



**Rhein-Chemotechnik** GmbH  
Für den besseren Beton



## **AUSBLÜHUNGEN AUF BETONSTEINPRODUKTEN**

ENTSTEHUNG, DEFINITION UND ABREINIGUNG

## WAS SIND AUSBLÜHUNGEN?

Pflastersteine, Platten und andere Gartenbauartikel aus Beton bilden unter bestimmten Bedingungen oftmals Ausblühungen. Insbesondere der erdfeuchte Beton bei Pflastersteinen, bei dessen Oberfläche das optische Erscheinungsbild maßgebend ist, erfordert besondere Sorgfalt in der Produktion, um verstärkte Ausblühungen zu unterbinden.

Diese hellen, schleierartigen, oftmals punktuell auftretenden Verfärbungen oder Verkrustungen treten an der Oberfläche von Betonsteinprodukten auf. Um die Entstehung von Ausblühungen zu verdeutlichen, muss vorab auf die Zusammensetzung des Betons eingegangen werden.



Abbildung 1:  
Kalkausblühung unter Laborbedingungen. Benebelung über 24 Stunden bei 50°C.

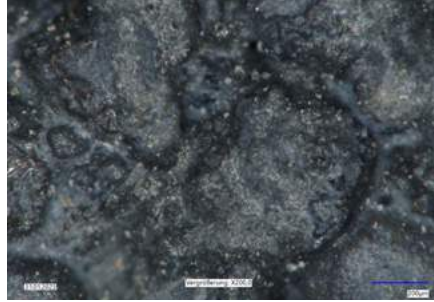


Abbildung 2:  
Stein unter 200-facher Vergrößerung. Ausschnitt ohne Ausblühungen

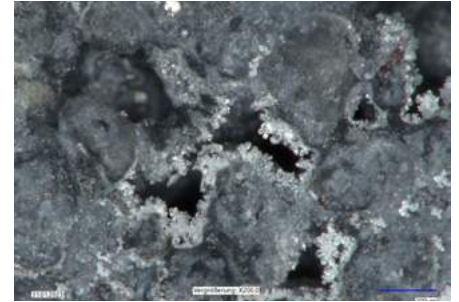


Abbildung 3:  
Stein unter 200-facher Vergrößerung. Ausschnitt mit Kalkausblühungen. Stein unter 200-facher

## WIE SETZT SICH BETON ZUSAMMEN?

Aufgrund seiner mineralischen Bestandteile kann Beton als Naturprodukt bezeichnet werden. Beton setzt sich aus Sand, Kies, Zement und Wasser zusammen.

Die natürlichen Rohstoffe unterliegen Schwankungen in der Zusammensetzung und Beschaffenheit. Der Zement ist maßgebend für die Erhärtung des Betons. Dessen Zusammensetzung wird nun im Detail weiter betrachtet.

## ZUSAMMENSETZUNG ZEMENT

Zement ist ein hydraulisches Bindemittel, welches durch chemisch-mineralogische Reaktionen mit Wasser selbstständig erhärtet. Zu den Grundstoffen von Zement zählen Tonerde, Mergel und Kalkstein.

Die Bestandteile des Zements werden in Steinbrüchen abgebaut. Der Rohschotter wird dann in Zementwerken mehlfein gemahlen. In einem weiteren Schritt wird das Zementmehl bei über 1.400°C zu Zementklinker gebrannt. Unter Zugabe von Gips, Anhydrit, und anderen Zusatzstoffen wie zum Beispiel Hüttensand oder Flugasche wird der Zementklinker in einem weiteren Mahlprozess zu Zement gemahlen und anschließend verpackt oder gelagert.

## DIE BESONDERHEIT DES KALKSTEINS IM ZEMENT


In einem ersten Schritt kommt der Kalkanteil im Zement mit dem Anmachwasser bei der Betonherstellung in Verbindung. Beim anschließenden Erstarren des Betons der Hydratation (z. B. in Trockenkammern) wird das Anmachwasser im Beton chemisch gebunden. Das Gemisch aus Wasser und Zement – der Zementleim verändert seine Konsistenz von Ansteifen, Erstarren zu Erhärten und wird zu Zementstein.

Bei der Hydratation des Zements wird  $Ca(OH)_2$  – Calciumhydroxid abgespalten und in der Porenlösung eingelagert. Überschüssiges, nicht gebundenes Anmachwasser tritt nach außen aus und verdampft dort. Das darin gelöste Calciumhydroxid sintert aus und hinterlässt einen weißlichen Film. An der Luft reagiert  $Ca(OH)_2$  mit  $CO_2$  zu  $CaCO_3$  – Kalziumkarbonat, dem Kalkstein.

Die bei der Hydratation entstehenden Ausblühungen werden als Primärausblühungen kategorisiert.

Kommt der Beton mit Wasser (Regen, Kondenswasser, Tau, etc.) in Verbindung, wird weiterer überschüssiger Kalk aus dem Zement gelöst und tritt mit dem verdutzenden Wasser an die Oberfläche. Das kann beispielsweise beim Lagern der Steine auftreten. Die dann entstehenden Ausblühungen zählen zu den Sekundärausblühungen.

Beide Arten der Ausblühung werden im Weiteren detailliert betrachtet. Darüber hinaus wird auch auf die dritte Art der Ausblühung der Teritärausblühung weiter eingegangen.



ZEMENT EIN REINES NATURPRODUKT  
MIT DEN BESTANDTEILEN:  
TONERDE, MERGEL, KALKSTEIN,  
HÜTTENSAND, FLUGASCHE, GIPS,  
ANHYDRIT UND ZEMENTKLINKER.

## PRIMÄRAUSBLÜHUNGEN

Primärausblühungen treten in sehr jungem Betonalter während der Erhärtung der Betonsteinprodukte auf und entstehen dann, wenn der Stein zum ersten Mal mit CO<sub>2</sub> in Verbindung kommt. Je nach Qualität des Betons und der Zugabe verschiedener Betonzusatzmittel kann der Prozess der Hydratation sehr unterschiedlich verlaufen, was Auswirkungen auf die Intensität der frühen Ausblühungen haben kann.

Durch die Beigabe entsprechender Betonzusatzmittel wie zum Beispiel Hydrophobierungsmittel wird bereits bei der Betonherstellung darauf geachtet, den kapillaren Feuchtigkeitsaustausch durch eine innere Versiegelung des Kapillarsystems zu reduzieren. Darüber hinaus kann mit Plastifizierern der Zementgehalt von erdfuchten Betonmischungen optimiert (z. B. deutlich reduziert) werden. Fließmittel und Betonverflüssiger sorgen dafür, dass der Anteil des Anmachwassers bei der Betonherstellung reduziert, die Form besser befüllt und die Verdichtung gesteigert werden kann.

Mit Hydrophobierungsmitteln, Plastifizierern und Fließmitteln kann der Beton auf Kosten- und Qualitätsseite in der Herstellung deutlich optimiert - und auch die Neigung zu Primärausblühungen reduziert werden. Qualitativ dichtere Betongefüge neigen deutlich weniger zu solchen Ausblühungen.

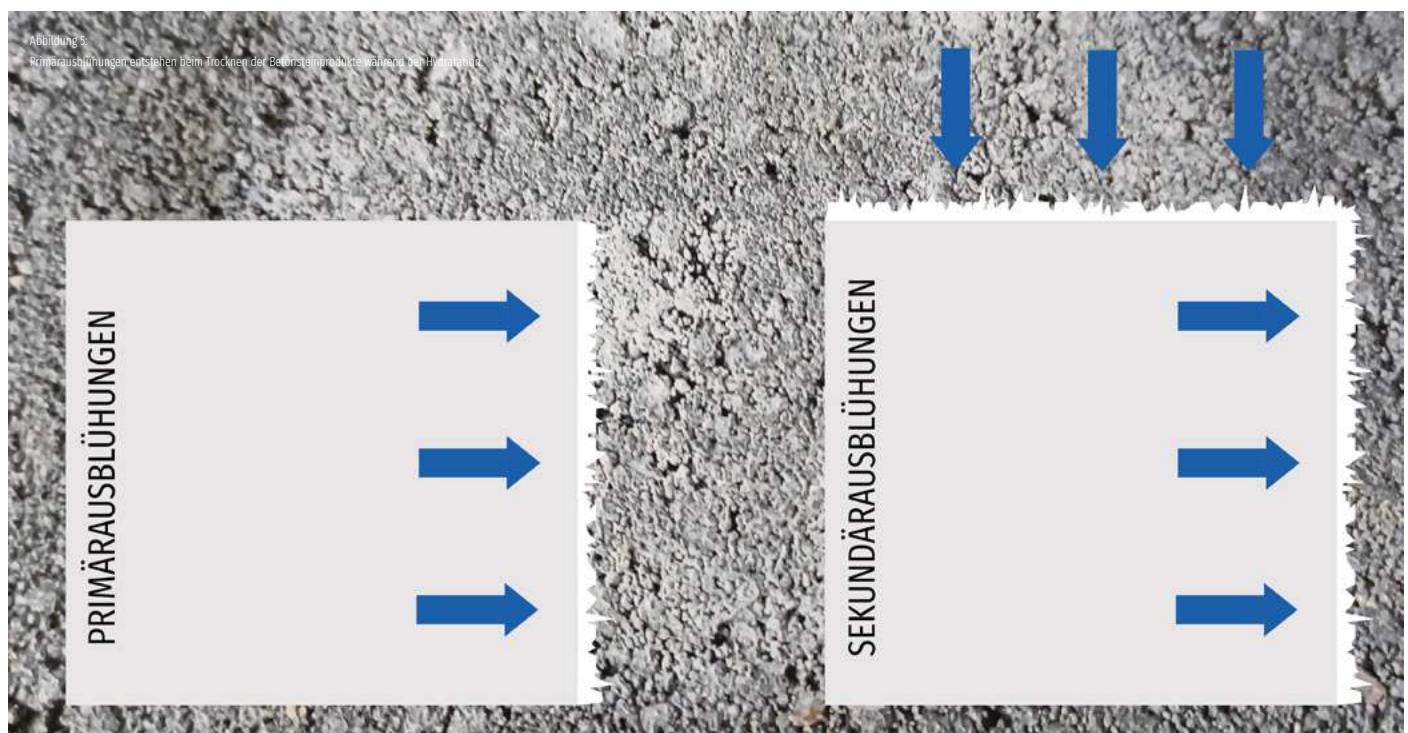
Neben der Optimierung der Betonrezeptur können Steine durch eine zusätzliche Imprägnierung, Versiegelung oder Beschichtung vor Ausblühungen geschützt werden.

## SEKUNDÄRAUSBLÜHUNGEN

Während die Primärausblühungen bei der Hydratation des Betons aus dem inneren des Steins heraus entstehen, werden Sekundärausblühungen durch Wasserzugabe von außen hervorgerufen. Sekundärausblühungen entstehen durch den Einfluss von Fremdwasser wie Niederschlag, Staunässe (Pfützenbildung) oder Kondenswasser. Kondenswasserschäden können beispielsweise entstehen, wenn nicht völlig ausgetrocknete Betonwaren in Folie eingeschweißt gelagert werden.

Sekundärausblühungen können bei der Lagerung der Betonsteine im Werk oder auch beim Endverbraucher auftreten.

Primär- und Sekundärausblühungen lassen über die Lebensdauer der Steine nach und kommen vermehrt in den ersten Nutzungsjahren vor. Die Intensität kann über das Jahr unterschiedlich ausgeprägt auftreten – abhängig von den Witterungseinflüssen (Feuchtigkeit) von außen. Nach und nach wird der Kalkanteil ausgeschwemmt bis kein freilöslicher Kalk mehr im Stein vorhanden ist. Ausblühungen haben keinen Einfluss auf die Qualität und Dauerhaftigkeit eines Betonsteins. Sie beeinträchtigen jedoch das optische Erscheinungsbild.



## TERITÄRAUSBLÜHUNGEN

Teritärausblühungen entstehen erst nach dem Verlegen. Die Ursache für diese Form von Ausblühung kann verschiedene Gründe haben. Hierzu zählen zum Beispiel eine fehlerhafte Verlegung oder Flächenbefestigungen (keine ausreichende Wasserdurchlässigkeit) - aber auch Fehler bei der Herstellung der Betonsteinprodukte im Werk. Sie lassen sich nicht auf äußere und innere Einflüsse wie bei den Primärausblühungen und Sekundärausblühungen zurückführen. Teritärausblühungen werden meist durch einen Gutachter oder eine externe Prüfstelle festgestellt.

Folgende Materialeigenschaften bieten eine gute Grundlage, um die Ausblühneigungen von Betonpflastersteinen zu bewerten:

- Bestimmung des Saug- und Abtrocknungsverhaltens der Pflastersteine
- Bestimmung der Druckfestigkeit und Wasseraufnahme des Vorsatzbetons der Pflastersteine
- Untersuchung der Porenradialverteilung des Vorsatzbetons der Pflastersteine

## BEGÜNSTIGUNGEN VON AUSBLÜHUNGEN BEIM PRODUZENTEN

Niedrige Temperaturen können dazu führen, dass der Beton verzögert aushärtet und die Hydratation verlangsamt abläuft. Dadurch bleiben reaktionsfähige Stoffe im Beton frei löslich. Verdampfendes Wasser transportiert diese löslichen Stoffe an die Oberfläche und liefert somit einen Reaktionspartner für den Kohlenstoff.

Hohe Temperaturunterschiede (Tag/Nacht, Steintemperatur aus der Kammer und Lagerplatztemperatur außen) hingegen fördern die Bildung von Kondenswasser. Die Verpackung der Paletten durch Schrumpfhäuben oder Stretchhäuben schließen das Paket luftdicht ab und das Kondensat bleibt dauerhaft erhalten. Natrium Kalium und Calcium konzentrieren sich nun in diesem Kondenswasser. Verfärbungen durch Folgeraktionen bei Abtrocknung der Steinlagen ist somit nicht mehr zu vermeiden.

## WIE ENTSTEHEN AUSBLÜHUNGEN?

Betonsteine in der verlegten Fläche sind unterschiedlichsten Witterungseinflüssen ausgesetzt. Dazu zählen Regen, Schnee, Temperaturschwankungen, Frost und Zugluft. Weiterhin ist der baufachlich korrekte Einbau (sickerstabiler Unterbau und Fugenfüllung) der Betonprodukte ein wichtiger Bestandteil für das Funktionieren der Fläche.

Schwankungen in den Rohstoffen der Rezeptur, dem Produktionsprozess, dem Einfluss des Bedieners und aller sonstigen Parameter im Herstellprozess sind weitere Herausforderungen, die es zu verstehen und beachten gibt.

Ist der Pflasterstein zu offenporig und nicht ausreichend dicht produziert, auf einem nicht sickerstabilen Unterbau verlegt, lange gelagert und in einem zu frühen Stadium der Hydratation ausgelagert wurden, liefert der Zement die nicht gebundenen Bestandteile/Ausgangsstoffe für Ausblühungen.

Alle anderen Faktoren fördern die Intensität und Geschwindigkeit des Transportes dieser Komponenten an die Oberfläche. Dadurch treten Ausblühungen verstärkt in Erscheinung.

Das Kondensat fungiert in diesem Prozess als Kontaktschicht und Dichtungsschicht zwischen Kern- und Vorsatzbeton der einzelnen Lagen. Eine Luftzirkulation ist somit nicht mehr gewährleistet.

Um bei der üblichen Paketierung von Pflastersteinen die Lagen zu entkoppeln (minimaler Abstand) und eine leichte Zirkulation der Luft zu gewährleisten empfehlen wir unsere [PAVELITH® InterLay Streugranulate](#), die als Kratz- und Lagenschutz während der Paketierung zwischen die einzelnen Betonlagen aufgebracht werden.

Schon eine kleine Menge Granulat reicht aus, um einen 1-2 mm großen Abstand zwischen den Steinlagen zu generieren und die Luftzirkulation zu begünstigen.

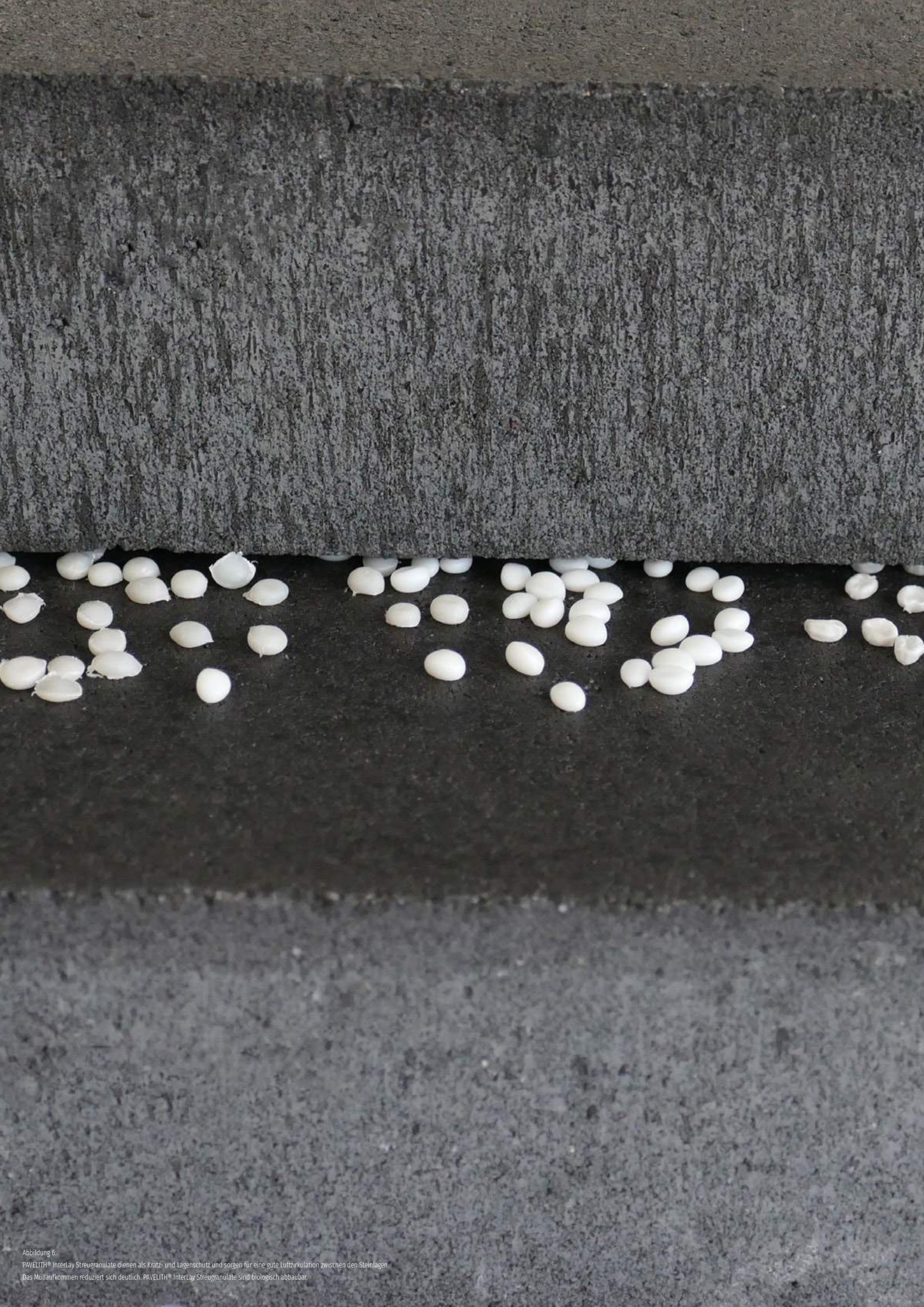


Abbildung 6:  
PAVELITH® InterLay Streugranulate dienen als Kratz- und Lagenschutz und sorgen für eine gute Luftzirkulation zwischen den Steinlagen.  
Das Müllaufkommen reduziert sich deutlich. PAVELITH® InterLay Streugranulate sind biologisch abbaubar.

## DER EINFLUSS VON BETONZUSATZMITTELN

Bei der Herstellung von qualitativ hochwertigen Betonsteinerzeugnissen werden dem Beton Zusatzmittel wie [Plastifizierer](#), [Hydrophobierungen](#) oder [Fließmittel](#) beigegeben. Sie alle haben Auswirkungen auf die Verarbeitbarkeit und Performance des Betons.

Folgende Eigenschaften können positiv beeinflusst werden:

- Reduzierung der kapillare Wasseraufnahme
- Bessere Verdichtung und Festigkeit
- Leichtere Befüllung von schwierigen Formengeometrien
- Verbesserung der Zementhydratation
- Verbesserung der Oberflächenstrukturen
- Verminderung der Ausblühneigung
- Herabsetzung des w/z-Wertes
- Verbesserung des Witterungswiderstands
- u. v. m.



Abbildung 7:  
Betonstein mit Oberflächenschutz  
© Photodesign Klaas

## BEGÜNSTIGUNG FÜR AUSBLÜHUNGEN AUF DER VERBRAUCHERSEITE

### LAGERUNG VON BETONSTEINEN

Betonsteinprodukte sollten an einem vor Witterungseinflüssen, UV-Strahlung und Schmutz sicherem Standort gelagert werden. Insbesondere Niederschläge können Ausblühungen begünstigen.

Schmutzeintrag während der Zwischenlagerung (z. B. Staubentwicklung auf der Baustelle) kann das Oberflächenbild der Betonsteine ebenfalls negativ beeinträchtigen und zu Verschmutzungen und Verfärbungen führen.

Darüber hinaus kann z. B. auch Grünbewuchs (Moose bei feuchter Lagerung, Grünsporn) die Optik der Steine beeinflussen. Hierbei handelt es sich nicht um Ausblühungen im eigentlichen Sinne, jedoch um Faktoren, welche die Oberflächenbeschaffenheit der Betonsteine nachhaltig negativ beeinflussen.



Abbildung 8:  
Betonsteinprodukte müssen in der Zwischenlagerung vor Witterungseinflüssen, UV-Strahlung und Verschmutzung geschützt werden.  
© Adobe Stock / Anon #45237928

### DAS RICHTIGE VERLEGEN VON BETONSTEINEN

Neben den Faktoren, die bereits beim Herstellungs- und Lagerungsprozess von Betonwaren Ausblühungen begünstigen, werden insbesondere die Tertiärausblühungen durch baufachlich nicht korrekt erfolgte Verlegung begünstigt.

Bei der Tragschicht / Bettung muss zwingend eine ausreichende Wasserdurchlässigkeit gegeben sein. Ist dies nicht der Fall, steigt die Tendenz für Ausblühungen. Starke Niederschläge können nicht schnell genug im Erdreich versickern und sammeln sich unter den verlegten Betonsteinen an.

Für den Eigentümer nicht offensichtlich, stehen die Betonsteine von unten im Wasser. Schlechtere Betonwaren aber auch normkonforme Produkte fungieren dann wie ein Schwamm und saugen das Wasser über das Kapillarsystem auf. Permanenter Staunässedruck fördert den Transport von gelösten Stoffen aus dem Betoninneren an die Oberfläche.

Dieser Mechanismus führt dazu, dass die noch gelösten Kalkanteile des Zementes im Beton an die Oberfläche transportiert werden (Verdunstungsprozess) – sich absetzen und ausblühen.

Damit eine gute Wasserdurchlässigkeit gegeben ist und das Wasser zügig ablaufen kann werden die Steine in ein Bett aus Schotter und Sand gelegt. Hierbei muss ein Gefälle von ca. 2,5 Prozent berücksichtigt werden. Bei frostempfindlichen Böden (F2 – F3- Böden) sollte das Gefälle auf bis zu 4 Prozent angepasst werden.

Die ausgehobene Fläche wird mit einer Tragschicht aus einem Schotter-Sand-Gemisch (0 – 32 mm oder 0 – 45 mm) aufgefüllt und verdichtet. In einem weiteren Schritt wird eine zweite Fläche aus Brechsand oder Edelsplitt aufgebracht. Diese 3 – 5 cm hohe Schicht dient als Ausgleichsschicht zwischen der Tragschichtoberkante und des Pflasterbelages.

Ist die Fläche fertig verlegt, muss das Fugenmaterial eingebracht werden. Eine ausreichende Fugenfüllung vor dem Abrütteln muss gewährleistet werden, um Kantenschäden an den Steinen zu vermeiden. Dabei ist zu beachten, dass kein überschüssiges Fugenmaterial auf der Fläche verbleibt.

Anschließend ist die Fläche mittels einer passend großen Rüttelplatte zu verdichten. Da auch das Fugenmaterial verdichtet wird, muss anschließend erneut nachverfugt werden. Erst dann ist eine ausreichende Lagersicherung gewährleistet. Bei dem Fugenmaterial ist darauf zu achten, dass die gewählte Größe in die Zwischenräume passt. Es ist ein Sand zu wählen der eine entsprechende Filterstabilität gewährleistet.

## DAS RICHTIGE VERFUGEN VON BETONSTEINEN

Damit die Flächenbefestigung tragfähig und dauerhaft ist, müssen auch beim Verfugen einige Punkte beachtet werden. Das ZTV-Plaster – StB 06 hält folgende Definition eines passenden Fugenmaterials vor: „Es ist ein Material zu verwenden, das dem Ausaugen möglichst großen Widerstand entgegenbringt (Verwendung gebrochener Fugenmaterialien) und, die sich besonders stark in die Fuge verkrallen.“

Feines Fugenmaterial mit einer Gesteinskörnung von 0/2 mm kann in die Fugen eingefegt oder eingeschwemmt werden und soll für Verformungsstabilität und Dauerhaftigkeit sorgen. Die feinen gebrochenen Fugenmaterialien können jedoch auch an rauen Steinoberflächen haften bleiben und zu Verfärbungen führen.

Lehmhaltiger Fugensand kann zu braunen Verfärbungen führen. Fragen zum richtigen Verlegen von Betonsteinprodukten beantworten die Fachhändler oder Garten-Landschaftsbauer. Darüber hinaus findet sich weitere Literatur und Anschauungsmaterial im Internet.



Abbildung 9  
Damit die Wasserdurchlässigkeit gegeben ist und keine Staunässe entstehen kann muss das Fundament für die Steine fachgerecht erstellt werden.  
© Adobe Stock, Ivan Kim, #33918136



## WIE KÖNNEN AUSBLÜHUNGEN ENTFERNT WERDEN?

Ausblühungen lassen sich in der Regel gut entfernen. Auf trockenen Oberflächen können diese oft schon durch kräftiges, trockenes Abbürsten gelöst werden. Wenn diese Maßnahme erfolglos bleibt, können leicht [säurehaltige Reiniger](#) verwendet werden. Diese dürfen nicht auf säureempfindlichen Flächen verwendet werden. Vorab muss der Untergrund sehr gut vorgehästet werden. Im Anschluss wird der Reiniger reichlich aufgetragen und mit einem Besen oder einer Bürste gleichmäßig verteilt. Nach der Behandlung müssen die Oberflächen abermals sehr gründlich gewässert - und alle Rückstände des Reinigers entfernt werden. Säurehaltige Reiniger müssen unbedingt auf einer kleinen Testfläche ausprobiert werden. Diese sind im Fachhandel erhältlich.

Nicht oberflächenbehandelte Betonsteine können im Anschluss zum weiteren Schutz imprägniert werden. Oberflächenschutzmaßnahmen wie eine [Imprägnierung](#), [Versiegelung](#) oder [Beschichtung](#) schützen den Stein nicht vollumfänglich vor Ausblühungen. Sie sorgen jedoch dafür, dass diese und auch alle anderen Verschmutzungen deutlich leichter zu entfernen sind. Oberschutzbehandelte Steine sollten ebenfalls turnusmäßig gereinigt werden.

## HINWEIS

Die Informationen dieses Blogartikels basieren maßgeblich auf Erfahrungswerten und dem aktuellen Stand der Technik. Der Blogartikel informiert zum Thema Ausblühungen auf Betonsteinprodukten und soll als Einstieg in die Thematik dienen. Sachzusammenhänge wurden verkürzt dargestellt.

Wir übernehmen keinerlei Haftung für die unsachgemäße Verwendung von Oberflächenschutzprodukten oder Reinigungsprodukten, die im Zusammenhang mit der Entfernung von Ausblühungen verwendet werden. Bitte wenden Sie sich als Endverbraucher an Ihren Fachhändler.

## ÜBER DEN AUTOR

Die Rhein-Chemotechnik GmbH entwickelt und produziert Beton-zusatzmittel und Oberflächenschutzprodukte, Betontrennmittel sowie Reinigungs- und Pflegemittel für die Betonindustrie. Das Angebot richtet sich an Hersteller und Produzenten. Unsere Produkte werden nicht an Endanwender verkauft.

Unser Produktportfolio umfasst mehr als 230 Produkte. Diese werden weltweit in der Betonindustrie- und Betonsteinindustrie eingesetzt.

Weitere Informationen finden Sie unter: [www.rhein-chemotechnik.com](http://www.rhein-chemotechnik.com).



Abbildung 10:  
Rhein-Chemotechnik GmbH | Gewerbestraße 8 | 53947 Breitscheid  
© Photodesign Klaas

## QUELLENANGABEN

Informationszentrum Beton GmbH | Toulouser Allee 71 | 40476 Düsseldorf

Was ist Zement

<https://www.beton.org/wissen/beton-bautechnik/was-ist-zement/>

(Abgerufen am 10.05.2023)

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur

Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien zur Herstellung von Verkehrsflächen mit Pflasterdecken, Plattenbelägen sowie von Einfassungen (ZTV Pflaster-StB 20)

<https://www.fgsv-verlag.de/pub/media/pdf/699.r.25032020.pdf>

(Abgerufen am 10.05.2023)

Flächenbefestigungen mit Pflasterdecken aus Beton (ungebundene Ausgabe), Dipl. Ing. Dietmar Ulonska, SLG Betonverband Straße, Landschaft, Garten e.V., 53179 Bonn

[https://www.betonstein.org/fileadmin/betonstein-de/media/Technik/Fl%C3%A4chenbefestigungen\\_mt\\_Pflasterdecken\\_aus\\_Beton.pdf](https://www.betonstein.org/fileadmin/betonstein-de/media/Technik/Fl%C3%A4chenbefestigungen_mt_Pflasterdecken_aus_Beton.pdf)

(Abgerufen am 10.05.2023)

Verfärbungen von Pflastersteinoberflächen – Fallbeispiele und deren Bewertung, Dr. rer. nat. Karl-Uwe Voß, Der Bausachverständige 2/2017

[https://www.mpva.de/media/files/2017\\_vo\\_der\\_sachverstaendige\\_verfaerbungen.pdf](https://www.mpva.de/media/files/2017_vo_der_sachverstaendige_verfaerbungen.pdf)

(Abgerufen am 10.05.2023)

BWI- BetonWerk International –5 und 6 | 2013 Dr. Karl-Uwe Voß „Ausblühungen auf Betonwaren – Ursachen und Einflussgrößen

<https://www.cpi-worldwide.com/de/journals/artikel/31846/ausbluehungen-auf-betonwaren-ursachen-und-einflussgroessen>

(Abgerufen am 10.05.2023)

Holcim (Deutschland) GmbH | Hannoversche Straße 28 | 31319 Sehnde-Höver

[https://www.holcim.de/sites/germany/files/documents/holcim\\_leporello\\_ausbluehungen\\_07\\_2021.pdf](https://www.holcim.de/sites/germany/files/documents/holcim_leporello_ausbluehungen_07_2021.pdf)

(Abgerufen am 10.05.2023)

Verfärbungen von Pflastersteinoberflächen – Fallbeispiele und deren Bewertung, Dr. rer. nat. Karl-Uwe Voß, BWI, Ausgabe Oktober 2018

[https://www.voss-sv.de/media/files/2016\\_Verfaerbungen\\_von\\_Pflastersteinoberflaechen\\_BFT.pdf](https://www.voss-sv.de/media/files/2016_Verfaerbungen_von_Pflastersteinoberflaechen_BFT.pdf)

(Abgerufen am 10.05.2023)

Bildhinweise:

Rhein-Chemotechnik GmbH

Photodesign Klaas

Adobe Stock\_kelifamily\_#311354612

Adobe Stock\_Ivan Kmit\_#339181386

Adobe Stock\_Anoo\_#453253928

Rhein-Chemotechnik GmbH  
Gewerbepark Siebenmorgen 8  
53547 Breitscheid (Germany)  
Tel.: +49 (0)2638 | 9317-0  
Mail: [info@rhein-chemotechnik.com](mailto:info@rhein-chemotechnik.com)  
[www.rhein-chemotechnik.com](http://www.rhein-chemotechnik.com)