

Verfärbung von Pflasterdecken

Ausblühungen auf Betonpflastersteinen

■ **Karl-Uwe Voß** | Im zweiten Teil der Artikelserie stehen Verfärbungen im Mittelpunkt, die auf die Bildung von Ausblühungen auf den Pflastersteinen zurück zu führen sind. Hierbei treten helle bis gräuliche oder teilweise auch gelbbraune Verfärbungen der Steinoberflächen auf. Diese beeinflussen zwar die Qualität der Pflastersteine nicht, führen aber trotzdem häufig zu Reklamationen durch den Abnehmer.

Einzelne Steinproduzenten verweisen teilweise selbst bei massiven Ausblühungen darauf, dass Ausblühungen auf Betonpflastersteinen nicht vollständig zu vermeiden sind, da das zwangsläufig bei der Hydratation des Zementes entstehende Kalkhydrat ursächlich für die Bildung der Ausblühungen ist. Diese Aussage ist zwar grundsätzlich richtig, doch ist diese Aussage

nur für die in Bild 1 dargestellten baustofftypischen Ausblühungen anzuwenden. Diese sind technisch selbst bei hochwertigen Produkten tatsächlich unvermeidbar und beeinflussen darüber hinaus das optische Erscheinungsbild der Pflasterdecke nur wenig, so dass diese Ausblühungen im Regelfall auch nicht als Mangel zu werten sind. Massive Ausblühungen sind technisch aber durchaus vermeidbar.

Das bedeutet jedoch nicht automatisch, dass der Steinproduzent für die Entstehung dieser Ausblühungen verantwortlich ist.

Arten von Ausblühungen

In Abschnitt 6 aus [41] werden die einzelnen Arten von Ausblühungen ausführlich mit samt den dazugehörigen Entstehungsmechanismen beschrieben. Wie dort ausgeführt wird, handelt es sich bei Primär- (entstehen in der Härtekammer) und Sekundärausblühungen (entstehen bei der Palettenlagerung) um Verfärbungen, die bereits vor der Verlegung vorhanden waren. Demnach waren diese Verfärbungen für den Verleger bereits vor der Herstellung der Pflasterdecke leicht erkennbar, weshalb die Pflastersteine nicht hätten verlegt werden dürfen. Baut der Unternehmer die vor der Verlegung bereits stark verfärbten Pflastersteine ein, so hat er die Verfärbungen billigend in Kauf genommen, wodurch sein Schadensersatzanspruch erlischt.

Sekundärausblühungen entstehen im Rahmen der Lagerung durch auf den Produktoberflächen aufstehendes (Kondens-)Wasser. Demnach ist klar, dass sowohl die Art der Lagerung als auch die klimatischen Bedingungen einen erheblichen Einfluss auf die Entstehung der Sekundärausblühungen haben. Zur Reduzierung der Gefahr für die Entstehung von Sekundärausblühungen sollten die Produkte möglichst witterungsgeschützt (d. h. unter Dach) gelagert werden.

Gerade bei der Lagerung der Produkte auf der Baustelle wird das aber häufig nicht beachtet. Die Produkte lagern hier teilweise wo-



1. Erwartungsgemäße (baustofftypische) Verfärbung durch Ausblühungen. Fotos: Karl-Uwe Voß



2. Beeinflussung des optischen Erscheinungsbildes einer Pflasterdecke durch massive Ausblühungen.

chen- oder manchmal sogar monatelang völlig ungeschützt, so dass intensive Ausblühungen entstehen können. Allein das Abdecken mit Folie stellt auch keinen ausreichenden (Ausblüh-) Schutz dar, da sich bei ungünstigen Witterungsbedingungen nicht selten Kondenswasser unter diesen Folien sammelt, welches die Entstehung von Sekundärausblühungen in der oberen Steinreihe sogar massiv fördert.

Die Bildung besonders massiver Verfärbungen ist häufig auf die Aussinterung des Kalziumhydroxids aus dem Kernbeton der darüber lagernden Pflastersteine [11] zurück zu führen. Die nicht selten inselartigen Verfärbungen gehen im Regelfall deutlich über das übliche Maß hinaus, so dass sie oft den Ausgangspunkt für Reklamationen darstellen.

Treten derartig starke Ausblühungen bei repräsentativen Pflasterdecken auf, so sind sie für den Bauherrn in der Regel nicht hinzunehmen. Handelt es sich aber um nicht repräsentative Pflasterdecken, die unter Verwendung von Pflastersteinen aus dem günstigsten Preissegment (sog. Industripflaster) hergestellt werden und ist der Reinigungsstatus der Pflasterdecke schlecht, so ist zumindest zweifelhaft, ob die optische Bedeutung der Pflasterdecke durch die Ausblühungen so stark beeinträchtigt wird, dass eine hohe Minderung oder gar ein Rückbau der Pflasterdecke gerechtfertigt ist.

Im Vergleich zu den Aussinterungen weisen normale Sekundärausblühungen üblicherweise ein deutlich weniger massives Erscheinungsbild auf und verteilen sich gleichmäßiger über die Produktoberflächen. Im Gegensatz zu den Primär- und Sekundärausblühungen (inkl. der Aussinterungen) entstehen Tertiärausblühungen erst nach der Verlegung der Produkte. Ursächlich werden Tertiärausblühungen normalerweise durch eine nicht sachgerechte Planung, durch Fehler bei der Verlegung oder durch die Verwendung von Produkten mit einer erhöhten Ausblühneigung verursacht.

Planungsfehler

Ist die Planung ursächlich verantwortlich für die Entstehung von Ausblühungen, so wurden Fehler in der Regel in Form einer nicht geeigneten Entwässerungsplanung gemacht. In erster Linie treten diese Planungsfehler auf, wenn



3. Die richtige Lagerung von Material ist besonders wichtig. Folie allein reicht nicht aus.



4. Aussinterungen auf Pflastersteinen.



5. Typisches Erscheinungsbild von Tertiärausblühungen auf Betonplatten.

Pflasterdecken auf einem gebundenen Unterbau geplant werden. Hierbei kann es sich um Terrassenflächen auf Untergrundplatten aus Beton oder um Pflasterdecken auf Tiefgaragen handeln.

Weist der Unterbau konstruktionsbedingt keine ausreichende Wasserdurchlässigkeit auf, so ist zum Beispiel die Anordnung von Sickeranlagen im Rahmen der Planung vorzusehen. Werden Pflasterdecken auf wasserundurchlässigen Konstruktionen ausgeführt, so sind

Schäden in Form von Steinverschiebungen, Kantenschäden und auch Ausblühungen vorprogrammiert.

Ausführung der Flächenbefestigung

Die Entwässerungsfähigkeit der Unterlage wird nicht nur durch die Planung, sondern auch durch die Ausführung der Unterlage beeinflusst. So muss der Ausführende dafür Sorge tragen, geeignete Bettungs- und Trag-



6. Pflasterdecke auf einer Tiefgarage.



7. Verfestigte, wasserundurchlässigen Bettung.

schichtmaterialien zu verwenden, die eine ausreichende Kornfestigkeit und Wasserdurchlässigkeit aufweisen (Abschnitt 3 aus [1]). Werden ungeeignete Materialien verwendet, so entstehen nicht selten wasserdichte Verfestigungszonen, die zu einer Destabilisierung der Pflasterdecke und zu einem Ausspülen des Fugenmaterials führen. Auch die Wasserspeicherfähigkeit des Fugenmaterials oder der Pflegezustand der Pflasterdecke wirken sich auf die Ausblühneigung der Pflastersteine aus, da beides zu einer längeren Kontaktzeit zwischen dem Beton der Pflastersteine und Wasser führt und somit den Transport des Kalkhydrates begünstigt. In gleicher Art hat die Verwendung eines Bettungsmaterials mit nicht ausreichend kapillarbrechenden Eigenschaften zur Folge, dass den Betonprodukten in diesem Falle von der Pro-

duktunterseite her Wasser zugeleitet wird. Auch das trägt zur Steigerung der Ausblühneigung der Produkte bei, wobei massive Ausblühungen entstehen können.

Ausblühneigung der Produkte

Neben der Planung und der Ausführung hat selbstverständlich auch die Qualität der Pflastersteine und -platten einen maßgeblichen Einfluss auf die Entstehung von Ausblühungen. Somit stellt sich die Frage, wann Betonpflastersteine eine erhöhte Ausblühneigung aufweisen. Diesbezügliche Anforderungen an die Produkte sind weder in den einschlägigen technischen Regelwerken noch in der weitergehenden Literatur beschrieben, so dass der Sachverständige diesbezüglich auf sich selbst gestellt ist.

In einem ersten Schritt kann die kapillare Saugfähigkeit sowie das Abtrochnungsverhalten der Produkte zur Bewertung der Ausblühneigung herangezogen werden. Sowohl das Saug- als auch das Abtrochnungsverhalten sind Eigenschaften, die einen Hinweis darauf geben, wie lange der Beton der Pflastersteine mit einwirkendem Wasser in Kontakt steht. Je länger das Wasser auf den Beton einwirken kann, desto größer ist die Tendenz zum Transport von Kalkhydrat zur Baustoffoberfläche. Darüber hinaus hat die Porenradialen-Verteilung des Vorsatzbetons einen entscheidenden Einfluss auf die Transportfähigkeit des Kalkhydrates im Kapillarporensystem des Betons. In Abschnitt 6.4.3 aus [1] werden die entsprechenden Zusammenhänge ausführlich erläutert und Informationen über die Einstufung der entsprechenden Messwerte gegeben.

Vorgehensweise zur Bewertung von Ausblühungen im Streitfall

Treten Ausblühungen auf Betonpflastersteinen in Pflasterdecken auf, dann hat der Sachverständige im Normalfall im ersten Schritt die Frage zu beantworten, ob die Ausblühungen über das übliche Maß hinausgehen (siehe auch Abschnitt 1).

Zur Beantwortung dieser Frage muss der Sachverständige bei Sekundärausblühungen klären, ob die Lagerung der Pflastersteine beim Steinproduzenten, beim Zwischenhändler oder auf der Baustelle verantwortlich für die Bildung der Ausblühungen (Entstehung im Rahmen der Palettenlagerung) ist. Zusätzlich ist die Frage zu beantworten, warum der Verleger derartig stark verfärbte Pflastersteine verlegt hat. Es wäre seine Aufgabe gewesen,



8. Betonplatte mit einer erhöhten Ausblühneigung.

die Pflastersteine nach der Inaugenscheinnahme zurück zu weisen. Verlegt er diese Pflastersteine trotz der aufsitzenden massiven Ausblühungen, dann nimmt er die Verfärbung der Pflastersteine billigend in Kauf. Als letztes ist die Frage zu beantworten, welche Mangelbeseitigungs-Maßnahmen in Frage kommen und wie hoch die Mangelbeseitigungskosten sind. Zuerst ist abzuschätzen, wie stark sich das optische Erscheinungsbild der Pflasterdecke mit der Zeit dem Sollzustand annähern wird. So ist bekannt, dass die Intensität von Ausblühungen mit der Zeit abnimmt und sich die Optik der ausgeblühten Pflastersteine in Abhängigkeit von der Nutzungsintensität an die der nicht verfärbten Pflastersteine angleichen wird. Verbleiben stärkere Verfärbungen, so kommt sowohl eine Reinigung als auch der Rückbau der Pflasterdecke in Betracht. Aber wann ist welche Mangelbeseitigungsmaßnahme erforderlich beziehungsweise angemessen?

Eine Reinigung der Pflasterdecke kommt nur in Betracht, wenn die Pflastersteine keine erhöhte Ausblühneigung aufweisen und die Unterlage eine ausreichende Wasserdurchlässigkeit besitzt. Liegen diese Voraussetzungen nicht vor, dann verbleibt eine erhöhte Gefahr, dass die Ausblühungen nach der Reinigung der Pflastersteine erneut entstehen. Aus diesem Grunde müssen zur Festlegung von Mangelbeseitigungsmaßnahmen Untersuchungen zum Nachweis der Wasserdurchlässigkeit der Unterlage und der Bewertung der Ausblühneigung der Pflastersteine erfolgen. Bei der Beantwortung der Frage, wie hoch eine mögliche Minderung anzusetzen oder ob sogar ein Rückbau angemessen ist, muss die optische Bedeutung sowie der Reinigungszustand der Pflasterdecke berücksichtigt werden. Handelt es sich bei der Pflasterdecke um eine reine Funktionsfläche (wie z. B. bei einem Gewerbebetrieb), die unter Verwendung von Pflastersteinen des günstigsten Preissegmentes (Industriepflaster) hergestellt wurde, oder handelt es sich um eine repräsentative Pflasterdecke mit einer hohen optischen Bedeutung. Nur im letztgenannten Fall kommt eine höhere Minderung oder gegebenenfalls sogar ein Rückbau der Pflasterdecke aufgrund der vorliegenden Ausblühungen in Betracht. Abschließend ist auch der Reinigungszustand der Pflasterdecke zu berücksichtigen. Pflegt der Nutzer die betroffene Pflasterdecke nicht,

so zeigt er, dass die Pflasterdecke für ihn nur eine geringe optische Bedeutung hat. Darüber hinaus ist die negative Veränderung des optischen Erscheinungsbildes bei einer deutlich verschmutzten Pflasterdecke reduziert. Nur unter Berücksichtigung all dieser Punkte kann die Frage nach einer sachgerechten und angemessenen Mangelbeseitigung erfolgen. Optional kann auf Basis der entsprechenden Erkenntnisse auch eine Minderung festgelegt werden.

Zusammenfassung

Ausblühungen von Pflastersteinen stellen seit Jahrzehnten ein erhebliches optisches Problem der Pflasterbauweise dar. Trotz allem handelt es sich bei der gutachterlichen Bewertung von Ausblühungen auf Pflasterdecken immer noch um ein sehr schwieriges Thema. Dafür gibt es eine Vielzahl von Gründen. Zum einen ist die Differenzierung baustofftypischer und baustoffuntypischer Ausblühungen sowie die Abgrenzung zu anderen Verfärbungsursachen nicht einfach, zum anderen muss bei der Bewertung der Ausblühungen berücksichtigt werden, dass es unterschiedliche Ursachen für die Entstehung der Ausblühungen gibt. Zur Bewertung der Verantwortlichkeit für die Entstehung von Ausblühungen sind zum Teil aufwendige Untersuchungen erforderlich, auf deren Basis die Eignung der Unterlage der Pflasterdecke sowie der Ausblühneigung der Pflastersteine zu bewerten ist. Sind diese Fragen beantwortet, dann stellt sich abschließend noch die Frage, ob eine Mangelbeseitigung erforderlich ist, oder ob gegebenenfalls eine Minderung in Betracht kommt. Ist eine Mangelbeseitigung erforderlich, dann muss geklärt werden, ob eine kostengünstigere und sachgerechte Reinigung möglich ist, oder ob die verfärbten Teilflächen der Pflasterdecke vollständig zurückgebaut werden müssen. Alle Fragen setzen voraus, dass der Sachverständige auf einen großen Erfahrungsschatz zurückgreifen kann. Nicht selten wird dieser Punkt unterschätzt, da es sich bei der Pflasterbauweise um eine aus technischer Sicht vergleichsweise einfache Bauweise handelt. Allerdings wird dabei vergessen, dass die technischen Regelwerke keinerlei Hilfestellung bei der Bewertung von optischen Beeinträchtigungen geben und der Sachverständige hierbei auf seine eigenen Erfahrungen und Kenntnisse angewiesen ist.



9. Betonpflastersteine mit massiven Sekundärausblühungen.

Literaturverzeichnis

- [1-1] Dr. Voß, Karl-Uwe: Schäden an Flächenbefestigungen aus Betonpflaster – Teil 1: Ausblühungen, Kantenabplatzungen und Verfärbungen. 1. Auflage. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, 2017;
- [1-2] Dr. Voß, Karl-Uwe: Verfärbungen auf Flächenbefestigungen aus Beton. In: Betonwerk + Fertigteil-Technik BFT International (März 2010);
- [1-3] Dr. Voß, Karl-Uwe: Verfärbungen auf Flächenbefestigungen aus Beton. In: BWI BetonWerk International (März 2010);
- [1-4] Dr. Voß, Karl-Uwe: Kantenausbrüche und Ausblühungen – Praxistipps zur optimierten Herstellung und Schadensbewertung. In: Betonwerk + Fertigteil-Technik BFT International (Februar 2012);
- [1-5] Dr. Voß, Karl-Uwe: Ausblühungen auf Betonwaren – Ursachen und Einflussgrößen – Teil 1. In: BWI BetonWerk International (Mai 2013);
- [1-6] Dr. Voß, Karl-Uwe: Ausblühungen auf Betonwaren – Ursachen und Einflussgrößen – Teil 2. In: BWI BetonWerk International (Juni 2013);
- [1-7] Dr. Voß, Karl-Uwe: Verfärbung von Steinoberflächen – Fallbeispiele und deren Bewertung. In: Betonwerk + Fertigteil-Technik BFT International (November 2016);
- [1-8] Voß, Karl-Uwe: Verantwortlichkeit für die Entstehung von Ausblühungen – Teil 1. In: BWI BetonWerk International (August 2018);
- [1-9] Voß, Karl-Uwe: Verantwortlichkeit für die Entstehung von Ausblühungen – Teil 2. In: BWI BetonWerk International (Oktober 2018). ■



■ **Dr. rer. nat.
Karl-Uwe Voß**

Geschäftsführer und
Institutsleiter Materialprüfungs-
und Versuchsanstalt Neuwied
Sandkauler Weg 1
56564 Neuwied
voss@mpva.de