Zeitschrift: Cementbulletin
Herausgeber: Technische Forschung und Beratung für Zement und Beton (TFB AG)
Band: 67 (1999)
Heft: 2

Artikel: Blutender Beton
Autor: Egmond, Bram van / Hermann, Kurt
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-153845

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 15.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Blutender Beton

Die beste Massnahme gegen das Bluten von Betonen besteht darin, die vorhandenen betontechnologischen Kenntnisse über die Herstellung dauerhafter Betone konsequent anzuwenden.

Bluten kann grob unterteilt werden in

- *sichtbares Bluten* durch Ausscheidung von Wasser an der Bauteiloberfläche nach dem Verdichten von Mörteln und Betonen
- *internes Bluten* durch Ausscheidung von Wasser unter der Bewehrung oder unter grösseren Zuschlagkörnern nach dem Verdichten von Mörteln und Betonen.

Bluten muss nicht unbedingt negativ sein: Durch den Wasserverlust sinkt der W/Z-Wert und der Beton wird dichter – mindestens in den unteren Bereichen. Das Entfernen von Blutungswasser durch wasserabführende Schalungsbahnen gehört bei geneigten und vertikalen Betonflächen zu den erprobten Methoden zur Verbesserung der Qualität des Randbetons [1].

Warum Betone bluten

Praktisch jeder frisch eingebrachte Beton blutet. Betone mit einem hohen Wassergehalt (W/Z-Wert) neigen dabei mehr zum Bluten als Betone mit einem niedrigeren W/Z-Wert. Die Blutungstendenz nimmt zudem ab, wenn der Feinststoffgehalt des Betons ansteigt.

Das Bluten ist eine Folge der Betonzusammensetzung aus Materialien mit recht unterschiedlichen Dichten ρ:

- Zuschlagstoffe mit ρ im Bereich von 2,6 bis 2,7 kg/dm^3
- Zement (ρ = 3,0–3,2 kg/dm^3)
- Wasser (ρ = 1,0 kg/dm^3).

Damit ein möglichst dichter Beton entstehen kann, müssen die feineren Teilchen des Gemisches in die Hohlräume zwischen den gröberen Teilchen wandern, bis die Hohlräume gefüllt sind. Ausgelöst wird dieser Vorgang durch Mischen, Vibrieren oder eine andere Verdichtungsmethode.

Trockene Teilchen bewegen sich schlecht, sie benötigen eine «Schmierung». Im Frischbeton stehen Wasser und Zementleim als – allerdings schlechte – Schmiermittel zur Verfügung; die grösseren Teilchen sind nach dem Mischen der Betonkomponenten von einer rund 0,1 mm dicken Schicht dieser Schmiermittel umgeben.

Nach dem Einbringen und Verdichten sollten die Teilchen an Ort bleiben. Der sie umgebende Schmierfilm ist jedoch zu wenig stark, um die schwereren Zuschlagstoffe an Ort zu halten; sie sinken ab. Gleichzeitig steigt Wasser auf, das aus der Schmierschicht verdrängt worden ist. Diese Absetzbewegungen können durch Vibrieren oder Nachvibrieren unterbrochen werden. Beendet sind sie, wenn eine möglichst dichte Packung erreicht worden ist oder wenn der Beton eine Festigkeit um 0,1 N/mm^2 erreicht hat.

Blutender Beton auf dem Ausbreittisch. Foto: Andreas Queisser, TFB

Aus dem vorstehend beschriebenen Vorgang geht eindeutig hervor, dass das Problem «Bluten» sehr eng mit dem Problem «Entmischung» zusammenhängt: Je mehr schwere Teilchen sich nach unten bewegen können, desto stärker ist die Anreicherung der leichteren Teilchen (Wasser, Feinststoffe) im oberen Bereich (siehe *Abbildung 1).*

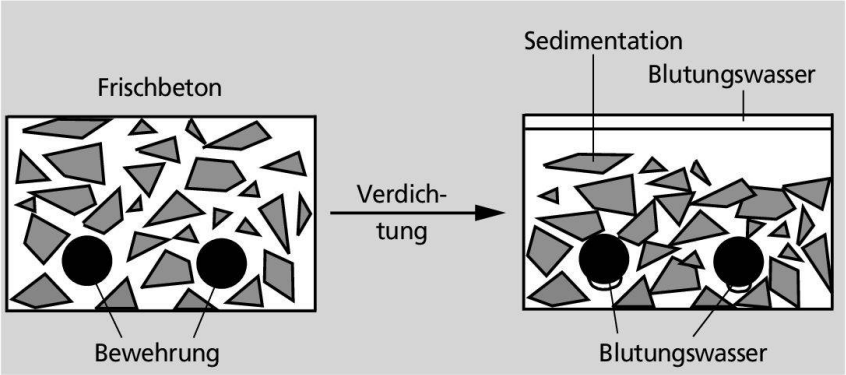

Abb. 1 Nicht alles Blutungswasser gelangt an die Bauteiloberfläche.

Grafik: TFB/Schück AG nach [2]

Folgen des Blutens

Durch das Bluten bzw. die damit zusammenhängende Entmischung entsteht im oberen Bereich eines Betonbauteils eine Zone mit höherem W/Z-Wert, grösserer Porosität und niedrigerer Festigkeit. Die Dichte im unteren Bereich des Bauteils ist grösser als im oberen Bereich. Zudem vermindert sich das Volumen durch die Abgabe von Blutungswasser.
Im Allgemeinen blutet ein Beton auf seiner gesamten Oberfläche. In gewissen Fällen (meistens bei starkem Bluten) fliesst Wasser auch in Kanälen nach aussen und reisst dabei feine Zement- und Sandteilchen mit. Im Inneren bleiben wurmförmige Kanäle, auf der Oberfläche entstehen kleine Krater. Wenn der Wasseraustritt seitlich oder unter geneigten nicht saugenden Schalungsteilen erfolgt, kann die Oberfläche durch Sandstreifen verunstaltet sein.
Nicht alles Blutungswasser gelangt an die Oberfläche. Vielmehr kann sich ein Teil davon auch unter gröberen plattigen Zuschlagkörnern oder unter horizontalen Bewehrungsstäben ansammeln. Es entstehen Bereiche mit einer verminderten Haftung zwischen dem Zementstein und einem Teil der Grobzuschläge bzw. der Bewehrung; wichtige Eigenschaften wie die Druckfestigkeit, die Dichtigkeit sowie der Verbund zwischen der Bewehrung und dem Beton können negativ beeinflusst werden. «Dickere» Bauteile müssen entweder vor dem Auftreten des Blutens oder nach dessen Beendigung (alles Blutungswasser verdunstet) abgezogen werden. In der Zeit dazwischen kann das Abziehen zu Absanden, Haarrissen, Abplatzungen und einem geringen Abrasionswiderstand führen. Und durch das eingearbeitete Blutungswasser kann sich die Permeabilität des obersten Betonbereichs erhöhen.

Vorzeitiges Abziehen führt möglicherweise dazu, dass die Oberfläche vor Beendigung des Blutens abgedichtet wird. Das Blutungswasser sammelt sich dann in tieferen Bereichen des Bauteils an. Mögliche Folgen sind Blasenbildung oder Abplatzen der gesamten Oberfläche wegen der darunter liegenden weichen, porösen Betonschicht.

Auch übermässiges Verdichten kann internes Bluten verursachen, selbst bei Hochleistungsbetonen mit einem Wasserbindemittelwert unter 0,30 und einem niedrigen Ausbreitmass. Die höchst unerwünschte Folge kann ein Netzwerk von untereinander verbundenen Kapillaren sein, das bis an

die Oberfläche reicht und so das Eindringen aggressiver Verbindungen erleichtert [3].

Kapillarschwinden
Eine mögliche weitere Folge des Blutens ist das Auftreten von Kapillarschwindrissen [4]: Solange die Feststoffteilchen sich noch bewegen können, wird eine dem Wasserverlust entsprechende grössere Lagerungsdichte eingenommen; der Volumenverlust des Betons entspricht ungefähr dem Wasserverlust.

Wasserausscheidung im Bereich einer Betonierfuge. Foto: TFB-Archiv

Sobald infolge der zunehmenden Erhärtung keine Sedimentation mehr möglich ist, die Teilchen also an Ort gehalten werden, entstehen bei weiterem Bluten Kapillarzugspannungen. Wenn die Kapillarzugspannung die Haftspannung zwischen benetzten Teilchen übersteigt, entstehen Risse senkrecht zur Oberfläche des Mörtels oder Betons.

Bis zu 4 mm/m beträgt das Frühschwindmass (Kapillarschwindmass) von Betonen bei ungünstigen Klimabedingungen. Die Rissbreiten liegen zwischen 0,5 und 2,0 mm, die Risse erreichen bei dicken Betonteilen etwa 100 mm Tiefe.

Das Bluten und das Kapillarschwinden können in plattenförmigen Bauteilen dazu führen, dass der Beton oberhalb der Bewehrungsstäbe aufreisst *(Abbildung 2)*. Zurückzuführen ist dies auf die Behinderung der Verformung des Betons in vertikaler Richtung durch die oben liegenden Bewehrungsstäbe [4]. Unter Umständen zeichnet sich auch die Bewehrung auf der Betonoberfläche ab.

Massnahmen gegen das Bluten

Die beste Massnahme gegen das Bluten von Betonen besteht darin, die vorhandenen betontechnologischen Kenntnisse über die Herstellung dauerhafter Betone konsequent anzuwenden.

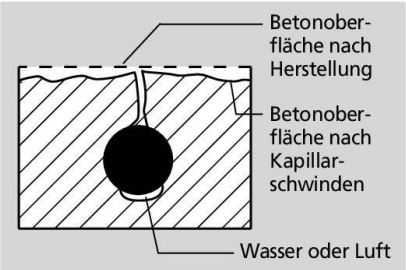

Abb. 2 Rissbildung über einem Bewehrungsstab als Folge von Bluten und Kapillarschwinden.

Grafik: TFB/Schück AG nach [4]

Eine Auswahl sinnvoller Einzelmassnahmen wurde bereits erwähnt, weitere werden nachfolgend zusammengefasst.

Zuschlagstoffe
Ein guter Kornaufbau des Zuschlaggemisches führt zu einem Frischbeton mit einem niedrigen Wasserbedarf und einer hohen Stabilität.

Zement
Wenn ein Zement durch einen feineren Zement mit schnellerer Festigkeitsentwicklung ersetzt wird, wird das Anmachwasser schneller durch Hydratation gebunden, der Beton steift schneller an und schwerere Teilchen können nicht mehr absinken.

Mehr Zement bei gleichem Wassergehalt bedeutet abnehmendes Bluten.

Mehlkorngehalt
Die Erhöhung der Feinstmaterialmenge (inerte Füller, Feinstsand, Zusatzstoffe wie hydraulischer Kalk oder Flugasche) führt zu stabileren Frischbetonen.
Aus Holland stammt folgende Faustregel [5]:

- Grösstkorn 16 mm → mindestens 125 l Feinstmaterial Ø ≤ 0,25 mm/m^3 (entspricht ungefähr 375 kg/m^3)
- Grösstkorn 32 mm → mindestens 115 l Feinstmaterial Ø ≤ 0,25 mm/m^3 (rund 350 kg/m^3).

Wasserausscheidung aus einem Kiesnest.

Foto: TFB-Archiv

In der Norm SIA 162/1 [6] sind ähnliche Mindestgehalte an Mehlkorn (alle Bestandteile mit Korndurchmesser < 0,125 mm inkl. Zement) vorgegeben:

- ≥ 425 kg/m^3 für 0–16 mm Korngrösse der Zuschlagstoffe
- ≥ 350 kg/m^3 für 0–32 mm Korngrösse der Zuschlagstoffe
- ≥ 300 kg/m^3 für 0–64 mm Korngrösse der Zuschlagstoffe.

Verminderung des Wassergehalts
Beton- und Hochleistungsbetonverflüssiger (BV und HBV) ermöglichen es, die Anmachwassermenge zu verringern, ohne das Ausbreitmass zu verändern, d.h. die Verarbeitbarkeit verschlechtert sich nicht.

Künstlich erzeugte Luftporen
Die Zugabe von Luftporenmitteln (LP) erlaubt es, die Zugabewassermenge zu vermindern. Gleichzeitig verbessert sich der Zusammenhalt des Frischbetons durch die kleinen Luftblasen, die auch als Schmiermittel wirken.

Stabilisatoren
Stabilisatoren vermindern die Entmischung von Frischbeton, insbesondere das Absondern von Wasser [7].

Nachverdichten
Hier handelt es sich nicht um eine Massnahme zum Verhindern des Blutens. Vielmehr gelingt es, die nachteiligen Folgen auf die Qualität des Randbetons zu vermeiden, wenn nach dem Abklingen des Blutens, aber vor dem Erstarrungsende nachverdichtet wird [9].

LITERATUR

[1] **Hermann, K.,** «Randbeton», Cementbulletin **62** [4], 3–7 (1994).

[2] **Loedolff, G.F.,** «A new approach to testing of concrete bleeding» in **Dhir, R.K., and Jones, M.R.,** «Concrete 2000», Chapman & Hall, London (1993), Vol. 2, Seiten 1664–1675.

[3] **Aitcin, P.-C.,** «High-performance concrete», E & FN Spon, London, (1998), Seiten 462–463.

[4] **Grube, H.,** «Ursachen des Schwindens von Beton und Auswirkungen auf Betonbauteile», Schriftenreihe der Zementindustrie **52,** 1–80 (1991).

[5] «Onderhuids», Betoniek **10** [2], 1–8 (1995).

[6] Norm SIA 162/1: «Betonbauten – Materialprüfungen» (Ausgabe 1989).

[7] Beton-Kalender **96**, Teil 1, Seite 37 (1997).

[8] **Weigler, H.,** und **Karl, S.,** «Beton – Arten, Herstellung, Eigenschaften», Verlag Ernst & Sohn, Berlin, 558 Seiten (1989).

[9] ASTM C 232–9: Standard test methods for bleeding of concrete

Messen des Blutens

Die vorhandenen Verfahren zur Ermittlung des Blutens haben meist den Nachteil, dass sie nur auf Zementleime und Mörtel anwendbar sind. Und Ergebnisse dieser Tests lassen sich nur bedingt auf Betone mit 32 mm Maximalkorn übertragen. Eine Ausnahme bilden beispielsweise zwei Tests gemäss ASTM 232–92 [9], die für ein Grösstkorn von 50 mm zugelassen sind.

Die Tatsache, dass Proben aus dem gleichen Batch in diesen Tests nicht die gleichen Resultate liefern müssen, zeigen den Wert dieser Messverfahren: Sie liefern grobe Hinweise darauf, welche Änderungen in der Betonzusammensetzung sich voraussichtlich positiv auf das Blutungsverhalten eines Betons auswirken werden.

Bram van Egmond
und *Kurt Hermann, TFB*

Wasserausscheidung durch aufsteigende Luftblasen. Foto: TFB-Archiv