

Einmischungen und Zementleim- und Festmörtelverlust

Einleitung

Während oder nach dem Transport, Fördern, Einbringen, Verdichten und Abziehen des Frischbetons können verschiedenartige Entmischungen auftreten, die die Qualität und das Aussehen des Betons beeinträchtigen. Bei undichten Schalungstößen kann es zu einem Austritt von Zementleim und Feinstmörtel kommen, wodurch eine unebene, rauhe Betonoberfläche mit dunklen Verfärbungen entsteht. Eine Sonderform stellt die Wasserabsonderung, das sogenannte Bluten, dar.

Erscheinungsformen

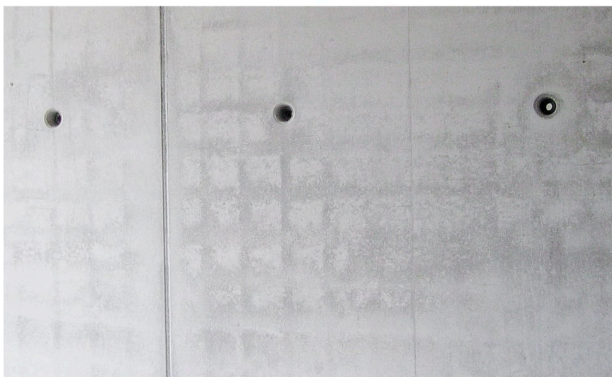
In Abbildung 8.2.1 werden einige typische Erscheinungsformen von Entmischungen und Zementleim- und Feinstmörtelverlust gezeigt.



Wolkenbildung infolge Mikroentmischung durch lokales Überverdichten.



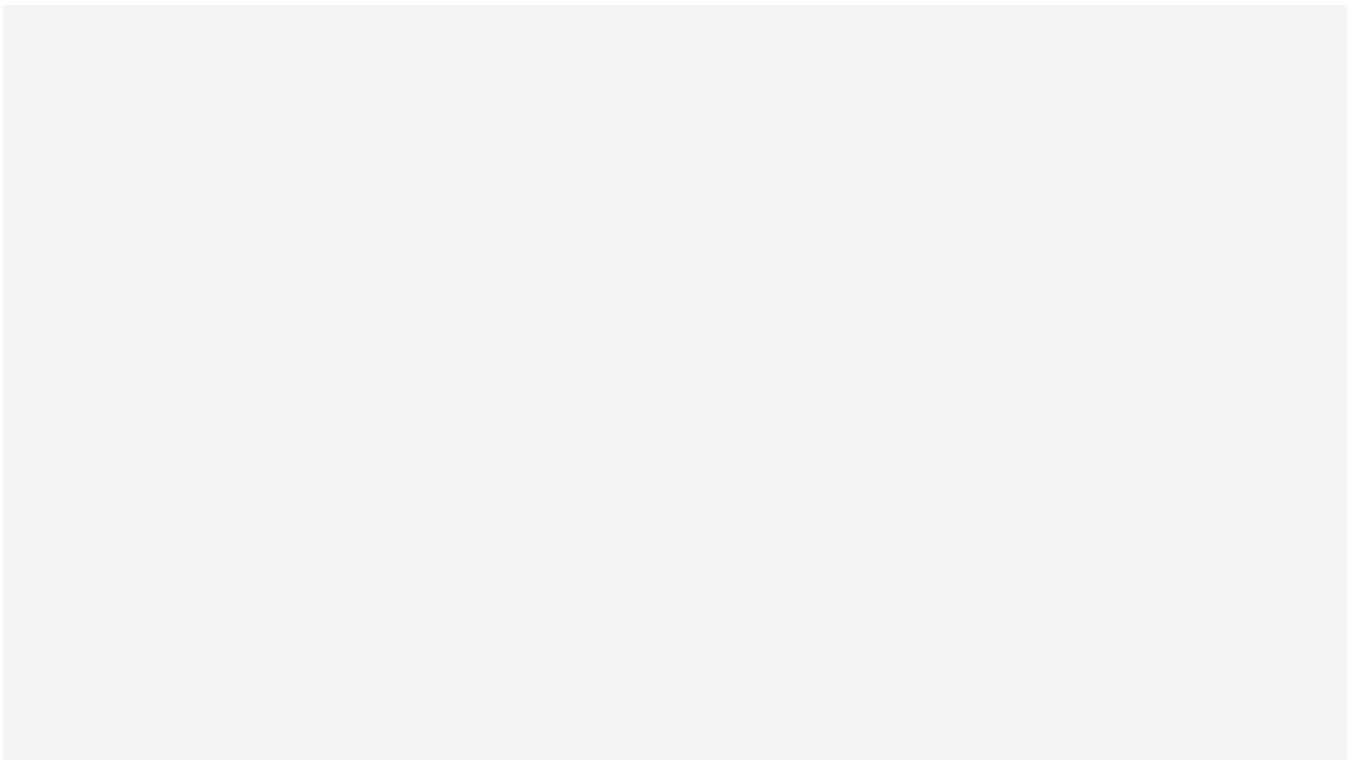
Grossflächige Wolkenbildung durch ungenügender Durchmischung und Wasserabsondern des Frischbetons.



Abzeichnen der Bewehrung infolge Mikroentmischung durch lokales Überverdichten.



Abzeichnen der undichten Schalungsfugen durch Verlust des Zementleimes, auf den Feldmitten helle Ausblühungen.





Abmehlungen und Absandungen auf einer Bodenplatte als Folge des starken Bluten von Beton.



Schleppwasserkanäle durch Aufsteigen von überschüssigem Zugabewasser an senkrechter, geschalter Betonoberfläche.



Zementleim und Feinstmörtelverlust durch undichte Betonierfuge.



Kiesnest im Wand-Bodenanschlussbereich infolge ungenügender Verdichtung und Austreten von Feinstmörtel bei undichten Schalungstößen.

Abb. 8.2.1: Typische Erscheinungsformen von Entmischungen und Zementleim und Feinstmörtelverlust.

Ursache und vorbeugende Massnahmen

Vor dem Erstarren können sich die einzelnen Bestandteile des Betons entmischen. Dabei trennen sich die Bestandteile entsprechend ihrer Grösse und Dichte durch zu intensives Verdichten oder gravimetrisch im ruhenden Frischbeton. Die groben und schweren Körner sinken ab (sedimentieren), während die leichten und feinen Partikel aufsteigen (Abb. 8.2.2).

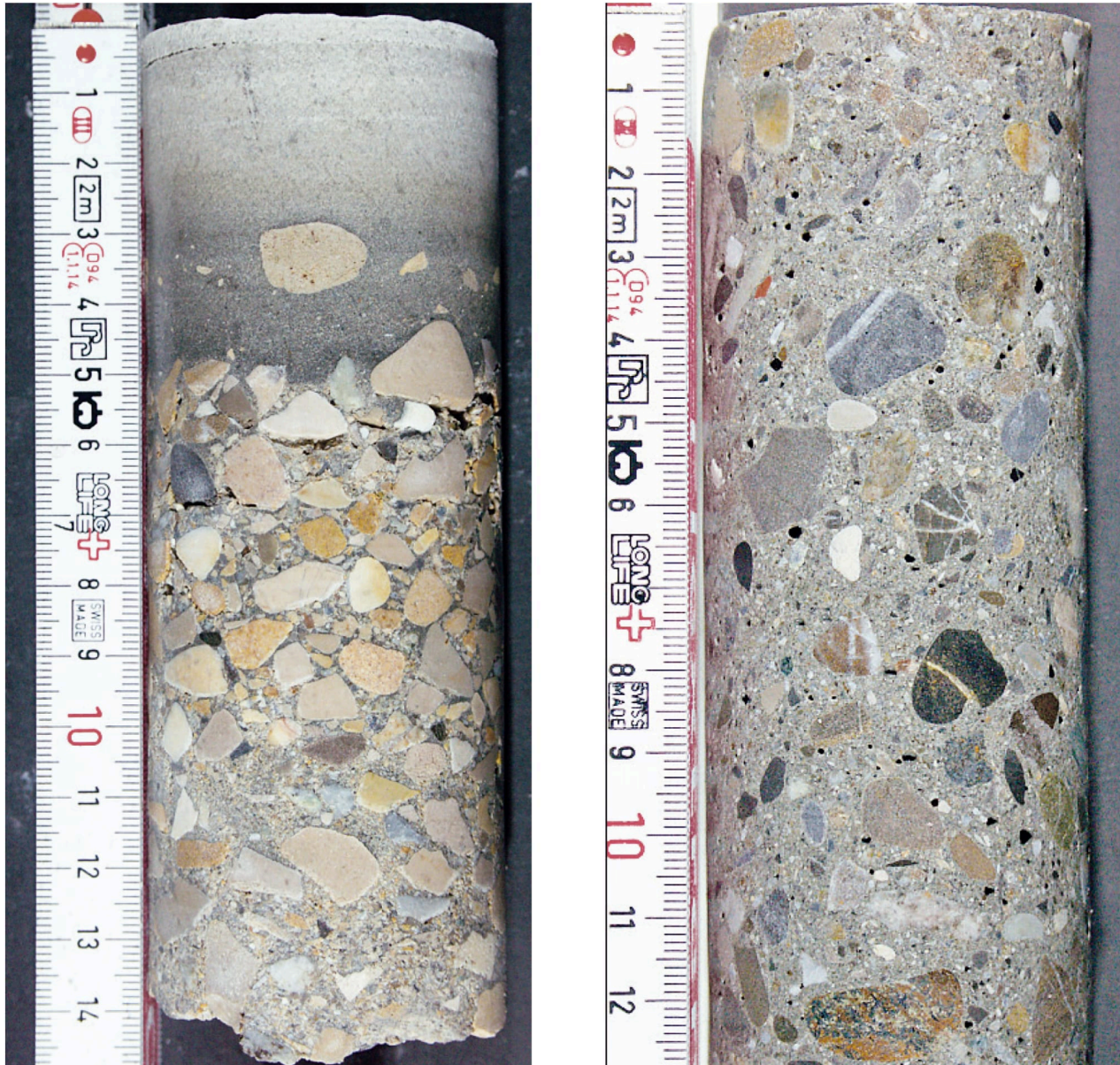


Abb. 8.2.2: Bohrkerne aus einer Decke, links: starke Sedimentation, rechts: keine Sedimentation.

Das Absondern des Zugabewassers vom Zementleim wird als Bluten des Betons bezeichnet. Dieser Vorgang kann sowohl an der Betonoberfläche als auch im Betoninneren stattfinden. Zementleimanreicherungen mit hohem Wassergehalt können auch um die Gesteinskörner entstehen infolge übermäßigem Vibrieren. Die ungleichmässige Ausbildung des Betongefüges, insbesondere der Kapillarporosität, beeinträchtigt die Festigkeitsentwicklung und die Dauerhaftigkeit des Betons. An der Betonoberfläche zeichnen sich Entmischungen durch Farbunterschiede aus. Zementleimanreicherungen an der Betonoberfläche sind auch

nach dem Erhärten weich und neigen zum Abmehlen und Absanden. Mehlkornarme Betone und hohe Wasserzementwerte begünstigen das Bluten. Weitere Ursachen sind tiefe Temperaturen und übermässiges Verdichten (Abb. 8.2.3).



Abb. 8.2.3: Wasser (Blut- und Regenwasser) auf horizontaler Betonoberfläche.

Abzeichnen der Bewehrung

Ursache

Das Abzeichnen der äusseren Bewehrungslage auf der Betonoberfläche entsteht durch Mikroentmischungen im Feinstkornbereich des Frischbetons, welche auf lokales Überverdichten in der Nähe der Schalung oder Bewehrung verbunden mit deren Schwingungen zurückgeführt werden.

Vorbeugende Massnahmen

Ein zu intensives Verdichten ist zu vermeiden. Es darf zu keinem Kontakt zwischen der Rüttelflasche und der Bewehrung kommen. Grosse Temperaturunterschiede zwischen Frischbeton und Bewehrung von mehr als 12 °C sind bei tiefen Umgebungstemperaturen von 5–10 °C zu vermeiden. Dieses Erscheinungsbild liegt in der Regel nicht an einer zu geringen Bewehrungsüberdeckung.

Wolkenbildungen Ursache

Grossflächige Wolkenbildungen können entstehen, wenn der Beton zum Bluten neigt und nicht genügend durchmischt wurde. Die Wolken zeichnen sich auf Betonuntersichten durch helle Säume ab.

Wolkenartige Bereiche mit unterschiedlichem Grauton und Glanzgrad können durch unregelmässiges, ungenügendes bis zu intensives Vibrieren verursacht werden. Dabei kann sich der Beton lokal entmischen und dunkle Verfärbungen aufweisen.

Wolkenbildung können des Weiteren auftreten bei Verwendung grösserer Mengen an Zusatzstoffen (z. B. Flugasche).

Vorbeugende Massnahmen

Die wichtigste Massnahme ist die kontrollierte Verdichtung des Frischbetons, so dass es zu keinem lokalen Überverdichten kommt. Beim Verdichten sollte der Innenrüttler nicht mit der Bewehrung und der Schalung in Berührung kommen. Die Bewehrungsüberdeckung muss zwingend eingehalten werden. Ein ausreichender Mehlkorngesamtgehalt, wie z. B. für Pumpbeton, verbessert das Wasserrückhaltevermögen des Frischbetons. Der Beton soll in gleichmässigen Schüttlagen eingebracht und entsprechend seiner Konsistenz ausreichend verdichtet werden.

Dunkelverfärbungen

Ursache

Bei tiefen Temperaturen verzögert sich die Abbindezeit und die Entmischungsgefahr des Frischbetons nimmt zu. Entmischungen führen zu einer Umverteilung und einem Verlust des Zugabewassers im Mikrobereich, so dass die Hydratation des Zementes lokal stark vermindert bis gestört werden kann. Der niedrigere Hydratationsgrad und die damit verbundene niedrige Kapillarporosität verursachen dunkle, flächige Verfärbungen der Betonhaut, insbesondere auf Deckenuntersichten. Ebenso führen diese Entmischungen auch bei Kiesnestern oder undichten Fugen infolge der Wasserabsonderung des Zementleimes zu markanten Dunkelverfärbungen.

Vorbeugende Massnahmen

Die Dunkelverfärbungen infolge Entmischungen können im Winter durch den Einsatz von Beschleunigern und Betonmischungen mit einem guten

Wasserrückhaltevermögen vermieden werden.

Abmehlen und Schleppwasserkanäle

Ursache

Abmehlungen entstehen durch Beeinträchtigungen der Hydratation an der Betonoberfläche. Abgesondertes Zugabewasser kann entlang der Schalung aufsteigen und Fliessspuren, sogenannte Schleppwasserkanäle, an der Betonoberfläche hinterlassen. Dieser Effekt tritt häufig bei glatter, nicht saugender Schalung in Verbindung mit hohen Schüttlagen auf.

Vorbeugende Massnahmen

Für das Bluten des Frischbetons ist massgeblich die Betonzusammensetzung verantwortlich. Bei der Herstellung und Ausführung von Sichtbetonbauten sind in diesem Zusammenhang folgende Punkte zu beachten:

- Der Beton sollte einen ausreichenden Mehlkorngesamtgehalt aufweisen. Die Verwendung von CEM II/B-M – Zementen ist wegen ihres Wasserrückhaltevermögens vorteilhaft.
- Der Beton sollte eine weiche bis fliesfähige Konsistenz aufweisen und der Wassergehalt sollte begrenzt werden (w/z -Wert < 0.6).
- Die Verwendung von saugfähigen Schalungen (z. B. Brettschalung) reduziert die Gefahr von Schleppwasserkanälen.
- Das Einbringen des Betons soll mit gleichbleibender Geschwindigkeit und in möglichst gleichmässigen, horizontalen Schichten von 50–70 cm Dicke erfolgen, um das Entmischen zu minimieren.
- Der eingebrachte Frischbeton soll rasch und gleichmässig verdichtet werden.

Kiesnester

Ursache

Kiesnester entstehen, wenn sich der Beton z.B. wegen einer zu grossen Fallhöhe entmischt oder wenn er punktuell ungenügend verdichtet wird. Undichte Schalungen, durch die der Zementleim und der Feinstmörtel herausfliessen, sind eine weitere Ursache für Kiesnester. Auch eine zu dichte Bewehrung oder zu enge Bewehrungsabstände im Vergleich zum Grösstkorn können zu Kiesnestern oder gar unvollständig verfüllten Schalungen führen (Abb. 8.2.4).

Kiesnester treten vor allem in den Randbereichen und in den unteren Teilen eines Betonbauteils auf. Sie fallen wegen ihrer Textur und wegen ihres dunkleren Farbtons auf. Sie stellen bei Sichtbeton (SBK 2 bis S) einen optischen Mangel dar und können die

Dichtigkeit und damit die Dauerhaftigkeit beeinträchtigen.

Sind die Kiesnester nur klein und ohne Auswirkung auf die Tragsicherheit und Dauerhaftigkeit, ist der Verzicht auf eine Reparatur meist sinnvoll, weil diese die Sichtbetonqualität oft empfindlich stört.

Vorbeugende Massnahmen

Die Entstehung von Kiesnestern kann durch folgende Massnahmen reduziert werden:

- Bei der Planung von Sichtbetonbauten müssen die Bauteilabmessungen in Abhängigkeit der Bewehrungsdichte und -führung sowie der Betoneigenschaften so gewählt werden, dass das Einbringen und Verdichten des Betons einwandfrei möglich ist.
- Der Abstand von Bewehrungsstäben soll grösser als das Grösstkorn und der Durchmesser benachbarter Bewehrungsstäbe sein. Speziell zu beachten sind Bereiche mit Bewehrungsstössen, -verankerungen und -abbiegungen im Fall hoher Bewehrungsgehalte.
- Der Beton sollte eine gut abgestimmte Kornzusammensetzung und eine dem Bauteil sowie der Einbringart angepasste Konsistenz aufweisen (siehe Pumpbeton). Der maximale Durchmesser der Gesteinskörnung sollte generell weniger als ein Drittel der minimalen Bauteildicke betragen.
- Die Schalung muss dicht sein, damit wenig Wasser und kein Zementleim ausfliessen kann. Die Fixierung und Abdichtung im Bereich der Betonierfugen, Schalungsstösse, Ecken, Kanten und Einlagen sind speziell zu beachten.
- Bei der Bewehrungsführung und der Schalungsanordnung sind Rüttelöffnungen einzuplanen, damit der Beton überall gleichmässig hineinfließen und verdichtet werden kann.
- Erfolgt der Frischbetontransport mit dem Fahrwischer, bergen lange Transportzeiten eine Entmischungsgefahr. Der Beton soll unmittelbar vor dem Entladen 2 Minuten gemischt werden.
- Der Beton soll mit gleichbleibender Geschwindigkeit und in möglichst gleichmässig dicken, horizontalen Schichten eingebracht werden. Um das Entmischen zu vermeiden, soll die Schütthöhe höchstens 50 cm betragen (siehe Förderung).
- Bei Wänden lässt sich durch das vorgängige Einbringen eines Vorlagebetons (Schichtdicke ca. 10 cm) mit höherem Zementgehalt und kleinerem Grösstkorn eine mögliche Entmischung des Frischbetons am Wandfuss verhindern. Bei dieser Massnahme ist ein möglicher Farbunterschied des Vorlagebetons zu prüfen.

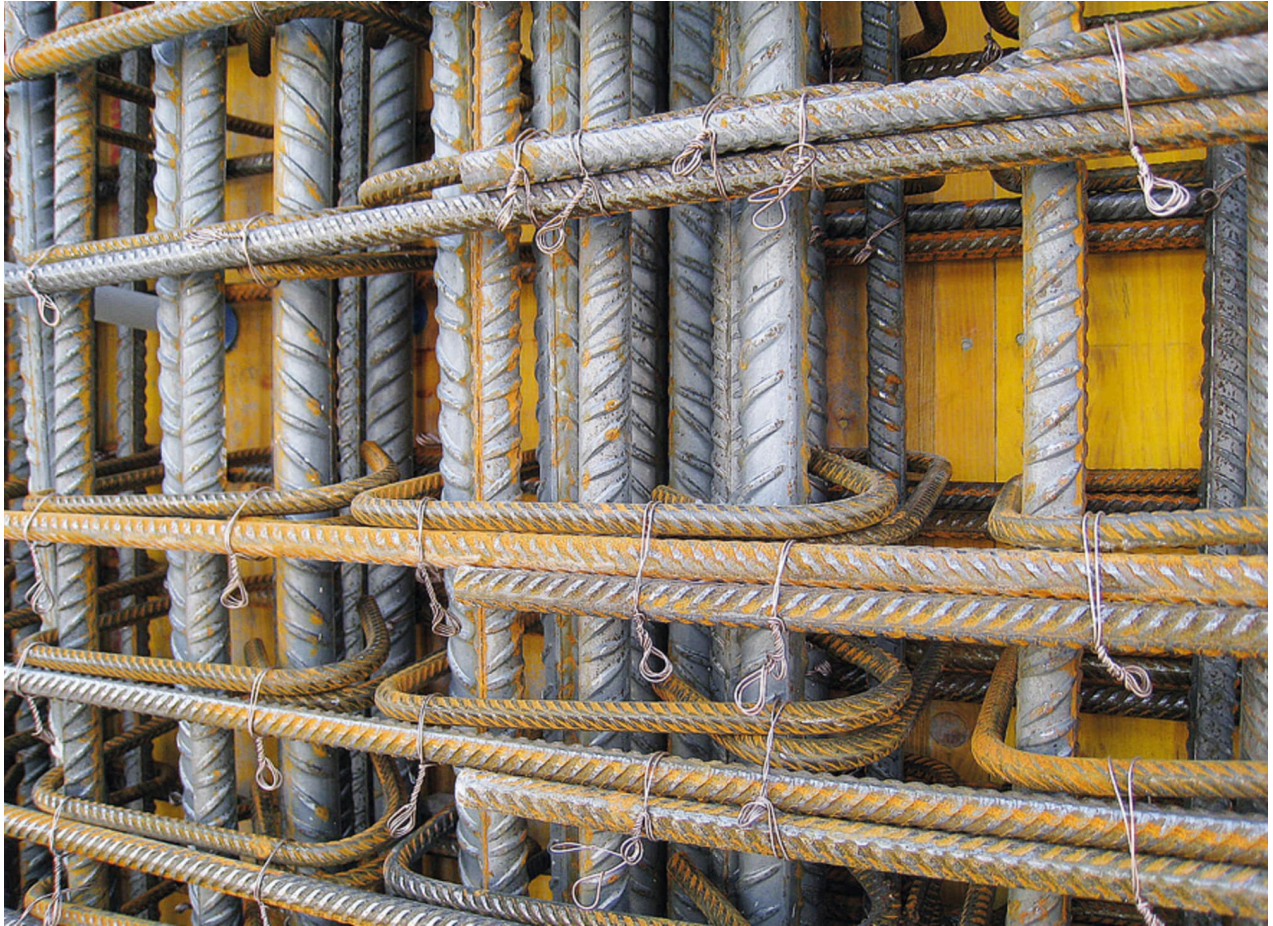


Abb. 8.2.4: Eng verlegte Bewehrung.



Abb. 8.2.5: Rüttel- und Einfüllöffnung bei eng verlegter Bewehrung.

