

**Dr. Sönke Borgwardt • Freischaffender Landschaftsarchitekt • öbv Sachverständiger**  
Fehmarnstr. 37 • D-22846 Norderstedt • Tel.: +49 40 5 22 56 75 • Fax: +49 40 53 53 06 07

Norderstedt, den 27.09.2007

**Gutachten**  
**zur Versickerungsleistung des Pflastersystems**  
**Filterstein**

Auftraggeber:  
Diephaus Betonwerk GmbH  
Zum Langenberg 1-3  
49377 Vechta

Dieses Gutachten umfaßt insgesamt 5 Textseiten mit  
1 Darstellung, 1 Tabelle und 1 Anhang (2 Seiten mit 3 Bildern)  
in 2 Ausführungen  
Ausführung Nr. 1: Diephaus Betonwerk GmbH  
Nr. 2: Büro BWB Norderstedt, Dr. Sönke Borgwardt

Dieses Gutachten darf ohne Zustimmung des Verfassers weder  
vollständig noch auszugsweise vervielfältigt oder veröffentlicht  
werden.

Rev. 0 / 27.09.2007 / Gutachten Filter 2007.doc

**Ausführung Nr. 1**



## GUTACHTEN

Die von der Firma Diephaus Betonwerk GmbH in 49377 Vechta beauftragte Prüfung der Versickerungsfähigkeit von Pflastersteinen aus Beton ergibt für das Produkt Filterstein folgendes Ergebnis:



### 1 Untersuchungsgegenstand

Das Produkt Filterstein ist ein versickerungsfähiges Rechteckpflaster aus haufwerksporigem Beton (Bild 1). Das Rastermaß des Pflastersteines beträgt L 200 × B 100 × H 80 mm. Der oberflächige Öffnungsanteil besteht aus der umlaufenden Fuge mit etwa 3 mm Breite und aus den Poren des haufwerksporigen Betons.

Aufgabenstellung ist es, bei den oben genannten Pflastersteinen das Infiltrationsvermögen im eingebauten Zustand in Abhängigkeit von Alter und Verwendung verschiedener Mineralstoffe für die Fugenverfüllung zu ermitteln. Hierdurch werden Aussagen über die Versickerungsfähigkeit, deren dauerhafte Aufrechterhaltung und Hinweise für den Einsatz geeigneter Mineralstoffgemische erwartet.

Als Untersuchungsstandort steht für die Messungen eine neu hergestellte Musterfläche auf dem Werksgelände der Firma Diephaus Betonwerk GmbH in 49377 Vechta zur Verfügung (Bild 2). Hier wurde der genannte Pflasterbelag auf 3 cm Bettung aus Splitt 1/3 mm und einer geeigneten Tragschicht eingebaut. Die Fugen sind ebenfalls mit Splitt 1/3 mm verfüllt.

## 2 Versuchsaufbau

Die Versickerungsfähigkeit wird vor Ort durch die Bestimmung der Infiltrationsrate gemessen. Um dies realitätsnah an ungestörten Standorten unter Einbezug der örtlichen Gegebenheiten wie Alterung und Belastung durchführen zu können, werden – je nach Durchflußmenge – speziell für diesen Einsatz konstruierte Infiltrationsgeräte eingesetzt (Bild 3). Es wird eine abgedichtete Untersuchungsfläche von ca.  $0,25 \text{ m}^2$  gleichmäßig mit einem Modellregen konstanter Intensität beregnet. Die Intensität der Beregnung ist so gewählt, daß gerade kein Oberflächenabfluß entsteht, um einen in der Natur nicht auftretenden vertikalen Wasserdruck zu vermeiden. Dies wird dadurch erreicht, daß der Zulauf über einen Näherungssensor oder einen Schwimmschalter in der Untersuchungsfläche auf einen Aufstau von wenigen Millimetern begrenzt wird. Eine laterale Bewegung des infiltrierten Wassers wird durch die zusätzliche Beregnung außerhalb der Untersuchungsfläche verhindert (Prinzip des Doppelringinfiltrometers). Die Versickerungsintensität wird über die Änderung des Zuflusses am Zulauf mittels eines Durchflußmessers registriert. Die Infiltrationsrate als versickerte Menge pro Zeit ergibt sich aus der Regelung des Zuflusses in Abhängigkeit zur Veränderung der Wasserfilmdicke auf der Untersuchungsfläche.

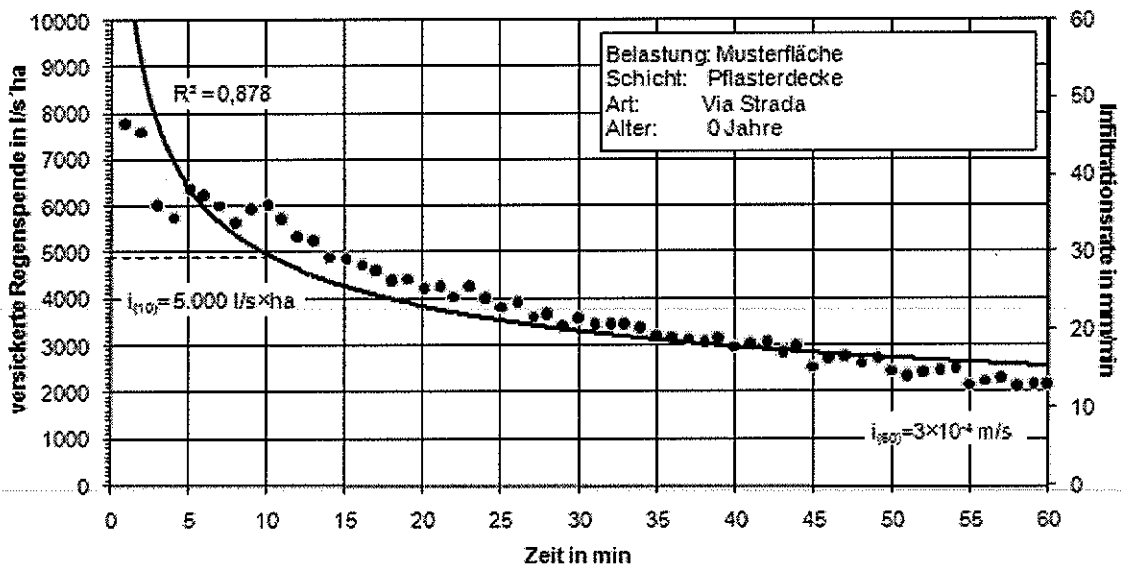
Die Ganglinien der Infiltration, werden als Regressionskurven der gemittelten Infiltrationswerte in  $[\text{mm}/\text{min}]$  und als aufnehmbare Regenspende in  $[\text{l}/(\text{s} \times \text{ha})]$  dargestellt. Sie zeigen in ihrem charakteristischen Verlauf einen hohen Anfangswert, der mit zunehmender Sättigung nach 10 bis 30 Minuten abfällt und sich schließlich asymptotisch einem konstanten Endwert nähert. Der Endwert  $i_{(60)}$  nach 60 Minuten Messung entspricht der Versickerungsintensität im wassergesättigten Zustand und kann daher als Durchlässigkeitsbeiwert  $k_{f,u}$  in  $[\text{m}/\text{s}]$  interpretiert werden. Dieser muß dann aber bei Bedarf für weitere Betrachtungen hinsichtlich des eigentlichen Bemessungswertes  $k_f$  gemäß DWA-Merkblatt A 138 mit dem Korrekturfaktor 2 multipliziert werden. Der Wert der Infiltrationsrate  $i_{(10)}$  nach 10-minütiger Beregnung wird analog als potentiell aufnehmbare Regenspende  $r_{(10)}$  in  $[\text{l}/(\text{s} \times \text{ha})]$  ausgelegt.

### 3 Ergebnisse

Die Untersuchungsergebnisse der Einzelflächen werden statistisch verrechnet und die gemittelten Werte anhand der Ganglinie der Infiltration bei einer einstündigen Beregnung und den Kennwerten  $i_{(10)}$  und  $i_{(60)}$  interpretiert. Der Wert  $i_{(10)}$  wird hierbei als versickerbare Regenmenge mit der Regenspende  $r_{(10)}$  gleichgesetzt und der Wert  $i_{(60)}$  dem Durchlässigkeitsbeiwert  $k_f$  der Gesamtfläche zugeordnet.

Für die Untersuchungsfläche mit Filterstein ist folgendes Ergebnis ermittelt worden: Bei der neu verlegten, mit Splitt 1/3 mm verfugten Musterfläche wird eine versickerbare Regenspende  $r_{(10)}$  von 5.000 l/(s×ha) ermittelt (Darstellung 1). Die Wasserdurchlässigkeit entspricht nach einer Stunde Beregnung einem  $k_f$ -Wert von etwa  $3 \times 10^{-4}$  m/s.

Standort Diephaus in 49377 Vechta (2007)



Darstellung 1: Infiltrationsgang auf der Untersuchungsfläche.

### 4 Bewertung

Das Ergebnis zeigt deutlich, daß die untersuchte Pflasterfläche aufgrund der verwendeten Mineralstoffgemische für eine Versickerung von Regenwasser sehr gut geeignet ist und die geforderten Versickerungswerte für eine versickerungsfähig befestigte Fläche in Anlehnung an das *DWA-Arbeitsblatt A 138 (2002)* und an das *FGSV-Merkblatt für wasserdurchlässige Befestigungen von Verkehrsflächen (1998)* von mindestens 270 l/(s×ha) im Neuzustand weit übertroffen werden.

Selbst unter Berücksichtigung der üblichen Abnahme der Versickerungsfähigkeit um eine Zehnerpotenz aufgrund des Eintrages mineralischer und organischer Feinanteile im Laufe der Betriebsdauer ist zu erwarten, daß es nur zu keinem Oberflächenabfluß kommen kann. Gemessen an der oben genannten Bemessungsregenspende kann diesen Systemen ein Abflußbeiwert C (gemäß zum Beispiel DIN 1986 Teil 100, Tabelle 6) von 0,0 zugesprochen werden (Tabelle 1).

Nr.	System	Alter	Fugenanteil in %	Fugenausbildung	Untersuchungsergebnis $i_{(10)}$ in l/(s×ha)	Dauerhaft zu erwartende Infiltrationsleistung in l/(s×ha)	Abflußbeiwert C gemessen an der Bemessungsregenspende	Mindestens benötigte Durchlässigkeit $k_f$ des Fugenmaterials in m/s
1	Filterstein	Neu- zustand	-	Splitt 1/3 mm	5.000	500	0,0	$5,4 \times 10^{-4}$

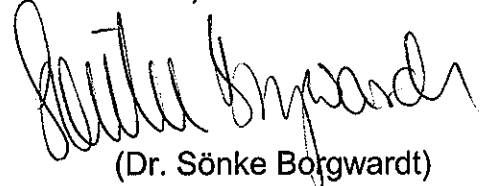
Tabelle 1: Untersuchungsergebnisse, Abflußbeiwerte und mindestens benötigte Durchlässigkeit der Fugenverfüllung für Filterstein.

In Abhängigkeit zum Fugenanteil und bei gleichzeitiger Abstimmung der Korngrößen auf die Fugenbreite muß – unabhängig von Herkunft, Körnung oder Kornform – das Mineralstoffgemisch für die Fugenverfüllung eine Mindestdurchlässigkeit wie in Tabelle 1 genannt aufweisen. Unter Berücksichtigung der aufgrund der Alterung zu erwartenden Abnahme der Versickerungsleistung auf 10 % des Ausgangswertes kann hierdurch die im *Merkblatt für wasserdurchlässige Befestigungen von Verkehrsflächen* genannte Bemessungsregenspende von 270 l/(s×ha) voraussichtlich vollständig und dauerhaft versickert werden.

## 5 Zusammenfassung

Die Feldversuche mit dem Infiltrationsgerät zur Ermittlung der Versickerungsleistung von Pflasterflächen ergeben für das Produkt Filterstein, daß im neu verlegten Zustand bei der Verwendung von Splitt 1/3 mm für die Fugenverfüllung Regenspender von 5.000 l/(s×ha) versickert werden können. Damit werden die geforderten Versickerungswerte für eine versickerungsfähig befestigte Fläche in Anlehnung an das *DWA-Arbeitsblatt A 138 (2002)* und an das *FGSV-Merkblatt für wasserdurchlässige Befestigungen von Verkehrsflächen (1998)* von mindestens 270 l/(s×ha) im Neuzustand bei weitem überschritten. Gemessen an der oben genannten Bemessungsregenspende wird ein Abflußbeiwert von  $C=0,0$  erreicht. Damit stellt Filterstein eine höhere Leistung zur Verfügung als vom *FGSV-Merkblatt* gefordert.

Norderstedt, den 27.09.2007



(Dr. Sönke Borgwardt)



## Anlagen

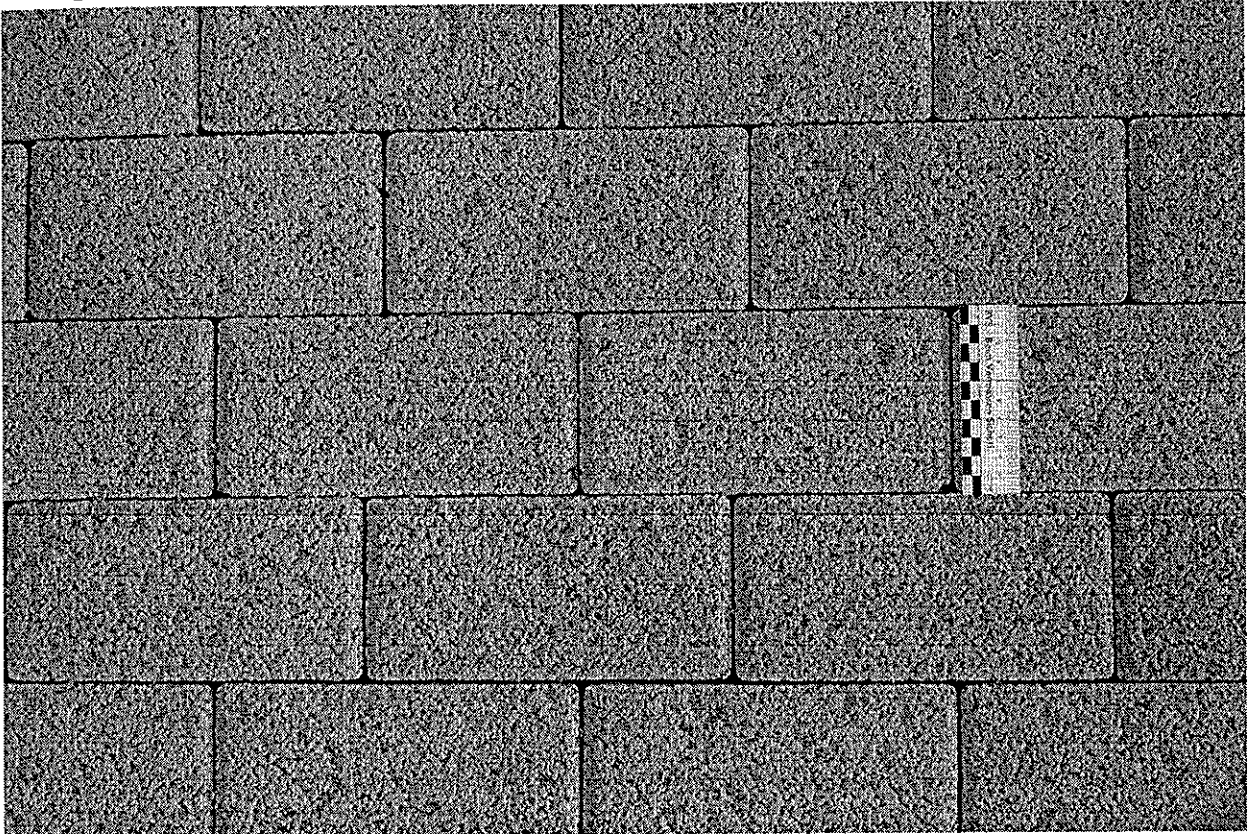


Bild 1: Pflastersystem Filterstein



Bild 2: Untersuchungsfläche



Bild 3: Untersuchungsgerät