

## Prüfbericht

Auftraggeber

Albrecht Braun GmbH  
Hauptstraße 5 - 7  
73340 Amstetten

Auftrags-Nr.:

A 1535 / 2007

Produkt : Oberflächenkristallisierte Pflastersteine aus Beton, 300 x 150 x 80 mm

Auftrag : Prüfung von durch die Oberflächenbehandlung beeinflussten Eigenschaften im Vergleich zu nicht oberflächenbehandelten Pflastersteinen

Prüfstelle : BAUTEST GmbH, Augsburg

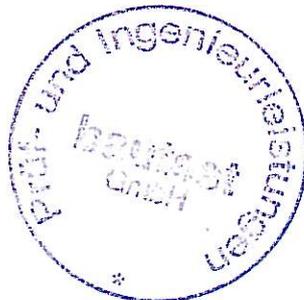
Prüfzeitraum : Oktober und November 2007

Augsburg, 16. November 2007  
gr/lu

Abteilungsleiter



Werner Großmann



Prüfstellenleiter



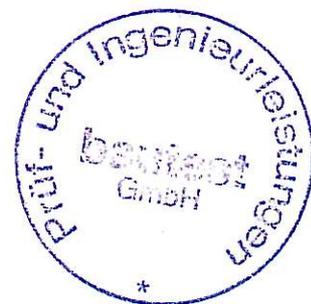
Dipl.-Ing. (FH) Hendrik Zaus

BAUTEST GmbH  
Mühlmahdweg 25 a  
86167 Augsburg  
Tel. 0821/7 20 24 - 0, Fax 7 20 24 - 40  
Der Prüfbericht umfasst 13 Seiten.

Die Prüfergebnisse beziehen sich auf das vorgelegte Probenmaterial. Das Probenmaterial ist verbraucht.  
Eine auszugsweise Vervielfältigung und Veröffentlichung des Prüfberichtes ist nur mit unserer schriftlichen Genehmigung zulässig.  
Meinungen und Interpretationen der Prüfstelle sind gemäß DIN EN ISO / IEC 17 025 Punkt 5.10.5 durch *Kursivdruck* gekennzeichnet.

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Allgemeines.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Prüfungsdurchführung .....</b>	<b>4</b>
2.1	Frost-Tau-Wechsel .....	4
2.2	Verschleißverhalten.....	4
2.3	Wasseraufnahme .....	4
2.4	Eindringtiefe Dieselkraftstoff.....	6
<b>3</b>	<b>Prüfergebnisse.....</b>	<b>8</b>
3.1	Widerstandsfähigkeit gegen Frost-Tau-Wechsel mit Tausalz.....	8
3.2	Schleifverschleiß nach Böhme .....	8
3.3	Wasseraufnahme nach Karsten .....	9
3.4	Kapillare Wasseraufnahme nach DIN EN 13 748.....	10
3.5	Abtrockenverhalten.....	10
3.6	Eindringen von Dieselkraftstoff.....	11
<b>4</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>13</b>



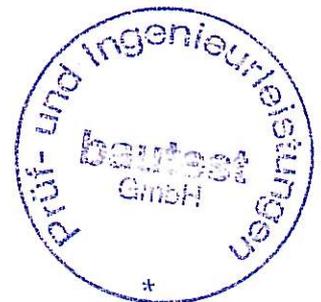
## 1 Allgemeines

Von der Albrecht Braun GmbH erhielt die BAUTEST GmbH mit Schreiben vom 27.09.2007 den Auftrag zur Prüfung von, durch eine spezielle Oberflächenbehandlung beeinflussten Eigenschaften, sog. oberflächenkristallisierter Pflastersteine.

Zu diesem Zweck wurden zwölf Pflastersteine der Abmessungen 300 x 150 in einer Dicke von 80 mm, bei denen die Vorsatzschicht während des Herstellprozesses oberflächenkristallisiert wurde, am 01.10.2007 an unser Labor angeliefert. Einige Prüfungen sollten im Vergleich zu Pflastersteinen mit herkömmlicher Vorsatzschicht ausgeführt werden. Hierfür wurden zwei Pflastersteine derselben Abmessung mit herkömmlicher Vorsatzschicht ebenfalls angeliefert.

Neben der Bestimmung der Widerstandsfähigkeit gegen Frost-Tau-Wechsel mit Tausalz und der Ermittlung des Schleifverschleißes der Oberfläche an den oberflächenkristallisierten Pflastersteinen sollte als Vergleichsprüfung die Wasseraufnahme, die Öleindringtiefe und das Abtrockenverhalten geprüft werden.

Sämtliche Prüfungen erfolgten durch Personal und mit Geräten unseres nach DIN EN ISO / IEC 17 025 akkreditierten Labors in Augsburg.



## 2 Prüfungsdurchführung

### 2.1 Frost-Tau-Wechsel

Die Bestimmung der Widerstandsfähigkeit gegen Frost-Tau-Wechsel mit Tausalz erfolgte nach DIN EN 1338 - Pflastersteine aus Beton Anhang D - an drei Teilproben im Alter von vier Wochen.

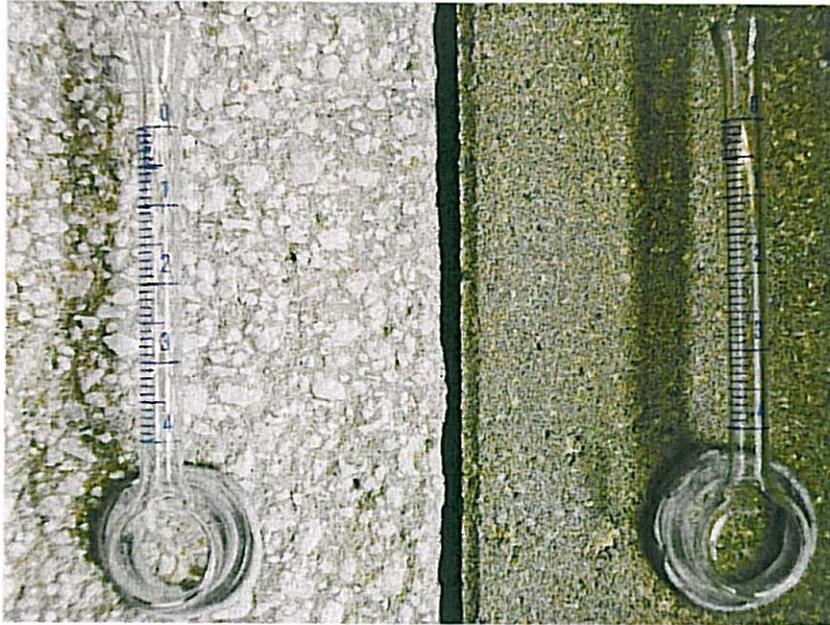
### 2.2 Verschleißverhalten

Zur Bestimmung des Verschleißverhaltens wurden aus drei Pflastersteinen Proben mit einer quadratischen Grundfläche von 7,1 cm ausgesägt. Im Alter von vier Wochen erfolgte die Bestimmung des Schleifverschleißes nach DIN EN 1338 Anhang H mit der Schleifscheibe nach Böhme.

### 2.3 Wasseraufnahme

Für die Prüfung der einseitigen Wasseraufnahme wurden zwei oberflächenkristallisierte und zwei Pflastersteine mit herkömmlicher Vorsatzschicht bei einer Temperatur von 60 °C für 24 Stunden getrocknet. Danach wurden auf die trockenen Oberflächen der Nutzfläche der Steine sog. Wassereindringtiefer nach Prof. Dr.-Ing. Karsten mit dauerelastischem Kitt aufgebracht. Nach Befüllen der Messgeräte mit Wasser wurde in verschiedenen Zeitabständen die aufgenommene Wassermenge notiert.





Prüfung der Wasseraufnahme an einem oberflächekristallisierten Pflasterstein und einem Pflasterstein mit herkömmlicher Vorsatzschicht.

Die Bestimmung der kapillaren Wasseraufnahme erfolgte nach DIN EN 13 748-2. Dieses Prüfverfahren dient zur Bestimmung der flächenbezogenen Wasseraufnahme unter Atmosphärendruck. Dabei werden die Seitenflächen der Proben versiegelt, damit sie wasserundurchlässig werden. Innerhalb 24 Stunden erfolgt dann die flächenbezogene kapillare Wasseraufnahme über die Oberfläche (Saugfläche) der Probe.

Zur Beurteilung des Abtrockenverhaltens nach Regen wurden oberflächekristallisierte Pflastersteine und die beiden Pflastersteine mit herkömmlicher Vorsatzschicht mit der Nutzfläche nach unten in ein Wasserbad mit einer Wasserhöhe von 4 mm gelegt. Das durch die Wasseraufnahme bewirkte Absinken des Wasserspiegels wurde durch Nachfüllen von Wasser ausgeglichen, so dass die Eintauchhöhe konstant gehalten werden konnte. Nach 90 Minuten wurden die Pflastersteine dem Wasserbad entnommen und an der Raumluft senkrecht stehend gelagert.

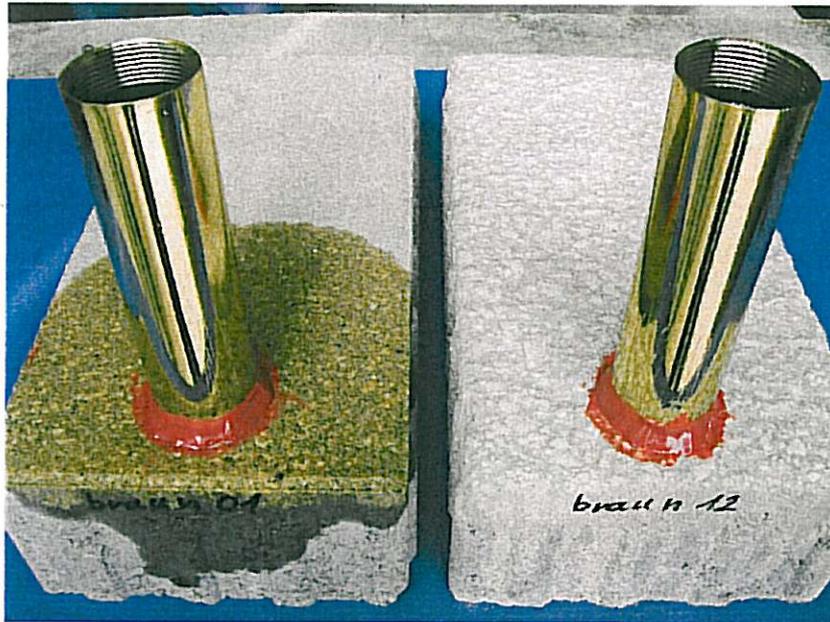
Nach einem Zeitraum von drei Minuten wurden die Pflastersteine wieder waagrecht gelagert und die Oberflächen wurden optisch auf das Abtrocknenverhalten beurteilt. Als Kriterium wurde hierfür ein mattfeuchter Zustand der Oberfläche und ein optisch als trocken zu beurteilender Zustand der Oberfläche gewählt.

## 2.4 Eindringtiefe Dieselkraftstoff

Zur Beurteilung des Widerstands von eindringenden Stoffen wurde auch die Eindringtiefe von Dieselkraftstoff geprüft. Hierzu wurden mittels eines ölbeständigen zweikomponentigen Klebers Messingrohre auf einen oberflächenkristallisierten Pflasterstein und einen Pflasterstein mit herkömmlicher Vorsatzschicht aufgeklebt. Zur Verbesserung der Abdichtwirkung wurde dabei eine ca. 5 mm breite Hohlkehle um das Messingrohr ausgebildet. Nach Aushärten des Klebers wurden beide Rohre zu einer Höhe von 11 cm mit Dieselkraftstoff befüllt. Nach 24 Stunden wurden die Messingrohre wieder abgenommen. Die Pflastersteine wurden an der Unterseite mittig unter der Versuchsfläche bis zu etwa 2/3 ihrer Dicke durch einen Sägeschnitt mit einer Diamantsäge geschwächt. Danach wurden die Pflastersteine in der verlängerten Schnittzone gebrochen.

Die sichtbare Verteilung des Dieselkraftstoffs im Betongefüge wurde an der Bruchfläche beurteilt und vermessen und der Zustand durch Fotos dokumentiert.





Prüfung der Eindringtiefe von Dieselkraftstoff.



## 3 Prüfergebnisse

### 3.1 Widerstandsfähigkeit gegen Frost-Tau-Wechsel mit Tausalz

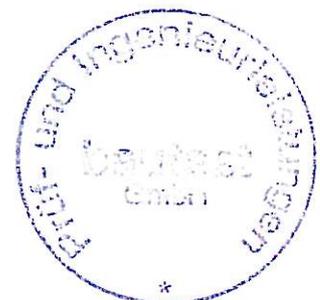
Kennzeichen der Proben	Herstell- tag	Alter der Proben bei Beginn der Prüfung	Prüf- fläche [mm <sup>2</sup> ]	Massenverlust nach 28 Frost-Tau-Wechsel		
				Gesamt- menge [mg]	Massen- verlust [kg/m <sup>2</sup> ]	Mittelwert [kg/m <sup>2</sup> ]
braun 9	04.09.2007	28 Tage	13300	1950	0,15	0,19
braun 10	04.09.2007	28 Tage	13395	2630	0,20	
braun 11	04.09.2007	28 Tage	13959	2930	0,21	

Pflastersteine aus Beton nach DIN EN 1338 Kennzeichnung D dürfen nach der Prüfung nach Anhang D der DIN EN 1338 im Mittel keinen größeren Masseverlust nach der Frost-Tausalz-Prüfung als 1,0 kg/m<sup>2</sup> aufweisen. Einzelwerte müssen dabei Massenverluste von < 1,5 kg/m<sup>2</sup> haben. Diese Anforderung wurde von den oberflächenkristallisierten Steinen mit einer sehr hohen Sicherheitsreserve erfüllt.

### 3.2 Schleifverschleiß nach Böhme

Der Volumenverlust nach 16 Perioden wurde an den drei Proben wie folgt ermittelt:

- Probe 1: 10 200 mm<sup>3</sup> bezogen auf 5000 mm<sup>2</sup>
- Probe 2: 11 700 mm<sup>3</sup> bezogen auf 5000 mm<sup>2</sup>
- Probe 3: 9 000 mm<sup>3</sup> bezogen auf 5000 mm<sup>2</sup>.



In DIN EN 1338 werden drei Klassen für den Abriebwiderstand aufgeführt. Die höchste Klasse - 4 Kennzeichnung I - fordert einen Schleifverschleiß nach Böhme von  $\leq 18\ 000\ \text{mm}^3$  pro  $5000\ \text{mm}^2$ . Der an den oberflächenkristallisierten Pflastersteinen ermittelte Schleifverschleiß liegt sehr deutlich unter diesem Wert, so dass eine Eingruppierung in die höchste Abriebwiderstandsklasse 4 nach DIN EN 1338 mit einer ausreichend hohen Sicherheitsreserve erfolgen kann.

### 3.3 Wasseraufnahme nach Karsten

Wasseraufnahme nach Karsten [ml]	Pflastersteine mit herkömmlicher Vorsatzschicht	oberflächenkristallisierte Pflastersteine
nach 5 Minuten	1,40	0,00
nach 10 Minuten	1,90	0,05
nach 20 Minuten	2,35	0,05
nach 30 Minuten	2,70	0,10
nach 1 Stunde	3,70	0,10
nach 2 Stunden	5,10	0,10
nach 3 Stunden	6,00	0,15
nach 4 Stunden	7,00	0,15
nach 5 Stunden	7,10	0,20
nach 6 Stunden	8,60	0,20
nach 6 Stunden 45 Minuten	9,00	0,20



Wie aus den Messwerten zu ersehen ist, weisen die oberflächenkristallisierten Pflastersteine eine wesentlich geringere Wasseraufnahme als die Vergleichsproben mit herkömmlicher Vorsatzschicht auf.

### 3.4 Kapillare Wasseraufnahme nach DIN EN 13 748

Die kapillare Wasseraufnahme nach DIN EN 13 748 wurde an den oberflächenkristallisierten Pflastersteinen mit im Mittel  $0,31 \text{ g/cm}^2$  und bei den Pflastersteinen mit herkömmlicher Vorsatzschicht mit im Mittel  $1,07 \text{ g/cm}^2$  ermittelt.

### 3.5 Abtrockenverhalten

Pflasterstein	Zeit bis zum Erreichen einer mattfeuchten Oberfläche	Zeit bis zum Erreichen eines optisch trocken wirkenden Zustands
mit Oberflächenkristallisierung	15 Minuten	35 Minuten
herkömmliche Vorsatzschicht	5 Minuten	6,5 Stunden

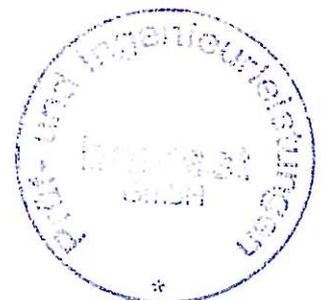


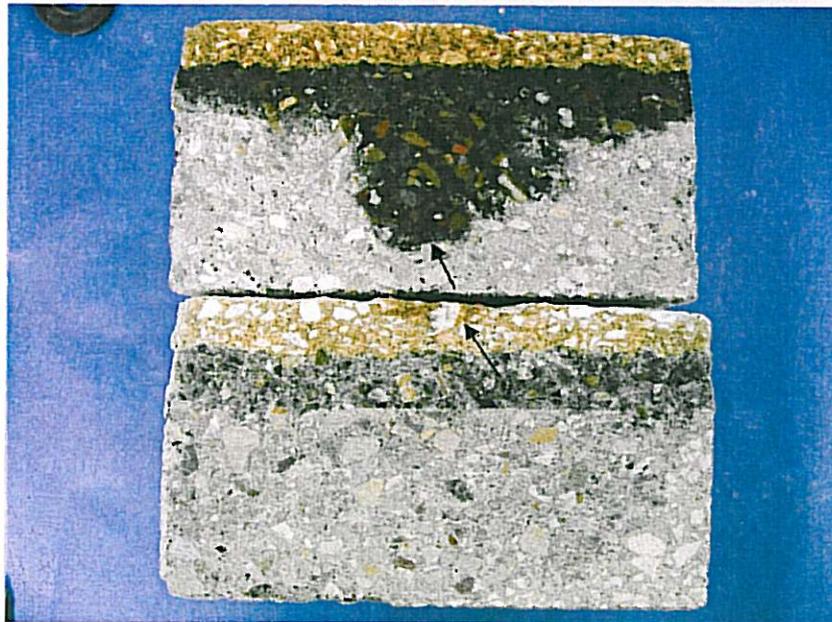
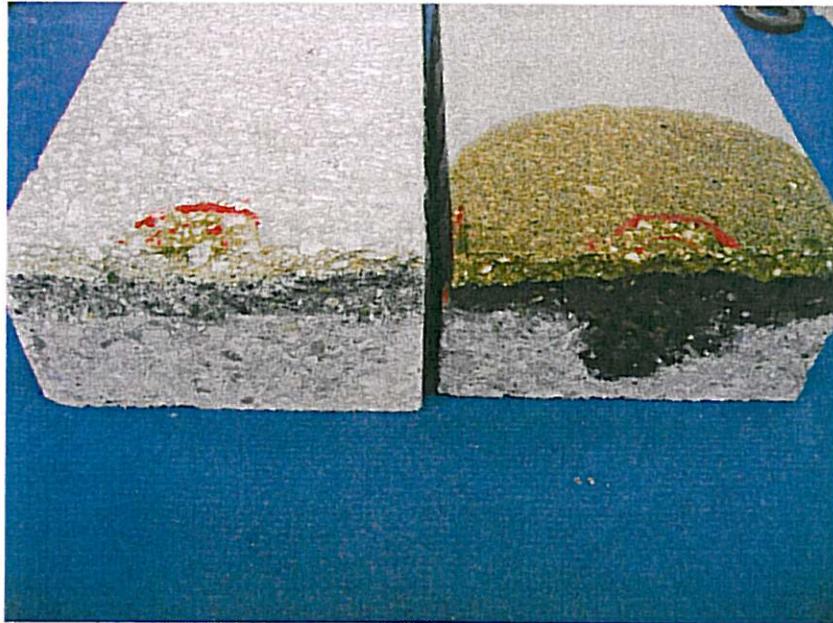


Bereits nach 35 Minuten war die Oberfläche der oberflächenkristallisierten Pflastersteine abgetrocknet. Der gleiche Zustand wurde bei den Pflastersteinen mit herkömmlicher Vorsatzschicht nach 6,5 Stunden erreicht.

### 3.6 Eindringen von Dieselkraftstoff

Eine Stunde nach Einfüllen des Dieselkraftstoffs verfärbte sich außerhalb des Abdichtrings aus Epoxidharz die Oberfläche der Vorsatzschicht dunkel. Mit zunehmender Zeit nahm die Dunkelverfärbung der Oberfläche deutlich zu. Bei den oberflächenkristallisierten Pflastersteinen war bis zum Abbruch des Versuchs nach 24 Stunden keine Dunkelverfärbung außerhalb des Dichtrings festzustellen. Die nach dem Spalten der Pflastersteine mit dem Auge sichtbare Eindringtiefe des Dieselkraftstoffs wurde bei dem Pflasterstein mit herkömmlicher Vorsatzschicht mit 69 mm und bei dem oberflächenkristallisierten Pflasterstein mit 8 mm gemessen.





Sichtbare Eindringtiefe von Dieselkraftstoff nach 24 Stunden Beaufschlagung.

## 4 Zusammenfassung

Die im Vorhergehenden dargestellten Ergebnisse zeigen, dass die oberflächenkristallisierten Pflastersteine die Anforderungen der DIN EN 1338 an den Abrieb und die Widerstandsfähigkeit gegen Frost-Tau-Wechsel mit Tausalz mit einer ausreichend hohen Sicherheitsreserve erfüllen. Weiterhin wurde festgestellt, dass das Eindringen von Flüssigkeiten, wie Wasser oder Dieselmotorkraftstoff, bei den oberflächenkristallisierten Pflastersteinen sehr deutlich niedriger ist als bei den zum Vergleich verwendeten Pflastersteinen mit herkömmlicher Vorsatzschicht.

Augsburg, 16. November 2007

