



Fotos: VofB

Abbildung 1: Anthrazitfarbenes Betonpflaster kann empfindlich auf Fugenmaterial reagieren.

# Pflasterfärbung durch Fugenmaterial, Teil II

Kernaussagen des Forschungsvorhabens der Materialprüfungs- und Versuchsanstalt Neuwied zu Verfärbungen an Betonpflastersteinen.

DR. RER. NAT. KARL-UWE VOSS

Verfärbungen von Pflasterdecken durch die eingesetzten Fugenmaterialien stellen zwar grundsätzlich kein neues Phänomen dar, doch hat die Menge entsprechender Reklamationen in den letzten Jahren deutlich zugenommen [L 7] und [L 3]. Wegen der zunehmenden Häufigkeit von Reklamationen aufgrund von durch Fugenmaterialien verursachten Verfärbungen an Pflasterdecken wurde im Jahr 2017 in der MPVA Neuwied GmbH ein Forschungsvorhaben gestartet, bei dem die MPVA Neuwied GmbH durch 22 Firmen und den Betonverband Straße, Landschaft, Garten e.V. (SLG) finanziell, materiell und fachlich unterstützt wurde.

Das Ziel dieses Forschungsvorhabens bestand darin, die Verfärbungsgefahr durch die eingesetzten Fugenmaterialien zu ermitteln und Maßnahmen zur Reduzierung der Verfärbungen abzuleiten. Über

„Die Gefahr für die Entstehung von Verfärbungen ist deutlich geringer, wenn hellere oder nuancierte Betonpflastersteine zur Anwendung kommen.“

die Ergebnisse des ersten Teils des Forschungsvorhabens wurde in [L 7] berichtet. Im Rahmen der weitergehenden Untersuchungen sollten darüber hinaus die nachfolgenden Punkte geklärt werden:

- Wie ist die Verfärbungsneigung von unterschiedlichen Fugenmaterialien (Schlacken bzw. Schmelzkammergranulate, gebrochene Kiese, Splitte, Brechsande und ungebrochene Sande) zu bewerten?
- Hat die Art der Pflastersteinoberfläche einen Einfluss auf die Verfärbungsneigung der Produkte?
- Mit welchen Maßnahmen ist die Entstehung der Verfärbungen – soweit möglich – zu vermeiden?
- Können die Verfärbungen durch eine sachgerechte Bauabschlussreinigung beseitigt werden?



## Untersuchungsprogramm

Die Untersuchungen zur Bewertung der Verfärbungsneigung von Fugenmaterialien und zur Festlegung einer sachgerechten Bauabschlussreinigung erfolgten im ersten Schritt exemplarisch an einem anthrazitfarbenen Betonpflastersteintyp (Abbildung 2) und mit den nachfolgend genannten, handelsüblichen (am Markt als Standardware erhältlichen) Fugenmaterialien:

- 6 Schlacken und Schmelzkammergranulate,
- 6 gebrochene Kiese und Splitte,
- 2 Brechsande (ergänzend zu den Brechsanden aus dem ersten Teil des Forschungsvorhabens) und
- 14 ungebrochene Sande.

Zur Reinigung der mit den Fugenmaterialien verfärbten Betonpflastersteine kamen die nachfolgend aufgeführten Verfahren zum Einsatz:

- Trockenreinigung mit einem Besen.
- Nassreinigung mit einer Bürste.
- Intensive Nassreinigung mit einer Wurzelholzbürste.

Abschließend wurden Testflächen (ca. 1 m x 1 m) erstellt und mit einem hinsichtlich der Verfärbungsneigung kritischen Fugenmaterial verfügt. Die Reinigung dieser Testflächen erfolgte zuerst trocken mit einem Besen, dann nass mit einem Besen und abschließend mit einem Niederdruck-Flächenreiner (Abbildung 6).

„Die Gefahr für die Bildung von Verfärbungen war durch die Verwendung von Schlacken oder Schmelzkammergranulaten deutlich zu reduzieren.“



Abbildung 2: Verwendeter Betonpflastersteintyp.

**bauma**

Freigelände FS. 1307  
Halle B1.425

**EINFACH. SCHNELL. VERLEGEN.**

[www.probst-handling.de](http://www.probst-handling.de)



**probst**  
handling equipment





**Abbildung 3:** Aufhellung der mit Fugenmaterial beaufschlagten Pflastersteinoberfläche nach der Reinigung durch trockenes Abfegen mit einem Besen (rechte Bildhälfte).



**Abbildung 4:** Oben: trockenes Einfegen, unten: nasses Einschlämmen.

### Voruntersuchungen an den Fugenmaterialien

Im Rahmen von Voruntersuchungen an den Fugenmaterialien wurde die Korngrößenverteilung der Fugenmaterialien inklusive der Anteile an abschlämmbaren Bestandteilen (Anteile < 0,063 mm) bestimmt. Hierbei wurde festgestellt, dass die Gehalte an abschlämmbaren Bestandteilen bei den verwendeten Fugenmaterialien zwischen 0,0 M.-% und 13,6 M.-% lagen, wobei die meisten Materialien die Anforderungen der TL Pflaster-StB an die Feinteilgehalte (Sollwert zwischen 2 und 9 M.-%) erfüllten.

### Untersuchungen an Einzelsteinen

Zur Beantwortung der Frage nach der Verfärbungsneigung der Fugenmaterialien und den Reinigungsmöglichkeiten der Pflastersteine wurden die Fugenmaterialien nass in die Oberfläche der Untersuchungsproben eingearbeitet. Die Produktoberflächen wurden am nächsten Tag wie nachstehend beschrieben gereinigt:



### Der Autor

**DR. RER. NAT.  
KARL-UWE VOSS,**  
Geschäftsführer  
und Institutsleiter  
Materialprüfungs-  
und Versuchsanstalt  
Neuwied  
Tel.: 02631/39 93 23  
E-Mail: voss@mpva.  
de

- 1 Trockenes Abfegen.
- 2 Nasses Abbürsten mit einer Bürste.
- 3 Intensives nasses Abbürsten mit einer Wurzelholzbürste.

Nach Abschluss der Reinigung und dem anschließenden Abtrocknen der Produkte erfolgte die Bestimmung der Farbveränderung im Vergleich zu sauberen Referenzproben.

Die Erfassung der Farbveränderung erfolgte sowohl nach Augenschein als auch mit dem Farbmessgerät PCE-TCR 200 des Herstellers PCE-Instruments. Die wesentlichen Ergebnisse der Untersuchungen werden nachfolgend wiedergegeben:

- Die geringste Verfärbungsneigung wurde bei Verwendung von Schlacken und Schmelzkammergranulaten vorgefunden. Die stärkste Verfärbungsneigung wiesen die gebrochenen Materialien auf.



## PMMA für Ingenieur- bauwerke

- 8°C war gestern!
- Stand der Technik:  
verarbeitbar bis -5°C
- ZTV-ING, Teil 7 Abs.1
- TL/ TP-BEL-B, Teil 1



- Im Rahmen der Untersuchungen zeigte sich, dass auch bei Verwendung von Fugenmaterialien mit sehr geringen Mengen an Feianteilen (< 2 M.-%) zum Teil sehr intensive Verfärbungen der Produktoberflächen auftraten. Somit ist festzustellen, dass allein eine Begrenzung der Feianteile der Fugenmaterialien nicht geeignet ist, um die Entstehung von Verfärbungen durch Fugenmaterialien zu verhindern.
- Die Reinigung der Betonprodukte lediglich durch trockenes Abfegen mit einem Besen ist nicht geeignet, um einen akzeptablen Reinigungserfolg zu erzielen. Die linke Steinhälfte aus Abbildung 3 zeigt eine nicht verschmutzte Referenzfläche. Bei der rechten Steinhälfte handelt es sich um die mit einem Fugenmaterial beaufschlagte und anschließend durch trockenes Abfegen mit einem Besen gereinigte Teilfläche.
- Wurden die Produktoberflächen nach dem Aufbringen des Fugenmaterials nass mit einer Wurzelholzbürste gereinigt, war das Reinigungsergebnis deutlich besser als bei der Trockenreinigung.
- Die Art der Pflastersteinoberfläche (rau oder glatt) hat keinen signifikanten Einfluss auf die Verfärbungsneigung der Produkte.

### Bewertung der Reinigungsfähigkeit und des Reinigungszeitpunktes

Im Rahmen dieser Untersuchungen wurden vier Musterflächen (ca. 1 m x 1 m) unter Verwendung anthrazitfarbener Betonpflastersteine erstellt und wie nachfolgend beschrieben bearbeitet:

- Verlegung der Betonpflastersteine auf einer Bettung, bestehend aus einem Brechsand-/Splitt-Gemisch 0/5 mm.
- Trockenes Einfügen eines Fugenmaterials mit einer hohen Verfärbungsneigung (das obere Foto in Abbildung 4 zeigt die Pflasterfläche nach dem trockenen Einfügen), Reinigen je nach Testfläche durch trockenes Abfegen nach 1 Stunde, 4 Stunden, 24 Stunden bzw. 3 Tagen und Abrütteln der Testflächen.
- Nasses Einschlämmen des Fugenmaterials (das untere Foto in Abbildung 4 zeigt die Pflasterfläche nach dem

„Die Befürchtung, dass das Fugenmaterial bei der Reinigung mit einem Niederdruck-Flächenreiniger in erheblichem Umfang aus der Fuge ausgespült wird, wurde nicht bestätigt.“

nassen Einschlämmen), Reinigen je nach Testfläche durch trockenes Abfegen nach 1 Stunde, 4 Stunden, 24 Stunden bzw. 3 Tagen und nochmaliges Abrütteln der Testflächen.

- Die Erfassung der Verfärbung der Pflasterflächen erfolgte durch Farbmessungen mit einem Farbmessgerät (das obere Foto in Abbildung 4 zeigt die Pflasterfläche nach der trockenen Reinigung).
- Nasse Reinigung der Testfläche mit einem Besen, wobei das Wasser in eine Vorzugrichtung abgeführt wurde. Anschließend wurde die Pflasterdecke mit einem Gummiabzieher von aufstehendem Wasser befreit und die Verfärbung der Pflasterfläche nach dem Abtrocknen durch Farbmessungen mit dem genannten Farbmessgerät bestimmt (das untere Foto aus Abbildung 5 zeigt die Pflasterfläche nach der nassen Reinigung).
- Reinigung der Pflasterdecke mit einem Niederdruck-Flächenreiniger (Abbildung 6) bei einem Wasserdruck von ca. 100 bar und Beurteilung der Verfärbung der Pflasterfläche nach dem Abtrocknen durch Farbmessung mit dem genannten Farbmessgerät.

Zur Beantwortung der Frage, ob das Fugenmaterial durch die Reinigung mit dem Niederdruck-Flächenreiniger aus der Fuge ausgespült wird, wurde der Abstand

Bundesweit  
erreichbar!



LIEBER EINMAL  
ANGEFRAGT ALS  
EWIG GESUCHT!

Mit einer einzigen Online-Anfrage über das **Lichtungsauskunftsport**al der Infrest erreichen Sie bundesweit die angebotenen Versorgungsunternehmen und Behörden, die für Ihr Baugelbietet zuständig sind.

Lichtungsanfrage versenden  
unter [www.infrest.de](http://www.infrest.de)



# Pflastertechnik



Abbildung 5: Oben: Verfärbung nach der trockenen Reinigung, unten: Verfärbung nach der nassen Reinigung.



Abbildung 6: Oben: Reinigung mit einem Niederdruck-Flächenreiniger, unten: Verfärbung nach der Reinigung..

zwischen der Unterkante der Fase und der Oberkante der Fugenfüllung an zwölf Messstellen der Untersuchungsflächen durch Ausmessen bestimmt (Abbildung 7). Bei den vier Untersuchungsflächen wurde ein mittlerer Abstand zwischen der Unterkante der Fase und der Oberkante der Fugenfüllung von 5 bis 6 mm ermittelt.

Wie Abbildung 7 zeigt, war kein signifikantes Ausspülen des Fugenmaterials im Rahmen der Reinigung mit dem Niederdruck-Flächenreiniger feststellbar.

### Zusammenfassung

Heutzutage in der Praxis verwendete Fugenmaterialien führen häufig zu deutlichen Verfärbungen an Betonpflastersteinen. Die Gefahr für die Entstehung von Verfärbungen ist dabei deutlich geringer, wenn hellere oder nuancierte Betonpflastersteine zur Anwendung kommen. Ein Zusammenhang zwi-

„Es zeigte sich, dass die Bauabschlussreinigung so früh wie möglich erfolgen sollte.“

schen der Qualität und der Oberflächenstruktur der Pflastersteine und dem Anschmutzungsverhalten wurde nicht vorgefunden.

Die Gefahr für die Bildung von Verfärbungen war durch die Verwendung von Schlacken oder Schmelzkammergranulaten deutlich zu reduzieren, allerdings ist vor deren Verwendung zu prüfen, ob ein Nachweis der Umweltverträglichkeit für diese Fugenmaterialien vorliegt und ob diese Materialien nach TL Pflaster-StB geeignet für den Verwendungszweck sind.

Die durchgeführten Reinigungsversuche zeigen, dass durch kritische Fugenmaterialien verursachte Verfärbungen selbst bei Pflasterdecken aus anthrazitfarbenen Pflastersteinen durch eine frühzeitige nasse Bauabschlussreinigung beseitigt werden können. Ein noch besserer Reinigungserfolg war durch Verwendung eines Niederdruck-Flächenreinigers (bei einem Wasserdruck von ca. 100 bar) zu erzielen. Die Befürchtung, dass das Fugenmaterial bei der Reinigung mit einem Niederdruck-Flächenreiniger in erheblichem Umfang aus der Fuge ausgespült wird, wurde nicht bestätigt. Weiterhin zeigte sich, dass die Bauabschlussreinigung so früh wie möglich erfolgen sollte.

Verbleibt das Fugenmaterial über längere Zeit auf dem Pflasterbelag, steigt das Risiko für die Entstehung von bleibenden Verfärbungen signifikant an. Verbleibt das Fugenmaterial sogar mehrere Wochen oder gar Monate auf der Pflasterdecke, können derart hartnäckige Verfärbungen entstehen, dass diese selbst unter Verwendung eines Nieder Hochdruckreinigers nicht mehr vollständig zu entfernen sind.

Abschließend ist festzustellen, dass selbst bei Pflasterdecken, bei denen hinsichtlich der Verfärbungsneigung ungünstige Kombinationen (kritische Fugenmaterialien und anthrazitfarbene Pflaster-

Made in Germany

**Optimas**

BAUMA 2019: Freigeblinde FS 1206/2

viel schaffen statt viel schuften!

**Optimas T22**  
Pflasterverlegemaschine

Der optimale Einstieg in die maschinelle Pflasterverlegung für alle, die mit neuer & günstiger Technik arbeiten möchten! Ideal auch für den GaLabauer.

Telefon 044 98 924 20 [optimas.de](http://optimas.de)



Abbildung 7: Fugenfüllung nach der Reinigung mit einem Niederdruck-Flächenreiniger.

steine) zur Anwendung kommen, signifikante Verfärbungen nahezu vollständig zu vermeiden sind, wenn eine frühzeitige und nasse Bauabschlussreinigung erfolgt. Die Bauabschlussreinigung sollte spätestens nach drei Tagen erfolgen. ■

» Web-Wegweiser:  
[www.mpva.d2](http://www.mpva.d2)

### LITERATUR

- [L 1] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (2006): Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Pflasterdecken, Plattenbelägen und Einfassungen (ZTV Pflaster-StB 06), FGSV Verlag, Köln.
- [L 2] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (2015): Technische Lieferbedingungen für Bauprodukte zur Herstellung von Pflasterdecken, Plattenbelägen und Einfassungen (TL Pflaster-StB 06/15), FGSV Verlag, Köln.
- [L 3] Dr. Voß, Karl-Uwe: Schäden an Flächenbefestigungen aus Betonpflaster – Teil 1: Ausblühungen, Kantenabplatzungen und Verfärbungen. 1. Auflage. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, 2017.
- [L 4] Dr. Voß, Karl-Uwe (03-2010): Verfärbungen auf Flächenbefestigungen aus Beton. Betonwerk + Fertigteil-Technik BFT International, Bauverlag BV GmbH, Gütersloh.
- [L 5] Dr. Voß, Karl-Uwe (11-2016): Verfärbung von Steinoberflächen – Fallbeispiele und deren Bewertung. Betonwerk + Fertigteil-Technik BFT International, Bauverlag BV GmbH, Gütersloh.
- [L 6] Dr. Voß, Karl-Uwe (06-2018): Verfärbungen an Betonpflastersteinen durch Fugenmaterialien - Kernaussagen aus den Ergebnissen eines Forschungsvorhabens. Der Bausachverständige, Bundesverband öffentlich bestellter und vereidigter sowie qualifizierter Sachverständiger e.V., Berlin.
- [L 7] Dr. Voß, Karl-Uwe (10-2018): Pflasterfärbung durch Fugenmaterial untersucht – Kernergebnisse der Forschung zu Verfärbungen an Betonsteinen durch Fugenmaterialien der Materialprüfungs- und Versuchsanstalt Neuwied. Straßen- und Tiefbau 5/2018, Giesel Verlag GmbH, Hannover.

**DIE WAHRSCHEINLICH  
FORTSCHRITTLICHSTE  
TECHNOLOGIE  
DER WELT.**

Powered by Innovation

Doosan bietet Ihnen heute schon  
Baumaschinen-Technologie von morgen.  
Erleben Sie unsere neuesten Entwicklungen  
– inklusive des revolutionären, auf  
neuester 5G-Mobiltechnologie basierenden  
Fernsteuerungssystems für Baumaschinen.

Besuchen Sie uns vom 8. – 14. April  
auf der Bauma 2019, Stand FM.F5/517.

[www.doosanequipment.eu](http://www.doosanequipment.eu)

**DOOSAN**