

**B-Plan Moerser Straße West
in Kamp-Lintfort**

**Hydrogeologisches Gutachten
zur
Regenwasserversickerung**

Auftraggeber: Stadtverwaltung Kamp-Lintfort
Tiefbauamt
Am Rathaus 2
47475 Kamp-Lintfort

Ansprechpartner: Frau Dipl.-Geol. A. Schmidt

Auftragnehmer: HYDR.O. GEOLOGEN UND INGENIEURE
Sigmundstraße 10-12
52070 Aachen

Bearbeiter: Dipl.-Geol. R. Olzem
Dipl.-Geol. F. Höpner

Projekt-Nr.: N02067

Aachen, 02. Oktober 2002

Inhalt:	Seite
1. Veranlassung	3
2. Beschreibung des Grundstücks	3
3. Untersuchungsumfang	3
4. Ergebnisse der Untersuchungen	4
4.1 Geologie	4
4.2 Hydrogeologie	5
4.3 Durchlässigkeit des Untergrundes	5
4.3.1 Qualitative Abschätzung des Durchlässigkeitswertes	6
4.3.2 Quantitative Ermittlung des Durchlässigkeitsbeiwertes	6
5. Eignung der Fläche zur Versickerung von Niederschlagswasser	9
5.1 Bewertungsgrundlagen	9
5.2 Beurteilung	10
6. Versickerungsanlagen	10
6.1 Vorbemessung	10
6.1.1 Randbedingungen	10
6.1.2 Berechnungen verschiedener Bauwerksvarianten	12
6.2 Hinweise zur Ausführung	14
6.2.1 Überlastungssicherung	14
6.2.2 Ausbildung der Rigolen	14
7. Zusammenfassung	16

Anlagen :

- 1: Lageplan
- 2: Schichtenverzeichnisse und Bohrprofile der Rammkernbohrungen
- 3: Dokumentation der Nasssiebungen
- 4: Vorbemessung der Versickerungsrigolen

1. Veranlassung

Auf dem Gelände des Bebauungsplans Moerser Straße West in Kamp-Lintfort ist auf einer Fläche von rd. 12,5 ha eine Wohnbebauung geplant.

§ 51 a des Landeswassergesetzes zufolge ist „Niederschlagswasser von Grundstücken, die nach dem 1. Januar 1996 erstmals bebaut, befestigt oder an die öffentliche Kanalisation angeschlossen werden, vor Ort zu versickern, zu verrieseln oder ortsnah in ein Gewässer einzuleiten, sofern dies ohne Beeinträchtigung des Wohls der Allgemeinheit möglich ist“.

HYDR.O. GEOLOGEN UND INGENIEURE wurde am 04.09.02 von der Stadtverwaltung Kamp-Lintfort, vertreten durch Frau Dipl.-Geol. A. Schmidt, mit der Erstellung eines hydrogeologischen Gutachtens zur Überprüfung der Durchlässigkeit der Böden beauftragt.

2. Beschreibung des Grundstücks

Das Baugrundstück liegt im Nordwesten von Kamp-Lintfort, grenzt im Süden an die Moerser Straße und wird im Nordosten durch die Grundstücke entlang des Kanals Fossa Eugeniana begrenzt. Die Gauss-Krüger Koordinaten lauten:

Rechtswert	2537,000
Hochwert	5708,100

Die Morphologie des Geländes ist nahezu eben, es liegt ein geringfügiges Gefälle nach Westen vor. Die Geländehöhen liegen zwischen ca. 26,5 m ü. NN im Osten und 24,8 m ü. NN im Westen.

3. Untersuchungsumfang

Am 10.09.2002 wurden auf dem oben genannten Grundstück die folgenden Geländeuntersuchungen durchgeführt:

- 6 Rammkernbohrungen Ø 50 mm (RKB) bis max. 7,0 m Tiefe

Das erbohrte Bodenmaterial wurde meterweise, bzw. bei Schichtwechsel beprobt und in luftdicht verschließbare Glasbehälter gefüllt.

Ein Auswahl dieser Proben wurde im weiteren Verlauf an das Ingenieurgeologische Büro Dahlbender und Schürmann in Aachen weitergegeben. Hier wurden mittels Nasssiebungen für jede Probe eine Sieb-Körnungslinie aufgestellt.

Die Lage der Untersuchungspunkte ist in Anlage 1 dokumentiert. Die Schichtenverzeichnisse und die Bohrprofile der Rammkernsondierungen sind in Anlage 2 zu finden. In Anlage 3 sind Unterlagen zur Nasssiebung der ausgewählten Proben, die Unterlagen zur Vorbemessung der Versickerungsrigolen sind in Anlage 4 abgeheftet.

Weitere Informationen wurden den folgenden Karten entnommen:

- Topographische Karte von NRW, Blatt L4504 Moers
- Grundwassergleichen in NRW, Blatt L4504 Moers, Stand 10/73 und 04/88
- Wasserschutzgebiete in NRW, Blatt L4504 Moers, Stand 06/92
- Bodenkarte von NRW, Blatt L4504 Moers
- Hydrologische Karte von NRW, Blatt 4405 Rheinberg

4. Ergebnisse der Untersuchungen

4.1 Geologie

Der Hydrologischen Karte von NRW, Blatt 4405 Rheinberg, zufolge stehen im Bereich des Baugrundstücks unter einer geringmächtigen Überdeckung von Tallehm Sande und Kiese der Niederterrasse des Rheins an. Diese quartären Mittel- bis Grobsande besitzen eine Mächtigkeit von ca. 18 m und liegen an der Basis auf dem Krefelder Ton, welcher maximal 6 m Mächtigkeit erreichen kann, überwiegend jedoch dünner ausgebildet ist und zum Teil vollständig fehlt. Im Liegenden schließen sich die ca. 20 m mächtigen quartären Krefelder Rinnenschichten an.

Aus den Schichtenverzeichnissen der durchgeführten Bohrarbeiten wird ersichtlich, dass die Deckschicht des Tallehms im Bereich des untersuchten Grundstücks Mächtigkeiten zwischen 0,75 m und 1,4 m, überwiegend aber 1,0 m erreicht. Es handelt sich um einen feinsandigen Schluff von brauner Farbe mit vereinzelt Feinkiesen.

Die Sande der Niederterrasse weisen bis in Tiefen zwischen 1,7 m und 3,5 m, im Mittel 2,5 m unter GOK ein einheitliches Bild auf. Sie setzen sich zusammen aus feinsandigen Mittelsanden von hellbrauner und graubrauner Farbe, die unterschiedliche Anteile von Schluff enthalten.

Darunter ist von ca. 2,5 m bis in eine Tiefe von ca. 6,0 m eine leichte Kornvergrößerung zu beobachten. Hier wurden grobsandige Mittelsande erbohrt, die geringe Anteile von Fein- bis Mittelkies enthalten. Die Farbgebung bleibt nahezu unverändert.

In der tiefsten Bohrung (RKB 1) wurde von 5,8 m bis 6,5 m unter GOK schwach schluffiger Feinsand angetroffen.

Eine Abweichung von dem oben beschriebenen zweischichtigen Aufbau der Niederterrasse ist in der RKB 4 zu beobachten. Hier wird der gesamte Terrassenkörper durch grobsandige Mittelsande mit geringen fein- bis mittelkiesigen Anteilen aufgebaut.

Bei den Geländearbeiten wurden keine Beimengungen angetroffen, die auf eine anthropogene Beeinflussung der Freifläche schließen lassen.

4.2 Hydrogeologie

Grundwasser wurde in keiner der Rammkernbohrungen angetroffen.

Im südwestlichen Grundstücksbereich wurde in der RKB 1 bei 5,50 m unter GOK Nässe festgestellt. Ab 6,50 m konnte kein Bohrgut mehr gewonnen werden. Ein erhöhter Wassergehalt kann hierfür eine Ursache sein. Eine Lotung des Grundwassers war nicht möglich, da das Bohrloch bis 4,5 m unter GOK zufiel.

Gemäß der Grundwassergleichenkarte von NRW, Stand 10/88 (höchster Wasserstand) ist Grundwasser ab 7,0 m unter GOK zu erwarten.

Festgelegte oder geplante Wasserschutzgebiete werden nach der Karte „Wasserschutzgebiete in NRW“ vom untersuchten Grundstück nicht berührt.

4.3 Durchlässigkeit des Untergrundes

Zur Beurteilung der Versickerungsleistung des Bodens wurden zwei Methoden herangezogen. Für den an der Oberfläche anstehenden Tallehm wurde aus Erfahrungswerten ein Durchlässigkeitsbeiwert k_f abgeschätzt.

Um die Sande der Terrasse zu beurteilen, wurden über Nasssiebungen von Einzel- und Mischproben Körnungslinien erstellt. Aus diesen ließen sich basierend auf den Methoden von Beyer und Hazen Durchlässigkeitsbeiwerte berechnen.

4.3.1 Qualitative Abschätzung des Durchlässigkeitswertes

Der feinsandig, schluffige Tallehm, der im Untersuchungsgebiet flächendeckend die obere Bodenschicht darstellt, besitzt erfahrungsgemäß Durchlässigkeitsbeiwerte zwischen 1×10^{-5} m/s und 1×10^{-6} m/s, im Einzelfall können sie noch niedriger liegen. Der Durchlässigkeitsbeiwert des Tallehms wird in diesem Fall nur qualitativ abgeschätzt, da er in Bezug auf die empfohlenen Versickerungsbauwerke eine untergeordnete Rolle spielt. Mit einer Mächtigkeit von maximal 1,0 m ist der Tallehm im Sinne einer Versickerung von Niederschlagswasser nur von Relevanz, sofern eine Versickerung über Versickerungsmulden gewünscht ist. Jedoch bringt der geringe Durchlässigkeitsbeiwert des Tallehms eine längere Einstauzeit und somit auch einen erhöhten Flächenbedarf für Versickerungsanlagen mit sich.

Daher richtet sich der Schwerpunkt der Untersuchung auf die Sande der Terrasse, die ab ca. 1,0 m unter GOK anstehen. Mit ihrer mittelsandigen Zusammensetzung besitzen sie in der Regel Durchlässigkeitsbeiwerte in der Größenordnung von 5×10^{-5} m/s bis 1×10^{-3} m/s und stellen somit einen guten Untergrund zur Einbindung von Versickerungsrigolen dar.

4.3.2 Quantitative Ermittlung des Durchlässigkeitsbeiwertes

Um den Durchlässigkeitsbeiwert der Terrassensande berechnen zu können, wurden einige Proben mittels Nasssiebung analysiert. Da es sich im vorliegenden Fall um ein sehr großflächiges Gebiet handelt, wurden lithologisch ähnliche Bodenproben von benachbarten Bohrungen z.T. zu Mischproben zusammengefasst. Ein Schwerpunkt wurde, bis auf eine Ausnahme, bei der Probenauswahl auf den Bodenbereich von 1,0 bis maximal 3,5 m gelegt, in den die Rigolen voraussichtlich eingebettet werden.

Demnach wurden im Westen Proben aus den RKB 1 und 2 zusammengefasst. Hier erfolgte je eine Nasssiebung für die Tiefenbereiche von 1,0 m bis 2,7 m und von 2,7 m bis 4,5 m.

Im Zentralbereich wurden Proben der RKB 3 und 5 (0,9 m bis 3,0 m) zusammengefasst.

Im Norden bzw. Nordosten wurde ein sehr homogenes Vertikalprofil erbohrt. Hier wurden Sandproben der RKB 4 (0,75 m bis 5,0 m) zusammen untersucht.

Eine Einzelbearbeitung wurde mit den Proben der RKB 6 (1,0 m bis 3,5 m) im Süden bzw. Südwesten durchgeführt.

Die Lage der Untersuchungspunkte ist in Anlage 3 zu sehen, die Zusammensetzung der Mischproben ist in Tabelle 1 aufgelistet.

Anhand der Körnungslinien der Bodenproben können über die Methoden von Beyer und Hazen Durchlässigkeitsbeiwerte k_f abgeleitet werden. Beide Verfahren gehen auf empirische Beobachtungen zurück und ziehen in erster Linie den Korndurchmesser (mm) bei 10% Siebdurchgang der Gesamtmenge zur Berechnung heran.

Die Formel nach Beyer lautet: $k_f = c(d_{10})^2$ m/s (1)

c ist hierbei ein Proportionalitätsfaktor, der sich unter der Annahme einer mittleren Packungsdichte, schwach mineralisiertem Wasser und Temperaturen um 10° C, in Abhängigkeit von der Ungleichförmigkeitszahl U ($U = d_{60}/d_{10}$) vereinfacht aus Tabellen ablesen lässt¹⁾.

Im Fall der gesiebten Bodenproben liegt c für $U = 2,0$ bis $2,9$ in den Bereichswerten von 105×10^{-4} bis 95×10^{-4} und für $U = 3,0$ bis $4,9$ zwischen 95×10^{-4} bis 85×10^{-4} . Vereinfachend wird mit den Mittelwerten 100×10^{-4} bzw. 90×10^{-4} gerechnet.

Die Formel nach Hazen wurde aus Beobachtungen an Mittelsanden hergeleitet. Der Zusammenhang zum Durchlässigkeitsbeiwert wird folgendermaßen hergestellt: $k_f = 0,0116 \times (d_{10})^2 (0,7 + 0,03 \times T)$ m/s (2)

Die Temperatur T (°C) wird hierbei als Einflussfaktor berücksichtigt und in diesem Fall mit 10°C für schwach mineralisierte Wässer angesetzt.

Im Ergebnis zeigt sich, dass die Durchlässigkeitsbeiwerte von Beyer und Hazen in der gleichen Größenordnung liegen, die Werte nach Beyer jedoch geringfügig niedriger sind.

Im Folgenden werden weitere Berechnungen zur Vorbemessung der Rigolen mit den Werten nach Beyer durchgeführt, da mit den niedrigeren Werten der Ansatz größerer Sicherheit gewählt wird.

Für die Planung von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser werden die Regeln der ATV-DVWK-A 138 befolgt. Dort wird angemerkt, dass sich Ergebnisse aus den Laborversuchen auf die ungesättigte Bodenmatrix beziehen, und damit nicht direkt vergleichbar sind mit Durchlässigkeitsbeiwerten aus Feldversuchen, die in einer gesättigten Bodenmatrix stattfinden. Daher wird in der ATV-DVWK-A 138 ein Faktor von 0,2 vorgeschrieben, mit dem die Durchlässigkeitsbeiwerte nach Beyer abgemindert werden müssen (siehe Tabelle 1).

¹⁾ z.B. in Langguth, Voigt (1980): Hydrogeologische Methoden, Springer Verlag, Berlin Heidelberg New York

Tabelle 1		Zusammenfassung der Siebanalyse mit berechneten Durchlässigkeitsbeiwerten								
Siebung Nr.:	RKB	Glas	Tiefe (m)	d10	d60	U	k_f (Beyer)	k_f (Hazen)	Bemessungs- k_f : k_f (Beyer) \times 0,2	
									[m/s]	
Nr.1	Mischprobe aus:									
	RKB 1	G2	1,0 - 1,7	0,13	0,32	2,5	$1,69 \times 10^{-4}$	$1,96 \times 10^{-4}$	$3,38 \times 10^{-5}$	
	RKB 1	G3	1,7 - 2,7							
	RKB 2	G2	1,0 - 2,5							
Nr.2	Mischprobe aus:									
	RKB 3	G2	0,9 - 3,0	0,07	0,31	4,4	$4,41 \times 10^{-5}$	$5,68 \times 10^{-5}$	$8,82 \times 10^{-6}$	
	RKB 5	G2	1,4 - 2,2							
Nr.3	Einzelprobe									
	RKB 6	G2	1,0 - 3,5	0,14	0,34	2,4	$1,96 \times 10^{-4}$	$2,27 \times 10^{-4}$	$3,92 \times 10^{-5}$	
Nr.4	Mischprobe aus:									
	RKB 1	G5	3,5 - 4,5	0,18	0,41	2,3	$3,24 \times 10^{-4}$	$3,76 \times 10^{-4}$	$6,48 \times 10^{-5}$	
	RKB 2	G3	2,5 - 4,0							
	RKB 1	G4	2,7 - 3,5							
Nr.5	Mischprobe aus:									
	RKB 4	G2	0,75- 2,5	0,2	0,43	2,2	$4,0 \times 10^{-4}$	$4,64 \times 10^{-4}$	$8,0 \times 10^{-5}$	
	RKB 4	G3	2,5 - 3,5							
	RKB 4	G4	3,5 - 5,0							

Für die Fläche des Bebauungsplans lassen sich Zonen mit vergleichbaren Durchlässigkeitsbeiwerten abgrenzen (siehe Tabelle 2 und Anlage 3).

Es wird ersichtlich, dass die Durchlässigkeitsbeiwerte im Westen und Süden kaum voneinander abweichen und im Mittel ca. $1,85 \times 10^{-4}$ (m/s), korrigiert zu $3,7 \times 10^{-5}$ (m/s) betragen. Daher wird der Bereich um die Bohrungen RKB 1, 2 und 6 für die weiteren Betrachtungen als Zone 1 zusammengefasst .

Etwa um eine Größenordnung niedriger liegt der Durchlässigkeitsbeiwertswert von $4,41 \times 10^{-5}$ m/s, berichtigt zu $8,8 \times 10^{-6}$ (m/s) bei den Bohrungen RKB 3 und 5 im Osten und im Zentralbereich des untersuchten Grundstücks. Dieser Bereich wird als Zone 2 zusammengefasst.

Im Norden bei der RKB 4 liegt der Durchlässigkeitsbeiwert mit $4,0 \times 10^{-5}$ m/s, umgerechnet zu $8,0 \times 10^{-5}$ m/s wiederum höher. Dieser Bereich wird als Zone 3 abgegrenzt.

Zone	Bereich	Lage	Durchlässigkeitsbeiwert
Zone 1	RKB 1, 2 und 6	West und Süd	$3,7 \times 10^{-5}$ (m/s)
Zone 2	RKB 3 und 5	Zentrum und Ost	$8,8 \times 10^{-6}$ (m/s)
Zone 3	RKB 4	Nord	$8,0 \times 10^{-5}$ (m/s)

5. Eignung der Fläche zur Versickerung von Niederschlagswasser

5.1 Bewertungsgrundlagen

Die Grundlage zur Beurteilung der Fläche zur Versickerung von Niederschlagswasser bilden die Anforderungen und Berechnungsverfahren, die von der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (ATV-DVWK) in ihren Regelwerken und Arbeitsberichten aufgeführt werden. Weiterhin wird der vom Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes NRW herausgegebene Runderlass zur „Niederschlagswasserbeseitigung gemäß § 51 a des Landeswassergesetzes“ berücksichtigt.

Voraussetzung zur Versickerung von Niederschlagswasser ist ein durchlässiger Untergrund und ein ausreichender Abstand zur Grundwasseroberfläche.

Den Anforderungen der ATV-DVWK folgend, sollte die Mächtigkeit des Sickerraumes, damit wird der Abstand zwischen der Sohle einer Versickerungsanlage und der Grundwasseroberfläche bezeichnet, mindestens 1 m betragen. Nur so kann eine ausreichende Filterwirkung für die eingeleiteten Niederschlagsabflüsse gewährleistet werden.

Der Untergrund sollte nach Empfehlungen der ATV-DVWK einen Durchlässigkeitsbeiwert zwischen 5×10^{-6} und 1×10^{-3} m/s besitzen. Liegen höhere Durchlässigkeitsbeiwerte vor, sickern die Niederschlagsabflüsse so schnell dem Grundwasser zu, dass die biologischen und physiko-chemischen Reinigungsprozesse bei der geringen Verweildauer in der Filterstrecke nicht in ausreichendem Maße stattfinden können. Sind dagegen die Durchlässigkeitsbeiwerte zu gering, resultieren insbesondere bei Versickerungsmulden zu lange Einstauzeiten.

Nach dem Runderlass des MURL „ kann bei Durchlässigkeitsbeiwerten $\leq 5 \times 10^{-6}$ m/s keine Versickerung im Sinne des § 51 a des Landeswassergesetzes gefordert werden. Der Abwasserbeseitigungspflichtige kann jedoch freiwillig auch bei Durchlässigkeitsbeiwerten $\leq 5 \times 10^{-6}$ m/s Versickerungsanlagen errichten, die entsprechend groß dimensioniert werden müssen“.

5.2 Beurteilung

In den durchgeführten Rammkernbohrungen wurden keine Hinweise auf anthropogene Beeinflussung des Bodens vorgefunden. Somit gibt es keine Verunreinigungen im Boden, die eine Regenwasserversickerung einschränken könnten.

Der Schluff des Tallehms ist aufgrund der Durchlässigkeitsbeiwerte nur schlecht als versickerungsfähiges Medium geeignet. Die Möglichkeit, im Tallehm Versickerungsmulden anzulegen, wird nicht empfohlen, da hier lange Einstauzeiten zu erwarten sind. Dies kann zur Bodenvernässung führen und lässt auch den Flächenbedarf für die Mulden steigen.

Die Sande der Niederterrasse, die den Tallehm unterlagern, weisen dagegen deutlich höhere Durchlässigkeitsbeiwerte auf. Alle aus den Körnungslinien der Bodenproben nach den Methoden von Hazen und Beyer abgeleiteten und mit dem Faktor 0,2 (für Laborergebnisse) korrigierten Durchlässigkeitsbeiwerte, liegen im nach den Empfehlungen der ATV-DVWK geforderten Rahmen. Demnach kann eine Versickerung im Sinne des § 51 a Landeswassergesetz gefordert werden.

Als Versickerungsbauwerke kommen Rigolen in Betracht, die in die Sande der Niederterrasse einbinden sollen.

Die Flurabstände des Grundwassers sind mit ca. 7,0 m unter GOK ausreichend. Die Sohltiefe der Rigolen soll mindestens bei 2,0 m unter GOK liegen und somit ausreichenden Abstand zur Grundwasseroberfläche haben.

6. Versickerungsanlagen

6.1 Vorbemessung

6.1.1 Randbedingungen

Die Dachflächen der einzelnen Gebäude variieren zum derzeitigen Stand des Bauplanungsentwurfes von unter 50 m² bis zu 100 m². Es ist eine dezentrale Versickerung der Niederschlagsabflüsse einzelner Gebäude über Versickerungsrigolen geplant. Daher werden bei den Bemessungsbeispielen für die Versickerungsbauwerke in Kapitel 6.1.2. zwei pauschale Dachflächen angesetzt (50 m² und 100 m²). Als Variable für die Bauwerksmaße wird in diesem Fall die Länge L (m) der Rigole herangezogen, Breite und

Höhe werden auf einen konstanten Wert (1,5 m bzw 1,0 m) gesetzt. Die Länge ändert sich linear mit Veränderungen der Dachfläche, so dass für jede Dachfläche eine Rigolenlänge abgeleitet werden kann.

Auf die Einbeziehung eines mittleren, nach ATV A 117 und ATV M 153 empfohlenen Abflussbeiwertes Ψ_m , der sich an der geplanten Dachneigung und dem Material der Dacheindeckung orientiert, wird in diesem Fall verzichtet, weil diese Angaben bisher nicht endgültig feststehen. Da dieser Abminderungsfaktor bei einem Schrägdach mit Ziegeleindeckung etwa bei 0,95 liegt und zudem die Einzeldachflächen verhältnismäßig klein sind, macht es sich im Ergebnis nicht deutlich bemerkbar, wenn in den Vorbemessungen für die Versickerungsrigolen die abflusswirksame angeschlossene Niederschlagsfläche A_{red} der tatsächlichen Dachfläche A gleichgesetzt wird.

Der ermittelte Durchlässigkeitsbeiwert, der in die Berechnungen einfließt, liegt für die Zone 1 (RKB 1, 2 und 6) bei $3,7 \times 10^{-5}$ (m/s).

Für die Zone 2 (RKB 3 und 5) wird ein Durchlässigkeitsbeiwertswert von $8,8 \times 10^{-6}$ (m/s) herangezogen, und für die Zone 3 (RKB 4) wird mit $8,0 \times 10^{-5}$ m/s gerechnet.

Tabelle 3:
Regenspenden in Abhängigkeit von der Niederschlagsdauer
und der Wiederkehrhäufigkeit (aus: KOSTRA-Atlas)
Station Duisburg-Hochfeld

	Häufigkeit n						
	[1/a]						
	2	1	0,5	0,2	0,1	0,05	0,02
Regendauer T [min]	Regenspende r (l/s*ha)						
5	140,03	190,04	243,38	310,06	360,07	413,42	480,10
10	105,02	143,36	183,37	233,38	271,72	310,06	361,74
15	84,46	115,58	145,58	186,70	216,71	247,83	287,84
20	70,85	96,69	122,52	155,86	181,70	207,54	241,72
30	54,46	73,90	93,35	119,47	138,92	158,92	184,48
45	40,75	55,57	70,38	89,65	104,47	119,28	138,92
60	33,06	45,01	56,96	72,79	84,74	96,69	112,52
90	23,89	32,97	41,86	53,53	62,61	71,50	83,35
120	19,03	26,26	33,48	43,06	50,29	57,51	66,96
180	13,89	19,17	24,45	31,49	36,77	42,05	49,08
240	11,11	15,35	19,59	25,14	29,38	33,62	39,17
360	8,15	11,21	14,26	18,29	21,35	24,40	28,43
540	5,96	8,18	10,37	13,27	15,47	17,66	20,59
720	4,79	6,53	8,27	10,56	12,29	14,03	16,32
1080	3,60	4,85	6,10	7,75	9,00	10,25	11,92
1440	2,94	3,94	4,92	6,23	7,21	8,20	9,50
2880	1,81	2,37	2,92	3,65	4,21	4,76	5,49
4320	1,37	1,76	2,15	2,67	3,06	3,45	3,97

Zur Ermittlung der Bemessungsniederschläge wird die örtliche Regenreihe der Wetterstation Duisburg-Hochfeld, veröffentlicht im KOSTRA-Atlas des Deutschen Wetterdienstes, verwendet (siehe Tabelle 2).

Diese Regenreihe ist aufgrund der räumlichen Nähe des Untersuchungsgebietes in Kamp-Lintfort zu Duisburg-Hochfeld (ca. 18 km südöstlich) für die hier vorliegende Beurteilung aussagekräftig. Auf die Anwendung der Reinholdschen Daten wird nach ATV-DVWK-A 138 verzichtet.

Die jährliche Überschreitungshäufigkeit des maßgeblichen Regenereignisses wird mit $n=0,2$ in $1/a$ gewählt.

Die Dauer des Bemessungsregens ergibt sich aus der iterativen Berechnung des jeweils größten notwendigen Speichervolumens.

6.1.2 Berechnungen verschiedener Bauwerksvarianten

Die Berechnungsansätze sind dem Regelwerk der ATV-DVWK-A 138 entnommen.

Bei der Dimensionierung von Versickerungsanlagen muss folgende Bilanzgleichung erfüllt sein:

Speichervolumen = Zufluss – Versickerung

Das maximal notwendige Speichervolumen ergibt sich in Abhängigkeit von der Durchlässigkeit des Untergrundes und der Anlagenform, die in der Lage sein muss, Regenereignisse von unterschiedlicher Dauer und Regenspende (kritisches Regenereignis) aufzunehmen. Der **Zufluss** Q_z zu einer Versickerungsanlage wird wie folgt berechnet:

$$(1) \quad Q_z = A_{red} \cdot 10^{-7} \cdot r_{T(n)} \quad [m^3/s]$$

mit

$$Q_z = \text{Regenwasserzufluss } [m^3/s]$$

$$A_{red} = \text{angeschlossene Fläche } [m^2]$$

$$r_{T(n)} = \text{maßgebende Regenspende der Häufigkeit } n \text{ und der Dauerstufe } T \text{ [l/s} \cdot \text{ha]}$$

Die **Versickerungsrate** Q_s ergibt sich unter Vernachlässigung des hydraulischen Gefälles allgemein zu:

$$(3) \quad Q_s = A_{s,w} \cdot k_f \quad [m^3/s]$$

mit

$$Q_s = \text{Versickerungsrate } [m^3/s]$$

$$A_{s,w} = \text{wirksame Versickerungsfläche } [m^2], \text{ abhängig von der Form des Versickerungsbauwerkes}$$

Für die Ausführung des Bauwerkes in der Form einer Versickerungsrigole gilt zu beachten, dass neben der versickerungswirksamen Sohlfläche auch die Seitenflächen in einem bestimmten Maß zur Versickerung beitragen. Die **Versickerungsfläche A_s** setzt sich wie folgt zusammen:

$$(4) A_s = b_{R,w} \cdot L = (b_R + h/2) \cdot L$$

mit

A_s = Versickerungsfläche der Rigole [m^2]

$b_{R,w}$ = versickerungswirksame Breite der Rigole [m]

b_R = Breite der Rigole [m]

h = Höhe der Rigole [m]

L = Länge der Rigole [m]

Daraus ergibt sich das **notwendige Speichervolumen V_s einer Versickerungsrigole** zu

$$(4) V_s = (\sum Q_z - \sum Q_s) \cdot T \cdot 60$$

$$(5) V_s = (A_{red} \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - A_s \cdot k_f) \cdot T \cdot 60$$

mit

V_s = Speichervolumen [m^3]

T = Dauer des Regenereignisses [min]

Das für die Bemessung erforderliche maximale Speichervolumen wird durch Iteration ermittelt. Hierbei wird für die Rigole eine kritische Regenbelastung der Dauer T mit einer bestimmten Regenspende $rT_{(n)}$ gefunden, bei der das Verhältnis von Zufluss und Versickerungsrate ein maximales Speichervolumen erfordert. Die Berechnungen sind in Anlage 4 dokumentiert.

Tabelle 4: Übersicht der Rigolenvorbemessungen							
		Zone 1: $k_f=3,7 \times 10^{-5}$		Zone 2: $k_f=8,8 \times 10^{-6}$		Zone 3: $k_f=8,8 \times 10^{-5}$	
		(RKB 1,2 und 6)		(RKB 3 und 5)		(RKB 4)	
angeschl. Fläche	A [m^2]	50	100	50	100	50	100
Rigolenbreite	b [m]	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Rigolenhöhe	h [m]	1	1	1	1	1	1
Speicherkoefizient	S [1]	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Regendauer	T [min]	60	60	240	240	45	45
Regenhäufigkeit	N [1/a]	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Regenspende	R(T)n [l/s*ha]	72,8	72,8	25,1	25,1	89,7	86,7
erforderliche Rigolenlänge	L [m]	2	4	2,8	5,5	1,6	3,3
Speichervolumen	V_s [m^3]	1,02	2,04	1,42	2,84	0,83	1,66

Demzufolge gilt für den Westen und Süden des Geländes im Bereich der RKB 1, 2 und 6 (Zone 1), dass bei einer festgelegten Höhe der Rigole von 1,0 m und einer Breite von 1,5 m sowie einer angeschlossenen Dachfläche von 100 m² eine Länge von 4,0 m erreicht werden muss, um das notwendige Speichervolumen von 2,04 m³ zu gewährleisten.

Unter gleichen Voraussetzungen beträgt im Zentrum und im Osten des Geländes im Bereich der RKB 3 und 5 (Zone 2) die erforderliche Länge 5,5 m.

Im Norden rund um die RKB 4 (Zone 3) beträgt die Länge 3,3 m unter ebenfalls gleichen Randbedingungen. Eine Zusammenstellung der Ergebnisse liefert Tabelle 4.

6.2 Hinweise zur Ausführung

6.2.1 Überlastungssicherung

Damit im Fall einer Überlastung der Versickerungsanlage Schäden vermieden werden, können besondere Vorkehrungen getroffen werden. Mit einem Notüberlauf kann das Versickerungsbauwerk mit dem örtlichen Kanalnetz verbunden werden. Dieser Überlauf sollte an einen Sammel- und Revisionsschacht, welcher der Rigole vorgeschaltet ist, angeschlossen werden (siehe Abbildung 1).

6.2.2 Ausbildung der Rigolen

Bei einer Rigole handelt es sich um einen mit Kies gefüllten Graben (siehe Abbildung 1).

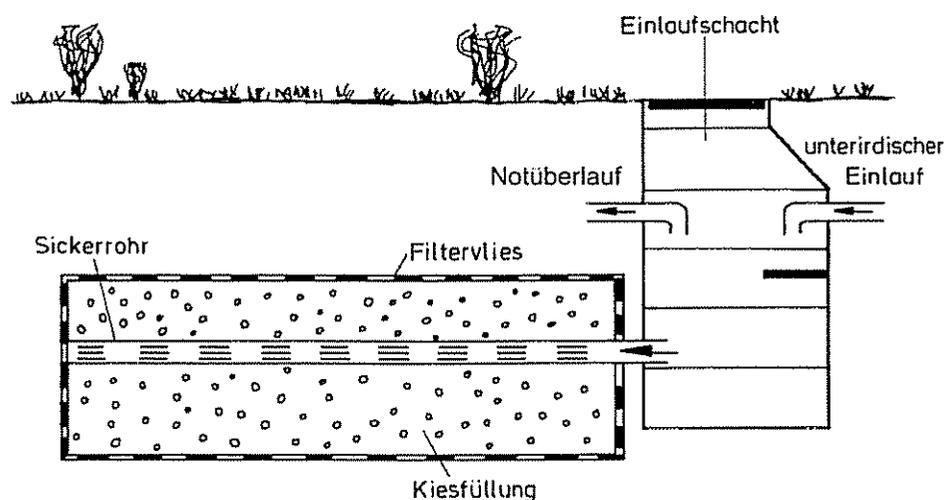


Abb.1: Querschnitt durch eine Versickerungsrigole

Die Kiesfüllung soll ein hohes Speichervolumen erlauben (Körnung z.B. 8/32 mm, gewaschen) und wird allseitig mit einem Filtervlies ummantelt. Damit im Niederschlagswasser mitgeführte Fest- und Schwebstoffe nicht die Porenräume der Kiesfüllung verstopfen, muss der Rigole ein geeigneter Absetzraum vorgeschaltet werden.

Die Abmessungen der Rigolen sollen in der Breite 1,5 m und in der Tiefe jeweils 1,0 m betragen. Die Länge wird variiert und richtet sich gemäß den angeführten Tabellen einmal nach der angeschlossenen Dachfläche, zum anderen nach der Durchlässigkeit des Untergrundes, der im Untersuchungsgebiet in drei Zonen unterteilt ist.

Bei der Anlage der Rigolen ist auf die Einhaltung der Mindestabstände zu den Gebäuden zu achten. Hierbei müssen die Maßgaben des Arbeitsblattes ATV-DVWK-A 138 befolgt und die notwendigen Abstände im Einzelfall festgelegt werden.

Ist es unter Beachtung der notwendigen Abstände nicht möglich, eine Rigole mit der erforderlichen Größe auf dem jeweiligen Einzelgrundstück einzubauen, so bleibt die Möglichkeit, die Kiesfüllung durch ein Speicherelement aus Kunststoff zu ersetzen. Hierbei steigt das Speichervolumen um mehr als das doppelte und die Ausmaße der Rigole verringern sich entsprechend. Allerdings muss für diese Bauweise eine angepasste Bemessung erfolgen.

7. Zusammenfassung

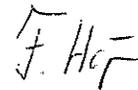
Für das untersuchte Baugrundstück in Kamp-Lintfort, Moerser Straße, kann eine Versickerung von Niederschlagswasser im Sinne des § 51 a Landeswassergesetz nach den Anforderungen des MURL gefordert werden und ist im Rahmen der von der ATV-DVWK-A 138 geforderten Bedingungen zulässig.

Im Untersuchungsgebiet lassen sich die Sande der Niederterrasse von ca. 1,0 m bis ca. 3,0 m unter GOK in drei Teilbereiche unterschiedlicher Versickerungsleistung einteilen.

Es wird empfohlen, die Regenwasserversickerung dezentral mit Rigolen vorzunehmen, die in die Sande der Niederterrasse einbinden. Die Dimensionierung der Rigolen ist für jedes Bauwerk einzeln festzulegen. Hierbei soll eine Breite von 1,5 m und die Höhe von 1,0 m gewählt werden. Die Länge ist variabel und richtet sich zum einem nach dem am Ort ihres Baus gültigen Durchlässigkeitsbeiwert und zum anderen nach der angeschlossenen Dachfläche.



Dipl.-Geol. R. Olzem

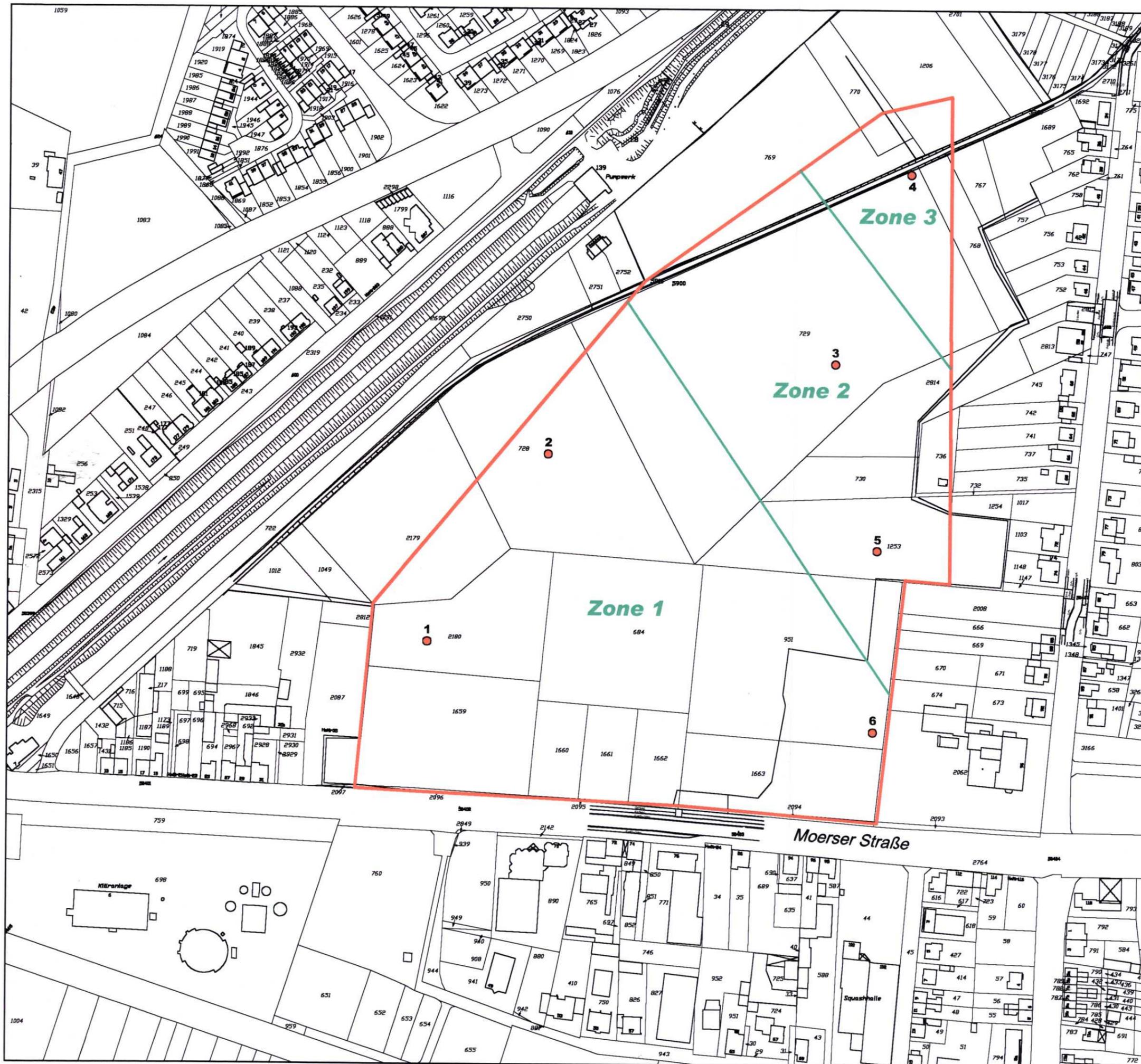


Dipl.-Geol. F. Höpner

Anlage 1

Lageplan

Maßstab 1:2500



Legende

- Grenze der Fläche des Bebauungsplans
- 1 Rammkernbohrung
- Abgrenzung der Zonen
- Zone 1** Zone mit einheitlichen Durchlässigkeitsbeiwerten

Lageplan

Maßnahme		HYDR.O. GEOLOGEN UND INGENIEURE Sigmundstraße 10-12 52070 Aachen Tel.: 0241/60 90 20
Hydrogeologisches Gutachten zur Regenwasserversickerung B-Plan Moerser Straße West		
Auftraggeber		
Stadt Kamp-Lintfort (Tiefbauamt)		
bearbeitet	gezeichnet	Projekt-Nr.
oz/hö	gr	02067
Datum	Maßstab	Anlage
02.10.2002	1:2.500	1

Anlage 2

Schichtenverzeichnisse und Bohrprofile der Rammkernsondierungen

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Anlage

Bericht:

Az.: 02067

Bauvorhaben: Kamp-Lintfort, Moerser Str.

Bohrung Nr RKB 1 /Blatt 1

Datum:

06.09.02

1	2			3		4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges		Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen ¹⁾					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische ¹⁾ Benennung	h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalk- gehalt				
1,00	a) Schluff, feinsandig, sehr schwach feinkiesig					G1		1,00
	b)							
	c) fest	d) leicht zu bohren	e) braun					
	f) Tallehm	g) Holozän	h)	i)				
1,70	a) Mittelsand, feinsandig, schluffig					G	2	1,70
	b)							
	c) abgerundet	d) mittelschwer zu bohren	e) braunrot					
	f) Terrasse	g) Pleistozän	h)	i)				
4,80	a) Mittelsand, feinsandig, sehr schwach feinkiesig					G G G G	3 4 5 6	2,70 3,50 4,50 4,80
	b)							
	c) abgerundet	d) schwer zu bohren	e) hell braungrau					
	f) Terrasse	g) Pleistozän	h)	i)				
5,50	a) Mittelsand, feinsandig, sehr schwach feinkiesig					G	7	5,50
	b)							
	c) abgerundet	d) schwer zu bohren	e) braungrau					
	f) Terrasse	g) Pleistozän	h)	i)				
5,80	a) Grobsand, mittelsandig, schwach feinkiesig, sehr schwach mittelkiesig					G	8	5,80
	b)							
	c) abgerundet	d) schwer zu bohren	e) braun		feucht ab 5,50 m			
	f) Terrasse	g) Pleistozän	h)	i)				

¹⁾ Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Anlage

Bericht:

Az : 02067

Bauvorhaben: Kamp-Lintfort, Moerser Str.

Bohrung Nr RKB 1 /Blatt 2

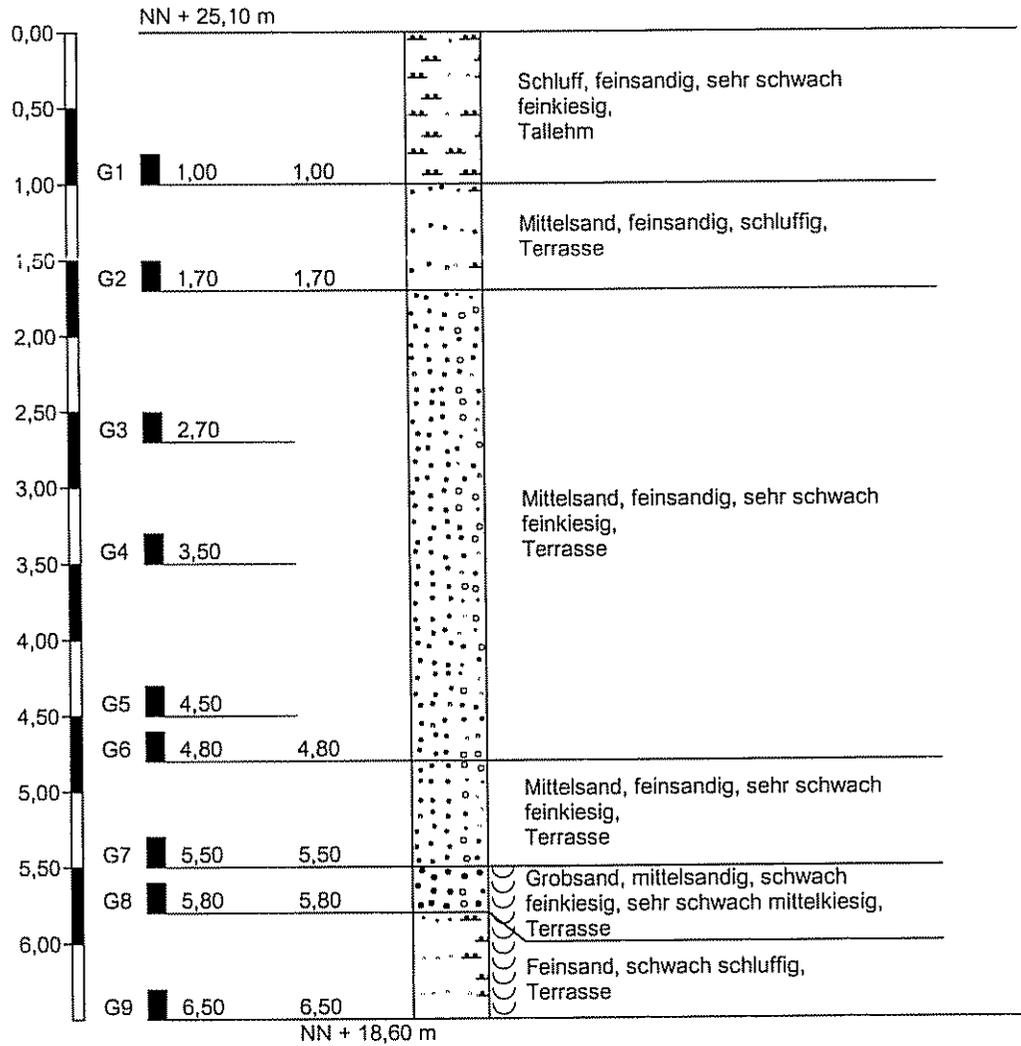
Datum:

06 09 02

1	2				3	4	5	6				
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben						
	b) Ergänzende Bemerkungen ¹⁾					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)				
c) Beschaffenheit nach Bohrgut		d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang		e) Farbe								
f) Übliche Benennung		g) Geologische ¹⁾ Benennung		h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalk-gehalt							
6,50	a) Feinsand, schwach schluffig				gebohrt bis 7,0 m	G	9	6,50				
	b)				Kernverlust ab 6,5 m							
	c) abgerundet		d) schwer zu bohren		e) dunkelbraun				Lichtlotmessung nicht möglich.			
	f) Terrasse		g) Pleistozän		h)				i)		Bohrloch bis 4,5 m zugefallen	
	a)											
	b)											
	c)		d)		e)							
	f)		g)		h)	i)						
	a)											
	b)											
	c)		d)		e)							
	f)		g)		h)	i)						
	a)											
	b)											
	c)		d)		e)							
	f)		g)		h)	i)						

¹⁾ Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

RKB 1



Höhenmaßstab 1:50

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Anlage

Bericht:

Az : 02067

Bauvorhaben: Kamp-Lintfort, Moerser Str.

Bohrung Nr RKB 2 /Blatt 1

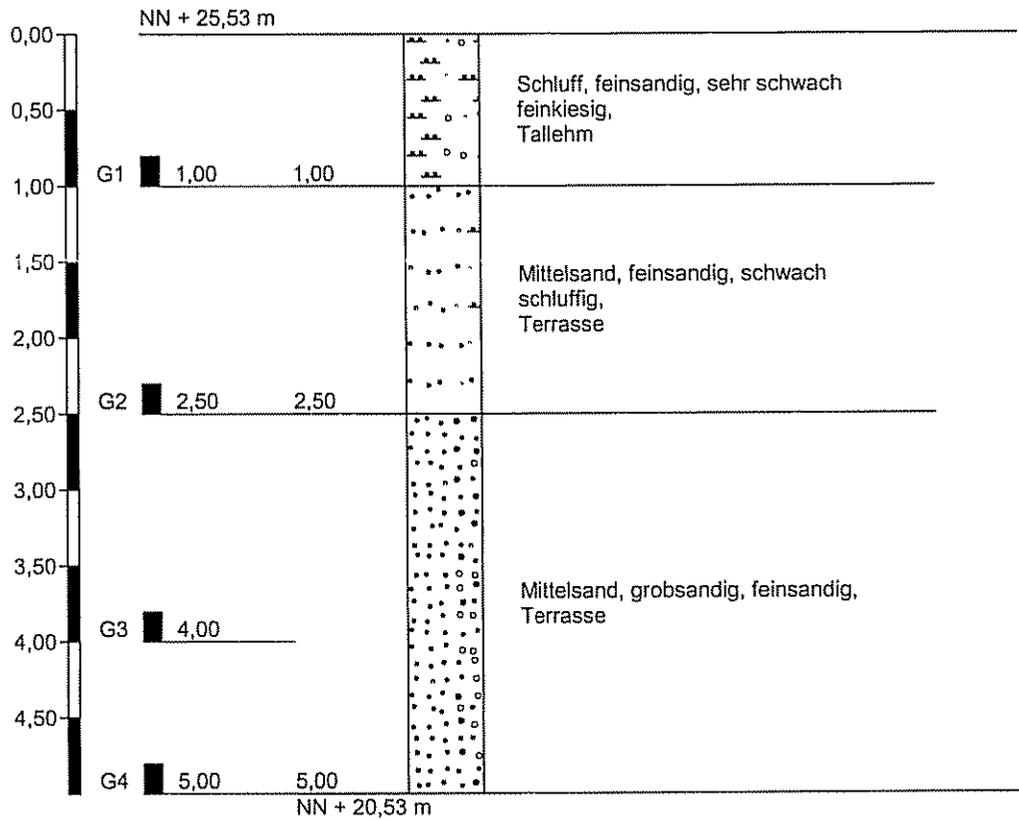
Datum:

06.09.02

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen ¹⁾					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische ¹⁾ Benennung	h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalkgehalt				
1,00	a) Schluff, feinsandig, sehr schwach feinkiesig					G1		1,00
	b)							
	c) fest	d) leicht zu bohren	e) braun					
	f) Tallehm	g) Holozän	h)	i)				
2,50	a) Mittelsand, feinsandig, schwach schluffig					G	2	2,50
	b)							
	c) abgerundet	d) mittelschwer zu bohren	e) hellbraun					
	f) Terrasse	g) Pleistozän	h)	i)				
5,00	a) Mittelsand, grobsandig, feinsandig				erdfeucht Bohrung abgebrochen, da Gestänge nicht mehr gezogen werden konnte.	G G	3 4	4,00 5,00
	b)							
	c) abgerundet	d) mittelschwer zu bohren	e) hellbraungrau					
	f) Terrasse	g) Pleistozän	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

¹⁾ Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

RKB 2



Höhenmaßstab 1:50

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Anlage

Bericht:

Az.: 02067

Bauvorhaben: Kamp-Lintfort, Moerser Str.

Bohrung Nr RKB 3 /Blatt 1

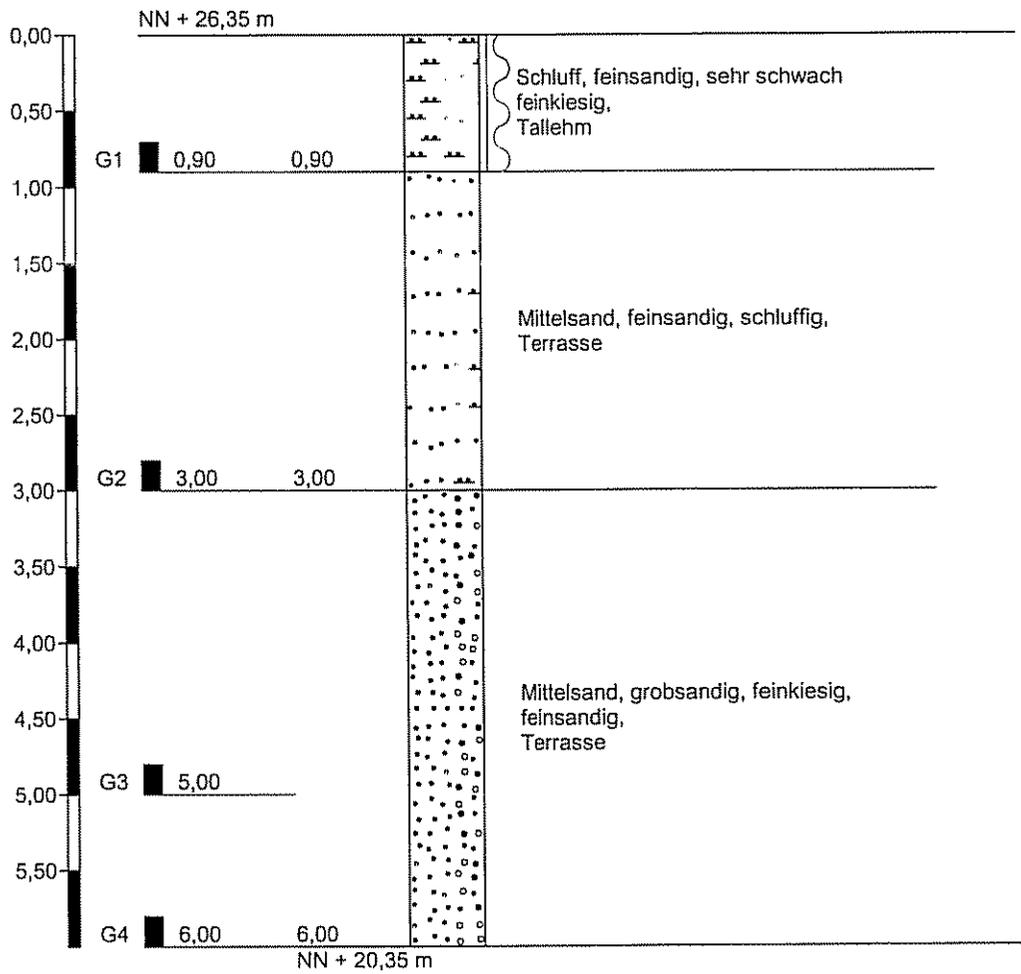
Datum:

10.09.02

1	2				3	4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen 1)					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische 1) Benennung	h) 1) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0,90	a) Schluff, feinsandig, sehr schwach feinkiesig					G	1	0,90
	b)							
	c) weich, halbfest	d) leicht zu bohren	e) braun					
	f) Tallehm	g) Holozän	h)	i)				
3,00	a) Mittelsand, feinsandig, schluffig					G	2	3,00
	b)							
	c) abgerundet	d) mittelschwer zu bohren	e) braungrau					
	f) Terrasse	g) Pleistozän	h)	i)				
6,00	a) Mittelsand, grobsandig, feinkiesig, feinsandig					G G	3 4	5,00 6,00
	b)							
	c) abgerundet	d) mittelschwer zu bohren	e) braungraurot					
	f) Terrasse	g) Pleistozän	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

RKB 3



Höhenmaßstab 1:50

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Anlage

Bericht:

Az : 02067

Bauvorhaben: Kamp-Lintfort, Moerser Str.

Bohrung Nr RKB 4 /Blatt 1

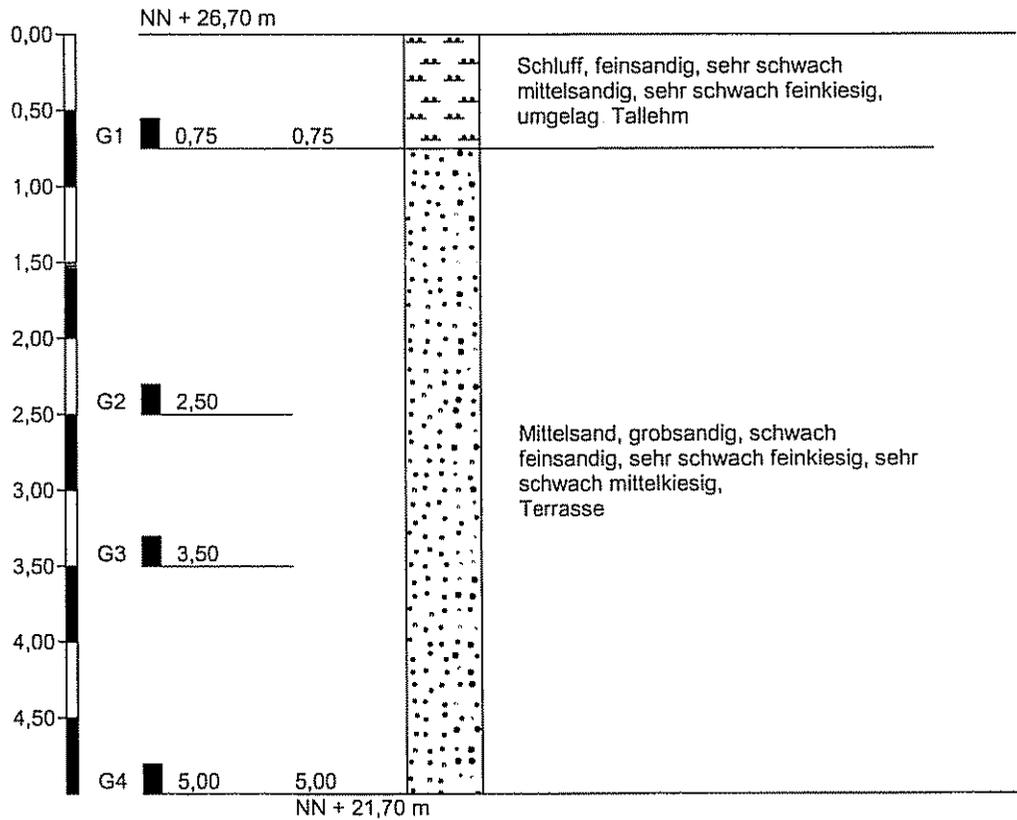
Datum:

06.09.02

1	2			3	4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen ¹⁾				Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische ¹⁾ Benennung	h) ¹⁾ Gruppe i) Kalk- gehalt				
0,75	a) Schluff, feinsandig, sehr schwach mittelsandig, sehr schwach feinkiesig				G	1	0,75
	b)						
	c) fest	d) leicht zu bohren	e) braun				
	f) umgelag. Tallehm	g) Holozän	h) i)				
5,00	a) Mittelsand, grobsandig, schwach feinsandig, sehr schwach feinkiesig, sehr schwach mittelkiesig				G G G	2 3 4	2,50 3,50 5,00
	b)						
	c) abgerundet	d) mittelschwer zu bohren	e) braun				
	f) Terrasse	g) Pleistozän	h) i)				
	a)						
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h) i)				
	a)						
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h) i)				

¹⁾ Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

RKB 4



Höhenmaßstab 1:50

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Anlage

Bericht:

Az : 02067

Bauvorhaben: Kamp-Lintfort, Moerser Str.

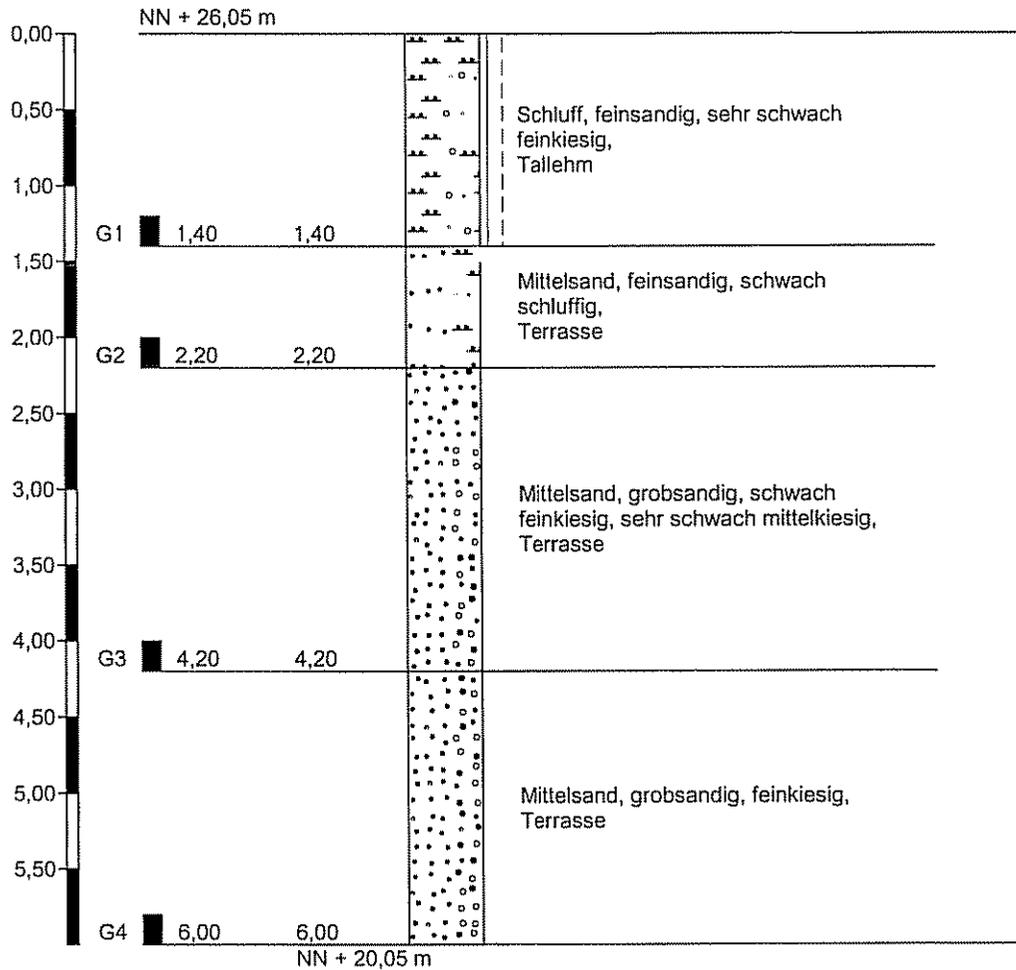
Bohrung Nr RKB 5 /Blatt 1

Datum:
10.09.02

1	2	3	4	5	6				
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen		Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges						
	b) Ergänzende Bemerkungen ¹⁾					Entnommene Proben			
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang				e) Farbe	Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	f) Übliche Benennung	g) Geologische ¹⁾ Benennung				h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalk- gehalt		
1,40	a) Schluff, feinsandig, sehr schwach feinkiesig		G 1 1,40						
b)									
c) halbfest, steif	d) leicht zu bohren	e) braun							
f) Tallehm	g) Holozän	h) i)							
2,20	a) Mittelsand, feinsandig, schwach schluffig		G 2 2,20						
b)									
c) abgerundet	d) mittelschwer zu bohren	e) braungrau							
f) Terrasse	g) Pleistozän	h) i)							
4,20	a) Mittelsand, grobsandig, schwach feinkiesig, sehr schwach mittelkiesig		G 3 4,20						
b)									
c) abgerundet	d) schwer zu bohren	e) braunrot							
f) Terrasse	g) Pleistozän	h) i)							
6,00	a) Mittelsand, grobsandig, feinkiesig		G 4 6,00						
b)									
c) abgerundet	d) schwer zu bohren	e) braun							
f) Terrasse	g) Pleistozän	h) i)							
	a)								
	b)								
	c)	d)				e)			
	f)	g)				h) i)			

¹⁾ Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

RKB 5



Höhenmaßstab 1:50

Bauvorhaben: Kamp-Lintfort, Moerser Str.

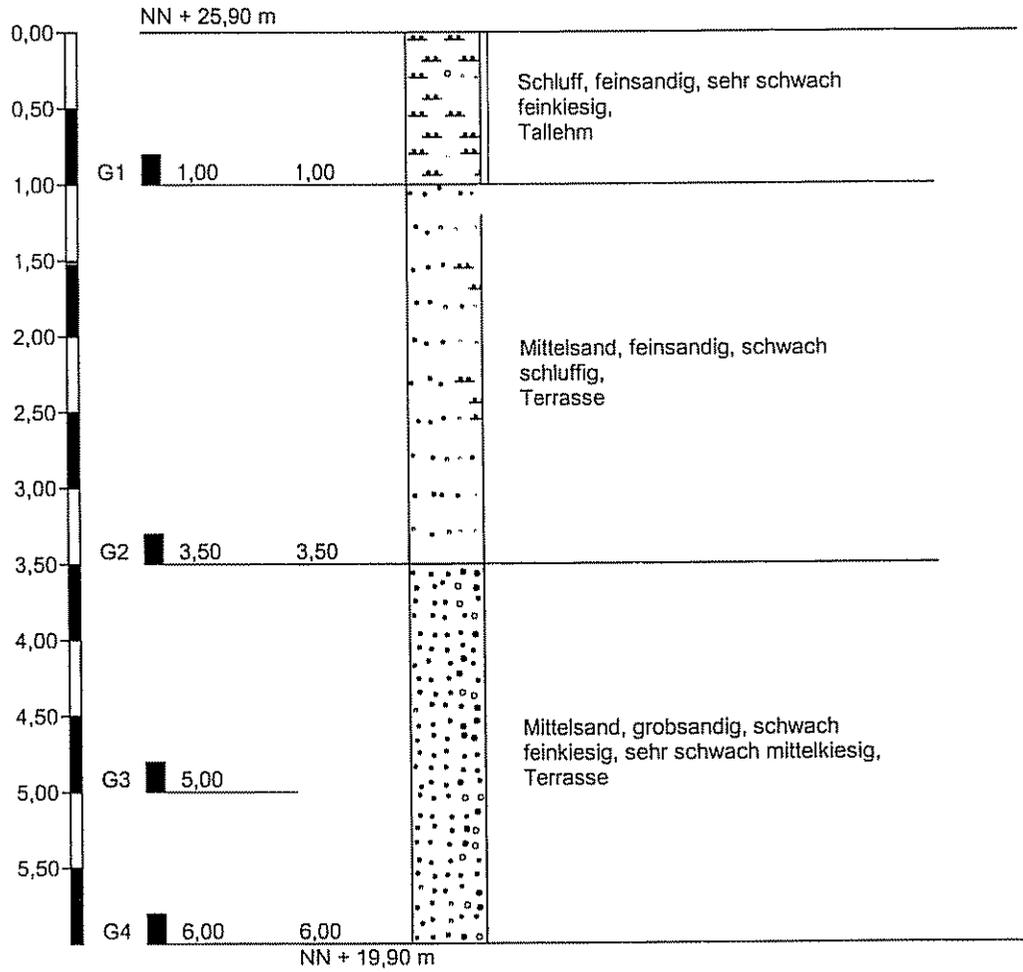
Bohrung Nr RKB 6 /Blatt 1

 Datum:
10.09.02

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen 1)					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische 1) Benennung	h) 1) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
1,00	a) Schluff, feinsandig, sehr schwach feinkiesig					G	1	1,00
	b)							
	c) halbfest	d) leicht zu bohren	e) braun					
	f) Tallehm	g) Holozän	h)	i)				
3,50	a) Mittelsand, feinsandig, schwach schluffig					G	2	3,50
	b)							
	c) abgerundet	d) mittelschwer zu bohren	e) braungraurot					
	f) Terrasse	g) Pleistozän	h)	i)				
6,00	a) Mittelsand, grobsandig, schwach feinkiesig, sehr schwach mittelkiesig					G G	3 4	5,00 6,00
	b)							
	c) abgerundet	d) schwer zu bohren	e) braungraurot					
	f) Terrasse	g) Pleistozän	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

RKB 6



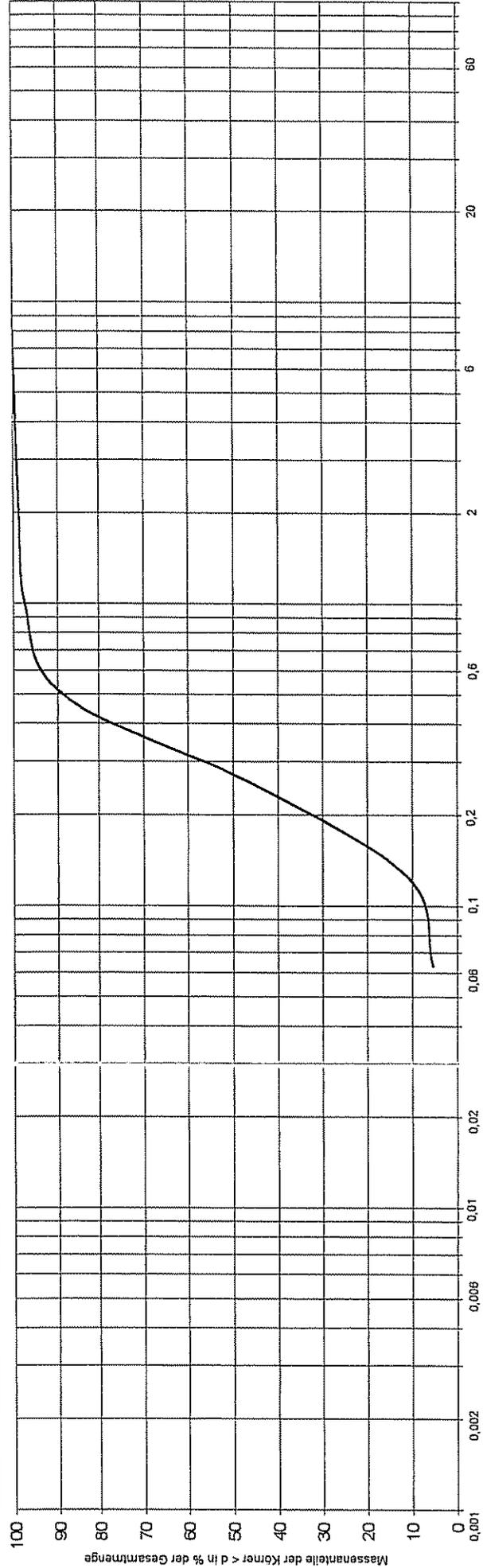
Höhenmaßstab 1:50

Anlage 3

Dokumentation der Nasssiebung

Ingenieurgeologisches Büro Dahlbender & Schürmann Ottostraße 57 52070 Aachen 0241/9019051	Körnungslinie nach DIN 18 123	Bauvorhaben: Kamp-Lintfort, B-Plan, Moerser Str. West	Ausgeführt durch: Dahlbender am: 19.09.2002	Prüfungs.-Nr. 1 Probe entn. durch: Probe entn. am: Art der Entnahme: RKS Arbeitsweise: Naßsiebung
---	---	--	---	---

Siebkorn									
Schluff			Sand				Kies		
Feinstes	Fein	Mittel	Grob	Fein	Mittel	Grob	Fein	Mittel	Grob



Korndurchmesser d in mm

Entnahmestelle/Ort: MP 1	$d^{60} = : 0,32$	< 0,063 mm .	5,4%
Tiefe (m): 1,0 - 2,7	$d^{10} = : 0,13$	0,063 - 2 mm .	93,4%
Bodenart: Sand	$U = d^{60} / d^{10} : 2,5$	> 2mm :	1,2%

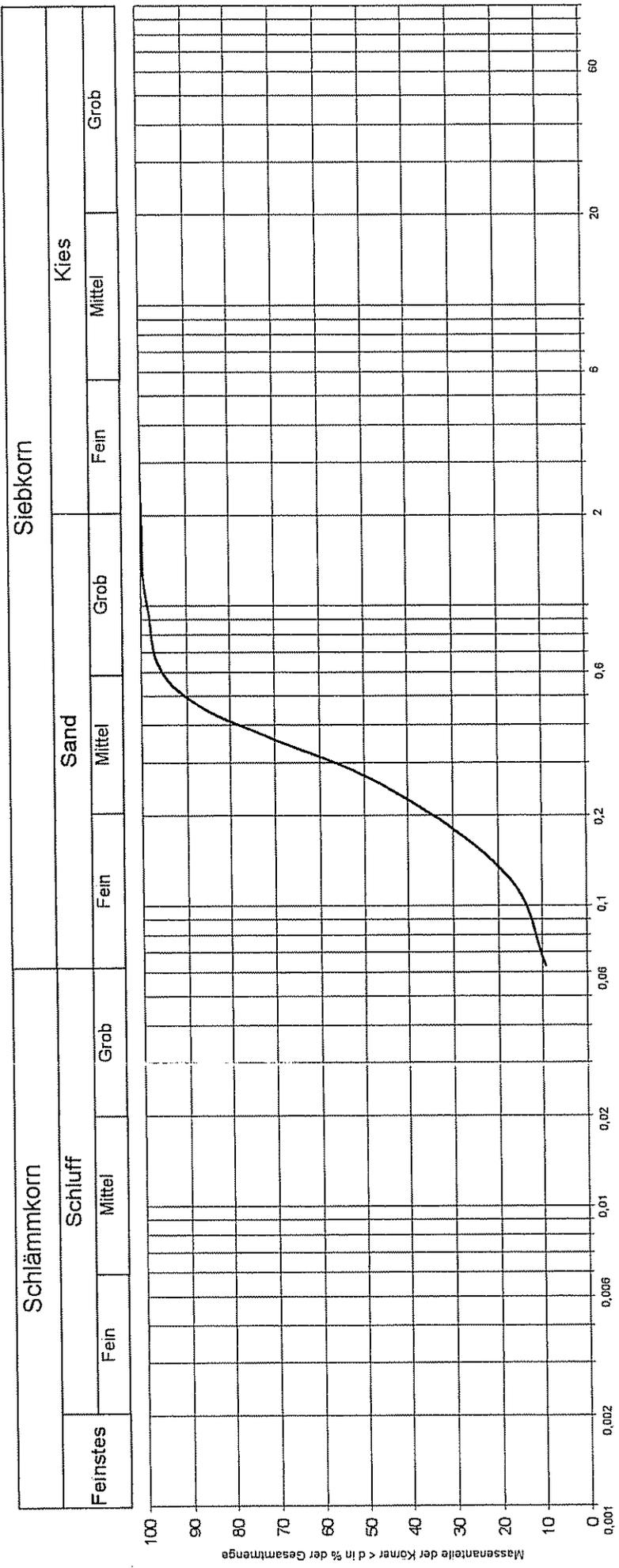
Ingenieurgeologisches Büro
 Dahlbender & Schürmann
 Ottostraße 57
 52070 Aachen
 0241/9019051

Körnungslinie
 nach DIN 18 123

Bauvorhaben:
 Kamp-Lintfort, B-Plan,
 Moerser Str. West

Ausgeführt
 durch: Dahlbender
 am: 19.09.2002

Prüfungs.-Nr. 2
 Probe entn. durch:
 Probe entn. am:
 Art der Entnahme: RKS
 Arbeitsweise: Naßsiebung

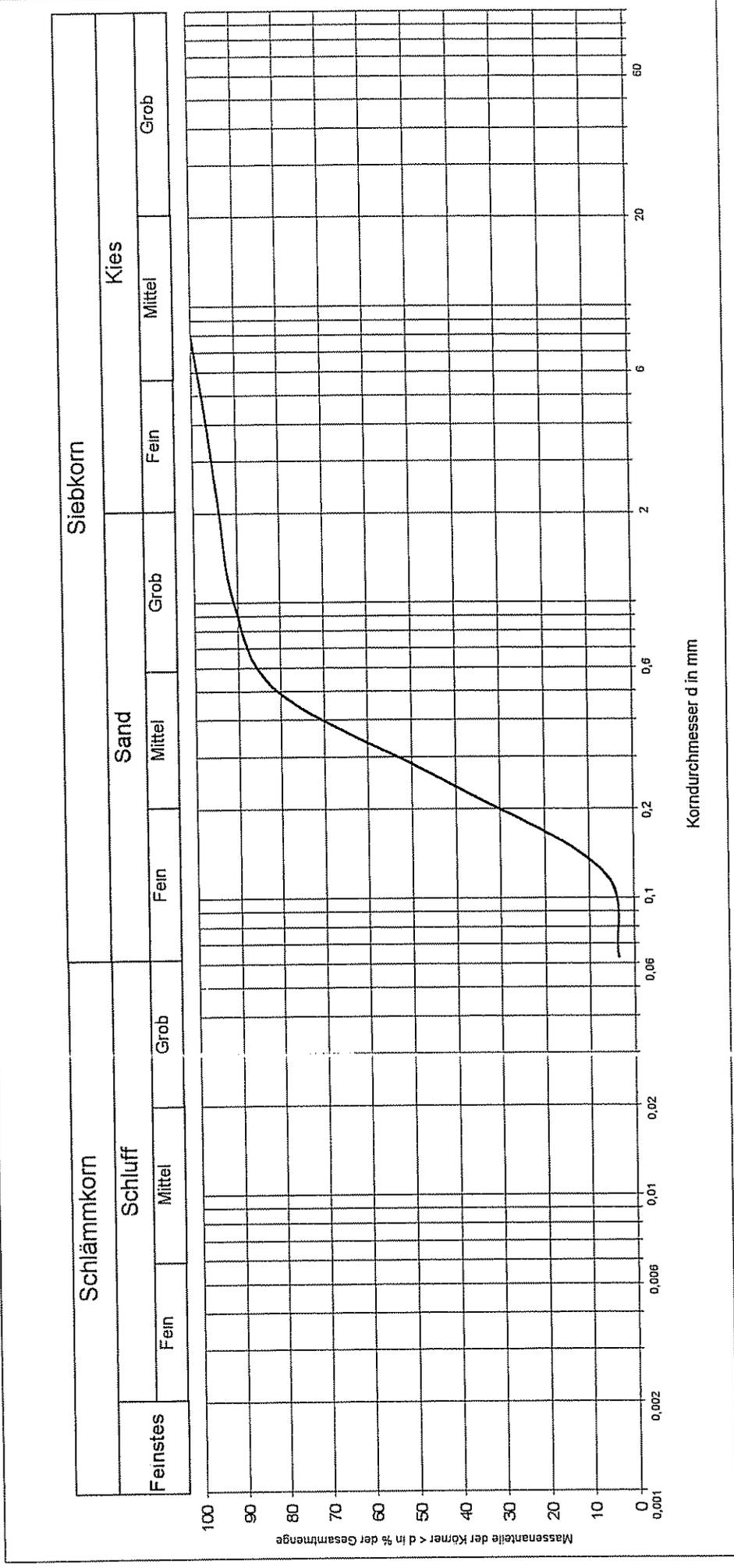


Korndurchmesser d in mm

Schlammkorn			Sand			Kies			
Feinstes	Fein	Mittel	Grob	Fein	Mittel	Grob	Fein	Mittel	Grob

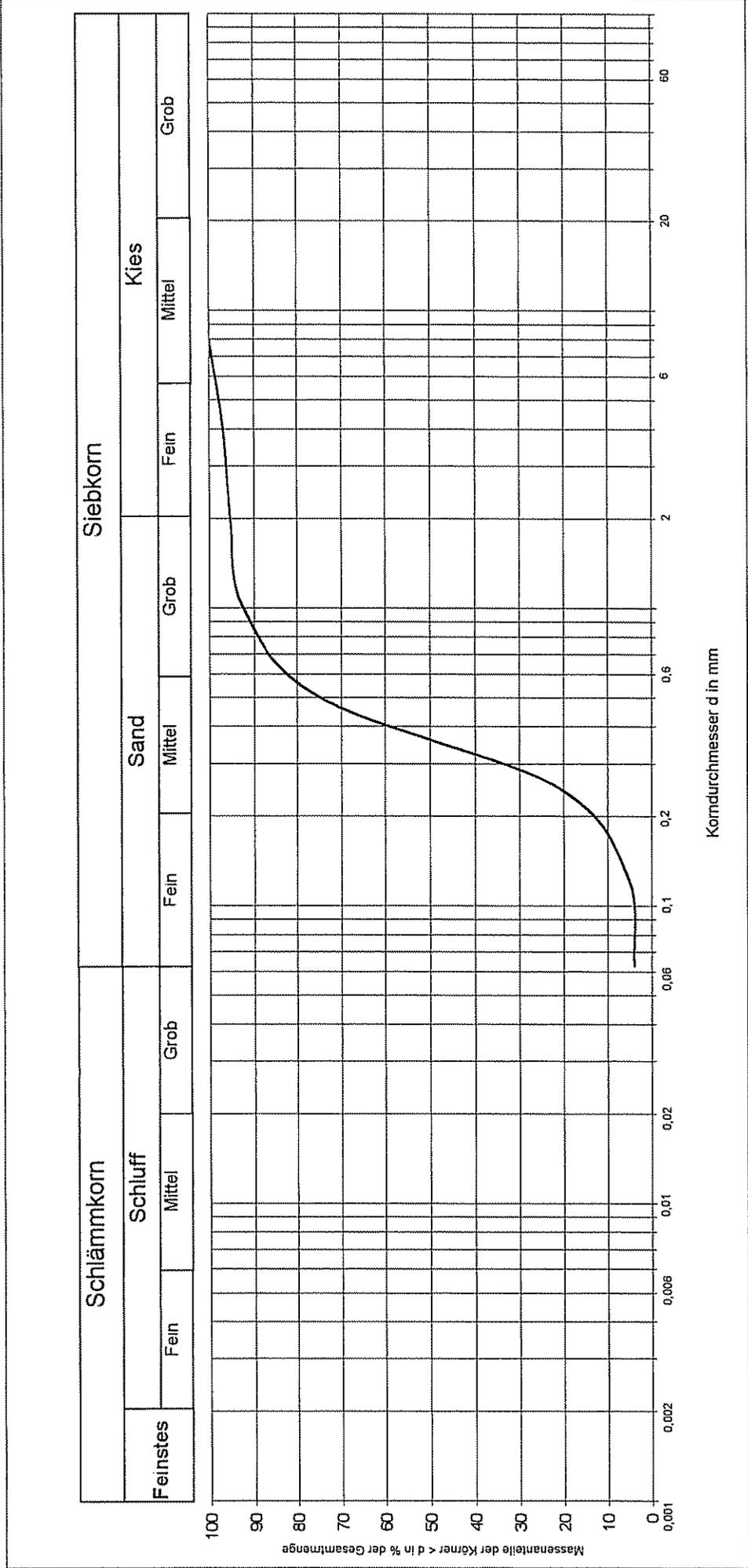
Entnahmestelle/Ort:	MP 2	$d^{60} = : 0,31$	< 0,063 mm :	9,3%
Tiefe (m):	0,9 - 3,0	$d^{10} = : 0,07$	0,063 - 2 mm :	90,4%
Bodenart: Sand		$U = d^{60} / d^{10} : 4,4$	> 2mm .	0,3%

Ingenieurgeologisches Büro Dahlbender & Schürmann Ottosiraße 57 52070 Aachen 0241/9019051	Körnungslinie nach DIN 18 123	Bauvorhaben: Kamp-Lintfort, B-Plan, Moerser Str. West	Ausgeführt durch: Dahlbender am: 19.09.2002	Prüfungs.-Nr: 3 Probe entn. durch: Probe entn. am: Art der Entnahme: RKS Arbeitsweise: Naßsiebung
---	---	--	---	---



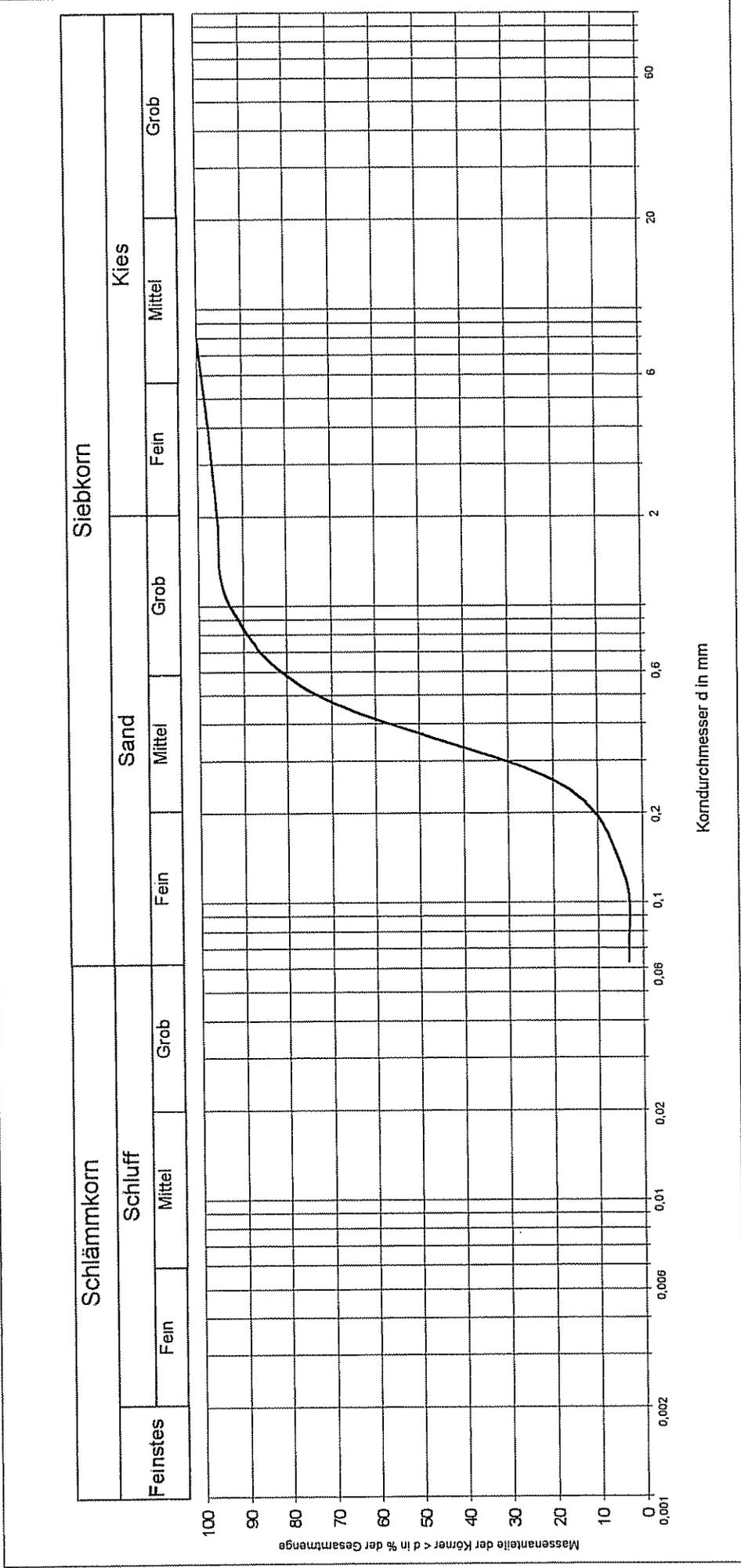
Entnahmestelle/Ort: MP 3	$d^{60} = 0,34$	< 0,063 mm : 3,5%
Tiefe (m): 1,0 - 3,5	$d^{10} = 0,14$	0,063 - 2 mm : 90,6%
Bodenart: Sand	$U = d^{60} / d^{10} = 2,4$	> 2mm : 5,9%

Ingenieurgeologisches Büro Dahlbender & Schürmann Ottostraße 57 52070 Aachen 0241/9019051	Körnungslinie nach DIN 18 123	Bauvorhaben: Kamp-Lintfort, B-Plan, Moerser Str. West	Ausgeführt durch: Dahlbender am: 19.09.2002	Prüfungs.-Nr.: 4 Probe entn. durch: Probe entn. am: Art der Entnahme: RKS Arbeitsweise: Naßsiebung
---	---	--	---	--



Entnahmestelle/Ort: MP 4	$d^{60} = 0,41$	< 0,063 mm	3,9%
Tiefe (m): 2,5 - 4,5	$d^{10} = 0,18$	0,063 - 2 mm	91,4%
Bodenart: Sand	$U = d^{60} / d^{10} = 2,3$	> 2mm	4,7%

Ingenieurgeologisches Büro Dahlbender & Schürmann Ottostraße 57 52070 Aachen 0241/9019051	Körnungslinie nach DIN 18 123	Bauvorhaben: Kamp-Lintfort, B-Plan, Moerser Str. West	Ausgeführt durch: Dahlbender am: 19.09.2002	Prüfungs.-Nr: 5 Probe entn. durch: Probe entn. am: Art der Entnahme: RKS Arbeitsweise: Naßsiebung
---	---	--	---	---



Entnahmestelle/Ort: MP 5	$d^{60} = : 0,43$	< 0,063 mm :	3,2%
Tiefe (m): 0,75 - 5,0	$d^{10} = : 0,20$	0,063 - 2 mm :	92,5%
Bodenart: Sand	$U = d^{60} / d^{10} : 2,2$	> 2mm :	4,3%

Anlage 4

Vorbemessung der Versickerungsrigole

Anlage 4a: Vorbemessung von Versickerungsrigolen

Projekt: B-Plan Moerserstraße, Kamp-Lintfort

Projekt-Nr.: 02067

Zone 1: kf-Wert= 3,7E-05 [m/s] angeschlossene Fläche= 50m²

Zone 1: Bereiche der	RKB 1,2,6	Bestimmung des maximal notwendigen Rigolenvolumens für 5 jährige Regenereignisse																		
		Eingegeben:																		
angeschlossene Fläche	$A_{\text{net}} [m^2]$	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Durchlässigkeit	$k_f\text{-Wert} [m/s]$	3,7 E-05	3,7 E-05	3,7 E-05	3,7 E-05	3,7 E-05	3,7 E-05	3,7 E-05	3,7 E-05	3,7 E-05	3,7 E-05	3,7 E-05	3,7 E-05	3,7 E-05	3,7 E-05	3,7 E-05	3,7 E-05	3,7 E-05	3,7 E-05	3,7 E-05
Rigolenbreite	$b [m]$	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Rigolenhöhe	$h [m]$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Speicherkoefizient	$S [1]$	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Regendauer	$T [min]$	5	10	15	20	30	45	60	90	120	180	240	360	540	720	1080	1440	2880	4320	4320
Regenhäufigkeit	$n [1/a]$	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Regenspende	$r(T)n [l/s*ha]$	310,0	233,4	186,7	155,9	119,5	89,7	72,8	53,5	43,1	31,5	25,1	18,3	13,3	10,6	7,8	6,2	3,7	3,7	2,7
		Berechnet:																		
erforderliche Rigolenlänge	$L [m]$	0,9	1,3	1,5	1,6	1,8	1,9	2,0	2,0	2,0	1,9	1,7	1,5	1,3	1,1	0,9	0,7	0,5	0,4	0,4
Filtergeschwindigkeit	$v_{fu} [m/s]$	1,8E-05	1,8E-05	1,8E-05	1,8E-05	1,8E-05	1,8E-05	1,8E-05	1,8E-05	1,8E-05	1,6E-05	1,8E-05								
wirks. Versickerungsfläche	$A_{s,w} [m^2]$	2	3	3	3	4	4	4	4	4	4	3	3	3	2	2	1	1	1	1
Versickerungsrate	$Q_s [m^3/s]$	3,2E-05	4,7E-05	5,5E-05	6,0E-05	6,6E-05	7,1E-05	7,3E-05	7,3E-05	7,2E-05	6,8E-05	6,3E-05	5,9E-05	4,8E-05	4,0E-05	3,2E-05	2,7E-05	1,7E-05	1,3E-05	1,3E-05
Speichervolumen	$V_s [m^3]$	0,46	0,67	0,79	0,86	0,96	1,02	1,05	1,05	1,03	0,97	0,90	0,79	0,66	0,57	0,46	0,38	0,25	0,18	0,18

Anlage 4b: Vorbemessung von Versickerungsrigolen

Projekt: B-Plan Moerserstraße, Kamp-Lintfort
 Projekt-Nr.: 02067

Zone 1: kf-Wert= 3.7E-05 [m/s] angeschlossene Fläche= 100m²

Zone 1:		Bestimmung des maximal notwendigen Rigolenvolumens für 5 jährige Regenereignisse																	
Bereiche der	RKB 1,2,6	Eingegeben:																	
angeschlossene Fläche	A _{red} [m ²]	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Durchlässigkeit	k _f -Wert [m/s]	3,7 E-05	3,7 E-05	3,7 E-05	3,7 E-05	3,7 E-05	3,7 E-05	3,7 E-05	3,7 E-05	3,7 E-05	3,7 E-05	3,7 E-05	3,7 E-05	3,7 E-05	3,7 E-05	3,7 E-05	3,7 E-05	3,7 E-05	3,7 E-05
Rigolenbreite	b [m]	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Rigolenhöhe	h [m]	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Speicherkoefizient	S [1]	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Regendauer	T [min]	5	10	15	20	30	45	60	90	120	180	240	360	540	720	1080	1440	2880	4320
Regenhäufigkeit	n [1/a]	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Regenspende	r(T)n [l/s*ha]	310,0	233,4	166,7	155,9	119,5	89,7	72,8	53,5	43,1	31,5	25,1	18,3	13,3	10,6	7,8	6,2	3,7	2,7
		Berechnet:																	
erforderliche Rigolenlänge	L [m]	1,7	2,6	3,0	3,3	3,6	3,9	4,0	4,0	3,9	3,7	3,4	3,0	2,5	2,2	1,7	1,5	0,9	0,7
Filtergeschwindigkeit	v _{fu} [m/s]	1,8E-05	1,8E-05	1,8E-05	1,8E-05	1,8E-05	1,8E-05	1,8E-05	1,8E-05	1,8E-05	1,8E-05	1,8E-05	1,8E-05	1,8E-05	1,8E-05	1,8E-05	1,8E-05	1,8E-05	1,8E-05
wirks. Versickerungsfläche	A _{sw} [m ²]	3	5	6	7	7	8	8	8	8	7	7	6	5	4	3	3	2	1
Versickerungsrate	Q _s [m ³ /s]	6,3E-05	9,3E-05	1,1E-04	1,2E-04	1,3E-04	1,4E-04	1,5E-04	1,5E-04	1,4E-04	1,4E-04	1,3E-04	1,1E-04	9,2E-05	7,9E-05	6,4E-05	5,3E-05	3,4E-05	2,6E-05
Speichervolumen	V _s [m ³]	0,91	1,34	1,58	1,73	1,91	2,04	2,10	2,10	2,07	1,94	1,81	1,58	1,32	1,14	0,92	0,76	0,49	0,37

Anlage 4d: Vorbemessung von Versickerungsrigolen

Projekt: B-Plan Moerserstraße, Kamp-Lintfort

Projekt-Nr.: 02067

Zone 2: kf-Wert= 8,8E-06 [m/s] angeschlossene Fläche= 100m²

Zone 2: Bereiche der RKB 3.5		Bestimmung des maximal notwendigen Rigolenvolumens für 5 jährige Regenereignisse																		
		Eingegeben:																		
angeschlossene Fläche	A _{red} [m ²]	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Durchlässigkeit	k _f -Wert [m/s]	8,8 E-06	8,8 E-06	8,8 E-06	8,8 E-06	8,8 E-06	8,8 E-06	8,8 E-06	8,8 E-06	8,8 E-06	8,8 E-06	8,8 E-06	8,8 E-06	8,8 E-06	8,8 E-06	8,8 E-06	8,8 E-06	8,8 E-06	8,8 E-06	8,8 E-06
Rigolenbreite	b [m]	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Rigolenhöhe	h [m]	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Speicherkoefizient	S [1]	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Regendauer	T [min]	5	10	15	20	30	45	60	90	120	180	240	360	540	720	1080	1440	2880	4320	4320
Regenhäufigkeit	n [1/a]	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Regenspende	r(T)n [l/s*ha]	310,0	233,4	186,7	155,9	119,5	89,7	72,8	53,5	43,1	31,5	25,1	18,3	13,3	10,6	7,8	6,2	3,7	2,7	2,7
		Berechnet:																		
erforderliche Rigolenlänge	L [m]	1,8	2,6	3,2	3,5	4,0	4,4	4,7	5,0	5,3	5,5	5,5	5,5	5,5	5,0	4,6	4,2	3,1	2,5	2,5
Filtergeschwindigkeit	v _{fu} [m/s]	4,4E-06	4,4E-06	4,4E-06	4,4E-06	4,4E-06	4,4E-06	4,4E-06	4,4E-06	4,4E-06	4,4E-06	4,4E-06	4,4E-06	4,4E-06	4,4E-06	4,4E-06	4,4E-06	4,4E-06	4,4E-06	4,4E-06
wirks. Versickerungsfläche	A _{sw} [m ²]	4	5	6	7	8	9	9	10	11	11	11	11	11	10	9	8	6	5	5
Versickerungsrate	Q _s [m ³ /s]	1,9E-05	2,3E-05	2,8E-05	3,1E-05	3,5E-05	3,9E-05	4,1E-05	4,4E-05	4,6E-05	4,8E-05	4,9E-05	4,9E-05	4,7E-05	4,4E-05	4,1E-05	3,7E-05	2,8E-05	2,2E-05	2,2E-05
Speichervolumen	V _s [m ³]	0,93	1,39	1,66	1,83	2,09	2,32	2,47	2,65	2,77	2,88	2,91	2,90	2,79	2,65	2,42	2,19	1,64	1,31	1,31

Anlage 4e: Vorbemessung von Versickerungsrigolen

Projekt: B-Plan Moerserstraße, Kamp-Lintfort

Projekt-Nr.: 02067

Zone 3: kf-Wert= 8,0E-05 [m/s] angeschlossene Fläche= 50m²

Zone 3:		Bestimmung des maximal notwendigen Rigolenvolumens für 5 jährige Regenereignisse																	
Bereiche der	RKB 3,5	Eingegeben:																	
angeschlossene Fläche	A _{red} [m ²]	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Durchlässigkeit	k _f -Wert [m/s]	8,0 E-05	8,0 E-05	8,0 E-05	8,0 E-05	8,0 E-05	8,0 E-05	8,0 E-05	8,0 E-05	8,0 E-05	8,0 E-05	8,0 E-05	8,0 E-05	8,0 E-05	8,0 E-05	8,0 E-05	8,0 E-05	8,0 E-05	8,0 E-05
Rigolenbreite	b [m]	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Rigolenhöhe	h [m]	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Speicherkoefizient	S [1]	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Regendauer	T [min]	5	10	15	20	30	45	60	90	120	180	240	360	540	720	1080	1440	2880	4320
Regenhäufigkeit	n [1/a]	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Regenspende	r(T)n [l/s*ha]	310,0	233,4	186,7	155,9	119,5	89,7	72,8	53,5	43,1	31,5	25,1	18,3	13,3	10,6	7,8	6,2	3,7	2,7
erforderliche Rigolenlänge		Berechnet:																	
Filtergeschwindigkeit	v _{fu} [m/s]	0,8	1,2	1,4	1,5	1,6	1,6	1,6	1,6	1,4	1,2	1,1	0,9	0,7	0,6	0,4	0,4	0,2	0,2
wirks. Versickerungsfläche	A _{sw} [m ²]	4,0E-05	4,0E-05	4,0E-05	4,0E-05	4,0E-05	4,0E-05	4,0E-05	4,0E-05	4,0E-05	4,0E-05	4,0E-05	4,0E-05	4,0E-05	4,0E-05	4,0E-05	4,0E-05	4,0E-05	4,0E-05
Versickerungsrate	Q _s [m ³ /s]	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	1	1	1	1	0	0
Speichervolumen	V _s [m ³]	6,8E-05	9,8E-05	1,1E-04	1,2E-04	1,3E-04	1,3E-04	1,3E-04	1,2E-04	1,1E-04	9,8E-05	8,6E-05	7,0E-05	5,5E-05	4,6E-05	3,5E-05	2,9E-05	1,8E-05	1,3E-05
		0,44	0,64	0,74	0,79	0,84	0,86	0,85	0,79	0,74	0,64	0,57	0,46	0,36	0,30	0,23	0,19	0,12	0,09

Anlage 4f: Vorbemessung von Versickerungsrigolen

Projekt: B-Plan Moerserstraße, Kamp-Lintfort

Projekt-Nr.: 02067

Zone 3: kf-Wert= 8,0E-05 [m/s] angeschlossene Fläche= 1000m²

Zone 3:		Bestimmung des maximal notwendigen Rigolenvolumens für 5 jährige Regenereignisse																	
Bereiche der	RKB 3.5	Eingegeben:																	
angeschlossene Fläche	A _{bed} [m ²]	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Durchlässigkeit	k _r -Wert [m/s]	8,0 E-05	8,0 E-05	8,0 E-05	8,0 E-05	8,0 E-05	8,0 E-05	8,0 E-05	8,0 E-05	8,0 E-05	8,0 E-05	8,0 E-05	8,0 E-05	8,0 E-05	8,0 E-05	8,0 E-05	8,0 E-05	8,0 E-05	8,0 E-05
Rigolenbreite	b [m]	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Rigolenhöhe	h [m]	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Speicherkoefizient	S [1]	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Regendauer	T [min]	5	10	15	20	30	45	60	90	120	180	240	360	540	720	1080	1440	2880	4320
Regenhäufigkeit	n [1/a]	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Regenspende	r(T)n [l/s*ha]	310,0	233,4	186,7	155,9	119,5	89,7	72,8	53,5	43,1	31,5	25,1	18,3	13,3	10,6	7,8	6,2	3,7	2,7
		Berechnet:																	
erforderliche Rigolenlänge	L [m]	1,7	2,4	2,8	3,0	3,2	3,3	3,2	3,0	2,8	2,4	2,2	1,8	1,4	1,1	0,9	0,7	0,4	0,3
Filtergeschwindigkeit	v _{fu} [m/s]	4,0E-05	4,0E-05	4,0E-05	4,0E-05	4,0E-05	4,0E-05	4,0E-05	4,0E-05	4,0E-05	4,0E-05	4,0E-05	4,0E-05	4,0E-05	4,0E-05	4,0E-05	4,0E-05	4,0E-05	4,0E-05
wirks. Versickerungsfläche	A _{sw} [m ²]	3	5	6	6	6	7	6	6	6	5	4	4	3	2	2	1	1	1
Versickerungsrate	Q _s [m ³ /s]	1,4E-04	2,0E-04	2,3E-04	2,4E-04	2,6E-04	2,6E-04	2,6E-04	2,4E-04	2,3E-04	2,0E-04	1,7E-04	1,4E-04	1,1E-04	9,2E-05	7,1E-05	5,8E-05	3,6E-05	2,6E-05
Speichervolumen	V _s [m ³]	0,89	1,28	1,48	1,58	1,69	1,72	1,69	1,59	1,48	1,29	1,13	0,92	0,73	0,60	0,46	0,38	0,23	0,17