

Dr. Sönke Borgwardt • Landschaftsarchitekt BDLA • Berater für Umweltplanungen

Fehmarnstr. 37 • 22846 Norderstedt • Tel.: (040) 5 22 56 75 • Fax: (040) 53 53 06 07 • Mobil: (0171) 3 49 89 45

GUTACHTEN
zur
Versickerungsleistung von CALVO-DRAIN

Auftraggeber:
Betonwerke Munderkingen REINSCHÜTZ GmbH
Riedstraße 17-23
89597 Munderkingen



GUTACHTEN

Die von der Firma Betonwerke REIN-SCHÜTZ GmbH in 89597 Munderkingen am 23.10.97 beauftragte in-situ-Prüfung der Versickerungsfähigkeit von Pflastersteinen aus Beton ergibt für das Produkt CALVO-DRAIN folgendes Ergebnis:



1 Untersuchungsgegenstand

Das Produkt CALVO-DRAIN ist ein rechteckiger und quadratischer Pflasterstein aus haufwerksporigem Beton mit gefügedichtem Vorsatz (Darstellung 1). Bei den untersuchten Pflastersteinen handelt es sich um Systeme, die in der Fläche verlegt, aufgrund eines Systems aus leicht aufgeweiteten Fugen und einer der Haufwerksporigkeit des Kernbetons eine erhöhte Versickerungsfähigkeit für Niederschläge aufweisen (Darstellung 2). Die Maße des Pflastersteines sind (1) L 21,0 × B 21,0 × H 8,0; (2) L 21,0 × B 10,5 × H 8,0; (3) L 14,0 × B 14,0 × H 8,0 oder (4) L 14,0 × B 7,0 × H 8,0 cm. Untersucht werden die Formate 21,0 × 21,0 und 14,0 × 14,0. Die angeformten Abstandshalter erlauben eine dauerhaft ausgebildete Fuge von 0,5 cm. Es ergibt sich eine durchlässige Sickerfläche von 0,0471 bzw. 0,0702 m²/m² Pflasterfläche (ca. 5 bis 7 % durchlässiger Anteil).

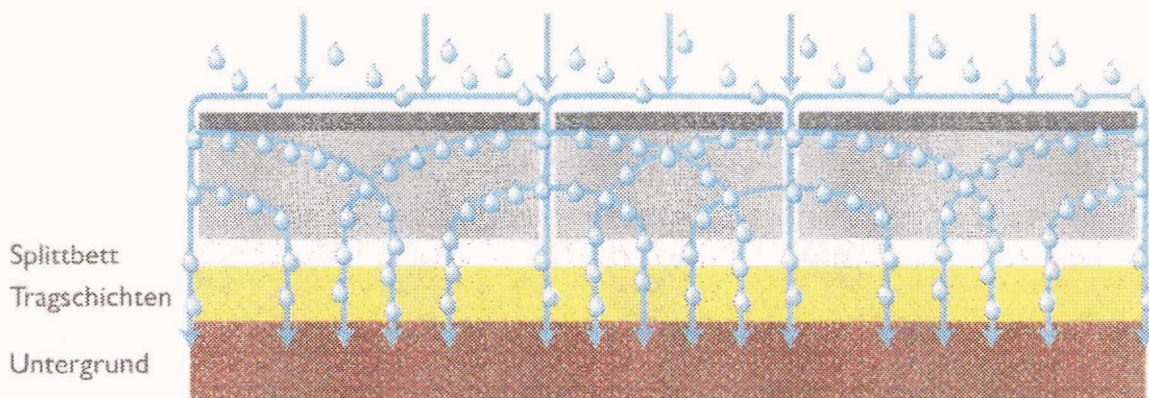
Aufgabenstellung ist es, bei den oben genannten Pflastersteinen das Infiltrationsvermögen im eingebauten Zustand in Abhängigkeit von Alter und Verwendung verschiedener Mineralstoffe für die Fugenverfüllung zu ermitteln. Durch mehrjährig wiederholte Messungen werden Aussagen über die Versickerungsfähigkeit,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

Nr.	Format	Fläche	Alter	Fugenausbildung	Abfluss- beiwert C=
1	14,0×14,0 cm	Parkfläche	0 Jahre	Splitt 1/3 mm	0,65
2	21,0×21,0 cm	Parkfläche	1,5 Jahre	Sand 0/2 mm	0,85

Tab. 1: Zusammenstellung der untersuchten Flächen.



Darst. 1: Pflasterstein CALVO-DRAIN.



Darst. 2: Versickerungssystem CALVO-DRAIN.

Als Probeflächen stehen für die Untersuchung eine neu gebaute und eine etwa 1,5 Jahre alte Parkfläche mit ordnungsgemäß ausgeführtem Oberbau in Anlehnung an Tafel 3, Zeile 7 der RStO 86/89 für Bauklasse V und VI zur Verfügung (Bild 1 und 2).

2 Versuchsaufbau

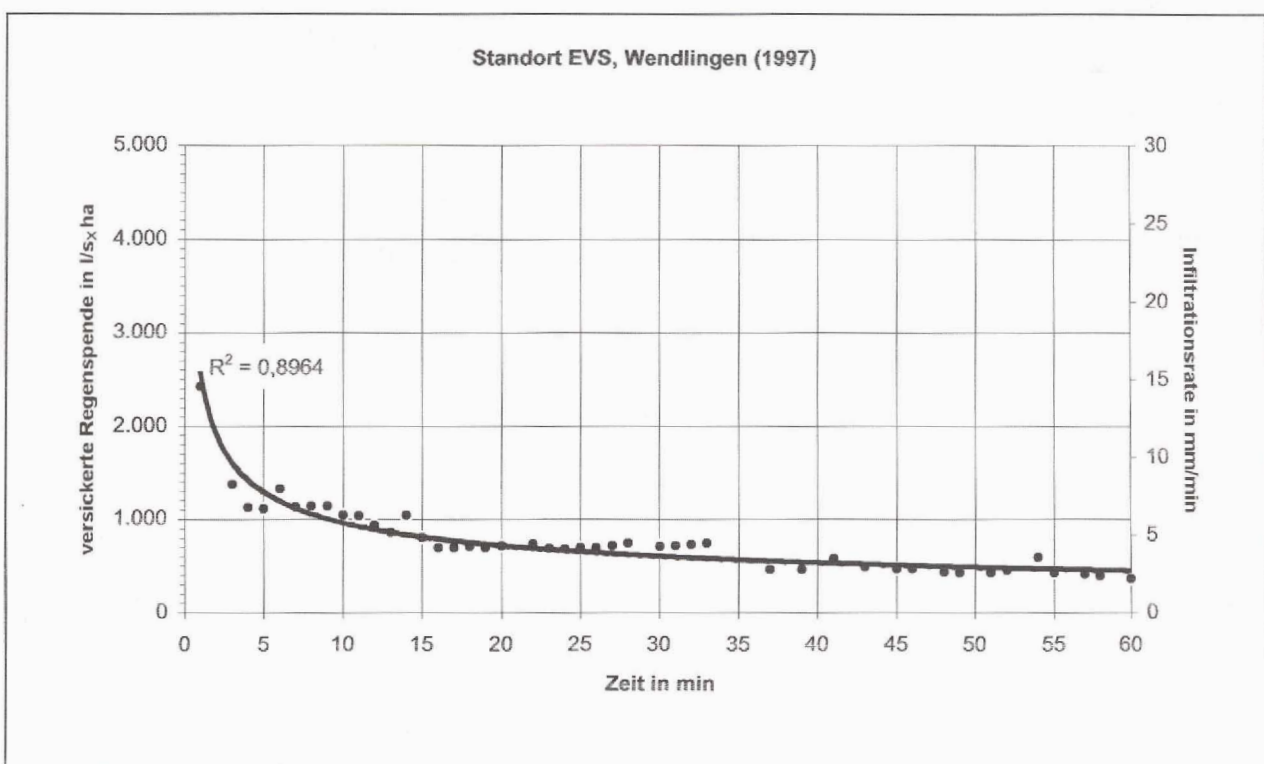
Die Versickerungsfähigkeit wird vor Ort durch die Bestimmung der Infiltrationsrate gemessen. Um dies realitätsnah an ungestörten Standorten unter Einbezug der örtlichen Gegebenheiten wie Alterung und Belastung durchführen zu können, wird ein an der TH Darmstadt konstruierter Infiltrimeter eingesetzt (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 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

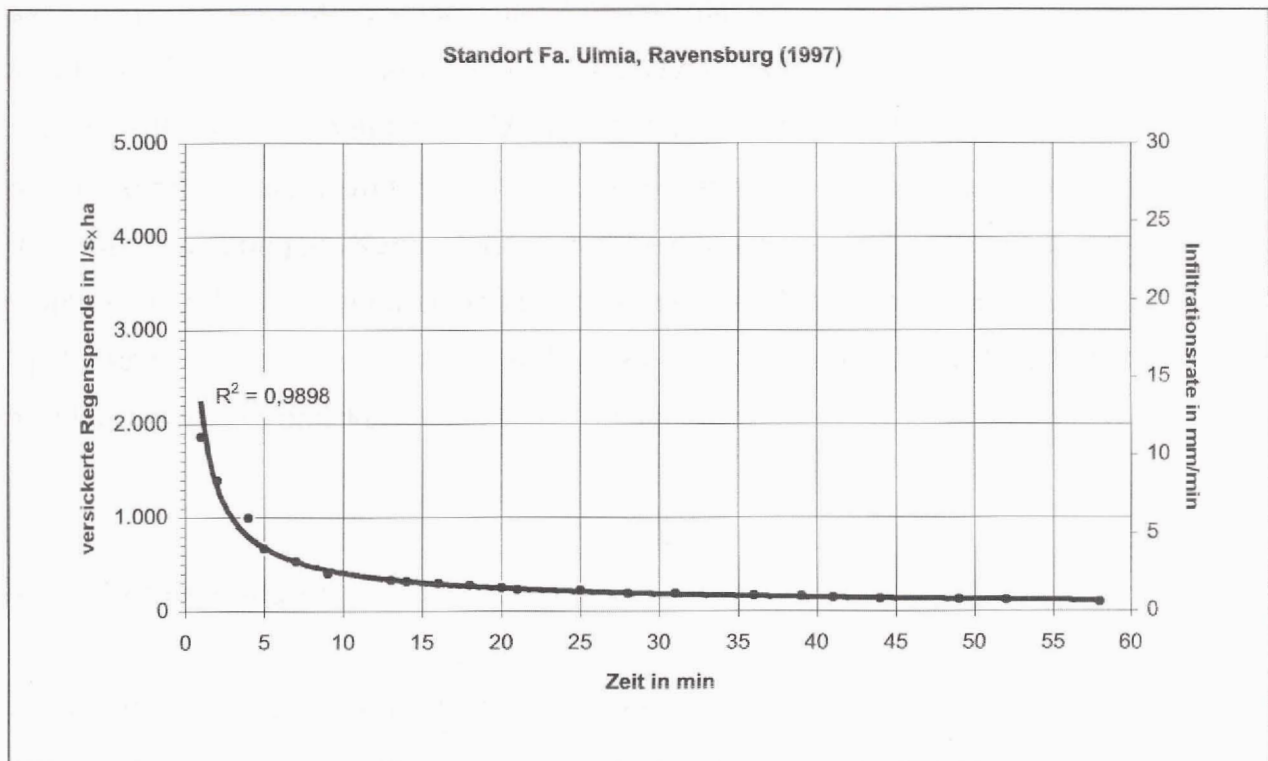
Zur Untersuchung der Abhängigkeit der Versickerungsfähigkeit vom Einbaualter und von den für die Verfügung eingesetzten Mineralstoffgemischen ergibt sich für die Einzelflächen folgendes:

Bei der neuen und mit Splitt 1/3 mm verfügten Fläche Nr. 1 (Bild 4) wird eine versickerbare Regenspende $r_{(10)}$ von 950 l/(s×ha) ermittelt (Darstellung 3). Die Wasserdurchlässigkeit entspricht nach einer Stunde Beregnung einem k_f -Wert von etwa 4×10^{-5} m/s.

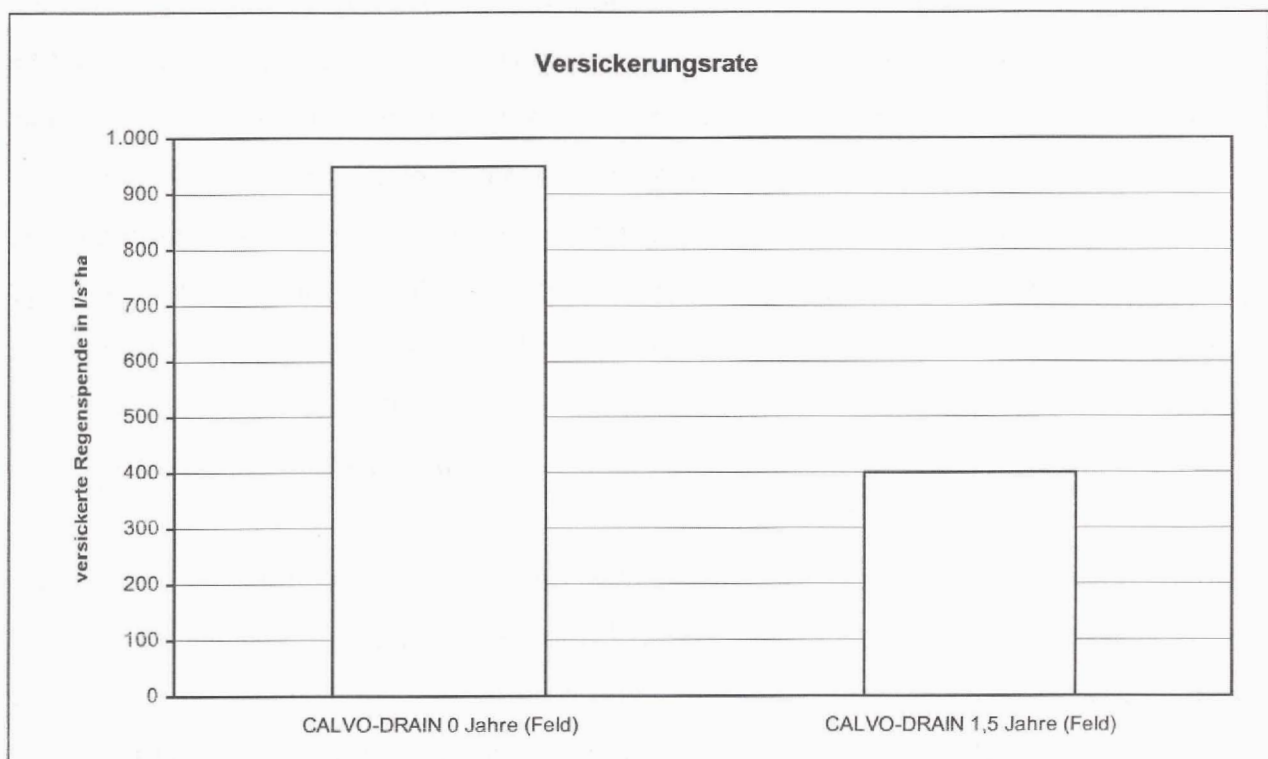


Darst. 3: Infiltrationsgang auf Untersuchungsfläche Nr. 1.

Bei der gealterten und mit Sand 0/2 mm verfügten Fläche Nr. 2 (Bild 5) wird vor allem aufgrund des feineren Mineralstoffgemisches der Fugenverfüllung eine geringere Versickerungsleistung festgestellt. Die versickerbare Regenspende $r_{(10)}$ beträgt hier nur noch 400 l/(s×ha) (Darstellung 4). Die Wasserdurchlässigkeit entspricht nach einer Stunde Beregnung einem k_f -Wert von etwa 1×10^{-5} m/s.



Darst. 4: Infiltrationsgang auf Untersuchungsfläche Nr. 2.



Darst. 5: Vergleich der Versickerungsversuche.

Im Vergleich zeigen die Ergebnisse deutlich, daß die auf der Fläche Nr. 1 eingesetzten größeren Mineralstoffgemische aufgrund der Begrenzung der Feinanteile weitaus bes-

ser für eine versickerungsfähig ausgebildete Pflasterfläche geeignet sind und die geforderten Versickerungswerte für eine abflußlose befestigte Fläche (Verzicht auf Kanalananschluß) in Anlehnung an ATV-Arbeitsblatt A 138 ($270 \text{ l/(s} \times \text{ha)}$) dauerhaft eher erreicht werden (Darstellung 5). Eine große Rolle spielt hierbei, daß das Porensystem des haufwerksporigem Kernbetons durch Feinanteile einer Fugenverfüllung nicht verstopft wird und es so zu einer Beeinträchtigung der Wasserdurchlässigkeit kommt. Ein Splitt der Körnung $1/3 \text{ mm}$ erscheint für das Pflastersystem CALVO-DRAIN am besten für eine optimale Versickerungsleistung geeignet.

4 Empfehlungen

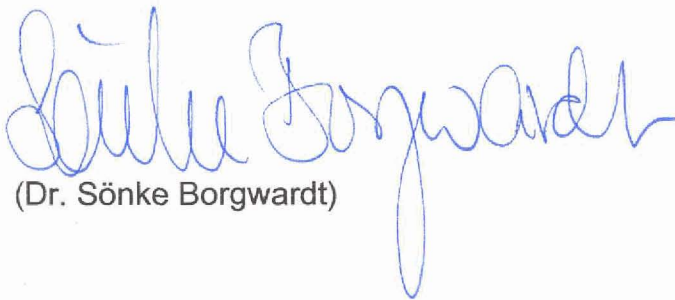
Zur dauerhaften Aufnahme einer Bemessungsregenspende von $270 \text{ l/(s} \times \text{ha)}$ ist nach der empirischen Bedingung $k_u = k_f/2$ beim Einsatz versickerungsfähiger Pflastersysteme für Pflasterbett und Fugen eine Durchlässigkeit des Mineralstoffgemisches von mindestens $5,4 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ zu fordern. Aufgrund der zu erwartenden Verschmutzung der Fugen ist für die dauerhafte Versickerungsleistung eine noch höhere Versickerungsleistung im Neuzustand vorteilhaft. Die genannten theoretischen Richtwerte für die Materialeigenschaften sind in jedem Falle durch eine Infiltrationsmessung im eingebauten Zustand (Probeeinbau) zu bestätigen, da die vielfältigen und komplexen Einflußfaktoren auf die Wasserdurchlässigkeit bei Einbau und Lieferung der Mineralstoffgemische für Fuge und Bettung hierbei nicht berücksichtigt werden können. Eine mathematische Ableitung der Durchlässigkeit über die Beiwerte der Mineralstoffgemische und des durchlässigen Anteiles einer Pflasterfläche ist in der Regel nicht möglich.

Aufgrund der genannten Forderungen wird bei der Verwendung versickerungsfähiger Pflaster der Einsatz von Splitten mit den Körnungen $1/3$ und $2/5 \text{ mm}$ nach DIN 18 318 empfohlen, da diese in der Regel eine ausreichende Durchlässigkeit aufweisen. Beim Einsatz anderer Körnungen, wie z.B. ungewaschene Sand $0/2$ bis $0/5 \text{ mm}$ ist eine ausreichende Versickerungsfähigkeit in der Regel nicht gegeben. Hier muß die Mindestdurchlässigkeit von $5,4 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ über die Sieblinie bei Lieferung nachgewiesen und im eingebauten Zustand überprüft werden.

5 Zusammenfassung

Die Feldversuche mit dem Infiltrometer zum Versickerungsvermögen von Pflasterflächen ergeben für das Produkt CALVO-DRAIN, daß im neuen Zustand bei der Verwendung von Splitten 1/3 mm Regenspenden von weit über 270 l/(s×ha) versickert werden können. Auch im gealterten Zustand sind die genannten Werte trotz einer undurchlässigeren Fugenverfüllung erreicht worden. Über die gesamte Betriebsdauer ist aber eine weitere Abnahme zu erwarten, so daß auch hier - bei gleichzeitiger Abstimmung der Korngrößen auf das Porensystem des haufwerksporigen Kernbetons - generell Mineralstoffgemische mit einer höheren Durchlässigkeit wie Splitte der Körnung 1/3 mm empfohlen werden. Es werden damit die geforderten Versickerungswerte für eine abflußlose befestigte Fläche in Anlehnung an ATV-Arbeitsblatt A 138 erreicht. Obwohl aufgrund der hohen Versickerungsleistung zu erwarten ist, daß diese Werte auch dauerhaft aufrecht erhalten werden können, müssen nachfolgende Untersuchungen im weiter gealterten Zustand näheren Aufschluß geben.

Norderstedt, den 25. November 1997



(Dr. Sönke Borgwardt)