

**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 09.07.2004

## **Gutachten zur Versickerungsleistung des Pflastersystems Prestige-Öko**

Auftraggeber:  
Hermann Meudt  
Betonsteinwerk GmbH  
Frankfurter Straße 38  
56414 Wallmerod

Dieses Gutachten umfaßt insgesamt 6 Textseiten mit  
3 Darstellungen, 1 Tabelle und 1 Anhang (3 Seiten mit 6 Bildern)  
In 2 Ausführungen  
Ausführung Nr. 1: Hermann Meudt Betonsteinwerk 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 / 09.07.2004 / Gutachten Prestige 2004.doc

**Ausführung Nr. 1**



## **GUTACHTEN**

Die von der Firma Hermann Meudt Betonsteinwerk GmbH in 56414 Wallmerod beauftragte Prüfung der Versickerungsfähigkeit von Pflastersteinen aus Beton ergibt für das Produkt Prestige-Öko folgendes Ergebnis:



### **1 Untersuchungsgegenstand**

Das Pflastersystem Prestige-Öko besteht aus gefügedichten Betonpflastersteinen im Reihenverband bzw. Ellenbogenverband verlegt im Format L 225 × B 150 × H 80 mm (Rastermaß). Im verlegten Zustand ergibt sich eine Fugenbreite von nominell etwa 12 mm (Bild 1). Durch diese Fugen soll anfallendes Niederschlagswasser aufgenommen, an den Oberbau weitergeleitet und schließlich im Untergrund oder in geeigneten Entwässerungsanlagen versickert werden. Es ergibt sich in der Fläche verlegt ein gesamter Öffnungsanteil bzw. eine durchlässige Sickerfläche von nominell 12,9 %.

- 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 neu hergestellte Parkflächen auf dem Werksgelände der Firma Hermann Meudt Betonsteinwerk GmbH in 56414 Wallmerod zur Verfügung (Bild 2). Hier wurde der genannte Pflasterbelag auf 3 cm Bettung aus Splitt 2/5 mm und einer geeigneten Tragschicht in Anlehnung an die RStO bei Bauklasse V von 30 cm bis 40 cm Schottergemisch 0/32 mm bei Verlauf an unterer Körnungslinie nach ZTVT-StB eingebaut. Die Fugen sind folgendermaßen verfüllt:

- Variante 1: Splitt 2/5 mm (Bild 3),
- Variante 2: Splitt 1/3 mm (Bild 4) und
- Variante 3: epoxidharzgebundener Sand 0/2 mm (Sopro EPF) (Bild 5).

## 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 6). 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 Doppelringinfiltrimeters). 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  $k_f$  in  $[\text{m}/\text{s}]$  interpretiert 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.

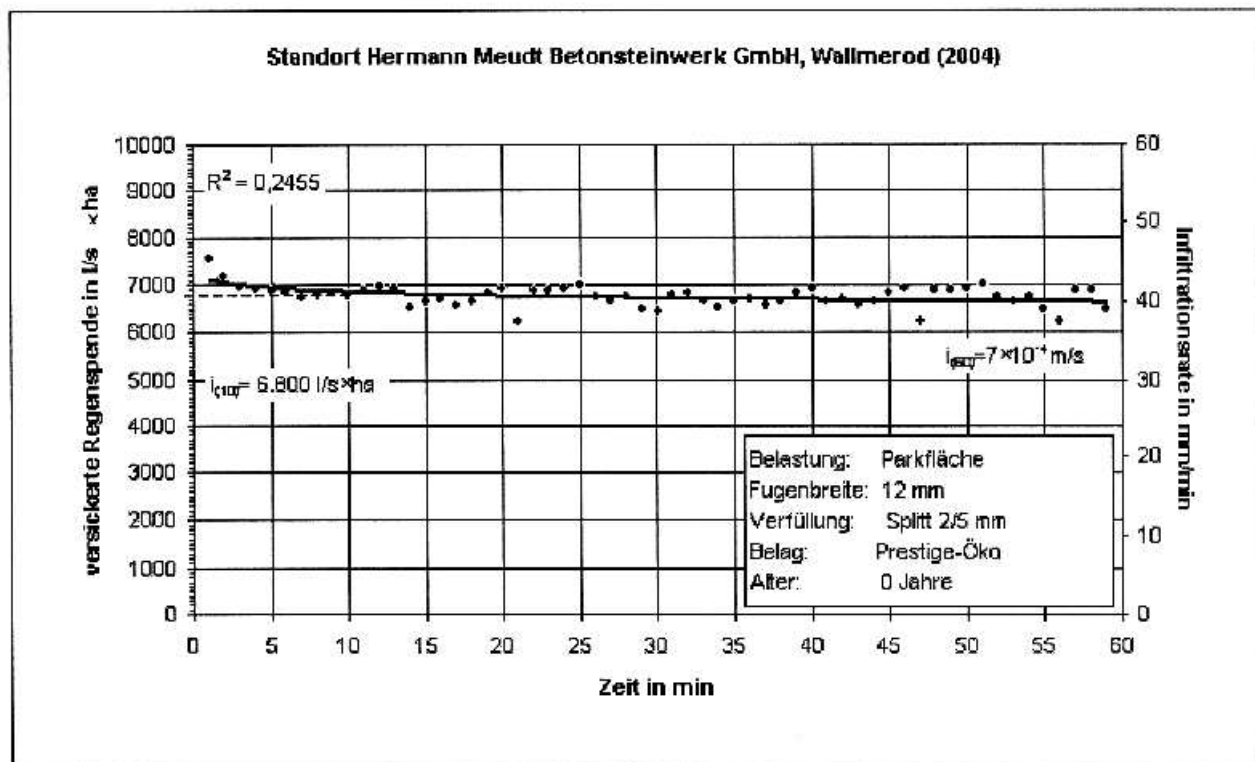
### 3 Ergebnisse

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 Prestige-Öko ist in den einzelnen Varianten folgendes Ergebnis ermittelt worden:

#### Variante 1:

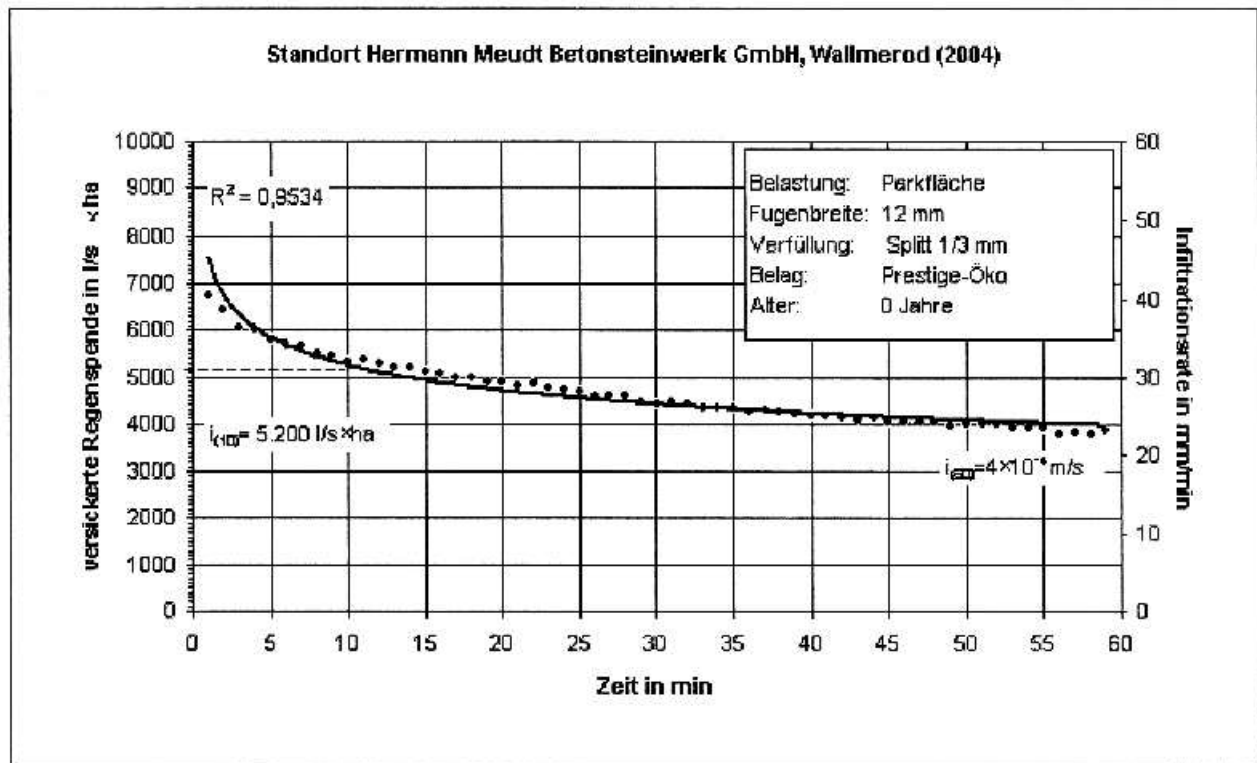
Bei der neu verlegten, mit Splitt 2/5 mm verfugten Untersuchungsfläche wird eine versickerbare Regenspende  $r_{(10)}$  von 6.800 l/(s×ha) ermittelt (Darstellung 1). Die Wasserdurchlässigkeit entspricht nach einer Stunde Beregnung einem  $k_f$ -Wert von etwa  $7 \times 10^{-4}$  m/s.



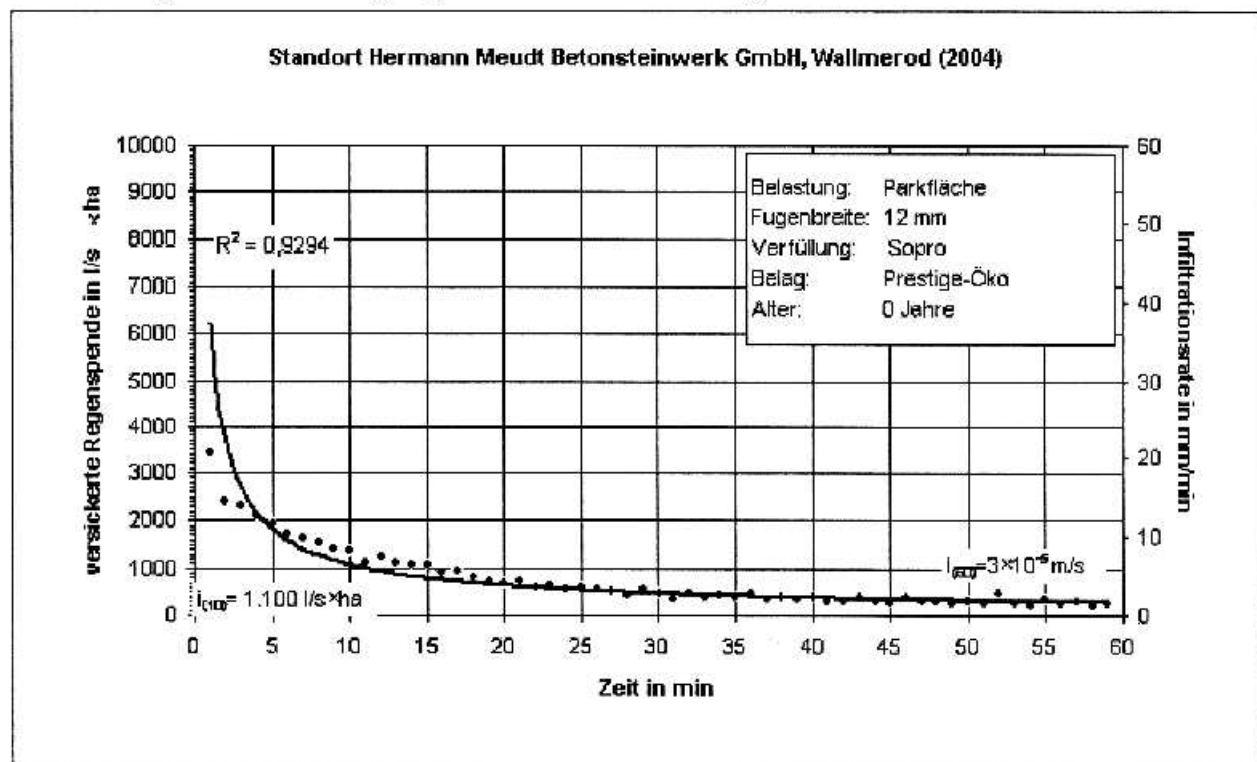
Darstellung 1: Infiltrationsgang auf der Untersuchungsfläche Variante 1.

**Variante 2:**

Bei der neu verlegten, mit Splitt 1/3 mm verfugten Untersuchungsfläche wird eine versickerbare Regenspende  $r_{(10)}$  von 5.200 l/(s×ha) ermittelt (Darst. 2). Die Wasserdurchlässigkeit entspricht nach einer Stunde Beregnung einem  $k_f$ -Wert von etwa  $4 \times 10^{-4}$  m/s.



Darstellung 2: Infiltrationsgang auf der Untersuchungsfläche Variante 2.



Darstellung 3: Infiltrationsgang auf der Untersuchungsfläche Variante 3.

### Variante 3:

Bei der neu verlegten, mit epoxidharzgebundenem Sand 0/2 mm (Sopro EPF) verfügten Untersuchungsfläche wird eine versickerbare Regenspende  $r_{(10)}$  von 1.100 l/(s×ha) ermittelt (Darstellung 3). Die Wasserdurchlässigkeit entspricht nach einer Stunde Beregnung einem  $k_f$ -Wert von etwa  $3 \times 10^{-5}$  m/s.

## **4 Bewertung**

Das Ergebnis zeigt deutlich, daß die untersuchte Pflasterflächen aufgrund der verwendeten Mineralstoffgemische für eine Versickerung von Regenwasser sehr gut geeignet sind und die geforderten Versickerungswerte für eine versickerungsfähig befestigte Fläche in Anlehnung an das *ATV-DVWK-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 bei den Varianten mit Splitt 2/5 und 1/3 mm zu keinem Oberflächenabfluß kommen kann. Gemessen an der oben genannten Bemessungsregenspende kann diesen Systemen folglich ein Abflußbeiwert  $\psi$  (gemäß zum Beispiel DIN 1986 Teil 2, Tabelle 16) von 0,0 zugesprochen werden (Tabelle 1). Lediglich bei der mit Sopro EPF verfüllte Variante 3 muß dauerhaft ein Abflußbeiwert von etwa 0,6 berücksichtigt werden.

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.

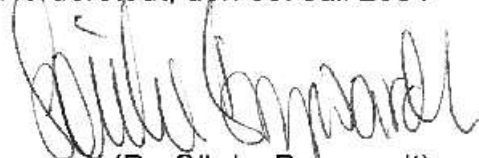
Nr.	System	Alter	Fugenteil in %	Fugenausbildung	Untersuchungsergebnis $i_{(10)}$ in l/(s×ha)	Dauerhaft zu erwartende Infiltrationsleistung in l/(s×ha)	Abflußbeiwert $\psi$ gemessen an der Bemessungsregenspende	Mindestens benötigte Durch- lässigkeit $k_f$ des Fugenmateri- als in m/s
1	Prestige-Öko	Neu- zustand	12,9	Splitt 2/5 mm	6.800	680	0,0	$4,2 \times 10^{-3}$
2				Splitt 1/3 mm	5.200	520	0,0	
3				SOPRO EPF	1.100	110	0,6	

Tabelle 1: Untersuchungsergebnisse, Abflußbeiwerte und mindestens benötigte Durchlässigkeit der Fugenverfüllung für Prestige-Öko.

## 5 Zusammenfassung

Die Feldversuche mit dem Infiltrationsgerät zur Ermittlung der Versickerungsleistung von Pflasterflächen ergeben für das Produkt Prestige-Öko, daß im neu verlegten Zustand bei der Fugenverfüllung mit Splitt 2/5 mm Regenspenden von 6.800 l/(s×ha), bei Splitt 1/3 mm 5.200 l/(s×ha) und bei epoxidharzgebundenem Sand 1.100 l/(s×ha) versickert werden können. Damit werden die geforderten Versickerungswerte für eine versickerungsfähig befestigte Fläche in Anlehnung an das *ATV-DVWK-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 für die Verfüllung mit Splitt 2/5 und 1/3 mm ein Abflußbeiwert von  $\psi=0,0$  erreicht. Damit stellt Prestige-Öko eine höhere Leistung zur Verfügung als vom *FGSV-Merkblatt* gefordert.

Norderstedt, den 09. Juli 2004

  
(Dr. Sönke Botgwardt)

## Anlagen

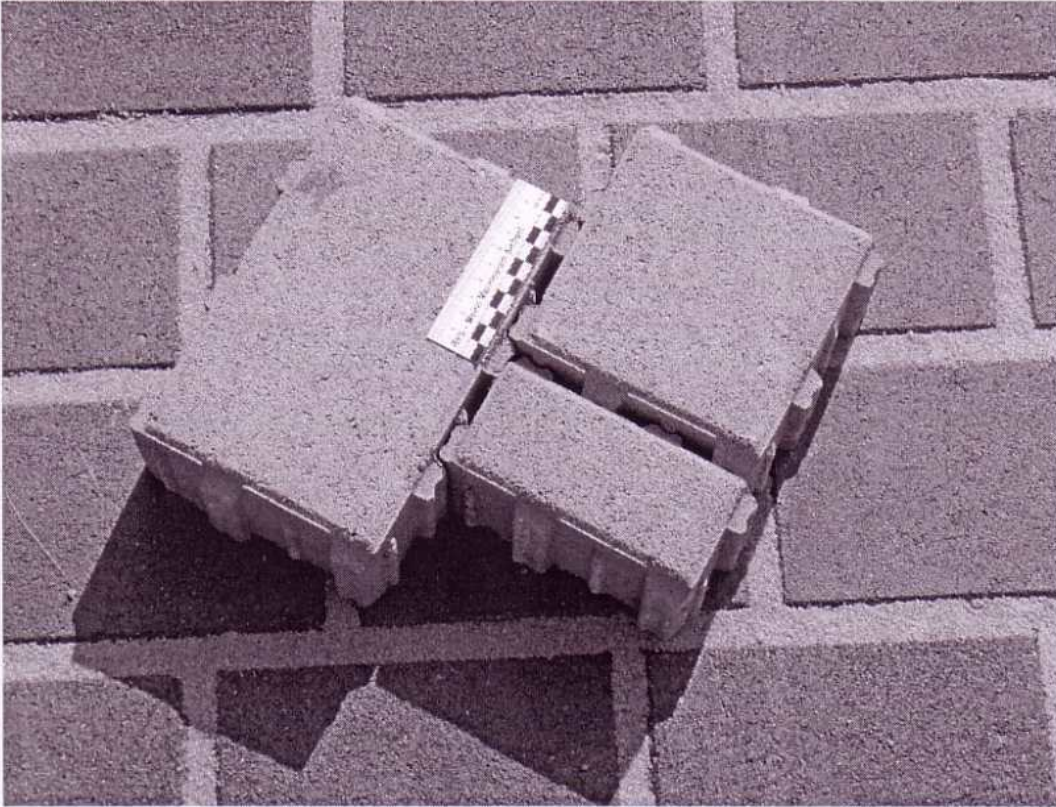


Bild 1: Pflastersystem Prestige-Öko

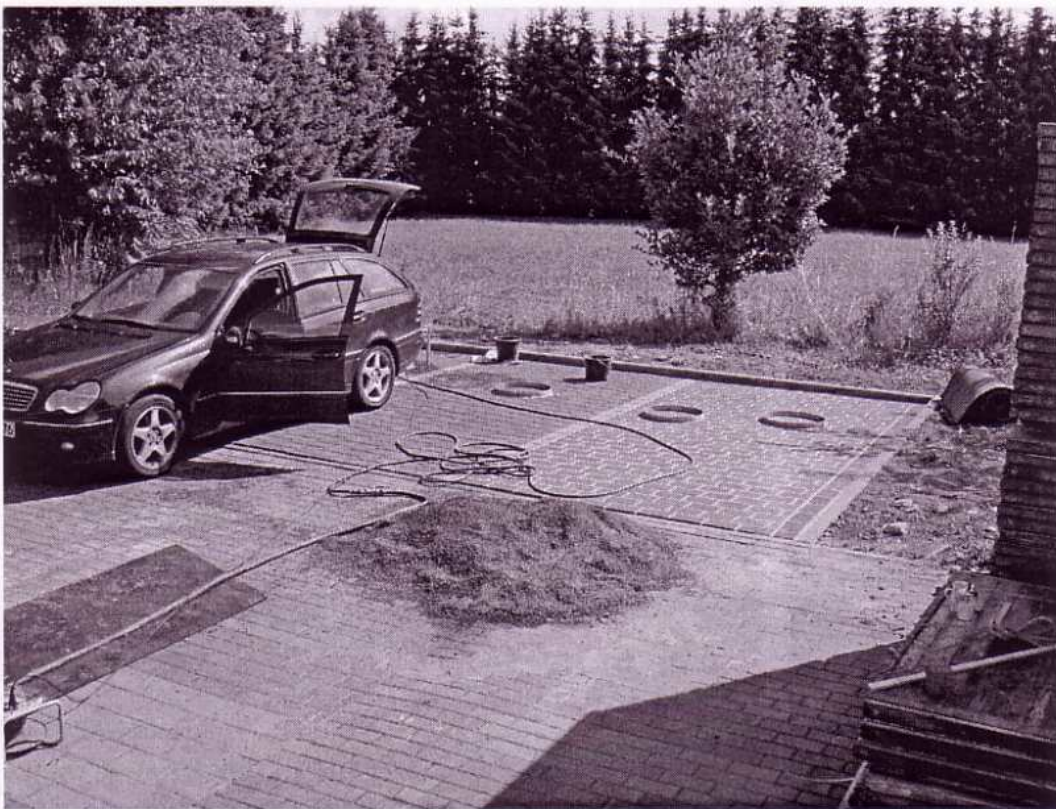


Bild 2: Untersuchungsstandort



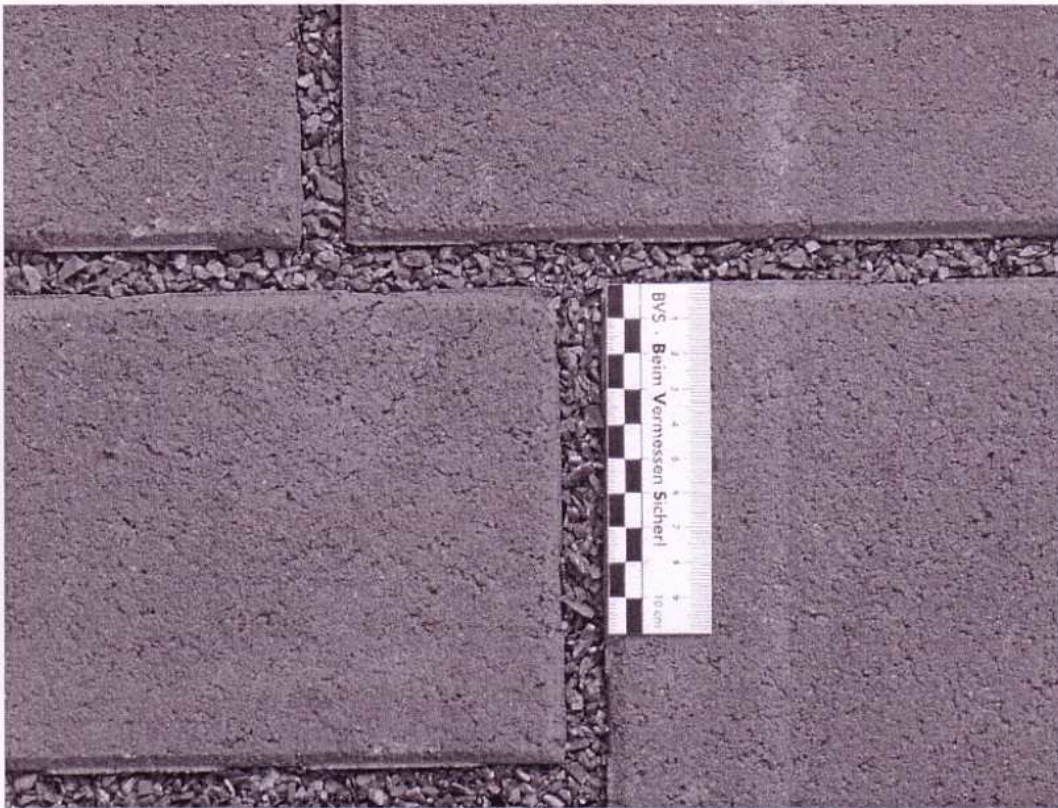


Bild 3: Untersuchungsfläche Variante 1

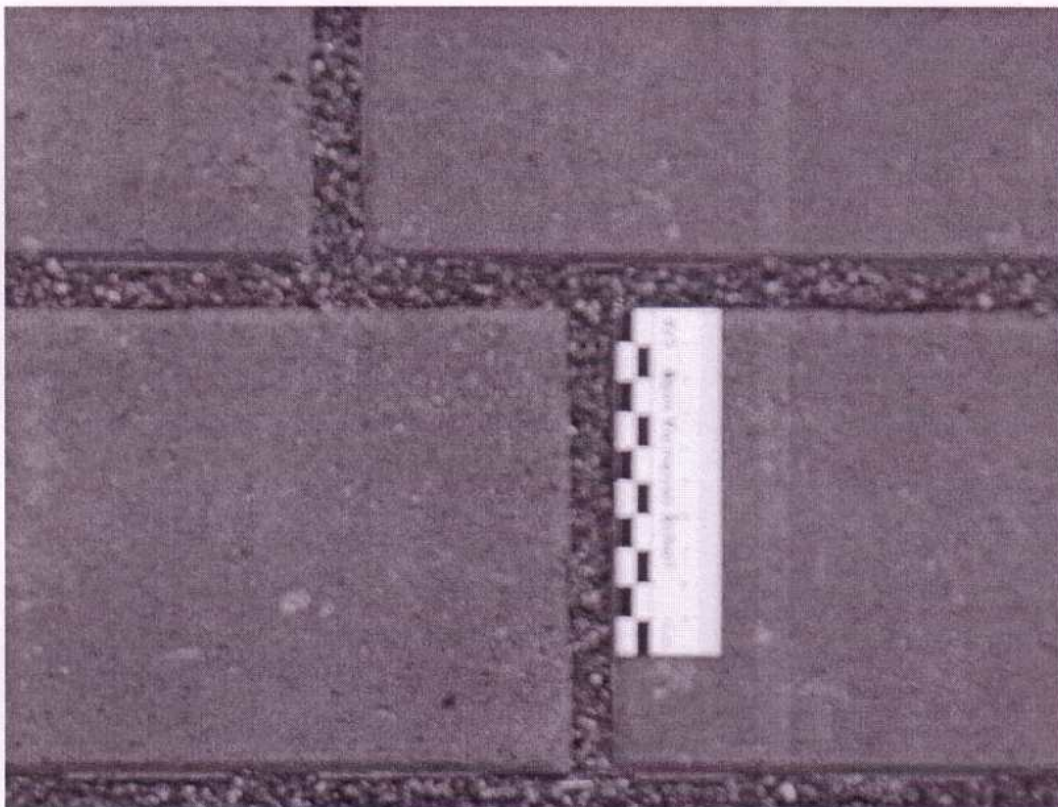


Bild 4: Untersuchungsfläche Variante 2

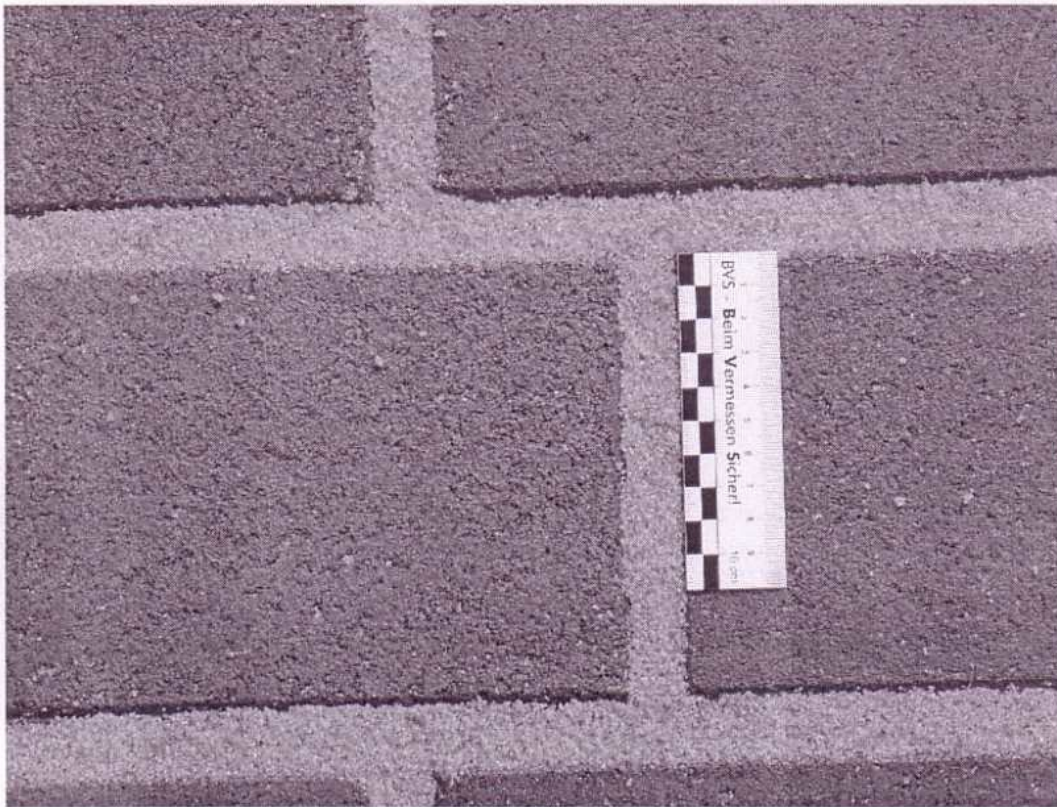


Bild 5: Untersuchungsfläche Variante 3



Bild 6: Untersuchungsgerät