

**Erschließung des projektierten Baugebietes
Kapellenweg II
(Bereich nördlich Kapellenweg)
48249 Dülmen**

**-- Bewertung der Versickerungsfähigkeit und
Baugrundgutachten zur Erschließung --**

Auftraggeber: Stadt Dülmen
Abwasserwerk
Overbergplatz 3
48249 Dülmen

Bearbeitungsnummer: P-100104-02

Gutachter: Dipl.-Geol. Gregor Peletz

Datum: 10.11.2011

GeoConsult Dülmen



(Dipl.-Geol. G. Peletz)

Dieses Gutachten besteht aus 20 Seiten und 4 Anlagen

Zusammenfassung

Gegenstand des vorliegenden Baugrundgutachtens ist die Erkundung und Bewertung der Versickerungsfähigkeit des Untergrundes im nordöstlichen Bereich des geplanten Erschließungsgebietes am Kapellenweg in Dülmen sowie geotechnische Aussagen hinsichtlich der erforderlichen Erschließungsmaßnahmen. .

Der **Untergrund** im Untersuchungsbereich baut sich im Wesentlichen aus sandigen Böden (Flugdecksande und Ablagerungen der Oberkreide) auf. Diese sind örtlich schluffig bis stark schluffig ausgebildet. Grundwasser wurde bei den Bohrungen im Oktober 2011 nicht erbohrt. Die maximalen Grundwasserstände sind in einem Flurabstand von etwa 3 bis 5 m unter aktueller GOK (ca. zwischen +59 und +61 mNN) zu erwarten

Den schluffarmen bis schlufffreien Sanden kann nach Auswertung der bodenmechanischen Laborversuche eine mittlere Durchlässigkeit von $5 \cdot 10^{-5}$ m/s zugewiesen werden.

Eine **Versickerung** des Niederschlagswassers ist im Bereich des geplanten Erschließungsgebietes prinzipiell möglich. Der Bemessungs-k-Wert liegt bei $1,5 \cdot 10^{-5}$ m/s. Restriktionen für die Anlage von tiefreichenden Versickerungsanlagen ergeben sich lediglich in Teilbereichen durch stark schluffige Böden, die anzunehmen maximalen Grundwasserstände sind zu beachten.

Im Zuge der Erschließungsarbeiten sind die **Kanäle** im Schutze von Systemverbauten zu verlegen, die Maßgaben der DIN-EN 1610 und DIN 4124 sind zu beachten.

Für die Kanalgräben wird bei vergleichbaren Grundwasserständen wie im Oktober 2011 allenfalls eine offene Wasserhaltung notwendig, falls das ankommende Niederschlagswasser nicht im tieferen Untergrund versickert. Bei maximalen Grundwasserständen können im nordwestlichen Eckbereich des Erschließungsgebietes ggf. Wasserhaltungsmaßnahmen mittels Vakuumfilteranlagen erforderlich werden.

Die Kanalgrabensohlen werden überwiegend in den Flugdecksanden sowie den sandigen Ablagerungen der Oberkreide liegen. Das anfallende Aushubmaterial ist in erdfeuchtem Zustand zur Wiederverfüllung des Kanalgrabens generell geeignet. Die Ausführungen der ZTVA-StB 97 hinsichtlich der zu erreichenden Verdichtungsgrade sind zu beachten und einzuhalten.

Für die weitere Planung und den Bau der **Erschließungsstraßen** sind die Ausführungen der RStO-01 und ZTVE-StB 09 maßgebend. Aufgrund lokal oberflächennah anstehender F2-Böden wird ein frostsicherer Aufbau von mindestens 0,4 m erforderlich.

Ggf. kann in Teilbereichen zum Nachweis einer ausreichenden Tragfähigkeit auf dem Planum eine ergänzende Baugrundverbesserung durch Verstärkung der Frostschuttschicht um 0,2 m erforderlich werden.

Die Erschließungsarbeiten sind unter fachgutachterlicher Begleitung auszuführen. Auf die Erfordernis von Verdichtungskontrollen wird hingewiesen. Zudem werden in den nachfolgenden Planungsfortschritten ergänzende Baugrunduntersuchungen (geotechnische Hauptuntersuchungen im Sinne der DIN 4020) erforderlich.



Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung.....	2
Inhaltsverzeichnis.....	4
Anlagenverzeichnis	4
1 Veranlassung	5
2 Verwendete Unterlagen	6
3 Beschreibung der örtlichen Situation und der Baumaßnahme	7
4 Baugrunduntersuchungen.....	8
4.1 Untersuchungsprogramm	8
4.2 Untergrundaufbau	9
4.3 Bodenmechanische Laborversuche.....	11
5 Bodenkennwerte und Bodenklassifizierung	12
6 Bewertung der Versickerungsfähigkeit	13
7 Geotechnische Hinweise für die Erschließungsmaßnahmen	16
7.1 Ausführung der Kanalbauarbeiten	16
7.2 Ausführung der Erschließungsstraßen	18
7.3 Fachtechnische Baubegleitung.....	19
8 Hinweise zu weiteren Untersuchungsschritten	20

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Lageplan mit Ansatzpunkten der Erkundungsbohrungen, M 1: 500
Anlage 2	Schichtenprofile der Rammkernsondierbohrungen RKS 5.1 bis RKS 6.6, M 1:25
Anlage 3	Bodenmechanische Laborversuche – Körnungslinien nach DIN 18123
Anlage 4	Grafische Darstellung der Vordimensionierung von Versickerungsanlagen

1 **Veranlassung**

Zurzeit laufen bei der Stadt Dülmen Planungen für die Erschließung eines Baugebietes am Kapellenweg in Dülmen. Dabei war in einem ersten Schritt der Bereich westlich des St.-Barbara-Hauses zwischen Kapellenweg und Lüdinghauser Straße betrachtet worden. Diese Untersuchungen sollen in einem weiteren Schritt auf den Bereich nördlich des Kapellenweges sowie nördlich und südlich des St.-Barbara-Hauses ausgeweitet werden.

GeoConsult Dülmen wurde seitens des Abwasserwerkes der Stadt Dülmen auf der Basis des Angebotes vom 16.08.2011 mit Datum vom 12.10.2011 beauftragt, orientierende Untersuchungen zur Versickerungsfähigkeit des Untergrundes in den fraglichen Bereichen durchzuführen und ein entsprechendes Gutachten zur Bewertung der Versickerungsfähigkeit auszuarbeiten. Darüber hinaus sollen geotechnische Aussagen zur Durchführung der Erschließungsarbeiten getroffen werden.

Gegenstand des hier vorliegenden Gutachtens ist die Darstellung der Untergrundverhältnisse und der Versickerungsfähigkeit aufgrund von Feld- und Laboruntersuchungen sowie Erfahrungswerten aus benachbarten Baumaßnahmen. Hieraus wird die Bewertung der Versickerungsfähigkeit und falls möglich eine Vordimensionierung der Versickerungsanlagen vorgenommen.

Darüber hinaus werden Aussagen zur Ausführung der Kanalbauarbeiten sowie dem Bau der Erschließungsstraßen getroffen.

Grundlage des zu erarbeitenden Baugrundgutachtens bilden die vom AG zur Verfügung gestellten Unterlagen sowie die Ergebnisse der im Rahmen der Baugrunduntersuchungen von der angelegten Baugrundaufschlüsse und ergänzenden Feld- und Laboruntersuchungen.

Die erforderlichen Erkundungsarbeiten zur Bewertung der Versickerungsfähigkeit und zur Erkundung der Baugrundsituation wurden im Oktober und November 2011 durchgeführt.

2 Verwendete Unterlagen

- [1] Vermessungsbüro P. Briewig, Dülmen: Lageplan Maßstab 1:500, Stand 08.11.2011
- [2] Stadt Dülmen – Abwasserwerk –: Entwurf eines Bebauungsplanes im Bereich Kapellenweg; Maßstab 1:1.000, Stand August 2011
- [3] Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen, Krefeld: Geologische Karte von Nordrhein-Westfalen 1:100.000, Blatt C4306 Recklinghausen, mit Erläuterungen. – 2. Auflage, 1987
- [4] Landesvermessungsamt Nordrhein-Westfalen, Essen: Karte der Grundwassergleichen in Nordrhein-Westfalen, Stand April 1988, Blatt L4108 Coesfeld. – Essen, 1995
- [5] Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.: DWA-Arbeitsblatt A138 Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, Stand April 2005
- [6] Deutscher Wetterdienst: KOSTRA – Starkniederschlagshöhen für Deutschland. – Offenbach am Main, 1997
- [7] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV), Köln: Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen, Ausgabe 2001 (RStO-01)
- [8] Verwendete Normen und technische Vorschriften:
 - DIN 1054 Zulässige Belastungen des Baugrundes
 - DIN 1055 Lastannahmen für Bauten; Bodenkenngrößen
 - DIN-EN 1610 Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen
 - DIN 4019/1 Baugrund: Setzungsberechnung bei lotrechter mittiger Belastung
 - DIN 4124 Baugruben und Gräben; Böschungen, Arbeitsraumbreiten, Verbau
 - DIN 18130 Baugrund, Untersuchung von Bodenproben: Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwertes, Teil 1: Laborversuche
 - DIN 18196 Erd- und Grundbau: Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke
 - DIN 18300 Erdarbeiten

Hinweise und Empfehlungen stützen sich auf die einschlägigen DIN-Normen sowie Zusätzlichen Technischen Vertragsvereinbarungen und Richtlinien für den Erd- und Straßenbau.

3 Beschreibung der örtlichen Situation und der Baumaßnahme

Bei dem im zweiten Untersuchungsschritt zu untersuchenden Areal für das geplante Bebauungsgebiet handelt es sich um die Fläche nördlich des Kapellenweges zwischen dem Bendix'schen Privatgelände im Westen und dem Areal des Kinderwohnheims im Norden und Osten und wird im Süden vom Kapellenweg selbst begrenzt.

Die maximalen Abmessungen betragen rund 105 m in West-Ost-Richtung und rund 80 m in Nord-Süd-Richtung. Das gesamte Areal umfasst eine Fläche von etwa 7.500 m². Hinzu kommen zwei Untersuchungspunkte nördlich und südlich des St.-Barbara-Hauses.

Das Gelände fällt nach den Ergebnissen der Vermessungsarbeiten [1] insgesamt von Süden nach Norden bzw. Nordwesten ab, die ermittelten Geländeoberkanten (GOK) liegen zwischen +65,79 mNN (Bohrung RKS 5.2 südlich des St.-Barbara-Hauses) und +62,64 mNN (Bohrung RKS 6.2, Nordostecke des Untersuchungsbereiches; vgl. hierzu auch Anlage 1). Insgesamt liegt somit eine Höhendifferenz in einer Größenordnung von mehr als 3 m vor.

Das zu untersuchende Areal besteht nördlich des Kapellenweges überwiegend aus Wiesenflächen die zurzeit als Pferdekoppeln genutzt werden. Ein kleiner Teilbereich (Umfeld Bohrung RKS 6.6) unterliegt aktuell der Nutzung durch das Kinderwohnheim. Die Bereiche rings um das St.-Barbara-Haus sind als Grundflächen angelegt.

Nach einem ersten Entwurf einer möglichen Bebauung [2] soll der Bereich nördlich des Kapellenweges durch eine U-förmige Anliegerstraße erschlossen werden, vorgesehen ist hier demnach die Errichtung von sieben Einfamilien- und fünf Doppelhäusern. Detaillierte Angaben zur geplanten Erschließung (Straßengradienten, Kanaltrassenverlauf, Tiefenlage der Kanalsohlen o.ä.) liegen zum aktuellen Zeitpunkt der Gutachtenserstellung noch nicht vor.

4 Baugrunduntersuchungen

4.1 Untersuchungsprogramm

Zur Erkundung des Untergrundes und zur Abschätzung der Versickerungsfähigkeit wurden am 26.10.2011 durch die Firma Gregor Kiczmer & Söhne GmbH, Recklinghausen, entsprechend der Vorgaben des Abwasserwerkes der Stadt Dülmen acht Rammkernsondierbohrungen (RKS 5.1 bis RKS 6.6) bis in eine maximale Tiefe von 4 m unter aktueller Geländeoberkante (GOK) niedergebracht. Die Abstände zwischen den einzelnen Bohransatzpunkten betragen im Mittel etwa 50 m.

Die Bohransatzpunkte wurden vorab durch das Vermessungsbüro P. Briewig, Dülmen, nach den Vorgaben der Stadt Dülmen im Gelände ausgepflockt sowie nach Lage und Höhe eingemessen [1]. Im beigefügten Lageplan (vgl. Anlage 1) sind die Koordinaten sowie Ansatzhöhen der Bohrungen aufgeführt.

Die Bohrprofile der niedergebrachten Rammkernsondierbohrungen können der beigefügten Anlage 2 entnommen werden.

Aus den Rammkernsondierbohrungen wurden in regelmäßigen sowie jeweils bei Schichtenwechseln insgesamt 23 gestörte Bodenproben für die ingenieurgeologische und organoleptische Ansprache entnommen. Hieraus wurden exemplarisch acht repräsentative Bodenproben aus unterschiedlichen Tiefenlagen ausgewählt, an denen mittels Nasssiebung gemäß DIN 18123 die Korngrößenverteilungen bestimmt wurden. Die Sieblinien sind in der Anlage 3 grafisch dokumentiert.

Die bei den Laborversuchen nicht verbrauchten Bodenproben werden bis drei Monate nach Abgabe der hier vorliegenden Stellungnahme aufbewahrt und dann, falls vom Auftraggeber nicht anders bestimmt, verworfen.

4.2 Untergrundaufbau

Nach Auswertung der angelegten Bodenaufschlüsse (vgl. hierzu die Bohrprofile in der Anlage 2) lässt sich für die untersuchten Bereiche des Grundstückes folgender **Schichtenaufbau** erkennen und folgendes Baugrundmodell entwickeln:

bis 0,2/0,7 m unter GOK Humoser Oberboden,
zumeist mit sandigem Mineralboden versetzt örtlich anthropogen angeschüttet bzw. umgelagert (RKS 5.1, 5.2, 6.4 und 6.5), erdfeucht.

bis 0,6/2,0 m unter GOK (RKS 5.1 und 5.2) Anthropogene Auffüllung,
Die Anschüttungsböden bestehen aus mineralischem Substrat (Sand, Schluff, schwach kiesig bis kiesig), schwach humos bis humos, versetzt mit geringen Anteilen an technogenen Substraten (Ziegelbruch) in Kieskorngfraktion, erdfeucht.

bis 0,8/2,3 m unter GOK Flugdecksande,
ausgebildet als Fein- und Mittelsande, lokal schwach schluffig bis schluffig, erdfeucht.
Im Teilbereichen des Untersuchungsareals (Bohrungen RKS 5.2 und RKS 6.2) sind die Flugdecksande bindig ausgebildet und sind hier bodenmechanisch anzusprechen als Schluff, stark sandig, mit steifer Konsistenz anzusprechen.

bis zur max. Aufschlusstiefe von 4,0 m unter GOK Dülmener Sandmergel nach [2],
ausgebildet als Fein- und Mittelsande, örtlich schwach schluffig, teilweise schwach kiesig bis kiesig, erdfeucht, lokal feucht.
In den Dülmener Sandmergeln sind erfahrungsgemäß vereinzelt Kalksandsteinbänke enthalten. Diese wurden mutmaßlich in der Bohrung RKS 6.3 in einer Tiefenlage von 3,7 m unter aktueller GOK (entspricht ca. +60,4 mNN) erbohrt. Diese weisen oftmals nur eine geringe vertikale und horizontale Erstreckung auf.

Die Bohrungen wurden beim Erreichen der angestrebten Endteufe von 4,0 m bzw. beim Eintreten der Geräteauslastung in einer Tiefe von 3,7 m unter GOK (RKS 6.3) unter aktueller GOK eingestellt.

In der nachfolgenden Tabelle 1 werden die Kennwerte der Bohrungen sowie der generelle Untergrundaufbau tabellarisch aufgeführt.

Tabelle 1: Tabellarische Übersicht über den Schichtenaufbau

Punkt	Höhe [+ mNN]	Schichtfolge			Bodenschicht
		UK Mu / A	UK FDS	Endteufe	
		[m unter GOK]			
RKS 5.1	65,34	1,6	n.v.	4,0	Dülmener Sandmergel
RKS 5.2	65,79	1,2	1,9	4,0	Dülmener Sandmergel
RKS 6.1	63,63	0,3	0,8	4,0	Dülmener Sandmergel
RKS 6.2	62,64	0,4	2,3	4,0	Dülmener Sandmergel
RKS 6.3	64,10	0,45	1,2	3,7	Dülmener Sandmergel
RKS 6.4	63,37	0,4	1,3	4,0	Dülmener Sandmergel
RKS 6.5	64,17	0,7	n.v.	4,0	Dülmener Sandmergel
RKS 6.6	64,14	0,3	2,2	4,0	Dülmener Sandmergel

Hinweise: Mu = humoser Oberboden; A = Anschüttung; FDS = Flugdecksande
 n.v. = Schichteinheit nicht vorhanden

Im Zuge der Baugrunduntersuchungen im Oktober 2011 wurde in den niedergebrachten Bohrungen kein **Grundwasser** angetroffen, die Böden wurden durchweg als erdfeucht angesprochen.

Im Zuge von Baugrunduntersuchungen durch GeoConsult Dülmen im Bereich westlich des hier zu untersuchenden Areals wurden zu Beginn des Jahres 2010 Grundwasserstände zwischen +57 mNN und +58 mNN festgestellt. In der Karte der Grundwassergleichen in Nordrhein-Westfalen [4] werden für April 1988 – zu einem Zeitpunkt landesweit sehr hoher Grundwasserstände – für den Untersuchungsbereich Wasserstände zwischen +61 mNN im Bereich der östlichen Grenze und +59 mNN im Bereich der westlichen Grenze des Untersuchungsgebietes ausgewiesen. Diese Wasserstände können als maximale Grundwasserstände in Ansatz gebracht werden.

Daraus resultieren bei maximalem Grundwasserstand mittlere Flurabstände von etwa 3 m. Die Grundwasserfließrichtung ist nach Westen bzw. Nordwesten zum Wettebach als lokaler Vorfluter gerichtet. Dieser verläuft etwa 60 m vom nordwestlichen Eckbereich des Untersuchungsgebietes entfernt.

Nach Starkregenereignissen kann nicht ausgeschlossen werden, dass es lokal oberflächennah zum Auftreten aufgestauten Sickerwasser über schluffigen Partien kommt.

4.3 Bodenmechanische Laborversuche

Zur Bestimmung der Körnungslinien der Schichten wurden an acht Bodenproben die Korngrößenverteilungen gemäß DIN 18123 mittels Nasssiebungen ermittelt. Die Körnungslinien sind in Anlage 3 dokumentiert und in der nachfolgenden Tabelle 2 anhand der quantitativen Zuordnung zu den einzelnen Korngruppen zusammengefasst wiedergegeben.

Tabelle 2: Korngrößenverteilung der untersuchten Bodenproben

Probe	Tiefenlage [m u. GOK]	Schichteinheit	Kornanteile in (Gew. %)				Bodenart gemäß DIN 4022	Durchlässig- keitsbeiwert k _f [m/s]
			T	U	S	G		
RKS 5.1/4	1,6 – 3,2	Kreidesand	5,2	73,9	20,8	S,g,u'	1 · 10 ⁻⁴	
RKS 5.2/5	2,8 – 4,0	Kreidesand	6,0	94,0	-	fS, ms,u'	8 · 10 ⁻⁵	
RKS 6.1/2	0,8 – 2,0	Flugdecksand	8,4	91,6	-	fS, ms,u'	6 · 10 ⁻⁵	
RKS 6.2/2	0,3 – 1,3	Flugdecksand	8,4	91,3	0,3	fS-mS,u'	5 · 10 ⁻⁵	
RKS 6.2/4	2,3 – 4,0	Schluff, schluffiger Sand	47,5	49,8	2,7	S,u*	1 · 10 ⁻⁶ ^{*)}	
RKS 6.3/4	2,1 – 3,2	Kreidesand	4,8	94,6	0,6	fS,ms,u'	1 · 10 ⁻⁴	
RKS 6.4/3	1,3 – 2,2	Kreidesand	6,8	66,9	26,4	S,g,u'	8 · 10 ⁻⁵	
RKS 6.5/5	2,6 – 4,0	Kreidesand	6,2	93,8	-	fS,ms,u'	8 · 10 ⁻⁵	

Hinweis: *) = nicht zu berechnen, daher abgeschätzt

Sowohl das Bodenmaterial der Flugdecksande als auch der kreidezeitlichen Sandablagerungen weist nach Auswertung der Laborversuche eine gute Durchlässigkeit (im Mittel k_f = 8 · 10⁻⁵ m/s) auf und ist gemäß DIN 18130 als wasserdurchlässig einzustufen.

5 Bodenkennwerte und Bodenklassifizierung

Ausgehend von den Ergebnissen der zuvor dokumentierten Felduntersuchungen sowie den Angaben aus [8] lassen sich die Bodenkennwerte der in den bautechnisch relevanten Untergrundbereichen angetroffenen Schichten unter Berücksichtigung von Erfahrungswerten aus vergleichbaren Bauvorhaben und Untergrundverhältnissen orientierend abschätzen.

Die orientierenden Bodenkennwerte sind in der nachfolgenden Tabelle 3 aufgeführt. Mit enthalten ist die Klassifikation der anstehenden Böden nach DIN 18196 und DIN 18300.

Tabelle 3: Bodenkennwerte und Klassifikation der Baugrundsichten

Kennwert	Anschüttung	Flugdecksand	Schluff	Kreidesand
Wichte feuchter Boden γ [kN/m ³]	18,0	18,5	19,0	19,0
Wichte unter Auftrieb γ' [kN/m ³]	10,0	10,5	9,0	11,0
Reibungswinkel φ' [°]	27,5	30,0	27,5	32,5 – 35,0
Kohäsion c' [kN/m ²]	0	0 – 2	5 – 15	0
Steifemodul E_s [MN/m ²]	10 – 20	15 – 25	5 – 15	40 – 80
Durchlässigkeitsbeiwert k_f [m/s]	$10^{-5} - 10^{-4}$	$\leq 10^{-4}$	$\leq 10^{-6}$	$\leq 10^{-4}$
Bodengruppen gemäß DIN 18196	[OH / SU / SU*]	SE / SU / SU*	UL / UM	SE / SW / SU / SU*
Bodenklassen gemäß DIN 18300	1 / 3 – 4	3 – 4	4 ¹⁾	3 / 4 ²⁾
Verdichtbarkeitsklassen nach ZTVA	V1 – V2	V1 – V2	V3	V1 – V2
Frostempfindlichkeitsklasse nach ZTVE	F1 – F2	F1 – F3	F3	F1 – F2

Hinweise: ¹⁾ = bei Aufweichen auch Bodenklasse 2 möglich!
²⁾ = bei Kalksandsteinbänken Klasse 6 – 7 möglich!

6 Bewertung der Versickerungsfähigkeit

Nach Auswertung der durchgeführten Feld- und Laboruntersuchungen lassen die die Ergebnisse hinsichtlich der **Bewertung der Versickerungsfähigkeit** im Bereich des geplanten Erschließungsgebietes wie folgt zusammenfassen:

- Die im Untergrund anstehenden Böden bauen sich im Wesentlichen aus Flugdecksanden und kreidezeitlichen Sanden auf. Dabei weisen die Flugdecksande zwar überwiegend eine schwach schluffige Korngrößenzusammensetzung an, lokal sind jedoch auch schluffige bis stark schluffige Partien vorhanden. Lokal sind anthropogene Anschüttungen bis in eine maximale Tiefe von etwa 1,5 m vorhanden.
- Generell ist eine gute Versickerungsfähigkeit der im Untergrund anstehenden Lockergesteinsböden festzuhalten. Restriktionen hinsichtlich der Ausführung von Versickerungsanlagen ergeben sich lediglich in den Bereichen, in denen oberflächennah schluffige oder stark humose Böden bzw. anthropogene Anschüttungen anstehen. Darüber hinaus ist bei Ausführung tieferreichender Versickerungsanlagen der maximal anzusetzende Grundwasserstand von etwa 3 m unter aktueller GOK zu berücksichtigen (vgl. hierzu Tabelle 4 auf der nachfolgenden Seite).
- Prinzipiell problematisch wird die Versickerung in größerer Tiefe ab (ab ca. 1,8 m unter GOK) im Umfeld der Bohrung RKS 6.2 gesehen, da hier ab diesem Tiefenniveau geringer durchlässige Schluff und stark schluffige Sande anstehen.
- Die anhand von bodenmechanischen Laborversuchen ermittelten Durchlässigkeiten für die anstehenden Bodenschichten bewegen sich in Größenordnungen zwischen $1 \cdot 10^{-6}$ m/s und $1 \cdot 10^{-4}$ m/s, der über alles gemittelte Durchlässigkeitsbeiwert liegt bei $8 \cdot 10^{-5}$ m/s. Unter Ansatz eines Korrekturfaktors von 0,2 für Sieblinienauswertungen entsprechend der Vorgaben des DWA-Arbeitsblattes A 138 [5] liegt der für eine Bemessung von Versickerungsanlagen anzusetzende Durchlässigkeitsbeiwert in den Flugdecksanden bei etwa $1,5 \cdot 10^{-5}$ m/s.

Tabelle 4: Bewertung der Versickerungsfähigkeit

Bereich	Ermittelter k-Wert	Tiefe	Versickerung möglich ab	Restriktionen
RKS 5.1	$1 \cdot 10^{-4}$	1,6 – 3,2	1,6 m	Oberflächennah Anschüttung; $GW_{max} \approx 5$ m unter GOK
RKS 5.2	$8 \cdot 10^{-5}$	2,8 – 4,0	1,9 m	Oberflächennah Anschüttung; $GW_{max} \approx 5$ m unter GOK
RKS 6.1	$6 \cdot 10^{-5}$	0,8 – 2,0	GOK	$GW_{max} \approx 3$ m unter GOK
RKS 6.2	$5 \cdot 10^{-5}$ $\leq 1 \cdot 10^{-6}$	0,3 – 1,3 2,3 – 4,0	GOK	Schlufflage ab 1,8 m; $GW_{max} \approx 3$ m unter GOK
RKS 6.3	$1 \cdot 10^{-4}$	2,1 – 3,2	GOK	$GW_{max} \approx 4$ m unter GOK
RKS 6.4	$8 \cdot 10^{-5}$	1,3 – 2,2	GOK	$GW_{max} \approx 3$ m unter GOK
RKS 6.5	$8 \cdot 10^{-5}$	2,6 – 4,0	GOK	$GW_{max} \approx 3$ m unter GOK
RKS 6.6	--	--	GOK	$GW_{max} \approx 3$ m unter GOK

Auf der Basis der vorliegenden Ergebnisse der orientierenden Baugrunduntersuchungen wird eine **Vordimensionierung von Versickerungsanlagen** vorgenommen. Dabei werde zum einen Versickerungsmulden, zum anderen Rigolensysteme mit Kiesfüllung und Kunststoffstickerboxen bewertet. Hierbei werden folgende Randparameter angenommen:

- Zu entwässernde Dachfläche exemplarisch ca. 150 m² mit einem Abflussbeiwert 1,0
- Mittlerer Bemessungswert der Durchlässigkeit des Untergrundes $k = 1 \cdot 10^{-5}$ m/s
- **Versickerungsmulde** mit einer Fläche von 25 m²
- **Rigole** mit nutzbarer Höhe 1,0 m / Breite 1,0 bzw. 2,0 m
 - Kunststoffstickerboxen mit einem Speicherkoeffizient von 95 % (z.B. entsprechend System WAVIN / ELWAbloc o.ä.)
 - Alternativ Kiesfüllung mit einem Speicherkoeffizient 35 %
- Regendaten nach KOSTRA-Regenatlas [6] für Dülmen

In der Anlage 4 sind die grafischen Auswertungen der Vordimensionierung der Versickerungsanlagen dargestellt. In der nachfolgenden Tabelle 5 (siehe folgende Seite) werden die Ergebnisse der Vordimensionierung aufgelistet.

Tabelle 5: Übersichtliche Vordimensionierung von Versickerungsanlagen

Versickerungs- typ	Regenspende l/(sec · ha)	Regendauer [min]	Erf. Speichervo- lumen [m³]	Erf. Länge / Tiefe [m]
Mulde	24,7	240	5,31	0,21 m (aufge- rundet 0,25 m)
Kunststoffrigole, b= 1 m	11,2	720	6,18	6,51 m (aufge- rundet 7 m)
Kunststoffrigole, b= 2 m	11,2	720	6,49	3,42 m (aufge- rundet 4 m)
Kiesrigole, b = 1 m	24,7	240	4,67	13,35 m (aufge- rundet 14 m)
Kiesrigole, b = 2 m	18,5	360	4,92	7,02 m (aufge- rundet 7,5 m)

Hinsichtlich der weiteren Planung und der Ausführung von Versickerungsanlagen können an dieser Stelle folgende orientierende Aussagen getroffen werden:

- Die Versickerungsanlagen sind im Einzelnen bauwerksbezogen zu Dimensionieren.
- In den Bereichen, in denen oberflächennah gering durchlässige, stark schluffige Böden anstehen, ist eine Versickerung über Rigolen auszuführen.
- Entsprechend des Runderlasses vom 18.05.1998 zur Niederschlagswasserbeseitigung gemäß § 51a Landeswassergesetz NW ist zur Vermeidung von Vernässungsschäden ein Mindestabstand von 2,0 m zur jeweiligen Grundstücksgrenze einzuhalten.
- Die Versickerungsanlagen sollten bei vorgesehenen Unterkellerungen als Entfernung zum Neubau mindestens die 1,5-fache Baugrubentiefe des Kellergeschosses einhalten. Daraus resultiert ein Mindestabstand zwischen Rigole und unterkellertem Gebäude von rund 4,5 m.

7 Geotechnische Hinweise für die Erschließungsmaßnahmen

7.1 Ausführung der Kanalbauarbeiten

Zurzeit liegen GeoConsult Dülmen keinerlei Planungsunterlagen hinsichtlich Verlauf und Tiefenlage von geplanten Kanälen vor. Generell wird für die Verlegung der Abwasserkanäle sowie für die Herstellung der Kanalschächte ein **Baugrubenverbau** erforderlich werden, da ansonsten Baugrubenböschungen unter einem Winkel von $\beta = 45^\circ$ angelegt werden müssten. Hier wird ein Systemverbau empfohlen, die Mindestgrabenbreiten nach DIN 1610 sind zu beachten und einzuhalten.

Die **Kanalsohlen** werden voraussichtlich durchweg innerhalb der sandigen Lockergesteinsböden liegen. Es wird daher empfohlen eine Kiesel- und Sandbettung in einer Stärke von 0,1 bis 0,2 m vorzusehen und einzubauen. In Bereichen, in denen ggf. Kalksandsteinbänke im Bereich des Rohraufbauers vorhanden sind, sind diese zu entfernen und durch das Material der Bettungsschicht zu ersetzen.

Aufgrund des tiefliegenden Grundwasserstandes sind **Wasserhaltungsmaßnahmen** im Zuge der Bautätigkeiten ggf. als offene Wasserhaltung in der Grabensohle auszuführen, falls das ankommende Niederschlags- und Schichtenwasser nicht im tieferen Untergrund versickert. Die erforderlichen Gerätschaften sind bauzeitlich auf der Baustelle vorzuhalten.

Es wird empfohlen, die Baumaßnahmen zu Zeiten niedriger Grundwasserstände im Spätsommer / Frühherbst (September / Oktober / November) durchzuführen, da zu dieser Zeit erfahrungsgemäß in der Natur die niedrigsten Grundwasserstände vorhanden sind. Darüber hinaus sollten die Grundwasserstände zum Zeitpunkt der Baumaßnahme durch vorlaufende Baggererschürfen bzw. Bohrarbeiten ermittelt werden, um die erforderlichen Wasserhaltungsmaßnahmen endgültig festzulegen.

Der im Zuge der Bautätigkeiten anfallende **Aushubboden** besteht größtenteils aus sandigen Böden bzw. dem Material der anthropogenen Anschüttung. In Verbindung mit den aus den Erkundungsergebnissen abgeleiteten Bodenklassen gem. DIN 18300 sind bis zur Kanalsole Aushubmassen in der Bodenklasse 3, untergeordnet 4 anzutreffen. Sollten in Teilbereichen Kalksandsteinbänke in der Kanalsole anstehen, so sind diese in die Bodenklasse 6 einzuordnen.

Nicht verdichtungsfähige, aufgefüllte und humose Böden sowie ggf. auftretende Kalksandsteinbänke sind abzufahren.

Zur **Wiederverfüllung der Kanalgräben** und Schachtbaugruben sind die anfallenden Sandböden unter geotechnischen Gesichtspunkten in erdfeuchtem Zustand zur Wiederverfüllung geeignet.

Ist der Aushubboden zu nass bzw. liegen entsprechend ungünstige Witterungsbedingungen für den Einbau vor, sind alternativ zum Aushubboden Füllsande, Grubenkiese oder Kiessande mit maximal bindigen Bestandteilen bis 7 % einzubauen und zu verdichten.

Der Wiedereinbau hat lagenweise (Lagenstärke maximal 0,3 m) unter Verdichtung zu erfolgen. Bei Wiederverwendung sind Schluffe in engen Wassergehaltsgrenzen und in erdfeuchtem Zustand wiedereinzubauen und möglichst statisch zu verdichten (Schafffußwalze o.ä.). Dies gilt sinngemäß auch für stark schluffige Sande und Kiese. Im Bereich der Fahrbahnen sind die wiedereinzubauenden Materialien entsprechend der Ausführungen der ZTVE-StB 09 in Abhängigkeit von der Verdichtbarkeitsklasse nach ZTVA-StB 97 auf mindestens 97 % bis 100 % Proctordichte zu verdichten.

Das Aushubmaterial ist nach ZTVE-StB 09 in die Frostepfindlichkeitsklassen F1 bis F2, bei höherem Feinkornanteil in die Klasse F3 einzustufen und kann daher lediglich in Bereichen unterhalb der Frostschuttschicht wiedereingebaut werden. In den Bereichen, in denen ein frostsicherer Unterbau erforderlich ist, z.B. Fahrbahnen, Gehwege, Parkplatzflächen, ist der Aushubboden in Abhängigkeit von der zur Ausführung kommenden Bauklasse nach RStO-01 nur bis ca. 0,5 m unter zukünftiger SOK (vgl. Kapitel 7.2) einzubauen und entsprechend zu verdichten. Die Restauffüllung erfolgt mit frostsicherem Material.

Das Aushubmaterial ist im Zuge der fachtechnischen Baubegleitung auf seine Verwendung als Füllboden zu prüfen.

Sollte eine chemische Überprüfung der Wiedereinbaufähigkeit bzw. zur Klärung der Entsorgung überschüssigen Aushubmaterials erforderlich sein, so können Deklarationsanalysen entsprechend LAGA an den vorhandenen Rückstellproben zeitnah durchgeführt werden.

7.2 Ausführung der Erschließungsstraßen

Eine detaillierte Planung hinsichtlich der Ausführung der Erschließungsstraßen (Verlauf der Straßen, Lage der Gradienten, Bauklasse etc.) liegt zum gegenwärtigen Zeitpunkt der Gutachtenserstellung noch nicht vor.

Grundlage für die Dimensionierung des Straßenaufbaues sind die Vorgaben der Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen (RStO 01) [7]. Festzulegen ist neben der Bauklasse dabei die Frostempfindlichkeit des anstehenden Untergrundes sowie örtliche Besonderheiten, die eine Änderung der Oberbaudicke erfordern.

Nach der RStO-01 [7] ist der zu betrachtende Bereich der Frosteinwirkungszone I zuzuordnen. Gemäß ZTVE-StB 09 sind die nordwestlichen Bereiche des Erschließungsgebietes aufgrund des hier oberflächennah vorhandenen Grundwassers als hydrogeologisch ungünstig einzustufen.

Nach den Ergebnissen der Baugrunduntersuchungen sind im Bereich der geplanten Erschließungsstraßen im Niveau des Erdplanums schwach schluffige bis (örtlich) stark schluffige Sande zu erwarten. Die Böden im Niveau des Planums sind als nicht frostempfindlich (Frostempfindlichkeitsklasse F1) bis gering bis mittel frostempfindlich (Klasse F2) anzusehen.

Zunächst wird davon ausgegangen, dass die Erschließungsstraßen entsprechend der Bauklassen V / VI (Anliegerstraße) ausgebildet werden. Aufgrund der frostsicheren Straßenaufbau beträgt nach RStO-01 [7] bei Vorhandensein von Böden der Frostempfindlichkeitsklasse F2 mindestens 0,4 m.

Für den Straßenoberbau entsprechend RStO-01 [7] ist auf dem Planum bzw. Untergrund eine Tragfähigkeit von mindestens $E_{v2} = 45 \text{ MN/m}^2$ nachzuweisen. Aus unserer Erfahrung wird auf den gleichkörnigen Sanden diese Tragfähigkeit nicht immer erreicht.

Um eine ausreichende Mindesttragfähigkeit auf dem Planum von $E_{v2} = 45 \text{ MN/m}^2$ nachweisen zu können, sind ggf. zusätzliche Baugrundverbessernde Maßnahmen erforderlich. Wir empfehlen in jedem Fall eine tiefenwirksame Nachverdichtung des freigelegten Erdplanums. Falls die erforderliche Tragfähigkeit mit einer Nachverdichtung nicht erreicht werden kann, empfehlen wir einen Bodenaustausch von mindestens 0,20 m Stärke. Ggf. sollten vorab Testfelder angelegt werden. Als Austauschmaterial sollten nichtbindige, gut verdichtbare, frostsichere Kiese und Sande (SW, GW, SI, GI) bzw. Schotter der Körnung 0/45 eingebaut werden. Alternativ kann auch die Zugabe von hydraulischen Bindemitteln („Kalkung“) erfolgen.

Die bis 1,2 m unter aktueller GOK im südwestlichen Eckbereich (Umfeld Bohrung RKS 1.3) erbohrten, stark humosen Sande weisen eine sehr geringe Tragfähigkeit auf, so dass hier ggf. weitergehende geotechnische Maßnahmen erforderlich werden. Hier ist in jedem Fall eine weitergehende Untersuchung angezeigt.

Die Frostschutzschicht ist auf D_{PR} 100 % zu verdichten. Auf der Oberkante Schottertragschicht ist nach RStO-01 [7] ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 100$ bis 120 MN/m² nachgewiesen werden.

Das einzubauende Material ist auf seine Eignung hin zu überprüfen, die Qualität der Verdichtung ist nachzuweisen.

7.3 Fachtechnische Baubegleitung

Es wird empfohlen, auch die Erschließungsarbeiten unter fachgutachterlicher Begleitung durch den Bodengutachter durchzuführen.

Im Zuge dieser fachtechnischen Baubegleitung werden nach Freilegung der Baugrubensohlen im Zuge der Überwachung der Erd- und Gründungsarbeiten Baugrubenabnahmen durch den Baugrundgutachter notwendig. Dabei werden die empfohlenen bautechnischen Maßnahmen sowie die ggf. erforderlichen Wasserhaltungsmaßnahmen sowie die Maßnahmen zur Sicherung der Bau- und Kanalgrubengruben bei Bedarf an die Örtlichkeit angepasst und endgültig festgelegt.

Die Verdichtung der Baugruben- und Kanalgrabenverfüllungen ist im Zuge der fachtechnischen Baubegleitung im Hinblick auf die Anforderungen an die Tragfähigkeitseigenschaften des Untergrundes zu kontrollieren. Die Verdichtungskontrolle erfolgt mittels der Leichten Rammsonde (DPL nach DIN 4094), bzw. von Plattendruckversuchen.

Es wird empfohlen, mindestens alle 50 m die Verdichtung der Kanalgräben zu überprüfen.

Darüber hinaus ist auch die Verdichtung des Materials für den Bau der Erschließungsstraßen mindestens auf dem Planum und der Oberkante der Schottertragschicht mittels statischer Plattendruckversuche zu überprüfen. Auch hier wird vorgeschlagen, mindestens alle 50 m Plattendruckversuche auszuführen.

8 Hinweise zu weiteren Untersuchungsschritten

Eine detaillierte Planung hinsichtlich des Verlaufs und Gradienten der Erschließungsstraße sowie Verlauf und Tiefenlage der Kanalisation liegen zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch nicht vor. Die hier durchgeführten Untersuchungen sind im Sinne der DIN 4020 lediglich als Baugrundvoruntersuchungen anzusehen. Die einzelnen Bohransatzpunkte weisen einen mittleren Abstand von etwa 50 m auf. Aus den im Oktober 2011 durchgeführten Untersuchungen lässt sich ein generelles Bild des Untergrundaufbaus ableiten und grundlegende Aussagen zur geotechnischen Ausführung der Erschließungsarbeiten sowie zur Versickerungsfähigkeit des Untergrundes treffen.

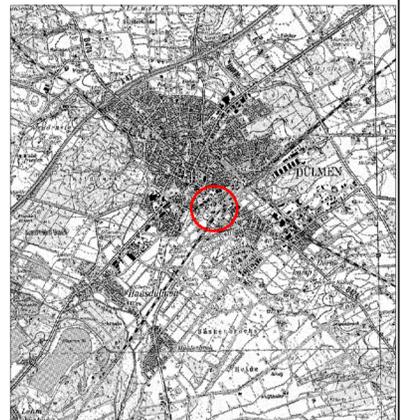
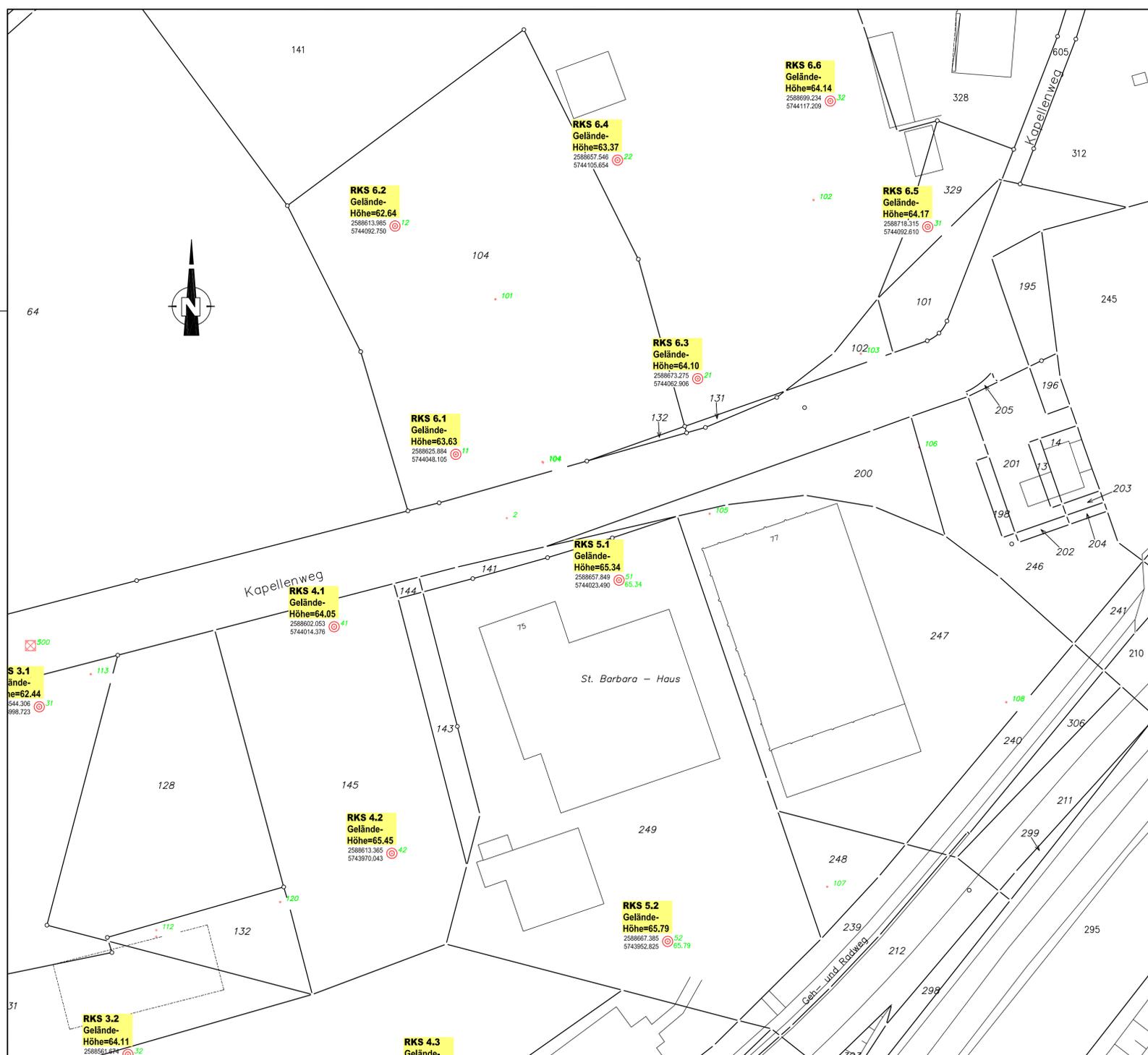
Im Zuge der weiteren Planungen sind jedoch weitere Baugrunduntersuchungen zwingend angezeigt. Hierbei wird insbesondere auf folgende Punkte hingewiesen:

- Generell sollten zur Ermittlung der Lagerungsdichten der anstehenden Bodenschichten ergänzend Rammsondierungen niedergebracht werden. Diese sollten mindestens bis 2 m unter der zukünftigen Kanalsohle ausgeführt werden.
- Für tiefliegende Kanalabschnitte (Kanalsohle > 3 m unter GOK) sollten ergänzende Baugrundaufschlüsse (Bohrtiefe ebenfalls mindestens 2 m unter Kanalsohle) angelegt werden. Gleiches gilt für tiefreichende Kanalschächte oder ggf. erforderliche Sonderbauwerke.
- Im Hinblick auf genauere Aussagen zur Versickerungsfähigkeit wird empfohlen, Feldversuche zur in-situ-Bestimmung der Durchlässigkeitsbeiwerte (open-end-tests, Versuche mit dem Doppelring-Infiltrimeter) auszuführen.

Die hier ausgeführten Baugrunduntersuchungen sind ausdrücklich nicht als geotechnische Hauptuntersuchung für eine geplante spätere Bebauung anzusehen. Hierzu werden bauwerksbezogene Baugrunduntersuchungen erforderlich, die in ihrem Umfang (Anzahl und Tiefe von Aufschlüssen) auf die jeweils geplante Bebauung abzustimmen sind.

Anlage 1 -- Lageplan

Lageplan der Aufschlusspunkte, Maßstab 1:500



Legende

⊙22 Rammkernsondierbohrung

Plangrundlage: Lageplan, erstellt vom Vermessungsbüro Brielow, Dülmen, Maßstab: 1:500, Stand 08.11.2011

GeoConsult Dülmen
Hanninghof 30, 48249 Dülmen
Fon 02594 7820670
Fax 02594 7820671
email: info@gc-duelmen.de

Projektnummer: P-100104-02

Projektziel: **Projektiertes Baugebiet Kapellenweg Dülmen**

Titel: **Lageplan der Aufschlusspunkte**

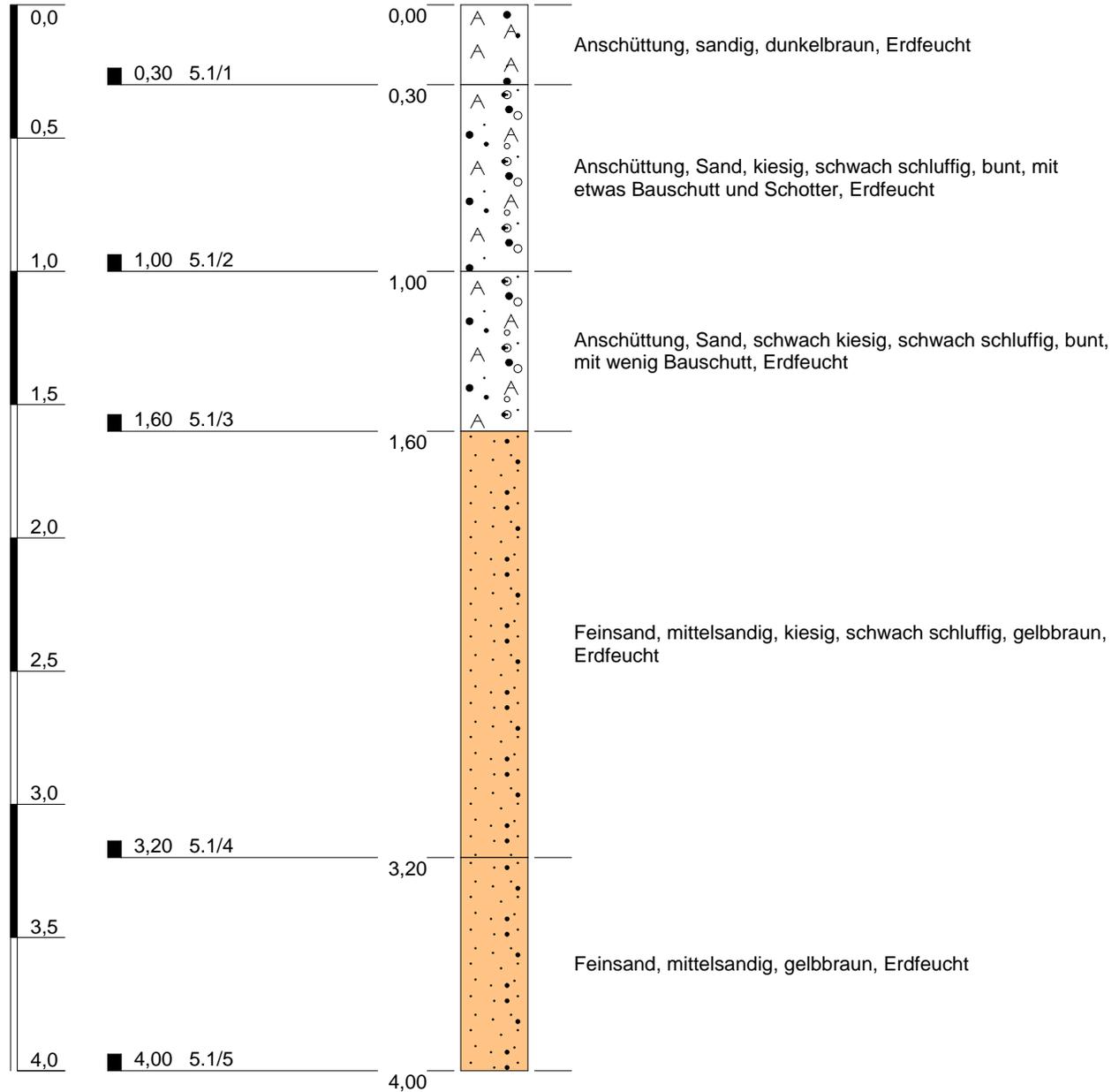
Stand:	11/11	Maßstab:	1:500
Bearbeiter:	Peletz	Anlage:	1

Anlage 2 -- Bohrprofile

Bohrprofile der Rammkernsondierbohrungen
RKS 5.1 bis RKS 6.6, Maßstab 1:25

RKS 5.1

m u. GOK (65,34 m NN)



Höhenmaßstab: 1:25

Blatt 1 von 1

Projekt: Erschließung Kapellenweg, Dülmen			 Hanninghof 30 - 48249 Dülmen www.gc-duelmen.de
Bohrung: RKS 5.1			
Auftraggeber: Stadt Dülmen - Abwasserwerk		Rechtswert: 2588658	
Bohrfirma: Kiczmer, Recklinghausen		Hochwert: 5744024	
Bearbeiter: Peletz		Ansatzhöhe: 65,34m	
Datum: 25.10.2011	Anlage 2	Endtiefe: 4,00m	

Anlage 3 – Bodenmechanische Laborversuche

Körnungslinien nach DIN 18123

GeoConsult Dülmen

48249 Dülmen
Hanninghof 30

Fon: 02594 78 20 670 Fax:02594 78 20 671

Bearbeiter: G. Peletz

Datum: 02.11.2011

Körnungslinie

Dülmen

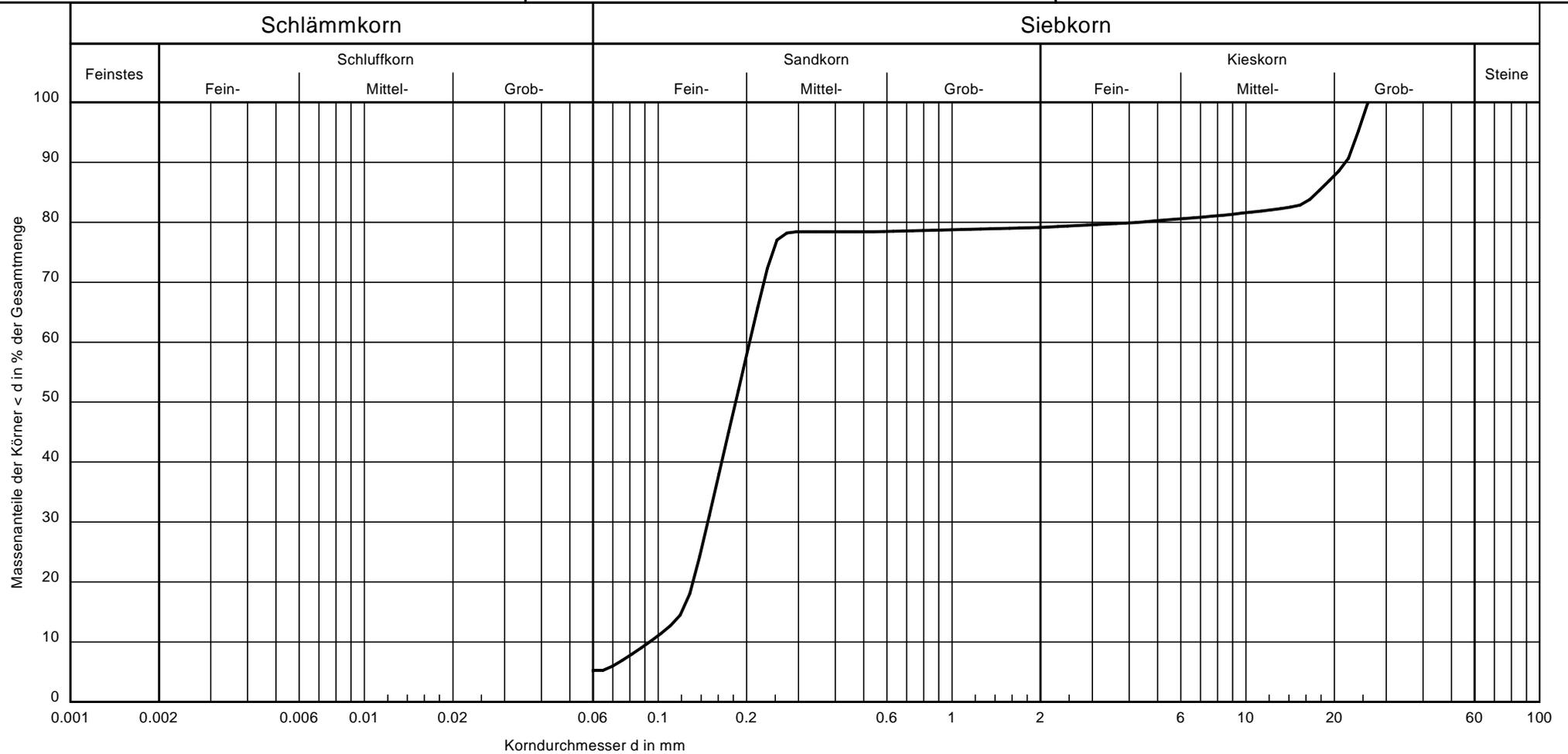
BV: Bebauung Kapellenweg

Bearb.-Numer.: P-100104-02

Probe entnommen am: 25.10.2011

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Nasssiebung



Entnahmestelle:	RKS 5.1/4	Bemerkungen: geringe Probenmenge	Proj. - Nr.: P-100104-02 Anlage: 3
Tiefe:	1,6 - 3,2		
Bodenart:	S,g, u'		
Wassergehalt [%]:	6,1		
T/U/S/G [%] :	- /5.2/73.9/20.8		

GeoConsult Dülmen
48249 Dülmen
Hanninghof 30
Fon: 02594 78 20 670 Fax:02594 78 20 671

Vorhaben: Dülmen
Proj. - Nr.: P-100104-02
Anlage: 3

Entnahmestelle: RKS 5.1/4
Tiefe: 1,6 - 3,2
S,g, u'
Bearbeiter: G. Peletz
Datum: 02.11.2011
Bearb.-Nummer.: P-100104-02
Probe entnommen am: 25.10.2011
Art der Entnahme: gestört
Arbeitsweise: Nasssiebung

SIEBUNG

=====

Trockengewicht: 505.72 g

11 Siebe ausgewertet

Durchmesser[mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Durchgang[%]
26.0000	0.00	0.00	100.00
22.4000	46.51	9.20	90.80
16.0000	37.87	7.49	83.31
8.0000	11.24	2.22	81.09
4.0000	6.03	1.19	79.90
2.0000	3.75	0.74	79.16
1.0000	2.03	0.40	78.76
0.5000	1.71	0.34	78.42
0.2500	9.73	1.92	76.49
0.1250	303.91	60.09	16.40
0.0600	55.24	10.92	5.48
Schale	27.70	5.48	

Summe Siebrückstände = 505.72 g

Siebverlust = 0.00 g

Durchmesser bei 10% Durchgang = 0.09351 mm
Durchmesser bei 15% Durchgang = 0.12021 mm
Durchmesser bei 20% Durchgang = 0.13134 mm
Durchmesser bei 30% Durchgang = 0.14744 mm
Durchmesser bei 50% Durchgang = 0.18338 mm
Durchmesser bei 60% Durchgang = 0.20450 mm
Durchmesser bei 85% Durchgang = 17.48773 mm

Abgeleitete Größen:

Ungleichkörnigkeit / Krümmungszahl = 2.2/1.1

kf (Hazen) = 1.01E-4 m/s

kf (Beyer) = 8.31E-5 - 9.18E-5 m/s

kf (Mallet/Paquant) = 3.38E-5 m/s

kf (Seelheim) = 1.20E-4 m/s

Ton: -

Schluff: 5.2 %

Sand: 73.9 %

Kies: 20.8 %

Durchgang bei 0.002 mm: 0.0 %

Durchgang bei 0.06 mm: 5.2 %

Durchgang bei 2.0 mm: 79.2 %
Durchgang bei 60.0 mm: 100.0 %

GeoConsult Dülmen

48249 Dülmen
Hanninghof 30

Fon: 02594 78 20 670 Fax:02594 78 20 671

Bearbeiter: G. Peletz

Datum: 02.11.2011

Körnungslinie

Dülmen

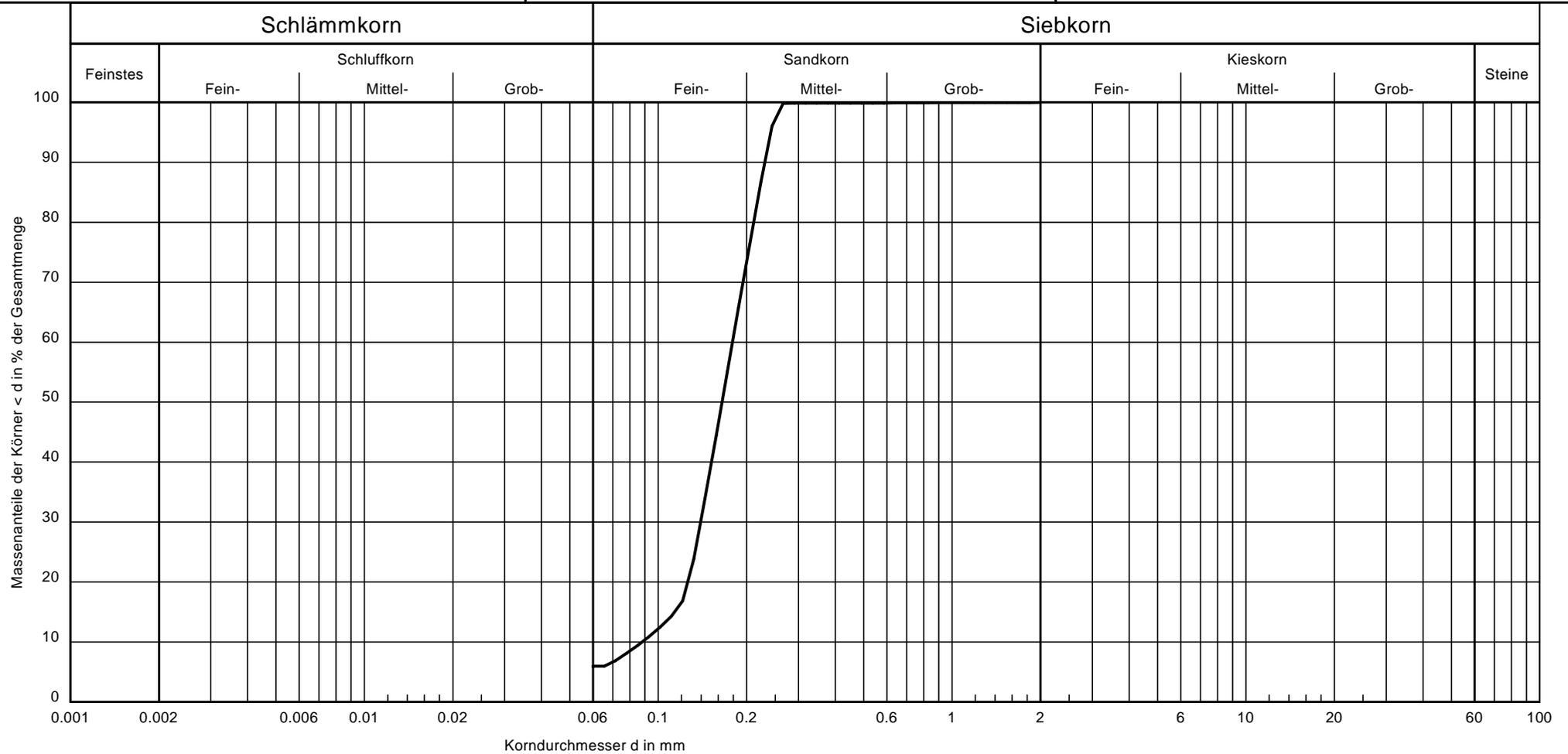
BV: Bebauung Kapellenweg

Bearb.-Numer.: P-100104-02

Probe entnommen am: 25.10.2011

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Nasssiebung



Entnahmestelle:	RKS 5.2/5	Bemerkungen:	Proj. - Nr.: P-100104-02 Anlage: 3
Tiefe:	2,8 - 4,0		
Bodenart:	fS,ms,u'		
Wassergehalt [%]:	3,8		
T/U/S/G [%] :	- /6.0/94.0/ -		

GeoConsult Dülmen
48249 Dülmen
Hanninghof 30
Fon: 02594 78 20 670 Fax:02594 78 20 671

Vorhaben: Dülmen
Proj. - Nr.: P-100104-02
Anlage: 3

Entnahmestelle: RKS 5.2/5
Tiefe: 2,8 - 4,0
fS,ms,u'
Bearbeiter: G. Peletz
Datum: 02.11.2011
Bearb.-Nummer.: P-100104-02
Probe entnommen am: 25.10.2011
Art der Entnahme: gestört
Arbeitsweise: Nasssiebung

SIEBUNG

=====

Trockengewicht: 429.33 g

6 Siebe ausgewertet

Durchmesser[mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Durchgang[%]
2.0000	0.00	0.00	100.00
1.0000	0.15	0.03	99.97
0.5000	0.12	0.03	99.94
0.2500	8.45	1.97	97.97
0.1250	340.68	79.35	18.62
0.0600	51.96	12.10	6.51
Schale	27.97	6.51	

Summe Siebrückstände = 429.33 g

Siebverlust = 0.00 g

Durchmesser bei 10% Durchgang = 0.08812 mm
Durchmesser bei 15% Durchgang = 0.11373 mm
Durchmesser bei 20% Durchgang = 0.12598 mm
Durchmesser bei 30% Durchgang = 0.13949 mm
Durchmesser bei 50% Durchgang = 0.16493 mm
Durchmesser bei 60% Durchgang = 0.17905 mm
Durchmesser bei 85% Durchgang = 0.22034 mm

Abgeleitete Größen:

Ungleichkörnigkeit / Krümmungszahl = 2.0/1.2

kf (Hazen) = 9.01E-5 m/s

kf (Beyer) = 7.38E-5 - 8.15E-5 m/s

kf (Mallet/Paquant) = 3.07E-5 m/s

kf (Seelheim) = 9.71E-5 m/s

Ton: -

Schluff: 6.0 %

Sand: 94.0 %

Kies: -

Durchgang bei 0.002 mm: 0.0 %

Durchgang bei 0.06 mm: 6.0 %

Durchgang bei 2.0 mm: 100.0 %

Durchgang bei 60.0 mm: 100.0 %

GeoConsult Dülmen

48249 Dülmen
Hanninghof 30

Fon: 02594 78 20 670 Fax:02594 78 20 671

Bearbeiter: G. Peletz

Datum: 02.11.2011

Körnungslinie

Dülmen

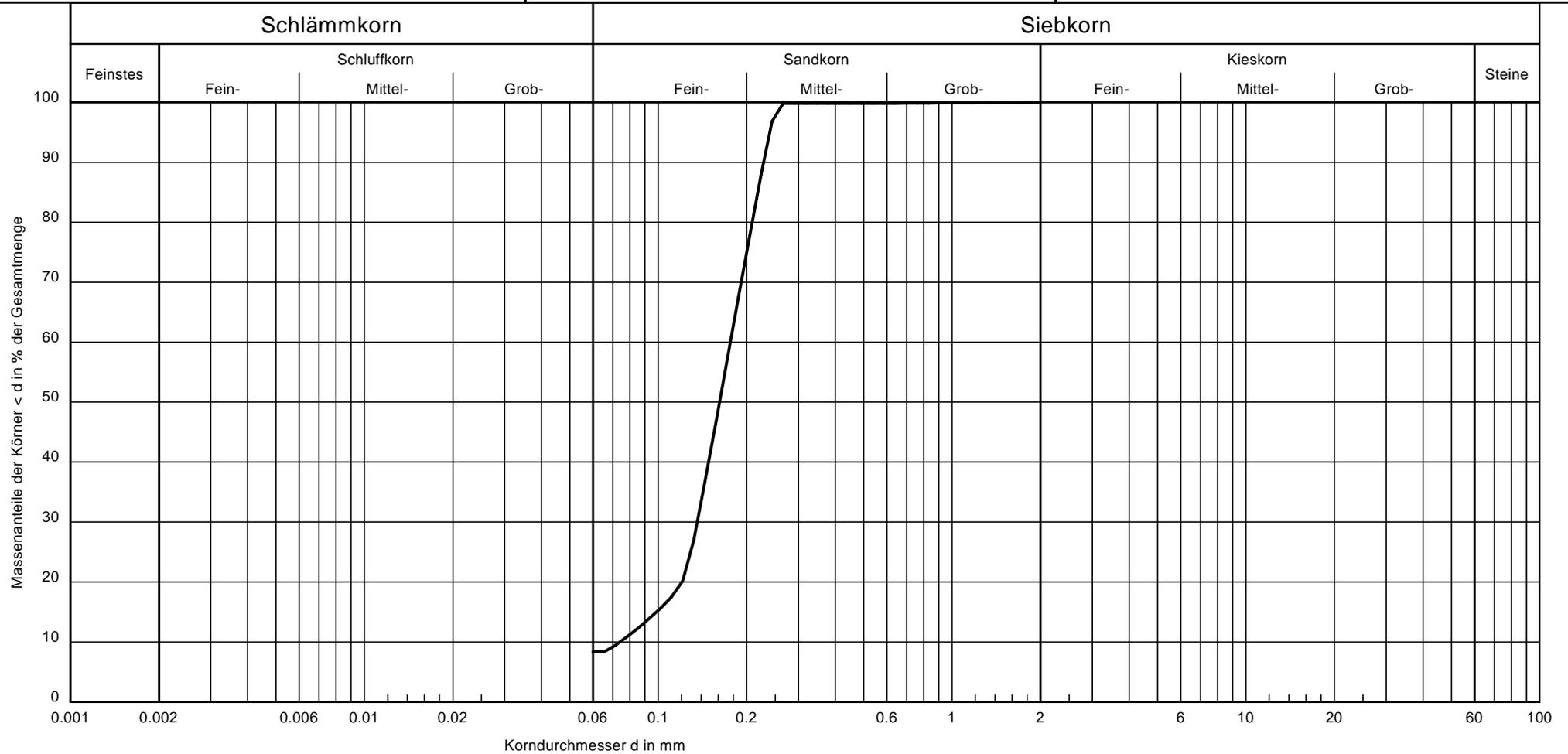
BV: Bebauung Kapellenweg

Bearb.-Numer.: P-100104-02

Probe entnommen am: 25.10.2011

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Nasssiebung



Entnahmestelle:	RKS 6.1/2	Bemerkungen:	Proj. - Nr.: P-100104-02 Anlage: 3
Tiefe:	0,8 - 2,0		
Bodenart:	fS,ms,u'		
Wassergehalt [%]:	7,9		
T/U/S/G [%] :	- /8.4/91.6/ -		

GeoConsult Dülmen
48249 Dülmen
Hanninghof 30
Fon: 02594 78 20 670 Fax:02594 78 20 671

Vorhaben: Dülmen
Proj. - Nr.: P-100104-02
Anlage: 3

Entnahmestelle: RKS 6.1/2
Tiefe: 0,8 - 2,0
fS,ms,u'
Bearbeiter: G. Peletz
Datum: 02.11.2011
Bearb.-Nummer.: P-100104-02
Probe entnommen am: 25.10.2011
Art der Entnahme: gestört
Arbeitsweise: Nasssiebung

SIEBUNG

=====

Trockengewicht: 461.57 g

6 Siebe ausgewertet

Durchmesser[mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Durchgang[%]
2.0000	0.00	0.00	100.00
1.0000	0.29	0.06	99.94
0.5000	0.21	0.05	99.89
0.2500	5.51	1.19	98.70
0.1250	354.51	76.81	21.89
0.0600	61.08	13.23	8.66
Schale	39.97	8.66	

Summe Siebrückstände = 461.57 g

Siebverlust = 0.00 g

Durchmesser bei 10% Durchgang = 0.07421 mm
Durchmesser bei 15% Durchgang = 0.09870 mm
Durchmesser bei 20% Durchgang = 0.12043 mm
Durchmesser bei 30% Durchgang = 0.13583 mm
Durchmesser bei 50% Durchgang = 0.16170 mm
Durchmesser bei 60% Durchgang = 0.17602 mm
Durchmesser bei 85% Durchgang = 0.21815 mm

Abgeleitete Größen:

Ungleichkörnigkeit / Krümmungszahl = 2.4/1.4

kf (Hazen) = 6.39E-5 m/s

kf (Beyer) = 5.23E-5 - 5.78E-5 m/s

kf (Mallet/Paquant) = 2.77E-5 m/s

kf (Seelheim) = 9.33E-5 m/s

Ton: -
Schluff: 8.4 %
Sand: 91.6 %
Kies: -

Durchgang bei 0.002 mm: 0.0 %
Durchgang bei 0.06 mm: 8.4 %
Durchgang bei 2.0 mm: 100.0 %
Durchgang bei 60.0 mm: 100.0 %

GeoConsult Dülmen

48249 Dülmen
Hanninghof 30

Fon: 02594 78 20 670 Fax:02594 78 20 671

Bearbeiter: G. Peletz

Datum: 02.11.2011

Körnungslinie

Dülmen

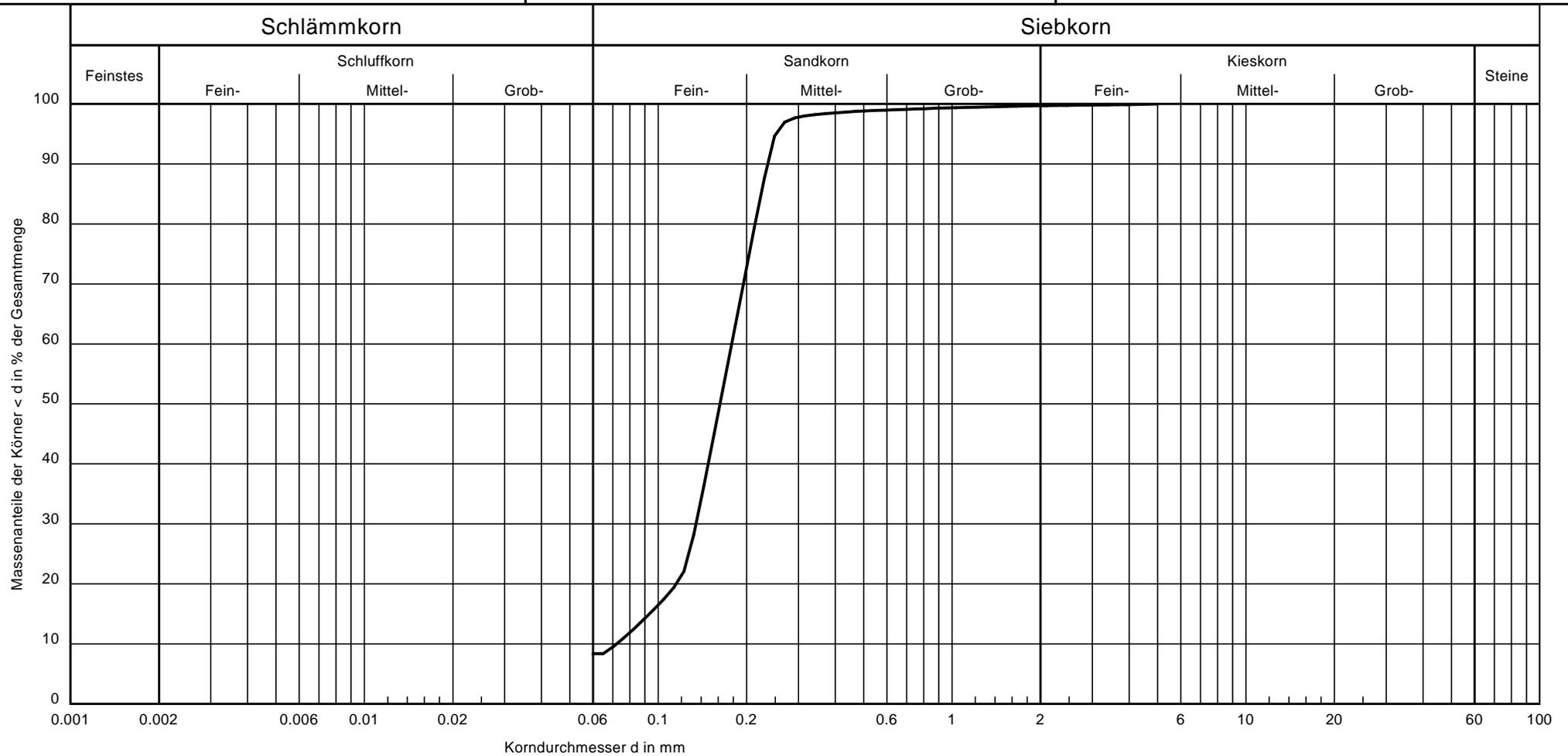
BV: Bebauung Kapellenweg

Bearb.-Numer.: P-100104-02

Probe entnommen am: 25.10.2011

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Nasssiebung



Entnahmestelle:	RKS 6.2/2	Bemerkungen:	Proj. - Nr.: P-100104-02 Anlage: 3
Tiefe:	0,8 - 2,2		
Bodenart:	f-mS, u'		
Wassergehalt [%]:	8,5		
T/U/S/G [%] :	- /8.4/91.3/0.3		

GeoConsult Dülmen
48249 Dülmen
Hanninghof 30
Fon: 02594 78 20 670 Fax:02594 78 20 671

Vorhaben: Dülmen
Proj. - Nr.: P-100104-02
Anlage: 3

Entnahmestelle: RKS 6.2/2
Tiefe: 0,8 - 2,2
f-mS, u'
Bearbeiter: G. Peletz
Datum: 02.11.2011
Bearb.-Nummer.: P-100104-02
Probe entnommen am: 25.10.2011
Art der Entnahme: gestört
Arbeitsweise: Nasssiebung

SIEBUNG

=====

Trockengewicht: 583.74 g

8 Siebe ausgewertet

Durchmesser[mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Durchgang[%]
5.0000	0.00	0.00	100.00
4.0000	0.58	0.10	99.90
2.0000	1.04	0.18	99.72
1.0000	1.97	0.34	99.39
0.5000	3.20	0.55	98.84
0.2500	22.54	3.86	94.98
0.1250	418.05	71.62	23.36
0.0600	87.48	14.99	8.37
Schale	48.88	8.37	

Summe Siebrückstände = 583.74 g

Siebverlust = -0.00 g

Durchmesser bei 10% Durchgang = 0.07222 mm
Durchmesser bei 15% Durchgang = 0.09339 mm
Durchmesser bei 20% Durchgang = 0.11501 mm
Durchmesser bei 30% Durchgang = 0.13456 mm
Durchmesser bei 50% Durchgang = 0.16231 mm
Durchmesser bei 60% Durchgang = 0.17779 mm
Durchmesser bei 85% Durchgang = 0.22418 mm

Abgeleitete Größen:

Ungleichkörnigkeit / Krümmungszahl = 2.5/1.4

kf (Hazen) = 6.05E-5 m/s

kf (Beyer) = 4.95E-5 - 5.48E-5 m/s

kf (Mallet/Paquant) = 2.49E-5 m/s

kf (Seelheim) = 9.40E-5 m/s

Ton: -

Schluff: 8.4 %

Sand: 91.3 %

Kies: 0.3 %

Durchgang bei 0.002 mm: 0.0 %

Durchgang bei 0.06 mm: 8.4 %

Durchgang bei 2.0 mm: 99.7 %

Durchgang bei 60.0 mm: 100.0 %

GeoConsult Dülmen

48249 Dülmen
Hanninghof 30

Fon: 02594 78 20 670 Fax:02594 78 20 671

Bearbeiter: G. Peletz

Datum: 02.11.2011

Körnungslinie

Dülmen

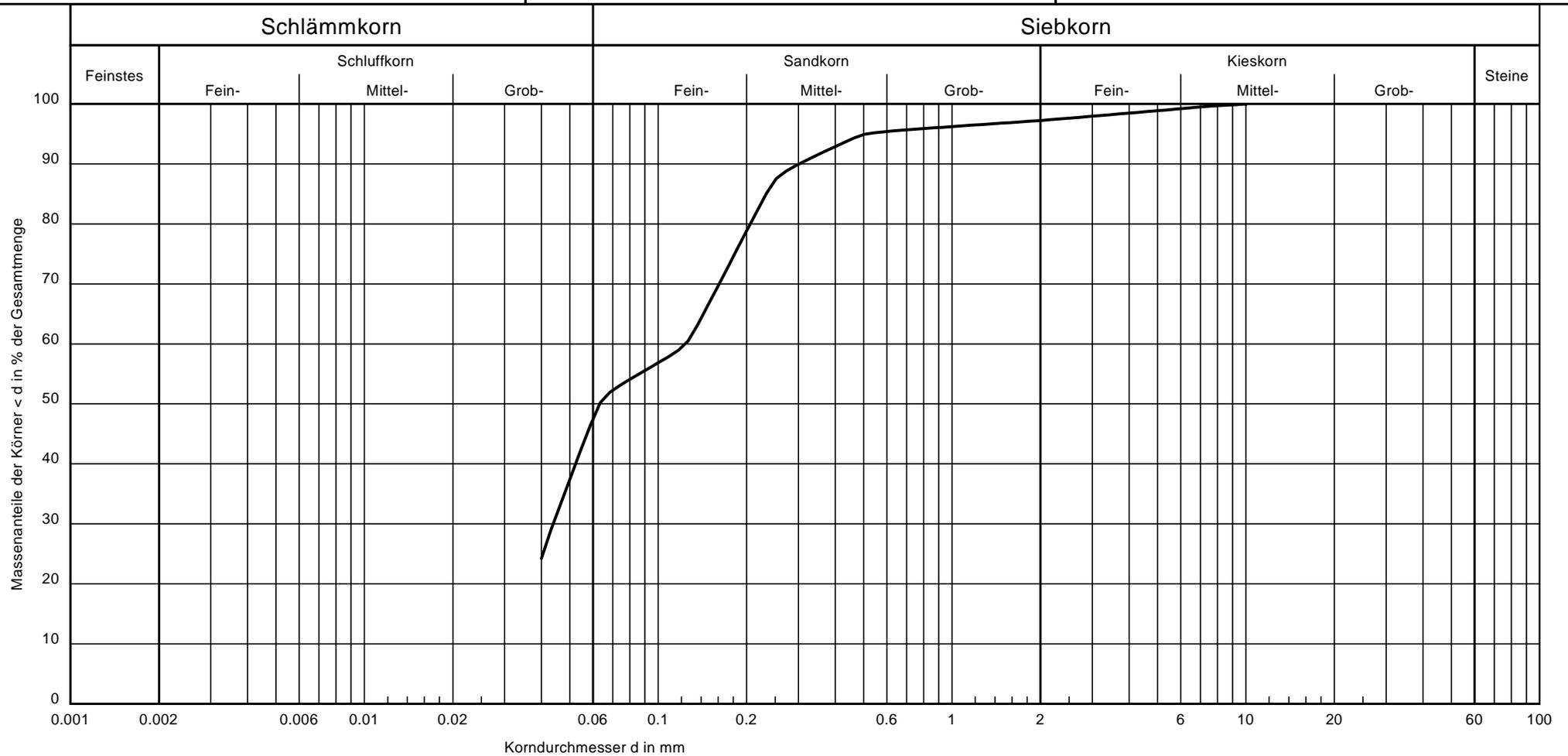
BV: Bebauung Kapellenweg

Bearb.-Numer.: P-100104-02

Probe entnommen am: 25.10.2011

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Nasssiebung



Entnahmestelle:	RKS 6.2/4	Bemerkungen:	Proj. - Nr.: P-100104-02 Anlage: 3
Tiefe:	2,3 - 4,0		
Bodenart:	S,ū		
Wassergehalt [%]:	15,4		
T/U/S/G [%] :	- /47.5/49.8/2.7		

GeoConsult Dülmen
48249 Dülmen
Hanninghof 30
Fon: 02594 78 20 670 Fax:02594 78 20 671

Vorhaben: Dülmen
Proj. - Nr.: P-100104-02
Anlage: 3

Entnahmestelle: RKS 6.2/4
Tiefe: 2,3 - 4,0
S,u^ (^ = stark)
Bearbeiter: G. Peletz
Datum: 02.11.2011
Bearb.-Nummer.: P-100104-02
Probe entnommen am: 25.10.2011
Art der Entnahme: gestört
Arbeitsweise: Nasssiebung

SIEBUNG

=====

Trockengewicht: 540.64 g

10 Siebe ausgewertet

Durchmesser[mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Durchgang[%]
10.0000	0.00	0.00	100.00
8.0000	1.45	0.27	99.73
4.0000	6.74	1.25	98.49
2.0000	6.67	1.23	97.25
1.0000	5.43	1.00	96.25
0.5000	7.10	1.31	94.93
0.2500	40.85	7.56	87.38
0.1250	146.98	27.19	60.19
0.0630	55.32	10.23	49.96
0.0400	139.12	25.73	24.23
Schale	130.98	24.23	

Summe Siebrückstände = 540.64 g

Siebverlust = 0.00 g

Durchmesser bei 10% Durchgang = -
Durchmesser bei 15% Durchgang = -
Durchmesser bei 20% Durchgang = -
Durchmesser bei 30% Durchgang = 0.04394 mm
Durchmesser bei 50% Durchgang = 0.06315 mm
Durchmesser bei 60% Durchgang = 0.12338 mm
Durchmesser bei 85% Durchgang = 0.23310 mm

Abgeleitete Größen:

Ungleichkörnigkeit / Krümmungszahl = -/-

kf (Hazen) = - m/s

kf (Beyer) = - m/s

kf (Mallet/Paquant) = - m/s

kf (Seelheim) = 1.42E-5 m/s

Ton: -

Schluff: 47.5 %

Sand: 49.8 %

Kies: 2.7 %

Durchgang bei 0.002 mm: 0.0 %

Durchgang bei 0.06 mm: 47.5 %

Durchgang bei 2.0 mm: 97.3 %

Durchgang bei 60.0 mm: 100.0 %

GeoConsult Dülmen

48249 Dülmen
Hanninghof 30

Fon: 02594 78 20 670 Fax:02594 78 20 671

Bearbeiter: G. Peletz

Datum: 02.11.2011

Körnungslinie

Dülmen

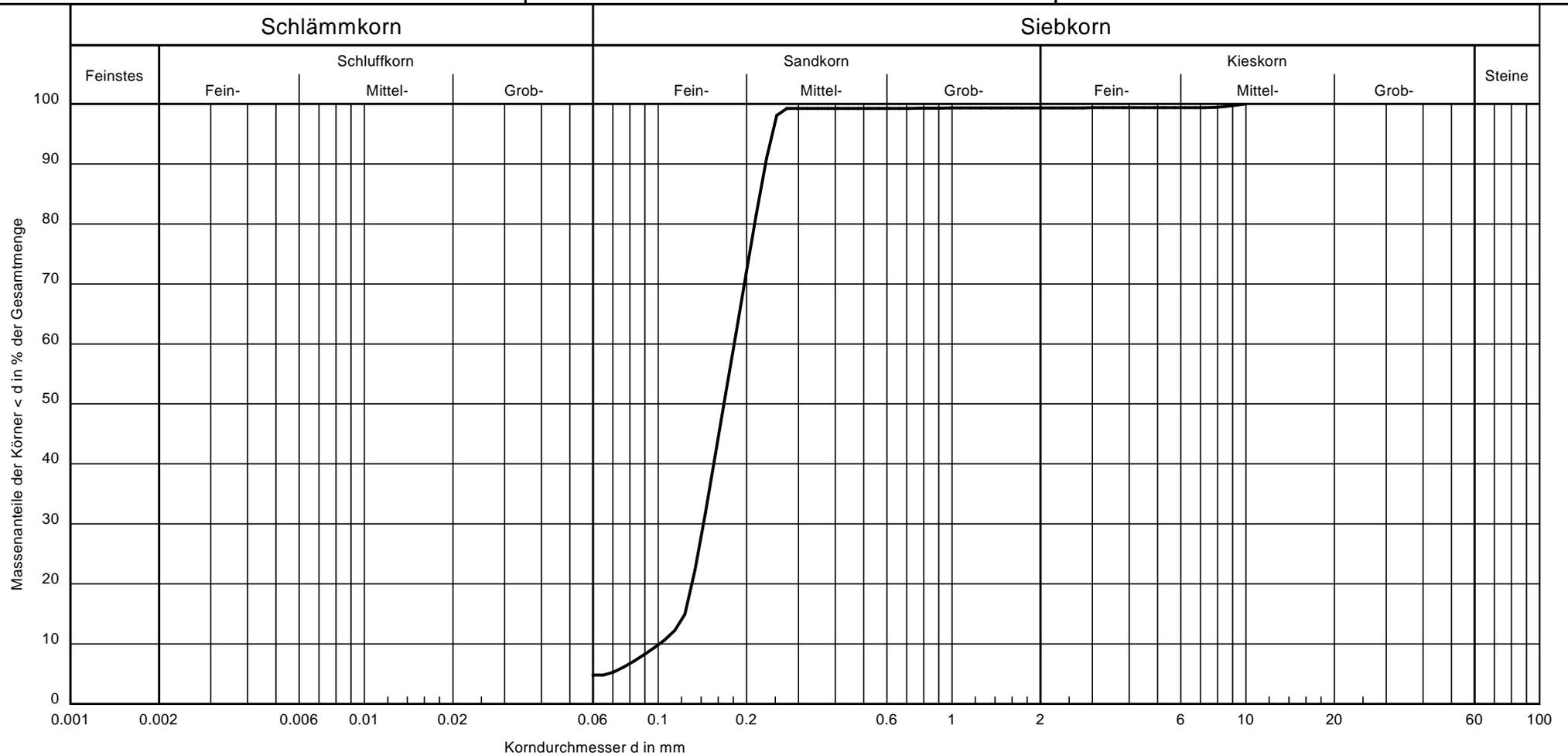
BV: Bebauung Kapellenweg

Bearb.-Numer.: P-100104-02

Probe entnommen am: 25.10.2011

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Nasssiebung



Entnahmestelle:	RKS 6.3/4	Bemerkungen:	Proj. - Nr.: P-100104-02 Anlage: 3
Tiefe:	2,1 - 3,2		
Bodenart:	f-mS,u'		
Wassergehalt [%]:	6,7		
T/U/S/G [%] :	- /4.8/94.6/0.6		

GeoConsult Dülmen
48249 Dülmen
Hanninghof 30
Fon: 02594 78 20 670 Fax:02594 78 20 671

Vorhaben: Dülmen
Proj. - Nr.: P-100104-02
Anlage: 3

Entnahmestelle: RKS 6.3/4
Tiefe: 2,1 - 3,2
f-mS,u'
Bearbeiter: G. Peletz
Datum: 02.11.2011
Bearb.-Nummer.: P-100104-02
Probe entnommen am: 25.10.2011
Art der Entnahme: gestört
Arbeitsweise: Nasssiebung

SIEBUNG

=====

Trockengewicht: 359.29 g

9 Siebe ausgewertet

Durchmesser[mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Durchgang[%]
10.0000	0.00	0.00	100.00
8.0000	1.87	0.52	99.48
4.0000	0.33	0.09	99.39
2.0000	0.13	0.04	99.35
1.0000	0.04	0.01	99.34
0.5000	0.17	0.05	99.29
0.2500	6.55	1.82	97.47
0.1250	293.33	81.64	15.83
0.0600	36.40	10.13	5.70
Schale	20.47	5.70	

Summe Siebrückstände = 359.29 g

Siebverlust = 0.00 g

Durchmesser bei 10% Durchgang = 0.10103 mm
Durchmesser bei 15% Durchgang = 0.12330 mm
Durchmesser bei 20% Durchgang = 0.13023 mm
Durchmesser bei 30% Durchgang = 0.14244 mm
Durchmesser bei 50% Durchgang = 0.16740 mm
Durchmesser bei 60% Durchgang = 0.18129 mm
Durchmesser bei 85% Durchgang = 0.22211 mm

Abgeleitete Größen:

Ungleichkörnigkeit / Krümmungszahl = 1.8/1.1

kf (Hazen) = 1.18E-4 m/s

kf (Beyer) = 1.07E-4 - 1.22E-4 m/s

kf (Mallet/Paquant) = 3.31E-5 m/s

kf (Seelheim) = 1.00E-4 m/s

Ton: -

Schluff: 4.8 %

Sand: 94.6 %

Kies: 0.6 %

Durchgang bei 0.002 mm: 0.0 %

Durchgang bei 0.06 mm: 4.8 %

Durchgang bei 2.0 mm: 99.4 %

Durchgang bei 60.0 mm: 100.0 %

GeoConsult Dülmen

48249 Dülmen
Hanninghof 30

Fon: 02594 78 20 670 Fax:02594 78 20 671

Bearbeiter: G. Peletz

Datum: 02.11.2011

Körnungslinie

Dülmen

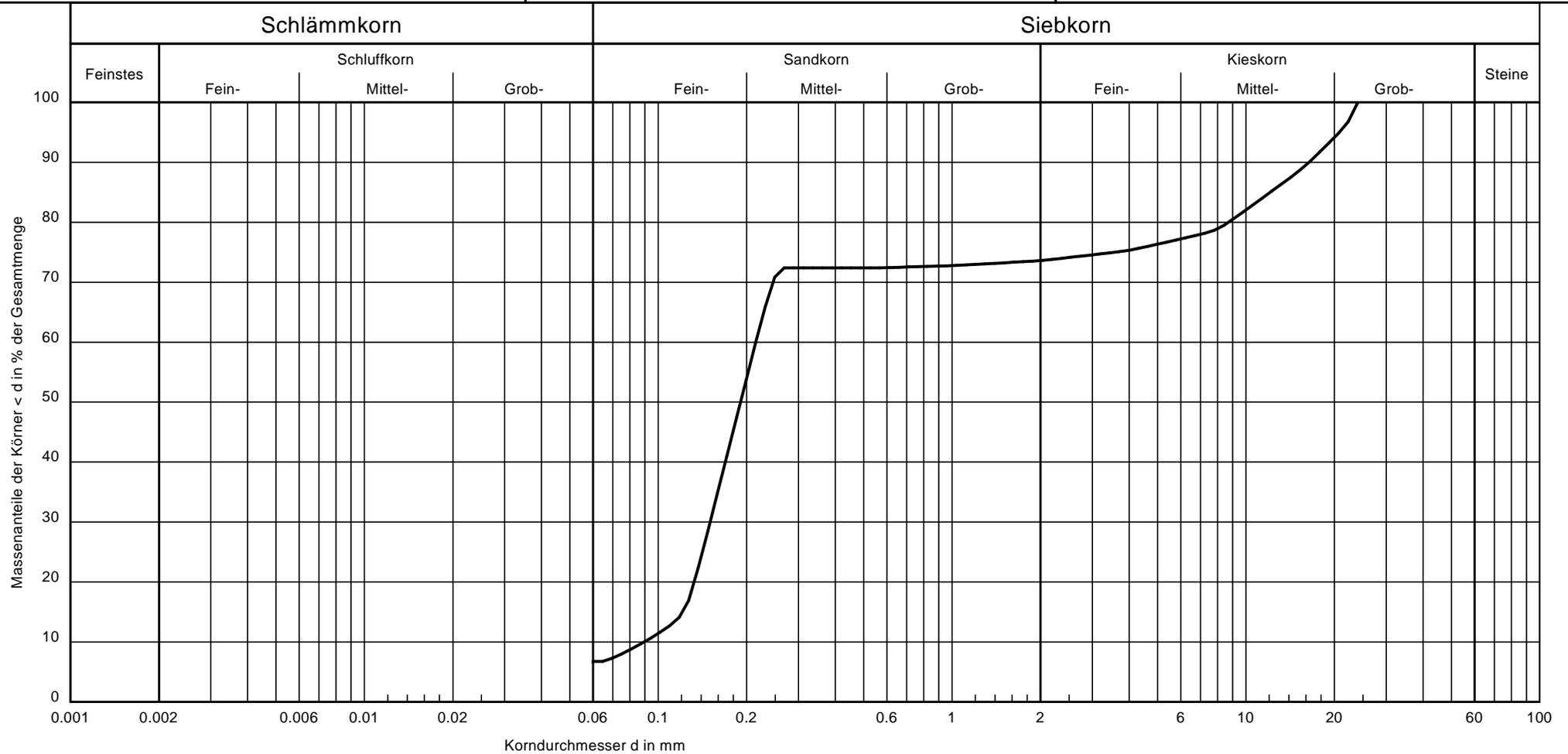
BV: Bebauung Kapellenweg

Bearb.-Numer.: P-100104-02

Probe entnommen am: 25.10.2011

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Nasssiebung



Entnahmestelle:	RKS 6.4/3	Bemerkungen: geringe Probenmenge	Proj. - Nr.: P-100104-02 Anlage: 3
Tiefe:	1,3 - 2,2		
Bodenart:	S,g,u'		
Wassergehalt [%]:	6,0		
T/U/S/G [%] :	- /6.8/66.9/26.4		

GeoConsult Dülmen
48249 Dülmen
Hanninghof 30
Fon: 02594 78 20 670 Fax:02594 78 20 671

Vorhaben: Dülmen
Proj. - Nr.: P-100104-02
Anlage: 3

Entnahmestelle: RKS 6.4/3
Tiefe: 1,3 - 2,2
S,g,u'
Bearbeiter: G. Peletz
Datum: 02.11.2011
Bearb.-Nummer.: P-100104-02
Probe entnommen am: 25.10.2011
Art der Entnahme: gestört
Arbeitsweise: Nasssiebung

SIEBUNG

=====

Trockengewicht: 548.66 g

11 Siebe ausgewertet

Durchmesser[mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Durchgang[%]
24.0000	0.00	0.00	100.00
22.4000	16.56	3.02	96.98
16.0000	40.91	7.46	89.53
8.0000	58.44	10.65	78.87
4.0000	19.38	3.53	75.34
2.0000	9.45	1.72	73.62
1.0000	4.58	0.83	72.78
0.5000	2.22	0.40	72.38
0.2500	7.36	1.34	71.04
0.1250	301.79	55.00	16.03
0.0600	48.94	8.92	7.11
Schale	39.03	7.11	

Summe Siebrückstände = 548.66 g

Siebverlust = 0.00 g

Durchmesser bei 10% Durchgang = 0.08938 mm
Durchmesser bei 15% Durchgang = 0.12071 mm
Durchmesser bei 20% Durchgang = 0.13251 mm
Durchmesser bei 30% Durchgang = 0.15022 mm
Durchmesser bei 50% Durchgang = 0.19055 mm
Durchmesser bei 60% Durchgang = 0.21470 mm
Durchmesser bei 85% Durchgang = 12.09358 mm

Abgeleitete Größen:

Ungleichkörnigkeit / Krümmungszahl = 2.4/1.2

kf (Hazen) = 9.27E-5 m/s

kf (Beyer) = 7.59E-5 - 8.39E-5 m/s

kf (Mallet/Paquant) = 3.45E-5 m/s

kf (Seelheim) = 1.30E-4 m/s

Ton: -

Schluff: 6.8 %

Sand: 66.9 %

Kies: 26.4 %

Durchgang bei 0.002 mm: 0.0 %

Durchgang bei 0.06 mm: 6.8 %

Durchgang bei 2.0 mm: 73.6 %

Durchgang bei 60.0 mm: 100.0 %

GeoConsult Dülmen

48249 Dülmen
Hanninghof 30

Fon: 02594 78 20 670 Fax:02594 78 20 671

Bearbeiter: G. Peletz

Datum: 02.11.2011

Körnungslinie

Dülmen

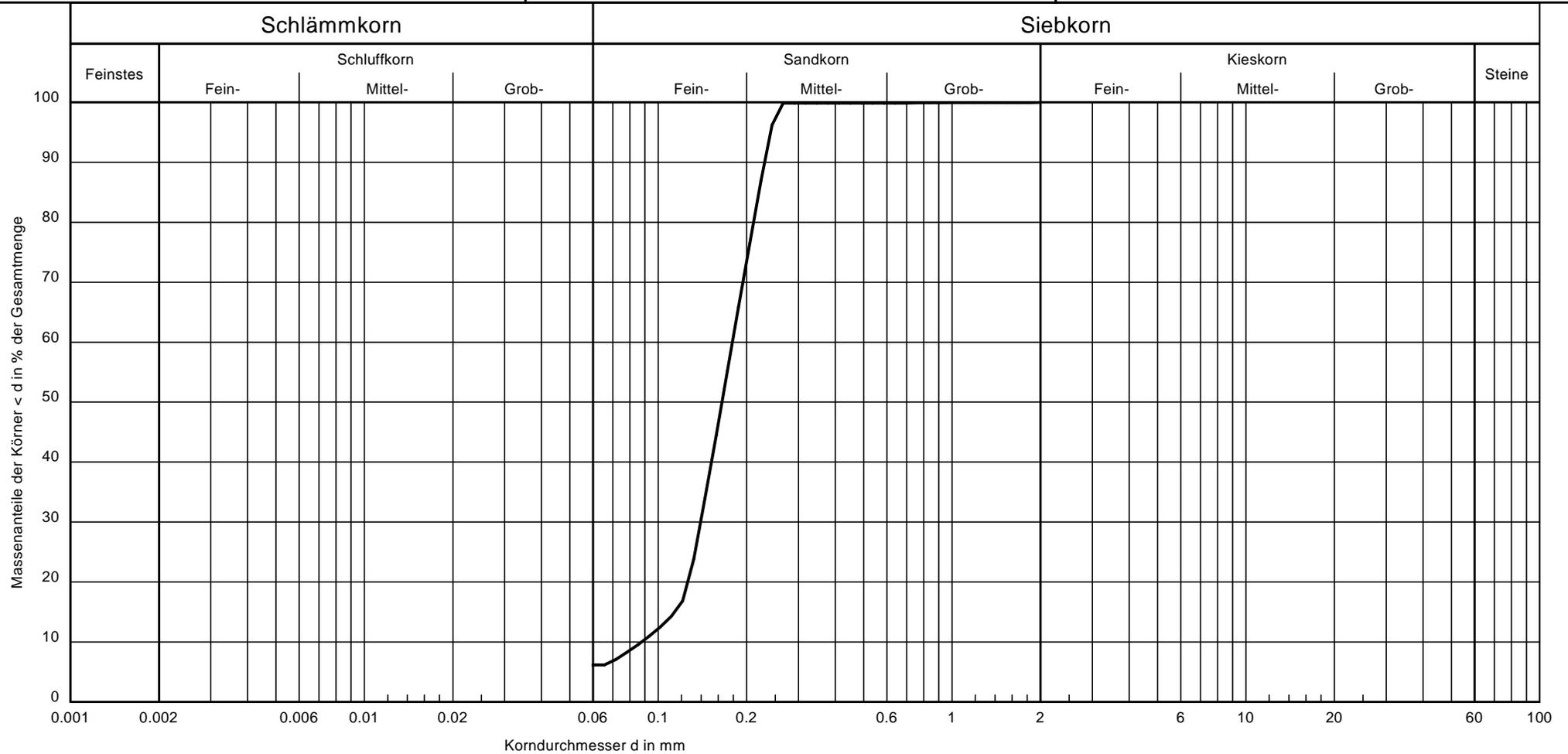
BV: Bebauung Kapellenweg

Bearb.-Numer.: P-100104-02

Probe entnommen am: 25.10.2011

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Nasssiebung



Entnahmestelle:	RKS 6.5/5	Bemerkungen:	Proj. - Nr.: P-100104-02 Anlage: 3
Tiefe:	2,6 - 4,0		
Bodenart:	fS,ms,u'		
Wassergehalt [%]:	9,5		
T/U/S/G [%] :	- /6.2/93.8/ -		

GeoConsult Dülmen
48249 Dülmen
Hanninghof 30
Fon: 02594 78 20 670 Fax:02594 78 20 671

Vorhaben: Dülmen
Proj. - Nr.: P-100104-02
Anlage: 3

Entnahmestelle: RKS 6.5/5
Tiefe: 2,6 - 4,0
fS,ms,u'
Bearbeiter: G. Peletz
Datum: 02.11.2011
Bearb.-Nummer.: P-100104-02
Probe entnommen am: 25.10.2011
Art der Entnahme: gestört
Arbeitsweise: Nasssiebung

SIEBUNG

=====

Trockengewicht: 271.08 g

6 Siebe ausgewertet

Durchmesser[mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Durchgang[%]
2.0000	0.00	0.00	100.00
1.0000	0.12	0.04	99.96
0.5000	0.08	0.03	99.93
0.2500	4.81	1.77	98.15
0.1250	215.67	79.56	18.59
0.0600	32.11	11.85	6.75
Schale	18.29	6.75	

Summe Siebrückstände = 271.08 g

Siebverlust = 0.00 g

Durchmesser bei 10% Durchgang = 0.08768 mm
Durchmesser bei 15% Durchgang = 0.11375 mm
Durchmesser bei 20% Durchgang = 0.12601 mm
Durchmesser bei 30% Durchgang = 0.13949 mm
Durchmesser bei 50% Durchgang = 0.16485 mm
Durchmesser bei 60% Durchgang = 0.17892 mm
Durchmesser bei 85% Durchgang = 0.22007 mm

Abgeleitete Größen:

Ungleichkörnigkeit / Krümmungszahl = 2.0/1.2

kf (Hazen) = 8.92E-5 m/s

kf (Beyer) = 7.30E-5 - 8.07E-5 m/s

kf (Mallet/Paquant) = 3.07E-5 m/s

kf (Seelheim) = 9.70E-5 m/s

Ton: -

Schluff: 6.2 %

Sand: 93.8 %

Kies: -

Durchgang bei 0.002 mm: 0.0 %

Durchgang bei 0.06 mm: 6.2 %

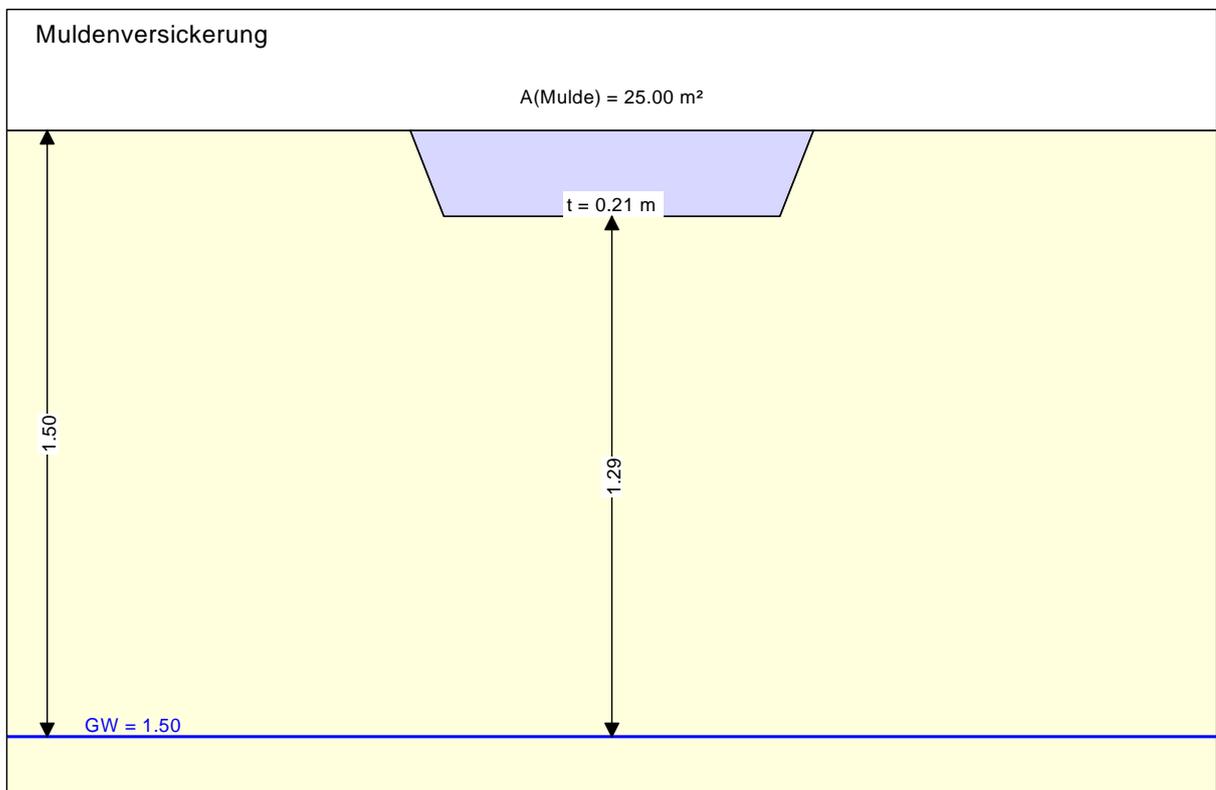
Durchgang bei 2.0 mm: 100.0 %

Durchgang bei 60.0 mm: 100.0 %

Anlage 4 – Versickerungsbemessung

Grafische Darstellung der Vordimensionierung
von Versickerungsanlagen

erschließung kapellenweg dülmen
 Muldenversickerung
 Durchlässigkeit = $1.000 \cdot 10^{-5}$ m/s
 Abstand zum nächsten Keller = 20.00 m
 Grundwasserflurabstand = 1.50 m
 Zuschlagsfaktor = 1.20
 Häufigkeit n [1/a] = 0.200
 A(u) = 150.00 m²
 Zulässiger Abstand UK Anlage - GW = 1.00 m
 Vorh. Versickerungsfläche = 25.0 m²

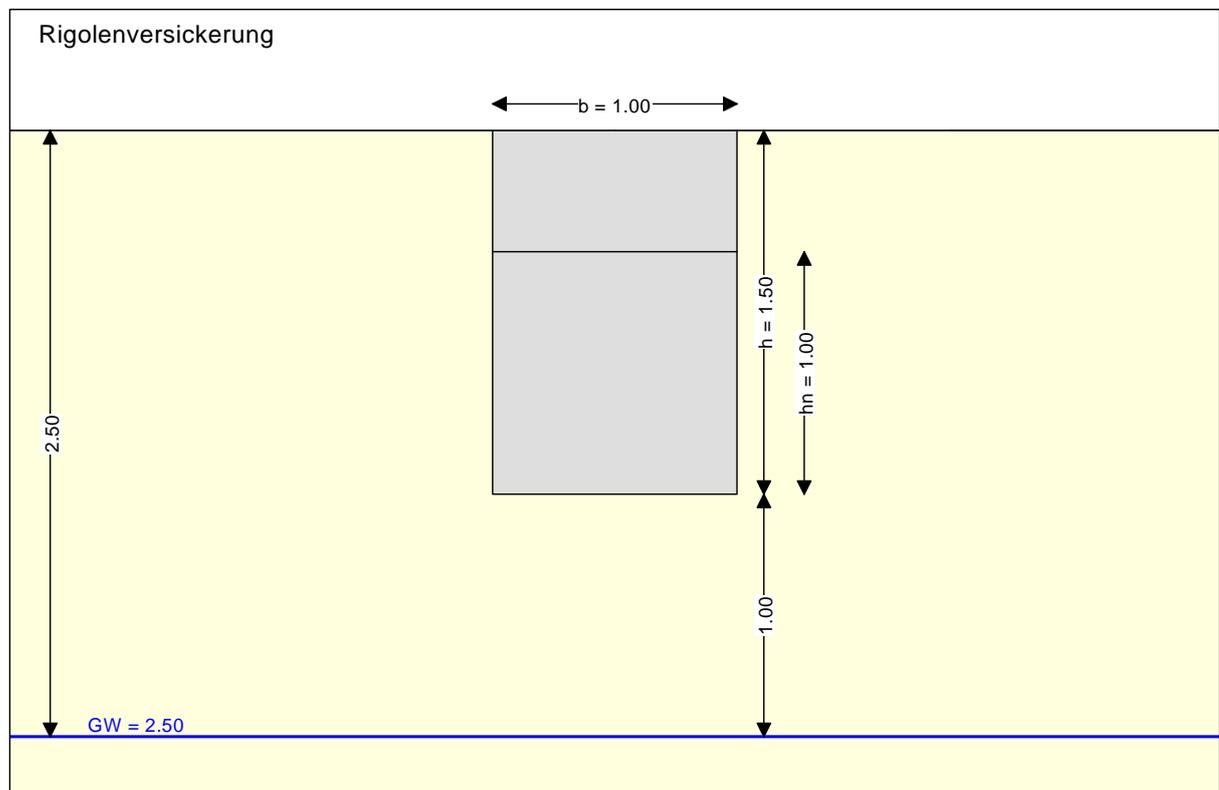


Ergebnis
 Erforderliche Muldentiefe = 0.21 m
 Erforderliches Speichervolumen = 5.31 m³
 Maßgebende Regendauer = 240.0 Minuten
 Regenspende = 24.7 Liter/(sec*ha)
 Entleerungszeit = 5.9 Stunden

Dülmen		
D	r _{D(0.2)} [l/(s*ha)]	V [m ³]
90 min	49.9	4.85
2 h	40.6	5.06
3 h	30.4	5.27
4 h	24.7	5.31
6 h	18.5	5.15
9 h	13.8	4.53
12 h	11.2	3.68

erschließung kapellenweg dülmen
 Rigolenversickerung
 Durchlässigkeit = $1.000 \cdot 10^{-5}\text{ m/s}$
 Abstand zum nächsten Keller = 20.00 m
 Grundwasserflurabstand = 2.50 m
 Zuschlagsfaktor = 1.20
 Häufigkeit $n [1/a] = 0.200$
 $A(u) = 150.00\text{ m}^2$
 Zulässiger Abstand UK Anlage - GW = 1.00 m
 Sohlbreite der Rigole $b = 1.00\text{ m}$
 Höhe der Rigole $h = 1.50\text{ m}$
 Max. Wasserstand Rigole = 0.50 m

Nutzbare Höhe der Rigole $h_n = 1.00\text{ m}$
 Speicherkoeffizient $s = 0.950$

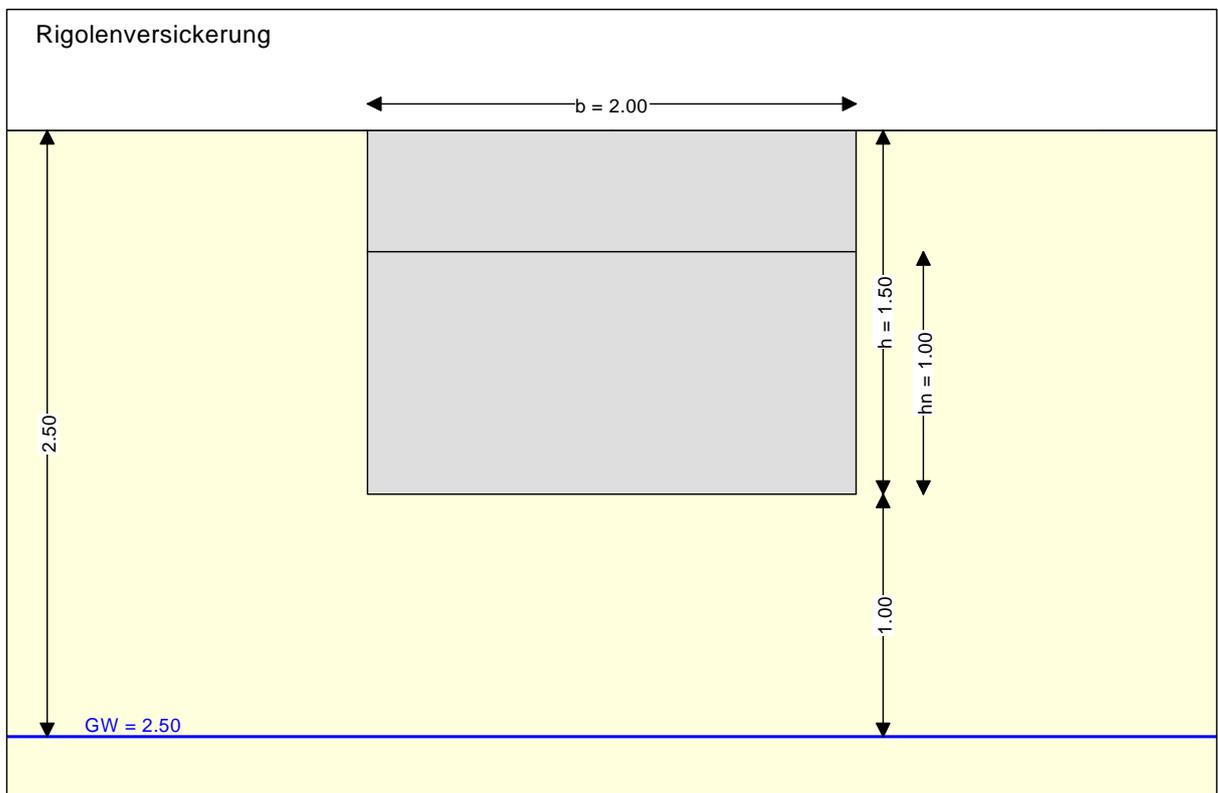


Ergebnis
 Erforderliche Rigolenlänge = 6.51 m
 Erforderliches Speichervolumen = 6.18 m^3
 Maßgebende Regendauer = 720.0 Minuten
 Regenspende = $11.2\text{ Liter}/(\text{sec} \cdot \text{ha})$
 Entleerungszeit = 17.6 Stunden

Dülmen		
D	$r_{D(0.2)}$ [l/(s*ha)]	L [m]
4 h	24.7	5.93
6 h	18.5	6.29
9 h	13.8	6.48
12 h	11.2	6.51
18 h	7.8	5.93
24 h	6.1	5.49
48 h	3.7	4.59

erschließung kapellenweg dülmen
 Rigolenversickerung
 Durchlässigkeit = $1.000 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$
 Abstand zum nächsten Keller = 20.00 m
 Grundwasserflurabstand = 2.50 m
 Zuschlagsfaktor = 1.20
 Häufigkeit $n [1/a] = 0.200$
 $A(u) = 150.00 \text{ m}^2$
 Zulässiger Abstand UK Anlage - GW = 1.00 m
 Sohlbreite der Rigole $b = 2.00 \text{ m}$
 Höhe der Rigole $h = 1.50 \text{ m}$
 Max. Wasserstand Rigole = 0.50 m

Nutzbare Höhe der Rigole $h_n = 1.00 \text{ m}$
 Speicherkoeffizient $s = 0.950$

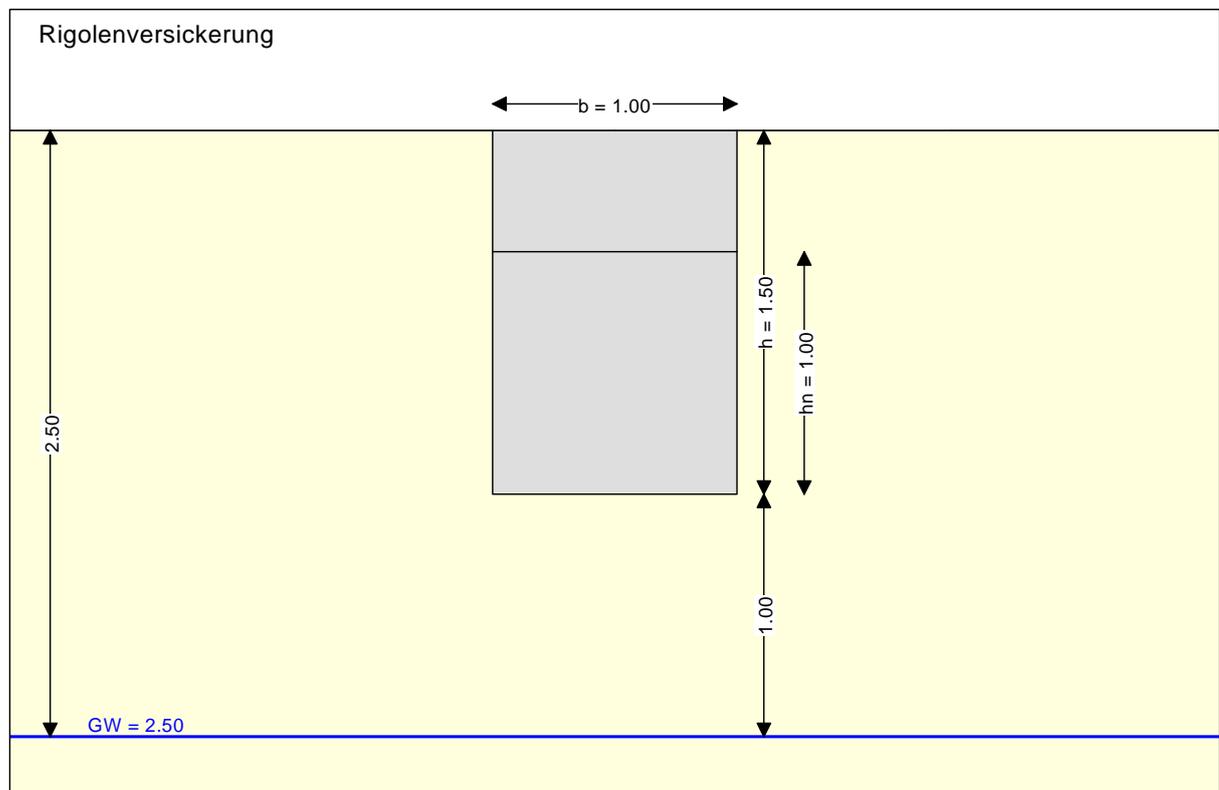


Ergebnis
 Erforderliche Rigolenlänge = 3.42 m
 Erforderliches Speichervolumen = 6.49 m³
 Maßgebende Regendauer = 720.0 Minuten
 Regenspende = 11.2 Liter/(sec*ha)
 Entleerungszeit = 21.1 Stunden

Dülmen		
D	$r_{D(0.2)}$ [l/(s*ha)]	L [m]
4 h	24.7	3.03
6 h	18.5	3.23
9 h	13.8	3.37
12 h	11.2	3.42
18 h	7.8	3.17
24 h	6.1	2.97
48 h	3.7	2.56

erschließung kapellenweg dülmen
 Rigolenversickerung
 Durchlässigkeit = $1.000 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$
 Abstand zum nächsten Keller = 20.00 m
 Grundwasserflurabstand = 2.50 m
 Zuschlagsfaktor = 1.20
 Häufigkeit $n [1/a] = 0.200$
 $A(u) = 150.00 \text{ m}^2$
 Zulässiger Abstand UK Anlage - GW = 1.00 m
 Sohlbreite der Rigole $b = 1.00 \text{ m}$
 Höhe der Rigole $h = 1.50 \text{ m}$
 Max. Wasserstand Rigole = 0.50 m

Nutzbare Höhe der Rigole $h_n = 1.00 \text{ m}$
 Speicherkoeffizient $s = 0.350$

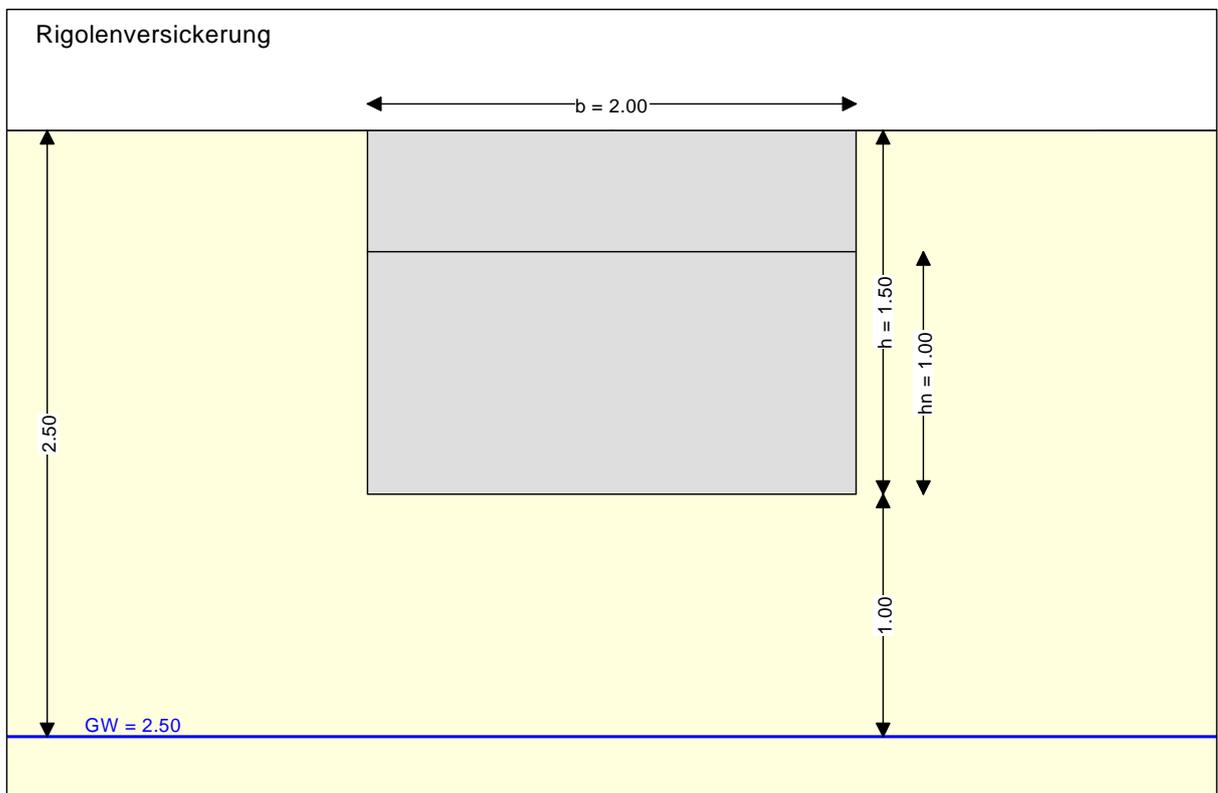


Ergebnis
 Erforderliche Rigolenlänge = 13.35 m
 Erforderliches Speichervolumen = 4.67 m^3
 Maßgebende Regendauer = 240.0 Minuten
 Regenspende = $24.7 \text{ Liter}/(\text{sec} \cdot \text{ha})$
 Entleerungszeit = 6.5 Stunden

Dülmen		
D	$r_{D(0.2)}$ [l/(s*ha)]	L [m]
90 min	49.9	12.17
2 h	40.6	12.69
3 h	30.4	13.22
4 h	24.7	13.35
6 h	18.5	13.21
9 h	13.8	12.54
12 h	11.2	11.79

erschließung kapellenweg dülmen
 Rigolenversickerung
 Durchlässigkeit = $1.000 \cdot 10^{-5}$ m/s
 Abstand zum nächsten Keller = 20.00 m
 Grundwasserflurabstand = 2.50 m
 Zuschlagsfaktor = 1.20
 Häufigkeit n [1/a] = 0.200
 A(u) = 150.00 m²
 Zulässiger Abstand UK Anlage - GW = 1.00 m
 Sohlbreite der Rigole b = 2.00 m
 Höhe der Rigole h = 1.50 m
 Max. Wasserstand Rigole = 0.50 m

Nutzbare Höhe der Rigole $h_n = 1.00$ m
 Speicherkoeffizient $s = 0.350$



Ergebnis
 Erforderliche Rigolenlänge = 7.02 m
 Erforderliches Speichervolumen = 4.92 m³
 Maßgebende Regendauer = 360.0 Minuten
 Regenspende = 18.5 Liter/(sec*ha)
 Entleerungszeit = 7.8 Stunden

Dülmen		
D	$r_{D(0.2)}$ [l/(s*ha)]	L [m]
2 h	40.6	6.51
3 h	30.4	6.86
4 h	24.7	6.99
6 h	18.5	7.02
9 h	13.8	6.79
12 h	11.2	6.46
18 h	7.8	5.44