

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 22.07.2007

Gutachten
zur Versickerungsleistung des Pflastersystems
ARENA

Auftraggeber:
Albrecht Braun GmbH
Hauptstraße 5-7
73340 Amstetten

Dieses Gutachten umfaßt insgesamt 16 Textseiten mit
2 Bildern, 14 Darstellungen, 2 Tabellen und 1 Anhang (6 Seiten
mit 13 Bildern)
in 2 Ausführungen
Ausführung Nr. 1: Albrecht Braun 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 / 20.04.2007 / Gutachten Arena 2007.doc

Ausführung Nr. 1



GUTACHTEN

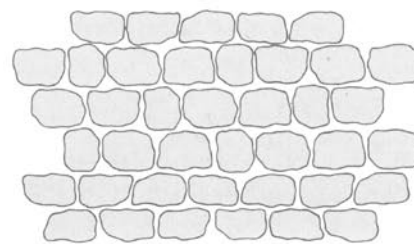
Die von der Fa. betonbraun - Albrecht Braun GmbH in 73340 Amstetten am 30.8.96, 12.5.99 und 25.01.2007 beauftragte Prüfung der Versickerungsfähigkeit von Pflastersteinen aus Beton ergibt für das Produkt ARENA folgendes Ergebnis:



1 Untersuchungsgegenstand

Bei den untersuchten Pflastersteinen handelt es sich um Systeme aus Beton, die, in der Fläche verlegt, aufgrund von aufgeweiteten Fugen eine erhöhte Wasserdurchlässigkeit aufweisen. Durch diese Fugen soll anfallendes Niederschlagswasser aufgenommen, an den Oberbau weitergeleitet und schließlich im Untergrund oder in geeigneten Entwässerungsanlagen versickert werden. Das Produkt ARENA ist ein unregelmäßig geformter Pflasterstein aus gefügedichtem Beton (Bild 1). Die Maße des Pflastersteines sind L 120 bis 150 x B 120 bis 150 bei einer Höhe von H 80 mm. Aufgrund der Formgebung und der unterschiedlich kombinierbaren Formate lassen sich ungleichförmige Fugenbreiten erzielen, so daß eine durchlässige Sickerfläche nicht angegeben werden kann, aber in jedem Fall über 10 % liegen dürfte.

Steinstärke 8 cm
Ungleichmäßige Formgebung - entsprechend Spaltsteinen, ca. Ø von 12 bis 15 cm.



Im Wechsel:
3 Zeilen
cubische Steine

2 Zeilen
längliche Steine

ARENA® im Reihenverband verlegt.

 **betonbraun**
IDEEEN AUS STEIN

Bild 1: Pflastersystem ARENA

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. Folgende Pflasterflächen wurden untersucht:

Tabelle 1: Zusammenstellung der untersuchten Flächen.

Nr.	Fläche	Untersuchungsjahr	Alter	Fugenausbildung
1a	Probefläche	1996	Neuzustand	Splitt 2/5 mm
1b		1999	3 Jahre	
1c		2007	11 Jahre	
2	Probefläche	1996	Neuzustand	Sand 0/2 mm
3	Probefläche	1996	Neuzustand	Oberboden/Splitt-Gemisch
4	Gehweg	1996	1 Jahr	Splitt/Sand-Gemisch
5a	Gehweg	1996	2 Jahre	Splitt 2/5 mm
5b		1999	5 Jahre	
6	Gehweg	1999	7 Jahre	Splitt/Sand-Gemisch
7	Hoffläche	1999	4 Jahre	Splitt 2/5 mm

Als Probeflächen stehen für die Untersuchung neu gebaute und über mehrere Jahre beobachtete Probeflächen mit ordnungsgemäß ausgeführtem Oberbau, Gehwegflächen im Mustergarten auf dem Betriebsgelände der Firma betonbraun in Amstetten und verschiedene Objektflächen zur Verfügung.

Auf den jeweiligen Flächen wird die Versickerungsleistung des Pflastersystems ARENA in Bezug auf Liegedauer und Fugenverfüllung untersucht. Bei der Auswertung werden hierbei nochmals zwei Versuchsreihen mit mehreren Flächen für nähere Betrachtungen analysiert (eine Fläche steht für beide Versuchsreihen zur Verfügung).

In der ersten Versuchsreihe werden neue Flächen mit verschiedenen Fugenfüllungen beobachtet. Die Fugenverfüllung auf einer der neu gebauten Demonstrationsflächen besteht aus Splitt 2/5 mm (Fläche Nr. 1a, Bild 3). Auf einer zweiten Fläche werden die Fugen mit Sand 0/2 mm verfüllt (Fläche Nr. 2, Bild 6). Die dritte Fläche ist mit einem Oberboden/Splitt-Gemisch verfüllt (Fläche Nr. 3, Bild 7). In der zweiten Versuchsreihe wird die Versickerungsfähigkeit in Abhängigkeit zum Alter untersucht. Hierbei werden alle Flächen herangezogen, die mit Splitt 2/5 mm verfüllt wurden. Als neu gebaute Probefläche steht mit der Fugenverfüllung Splitt 2/5 mm die o.g. Fläche Nr. 1a zur Verfügung (s.o.). Daneben wird eine 2 Jahre (Fläche Nr. 5a, Bild 9), eine 3 Jahre (Fläche Nr. 1b, Bild 4), eine 4 Jahre (Fläche Nr. 7, Bild 12), eine 5 Jahre alte Fläche (Fläche Nr. 5b, Bild 10) **und schließlich eine 11 Jahre alte Fläche (Fläche Nr. 1c, Bild 5)** ausgewertet.

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 2). Es wird eine abgedichtete Untersuchungsfläche von ca. 0,25 m² 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 Doppelringinfiltrometers). 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.



Bild 2: Infiltrationsgerät im Einsatz

Die Ganglinien der Infiltration, werden als Regressionskurven der gemittelten Infiltrationswerte in [mm/min] und als aufnehmbare Regenspende in [l/(s×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 $k_{f,u}$ in [m/s] interpretiert werden. Dieser muß dann aber bei Bedarf für weitere Betrachtungen hinsichtlich des eigentlichen Bemessungswertes k_f gemäß DWA-Merkblatt A 138 mit dem Korrekturfaktor 2 multipliziert werden. Der Wert der Infiltrationsrate $i_{(10)}$ nach 10-minütiger Beregnung wird analog als potentiell aufnehmbare Regenspende $r_{(10)}$ in [l/(s×ha)] ausgelegt.

3 Ergebnisse

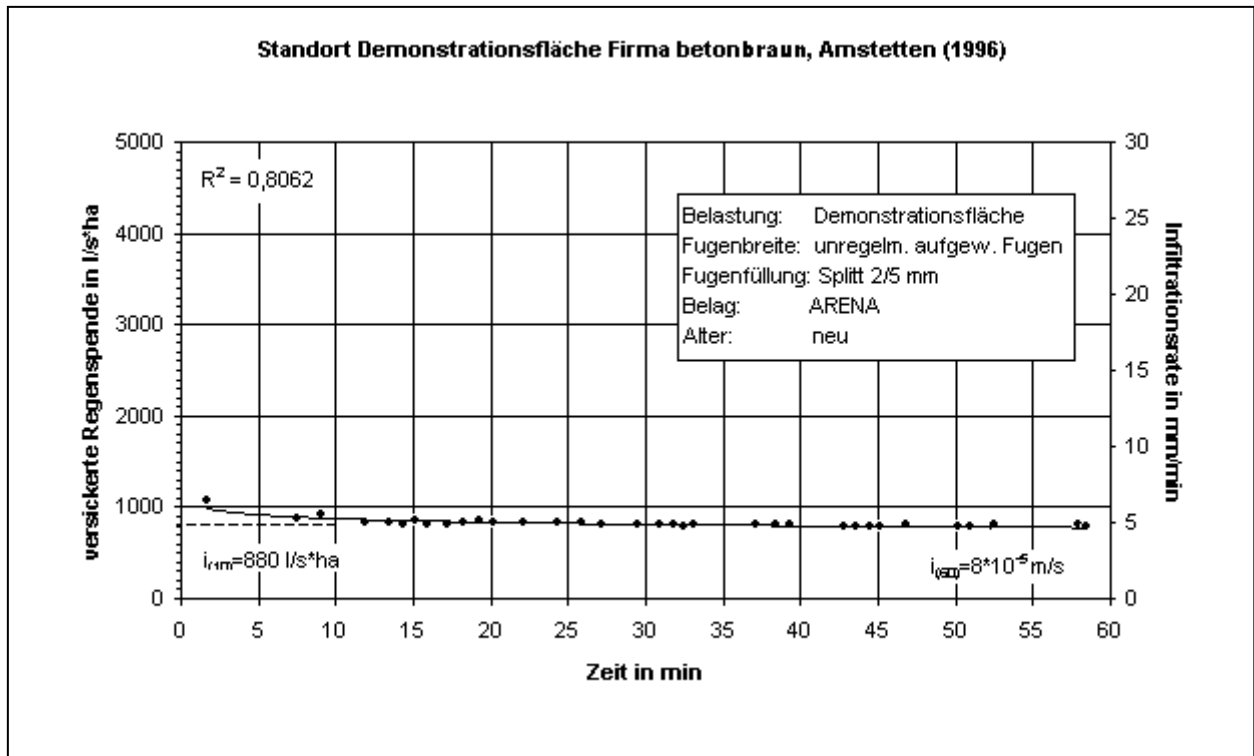
Die Untersuchungsergebnisse der Einzelflächen werden statistisch verrechnet und die gemittelten Werte anhand der Ganglinie der Infiltration bei einer einstündigen Beregnung und den Kennwerten $i_{(10)}$ und $i_{(60)}$ interpretiert. Der Wert $i_{(10)}$ wird hierbei als versickerbare Regenmenge mit der Regenspende $r_{(10)}$ gleichgesetzt und der Wert $i_{(60)}$ dem Durchlässigkeitsbeiwert k_f der Gesamtfläche zugeordnet. Für die Ermittlung des k_f -Wertes des Verfüllmaterials muß der Fugenteil berücksichtigt werden. Für die einzelnen Untersuchungsflächen sind folgende Ergebnisse ermittelt worden:

Fläche:	Nr. 1a
Fugenverfüllung:	Splitt 2/5 mm
Alter:	Neuzustand
Versickerbare Regenspende $i_{(10)}$	880 l/(s×ha)
Durchlässigkeit der Fläche $i_{(60)}$	8×10^{-5} m/s
Darstellung:	1 (Bild 3)

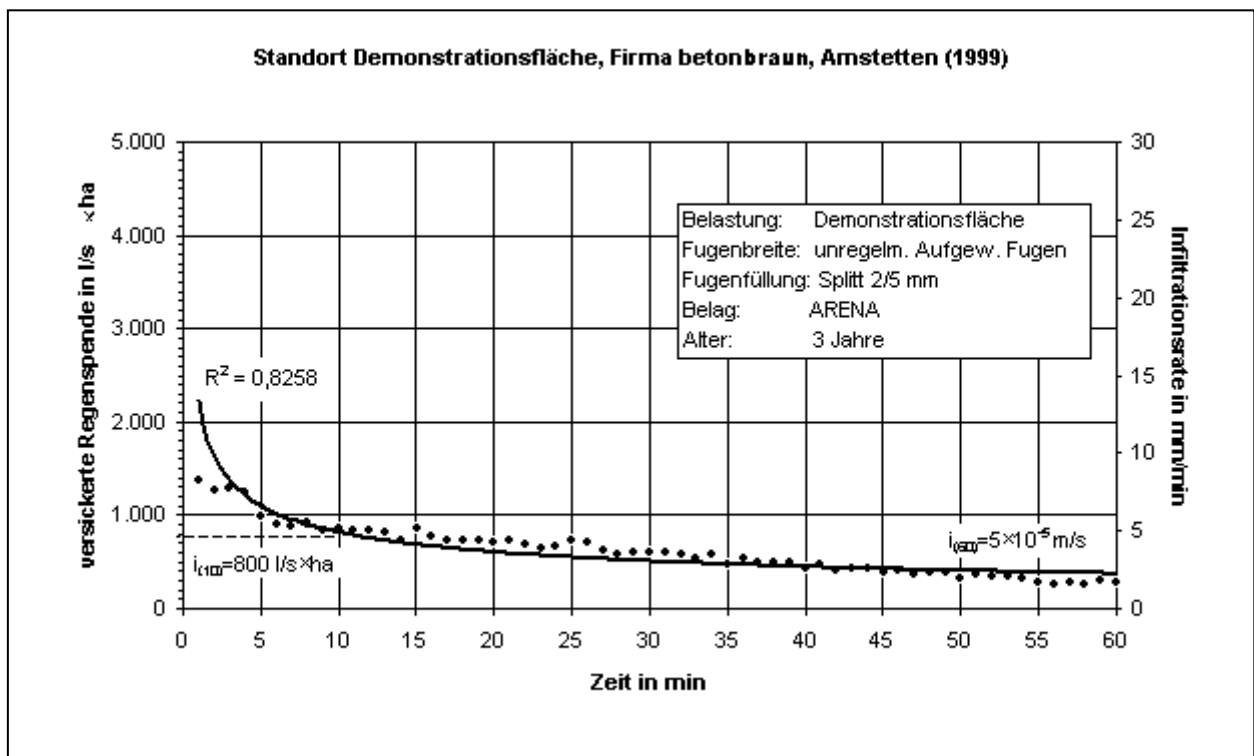
Fläche:	Nr. 1b
Fugenverfüllung:	Splitt 2/5 mm
Alter:	3 Jahre
Versickerbare Regenspende $i_{(10)}$	800 l/(s×ha)
Durchlässigkeit der Fläche $i_{(60)}$	5×10^{-5} m/s
Darstellung:	2 (Bild 4)

Fläche:	Nr. 1c
Fugenverfüllung:	Splitt 2/5 mm
Alter:	11 Jahre
Versickerbare Regenspende $i_{(10)}$	400 l/(s×ha)
Durchlässigkeit der Fläche $i_{(60)}$	3×10^{-5} m/s
Darstellung:	3 (Bild 5)

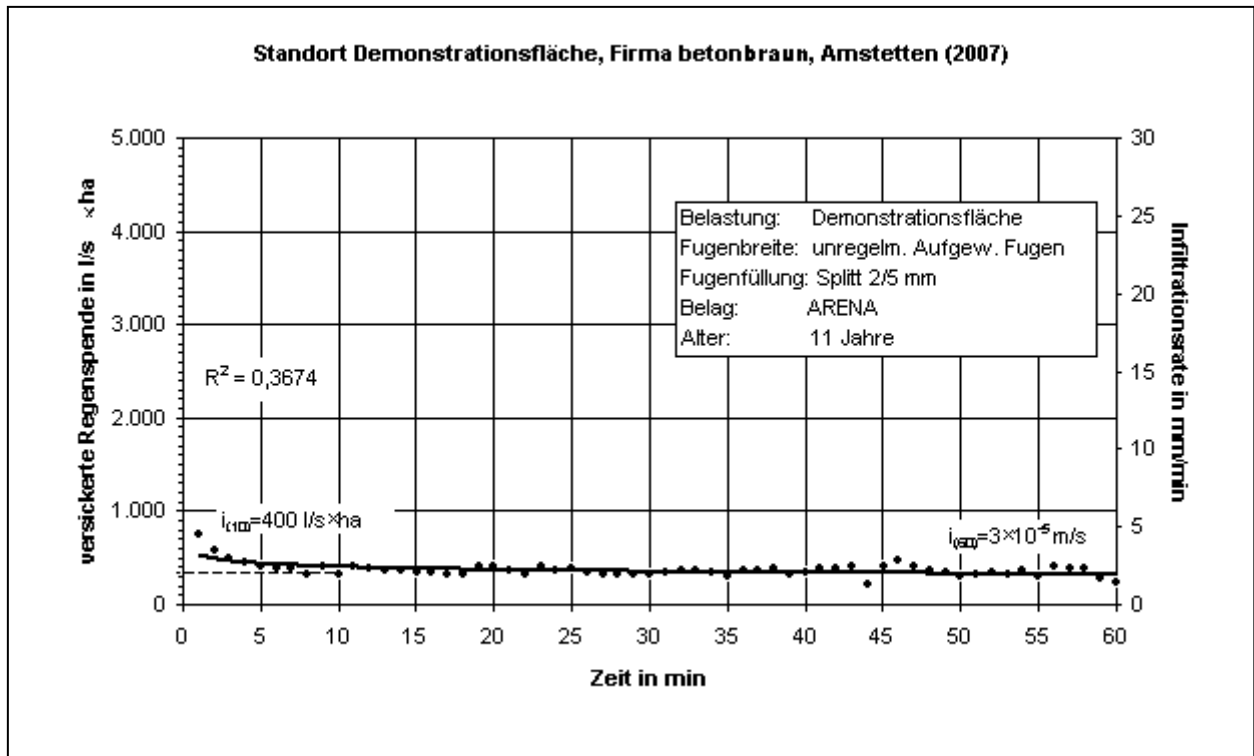
Fläche:	Nr. 2
Fugenverfüllung:	Sand 0/2 mm
Alter:	Neuzustand
Versickerbare Regenspende $i_{(10)}$	650 l/(s×ha)
Durchlässigkeit der Fläche $i_{(60)}$	5×10^{-5} m/s
Darstellung:	4 (Bild 6)
Fläche:	Nr. 3
Fugenverfüllung:	Oberboden/Splitt-Gemisch
Alter:	Neuzustand
Versickerbare Regenspende $i_{(10)}$	620 l/(s×ha)
Durchlässigkeit der Fläche $i_{(60)}$	5×10^{-5} m/s
Darstellung:	5 (Bild 7)
Fläche:	Nr. 4
Fugenverfüllung:	Splitt/Sand-Gemisch
Alter:	1 Jahr
Versickerbare Regenspende $i_{(10)}$	280 l/(s×ha)
Durchlässigkeit der Fläche $i_{(60)}$	2×10^{-6} m/s
Darstellung:	6 (Bild 8)
Fläche:	Nr. 5a
Fugenverfüllung:	Splitt 2/5 mm
Alter:	2 Jahre
Versickerbare Regenspende $i_{(10)}$	450 l/(s×ha)
Durchlässigkeit der Fläche $i_{(60)}$	2×10^{-5} m/s
Darstellung:	7 (Bild 9)
Fläche:	Nr. 5b
Fugenverfüllung:	Splitt 2/5 mm
Alter:	5 Jahre
Versickerbare Regenspende $i_{(10)}$	450 l/(s×ha)
Durchlässigkeit der Fläche $i_{(60)}$	8×10^{-6} m/s
Darstellung:	8 (Bild 10)
Fläche:	Nr. 6
Fugenverfüllung:	Splitt/Sand-Gemisch
Alter:	7 Jahre
Versickerbare Regenspende $i_{(10)}$	270 l/(s×ha)
Durchlässigkeit der Fläche $i_{(60)}$	1×10^{-5} m/s
Darstellung:	9 (Bild 11)
Fläche:	Nr. 7
Fugenverfüllung:	Splitt 2/5 mm
Alter:	4 Jahre
Versickerbare Regenspende $i_{(10)}$	550 l/(s×ha)
Durchlässigkeit der Fläche $i_{(60)}$	1×10^{-5} m/s
Darstellung:	10 (Bild 12)



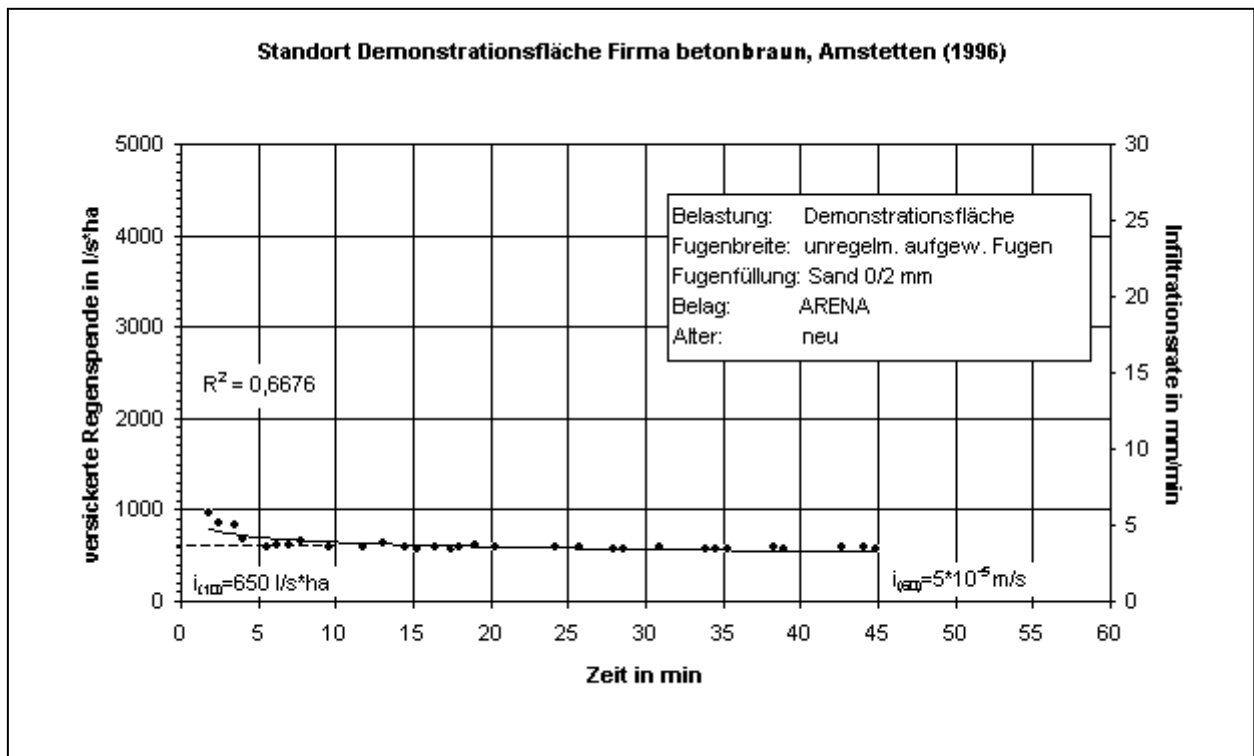
Darst. 1: Infiltrationsgang auf der Untersuchungsfläche 1a.



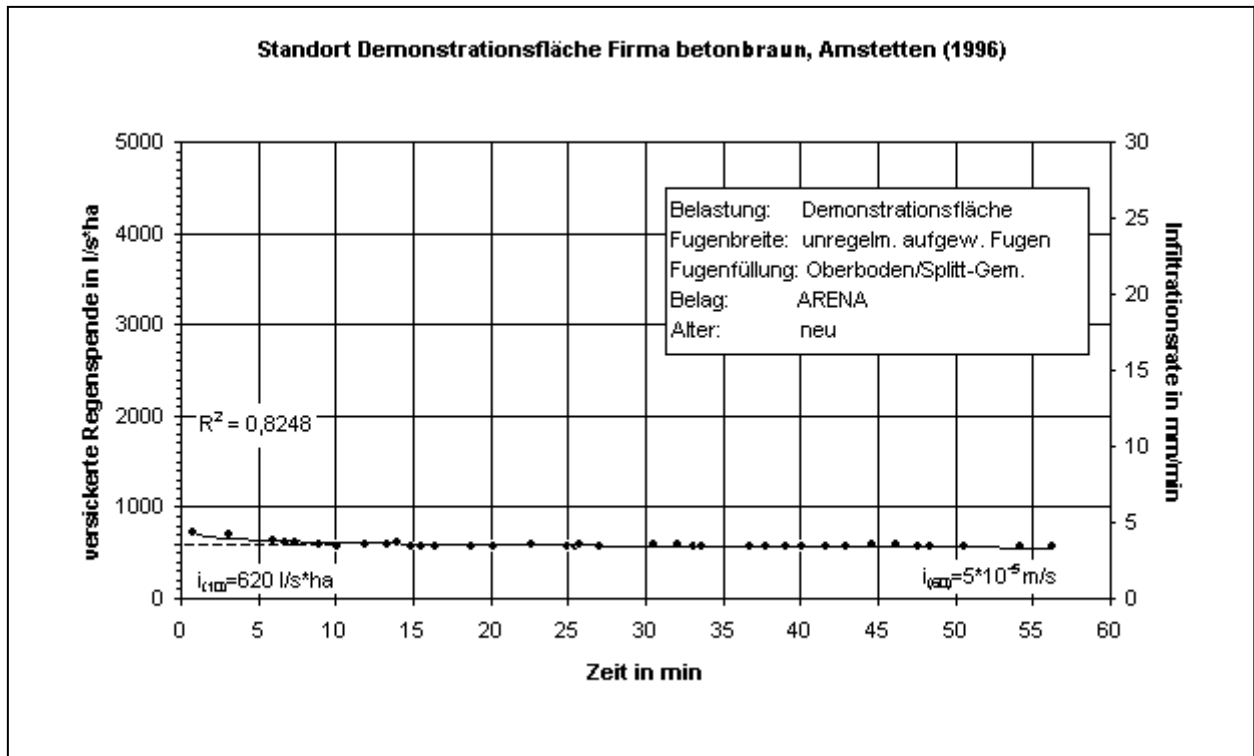
Darst. 2: Infiltrationsgang auf der Untersuchungsfläche 1b.



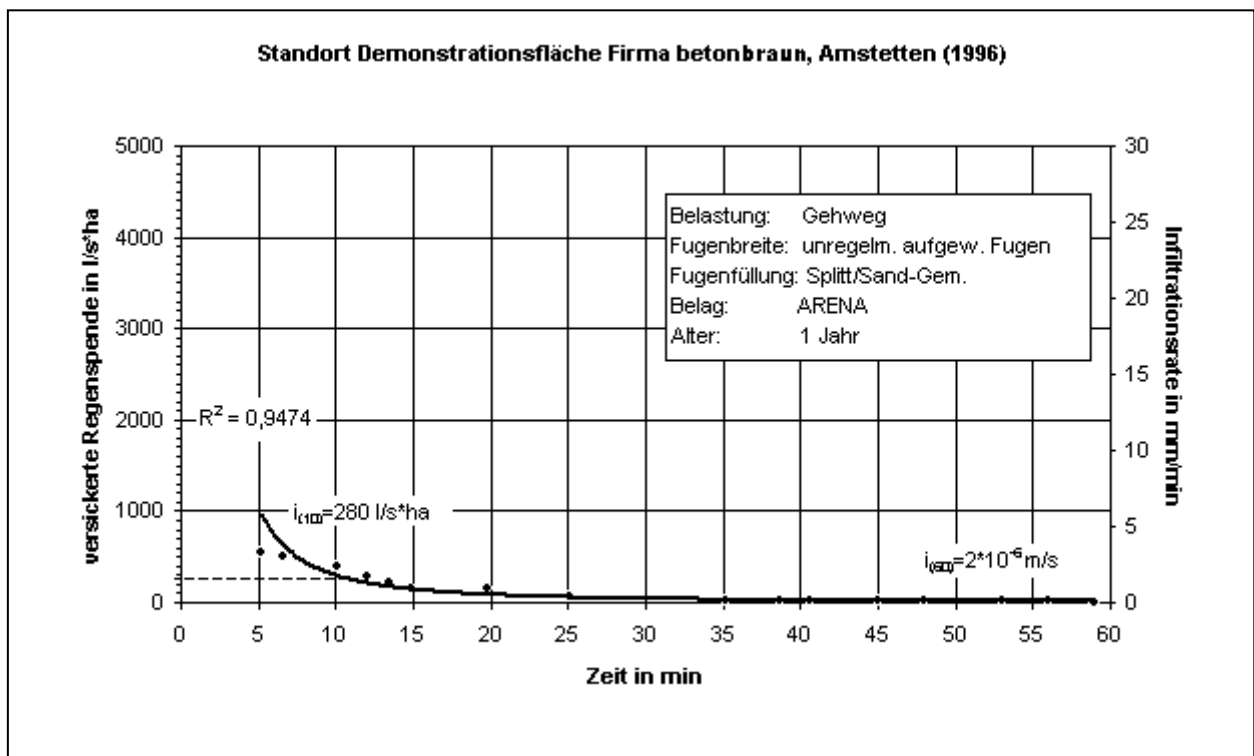
Darst. 3: Infiltrationsgang auf der Untersuchungsfläche 1c.



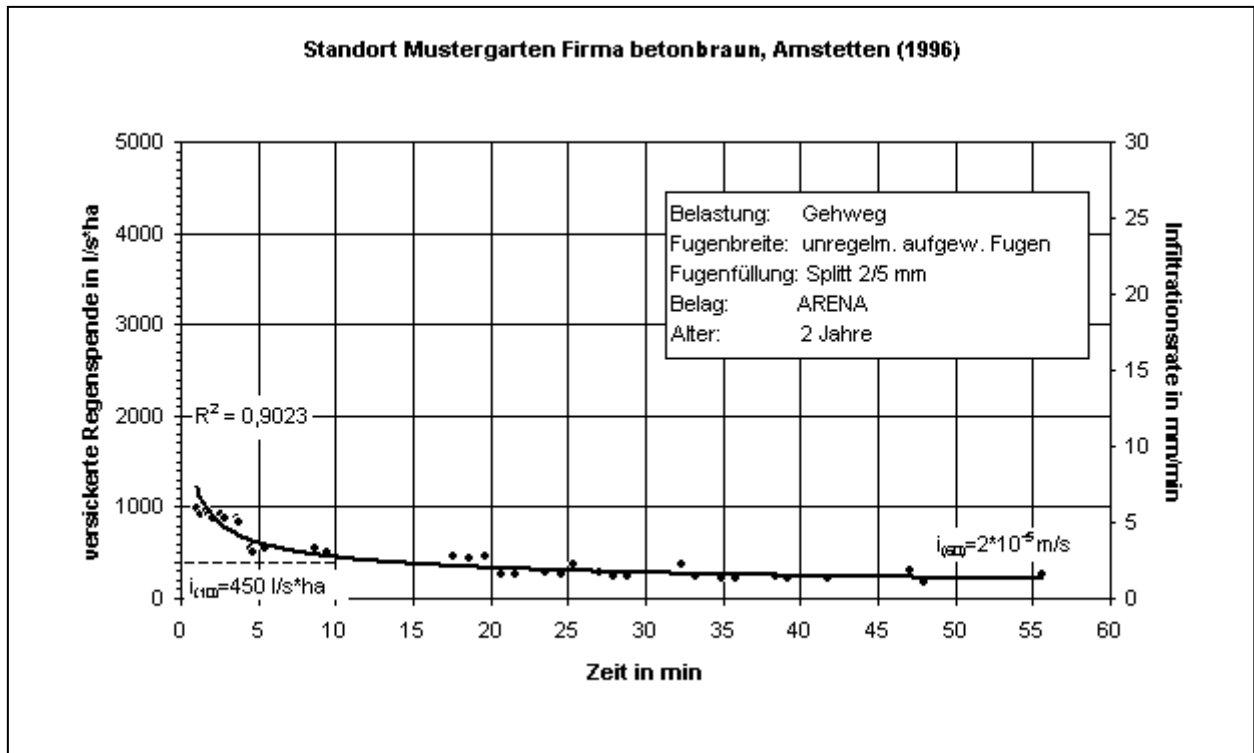
Darst. 4: Infiltrationsgang auf der Untersuchungsfläche 2.



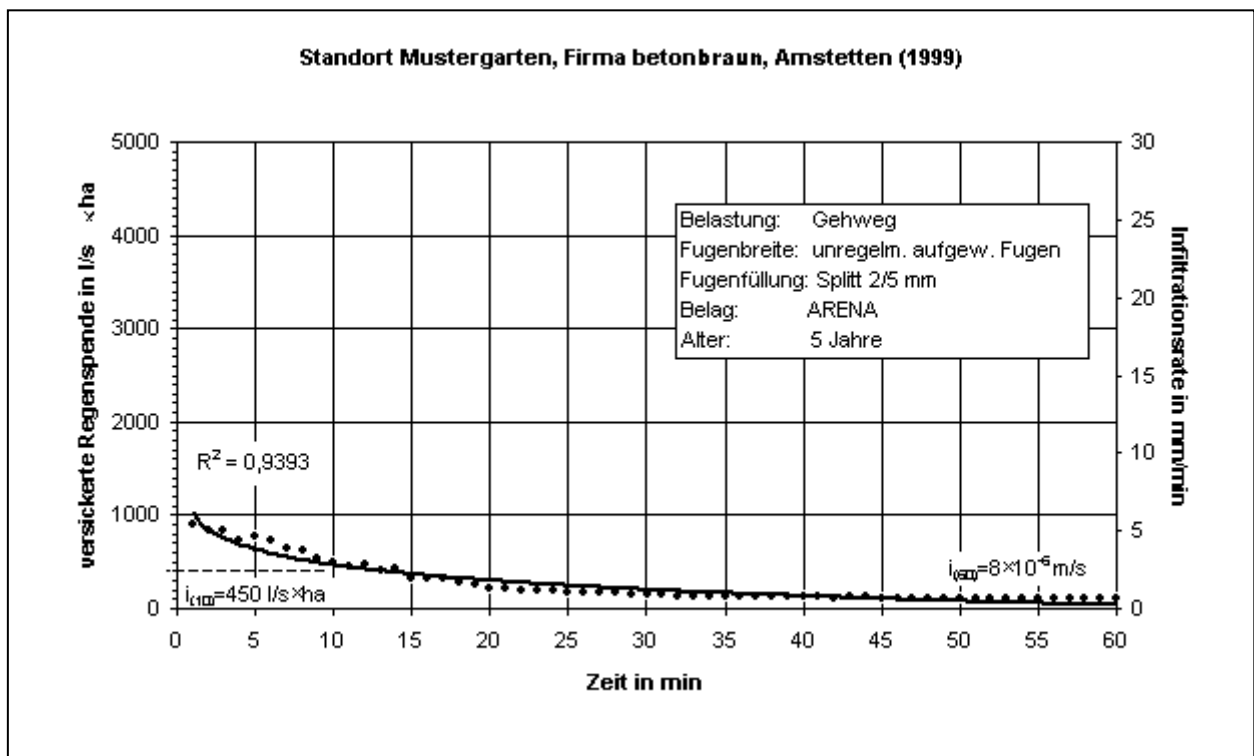
Darst. 5: Infiltrationsgang auf der Untersuchungsfläche 3.



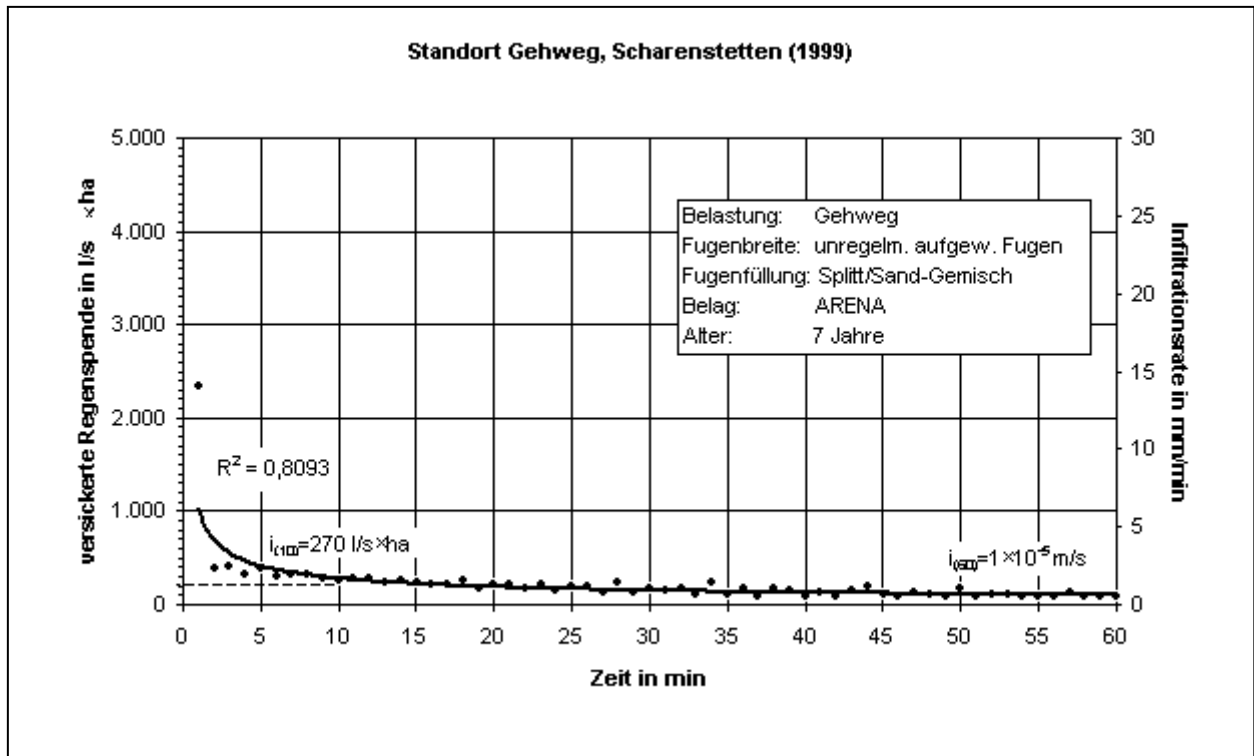
Darst. 6: Infiltrationsgang auf der Untersuchungsfläche 4.



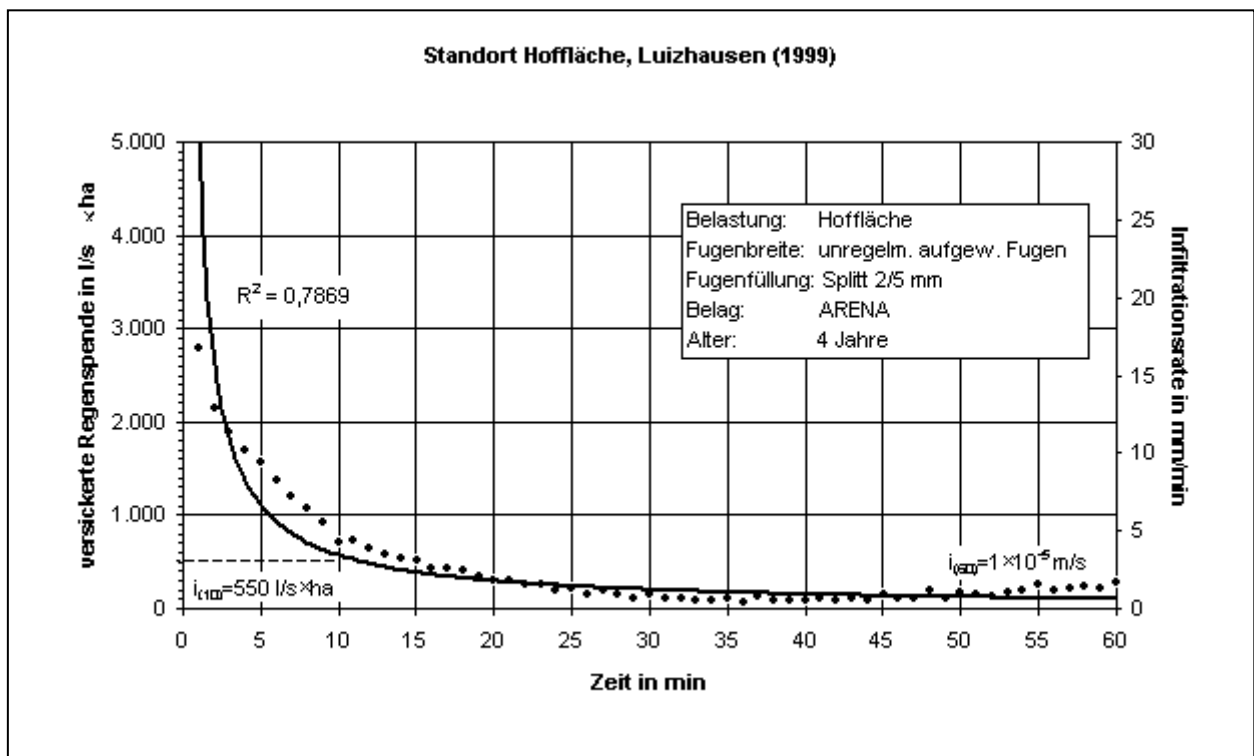
Darst. 7: Infiltrationsgang auf der Untersuchungsfläche 5a.



Darst. 8: Infiltrationsgang auf der Untersuchungsfläche 5b.

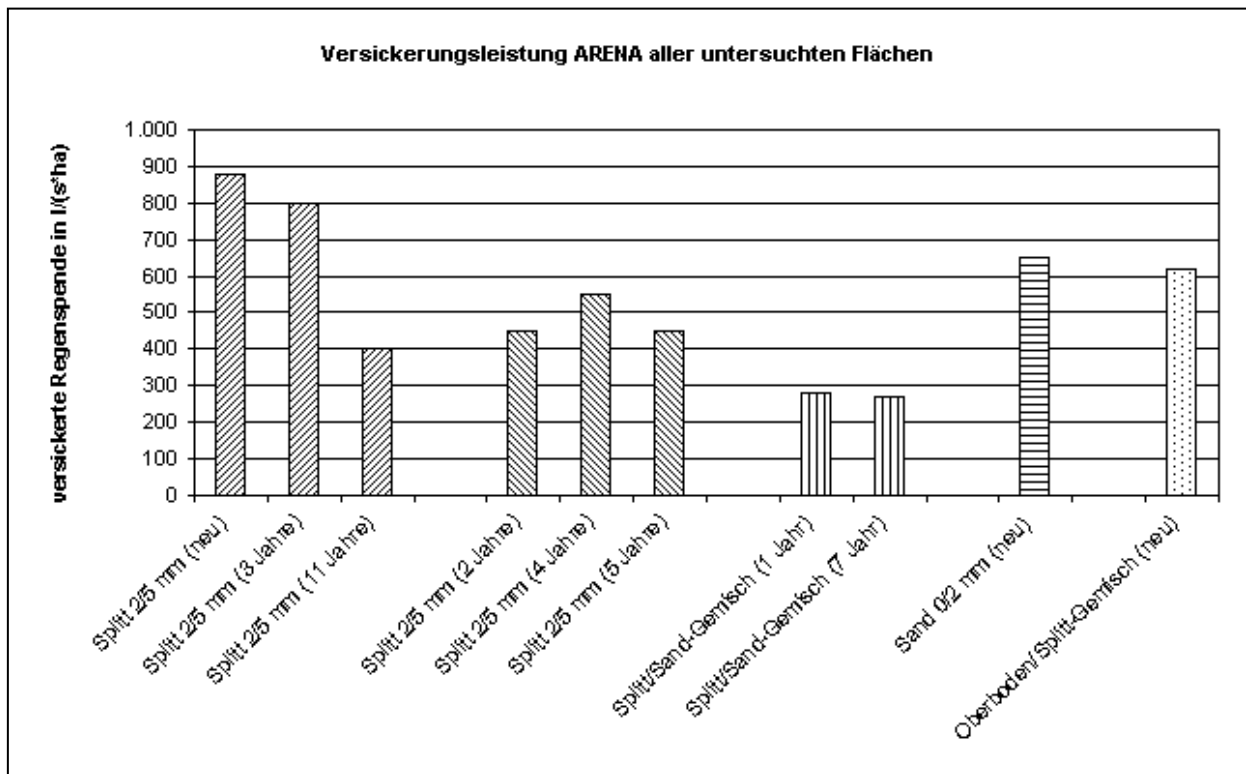


Darst. 9: Infiltrationsgang auf der Untersuchungsfläche 6.



Darst. 10: Infiltrationsgang auf der Untersuchungsfläche 7.

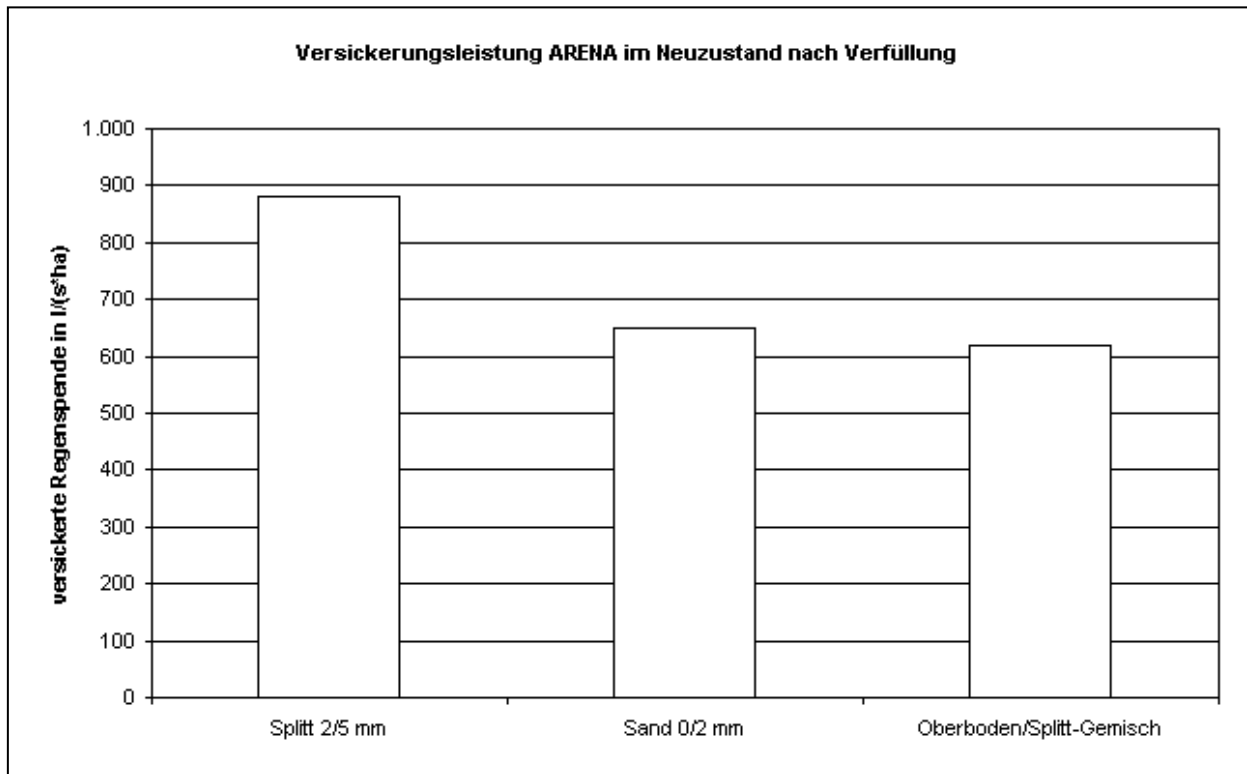
Zum Vergleich der auf den einzelnen Versuchsflächen erzielten Versickerungsleistungen von ARENA sind alle Ergebnisse sortiert nach der Fugenverfüllung in Darstellung 11 zusammengefaßt worden.



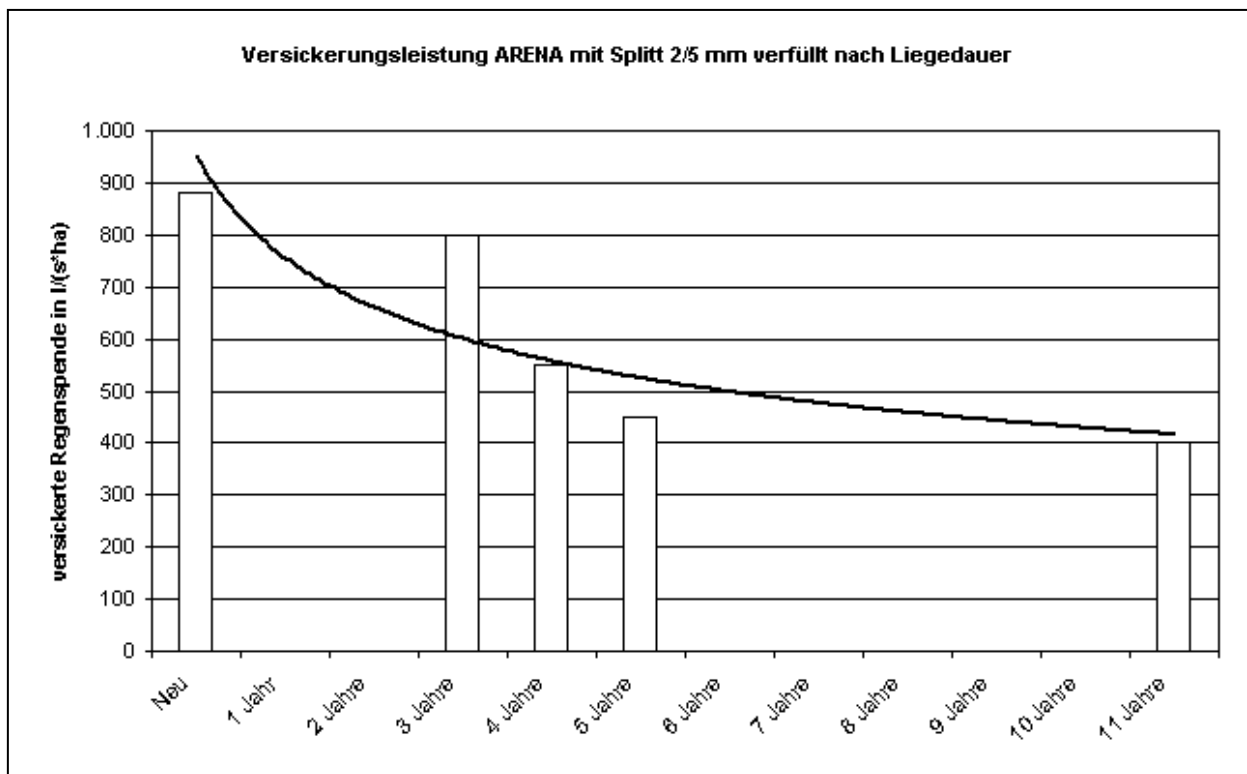
Darst. 11: Versickerungsleistung aller untersuchten Flächen nach Fugenverfüllung.

Bezogen auf die oben genannten Versuchsreihen ergibt sich folgendes Bild: In der ersten Versuchsreihe zur Untersuchung der Abhängigkeit der Versickerungsfähigkeit von den für die Verfüllung eingesetzten Mineralstoffgemischen (Flächen Nr. 1a, 2 und 3) zeigt sich, daß grobe Mineralstoffgemische aufgrund der Begrenzung der Feinanteile weitaus besser für eine versickerungsfähig ausgebildete Pflasterfläche geeignet sind und die geforderten Versickerungswerte für eine abflußlose befestigte Fläche (Verzicht auf Kanalanschluß) in Anlehnung an das *Merkblatt für wasserdurchlässige Befestigungen von Verkehrsflächen* und an das *DWA-Arbeitsblatt A 138 (270 l/(s×ha))* erreicht werden (Darstellung 12). Beim Einsatz von Sanden ist zu beachten, daß die hier verzeichnete Durchlässigkeit in der Praxis nicht von allen Sanden der Körnung 0/2 mm erreicht wird. Vor allem bei ungewaschenen Grubensanden ist der Feinanteil zu hoch, so daß eine ausreichende Versickerungsleistung nicht gewährleistet ist. Dies zeigen im Vergleich auch die uneinheitlichen Untersuchungsergebnisse zum Beispiel der Flächen Nr. 2 und 4. Beim Einsatz von Substraten zur Begrünung der Fugen ist auf Dauer zu berücksichtigen, daß hohe Versickerungsintensitäten nur – wie bei der hier untersuchten Mischung – beim Zusatz grobkörniger Gerüstbaustoffe erreicht werden können und

bei fortschreitender Begrünung aufgrund der Bildung von Wurzelfilz und organischen Abfallprodukten eine starke Abnahme der Versickerungsfähigkeit zu erwarten ist.



Darst. 12: Versickerungsleistung im Neuzustand nach Fugenverfüllung.



Darst. 13: Versickerungsleistung mit Splitt 2/5 mm nach Liegedauer.

Der Vergleich in der zweiten Versuchsreihe zur Untersuchung der Abhängigkeit der Versickerungsfähigkeit vom Alter der verlegten Pflasterflächen (Flächen Nr. 1a, 1b, 1c, 5a, 5b und 7) zeigt die ausgeprägte Abhängigkeit der Versickerungsleistung vom Alter. Bei der vergleichenden Darstellung der Ergebnisse wurde hierbei die Fläche Nr. 5a als Ausreißer behandelt und damit hier nicht berücksichtigt (Darstellung 13). Nach derzeit vorliegenden Erfahrungen mit versickerungsfähigen Pflastersystemen ist nach fünf bis sieben Jahren Liegedauer eine weitere Abnahme der Durchlässigkeit der Fugen in größerem Ausmaß nicht mehr zu erwarten. Somit zeigt die Regression bei ARENA, daß bei der Verfüllung mit Splitt 2/5 mm über den gesamten Betriebszeitraum eine versickerbare Regenspende von über 400 l/(s×ha) zu erwarten ist.

4 Bewertung

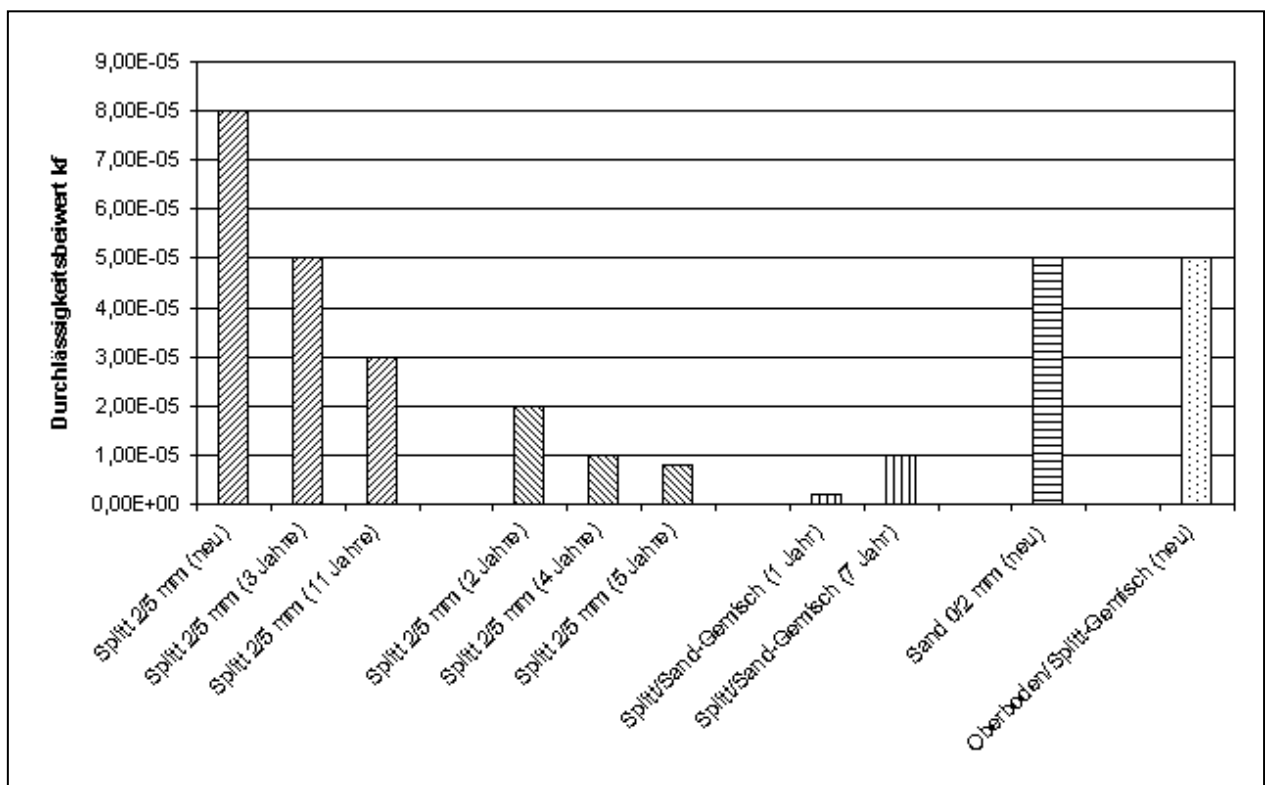
Die Ergebnisse aller Untersuchungsflächen zeigen, daß die Infiltrationsleistung von ARENA im Neuzustand bis zu einem Alter von elf Jahren die geforderten Versickerungswerte für eine abflußlose befestigte Fläche (Verzicht auf Kanalananschluß) in Anlehnung an das *Merkblatt für wasserdurchlässige Befestigungen von Verkehrsflächen* und an das *DWA-Arbeitsblatt A 138 (270 l/(s×ha))* erreichen oder übertreffen. Unter Berücksichtigung der üblichen Abnahme der Versickerungsfähigkeit um eine Zehnerpotenz in den ersten Jahren aufgrund des Eintrages mineralischer und organischer Feinanteile im Laufe der Betriebsdauer ist nicht zu erwarten, daß es zu einer weiteren signifikanten Abnahme unter die geltende Bemessungsregenspende und damit zu einem Abfluß von Pflasterflächen mit ARENA kommen kann. Gemessen an der oben genannten Bemessungsregenspende kann diesem Pflastersystem – zumindest bei Verfüllung der Fugen mit Splitt 2/5 mm – folglich ein Abflußbeiwert ψ (gemäß zum Beispiel DIN 1986 Teil 2, Tabelle 16) von 0,0 zugesprochen werden (Tabelle 2).

Tabelle 2: Untersuchungsergebnisse, Abflußbeiwerte und mindestens benötigte Durchlässigkeit der Fugenverfüllung ARENA.

Fugenan- teil in %	Fugenaus- bildung	Untersuchungs- ergebnis $i_{(10)}$ in l/(s×ha)	Dauerhaft zu er- wartende Infiltrationslei- stung in l/(s×ha)	Abflußbeiwert ψ gemessen an der Bemessungsre- genspende	Mindestens be- nötigte Durch- lässigkeit k_f des Fugenmaterials in m/s
> 10 %	Splitt 2/5 mm	880	400	0,0	$5,4 \times 10^{-3}$
	Splitt/ Sand- Gemisch	?	270	0,0 (?)	
	Sand 0/2 mm	650	?	> 0,0	
	Oberboden/ Splitt	620	?	> 0,0	

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 2 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.

Bei der Bewertung der Versickerungsleistung wird die Abhängigkeit der Infiltration von der Wasserdurchlässigkeit der zur Fugenverfüllung verwendeten Mineralstoffgemische deutlich (Darstellung 14). Hierbei zeigt sich vor allem beim Splitt 2/5 mm, daß die Verfüllung mit im Neuzustand sehr hoch durchlässigen Mineralstoffgemischen die notwendigen Reserven bereithält, um trotz des Eintrages von mineralischen und organischen Feinanteilen eine dauerhaft hohe Infiltrationsleistung zu gewährleisten. Dies ist auch bei den im Neuzustand gut durchlässigem Sand 0/2 mm und dem Oberboden/Splitt-Gemisch zu erwarten. Im Umkehrschluß zeigt sich bei dem von vornherein feinananteilhaltigem und damit weniger durchlässigem Splitt/Sand-Gemischen der Flächen Nr. 4 und 6, daß hier auch auf Dauer keine hohe Versickerungsleistung zu erwarten ist.



Darst. 14: Durchlässigkeit der zur Verfüllung verwendeten Mineralstoffgemische.

5 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 mm empfohlen, da diese in der Regel eine ausreichende Durchlässigkeit aufweisen. Beim Einsatz anderer Körnungen, wie z.B. ungewaschene Sand 0/2 bis 0/5 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. Der hier eingesetzte Sand 0/2 mm ist von seiner Qualität her für den Einsatz bei versickerungsfähigen Pflastersystemen geeignet.

Beim Einsatz von oberbodenhaltigen Gemischen zur Begrünung der Fugen ist die Versickerungsfähigkeit durch die vorhandenen mineralischen und organischen Feinanteile eingeschränkt. Der hier vorgenommenen Zumischung von Splitt kann aber gegenüber vergleichbaren Produkten eine weitaus bessere Infiltrationsleistung bescheinigt werden.

6 Zusammenfassung

Die Feldversuche mit dem Infiltrationsgerät zur Ermittlung der Versickerungsleistung von Pflasterflächen ergeben für das Produkt ARENA, daß im neu verlegten Zustand bei der Verwendung von Splitten 2/5 mm und den hier verwendeten Sanden 0/2 mm Regenspenden von weit über 270 l/(s×ha) versickert werden können. Darüber hinaus wird auch bei allen untersuchten gealterten Flächen die nach den geltenden Regelwerken zu versickernde Bemessungsregenspende erreicht oder überschritten. Bei begrünbaren Pflasterflächen ist durch die Verwendung des geprüften Oberboden/Splitt-Gemisches eine höhere Versickerungsleistung als bei vergleichbaren Pflastersteinen erreicht worden. 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 erreicht oder überschritten. Gemessen an der oben genannten Bemessungsregenspende wird bei der Verwendung von Splitt 2/5 mm gesichert ein Abflußbeiwert von $\psi=0,0$ erreicht. Damit kann ARENA eine höhere Leistung zur Verfügung stellen als vom *FGSV-Merkblatt* gefordert. Obwohl aufgrund der hohen Versickerungsleistung zu erwarten ist, daß diese Werte auch über den gesamten Betriebszeitraum einer Verkehrsfläche aufrecht erhalten werden können, müssen bei allen anderen Flächen aufgrund der zum Teil uneinheitlichen Ergebnisse weitere Untersuchungen im gealterten Zustand weiteren Aufschluß geben.

Norderstedt, den 22. Juli 2007

(Dr. Sönke Borgwardt)

öffentlich bestellter und vereidigter
Sachverständiger für Garten- und
Landschaftsbau der IHK Lübeck