

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
TEGULA-Rasa

Auftraggeber:
Albrecht Braun GmbH
Hauptstraße 5-7
73340 Amstetten



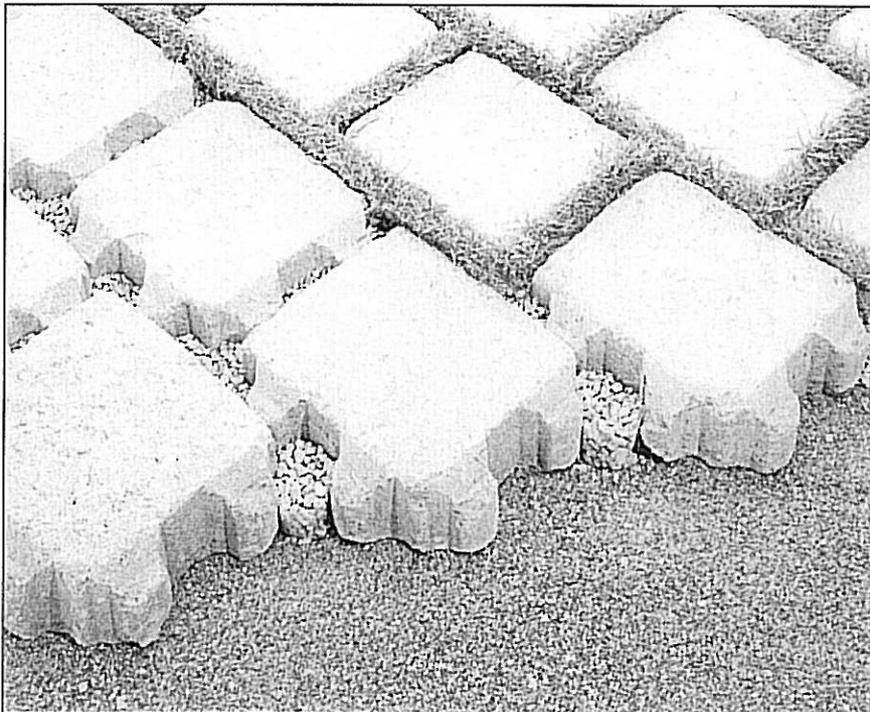
GUTACHTEN

Die von der Fa. beton**braun** - Albrecht Braun GmbH in 73340 Amstetten am 18.6.99 beauftragte in-situ-Prüfung der Versickerungsfähigkeit von Pflastersteinen aus Beton ergibt für das Produkt TEGULA-Rasa folgendes Ergebnis:



1 Untersuchungsgegenstand

Das Produkt TEGULA-Rasa ist ein begrünbarer rechteckiger Pflasterstein aus gefügedichtem Beton mit dauerhaft angeformten Abstandshaltern (Darstellung 1). Die Maße des Pflastersteines sind L 23,8 × B 20,8 × H 10,0 cm. Die angeformten Abstandshalter erlauben eine dauerhaft ausgebildete Rasenfuge von 3,0 cm. Es ergibt sich somit ohne Beachtung der Abstandshalter ein gesamter Öffnungsanteil von 25,2 %.



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.

Bild 1: Pflastersystem TEGULA-Rasa

Als Probestfläche steht für die Untersuchung eine fünf Jahre alte Pkw-Parkplatzfläche mit ordnungsgemäß ausgeführtem Oberbau in Bernsdorf zur Verfügung (Bild 2).

13. JUNI 2001

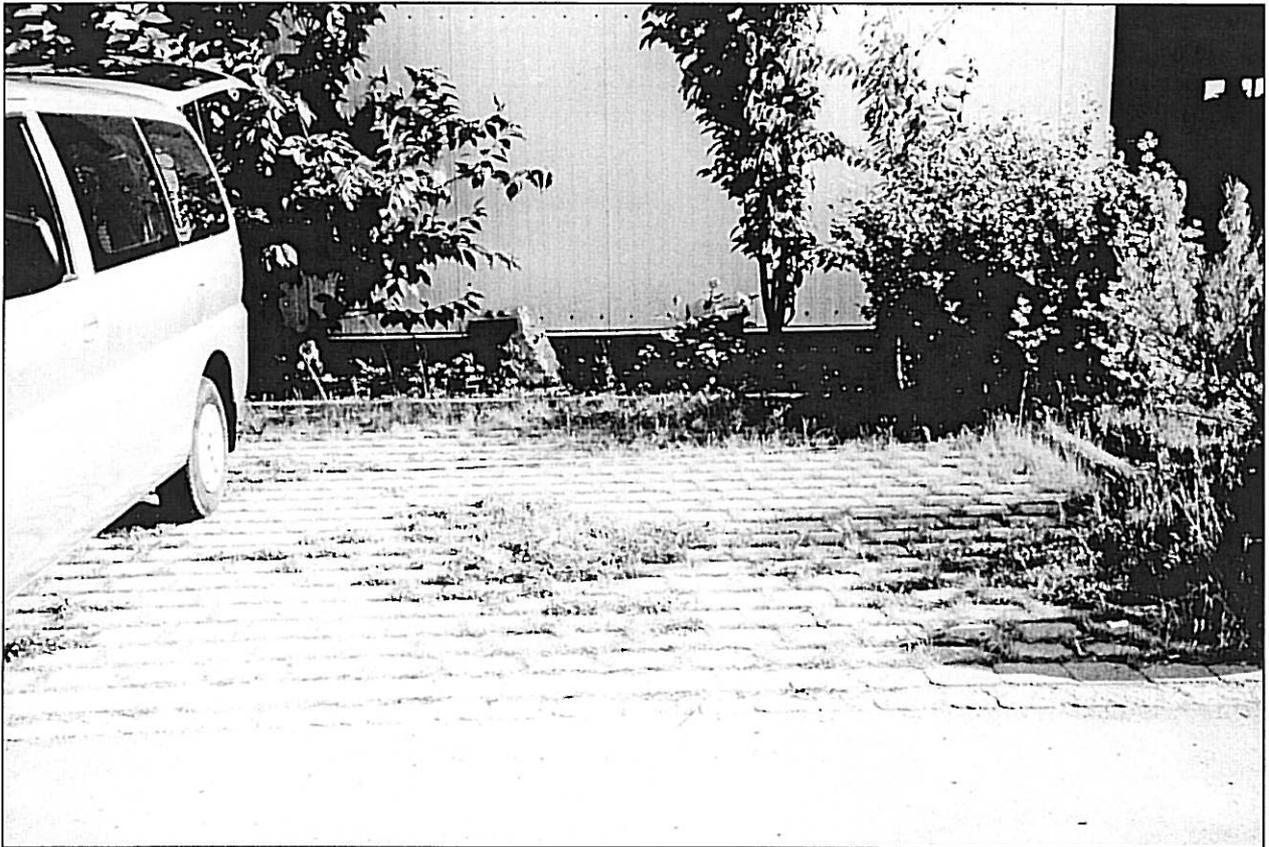


Bild 2: Untersuchungsstandort.

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 für diesen Einsatz konstruiertes Infiltrationsgerät 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 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 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.

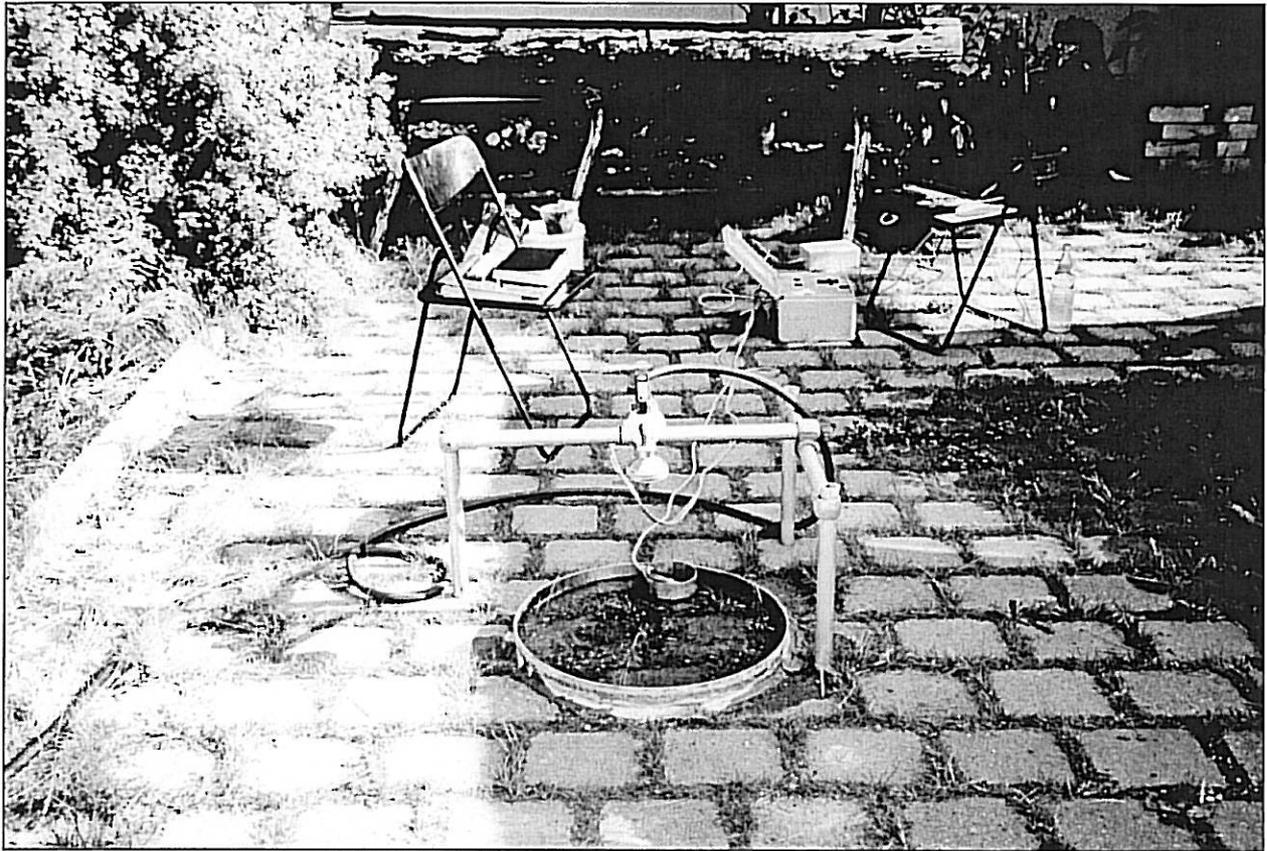


Bild 3: Infiltrationsgerät im Einsatz

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 in [m/s] interpretiert 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 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 be-

rücksichtigt werden. Für die Untersuchungsfläche ist folgendes Ergebnis ermittelt worden:

Bei der fünf Jahre alten, mit einem Oberboden/Sand-Gemisch verfügten und mit Rasengräsern bewachsenen Untersuchungsfläche (Bild 4) wird eine versickerbare Regenspende $r_{(10)}$ von 600 l/(s×ha) ermittelt (Darst. 1). Die Wasserdurchlässigkeit entspricht nach einer Stunde Beregnung einem k_f -Wert von etwa 5×10^{-6} m/s. Das Ergebnis zeigt deutlich, daß bei der Verwendung von Oberboden die Versickerungsfähigkeit zwar eingeschränkt ist, aber aufgrund des hier verwendeten Gemisches eine trotzdem höhere Versickerungsleistung erzielt werden konnte.

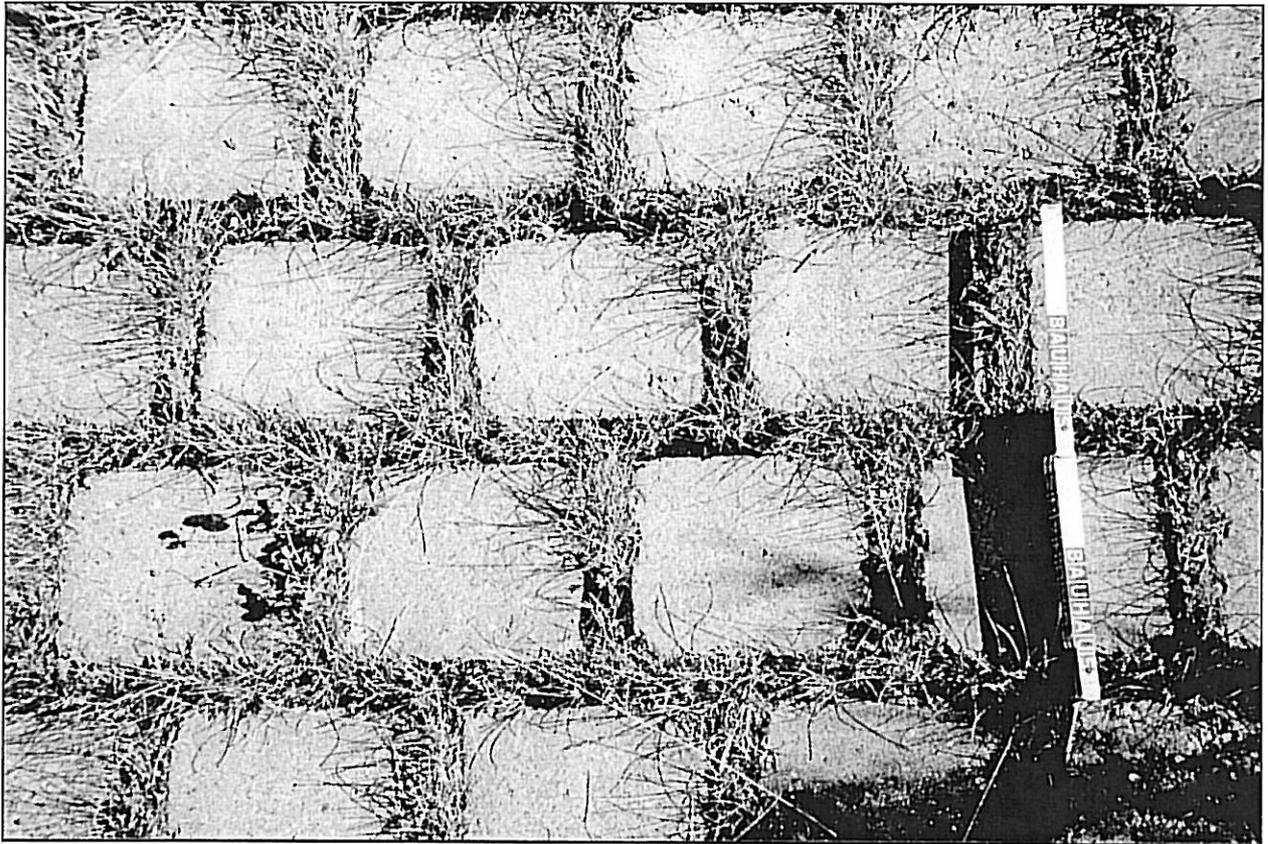
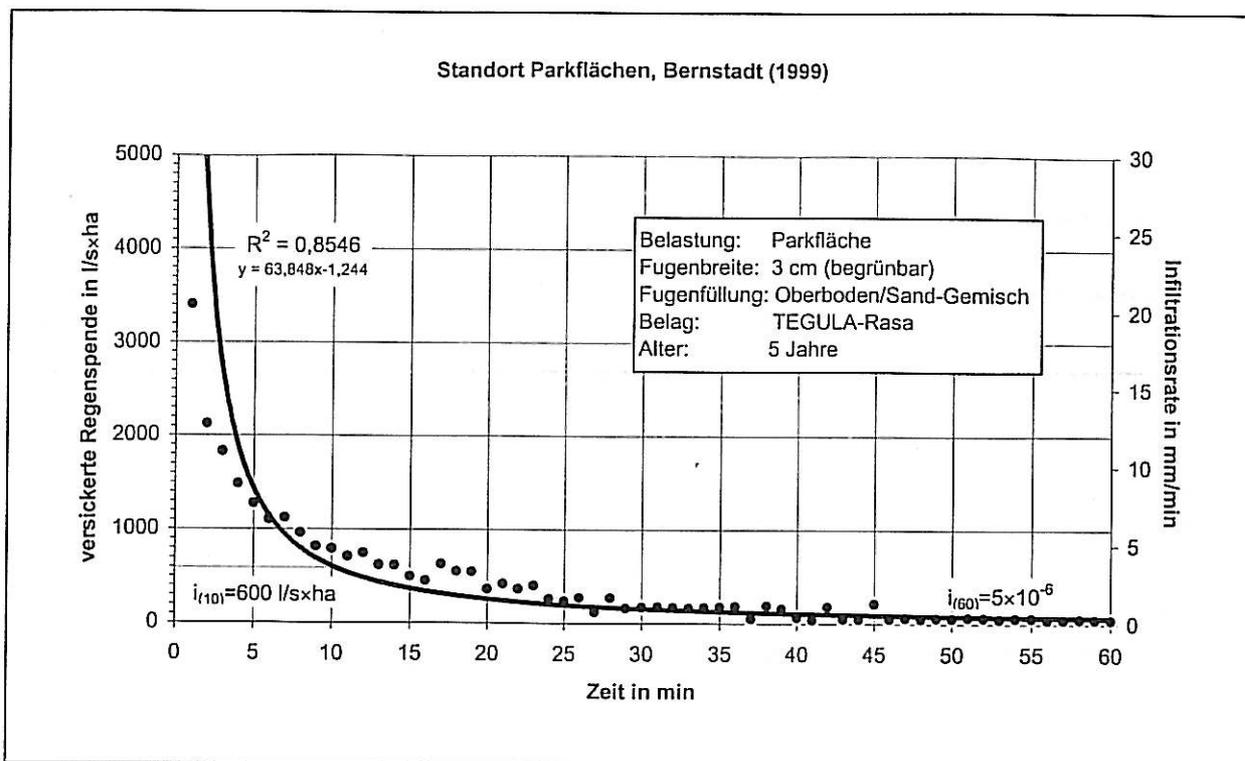


Bild 4: Untersuchungsfläche.



Darst. 1: Infiltrationsgang auf der Untersuchungsfläche.

4 Bewertung

Das Ergebnis zeigt, daß die Infiltrationsleistung von TEGULA-RASA im gealterten Zustand die geforderten Versickerungswerte für eine abflußlose befestigte Fläche (Verzicht auf Kanalanschluß) in Anlehnung an das *Merkblatt für wasserdurchlässige Befestigungen von Verkehrsflächen* und an das *ATV-Arbeitsblatt A 138 (270 l/(s×ha))* bei weitem übertreffen. Unter Berücksichtigung der üblichen Abnahme der Versickerungsfähigkeit um eine Zehnerpotenz in den ersten Jahren aufgrund des Eintrages mineralischer und organischer Feinanteile ist im Laufe der weiteren Betriebsdauer nicht zu erwarten, daß es zu einer Abnahme der Leistungsfähigkeit unter die geltende Bemessungsregenspende und damit zu einem Abfluß von Pflasterflächen mit TEGULA-RASA kommen kann. Gemessen an der oben genannten Bemessungsregenspende kann diesem Pflastersystem folglich dauerhaft ein Abflußbeiwert ψ (gemäß z. B. DIN 1986 Teil 2, Tabelle 16) von 0,0 zugesprochen werden.

5 Empfehlungen

Zur dauerhaften Aufnahme einer Bemessungsregenspende von 270 l/(s×ha) ist nach der empirischen Bedingung $k_u = k_f/2$ beim Einsatz versickerungsfähiger Pflastersysteme für Pflasterbett und Fugen eine Durchlässigkeit des Mineralstoffgemisches von minde-

stens $5,4 \times 10^{-5}$ 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 (Probereinbau) 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 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 mm ist eine ausreichende Versickerungsfähigkeit in der Regel nicht gegeben. Hier muß die Minderdurchlässigkeit von $5,4 \times 10^{-5}$ m/s über die Sieblinie bei Lieferung nachgewiesen und im eingebauten Zustand überprüft werden.

Beim Einsatz von oberbodenhaltigen Gemischen zur Begrünung der Fugen ist die Versickerungsfähigkeit durch die vorhandenen mineralischen und organischen Feinanteile eingeschränkt. Bei dem hier verwendeten Gemisch kann aber gegenüber vergleichbaren Produkten mit konventioneller Verfüllung eine weitaus bessere Infiltrationsleistung bescheinigt werden.

6 Zusammenfassung

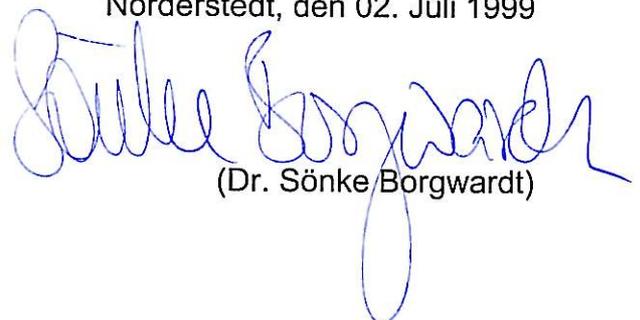
Die Feldversuche mit dem Infiltrationsgerät zum Versickerungsvermögen von Pflasterflächen ergeben für das Produkt TEGULA-RASA, daß im gealterten Zustand auch bei der Verwendung oberbodenhaltigen Substraten und einer gut begrüneten Fuge Regenspenden von 600 l/(s×ha) versickert werden können. Damit wird der im *Merkblatt für wasserdurchlässig befestigte Verkehrsflächen* geforderte Wert von 270 l/s×ha weit überschritten. Über die weitere Betriebsdauer ist eine wesentliche weitere Abnahme der Versickerungsleistung nicht mehr zu erwarten.

 **betonbraun**
100% AUS STEIN

13. JUNI 2001

Hauptstraße 6-7 · 73244 Amstetten
Tel. (0 73 31) 30 03 - 30 · Fax 30 03 - 65
Manfred Pangerl

Norderstedt, den 02. Juli 1999


(Dr. Sönke Borgwardt)

