

Untersuchungen zur Wasserdurchlässigkeit von Pflasterflächen

FGSV 4/2004

Forschungsstelle: Ruhr-Universität Bochum, Lehrstuhl für Verkehrswegebau (Prof. Dr.-Ing. M. Radenberg)

Bearbeiter: Buscham, B.

Auftraggeber: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen

Abschluss: November 2007

1 Anlass und Ziel

Die "Richtlinien für die umweltverträgliche Anwendung von industriellen Nebenprodukten und Recycling-Baustoffen im Straßenbau" (RuA-StB) unterscheiden beim Einsatz dieser Baustoffe einen Einbau in oder unter wasserundurchlässigen, teilwasserdurchlässigen und wasserdurchlässigen Schichten. Das Ziel der Untersuchungen besteht darin, eine klare Zuordnung von Pflasterflächen ohne Fugenabdichtung in eine der drei Bereiche zu erhalten und die Erkenntnisse im technischen Regelwerk zu verankern.

2 Vorgehen

Die Wasserdurchlässigkeit von Pflasterflächen ist von verschiedenen Einflussgrößen abhängig. Als wesentliche Faktoren können genannt werden:

- Liegezeit,
- Art und Größe der Verkehrsbelastung,
- Materialeigenschaften des Pflasters (Pflasterart, Fugenanteil, Fugenbreite), des Bettungs- und Fugenmaterials sowie der darunter liegenden Schichten und
- Zustand, abhängig von der Qualität der baulichen Ausführung und der Nutzung.

Aufgrund der hohen Anzahl an möglichen Einflusskombinationen erwiesen sich reine "Laborversuche" als ungeeignet. Die Untersuchungen wurden in situ mit dem Tropfinfiltrimeter durchgeführt.

Dazu wurden 27 Kommunen angeschrieben mit der Bitte, geeignete Pflasterflächen zur Verfügung zu stellen, und für diese den in Bild 1 dargestellten Fragebogen auszufüllen, um notwendige Informationen für die spätere Auswertung zu erhalten.

Es wurden 35 Fragebögen zurückgeschickt, sodass die gleiche Anzahl an verschiedenen Untersuchungsflächen zur Verfügung stand. Je Fläche wurden mehrere Infiltrationsversuche durchgeführt, wobei insbesondere auf einen Vergleich von (nicht belasteten) Randbereichen mit den (belasteten) Bereichen der Rollspuren Wert gelegt wurde. Somit konnten insgesamt 93 Messungen durchgeführt werden, deren Ergebnisse ebenso wie weitere Untersuchungen (Bestimmung von Fugenbreite und Fugenfüllstand, Beurteilung des Zustandes) als Eingangsgrößen für die spätere Auswertung dienten.

Zur Abgrenzung dieser "konventionellen" Pflastersysteme wurden weitere 20 Messungen auf "wasserdurchlässigem" Pflaster durchgeführt. Als "wasserdurchlässig" werden im Nachfolgenden alle Systeme bezeichnet, die durch konstruktive Maßnahmen, etwa verbreiterte Fugen, haufwerksporiges Betonsteinpflaster oder besonders durchlässiges Tragschichtmaterial eine möglichst hohe Wasserdurchlässigkeit erreichen sollen, um damit einen Beitrag zur Flächenentsiegelung zu leisten.

Um zusätzlich Erkenntnisse über die Eigenschaften und Einflüsse der unteren Schichten zu erhalten, wurden in 16 Fällen die Pflastersteine aufgenommen und zusätzliche Infiltrationsmessungen auf Bettung und Tragschicht unternommen.

Aufgrund jahrelanger Erfahrung mit dem Tropfinfiltrimeter konnten weitere 42 Messergebnisse aus externen Projekten zur Datenauswertung herangezogen werden.

<p>Adresse / Ort der Pflasterfläche:</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>Art der Verkehrsbelastung:</p> <p><input type="checkbox"/> regelmäßiger Kfz-Verkehr <input type="checkbox"/> gelegentlicher Kfz-Verkehr <input type="checkbox"/> Fußgänger u. Radfahrer</p> <p>Größe der Verkehrsbelastung:</p> <p>DTV [Kfz/24h]: _____ Anteil I KW [%]: _____</p> <p>Baujahr: _____ Bauklasse: _____</p> <p>Informationen zum Aufbau (Art und Dicke der Tragschichten):</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	<p>Bettungsmaterial:</p> <p>Körnung: _____ <input type="checkbox"/> Natursand <input type="checkbox"/> Brechsand</p> <p>Fugenmaterial:</p> <p>Körnung: _____ <input type="checkbox"/> Natursand <input type="checkbox"/> Brechsand</p> <p>Bemerkungen:</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>Ansprechpartner:</p> <p>Name: _____</p> <p>Titel: _____</p> <p>E-Mail: _____</p>
--	---

Bild 1: Fragebogen zur Gestaltung und Nutzung der Pflasterflächen

3 Auswertung

Die Vielzahl an unterschiedlichen Untersuchungsgrößen mit ihren gegenseitigen Abhängigkeiten machte es erforderlich, zunächst mit der Liegezeit und der Verkehrsbelastung zwei primäre Einflussfaktoren auszuwählen, die vorrangig zu untersuchen waren.

Die Liegezeit wurde unterteilt in:

- bis zu zwei Jahre alte Flächen,
- drei bis fünf Jahre alte Flächen,
- über fünf Jahre alte Flächen.

Die Verkehrsbelastung wurde unterschieden nach:

- regelmäßige Belastungen durch Kfz-Verkehr,
- gelegentliche Belastungen durch Kfz-Verkehr,
- Belastungen durch Fußgänger und Radfahrer.

Eine nähere Diskretisierung der Einstufungen wurde als nicht umsetzbar bzw. nicht praktikabel angesehen.

Die gesammelten Daten wurden zunächst in eine eigens für dieses Forschungsprojekt programmierte Datenbank "WASDAT" gespeichert.

Die Bestimmung von Häufigkeitsverteilungen als erste statistische Analyse kann direkt unter "WASDAT" vorgenommen werden.

4 Ergebnisse

Für das gesamte Datenmaterial wurde zunächst die Häufigkeitsverteilung bestimmt. Bild 2 zeigt sowohl die absolute Häufigkeitsverteilung der Infiltrationsraten als auch die zugehörige relative Summenhäufigkeit.

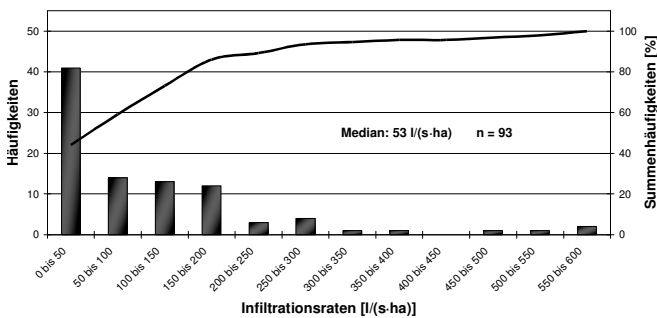


Bild 2: Häufigkeitsverteilung der gemessenen Infiltrationsraten

Es gibt derzeit nur wenige Anhaltspunkte, womit die Infiltrationsrate quantitativ beurteilt werden kann. Das "Merkblatt für wasserdurchlässige Befestigungen von Verkehrsflächen" sieht als Mindestwert zur Flächenversickerung von Niederschlagswasser eine Infiltrationsrate von 540 l/(s-ha) vor. Ein am Institut für Straßenwesen und Eisenbahnbau (jetzt Lehrstuhl für Verkehrswegebau) der Ruhr-Universität Bochum durchgeführtes Forschungsprojekt zur Beurteilung von ungebundenen Schichten führte zu dem Ergebnis, dass Infiltrationsraten bis etwa 55 l/(s-ha) als bautechnisch weitgehend wasserunzugänglich zu bezeichnen sind.

43 der 93 Messpunkte liegen mit ihren Infiltrationsraten unterhalb dieser Schwelle von 55 l/(s-ha) und können daher als weitgehend wasserdicht angesehen werden. Nur vier Messpunkte würden den Anforderungen an wasserdurchlässige Verkehrs-

flächen genügen. Somit sind die Infiltrationsraten insgesamt als sehr gering einzustufen.

Zur weiteren Beurteilung wurden diese Ergebnisse mit den Infiltrationsraten von speziell wasserdurchlässig konzipierten, versickerungsfähigen Pflasterflächen verglichen (Bild 3).

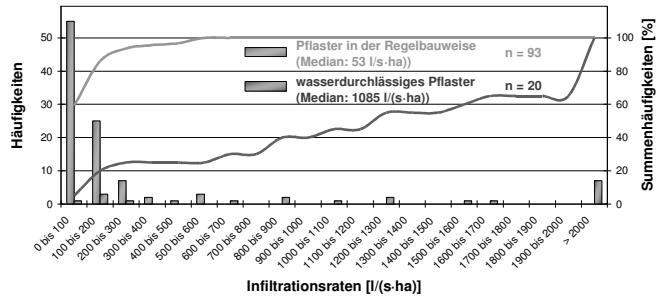


Bild 3: Konventionelle Pflasterdecken im Vergleich zu wasserdurchlässigen Pflasterdecken

Es zeigen sich erhebliche Unterschiede zwischen diesen beiden Pflasterdeckentypen. So liegen beispielsweise die beiden Median-Werte um mehr als den Faktor 20 auseinander.

Die Gegenüberstellung der primär untersuchten Einflussgrößen sind in Bild 4 (Liegezeit) und Bild 5 (Verkehrsbelastung) dargestellt.

Die Häufigkeitsverteilungen vermitteln den Eindruck, dass die Infiltrationsrate sowohl mit zunehmender Liegezeit als auch mit steigender Verkehrsbelastung abnimmt. Dies konnte mithilfe von Varianzanalysen nach der Methode von Kruskal und Wallis bestätigt werden.

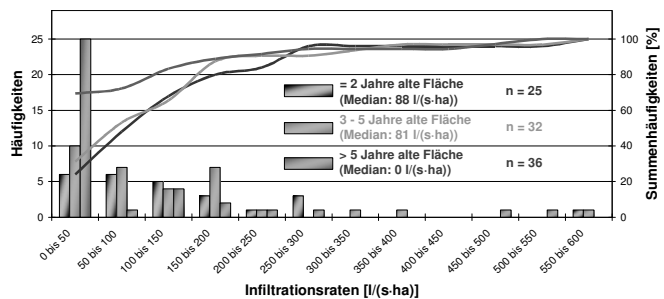


Bild 4: Häufigkeitsverteilung der Infiltrationsraten in Abhängigkeit von der Liegezeit

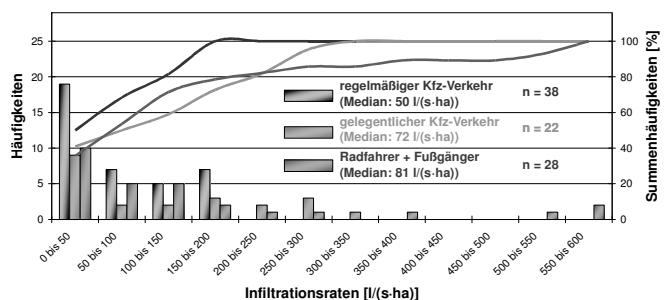


Bild 5: Häufigkeitsverteilung der Infiltrationsraten in Abhängigkeit von der Verkehrsbelastung

In einem weiteren Bearbeitungsschritt wurde der Einfluss des Niederschlags auf die Wasserdurchlässigkeit untersucht. Dazu wurde eine exemplarische Regenintensitätsverteilung nach Tabelle 1 verwendet.

Tabelle 1: Exemplarische Verteilung der Regenintensitäten (Wetterstation in Bayern)

Niederschlagsintensität [l/(s·ha)]	Anteil am Gesamtnieder- schlag
<1	7,5 %
1 - 3	14,5 %
3 - 6	18,0 %
6 - 10	12,0 %
10 - 20	20,0 %
20 - 30	9,0 %
30 - 60	7,5 %
60 - 100	4,0 %
100 - 200	4,0 %
200 - 300	2,0 %
> 300	1,5 %
Summe	100 %

Es ist festzustellen, dass ein Großteil des Niederschlags Intensitäten besitzt, die trotz der als gering wasserdurchlässig bestimmten Pflasterdecken, in die Befestigung eindringen können.

Berechnungsversuche mit diesen, im Vergleich zum Tropfinfiltrimeter geringen Intensitäten, ergeben, dass auf einer Pflasterfläche, die mit einer Infiltrationsrate von 60 l/(s·ha) im Bereich des Medians der Tropfinfiltrimeter-Messungen liegt, etwa 60 % des Gesamtniederschlags versickern können. Bei einer Infiltrationsrate von 20 l/(s·ha) verringert sich der Versickerungsanteil bereits auf 30 %.

Die Untersuchungen auf den verschiedenen Pflasterdecken zeigen, dass eine pauschale Aussage über den Versickerungsanteil von Pflasterdecken nicht getroffen werden kann, da die Variabilität der Eingangsgrößen die Stabilität des Ergebnisses übertrifft. Es gibt also nicht "den einen Versickerungsanteil", der für Pflasterdecken allgemein anzusetzen ist. Dieser Wert ist vielmehr von den Eigenschaften der einzelnen Pflasterdecken, ihren Einflussgrößen und den lokalen Niederschlagsereignissen abhängig.