

Gutachten
zur spezifischen Versickerungsleistung eines
wasserdurchlässigen Pflastersystems vom Typ drainSTON
der Firma Betonwerk Godelmann KG in
Fensterbach/Högling

Auftraggeber:

BETONWERK GODELMANN KG
Industriestr. 1
92269 Fensterbach/Högling

Gutachter:

Dipl.-Geol. Dr.-Ing. Carsten Dierkes

Dieses Gutachten umfasst insgesamt 6 Textseiten mit 4 Abbildungen und 4 Seiten Anhang

1. Auftrag

Die HydroCon GmbH wurde am 02.11.2005 von der Firma Betonwerk Godelmann KG aus Fensterbach/Högling beauftragt, ein wasserdurchlässiges Pflastersystem vom Typ drainSTON aus gefügedichten Betonsteinen auf seine spezifische Versickerungsleistung zu untersuchen.

2. Untersuchungsobjekt

Das wasserdurchlässige Flächenbelagssystem drainSTON besteht aus Pflastersteinen aus gefügedichtem Beton mit seitlich angeordneten permanenten Abstandshaltern. Die Maße der Pflastersteine ohne Abstandshalter sind 193 mm (Breite) x 193 mm (Länge) x 80 mm (Höhe). Bei der Verlegung der Betonsteine ergibt sich ein Rastermaß von 200 mm x 200 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. Wie aus Abbildung 1 zu erkennen ist, weisen die Steine an den Seitenflächen Kanäle auf, über die eine Verteilung des Wassers in die darunter liegende Bettung erfolgt. Mit diesem Prinzip reicht ein nur sehr kleiner Fugenanteil aus, um eine hohe Versickerungsleistung zu gewährleisten. Als zweite Besonderheit wird die Fuge nach oben hin mit einem Quarzsand der Kornstapufung von 0,5 mm bis 1,0 mm abgedeckt. Die Fugenbreite lag nach dem Verlegen zwischen 7 mm und 9 mm. Damit ergibt sich in der Fläche ein Anteil von sickerfähigen Fugen von 6,9%, ohne Berücksichtigung der Abstandshalter.

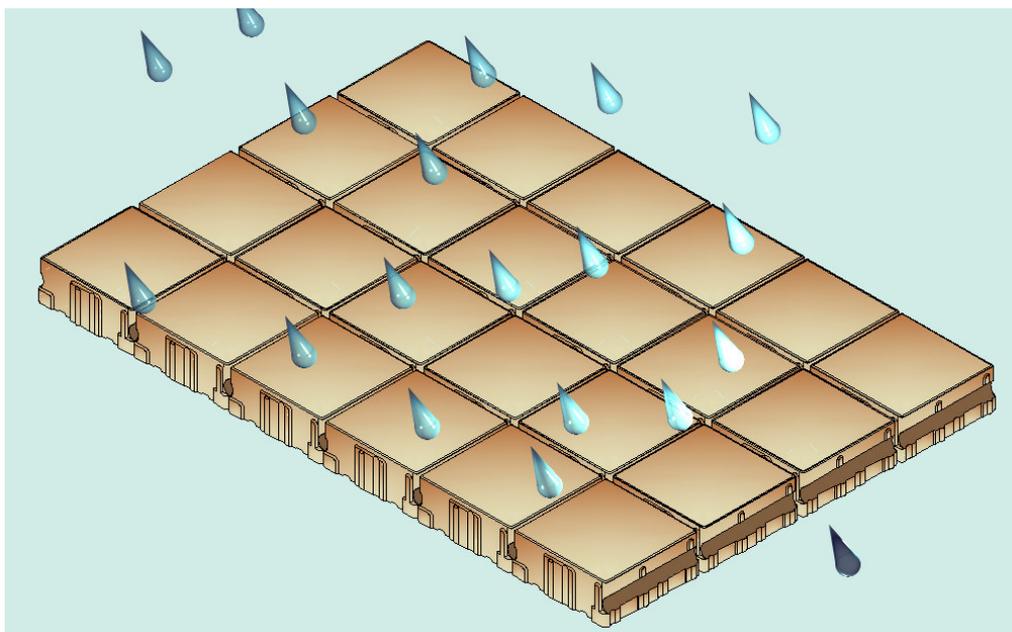


Abbildung 1: Aufbau des drainSTON

Um die spezifische Versickerungsrate des Pflastersystems unter realitätsnahen Bedingungen zu prüfen, wurde eine Fläche von etwa 1,5 m² des Pflastersystems auf eine reale Tragschicht eingebaut

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.

Das Pflaster wurde zusammen mit Fugenfüllung und Bettung auf die spezifische Versickerungsrate untersucht. Für die 4 cm mächtige Bettung wurde ein Kalksplitt der Kornabstufung von 2 mm bis 5 mm verwendet. Die Fugen wurden mit einem Basaltsplitt der Kornabstufung von 1 mm bis 3 mm verfüllt. Nach oben hin wurde die Fuge mit einem Quarzsand der Kornabstufung von 0,5 mm bis 1,0 mm abgedeckt

3. Anforderungen

Wasserdurchlässige Flächenbeläge sollten nach dem Merkblatt für wasserdurchlässige Befestigungen von Verkehrsflächen (FGSV 1998) eine Bemessungsregenspende von mindestens 270 l/(s·ha) über einen Zeitraum von 10 Minuten 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 Abwassertechnischen Vereinigung (Planung und Bau von Anlagen zur Niederschlagswasserversickerung) berücksichtigt regionale Bemessungsregenspenden aus dem KOSTRA-Atlas des Deutschen Wetterdienstes (ATV 2000). Diese liegen in der Regel unter den Vorgaben der FGSV, die damit eine Sicherheitsreserve beinhaltet.

4. Prüfmethodik

Die Messungen der spezifischen Versickerungsrate wurden mit einem Tropf-Infiltrimeter gemäß Merkblatt für wasserdurchlässige Befestigungen von Verkehrsflächen (FGSV 1998) durchgeführt. Dazu wird ein Stahlring mit einem Durchmesser von 54 cm mittels Zement auf der Testfläche befestigt. Dann wird mit einer Beregnungsanlage die Fläche innerhalb und außerhalb des Ringes beregnet. Die Beregnung wird über einen kapazitiven Wasserstandssensor innerhalb des Kreises 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 2 dargestellt.

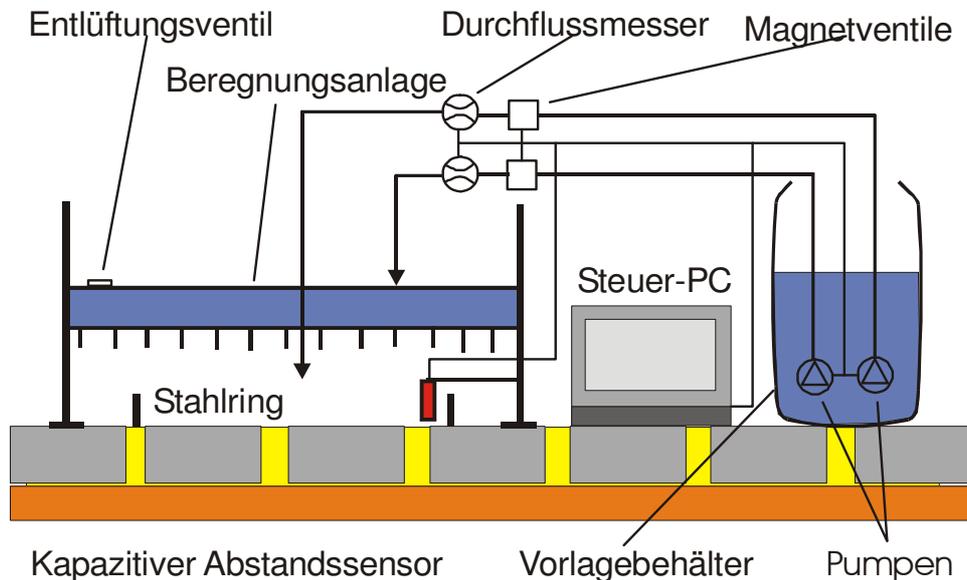


Abbildung 2: Aufbau des Tropf-Infiltrometers

Mit dieser Messmethode wird direkt die spezifische Versickerungsrate 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 Schwellenwert von 270 l/(s·ha) verglichen werden, um eine Eignung zur Versickerung festzustellen.

5. Ergebnis

Im Vorfeld wurde die spezifische Versickerungsrate der Tragschicht geprüft um sicherzustellen, dass es unter dem Pflasterbelag nicht zu einem Aufstau des Wassers kommt, der eine Messung der Durchlässigkeit verfälschen würde (Messung 1). Alle Messprotokolle sind im Anhang dieses Gutachtens abgedruckt. Die Tragschicht weist eine spezifische Infiltrationsrate nach 10 Minuten von 1.800 l/(s·ha) und 1.000 l/(s·ha) nach einer Stunde Beregnung auf, damit ist sichergestellt, dass

das versickernde Wasser in einem ausreichendem Maße an den Untergrund abgegeben werden kann.

Als nächstes wurde eine Fläche von etwa 1,5 m² des Pflasterbelages eingebaut. Die Fugen wurden mit einem Basaltsplitt der Kornabstufung von 1 mm bis 3 mm gefüllt und mit einem Quarzsand der Kornstapstufung von 0,5 mm bis 1,0 mm abgedeckt. An drei Stellen auf der Testfläche wurden dann Tropfinfiltrrometer-Messungen über einen Zeitraum von jeweils einer Stunde durchgeführt (Abbildung 3).



Abbildung 3: Durchführung der Messungen auf der Prüffläche

Messung 2 ergab eine spezifische Versickerungsrate nach 10 Minuten von 3.300 l/(s·ha). Ein etwa gleich hoher Wert von 3.350 l/(s·ha) wurde bei Messung 3 ermittelt. Messung 4 ergab einen Wert von 2.750 l/(s·ha). Die drei Messwerte liegen dicht zusammen, was auf einen homogenen Einbau des Belages hindeutet. Da keine Abweichungen der spezifischen Infiltrationsrate ermittelt wurden, können die Messungen als repräsentativ angenommen werden. Abbildung 4 zeigt die drei Messwerte und den Mittelwert im Vergleich zu den geforderten 270 l/(s·ha). Hieraus ist ersichtlich, dass die Forderungen der FGSV für wasserdurchlässige Flächenbeläge erfüllt werden.

Nach einer Stunde Messzeit wurde bei allen drei 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 1.550 l/(s·ha) für Messung 2, 1.500 l/(s·ha) für Messung 3 und 1.250 l/(s·ha) für Messung 4. Damit ist auch für längere Regenereignisse eine ausreichend hohe Versickerungsrate gewährleistet.

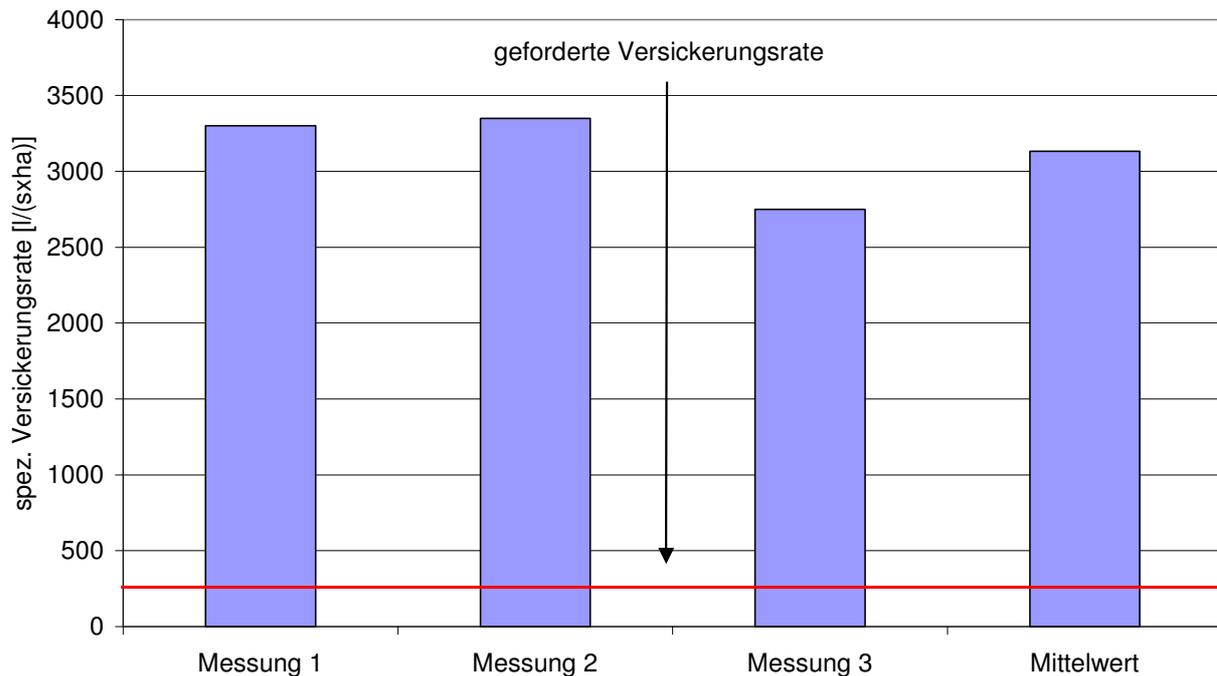


Abbildung 4: Ermittelte 10-Minuten-Versickerungsraten im Vergleich zum geforderten Wert

6. Wasserwirtschaftliche Bewertung

Das Ergebnis der Untersuchungen zeigt, dass der drainSTON der Firma Betonwerk Godelmann KG 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 ATV (ATV 2000) für die Flächenversickerung werden bei einem ausreichend durchlässigen Trag- und Frostschutzschichtmaterial und einem ausreichend sickerfähigen Untergrund mehr als erfüllt.

7. Zusammenfassung

Die Untersuchungen eines Pflastersystems vom Typ drainSTON der Firma Betonwerk Godelmann KG aus Fensterbach/Högling ergaben für ein neu verlegtes Pflaster mit einem Fugenabstand von 7 mm, einer 4 cm mächtigen Bettung der Kornabstufung 2/5 mm und einer Fugenfüllung der Kornabstufung 1/3 mm mit einer Quarzsandabdeckung eine spezifische Versickerungsrate nach 10 Minuten Messzeit von mehr als 2.700 l/(s·ha). Der im Merkblatt für wasserdurchlässige Befestigungen

von Verkehrsflächen geforderte Mindest-Wert von 270 l/(s·ha) wird weit überschritten.

8. Literatur

ATV (2000): Arbeitsblatt A 138: Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser.- GFA Gesellschaft zur Förderung der Abwassertechnik e.V.; Hennef

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

Münster, den 04.11.2005



(Dr.-Ing. Carsten Dierkes)

Anhang 1

Ergebnis der Tropfinfiltrrometer-Messung 1

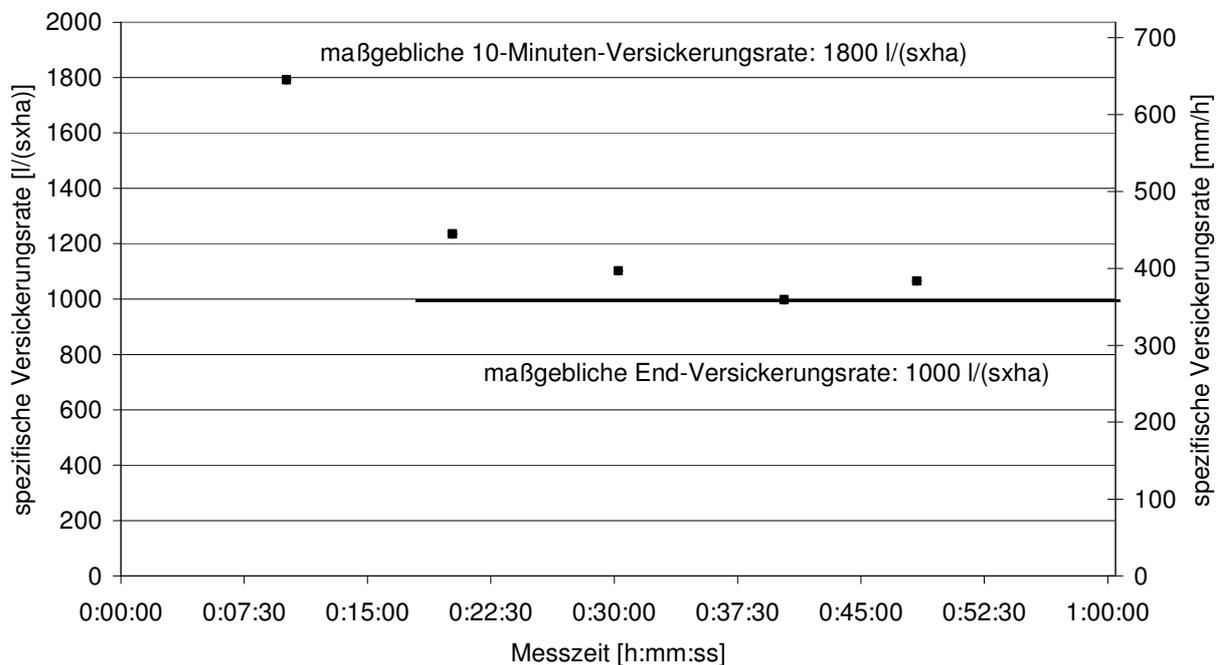
Die Messung wurde mit dem Tropfinfiltrrometer gemäß Merkblatt für wasserdurchlässige Befestigungen für Verkehrsflächen der Forschungsgemeinschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) durchgeführt.

Ort der Messung: Messung wurde auf der Tragschicht durchgeführt
Standort 1

Datum der Messung: 06.05.2004

Messingenieur: Dr.-Ing. C. Dierkes, Dipl.-Ing. (FH) M. Lohmann

Ergebnis der Messung:



Die maßgebliche spezifische Versickerungsrate i_{10} beträgt 1800 l/(s·ha).

Die maßgebliche spezifische End-Infiltrationsrate i_{End} beträgt 1000 l/(s·ha).

Anhang 2

Ergebnis der Tropfinfiltrometer-Messung 2

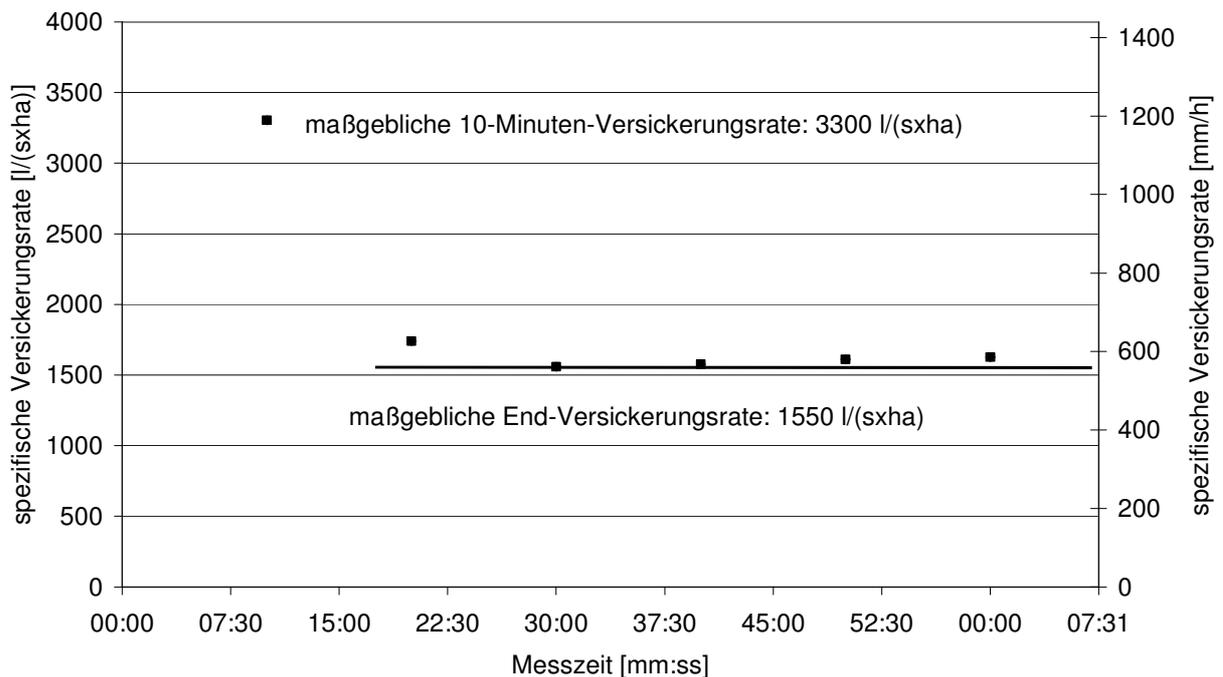
Die Messung wurde mit dem Tropfinfiltrometer gemäß Merkblatt für wasserdurchlässige Befestigungen für Verkehrsflächen der Forschungsgemeinschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) durchgeführt.

Ort der Messung: Messung wurde auf dem Pflasterbelag durchgeführt
Standort 2

Datum der Messung: 03.11.2005

Messingenieur: Dr.-Ing. C. Dierkes

Ergebnis der Messung:



Die maßgebliche spezifische Versickerungsrate i_{10} beträgt 3300 l/(s·ha).

Die maßgebliche spezifische End-Infiltrationsrate i_{End} beträgt 1550 l/(s·ha).

Anhang 3

Ergebnis der Tropfinfiltrrometer- Messung 3

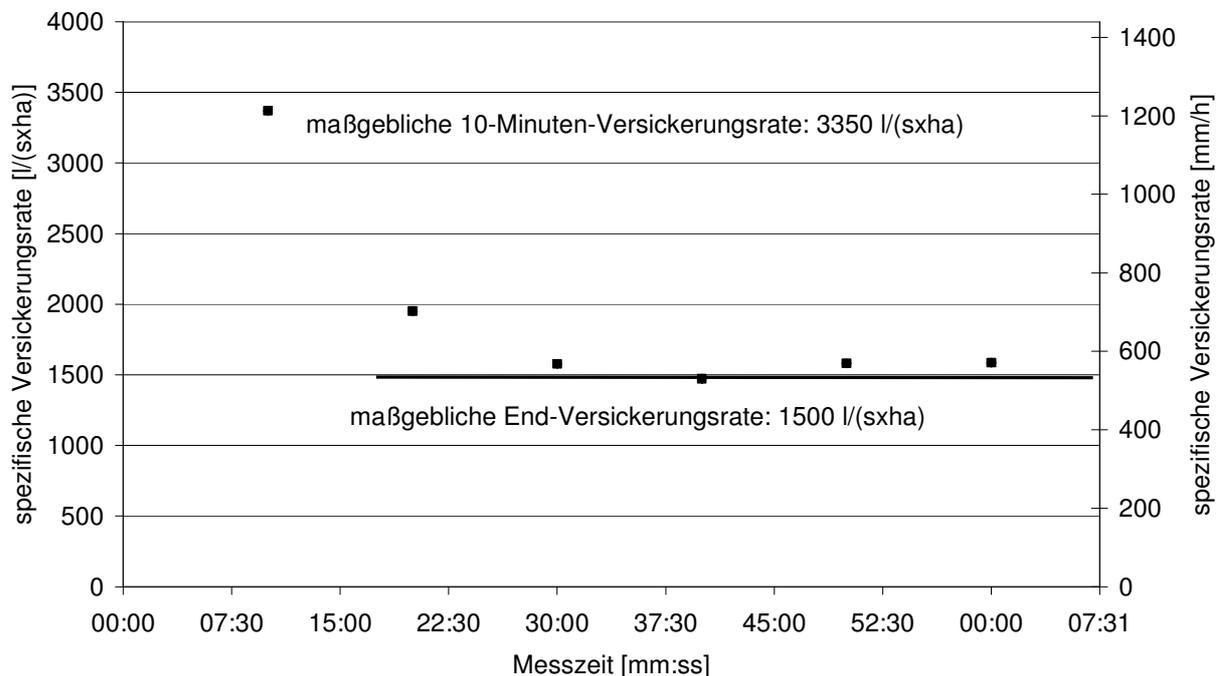
Die Messung wurde mit dem Tropfinfiltrrometer gemäß Merkblatt für wasserdurchlässige Befestigungen für Verkehrsflächen der Forschungsgemeinschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) durchgeführt.

Ort der Messung: Messung wurde auf dem Pflasterbelag durchgeführt
Standort 3

Datum der Messung: 03.11.2005

Messingenieur: Dr.-Ing. C. Dierkes

Ergebnis der Messung:



Die maßgebliche spezifische Versickerungsrate i_{10} beträgt 3350 l/(s·ha).

Die maßgebliche spezifische End-Infiltrationsrate i_{End} beträgt 1500 l/(s·ha).

Anhang 4

Ergebnis der Tropfinfiltrrometer-Messung 4

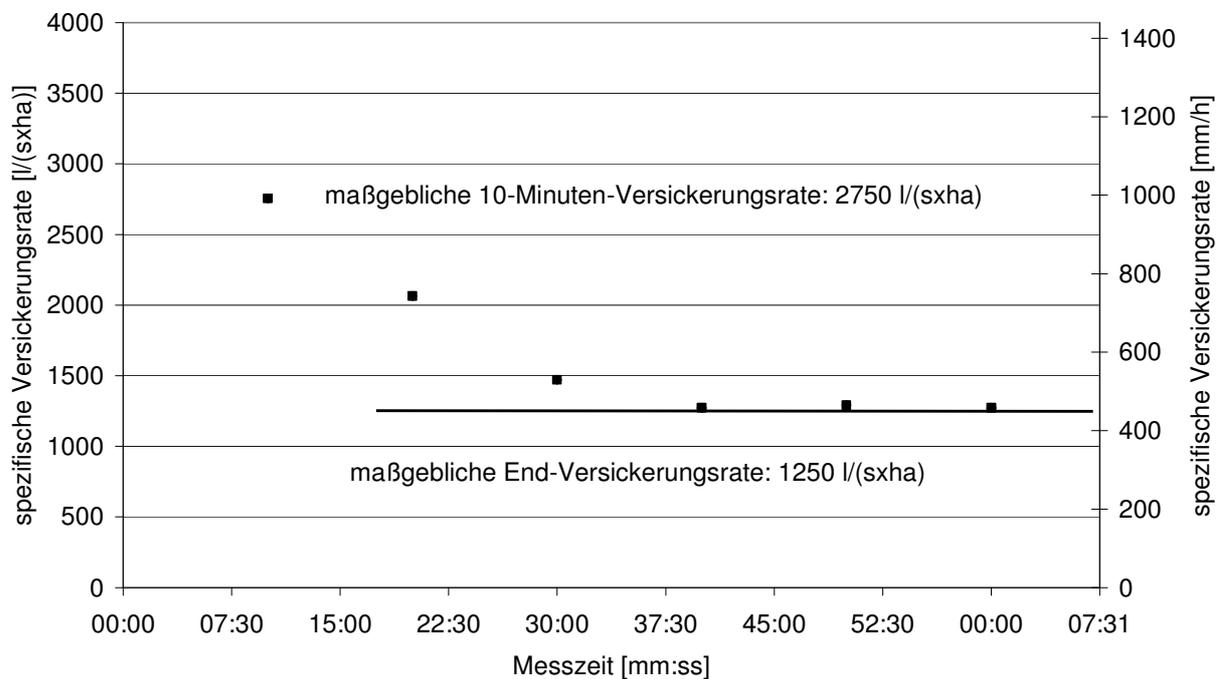
Die Messung wurde mit dem Tropfinfiltrrometer gemäß Merkblatt für wasserdurchlässige Befestigungen für Verkehrsflächen der Forschungsgemeinschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) durchgeführt.

Ort der Messung: Messung wurde auf dem Pflasterbelag durchgeführt
Standort 4

Datum der Messung: 03.11.2005

Messingenieur: Dr.-Ing. C. Dierkes

Ergebnis der Messung:



Die maßgebliche spezifische Versickerungsrate i_{10} beträgt 2750 l/(s·ha).

Die maßgebliche spezifische End-Infiltrationsrate i_{End} beträgt 1250 l/(s·ha).