

Verfärbungen bei Betonwaren: Ursachen und Vermeidung*

Von Peter Bilgeri, Ratingen

* Dieser Beitrag basiert auf der Veröffentlichung in der BWI – BetonWerk International (2011) H. 4, S. 110-115

1 Einleitung

Zahlreiche Betonwaren werden aufgrund ihrer individuellen technischen und ästhetischen Gestaltungsmöglichkeiten immer häufiger verwendet – mit ihnen kann nachhaltig ein positives Wohnumfeld geschaffen werden. Die Anforderungen und Ansprüche der Kunden an diese Produkte sind gestiegen. Daher ist es auch nicht verwunderlich, dass Farbunterschiede und Verfärbungen zunehmend Anlass für Beschwerden und Reklamationen sind. Farbliche Veränderungen bzw. Verfärbungen treten je nach Lage (ungeschützt im Freien, überdacht, umgeben von Bäumen und Sträuchern), Witterungseinfluss und mechanischer Beanspruchung irgendwann bei fast allen Produkten auf, schließlich unterliegen alle Produkte – insbesondere im Außenbereich – einem natürlichen Alterungsprozess. Nachfolgend aufgeführte Verfärbungen beeinträchtigen i.d.R. nicht die Ge-

brauchstauglichkeit und Qualität, aus optischen Gründen werden sie jedoch häufig beanstandet.

2 Normen, Richtlinien, Technische Hinweise

Erste Hinweise zur Beurteilung und Bewertung von Ausblühungen etc. sind in den jeweiligen Produktnormen aufgeführt. In der DIN EN 1338 „Pflastersteine aus Beton“ steht im Abschnitt 5.4.1 folgende Anmerkung: „Ausblühungen beeinträchtigen nicht die Gebrauchstauglichkeit der Pflastersteine und werden nicht als bedeutend betrachtet“. Gleich lautende Formulierungen sind ebenfalls in den Normen für Platten und Bordsteine aus Beton enthalten.

In den Technischen Hinweisen zur Lieferung von Straßenbauerzeugnissen aus Beton [1] wird zu Ausblühungen sowie Farb- und Strukturabweichungen ebenfalls Stellung

genommen. Hier heißt es u.a.: „Gelegentlich können Ausblühungen vorkommen; sie sind technisch nicht vermeidbar“. In den Liefer- und Geschäftsbedingungen der Betonwarenhersteller wird auf [1] als Vertragsbestandteil verwiesen.

3 Arten von Verfärbungen

3.1 Weiße Ausblühungen

Die Ursache weißer Ausblühungen (Bild 1) bei zementgebundenen Bauteilen und Produkten ist weitläufig bekannt. Die stoffliche Basis dafür ist im Allgemeinen gelöstes Calciumhydroxid, welches über das Porensystem an die Oberfläche transportiert und dort mit dem CO₂ der Luft zu Calciumcarbonat (umgangssprachlich auch „Kalk“) umgesetzt wird. Hinweise zur Entstehung, zu vorbeugenden Maßnahmen sowie Möglichkeiten zur Beseitigung werden z.B. in [2] gegeben.

Im Unterschied zu den meist schleierartigen Kalkausblühungen sind gelegentlich weiße, krustenartige „Aussinterungen“ zu beobachten (Bild 2). Derart massive Verfärbungen können stofflich sehr verschieden sein und stellen zweifellos einen Mangel des Produkts dar. Erfah-



Bild 1: Kalkausblühungen nach frühzeitiger Auslagerung bei nasskalter Witterung; Ansicht Seite (a) bzw. Oberfläche (b)



Bild 2: „Aussinterungen“ eines mineralischen Füllers auf Pflastersteinen; Ansicht von oben (a) bzw. von der Seite (b)

rungsgemäß sind sie überwiegend auf die Verwendung ungeeigneter „Betonzusätze“ zurückzuführen.

Schleierartige weiße Beläge können auf Betonwaren auch dann verbleiben, wenn z.B. nach dem Zuschneiden der Randsteine mit einer Säge die Schlämme nicht sofort abgespült wird.

3.2 Gelb-/Braunverfärbungen

Gelb-/Braunverfärbungen (Bilder 3 und 4) entstehen i.d.R. durch in Kalkausblühungen eingebundene oder diese überlagernde lösliche Eisenverbindungen. Die Transport-

mechanismen sind vergleichbar mit denen von weißen Ausblühungen. Derartige Verfärbungen, häufig zu voreilig dem verwendeten Zement angelastet, sind keineswegs neuartige Erscheinungen.

In [3] wird berichtet, dass sich die Fachpresse bereits vor 75 Jahren mit diesem Phänomen befasst hat und unterschiedliche Verursacher (Brunnenwasser als Anmachwasser, bestimmte Gesteinskörnungen) ausfindig gemacht hat. Heute wissen wir, dass die Voraussetzung für das Auftreten von Gelb-/Braunverfärbungen das komplexe Zusammenwirken verschiedener Faktoren aus Betonzu-

sammensetzung, Produktherstellung und -lagerung ist [4]. Außerdem können auch nicht fachgerechter Einbau (auf ständig feuchter Unterlage) sowie Fremdeinflüsse (z.B. pflanzliche Ablagerungen) zu Verfärbungen führen.

In Literatur, Gutachten und Produktinformationen werden als Ursachen angegeben:

- Mineralkomponenten gebrochener Gesteinskörnungen
- Natursand mit rötlich bis brauner Farbe der überstehenden Lösung beim Natronlaugentest
- Basaltmehl als Betonzusatzstoff



Bild 3: Nach der Verlegung aufgetretene Gelb-/Braunverfärbungen



Bild 4: Bereits auf dem Lagerplatz entstandene Gelb-/Braunverfärbungen



Bild 5: Gelb-/braunverfärbte Pflastersteine mit Basalt hinter Pflastersteinen mit üblicher Grautönung ohne Basalt



Bild 6: Plattenbelag mit beginnender AKR-Schädigung und Gelb-/Braunverfärbung

- reduzierend gebrannter Portlandzementklinker
- ligninsulfonathaltige Betonzusatzmittel
- stoffliche Zusammensetzung einiger Mahlhilfsmittel
- durch feinste Eisenspäne verunreinigtes Bettungs- und/oder Fugenmaterial
- Qualität der Steinkohlenflugaschen als Betonzusatzstoff
- Überdosierung von Eisen(II)sulfat zur Chromatreduzierung
- Verschmutzungen mit eisensulfathaltigem Dünger

Als Ergänzung hierzu gibt es Erfahrungen und Erkenntnisse aus langjähriger Beobachtung und Reklamationsbearbeitung:

- Verfärbungen können aufgrund der Wiederverwendung von Strahlstaub als Betonzusatzstoff (verunreinigt mit rostendem Strahlmittelabrieb) entstehen.
- Nach einer werksteinmäßigen Bearbeitung mittels Kugelstrahlen sind auf der Produktoberfläche feinste Eisenstäube verblieben und verursachen hässliche Flecken.
- Haufwerksporige Pflastersteine (Dränsteine) waren nach 3-tägiger Lagerung verfärbt, parallel

auf dem zweiten Steinfertiger produzierte Pflastersteine mit dichtem Gefüge und gleichen Lagerungsbedingungen zeigten keine Verfärbung.

- Mit Basaltsplitt produzierte Pflastersteine wiesen bereits nach wenigen Tagen auf dem Freilager Verfärbungen auf, anschließend auf der gleichen Maschine gefertigte Produkte ohne Basalt zeigten die gewohnte Grautönung (Bild 5).

Verfärbungen konnten auch an AKR-geschädigten Platten beobachtet werden (Bild 6). Dort sind sie allerdings nur eine unerwünschte Nebenerscheinung, das Problem ist hier die mangelnde Dauerhaftigkeit.

Weitere Hinweise zum Thema Gelb-/Braunverfärbungen sind in [5] aufgeführt; im Anhang der Veröffentlichung befindet sich auch ein für die Praxis nützlicher Fragenkatalog (Checkliste) zur einheitlichen Erfassung von Daten zur Klärung der Ursachen.

3.3 Blaufärbungen

Erfahrenen Anwendern hüttensandhaltiger Zemente sind Blaufärbungen der mit diesen Zementen

hergestellten Betonbauteile bekannt, allerdings ist das seltener bei Betonwarenherstellern der Fall.

In dichter Schalung erstellte Bauteile, die aus Ortbeton oder in Fertigteilverwerken produziert wurden, können gelegentlich derartige Verfärbungen aufweisen (Bilder 7 und 8). Ursache sind geringe Gehalte an Sulfiden in der Hochofenschlacke, die bei der Granulation und verstärkt bei der Hydratation des Hüttensands als Hauptbestandteil des Zements zu Calciumhydrosulfid $\text{Ca}(\text{SH})_2$ und zu Polysulfiden umgewandelt wird. Diese können unter Luftabschluss (dichte Schalung) mit gelösten Metallionen (Eisen, Mangan) zu Metallsulfiden reagieren, die eine sehr intensive Blaufärbung haben. Sie geht allerdings bei Luftzutritt nach dem Entschalen meist schon nach kurzer Zeit in die gewohnt übliche helle Grautönung über [6]. Daher ist eine Blaufärbung bei Betonbauteilen kein Qualitätsmangel, sondern eine vorübergehende Erscheinung, die zu dem ein Zeichen für eine dichte Betonrandzone ist!

Blaufärbung kann gelegentlich bei Pflastersteinen, Platten etc. dann auftreten, wenn diese nach langer Lagerung einer werksteinmäßigen

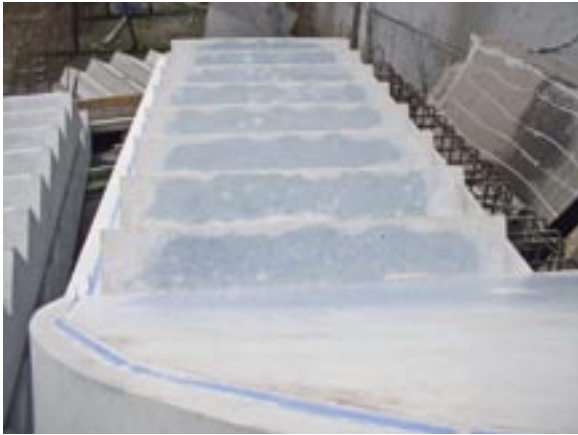


Bild 7: Blaufärbung einer Fertigteil-Treppe mit Hochofenzement kurz nach dem Entschalen



Bild 8: Blaufärbung eines Schachtbauteils mit Hochofenzement nach wenigen Tagen auf dem Freilager

Oberflächenbehandlung (z.B. Kugelstrahlen, Stocken, Flammstrahlen) unterzogen werden. Dadurch wird die unter der Oberfläche vorhandene bläulich gefärbte Mörtelmatrix sichtbar. Derartig nachbearbeitete Produkte dürfen anschließend nicht beschichtet werden, da sonst die Blaufärbung konserviert wird.

3.4 Grünbelag

Algen, Flechten, Pilze und Moos sind ursächlich für grünliche Verfärbungen bzw. Grünbeläge, die am häufigsten in überwiegend schat-

tigen und feuchten Bereichen auftreten (**Bilder 9 und 10**). Nicht nur Betonwaren, sondern auch andere Baustoffe wie Naturstein und Holz sind bei entsprechenden Umgebungsbedingungen von derartigem Grünbelag betroffen. All diese Baustoffe besitzen eine relativ offene porige Oberfläche und damit einen idealen Nährboden für Mikroorganismen. Die für unbearbeitete Pflastersteine und Platten typische Rauigkeit der Oberfläche bewirkt einerseits die notwendige und normativ geforderte Rutsicherheit, andererseits ermöglicht sie eine deutlich stärkere

Schmutzanhaftung im Vergleich zu Produkten mit sehr glatter Oberfläche. Je rauer und offenerporiger die Oberfläche ist, umso wahrscheinlicher und schneller werden grünliche Verfärbungen auftreten.

Mit unterschiedlichen Zementen, verschiedenen Zement/Zusatzstoff- und Zement/Zusatzmittel-Kombinationen sowie wechselnden Gesteinskörnungen hergestellte Laborprobekörper aus erdfeuchtem Beton zeigen alle nach einjähriger Lagerung im überwiegend schattigen Bereich von Bäumen und Sträuchern einen

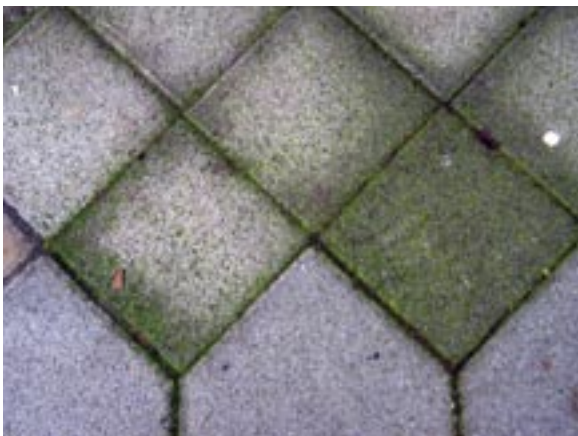


Bild 9: Im überwiegend schattigen Bereich verlegte Platten zeigten bereits nach 6 Monaten Grünbelag.



Bild 10: 3 Jahre nach der Verlegung mit Flechten überzogener Pflasterbelag



Bild 11: Schattig in unmittelbarer Nähe von Bäumen und Sträuchern gelagerte Betonproben mit Grünbelag

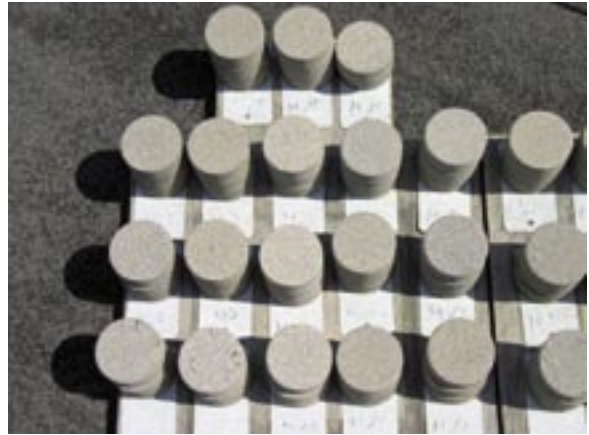


Bild 12: Parallel auf dem Dach eines Zementsilos gelagerte Betonproben gleicher Zusammensetzung ohne Verfärbung

Grünbelag (Bild 11). Parallel auf dem Dach eines Zementsilos ausgelagerte Probekörper weisen keine farblichen Veränderungen auf (Bild 12).

4 Vermeidung von Verfärbungen

Weißer Ausblühungen, Gelb-/Braunverfärbungen sowie Grünbelag können von Niemandem und zu keiner Zeit vollständig vermieden werden. Um das Risiko derartiger Verfärbungen jedoch deutlich zu reduzieren, ist ein möglichst dichtes Betongefüge (geringe Kapillarporosität) erforderlich. Werden die Betonbauteile zu früh, d.h. mit geringem Hydratationsgrad, starker Nässe (z.B. durch Niederschlag oder Kondensation) ausgesetzt, werden Ausblühungen bereits gefördert und können bereits wenige Tage nach der Herstellung auftreten. Außerdem muss Stau-nässe aufgrund nicht fachgerechter Verlegung (ohne Gefälle und/oder ausreichende Entwässerung des Betonmaterials sowie der Tragschicht) vermieden werden. Nur bei Beachtung beider „Grundregeln“ kann der Transportmechanismus calciumhydroxidhaltiger Porenlösung, ggf. anreichert mit löslichen Eisenverbindungen, an die Oberfläche der Produkte weitgehend unterbunden werden. Selbstverständlich dürfen keine hinsichtlich Gelb-/Braunverfärbungen verdächtigen Gesteinskörnungen, Zusatzstoffe oder Zusatzmittel verwendet werden; entsprechende Informationen müssen von den Lieferanten eingeholt werden.

Die Gefahr mangelnder Akzeptanz von Betonwaren bzw. eines Imageverlusts aufgrund von Gelb-/Braunverfärbungen kann bei der Verwendung hüttensandhaltiger Zemente, insbesondere von Hochofenzement, wirksam minimiert werden bedingt durch

die Reduzierung des Gehalts sowie der Löslichkeit von zweiwertigem Eisen mit zunehmendem Hüttensandgehalt und die abpuffernde und gefügev-dichtende Wirkung durch Hydratation der Hüttensandpartikel.

- die Reduzierung des Gehalts sowie der Löslichkeit von zweiwertigem Eisen mit zunehmendem Hüttensandgehalt und
- die abpuffernde und gefügev-dichtende Wirkung durch Hydratation der Hüttensandpartikel.

Um Blaufärbungen bei Betonwaren zu verhindern, sind üblicherweise keinerlei Maßnahmen erforderlich. Ausnahme: Soll an bereits erhärteten Produkten eine Oberflächenbearbeitung (z.B. Kugelstrahlen, Stocken, Flammstrahlen) erfolgen, so muss diese zeitnah zur Produktion –

sobald eine ausreichende Festigkeit erreicht ist – durchgeführt werden.

Die Bildung grüner Verfärbungen bzw. Beläge ist nicht generell vermeidbar. Hier kann eine regelmäßige durchgeführte mechanische Reinigung (trocken) vorbeugende Wirkung haben. In [7] wird berichtet, dass auch eine hydrophobierende Imprägnierung der Produkte aufgrund ihrer schmutzabweisenden Wirkung hilfreich sein kann.

Literatur

- [1] Technische Hinweise zur Lieferung von Straßenbauerzeugnissen aus Beton, Hrsg. Bundesverband Deutsche Beton- und Fertigteilindustrie e.V., Bonn
- [2] Zement-Merkblatt Ausblühungen, Hrsg. Bundesverband der Deutschen Zementindustrie e.V., Düsseldorf
- [3] Bilgeri, P.: Betonwaren im Wandel der Zeit – Innovative Produktentwicklungen und Nachhaltigkeit. Betonwerk + Fertigteil-Technik (2010) H. 10, S. 4–39
- [4] Härdtl, R.; Bolte, G.; Tax, M.; Dienemann, W.: Verringerung des Braunverfärbungsrisikos von Betonwaren. Betonwerk + Fertigteil-Technik (2003) H. 11, S. 34–46
- [5] Hinweise zur Verringerung des Braunverfärbungsrisikos bei Betonwaren. Hrsg. Betonverband Straße, Landschaft, Garten e.V. – SLG, Bonn, Dezember 2006
- [6] Blaufärbung von Betonoberflächen. Nur temporär! Beton-Informationen 42 (2002) H. 5, S. 79
- [7] Schmeizl, A.: Richtig reinigen und schützen. Naturstein (2010) H. 8, S. 42/43