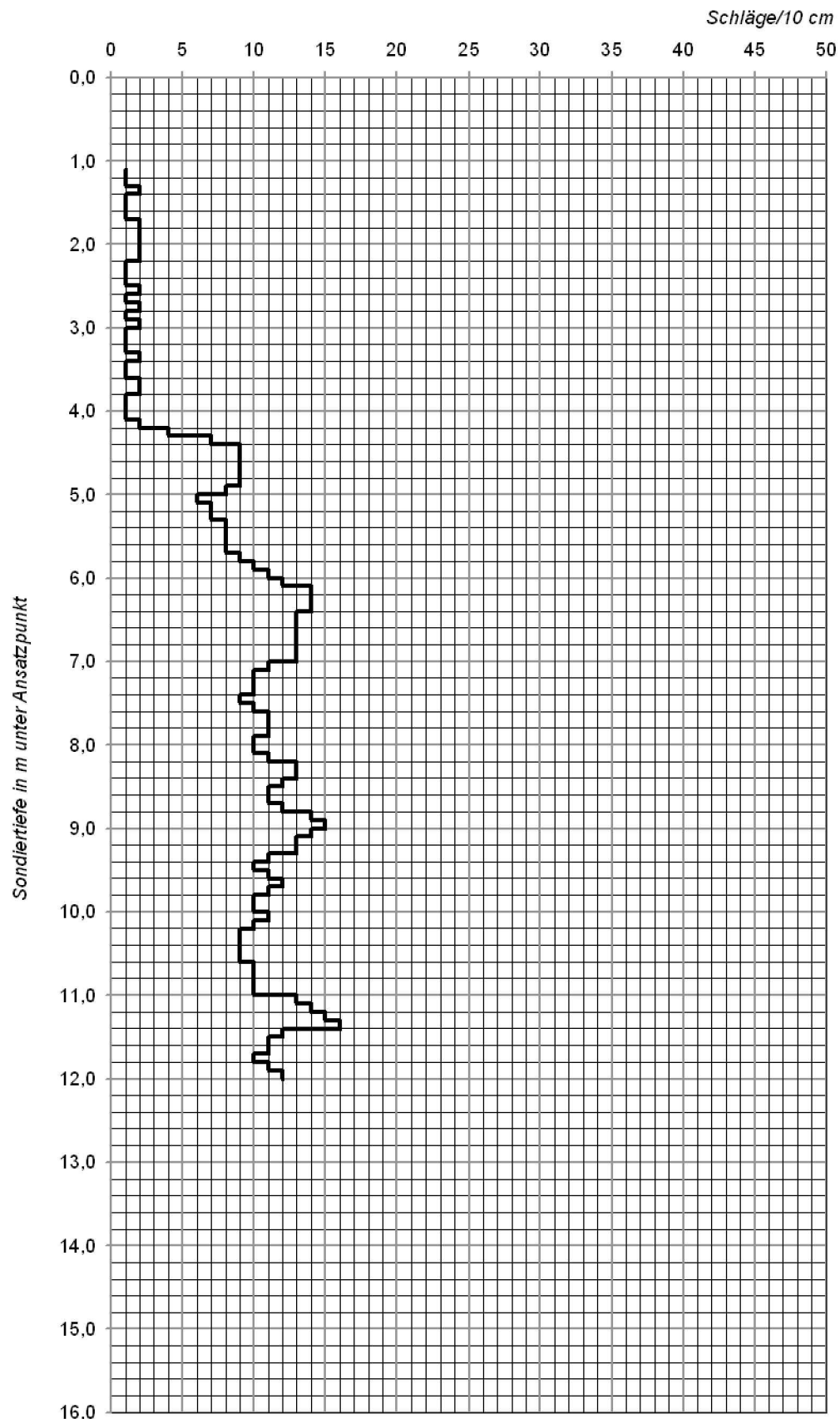
Rammsondierung DPH nach DIN 4094
ausgeführt am 29.08.2011

Sondierung : **R 2 unten**



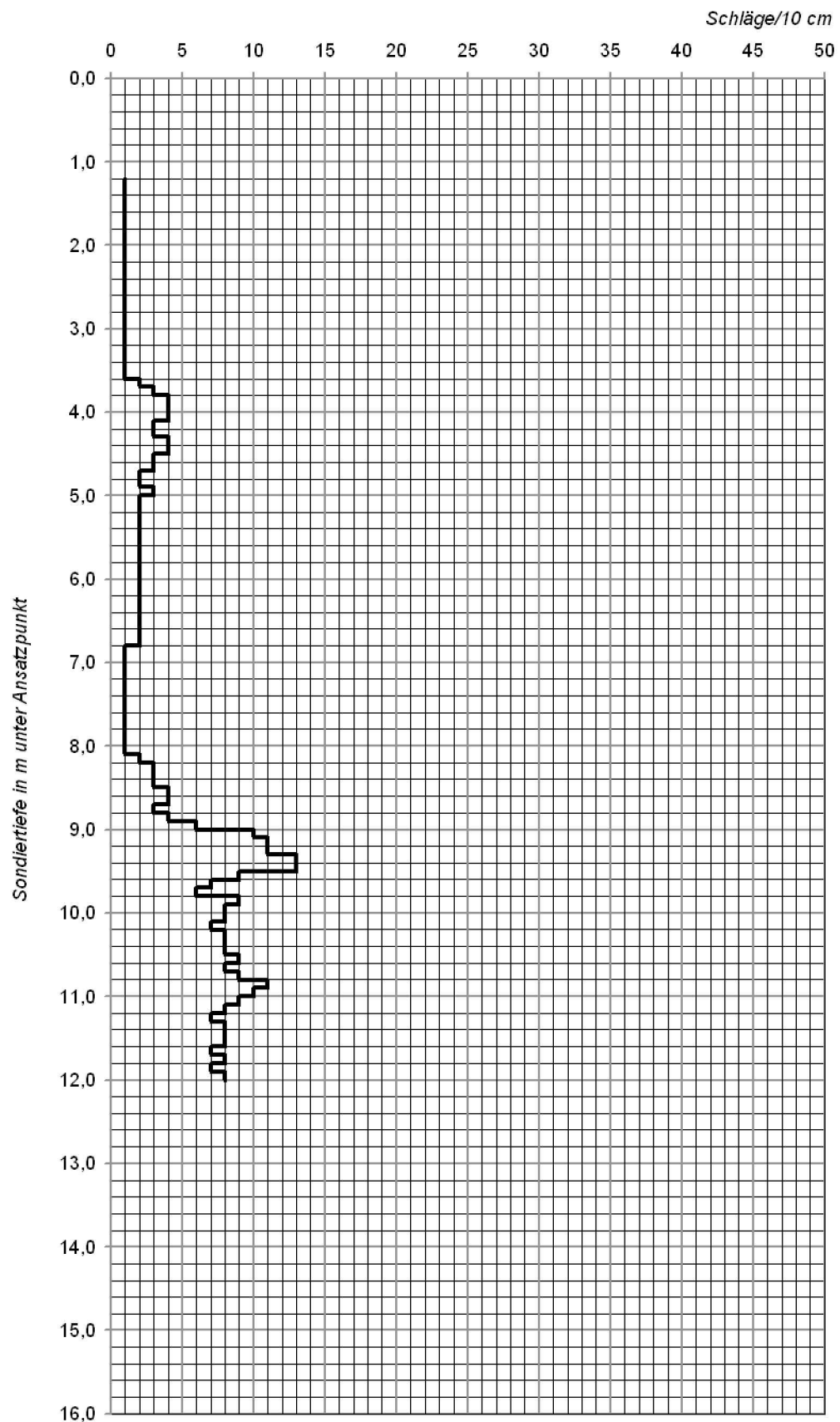
Rammsondierung DPH nach DIN 4094
ausgeführt am 26.09.2011

Sondierung : **R 3** unten

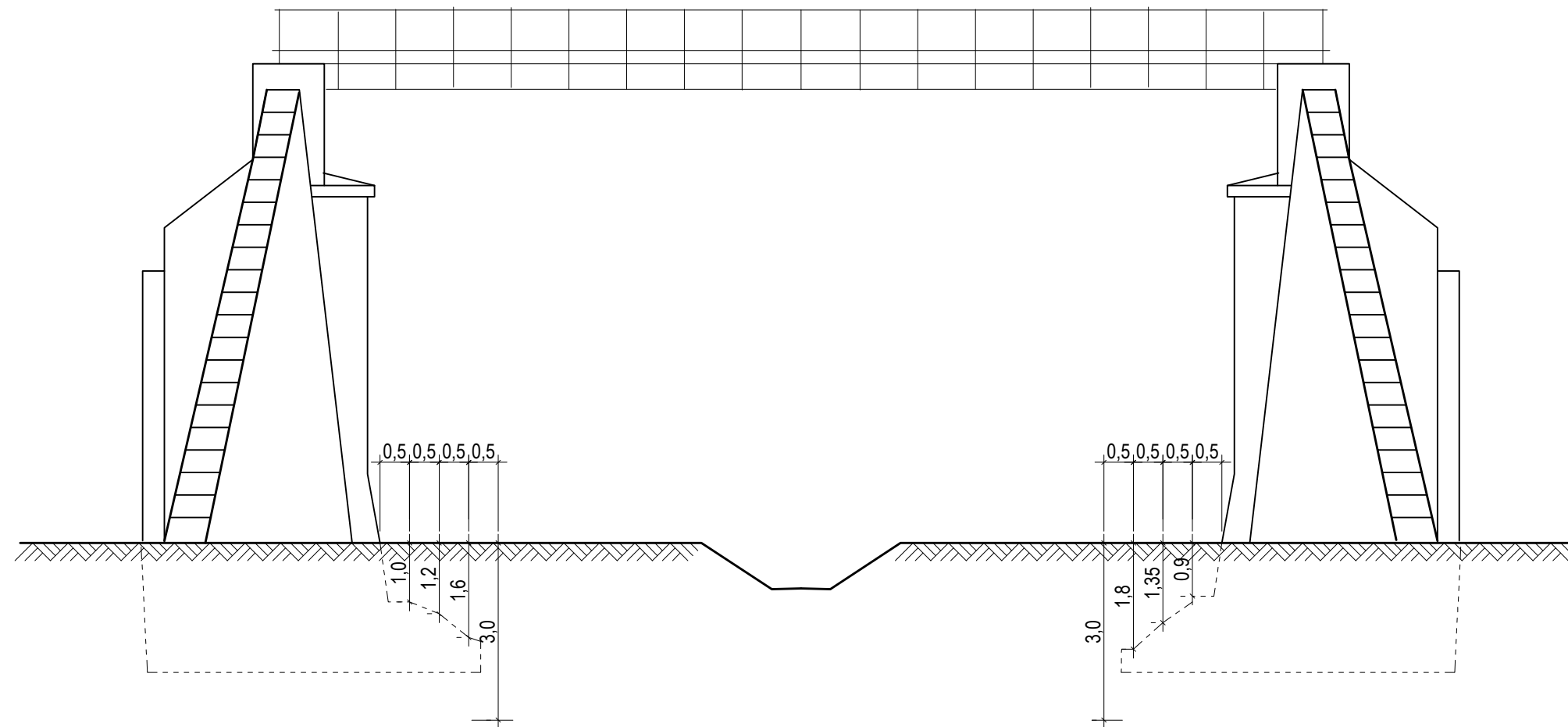


Rammsondierung DPH nach DIN 4094
ausgeführt am 29.08.2011

Sondierung : **R 4** unten



Rammsondierung DPH nach DIN 4094
ausgeführt am 26.09.2011



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

Bauherr : DB ProjektBau GmbH, Regionalbereich Nord

BV. : **Erneuerung
EÜ Flutbrücke Wümme,
Strecke 1745, km 22,643**

Maßstab:

1 : 100

Auflr.-Nr.

2.953/3

Fundamenterkundung

Anlage

4

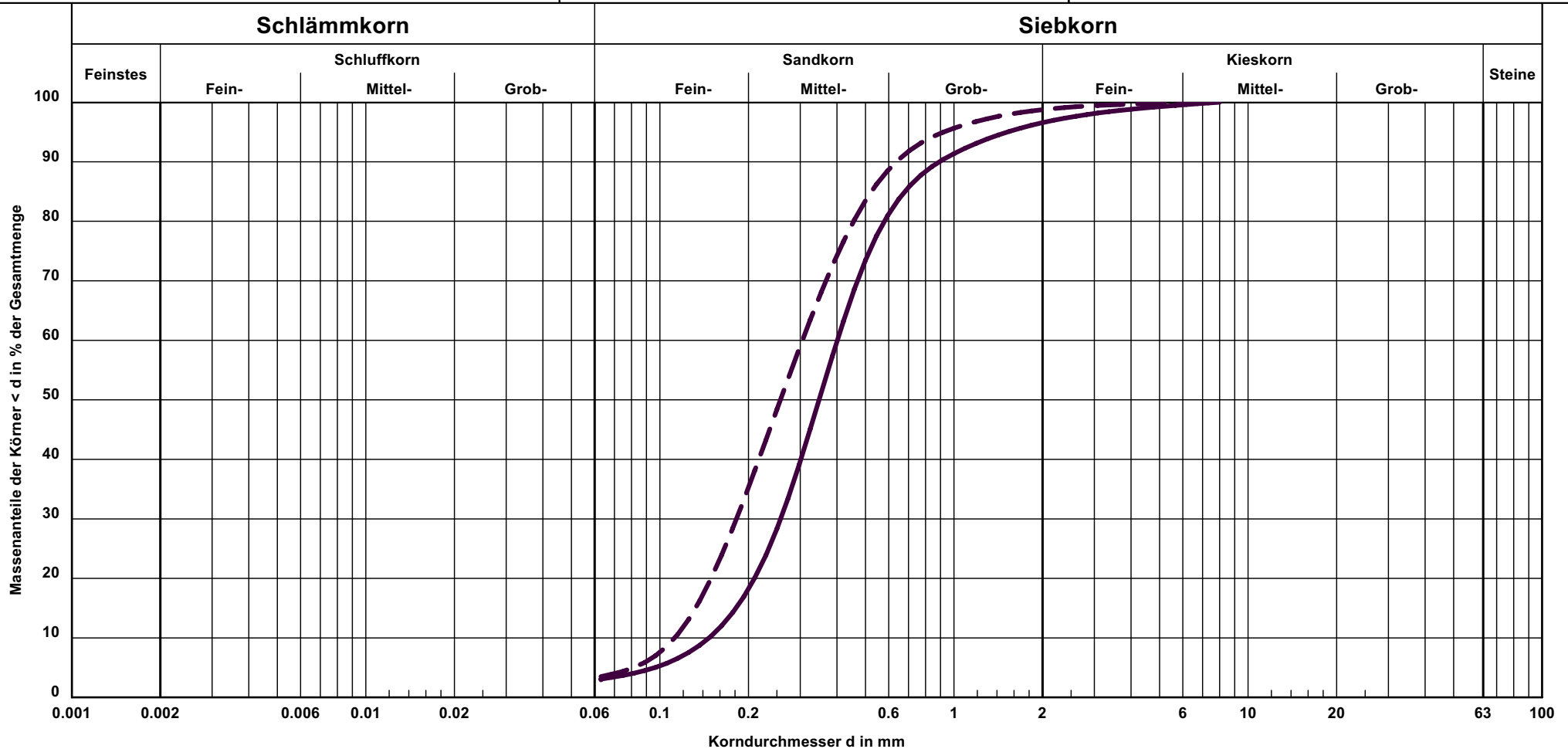
Kornverteilung nach DIN 18 123

Auftraggeber: DB ProjektBau GmbH

Regionalbereich Nord

Projekt: Erneuerung EÜ Flutbrücke Wümme

Strecke 1745, km 22,643



Kurve-Nr.	Signatur	Entnahmestelle	Tiefe in m	Bodenart	Wassergehalt in %	Bericht: 2.953/3 Anlage: 5.1
1	—	RKS 1 unten	3,60 - 4,70	S	20,5	
2	- - -	RKS 1 unten	10,00 - 11,00	S	19,5	

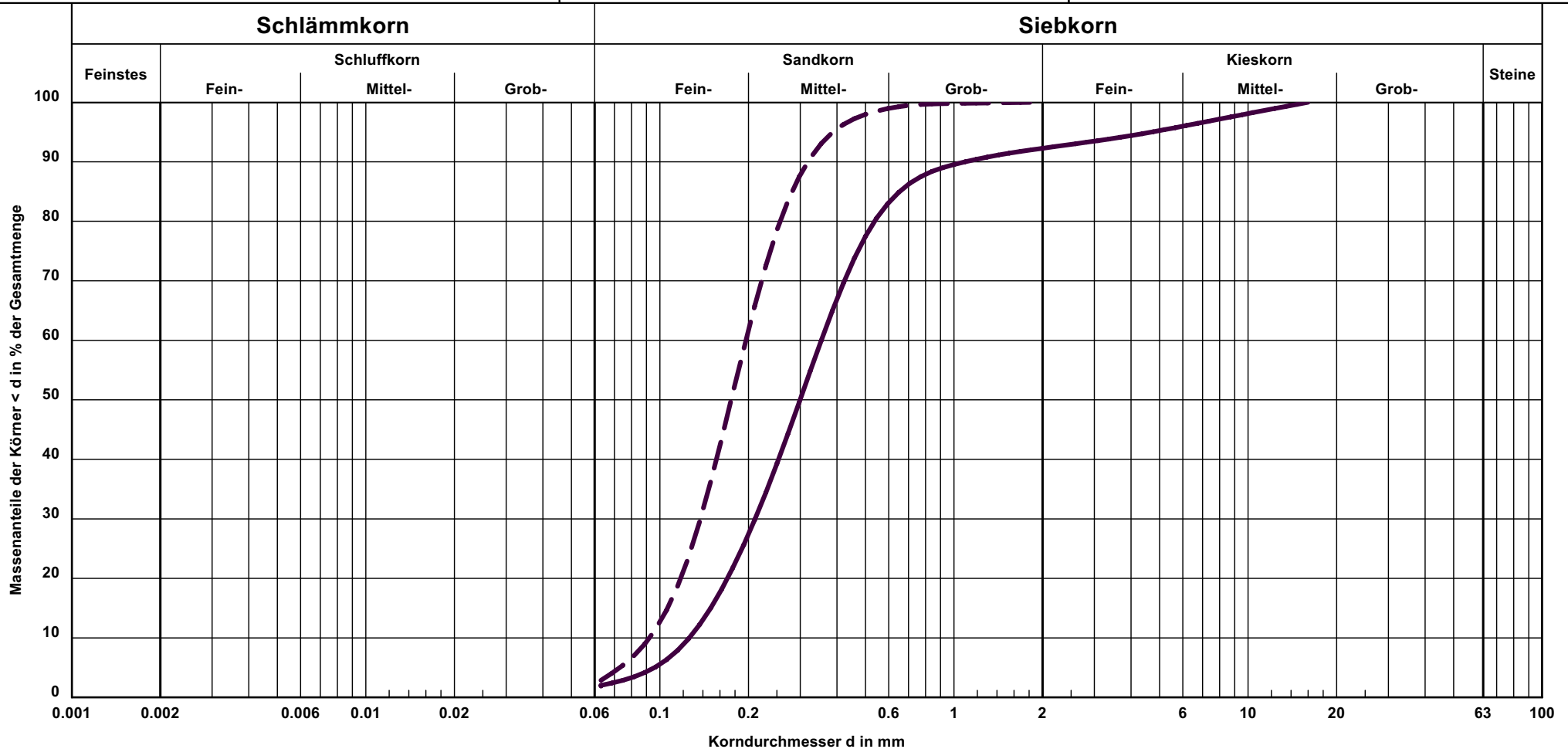
Kornverteilung nach DIN 18 123

Auftraggeber: DB ProjektBau GmbH

Regionalbereich Nord

Projekt: Erneuerung EÜ Flutbrücke Wümme

Strecke 1745, km 22,643



Kurve-Nr.	Signatur	Entnahmestelle	Tiefe in m	Bodenart	Wassergehalt in %	Bericht: 2.953/3 Anlage: 5.2
3	—	RKS 2 unten	3,00 - 4,00	S, g'	21,6	
4	- - - -	RKS 2 unten	9,00 - 10,00	fS+mS	23,5	

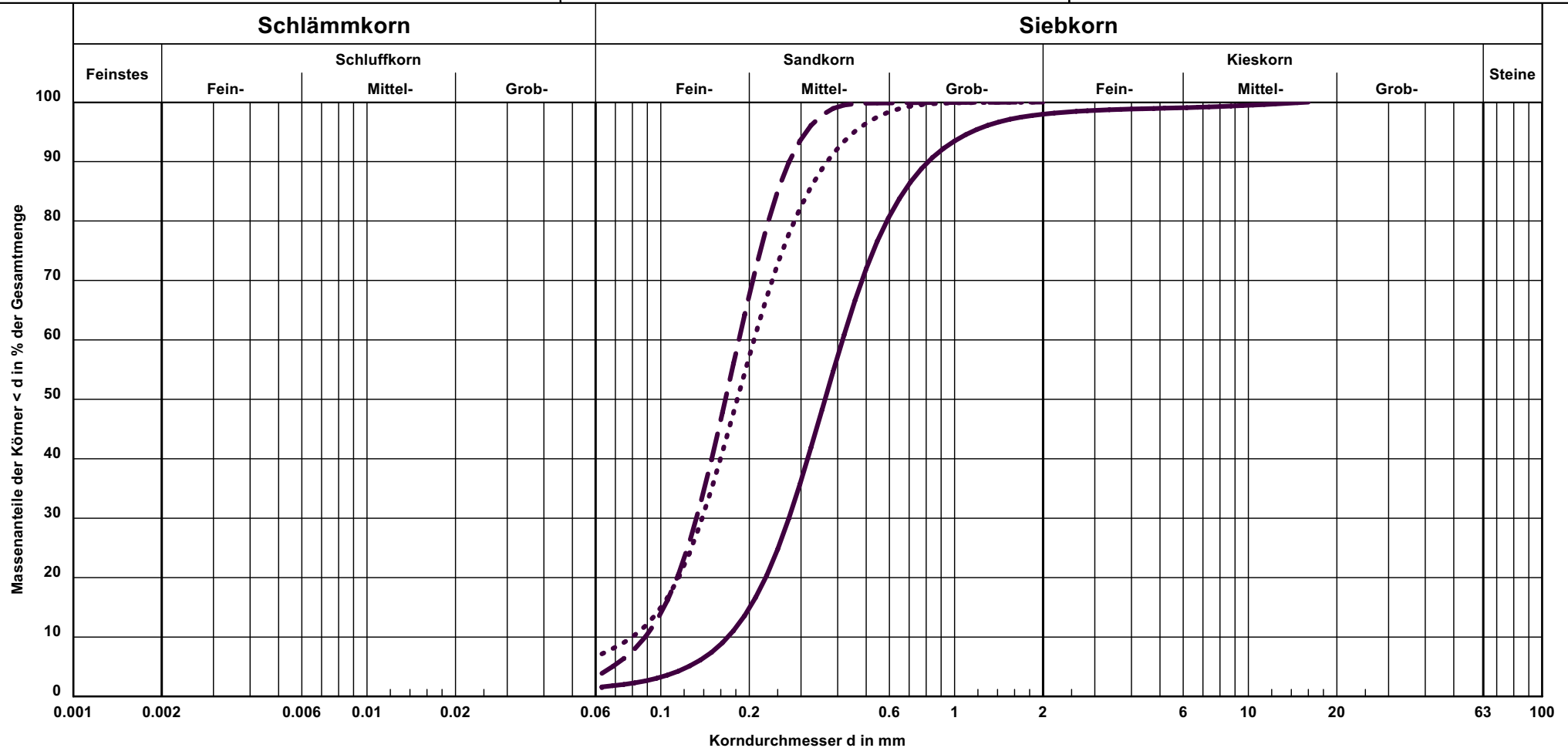
Kornverteilung nach DIN 18 123

Auftraggeber: DB ProjektBau GmbH

Regionalbereich Nord

Projekt: Erneuerung EÜ Flutbrücke Wümme

Strecke 1745, km 22,643



Kurve-Nr.	Signatur	Entnahmestelle	Tiefe in m	Bodenart	Wassergehalt in %	Bericht: 2.953/3 Anlage: 5.3
5	—	RKS 3 unten	3,80 - 5,00	S	22,0	
6	- - - -	RKS 3 unten	6,10 - 7,00	fS+mS	25,2	
7		RKS 3 unten	10,00 - 11,00	fS+mS, u'	23,1	

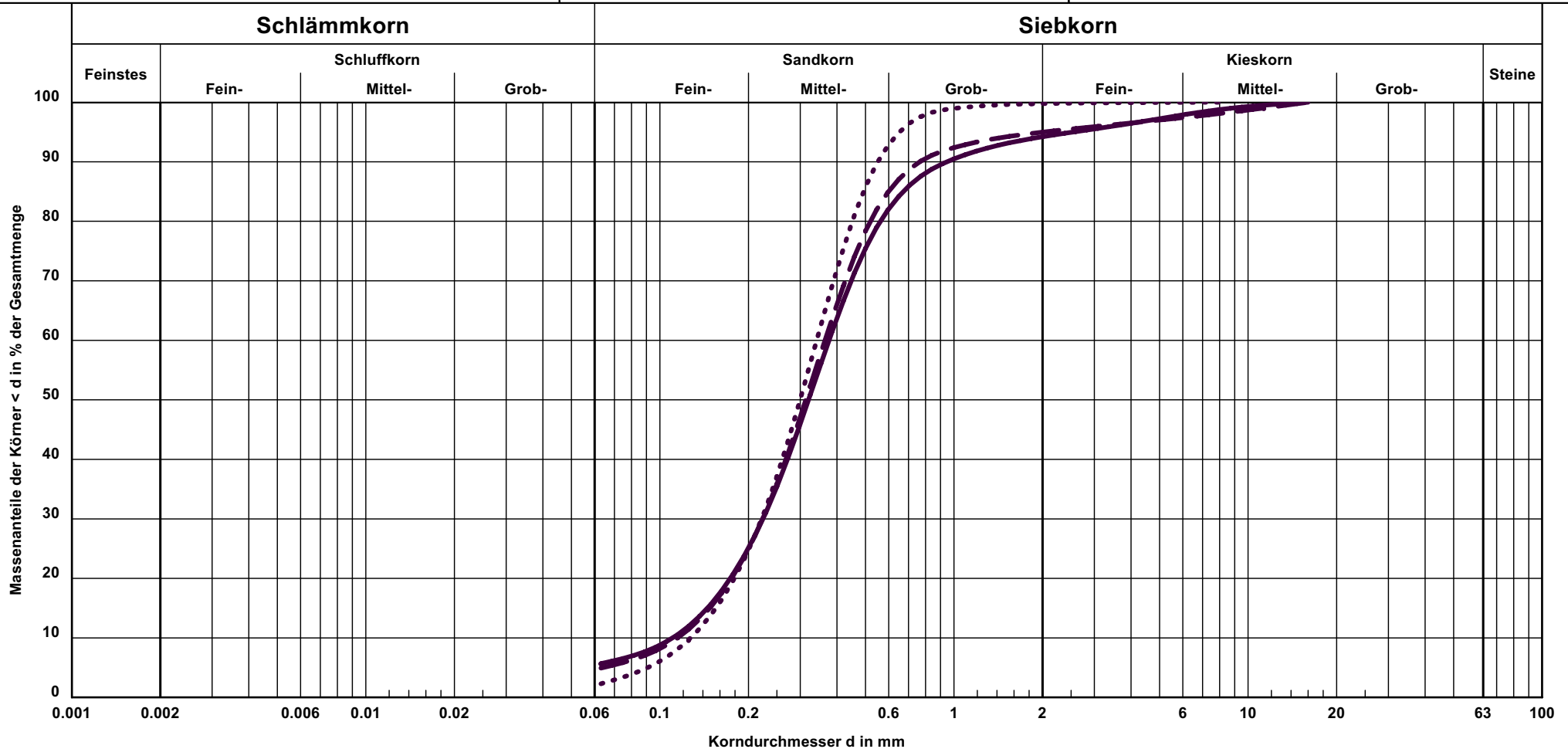
Kornverteilung nach DIN 18 123

Auftraggeber: DB ProjektBau GmbH

Regionalbereich Nord

Projekt: Erneuerung EÜ Flutbrücke Wümme

Strecke 1745, km 22,643



Kurve-Nr.	Signatur	Entnahmestelle	Tiefe in m	Bodenart	Wassergehalt in %	Bericht: 2.953/3 Anlage: 5.4
8	—	RKS 4 unten	3,00 - 3,70	S, g', u'	20,8	
9	- - - -	RKS 4 unten	6,80 - 8,00	S, g'	21,1	
10		RKS 4 unten	11,00 - 12,00	S	20,2	

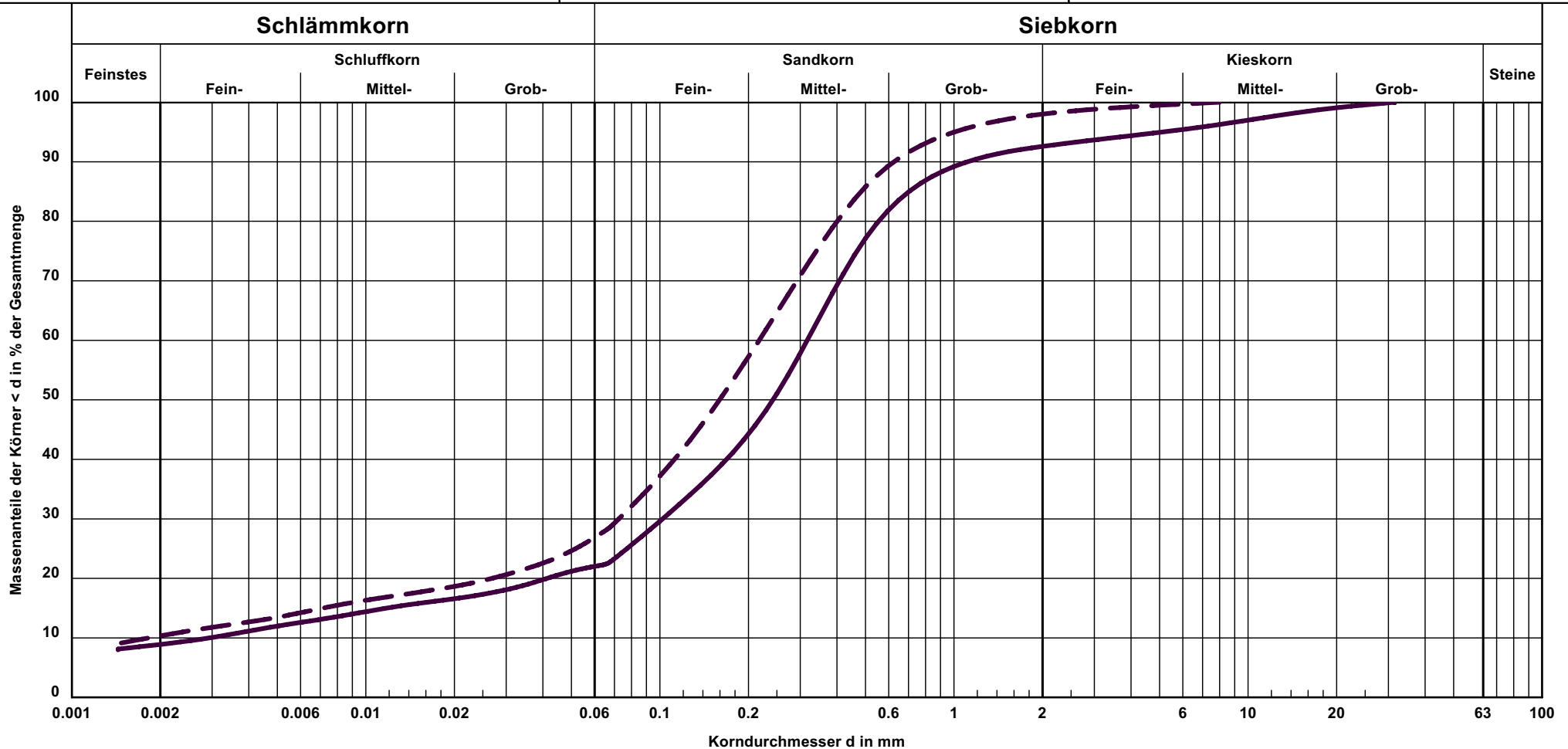
Kornverteilung nach DIN 18 123

Auftraggeber: DB ProjektBau GmbH

Regionalbereich Nord

Projekt: Erneuerung EÜ Flutbrücke Wümme

Strecke 1745, km 22,643



Kurve-Nr.	Signatur	Entnahmestelle	Tiefe in m	Bodenart	Wassergehalt in %	Bericht: 2.953/3 Anlage: 5.5
11	—	RKS 1 oben	0,40 - 2,00	S, u', t', g'	13,8	
12	- - -	RKS 1 oben	2,00 - 3,00	S, u, t'	15,4	

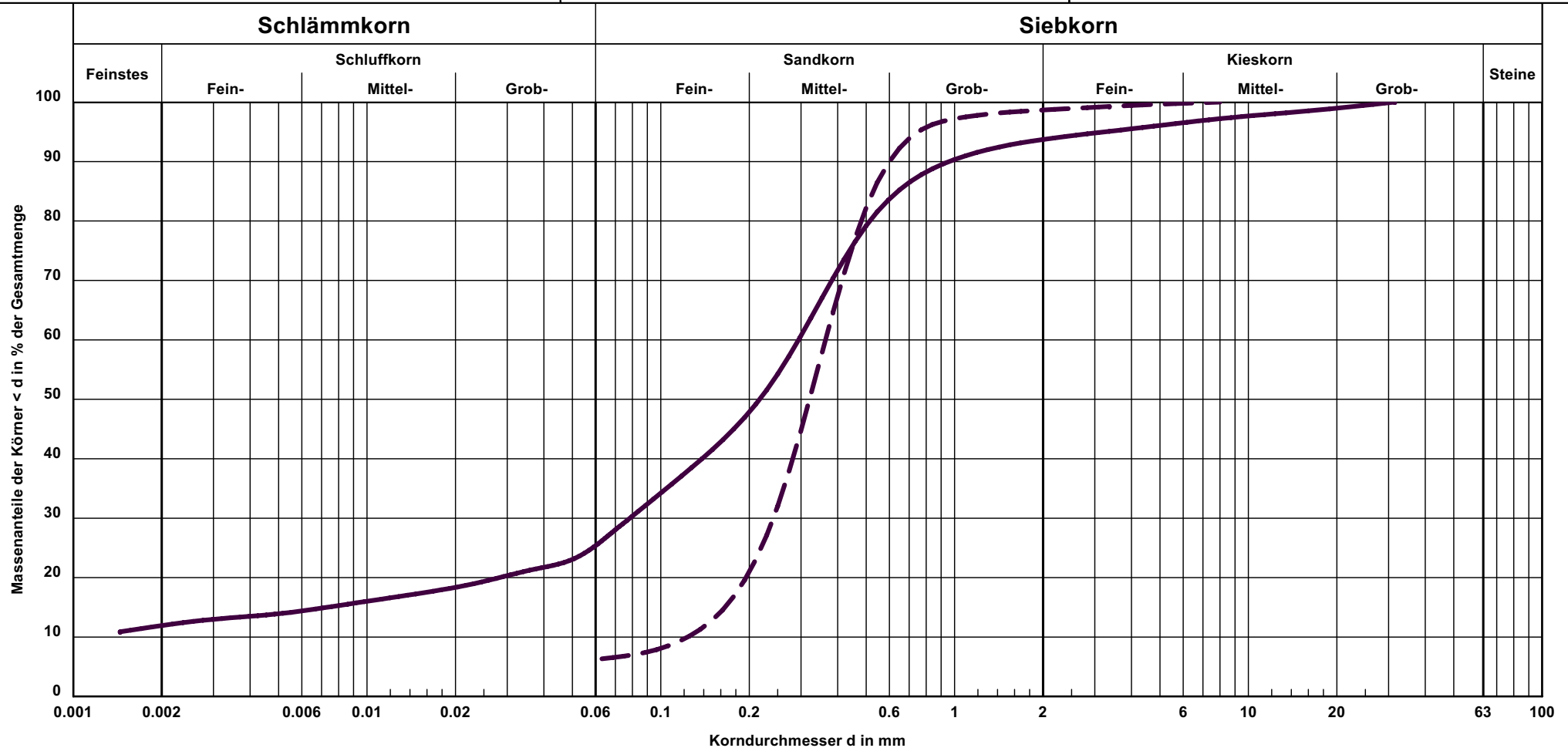
Kornverteilung nach DIN 18 123

Auftraggeber: DB ProjektBau GmbH

Regionalbereich Nord

Projekt: Erneuerung EÜ Flutbrücke Wümme

Strecke 1745, km 22,643



Kurve-Nr.	Signatur	Entnahmestelle	Tiefe in m	Bodenart	Wassergehalt in %	Bericht: 2.953/3 Anlage: 5.6
13	—	RKS 2 oben	4,00 - 5,50	S, u', t', g'	11,7	
14	- - - -	RKS 3 oben	8,20 - 10,00	S, u'	22,7	

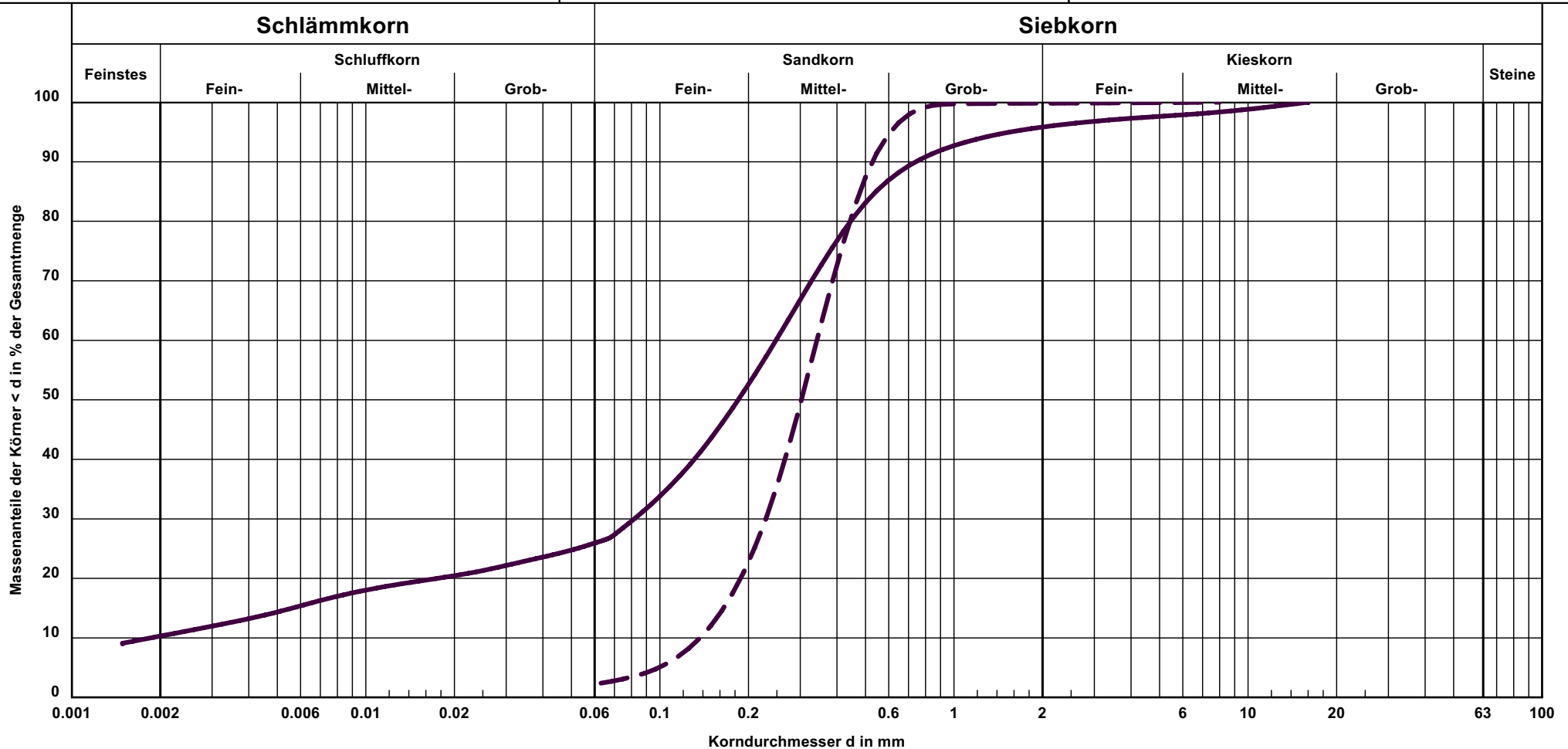
Kornverteilung nach DIN 18 123

Auftraggeber: DB ProjektBau GmbH

Regionalbereich Nord

Projekt: Erneuerung EÜ Flutbrücke Wümme

Strecke 1745, km 22,643



Kurve-Nr.	Signatur	Entnahmestelle	Tiefe in m	Bodenart	Wassergehalt in %	Bericht: 2.953/3 Anlage: 5.7
15	—	RKS 4 oben	3,00 - 4,00	S, u, t'	15,7	
16	- - -	RKS 4 oben	8,60 - 10,00	S	23,6	

IGH mbH
Auftr.Nr.: 2.953/3
Anlage: 6.1



WESSLING Laboratorien GmbH
Labor Hannover
Feodor-Lynen-Straße 23 · 30625 Hannover
Tel. +49 (0) 511 54700-0 · Fax +49 (0) 511 54700-30
labor.hannover@wessling.de

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

IGH
Ingenieurgesellschaft Grundbauinstitut mbH
Frau Jantze
Volgersweg 58
30175 Hannover

Ansprechpartner: Dr. Joachim Kintrup
Durchwahl: (0511) 54 700-22
E-Mail: Joachim.Kintrup@wessling.de

2.953/3 EÜ Strecke 1745, km 22,643 - Untersuchung von Grundwasser auf Beton - und Stahlaggressivität

Prüfbericht Nr.	UHA11-05965-1	Auftrag Nr.	UHA-03974-11	Datum	09.09.2011
Probe Nr.	11-097360-01				
Eingangsdatum	01.09.2011				
Bezeichnung	2.953/3 RKS 3 (t=0,7m)				
Probenart	Grundwasser				
Probenahme durch	Auftraggeber				
Probengefäß	2*250ml 1l PE				
Anzahl Gefäße	3				
Untersuchungsbeginn	01.09.2011				
Untersuchungsende	09.09.2011				



Prüfbericht Nr. **UHA11-05965-1** Auftrag Nr. **UHA-03974-11** Datum **09.09.2011**

Wasser nach Beton/Stahlaggressivität

Probe Nr.		11-097360-01
Bezeichnung		2.953/3 RKS 3 (t=0,7m)
Aussehen	W/E	gelb
Geruch	W/E	erdig
Geruch nach Ansäuern	W/E	erdig
pH-Wert	W/E	6,8
Permanganat-Verbrauch	mg/l W/E	75
Säurekapazität, pH 4,3	mmol/l W/E	2,6
Gesamthärte	mg/l W/E	64
Härtehydrogencarbonat	mg/l W/E	73
Nichtcarbonathärte	mg/l W/E	-/-
Ammonium (NH ₄)	mg/l W/E	0,67
Sulfat (SO ₄)	mg/l W/E	25
Chlorid (Cl)	mg/l W/E	7,3
Kohlensäure (CO ₂), aggressive	mg/l W/E	19
Sulfid (S), gelöst	mg/l W/E	<0,04
Chlorid (Cl)	mol/m ³ W/E	0,206
Sulfat (SO ₄)	mol/m ³ W/E	0,260
Calcium (Ca)	mol/m ³ W/E	0,898
Redoxpotential vs. NHE	V W/E	0,408
Calcium (Ca)	mg/l W/E	36
Magnesium (Mg)	mg/l W/E	5,8

Aussehen	WES 088	Umweltanalytik Hannover
Geruch/Geschmack in Wasser	DEV B1/2 ^A	Umweltanalytik Hannover
Geruch nach Ansäuern	WES 089	Umweltanalytik Hannover
pH-Wert in Wasser	DIN 38404 C5 ^A	Umweltanalytik Hannover
Permanganat-Verbrauch in Wasser/Eluat	DIN 4030 Teil 2 ^A	Umweltanalytik Hannover
Säure- und Basekapazität in Wasser/Eluat	DIN 38409 H7 ^A	Umweltanalytik Hannover
Gesamthärte in Wasser/Eluat (mg/l)	DIN 38409 H6 ^A	Umweltanalytik Hannover
Carbonathärte in Wasser/Eluat (mg/l)	DIN 38405 D8 ^A	Umweltanalytik Hannover
Metalle/Elemente in Wasser/Eluat (ICP-OES / ICP-MS)	ISO 17294-2	Umweltanalytik Hannover
Calcium Wasser (berechnet)	EN ISO 11885 ^A	Umweltanalytik Hannover
Ammonium in Wasser/Eluat (photometrisch)	DIN 38406 E5-1 ^A	Umweltanalytik Hannover
Sulfat in Wasser/Eluat	EN ISO 10304 D19/D20 ^A	Umweltanalytik Hannover
Sulfat in Wasser (berechnet)	EN ISO 10304 D19/D20 ^A	Umweltanalytik Hannover
Chlorid in Wasser/Eluat	EN ISO 10304-1 ^A	Umweltanalytik Hannover
Chlorid in Wasser (berechnet)	EN ISO 10304-1 ^A	Umweltanalytik Hannover
Kohlensäure aggressive in Wasser/Eluat	DIN 38404 C10 ^A	Umweltanalytik Hannover
Sulfid gelöst in Wasser/Eluat	DIN 38405 D26 ^A	Umweltanalytik Hannover
Redoxpotenzial	DIN 38404 C6 ^A	Umweltanalytik Hannover
WE	Wasser/Eluat	

Prüfbericht über die Prüfung und Beurteilung von Wasser auf Betonaggressivität	Probenahme und Analyse nach DIN 4030 Teil 2
---	--

1. Allgemeine Angaben		
Auftraggeber:	IGH	Auftrags-Nr.:
Bauvorhaben:	2.953/3 EÜ Strecke 1745, km 22,64	Labor-Nr.: 11-097360-01
Art des Wassers: (z.B. Grund-, Oberflächen-, Sickerwasser)		Bezeichnung des Wassers: 2.953/3 RKS 3 (t=0,7)
Entnahmestelle: (z.B. Bohrloch, Schürfgrube, offenes Gewässer)		Entnahmetiefe: m
Temperatur des Wassers: °C	Entnahmezeit: Uhr	Entnahmedatum:
2. Erweiterte Angaben		
Fließrichtung:		Fließgeschwindigkeit: m/s
Höhe des Wasserspiegels: m		Hydrostatischer Druck: m
Beschreibung der Geländeverhältnisse am Entnahmeort: (z.B. Wohnhäuser, Industrie, Deponie, Halden, Ackerland, Wald)		
Ort, Datum		Probenehmer

3. Wasseranalyse		4. Grenzwerte zur Beurteilung nach DIN 4030 Teil 1 ¹⁾		
Parameter	Prüfergebnis	schwach angreifend	stark angreifend	sehr stark angreifend
Aussehen	gelb	-	-	-
Geruch (unveränderte Probe)	erdig	-	-	-
Geruch (angesäuerte Probe)	erdig	-	-	-
pH-Wert	6,8	6,5 bis 5,5	< 5,5 bis 4,5	< 4,5
KMnO ₄ -Verbrauch	75 mg/l	-	-	-
Härte	64	-	-	-
Härtehydrogencarbonat	73	-	-	-
Nichtcarbonathärte	-/-	-	-	-
Magnesium (Mg ²⁺)	5,8 mg/l	300 bis 1000	> 1000 bis 3000	> 3000
Ammonium (NH ₄ ⁺)	mg/l	15 bis 30	> 30 bis 60	> 60
Sulfat (SO ₄ ²⁻)	25 mg/l	200 bis 600	> 600 bis 3000	> 3000
Chlorid (Cl ⁻)	7,3 mg/l	-	-	-
CO ₂ (kalklösend)	19 mg/l	15 bis 40	> 40 bis 100	> 100
Sulfid (S ²⁻)	<0,04 mg/l	-	-	-

¹⁾ Für die Beurteilung ist der höchste Angriffsgrad maßgebend, auch wenn er nur von einem der Werte erreicht wird.
Liegen zwei oder mehr Werte im oberen Viertel eines Bereichs (bei pH im unteren Viertel), so erhöht sich der Angriffsgrad um eine Stufe (ausgenommen Meerwasser und Niederschlagswasser).

5. Beurteilung

Das untersuchte Wasser ist schwach betonangreifend.

Hannover, den 09. Sep. 2011
Ort, Datum

Dr. Joachim Kintrup
Sachbearbeiter

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

Anlage: Bewertung der Stahlaggressivität von Wässern

nach DIN 50929 Teil 3: Korrosionswahrscheinlichkeit metallischer Werkstoffe

bei äußerer Korrosionsbelastung

(Rohrleitungen und Bauteile in Böden und Wässern)

Labornummer:		11-097360-01	
Merkmal und Dimension	Einheit	Analyse	
(1) Wasserart			unlegierte Eisen
a) fließende Gewässer			N ₁ =
b) stehende Gewässer		x	-1
c) Küste von Binnenseen			M ₁ =
d) anaerobe Moor, Meeresküste			1
(2) Lage des Objektes			N ₂ =
a) Unterwasserbereich		x	0
b) Wasser-/Luftbereich			M ₂ =
c) Spritzwasserbereich			0
(3) c(Cl⁻) + 2c(SO₄²⁻)		0,726	
mit Chlorid (Cl ⁻)	mol/m ³	0,206	
mit Sulfat (SO ₄ ²⁻)	mol/m ³	0,26	N ₃ =
(4) Säurekapazität bis pH 4,3	mol/m ³	2,6	N ₄ =
(5) Ca²⁺	mol/m ³	0,898	N ₅ =
(6) pH-Wert	-	6,8	N ₆ =
(7) Objekt/Wasser-Potential U_H	V	0,408	N ₇ =
(Zur Feststellung der Fremdkathoden)			-8
Bewertungszahlsumme W ₀ =	1,00		
Bewertungszahlsumme W ₁ =	2,00		
Bewertungszahlsumme W _D =	3	Bewertungszahlsumme W _L =	3
Beurteilung:			
Die Korrosionswahrscheinlichkeit von unlegierten und niedriglegierten Stählen in Wässern ist im Unterwasserbereich			
sehr gering		bezüglich Mulden und Lochkorrosion und	
sehr gering		bezüglich der Flächenkorrosion.	
Die Korrosionswahrscheinlichkeit von unlegierten und niedriglegierten Stählen in Wässern ist an der Wasser/Luft-Grenze			
sehr gering		bezüglich Mulden und Lochkorrosion und	
sehr gering		bezüglich der Flächenkorrosion.	
Die Güte der Deckschichten auf feuerverzinkten Stählen ist		sehr gut.	
Bemerkung:			
Bewertung für stehendes Gewässer		WESSLING Laboratorien GmbH,	
im Unterwasserbereich		Feodor-Lynen-Str. 23, 30625	
Hannover, den 09. Sep. 2011		Hannover	
Dr. Joachim Kintrup			
Sachbearbeiter			