

---

## **Gutachten**

# **über die spezifischen Versickerungsleistung eines wasserdurchlässigen Pflastersystems vom Typ GAPSTON der Firma HEINRICH KLOSTERMANN GmbH & Co. KG Betonwerke in Coesfeld**

Auftraggeber:

HEINRICH KLOSTERMANN GmbH & Co. KG Betonwerke  
Am Wasserturm 20  
48653 Coesfeld

Gutachter:

Prof. Dr.-Ing. Carsten Dierkes  
H<sub>2</sub>O Research GmbH  
Kopernikusweg 27a  
48155 Münster

Dieses Gutachten umfasst insgesamt 7 Textseiten mit 6 Abbildungen und 2 Seiten Anhang

---

## 1. Auftrag

Die H<sub>2</sub>O Research GmbH aus Münster wurde am 20.11.2013 von der Firma HEINRICH KLOSTERMANN GmbH & Co. KG Betonwerke aus Coesfeld beauftragt, ein wasserdurchlässiges Pflastersystem vom Typ GAPSTON aus gefügedichten Betonsteinen auf seine spezifische Versickerungsleistung zu untersuchen und eine Aussage darüber zu treffen, ob das Pflastersystem zur Versickerung der Regenabflüsse gemäß den geltenden Regelwerken und Richtlinien geeignet ist.

## 2. Untersuchungsobjekt

Das wasserdurchlässige Flächenbelagssystem GAPSTON besteht aus Pflastersteinen aus gefügedichtem Beton mit seitlich angeordneten Abstandshaltern als VZ4 Verzahnungssystem (Abbildung 4), die eine Breite der oberen Fuge von 5 mm bis 6 mm sicherstellen. Die Steine haben einen optimierten Kantenschutz durch eine leichte Neigung an den Flanken. Das System besteht aus 3 Formaten, der größte Stein hat ein Rastermaß von 32 cm x 24 cm, der mittlere 32 cm x 16 cm und der kleine 24 cm x 16 cm. Die Höhe beträgt einheitlich 80 mm. Über die Fugen wird das auf den Belag auftreffende Niederschlagswasser in die Bettung und weiter in die unterlagernde Tragschicht abgeleitet. Von dort versickert es in Richtung des Grundwassers oder wird über eine Drainage abgeleitet.

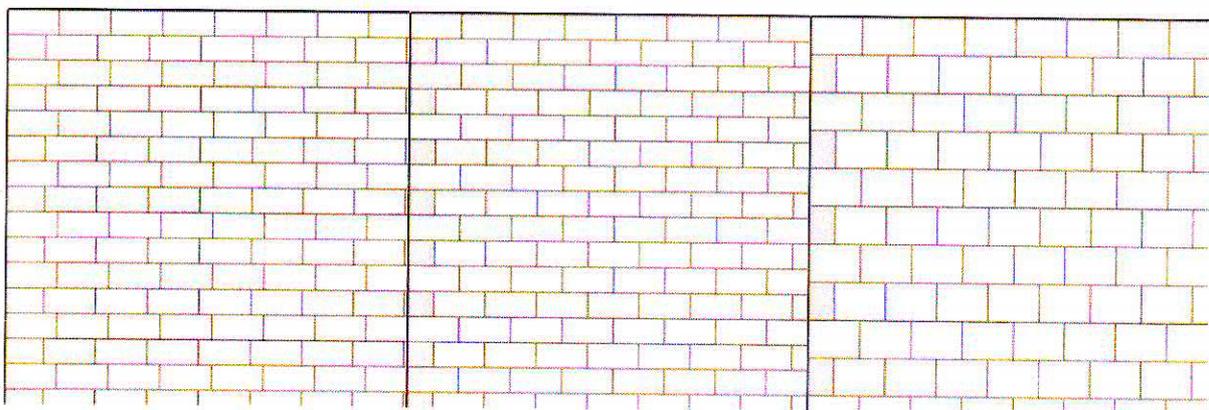


Abbildung 1: Verlegemuster der drei Steingrößen

Die Fugenbreite beträgt beim Verlegen ca. 5 mm bis 6 mm. Damit ergibt sich in der Fläche ein Anteil von sickerfähigen Fugen zwischen 4,3 % und

6,2 %. Abbildung 2 zeigt kombinierte Verlegemuster aus mehreren Steinformaten.

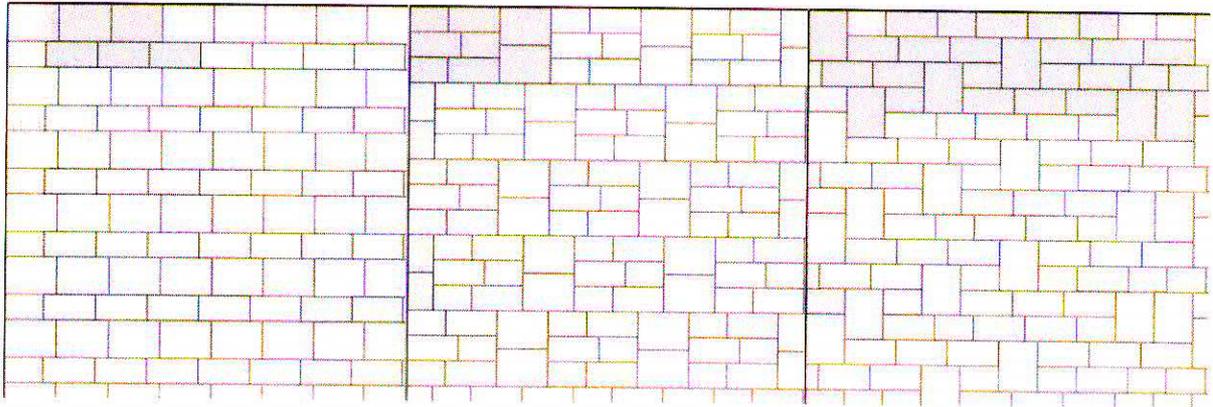


Abbildung 2: Gemischte Verlegemuster der drei Steingrößen

Um die spezifische Versickerungsrate des Pflastersystems unter realitätsnahen Bedingungen zu prüfen wurde eine Fläche von etwa 2 m<sup>2</sup> des Pflastersystems auf eine reale Tragschicht eingebaut. Es wurde eine Variante mit dem kleinsten Rastermaß und eine Variante mit dem größten Rastermaß ausgewählt. Somit liegen alle Kombinationen der Steinformate zwischen den beiden Extremen.



Abbildung 3: Das Testfeld mit aufgeklebten Test-Ringen

Im Gegensatz zu im Labor ermittelten Versickerungsraten kann somit gewährleistet werden, dass der Einbau unter den gleichen Bedingungen wie in der Realität stattfindet, und somit Faktoren wie die Lagerungsdichte nach der Verdichtung und das Zusammenwirken von Pflasterstein, Fuge, Bettung und Tragschicht exakt abgebildet werden können.

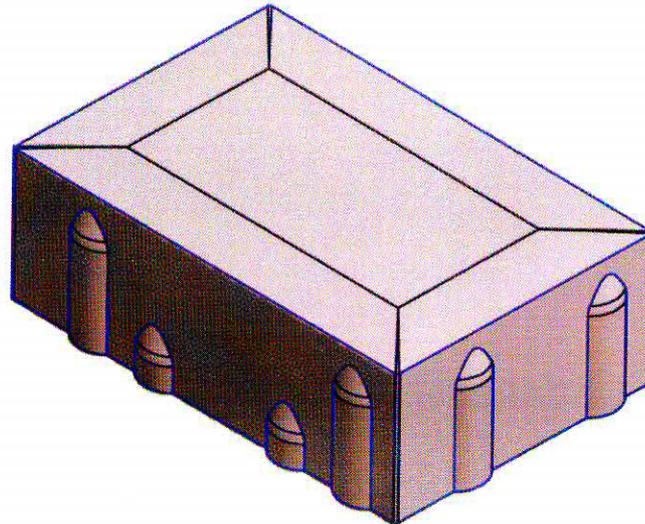


Abbildung 4: Aufbau des Pflastersteins

Das Pflaster wurde zusammen mit Fugenfüllung und Bettung auf die spezifische Versickerungsrate untersucht. Für die 4 cm mächtige Bettung wurde ein Hartkalkstein-Splitt der Kornabstufung von 2 mm bis 5 mm verwendet. Die Fugen wurden mit einem Basaltsplitt der Kornabstufung von 1 mm bis 3 mm verfüllt.

### 3. Anforderungen

Wasserdurchlässige Flächenbeläge sollten nach dem Merkblatt für wasserdurchlässige Befestigungen von Verkehrsflächen (FGSV 2013) eine Bemessungsregenspende von mindestens 270 l/(s·ha) dauerhaft versickern, was einem Durchlässigkeitsbeiwert von  $2,7 \cdot 10^{-5}$  m/s entspricht. Aufgrund von luftgefüllten Poren im Oberbau muss mit einer Verringerung der Fließgeschwindigkeiten gerechnet werden, so dass ein  $k_f$ -Wert von mindestens  $5,4 \cdot 10^{-5}$  m/s (entsprechend 540 l/(s·ha) spezifische Versickerungsrate) gefordert wird. Das Arbeitsblatt A 138 der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von

Wo:

Niederschlagswasser) berücksichtigt regionale Bemessungsregenspenden aus dem KOSTRA-Atlas des Deutschen Wetterdienstes (DWA 2005). Diese liegen in der Regel unter den Vorgaben der FGSV, die damit eine Sicherheitsreserve beinhalten.

Von:

zu:

#### 4. Prüfmethodik

Die Messungen der spezifischen Versickerungsrate wurden mit einem Tropf-Infiltrometer gemäß Merkblatt für wasserdurchlässige Befestigungen von Verkehrsflächen (FGSV 2013) durchgeführt. Dazu wird ein Stahlring mit einem Durchmesser von 54 cm mittels eines elastischen Dichtstreifens auf der Testfläche befestigt. Dann wird mit einer Beregnungsanlage die Fläche innerhalb und außerhalb des Ringes beregnet. Die Beregnung wird über einen Wasserstandssensor innerhalb des Ringes gesteuert. Es wird so lange beregnet, bis der Wasserstand im Ring zwischen einem und drei Millimetern liegt. Anschließend wird die Beregnung abgestellt, bis weniger als ein Millimeter Wasser vorhanden ist. Danach erfolgt die nächste Beregnung. Die aufgegebene Wassermenge wird über die Zeit über einen Durchflussmesser aufgezeichnet. Das Prinzip des Infiltrometers ist in Abbildung 5 dargestellt.

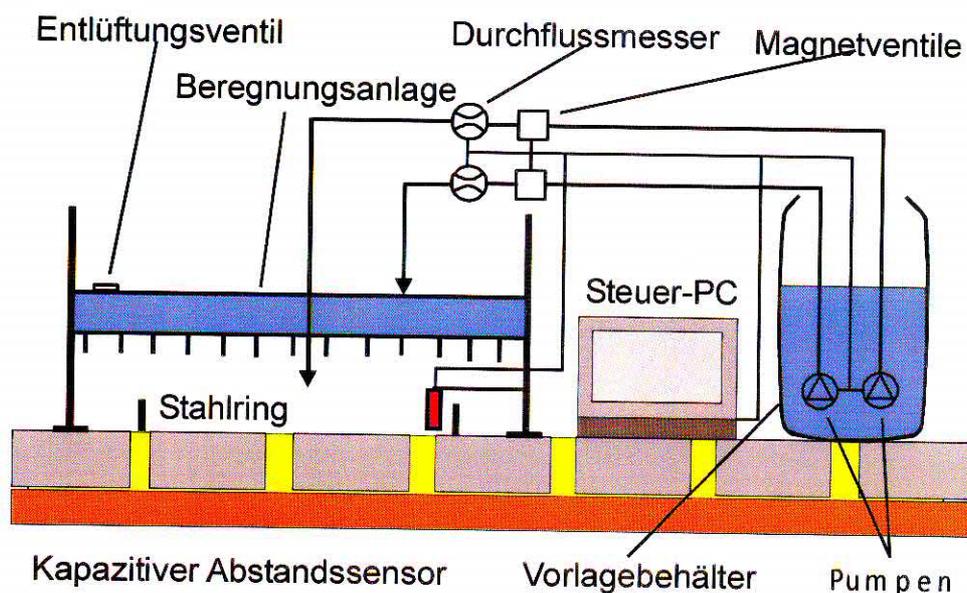


Abbildung 5: Aufbau des Tropf-Infiltrometers

Mit dieser Messmethode wird direkt die spezifische Versickerungsrate des Untergrundes bestimmt, und nicht der  $k_f$ -Wert, da die Messung mit einem ähnlichen Aufstau wie bei realen Versickerungsvorgängen durchgeführt wird. Für die Bestimmung des  $k_f$ -wertes müsste sichergestellt sein, dass alle Poren mit Wasser gefüllt sind. Bei vollständig gefüllten Poren kann das Wasser schneller in den Untergrund infiltrieren, da der durchströmte Querschnitt des Bodens größer ist. Bei Infiltrationsmessungen müssen die Messergebnisse mit dem Wert von  $270 \text{ l}/(\text{s}\cdot\text{ha})$  verglichen werden, um eine Eignung zur Versickerung festzustellen.

## 5. Ergebnis

An zwei Stellen auf der Testfläche wurden Tropfinfiltrometer-Messungen über einen Zeitraum von jeweils einer Stunde durchgeführt. Die erste Messung erfolgte auf einer Fläche mit dem größten Rastermaß, die zweite auf der Testfläche mit dem kleinsten Rastermaß.

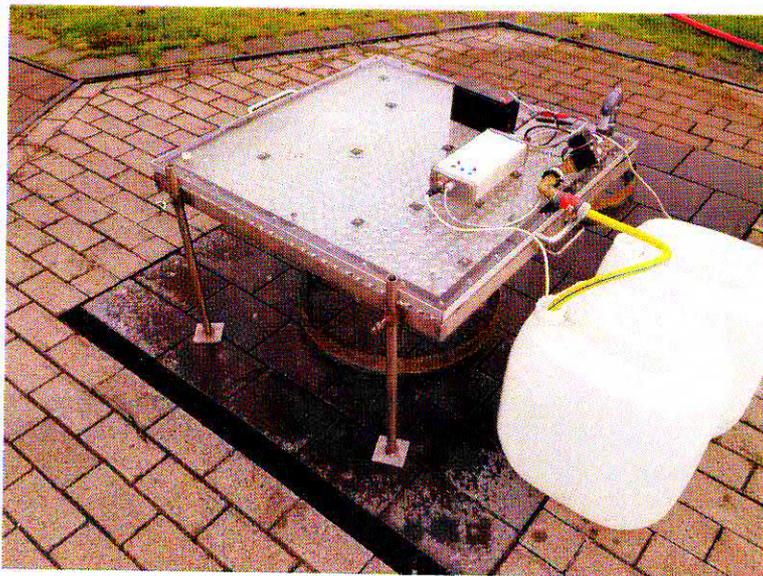


Abbildung 6: Durchführung der Messungen

Messung 1 ergab eine spezifische Versickerungsrate nach 10 Minuten von  $1.500 \text{ l}/(\text{s}\cdot\text{ha})$ . Im Vergleich zu den geforderten  $270 \text{ l}/(\text{s}\cdot\text{ha})$  nach 10 Minuten liegt der ermittelte Wert mehr als fünfmal so hoch. Messung 2 ergab eine spezifische Versickerungsrate nach 10 Minuten von  $1.800 \text{ l}/(\text{s}\cdot\text{ha})$ . Im Vergleich zu den geforderten  $270 \text{ l}/(\text{s}\cdot\text{ha})$  nach 10 Minuten

liegt der ermittelte Wert mehr als sechsmal so hoch. Hieraus ist ersichtlich, dass die Forderungen der FGSV für wasserdurchlässige Flächenbeläge von beiden Formaten erfüllt werden.

Nach einer Stunde Messzeit wurde bei beiden Messungen eine konstante Versickerungsrate über einen Zeitraum von mehr als dreißig Minuten erreicht, so dass von einer End-Infiltrationsrate gesprochen werden kann, die bei längeren Regenereignissen ausschlaggebend ist. Diese liegt bei 1.500 l/(s·ha) für Messung 1, und 1.800 l/(s·ha) für Messung 2. Damit ist auch für längere Regenereignisse eine ausreichend hohe Versickerungsrate gewährleistet.

## **6. Wasserwirtschaftliche Bewertung**

Das Ergebnis der Untersuchungen zeigt, dass der GAPSTON der Firma HEINRICH KLOSTERMANN GmbH & Co. KG Betonwerke bei einer Verwendung der vom Hersteller empfohlenen Mineralstoffe für die Bettung und die Fugenfüllung für eine vollständige Versickerung der Regenabflüsse geeignet ist. Bei fachgerechter Planung und fachgerechtem Einbau kann auf eine zusätzliche Entwässerung verzichtet werden. Die Forderungen des Merkblattes für wasserdurchlässige Flächenbefestigungen der FGSV (FGSV 1998) und des Arbeitsblattes A 138 der DWA (DWA 2005) für die Flächenversickerung werden bei einem ausreichend durchlässigem Trag- und Frostschuttschichtmaterial und einem ausreichend sickerfähigem Untergrund erfüllt. Dies gilt für alle drei Steinformate und auch für alle möglichen Kombinationen dieser Formate.

## **7. Zusammenfassung**

Die Untersuchungen eines Pflastersystems vom Typ GAPSTON der Firma HEINRICH KLOSTERMANN GmbH & Co. KG Betonwerke aus Coesfeld ergaben für ein neu verlegtes Pflaster mit einem Fugenabstand von 5 mm bis 6 mm, einer 4 cm mächtigen Bettung der Kornabstufung 2/5 mm und einer Fugenfüllung der Kornabstufung 1/3 mm eine spezifische Infiltrationsrate nach 10 Minuten Messzeit von mehr als 1.500 l/(s·ha). Der im Merkblatt für wasserdurchlässige Befestigungen von Verkehrsflächen geforderte Mindest-Wert von 270 l/(s·ha) wird weit überschritten.

## 8. Literatur

DWA (2005): Arbeitsblatt A 138: Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser.- DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Hennef

FGSV (1998): Merkblatt für wasserdurchlässige Befestigungen von Verkehrsflächen.- Forschungsgesellschaft für Straßen und Verkehrswesen e.V.; Köln

Münster, den 22.11.2013



(Prof. Dr.-Ing. Carsten Dierkes)

## Anhang 1

### Ergebnis der Tropfinfiltrrometer-Messung 1

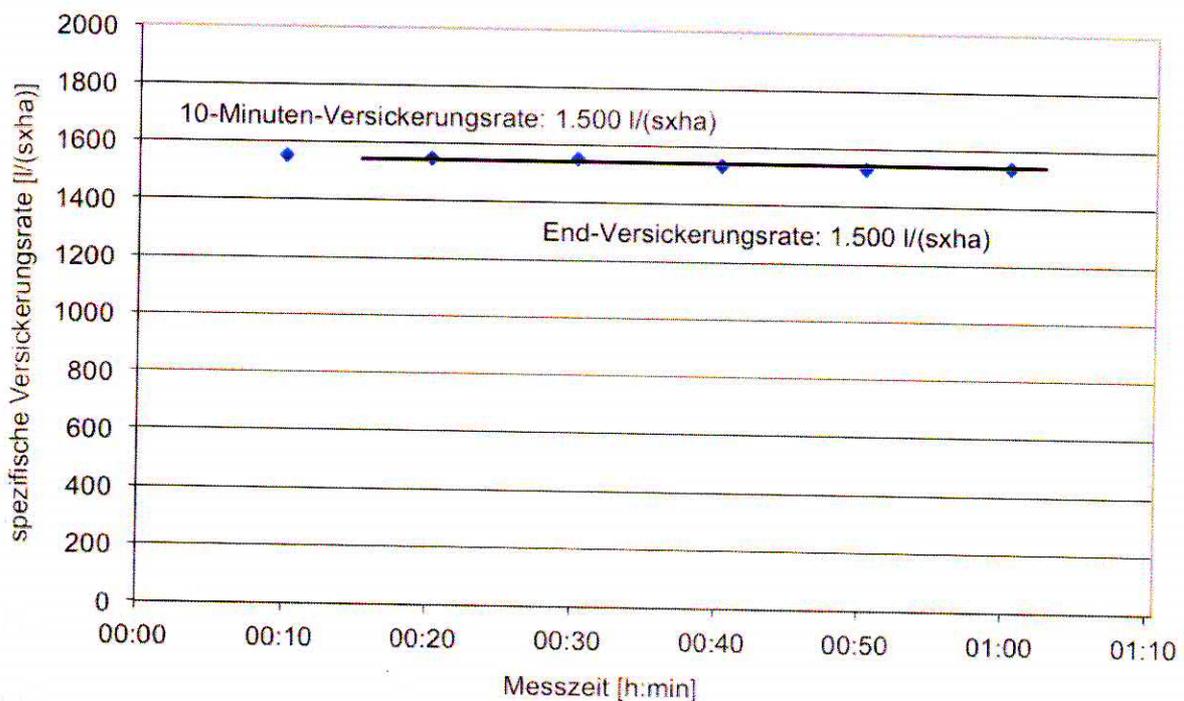
Die Messung wurde mit dem Tropfinfiltrrometer gemäß Merkblatt für wasserdurchlässige Befestigungen für Verkehrsflächen der Forschungsgemeinschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) durchgeführt.

Ort der Messung: Messung wurde auf der Testfläche durchgeführt  
(großes Rastermaß)

Datum der Messung: 21.11.2013

Messingenieur: Prof. Dr.-Ing. C. Dierkes

Ergebnis der Messung:



Die maßgebliche spezifische Versickerungsrate  $i_{10}$  nach 10 Minuten Messzeit beträgt 1.500 l/(s·ha).

Die maßgebliche spezifische End-Infiltrationsrate  $i_{\text{End}}$  beträgt 1.500 l/(s·ha).

## Anhang 2

### Ergebnis der Tropfinfiltrrometer-Messung 2

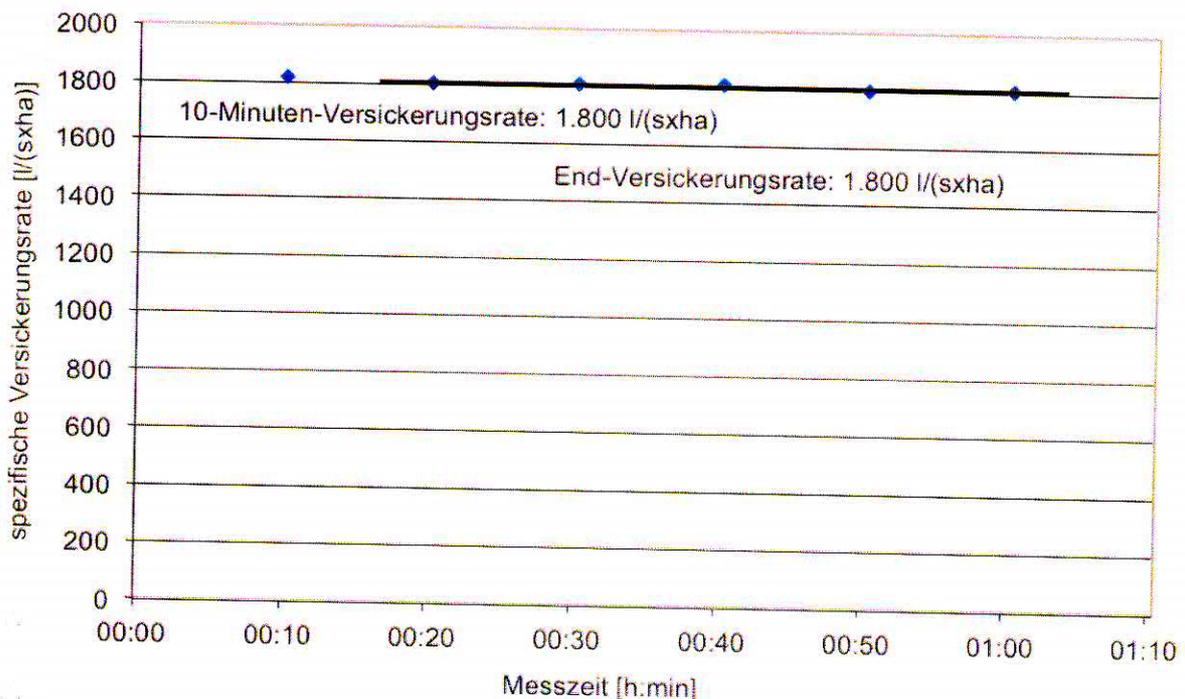
Die Messung wurde mit dem Tropfinfiltrrometer gemäß Merkblatt für wasserdurchlässige Befestigungen für Verkehrsflächen der Forschungsgemeinschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) durchgeführt.

Ort der Messung: Messung wurde auf der Testfläche durchgeführt  
(kleines Rastermaß)

Datum der Messung: 21.11.2013

Messingenieur: Prof. Dr.-Ing. C. Dierkes

Ergebnis der Messung:



Die maßgebliche spezifische Versickerungsrate  $i_{10}$  nach 10 Minuten Messzeit beträgt 1.800 l/(s·ha).

Die maßgebliche spezifische End-Infiltrationsrate  $i_{\text{End}}$  beträgt 1.800 l/(s·ha).