
Gutachten

über die spezifische Versickerungsleistung eines wasserdurchlässigen Pflastersystems vom Typ BOCCA der Firma HEINRICH KLOSTERMANN GmbH & Co. KG Betonwerke in Coesfeld

Auftraggeber:

HEINRICH KLOSTERMANN GmbH & Co. KG Betonwerke

Am Wasserturm 20

48653 Coesfeld

Gutachter:

Dr.-Ing. Carsten Dierkes

H₂O Research GmbH

Nordplatz 1

48149 Münster

Dieses Gutachten umfasst insgesamt 7 Textseiten mit 5 Abbildungen und 3 Seiten Anhang

1. Auftrag

Die H₂O Research GmbH aus Münster wurde am 19.01.2009 von der Firma HEINRICH KLOSTERMANN GmbH & Co. KG Betonwerke aus Coesfeld beauftragt, ein wasserdurchlässiges Pflastersystem vom Typ BOCCA 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 BOCCA besteht aus Pflastersteinen aus gefügedichtem Beton mit seitlich angeordneten, unterbrochenen Abstandsblöcken (Abbildung 1). Das geprüfte System besteht aus einem Format mit den Abmessungen 209 mm x 139 mm (Abbildung 2). Die Betonsteine weisen unterschiedlich strukturierte Oberflächen auf. 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: Das Verlegemuster des untersuchten BOCCA

Die Fugenbreite beträgt beim Verlegen ca. 7 mm bis 11 mm, was auf den unregelmäßigen Rand zurückzuführen ist. Damit ergibt sich in der Fläche ein Anteil von sickerfähigen Fugen im oberen Bereich von etwa 12 %. Durch die unregelmäßigen Ränder in den Fugen lässt sich dieser Wert nur abschätzen. Von der oberen Fuge gelangt das Wasser durch die Aussparungen in den Abstandsblöcken in die Bettung (Abbildung 3).

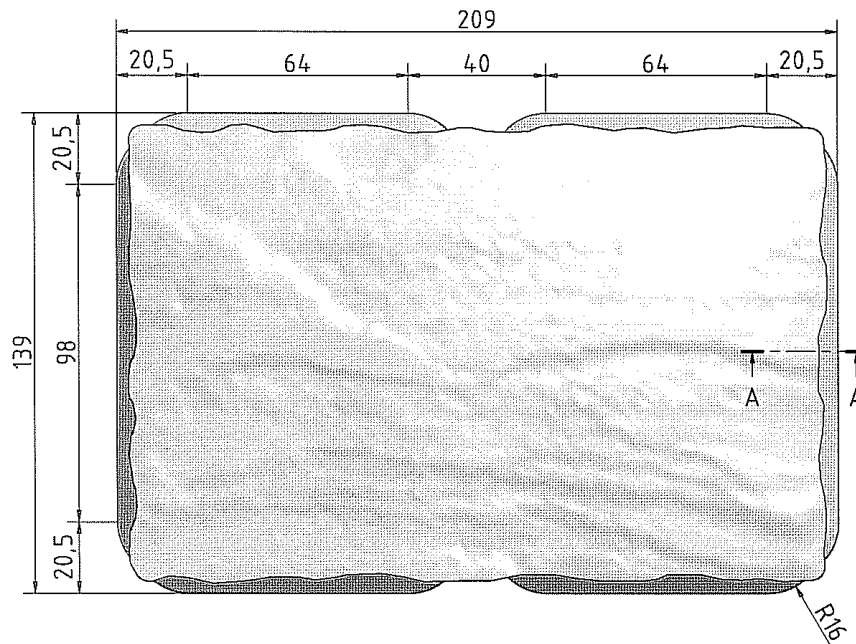


Abbildung 2: Abmessungen des BOCCA

Um die spezifische Versickerungsrate des Pflastersystems unter realitätsnahen Bedingungen zu prüfen wurde eine Fläche von etwa 2 m² des Pflastersystems auf eine reale Tragschicht eingebaut.

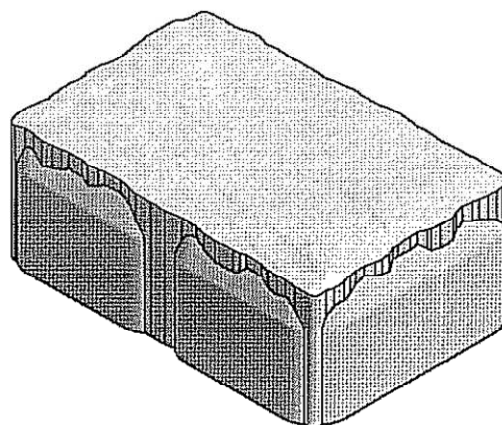


Abbildung 3: Ausbildung des Betonsteins mit den Abstandsblöcken

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 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 1998) 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 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.

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 Wasserstandssensor innerhalb des Ringes gesteuert. Es wird so lange

berechnet, 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 4 dargestellt.

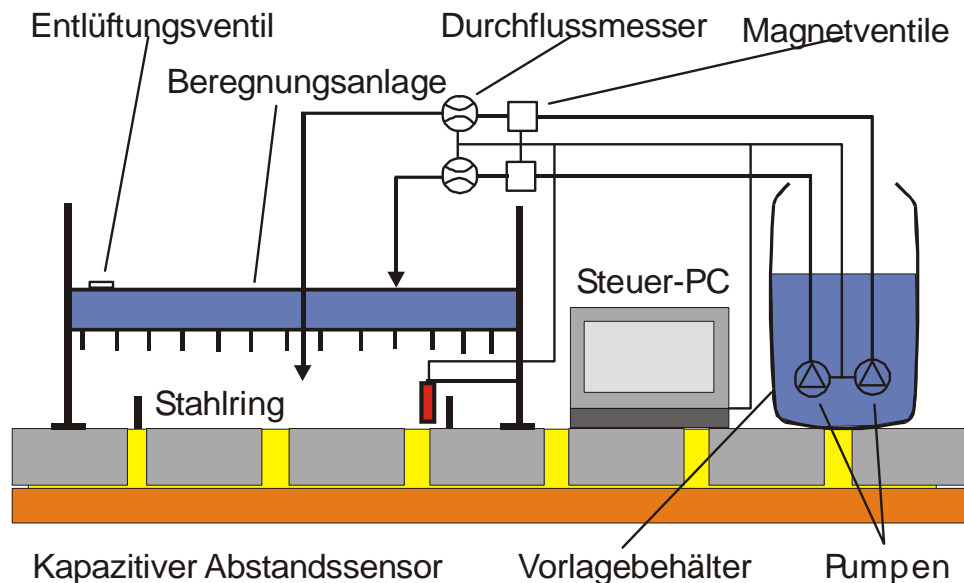


Abbildung 4: Aufbau des Tropf-Infiltrometers

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

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 2 m² des Pflasterbelages eingebaut. Die Fugen wurden mit einem Basaltsplitt der Kornabstufung von 1 mm bis 3 mm gefüllt. An zwei Stellen auf der Testfläche wurden dann Tropfinfiltrometer-Messungen über einen Zeitraum von jeweils einer Stunde durchgeführt (Abbildung 5).



Abbildung 5: Durchführung der Messungen

Messung 2 ergab eine spezifische Versickerungsrate nach 10 Minuten von mehr als 1.800 l/(s·ha). Ein ähnlicher Wert wurde bei Messung 3 mit ebenfalls mehr als 1.800 l/(s·ha) ermittelt. Eine höhere Versickerungsrate lässt sich mit dem Gerät nicht zu ermitteln, daher ist die tatsächliche Versickerungsrate noch höher. Im Vergleich zu den geforderten 270 l/(s·ha) nach 10 Minuten liegt der ermittelte Wert mehr als sechsmal so hoch. Hieraus ist ersichtlich, dass die Forderungen der FGSV für wasserdurchlässige Flächenbeläge 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 mehr als 1.800 l/(s·ha) für Messung 2 und ebenfalls mehr als 1.800 l/(s·ha) für Messung 3. Damit ist auch für längere Regenereignisse eine ausreichend hohe Versickerungsrate gewährleistet. Dass die Tragschicht niedrigere Werte als der Belag aufweist erklärt sich dadurch, dass sich das Wasser in der grobkörnigen Bettung horizontal verteilen kann. Damit steht für die Versickerung eine größere Fläche zur Verfügung, die nicht direkte beregnet wurde.

6. Wasserwirtschaftliche Bewertung

Das Ergebnis der Untersuchungen zeigt, dass der BOCCA 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 Frostschutzschichtmaterial und einem ausreichend sickerfähigem Untergrund erfüllt.

7. Zusammenfassung

Die Untersuchungen eines Pflastersystems vom Typ BOCCA der Firma HEINRICH KLOSTERMANN GmbH & Co. KG Betonwerke aus Coesfeld ergaben für ein neu verlegtes Pflaster mit einem Fugenabstand von 7 mm bis 11 mm im oberen Bereich, 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 1.800 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 12.02.2009

(Dr.-Ing. Carsten Dierkes)

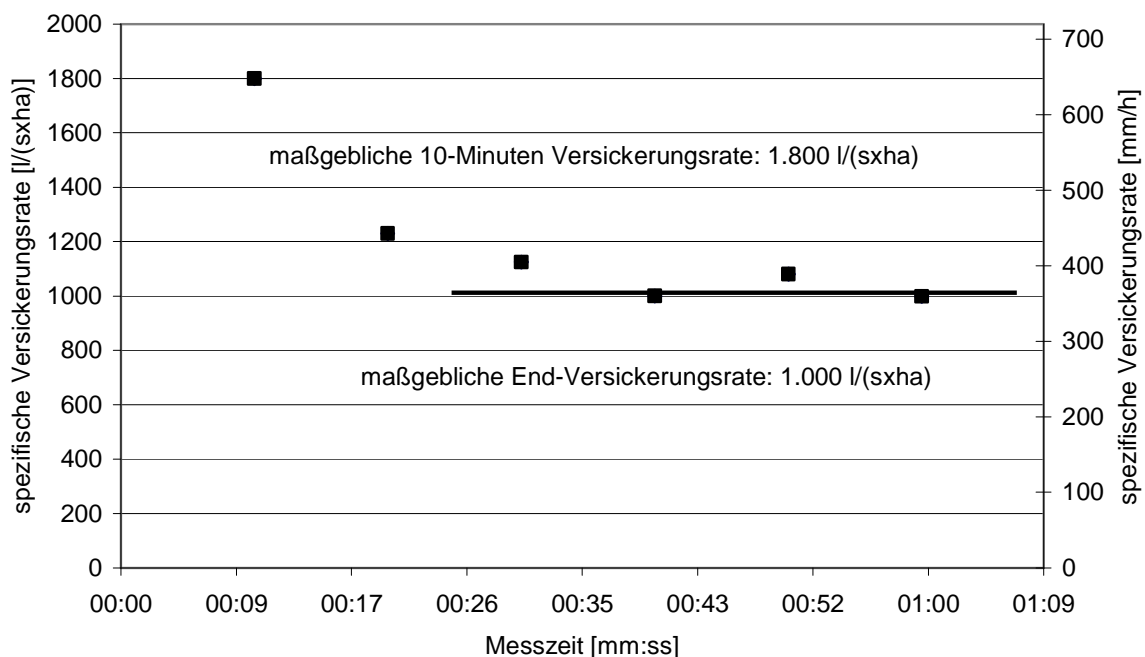
Anhang 1

Ergebnis der Tropfinfildrometer-Messung 1

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

Ort der Messung: Messung wurde auf der Tragschicht durchgeführt
 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} nach 10 Minuten Messzeit beträgt 1.800 l/(s·ha).

Die maßgebliche spezifische End-Infiltrationsrate i_{End} beträgt 1.000 l/(s·ha).

Anhang 2

Ergebnis der Tropfinfiltrometer-Messung 2

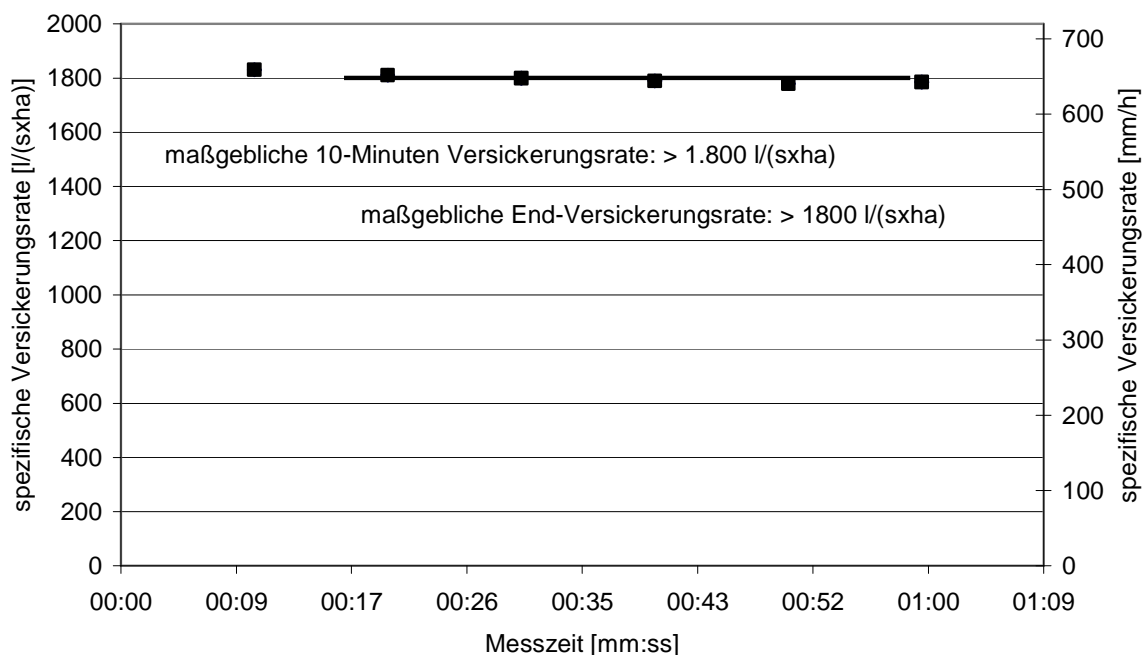
Die Messung wurde mit dem Tropfinfiltrometer gemäß Merkblatt für wasserdurchlässige Befestigungen für Verkehrsflächen der Forschungsgemeinschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) durchgeführt.

Ort der Messung: Messung wurde auf dem Pflasterbelag durchgeführt

Datum der Messung: 03.02.2009

Messingenieur: 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_{End} beträgt 1.800 l/(s·ha).

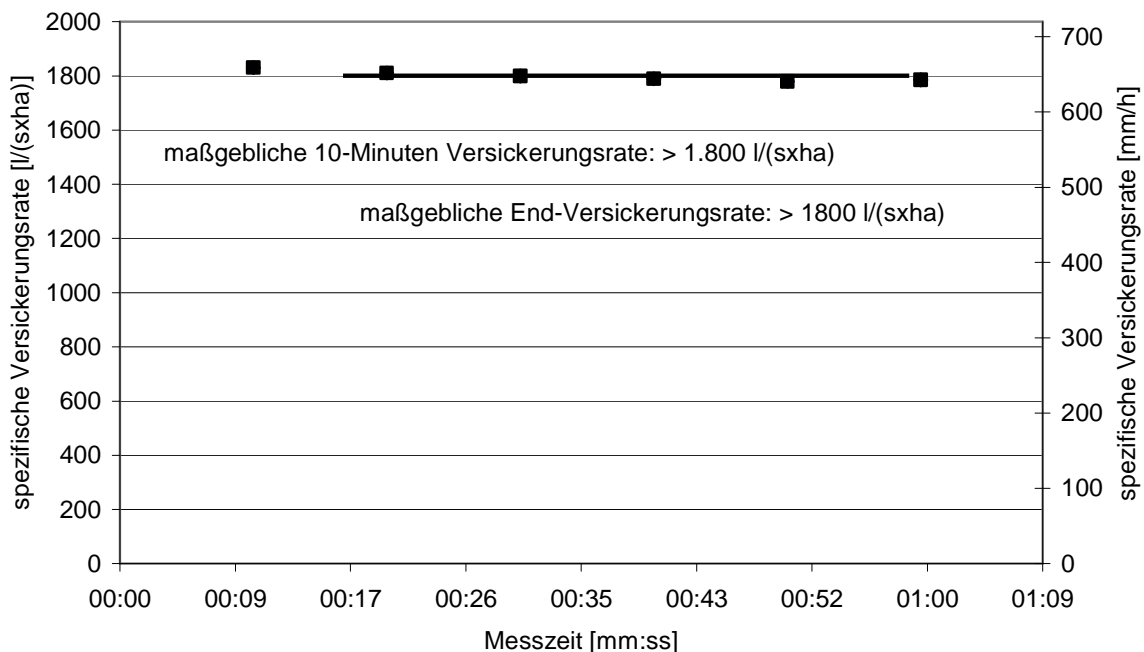
Anhang 3

Ergebnis der Tropfinfildrometer- Messung 3

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

Ort der Messung: Messung wurde auf dem Pflasterbelag durchgeführt
 Datum der Messung: 03.02.2009
 Messingenieur: 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_{End} beträgt 1.800l/(s·ha).