

Verfärbung von Steinoberflächen durch Fugenmaterialien

■ **Karl-Uwe Voß** | Verfärbung 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.

In der Vergangenheit stellten sich diese Verfärbungen üblicherweise als bräunliche Verfärbungen dar, wenn Fugenmaterialien mit mobilisierbaren Eisenanteilen eingesetzt wurden (Bild 1).

Heute treten durch Fugenmaterialien verursachte Verfärbungen eher als eine Art Aufhellung der Pflastersteine auf, so dass diese Verfärbungen nicht selten mit Ausblühungen verwechselt werden [L 1], [L 3], [L 4] und [L 5].

Ursächlich sind derartige Verfärbungen unter anderem darauf zurückzuführen, dass heutzutage zumindest bei befahrenen Pflasterdecken zwingend gebrochene Fugenmaterialien zu verwenden sind. Diese neigen zum Verkralen in den Steinoberflächen und führen so zu den beschriebenen Verfärbungen und in der Folge zu Reklamationen (Bild 2). Im Ergebnis müssen Ausführende der resul-

tierenden Optik von Pflasterdecken deutlich mehr Aufmerksamkeit schenken als in der Vergangenheit. Dies ist umso wichtiger, da die Produktkataloge der Steinproduzenten häufig den Eindruck vermitteln, dass die Pflasterdecken ein völlig einheitliches Erscheinungsbild aufweisen. Somit verwundert es auch nicht, dass Kunden heute eine annähernd vollständige Farbgleichheit der Produkte sowie der daraus hergestellten Pflasterdecken erwarten.

Ganz im Gegensatz dazu ist in der Praxis festzustellen, dass gewisse Farbunterschiede allein aufgrund der technisch unvermeidbaren Schwankungen der Farbe und Zusammensetzung der Ausgangsstoffe der Produkte und der Produktionsbedingungen selbst bei noch nicht verlegten Produkten nicht völlig zu vermeiden sind (siehe Abschnitt 7.1 aus [L 1]).

In bestehenden Pflasterdecken kommt noch hinzu, dass die in der Pflasterdecke enthaltenen Pflastersteine normalerweise allein durch deren Alterung und Nutzung gewisse Farbveränderungen erfahren (siehe Abschnitt 6.4 aus [L 1]). Aufgrund der großen Reklamationshäufigkeit sollen im nachfolgenden Artikel unterschiedliche Verfärbungsursachen beschrieben werden. Anschließend wird detailliert auf Verfärbungen eingegangen werden, die ursächlich auf die eingesetzten Fugenmaterialien zurückzuführen sind. Treten deutliche Verfärbungen oder Aufhellungen an den Produkten in Pflasterdecken auf, dann besteht eine Hauptaufgabe des Sachverständigen darin, zu prüfen, was ursächlich für die Entstehung der Verfärbungen ist. Erfahrungsgemäß resultieren Verfärbungen von Pflasterprodukten aus der Bildung von Ausblühungen, der Verschmutzung



1. Verfärbung einer Steinoberfläche durch die Verwendung eines Fugensandes mit mobilisierbaren Eisenanteilen. Fotos: Voß

2. Verfärbung einer Steinoberfläche durch den als Fugenmaterial eingesetzten Brechsand.





3. Verfärbungen an einer Pflasterdecke aufgrund vorliegender Ausblühungen.

der Pflasterdecke durch Fremdstoffe oder durch die eingesetzten Fugenmaterialien. Ausblühungen sind durch erfahrene Sachverständige nicht selten bereits optisch unter Zuhilfenahme einfachster Vortests in gewissen Grenzen von den Verschmutzungen abzugrenzen (Bild 3).

Anmerkung: In Abschnitt 6 aus [L 1] wird ausführlich auf die Entstehungsursachen und die gutachterliche Bewertung von Ausblühungen auf Betonpflastersteinen eingegangen.

Neben der Lokalisierung der Ausblühungen auf den einzelnen Pflastersteinen kann im Besonderen die Verteilung der Verfärbungen zur Abgrenzung zwischen „Verschmutzungen“ und Ausblühungen beitragen. Zeigt es sich vor Ort, dass die Verfärbungen über die Stein- oder Plattenkanten hinausgehen, wie das in Bild 4 dargestellt ist, dann ist mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit auszuschließen, dass übliche carbonathaltige Ausblühungen verantwortlich für diese Verfärbungen sind.

Deutlich schwieriger ist die Unterscheidung der unterschiedlichen Verschmutzungsarten (Fugenmaterialien oder andersartige Fremdstoffe). Beispielhaft zeigt das nachfolgende Bild 5 Verfärbungen, die durch die Einwirkung von Fugenmaterialien verursacht wurden.

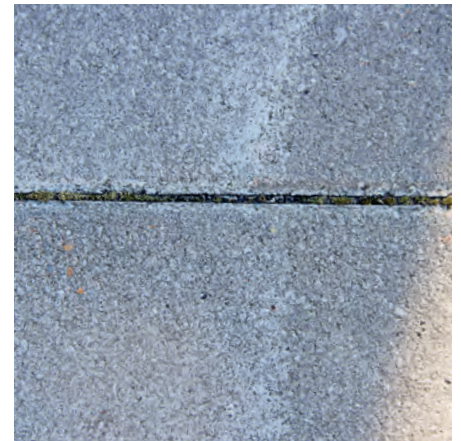
Daneben können Verfärbungen durch Fremdstoffe wie beispielsweise Putz- und Mörtelreste, Schneidschlämmen, Grünbeläge, Düngerreste, Schmutz oder Moosentferner oder seitlich anstehenden Boden verursacht werden (Bild 6).

Solange wie diese Verfärbungen frisch sind, lässt sich deren Entstehungsursache normalerweise noch gut erkennen. Je länger diese verschmutzten Pflasterdecken genutzt werden, desto schwieriger sind aber die Identifizierung der tatsächlichen Verfärbungsursache und damit auch die Bewertung der Verantwortlichkeit.

Sofern die rein optische Ansprache der Pflasterdecke bzw. der Verfärbungen eine sachgerechte Beantwortung der Frage nach der Verfärbungsursache nicht ermöglicht, sind weitergehende Untersuchungen zur Nachweisführung erforderlich. Hierbei kommen unter anderem die nachfolgenden Untersuchungsmethoden zur Anwendung:

- Durchführung eines einfachen Salzsäuretest idealerweise unter einem Digitalmikroskop;
- Digital- und dünnstufmikroskopische Untersuchung der Verfärbungsbereiche der Produkte;
- Röntgenbeugungsanalyse der Verfärbungen;
- Rasterelektronenmikroskopische Untersuchung der verfärbten Bereiche in Verbindung mit einer EDX-Analyse der Verfärbungen.

Anmerkung: Das Problem des Salzsäuretests besteht darin, dass bereits geringe Mengen an Carbonaten zu einem deutlichen Aufschäumen bei der Salzsäurezugabe führen, weshalb es sich bei diesem Test nur um einen orientierenden Vortest, nicht aber um eine sachgerechte Nachweisführung handelt. Anmerkung: Konkrete Hinweise zur Anwendung dieser Untersuchungsmethoden sind Abschnitt 6 aus [L 1] zu entnehmen.



4. Verfärbungen, die über die Stein- beziehungsweise Plattenkanten hinweggehen.

Im Rahmen der Beurteilung der Verantwortlichkeit für die Entstehung von Verfärbungen hat der Sachverständige abschließend auch zu prüfen, ob der Nutzer die Pflasterdecke in angemessener Art und Weise gereinigt hat. Verschmutzungen, die lange auf den betreffenden Produkten verbleiben, führen selbst bei oberflächenvergüteten Produkten häufig zu deutlichen Verfärbungen, die sich mit üblichen Reinigern nicht mehr entfernen lassen (siehe Abschnitt 5 aus [L 2]).

Auch hochwertige Produkte müssen zeitnah nach der Aufbringung von Verschmutzungen gereinigt werden. Während sich Verschmutzungen bei diesen Produkten kurz nach dem Schmutzeintrag häufig noch vollständig und schnell beseitigen lassen, verbleiben bei langen Einwirkzeiten auch bei diesen Produkten nicht selten dauerhafte Verfärbungen, die nur unter Verwendung aggressiver Spezialreiniger wieder zu entfernen sind.

Verfärbungen durch Fugenmaterialien

Aufgrund der immer weiter steigenden Häufigkeit von Reklamationen aufgrund von durch Fugenmaterialien verursachten Verfärbungen an Pflasterdecken wurde im Jahr 2017 in der MPVA Neuwied GmbH ein Forschungsvorhaben gestartet. Bei diesem Forschungsvorhaben bestand das Ziel darin, die Verfärbungsgefahr durch die eingesetzten Fugenmaterialien zu ermitteln. Im Rahmen dieser Untersuchungen wurden die nachfolgend aufgeführten wesentlichen Erkenntnisse gewonnen:

Bei dunklen Pflastersteinen wurden (unabhängig von der Farbe des aufgetragenen Fugenmaterials) mit wenigen Ausnahmen deutliche Aufhellungen der Steinoberflächen durch das Einschlämmen der Fugenmaterialien festgestellt (s. Bild 7). Ursächlich ist die Aufhellung der Pflastersteine auf die Verkrallung der Feinanteile der Fugenmaterialien in den Steinoberflächen zurück zu führen; Dunkle Pflastersteine sind hinsichtlich der Ausprägung von Verfärbungen durch Fugenmaterialien deutlich kritischer zu betrachten, als helle oder nuancierte Pflastersteine. Das ist besonders bemerkenswert, da dunkle Betonpflastersteine und Platten (anthrazit) aktuell sehr stark im Kundentrend liegen. Zur Entstehung deutlicher Verfärbungen reichen bereits geringe Mengen an Feinanteilen aus. Aus diesem Grunde ist allein eine Begrenzung der Feinanteile der Fugenmaterialien (wie dies im Regelwerk erfolgt) nicht geeignet, um die Entstehung von Verfärbungen der Pflasterdecken durch Fugenmaterialien zu vermeiden.

Eine Reinigung der Pflastersteine nach dem Verfugen lediglich durch trockenes Abfegen mit einem Besen ist in der Regel nicht geeignet, um einen akzeptablen Reinigungserfolg zu erzielen. Eine deutlich bessere Reinigung stellte sich bei einer frühzeitigen Nassreinigung ein, vollständig waren die Verfärbungen aber auch bei der nassen Reinigung nicht immer zu beseitigen. In Bild 8 sind die Ergebnisse einer Trockenreinigung (re. Hälfte im Bild o.) und einer Nassreinigung (re. Hälfte im Bild u.) gegenübergestellt. Das beste Reinigungsergebnis war bei der frühzeitigen



5. Verfärbungen aufgrund der Verkrallung der Feinanteile des Fugenmaterials in der Steinoberfläche.



6. Verfärbungen durch die Verschmutzung von Pflasterdecken durch Grünbeläge (li.) oder Baustellenschmutz (re.).



Reinigung der Steinoberflächen mit einem Hochdruckreiniger (Wasserdruck von circa 100 bar aus einem Abstand von etwa 70 cm) zu erzielen. Von der Anwendung dieser vergleichsweise aggressiven Art der Reinigung wird allerdings in den Reinigungs- und Pfl-

geanweisungen von nahezu allen Stein- und Plattenproduzenten abgeraten. Diese nachdrückliche Empfehlung resultiert aus der Erkenntnis, dass die Verwendung von Hochdruckreinigern (zumindest bei hohen Wasserdrücken und geringen Strahlabständen)

**Im Einsatz gegen Wildkraut
bema Groby light**

**EINFACH, EFFEKTIV
& OHNE CHEMIE**

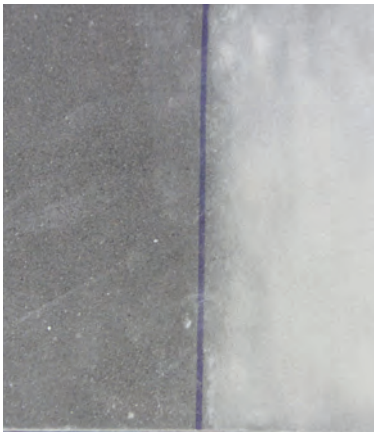
www.kehrmaschine.de

Halle B5 Stand 101
Freifläche Hof B4/B5 Stand 8

bauma

bema[®]
Sauber auf der ganzen Linie.

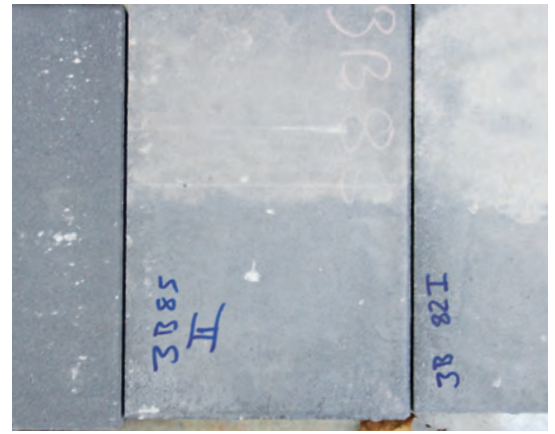




7. Aufhellung einer mit Fugenmaterial beaufschlagten Pflastersteinoberfläche (im Bild re.).



8. Aufhellung einer mit Fugenmaterial beaufschlagten Oberfläche nach der Reinigung durch trockenes Abfegen (o. re.) beziehungsweise einer nassen Reinigung (u. re.).



9. Verschmutzung nach einer sehr späten Reinigung der Pflastersteine (die beiden oberen Probenhälften der Steine in der Mitte und re.) im Vergleich zu einer nicht verschmutzten Referenzprobe (li.).

zu einer Aufrauung der Produktoberflächen führen kann. Eine Erhöhung der Verschmutzungsneigung sowie eine Veränderung der Optik der Produkte können die Folge sein.

Empfehlung für die Praxis

Aufgrund des bestehenden Verfärbungsrisikos von Pflasterdecken durch Fugenmaterialien wird dringend empfohlen, Anschmutzungsversuche an den vorgesehenen Pflastersteinen unter Verwendung der geplanten Fugenmaterialien durchzuführen. Werden dabei Verfärbungen auf den Pflastersteinen festgestellt, die durch die unmittelbare Nassreinigung mit einem Besen und einem anschließenden Abziehen des auf der Pflasterdecke stehenden Wassers nicht entfernt werden können, sollte die Verwendung dieses Fugenmaterials zumindest bei repräsentativen Pflasterdecken in Frage gestellt werden.

Eine Bauabschlussreinigung der fertiggestellten Pflasterdecke ist zumindest bei repräsentativen Flächen und dunklen Pflastersteinen unverzichtbar. Ebenso wichtig ist der Zeitpunkt, an dem diese Reinigung durchgeführt wird. Es hat sich gezeigt, dass eine Bauabschlussreinigung unabhängig von den zur Herstellung der Pflasterdecke verwendeten Materialien, so früh wie möglich erfolgen sollte. Verbleibt das Fugenmaterial über längere Zeit auf dem Pflasterbelag, steigt das Risiko für die Entstehung von Verfärbungen durch die eingesetzten Fugenmaterialien signifikant an. Verbleibt das Fugenmaterial mehrere Wochen oder gar Monate auf der Flächenbefestigung, können derart hartnäckige Verfärbungen entstehen, dass diese selbst bei Verwendung eines Hochdruckreinigers nicht mehr vollständig zu entfernen sind (Bild 9). Ursächlich ist dies darauf zurückzuführen, dass die

in der Produktoberfläche verkrallten Feinanteile mit der Zeit in Calciumcarbonate eingebunden werden, die zeitnah nur mit aggressiven Reinigungsverfahren zu beseitigen sind.

Zusammenfassung

Verfärbungen von Pflasterdecken können unterschiedliche Ursachen haben, wobei der Anteil an Verfärbungen aufgrund der Verkrallung der Feinanteile der Fugenmaterialien in den Produktoberflächen in den letzten Jahren überproportional zugenommen hat. Im Rahmen der Untersuchungen eines in der

MPVA Neuwied GmbH durchgeführten Forschungsvorhabens zeigte sich, dass in der Praxis verwendete Fugenmaterialien häufig zu deutlichen Verfärbungen (Aufhellungen) an den Betonpflastersteinen führen. Die Verfärbung (Aufhellung) ist dabei tendenziell umso intensiver, je dunkler die Farbe der Pflastersteine ist. Die Gefahr für die Entstehung von optischen Beeinträchtigungen aufgrund der Bildung von Verfärbungen durch die ungeplante Verkrallung der Fugenmaterialien in der Produktoberfläche ist demnach deutlich geringer, wenn helle oder nuancierte Betonpflastersteine verwendet werden.

Weiterhin zeigte sich, dass Betonpflasterdecken nach ihrer Herstellung und dem Verfugen möglichst frühzeitig und nass gereinigt werden sollten (Bauabschlussreinigung). Mittels der nassen und frühzeitigen Reinigung war ein großer Teil der entstandenen Verfärbungen nahezu rückstandslos zu entfernen. Die trockene Reinigung der Pflastersteine mit einem Besen lieferte im Gegensatz dazu kein befriedigendes Ergebnis. Die durch die Verkrallung der Feinanteile der Fugenmaterialien in den Produktoberflächen verursachten

Verfärbungen (Aufhellungen) auf Betonpflastersteinen oder Betonplatten sind unabhängig von der technischen oder optischen Qualität der Pflastersteine und -platten. Die Gefahr für die Bildung von Verfärbungen der Produktoberflächen durch die Fugenmaterialien lässt sich in erster Linie durch die Auswahl der Produktfarbe (möglichst helle oder nuancierte Pflastersteine), des Fugenmaterials und durch eine frühzeitige und sachgerechte Bauabschlussreinigung reduzieren. Eine derartige Bauabschlussreinigung hat in der Regel mass zu erfolgen.

Literaturverzeichnis

- [L 1] Dr. Voß, Karl-Uwe: Schäden an Flächenbefestigungen aus Betonpflaster - Teil 1: Ausblühungen, Kantenabplatzungen und Verfärbungen. 1. Auflage. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, 2017;
- [L 2] Dr. Voß, Karl-Uwe: Schäden an Flächenbefestigungen aus Betonpflaster - Teil 2: Frostschäden, gebundene Bauweise, oberflächenvergütete Produkte. 1. Auflage. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, 2018;
- [L 3] Dr. Voß, Karl-Uwe: Verfärbungen auf Flächenbefestigungen aus Beton. In: Betonwerk + Fertigteil-Technik BFT International (März 2010);
- [L 4] Dr. Voß, Karl-Uwe: Verfärbung von Steinoberflächen - Fallbeispiele und deren Bewertung. In: Betonwerk + Fertigteil-Technik BFT International (November 2016);
- [L 5] Dr. Voß, Karl-Uwe: Verfärbungen auf Flächenbefestigungen aus Beton. In: BWI BetonWerk International (März 2010);
- [L 6] Dr. Voß, Karl-Uwe: Kernaussagen aus den Ergebnissen eines Forschungsvorhabens zur Verfärbungen an Betonpflastersteinen durch Fugenmaterialien. In: Straße und Tiefbau (Oktober 2018);
- [L 7] Dr. Voß, Karl-Uwe: Kernaussagen aus den Ergebnissen eines Forschungsvorhabens zu Verfärbungen an Betonpflastersteinen durch Fugenmaterialien. In: Der Bausachverständige (* 2018) ■