

Zeitschrift: Cementbulletin
Herausgeber: Technische Forschung und Beratung für Zement und Beton (TFB AG)
Band: 50-51 (1982-1983)
Heft: 15

Artikel: Ein Fall von "Nachverdichtung"
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-153658>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 15.03.2025

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

CEMENTBULLETIN

MÄRZ 1983

JAHRGANG 51

NUMMER 15

Ein Fall von «Nachverdichtung»

Dunkelfärbung des Zementsteins infolge von Nachverdichtung der unterliegenden Schüttung. Beweglichkeit der Betonbestandteile beim Verdichten. Beobachtungen und daraus abgeleitete Vorgänge.

Abb. 1 zeigt ein Beispiel für stark sich abzeichnende Betonierfugen, wobei der obere Teil der jeweiligen Lagen dunkel gefärbt ist. Es ist dem üblichen Bild entgegengesetzt, denn meistens findet man die einzelnen Schüttungen oben heller gefärbt als unten (Abb. 2). Dieser letztere Fall lässt sich bekanntlich dadurch erklären, dass während des Vibrierens sich die festen Bestandteile des Betons absetzen und Wasser gegen oben verdrängen. Dadurch ist der Wasserzementwert im oberen Teil einer verdichteten Schüttung in der Regel höher und der Zementstein erhält dadurch eine hellere Tönung.

Wasser ist der leichteste und beweglichste Teil einer Frischbetonmischung. Die Verdrängung von Wasser erfolgt nicht nur wegen des Absinkens schwererer Körner, sondern auch wegen der sich einstellenden dichteren gegenseitigen Lagerung von feinkörnigem Material, z.B. Zement. Wird in einem Versuch lose eingefüllter, trockener Sand vibriert, so tritt eine Verminderung des Schüttvolumens ein, wobei als einzige Ursache der Raum zwischen den Körnern sich verkleinert hat.

2 Zur Frage der Beweglichkeit der einzelnen Bestandteile im Frischbeton kann folgendes festgestellt werden:

- Je kleiner die Körner, desto geringer ist ihre relative Bewegung zueinander, d.h. die Teilchen folgen den Bewegungen des Wassers, in welchem sie suspendiert sind. Das bedeutet, dass beispielsweise bei aufdrängendem Wasser grobe Zementkörner eher zurückbleiben als feinere.
- Die freie Beweglichkeit der Zementkörner wird schon kurze Zeit nach der Wasserzugabe eingeschränkt, indem an ihrer Oberfläche eine weiche Gelschicht entsteht und ein zunächst schwacher gegenseitiger Verbund eintritt. Die sich bildende Gelschicht und Gelteile, die sich freimachen, tragen demgegenüber dazu bei, dass der Reibungswiderstand zwischen den Zement- und Feinsandkörnern geringer wird.



Abb. 1 Die einzelnen Betonschüttungen zeichnen sich durch schwarze Verfärbungen ab, welche auf Nachverdichtung im Stadium des Abbindebegins zurückzuführen sind.

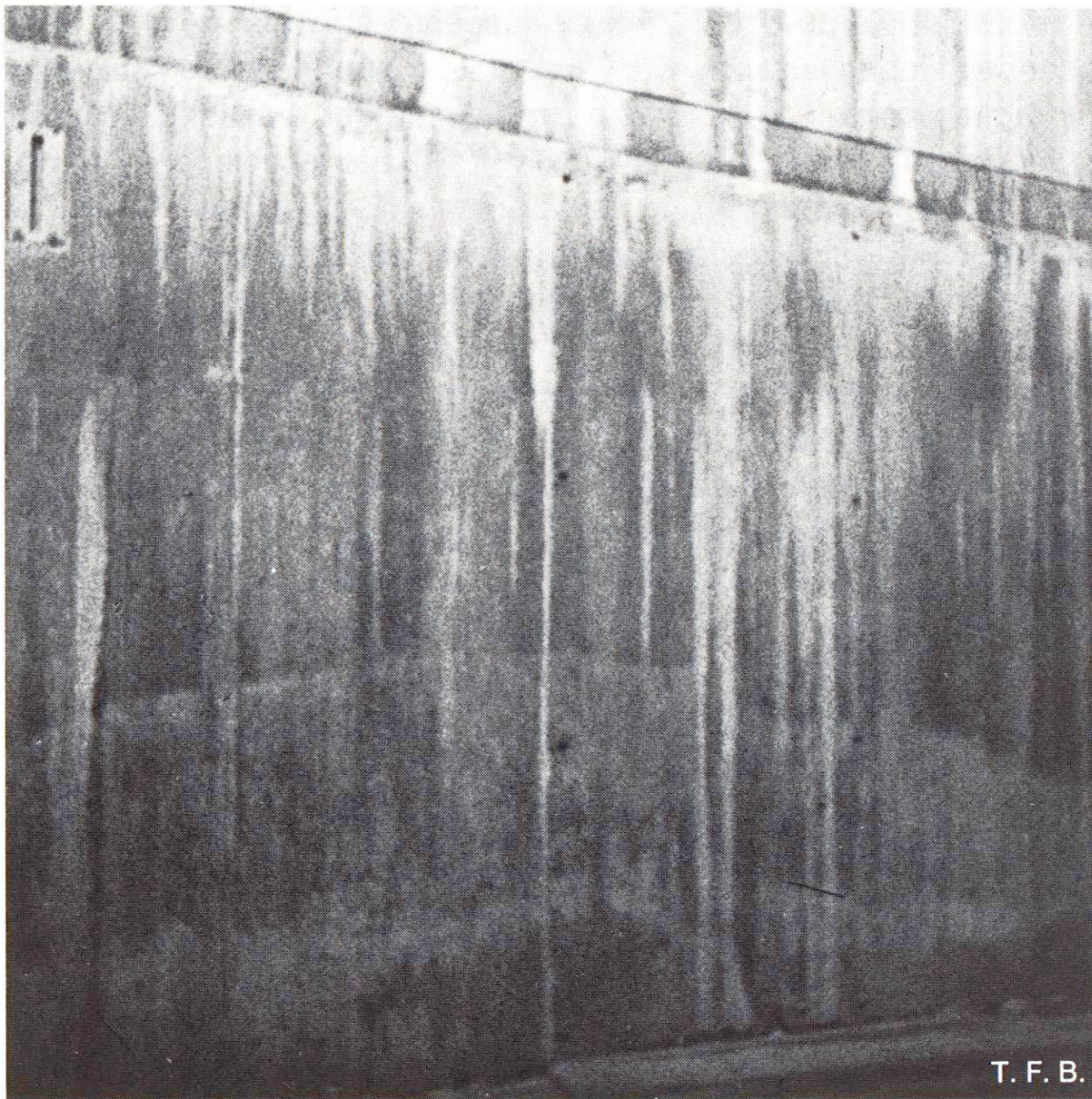


Abb. 2 Dieses, der Abb. 1 entgegengesetzte Bild ist häufiger anzutreffen. Infolge Wasserverdrängung nach oben sind Schüttungen in ihrem oberen Bereich heller getönt.

- Bei Abbindebeginn nach 1–4 Std. ist die gegenseitige Beweglichkeit der Zementkörner schon weitgehend aufgehoben. Der im Aufbau begriffene Zementstein bildet ein noch lockeres poröses Gerüst, in welchem der noch ungebundene Wasseranteil frei zirkulieren kann und das die Zuschlagskörner noch nicht endgültig festhält.
- Bei der Vibration wird die gegenseitige Beweglichkeit der Zuschlagskörner, die einen grösseren Durchmesser als der Schwingungsausschlag haben, stark erhöht. Die Reibung zwischen den Partikeln wird angehoben, indem praktisch keine direkte Berührung mehr stattfindet. Zwischen den Körnern stellt sich ein Abstand von 0,5–1 mm ein.
- Bei Vibration sinken die grossen Zuschlagskörner schneller als die kleinen, weil ihr Volumen (Gewicht) im Verhältnis zur Oberfläche (Reibung) grösser ist.

4 Nun zurück zu Abb. 1. Wie kommt dieses Erscheinungsbild zustande? Zur Beantwortung sollen zuerst alle Einzelheiten genau festgehalten und bewertet werden. Wesentliche Beobachtungen sind die folgenden:

1. Die Schalung bestand aus glatten, dichten und harten Holztafeln. Der Beton weist demnach eine ebene und geschlossene Oberfläche auf.
2. Der Zementstein an der Oberfläche ist auffällig hart und stellenweise glasartig. Die schwarzgraue Farbe scheint aus der Tiefe durchzuschimmern. Abgeschlagene Scherben bestätigen dies.
3. Zur Verteilung der «schwarzen Wolken» sind drei Feststellungen zu machen:



Abb. 3 Ausschnitt aus Abb. 1. Man erkennt die Wirkung einzelner Vibratoreinsätze sowie die mittelbar sich abzeichnende Schalungskonstruktion.

- 5 – Sie folgen zur Hauptsache der oberen Grenze einzelner Schüttungen.
- Sie zeichnen die Bereiche von senkrechten Schalungsstützen als hellere Zonen ab.
 - Sie deuten mit dunkleren Stellen einzelne Vibrationseinsätze in Abständen von 30–50cm an.
4. Beim Betonieren wurde in diesem Falle jeweils eine Schüttung von ca. 30cm entlang der ganzen U-förmigen Gebäudewand eingebracht. Die Abwicklung betrug etwa 70m, und es wurden so pro Umgang etwa 6m^3 eingebracht. Bei Wiederbeginn war die untenliegende Schicht 1–1,5 Std. alt. Die Lufttemperatur belief sich auf $10\text{--}14^\circ\text{C}$.

Aus diesen Beobachtungen ergibt sich als Ursache der Erscheinung eine zweite kräftige Vibration, welche die untenliegende Schüttung während dem Verdichten der oberen erfahren hat.

Der Beton der untenliegenden Schüttung befand sich im Moment der «Revibration» im Zustand des Abbindebeginneres, bei dem die Zementkörner örtlich festgehalten sind, ein grosser Teil des Wassers aber noch frei beweglich ist. Die Rüttelflasche vermochte in diesem Stadium noch einzudringen, und die Vibration bewirkte zusammen mit dem Auflagedruck der oberen Schicht eine nochmalige Verdichtung.

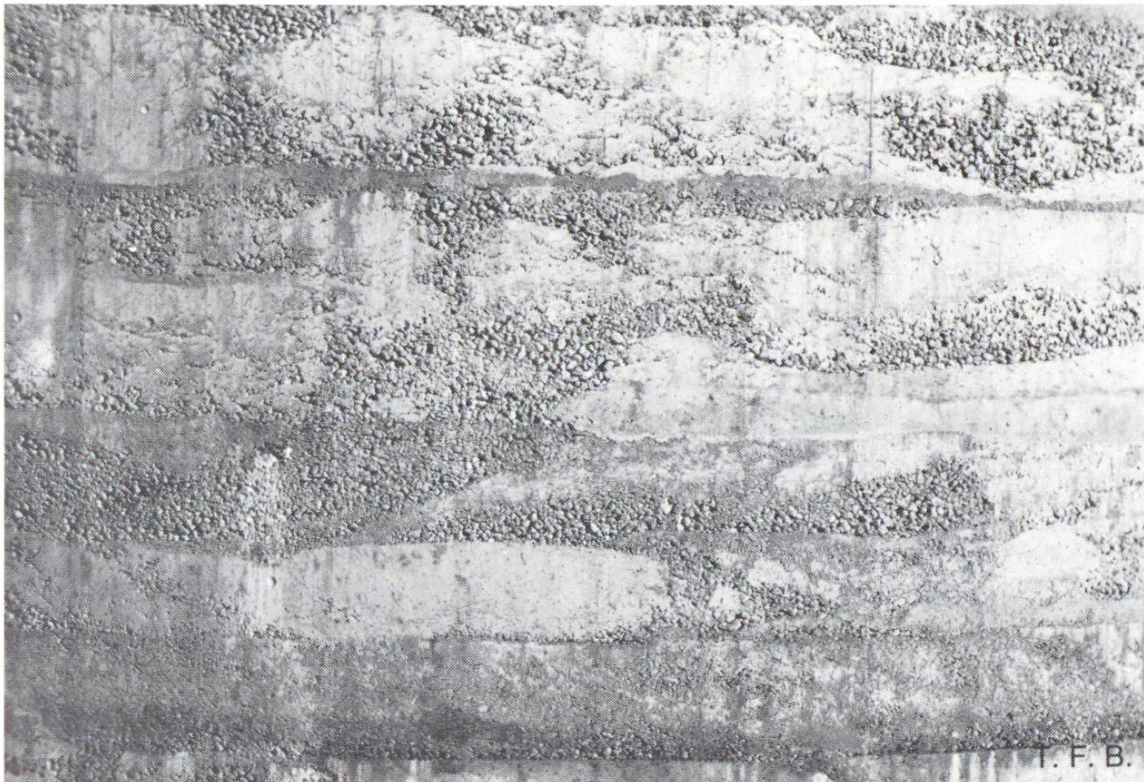


Abb. 4 Das Gegenstück zur Revibration

6 Anstatt Luft wurde dabei Wasser ausgepresst, welches nach oben oder nach innen auswich. Der Zementstein wurde dadurch glasartig-hart und porenfrei. Es konnte in ihm kaum mehr Wasser zirkulieren, aus dem sich etwa Calciumhydroxid (Kalk) ausgeschieden oder das zur weiteren Hydratisierung des Zementes beigetragen hätte. Die dunkelgraue Farbe besteht somit wegen des zurückbleibenden unveränderten Zementes und aus Mangel an ausgeschiedenem Kalk.

Die «Revibration» oder «Nachverdichtung» hat in der Regel eine erhebliche Festigkeitszunahme von 10–20% zur Folge. Bei Sichtbeton hat sie den Nachteil, dass möglicherweise solche starke und unregelmässige Dunkelfärbungen eintreten. Diese Art der dunklen Tönung ist dauerhafter als andere Verfärbungen des Zementsteins, aber auch sie hat die Tendenz, sich im Verlaufe der Zeit abzuschwächen.

Zur Verhütung des Schadens weisen folgende Stichworte den Weg:

- Steife, massive Schalung
- Beachtung der Zeit des Abbindebeginnes (1–2 Std. im Sommer, 2–4 Std. im Winter).

Tr.

Literaturangaben:

R. Abt, Wolkenbildung im Sichtbeton
«beton», Herstellung und Verwendung, **9**, 240 (1969)

J.-P. Collin, La vibration du béton,
Le Bâtiment-Batir, 1976, Heft 11 und 12

ACI-Committee 309, Behaviour of Fresh Concrete During Vibration
ACI-Journal, Jan./Febr. 1981

U. Trüb, Die Betonoberfläche, Bauverlag Wiesbaden und Berlin 1973

U. Trüb, Les surfaces du béton, Editions Eyrolles, Paris 1976

U. Trüb, Baustoff Beton, Verlags-AG der akademischen technischen Vereine Zürich,
Wildegg 1979