



Roxeler Baustoffprüfstelle

Baustoffprüfung
Baugrundgutachten
Bauwerkserhaltung

Roxeler Ingenieurgesellschaft mbH
Postfach 41 01 29 · 48065 Münster

Geschäftsführer: Diplom-Ingenieure
Friedrich Johow, Wilhelm Kordts, Ludger Liesenkötter
Beratende Ingenieure VBI

Otto-Hahn-Straße 7 · 48161 Münster
Telefon: (0 25 34) 62 00-0 · Telefax (0 25 34) 62 00-32
www.roxeler.de · e-mail: mail@roxeler.de

pebüso Betonwerke
Heribert Büscher GmbH & Co.
Am Hawerkamp 29
48155 Münster

Ru

25.06.2001

Untersuchungsbericht

Nr. 01 482

1 . Ausfertigung

Antragsteller: pebüso Betonwerke
Heribert Büscher GmbH & Co.
Am Hawerkamp 29
48155 Münster

Gegenstand der Untersuchungen: Untersuchung der Regenwasserdurchlässigkeit von Oldie-Pflastersteinen, h = 8 cm, mit Abstandshaltern mittels Tropfeninfiltrometer.

Prüfmaterial: 43 Stück Oldie-Pflastersteime
h = 8 cm, hergestellt am 18.04.2001 im Werk 5

Auftrag vom : 16.05.2001, Herr Lüke

Ausfertigung : 25.06.2001

Der Untersuchungsbericht umfaßt	7	Seiten
	7	Anlagen
Ausfertigung	2	fach

Der Untersuchungsbericht darf nur ungekürzt vervielfältigt werden. Die ungekürzte oder auszugsweise Vervielfältigung bedarf der Genehmigung durch die ROXELER INGENIEURGESELLSCHAFT mbH

Kreis- und Stadtsparkasse Steinfurt
BLZ 403 512 20 · Kto.-Nr. 532 168

Deutsche Bank Steinfurt
BLZ 400 700 80 · Konto-Nr. 44/27 167



1. Allgemeines

Am 16.05.2001 beauftragte die Firma pebūso Betonwerke, Heribert Būscher GmbH & Co., Am Hawerkamp 29 in 48155 Mūnster die Roxeler Ingenieurgesellschaft mbH, Otto - Hahn - StraÙe 7 in 48161 Mūnster - Roxel, mit der Prūfung der Regenwasserdurchlāssigkeit von Oldie-Pflastersteinen mit Abstandshaltern.

Die Untersuchungen wurden mittels Tropfeninfiltrometer fūr flāchenhafte Regenwasserver-sickerung - Bauart Kretzer, TH Darmstadt - durchgefūhrt.

2. Versuchsdurchfūhrung und Untersuchungsergebnisse

2.1 Grundlagen

Bei einer flāchigen Versickerungsanlage gemāÙ ATV Arbeitsblatt 138 wird vorausgesetzt, daÙ kein oberflāchiger AbfluÙ von Niederschlagswasser stattfindet. Das gesamte aufkom-mende Niederschlagswasser muÙ staufrei in den Oberbau der Pflasterbefestigung abgelei-tet werden. Danach sollte bei der Flāchenversickerung mittels durchlāssig befestigter Ober-flāche die mittlere Durchlāssigkeit der Oberflāche einem k-Wert von mindestens $5,4 \times 10^{-5}$ m/s entsprechen. Dabei wird eine aufnehmbare Regenspense von 270 l/s/ha zu-grunde gelegt.

Damit diese Anforderungen erfūllt werden kōnnen, muÙ die Pflasterdecke (Pflaster, Bet-tung- und Fugenverfūllmaterial) sowie der Oberbau (Trag- und oder Frostschutzschichten) ausreichende Durchlāssigkeitswerte aufweisen. Je nach Bauweise und Bauklasse kommen nach RSTO bei versickerungsfāhigen Pflasterdecken fūr den Oberbau nur ungebundene Kies- bzw. Schottertragschichten nach ZTVT-StB bzw. entsprechende Drainbetontrag-schichten in Frage.

Fūr die Versuchsdurchfūhrung wurde eine Bauweise mit Pflasterdecke fūr Fahrbahnen der Bauklasse III RSTO 86/89, Tafel 3, Zeile 6 - Kiestragschicht auf Frostschutzschicht - ge-wāhlt.

Der Aufbau der Befestigung ist nachstehend angegeben.

Decke:	8 cm	Pflaster
	3 cm	Bettungsmaterial 0-4 mm , Sand und Brechsand- Gemisch
Oberbau:	30 cm	Kiestragschicht 0-32 mm nach ZTVT
		Frostschuttschicht

Bei den Versuchen wurden die Fugen mit

- a) Fugenfüllmaterial 0-4 mm Sand – Brechsand wie Bettungsmaterial.
- b) Fugenfüllmaterial 0-2 mm Sand

gefüllt.

Kiestragschichten nach ZTVT - StB sowie ungebundene Frostschuttschichten weisen bei Einhaltung der festgelegten Kornabstufungen und den erforderlichen Verdichtungsgraden ausreichende Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte und Filterstabilität auf.

2.2 Versuchsaufbau

Der zuvor beschriebene Aufbau der Befestigung wurde in einer Containermulde mit den Abmessungen 1,00 x 1,20 m Grundfläche und 0,80 m Höhe lagenweise eingebaut und verdichtet. Dieser Behälter wies ausreichende Steifigkeit und Entwässerungseinrichtungen (Ableitung des Wasser durch seitliche Öffnungen über der Bodenfläche und geführte Drainage zu einer Ablauföffnung) auf.

Die eingebaute Kiessandtragschicht 0 - 32 mm und das Bettungsmaterial 0-4 mm aus einem Gemisch Sand- und Brechsand wurden im Baustoffhandel beschafft. Die Schichtdicke der verdichteten Tragschicht aus Kiessand 0-32 mm betrug 30 cm. Darauf wurde das Bettungsmaterial 0-4 mm in einer Schichtdicke von 3 cm planeben aufgebracht und durch Stampfen verdichtet. Auf die so vorbereitete Bettungsschicht wurde das Pflaster aufgelegt.

Um den Einfluß des Fugenfüllmaterials festzustellen wurden die Fugen mit

- a) Fugenfüllmaterial 0-4 mm, Sand – Brechsand-Gemisch wie Bettungsmaterial und
- b) Fugenfüllmaterial 0-2 mm Sand

naß eingefugt. Anschließend wurde das Pflaster mit einer Rammplatte eben abgeklopft, mit Bettungsmaterial nachgefugt. Überschüssiges Fugenfüllmaterial wurde abgefegt.

Auf diese Pflasterdecke aus pebüso Oldie Steinen wurde das Tropfeninfiltrometer aufgestellt, ausgerichtet und die Bestimmung der Intensität durchgeführt.

2.3 Prüfungen des Pflaster und des Tragschicht- und Bettungsmaterials

Die zur Prüfung eingelieferten Pflastersteine wurden hinsichtlich der Abmessungen und des Anteils entsiegelter Fläche vermessen. Der Anteil entsiegelter Fläche wurde durch Ausmessen bestimmt.

Steinmaße (Soll) in mm:

Steinhöhe	80
Länge gesamt	233
Länge zwischen Abstandshaltern	245
Breite gesamt	153
Breite zwischen Abstandshaltern	165
Höhe Abstandshalter	6
Anteil entsiegelter Fläche	ca. 6,6% je m²

Exemplarisch wurden 3 Steine vermessen. In Tabelle 1 sind die Ergebnisse aufgeführt

Tabelle 1: Steinmaße

Stein Nr.	Länge mm	Breite mm	Höhe mm	Gewicht kg	Abstandshalter (umlaufend) mm								
					a	b	c	d	e	f	g	h//mittel	
1	234	155	79	6,751	7	5	6	5	5	6	5	5	// 5,5
2	235	154	79	6,684	5	5	5	5	6	6	6	6	// 5,5
3	234	155	79	6,666	5	4	5	5	5	5	5	5	// 4,9

Nach den Ergebnissen der Steinvermessung ergibt sich ein offener Fugenanteil von ca. 5,5 % je m² Pflasterfläche.

Die Korngrößenverteilungen der Trag- und Bettungsschicht-Materialien wurden durch Siebversuche nach TP - Min bestimmt. Die Siebergebnisse sind nachfolgend aufgeführt. Die

grafischen Darstellungen der Siebergebnisse sind im Anhang beigefügt. Zusätzlich dazu wurden die Wasserdurchlässigkeitswerte nach Beyer bestimmt.

Die Ergebnisse sind in Tabelle 2 zusammengestellt.

Tabelle 2: Korngrößenverteilungen, Wasserdurchlässigkeitswerte

Siebweite in mm	Durchgang durch die Siebe in M-%		
	Kiessand 0-32 mm Kiestragschicht nach ZTVT	Brechsand/Sand 0-4 mm Bettungs- Fugen- füllmaterial	Sand 0-2 mm Fugenfüllmaterial
31,5	100	100	100
16	87,9	100	100
8	71,3	100	100
4	62,8	98,7	100
2	56,4	56,8	90,3
1	48,5	41,2	72,1
0,5	29,1	27,6	38,3
0,25	3,6	9,9	3,8
0,125	0,55	4,1	0,9
0,063	--	0,7	0,4
Wasserdurchlässig- keit nach Beyer	$4,5 \times 10^{-3}$ m/s	$5,1 \times 10^{-4}$ m/s	$8,3 \times 10^{-4}$ m/s

2.4 Bestimmung der Intensität mit dem Tropfeninfiltrometer

Mit dem Tropfeninfiltrometer nach Bauart Kretzer wird auf eine Fläche mit 54 cm Durchmesser gleichmäßig verteilter Regen simuliert. Dabei wird ein Überstau von Wasser auf der zu untersuchenden Fläche dadurch vermieden, daß mittels Meßtechnik nur ein Wasserfilm von wenigen mm durch Betropfen aufrecht erhalten wird. Die Wasserfilmdicke wird berührungslos über den Abstand mit einem kapazitiven Näherungssensor von der Elektronik registriert. Der Zulauf von Wasser zum Meßgerät wird über einen Meßzylinder mit Drucksensor erfaßt.

Da auf der inneren Meßfläche nur ein Wasserfilm gleicher Dicke aufrechterhalten wird, kann die Versickerungsintensität dem Wasserzulauf gleichgesetzt werden. Die Meßelektronik ist an ein Meßwerterfassungssystem (Laptop) angeschlossen, daß alle Daten erfaßt und ausgewertet. Vor jedem Versuch wird das Gerät kalibriert.

Es wurden 2 Versuche, die zeitlich um ca. 2 Stunden versetzt waren, durchgeführt. Die Meßdauer betrug jeweils ca. 50 Minuten. Bereits nach 10 Minuten Versuchsdauer stellte sich bei beiden Versuchen eine etwa gleichbleibende Intensität (mm/h) über der Zeit auf. In Anhang ist der Versuchsablauf der beiden Versuche grafisch dargestellt. In nachfolgender Tabelle 2 sind die Versuchsergebnisse tabellarisch zusammengestellt.

Tabelle 3: Bestimmung der Intensität , Versuchsdaten

Zeit	Versuch 1 Sand-Brechsand-Gemisch 0-4 mm		Versuch 2 Sand 0-2 mm	
	Infiltrationsintensität		Infiltrationsintensität	
	mm/h	l/s/ha	mm/h	l/s/ha
2,5	199,6	553	251,9	698
5	142,6	395	240,8	667
10	119,9	332	227,8	631
15	117,0	324	224,5	622
20	123,1	341	227,4	630
25	128,2	355	220,6	611
30	119,5	331	219,5	608
35	107,6	298	231,5	625
40	124,2	344	223,8	620
45	121,3	336	222,4	616
50	107,2	297	220,2	610

Umrechnungsfaktoren: 1 mm/h = 2,77 l/s/ha = $2,77 \times 10^{-7}$ m/s

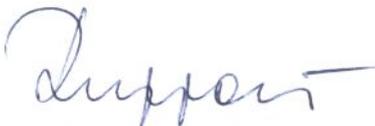
3. Beurteilung der Untersuchungen

Mittels Tropfeninfiltrometer wurde die Durchlässigkeit einer Pflasterdecke aus pebüso Oldie Pflastersteinen mit ca. $> 5,5\% < 6,3\%$ Sickerfläche untersucht. Die Fugen wurden einmal mit einem Sand-Brechsand-Gemisch 0-4 mm und zum anderen mit einem Natursand 0-2 mm verfügt. Der 30 cm dicke Oberbau der Befestigung bestand aus Kiessand 0-32 mm Tragschichtmaterial sinngemäß nach ZTVT mit einer Wasserdurchlässigkeit von ca. $4,5 \times 10^{-3}$ m/s. Als Bettungsmaterial wurde ein Sand-Brechsand-Gemisch 0-4 mm mit einer Wasserdurchlässigkeit von ca. $5,1 \times 10^{-4}$ eingesetzt.

Bei einer aufnehmbaren Regenspende von ca. 330 l/s/ha (Fugenverfüllung mit Sand-Brechsandgemisch 0-4 mm) bzw. 620 l/s/ha (Fugenverfüllung mit Natursand 0-2 mm) erfolgte kein Oberflächenabfluß bei dieser in Hinblick auf Wasserdurchlässigkeit nicht optimierten Befestigungsart. Damit wird die geforderte Versickerung von mindestens 270 l/s/ha sicher erreicht.

Die pebüso-Oldie-Pflastersteine sind nach diesen Untersuchungen für die Versickerung von Niederschlägen als geeignet zu beurteilen.

Roxeler Ingenieurgesellschaft mbH



Dipl.-Ing. Ruppert

Anhang

Kornverteilungen

Tragschicht

Bettungsmaterial

Fugenfüllmaterial

Infiltrometerversuch

Roxeler Ingenieurgesellschaft mbH
 - Baustoffprüfstelle -
 Otto-Hahn-Straße 7 • 48161 MÜNSTER
 Tel. 02534/6200-26, 27 u. 28 Fax 6200-32

KÖRNINGSLINIE

Zuschlag Genkes
 Sand / Kies 0/32 mm

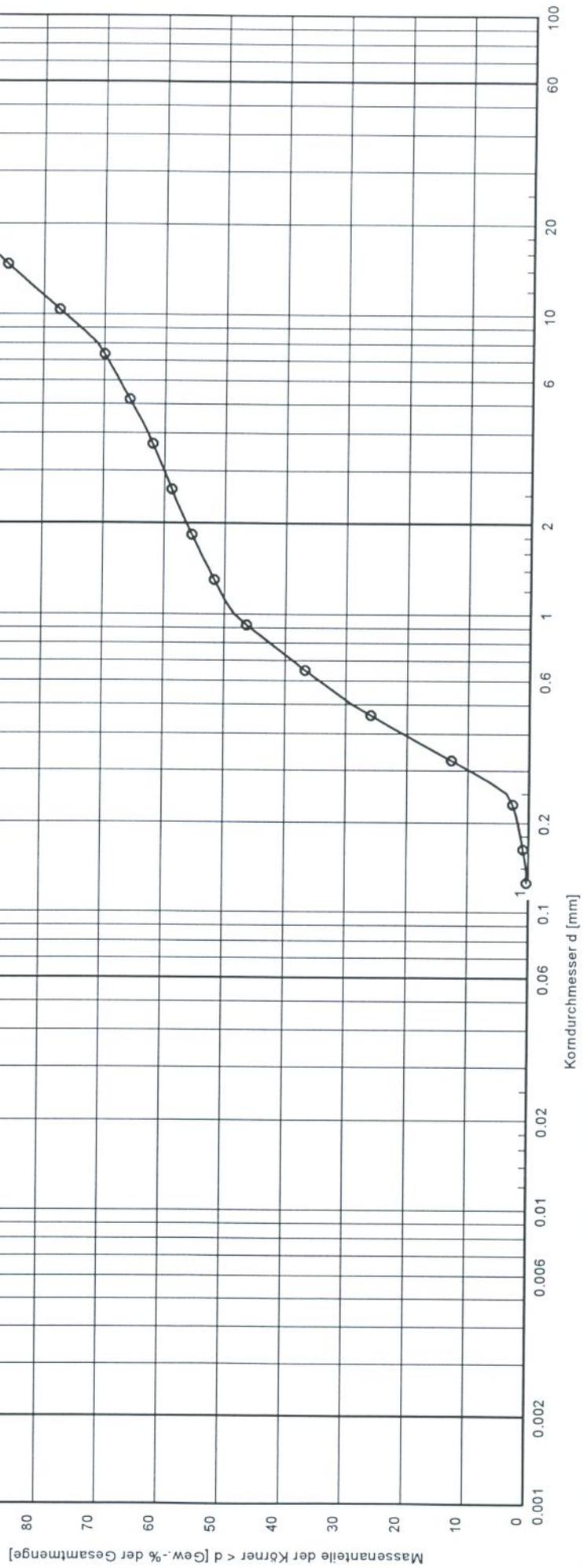
Proben entnommen am:
 Art der Entnahme:
 Arbeitsweise:
 EDV-Nr.:

Schlammkorn

Feinstes
 Schluffkorn
 Fein- Mittel- Grob-

Siebkorn

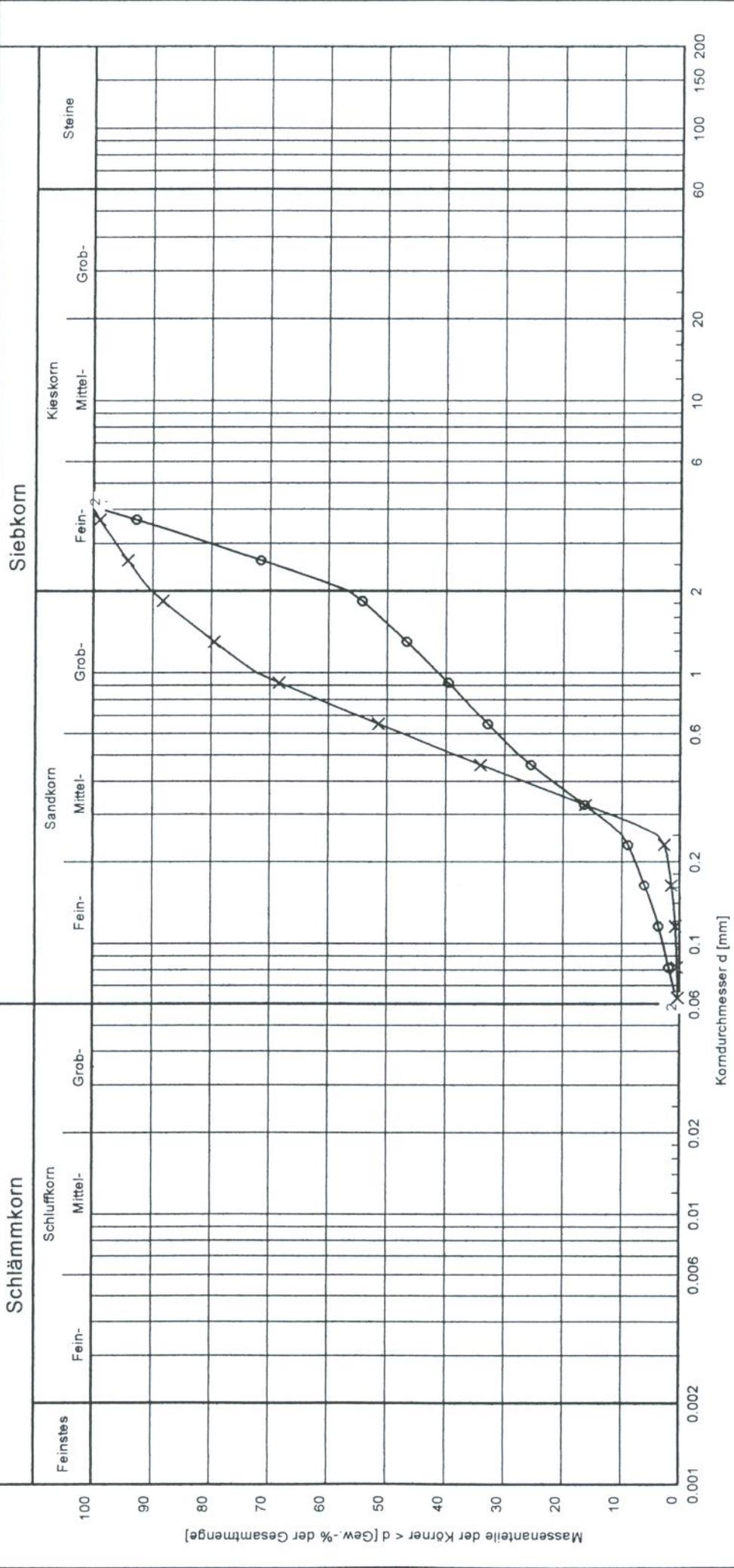
Fein- Mittel- Grob- Sandkorn
 Fein- Mittel- Grob- Kieskorn
 Fein- Mittel- Grob- Steine



Roxeler Ingenieurgesellschaft mbH
 - Baustoffprüfstelle -
 Otto-Hahn-Straße 7 • 48161 MÜNSTER
 Tel. 02534/6200-26, 27 u. 28 Fax 6200-32

KÖRNUINGSLINIE

Proben entnommen am:
 Art der Entnahme:
 Arbeitsweise:
 EDV-Nr.:



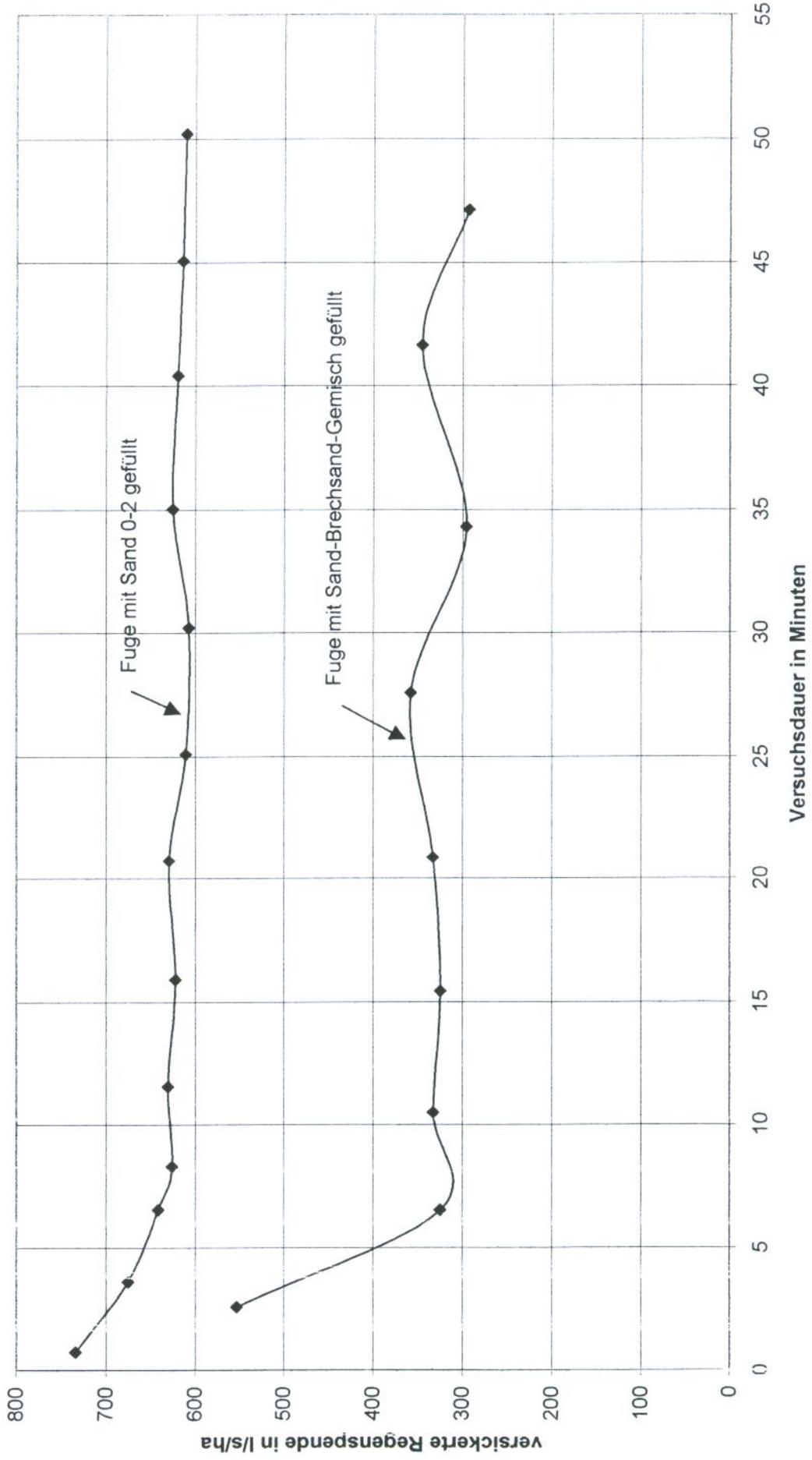
Kennzeichnung:		
Entnahmehort:		
Tiefe:	Sand-Brechsand 0-4 mm	
Anteile T/U/S/G [Gew.-%]:	- / - / 56,8 / 43,2	Fugematerial - / - / 90,3 / 9,7
Bodenart:	Bettung- und Fugematerial	Natursand 0-2 mm
Bodengruppe, -klasse:		
Durchlässigkeit:	$5,1 \cdot 10^{-4}$	$9,3 \cdot 10^{-4}$

Bemerkungen:

Kontr.-Nr.:

Anlage:

Versickerungsabfluß in l/s/ha



Anlagen

Bildteil



Bild Nr. 1. Ansicht der Pflasterfläche vor Infiltrometerversuch

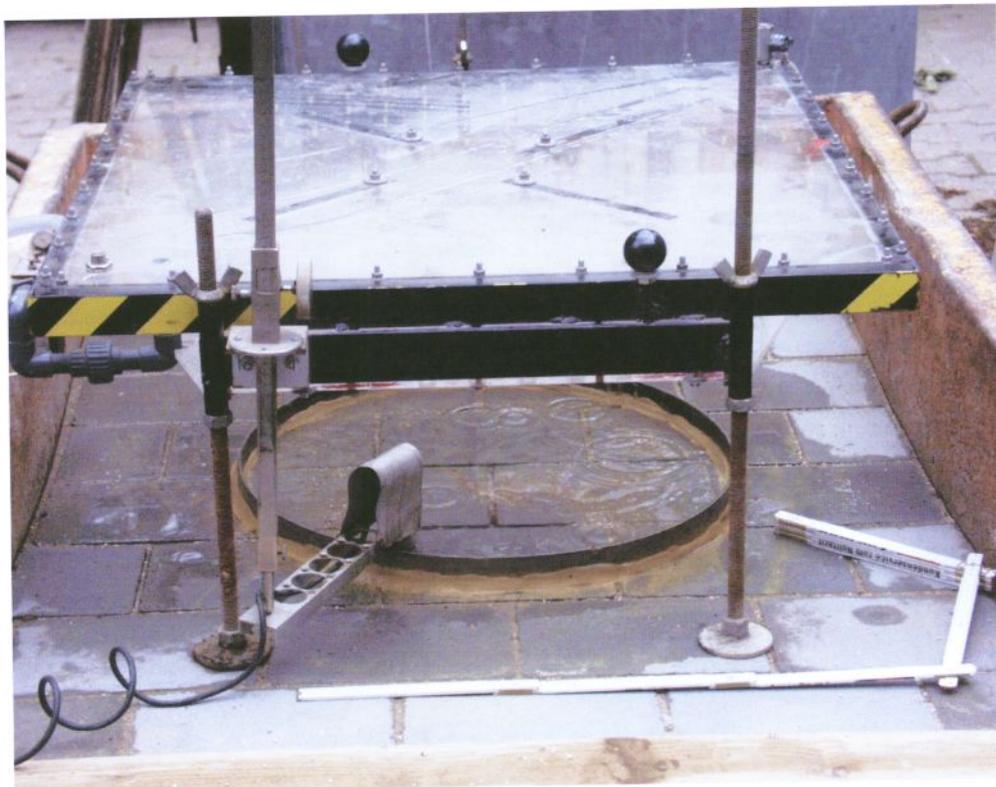


Bild Nr. 2. Ansicht der Pflasterfläche mit Infiltrometer bei der Regenspende



Bild Nr. 3. Ansicht der Pflasterfläche mit Natursand-Fugenverfüllung



Bild Nr. 4. Ansicht der Pflasterfläche mit Sand-Brechsand-Fugenverfüllung