Zeitschrift: Cementbulletin
Herausgeber: Technische Forschung und Beratung für Zement und Beton (TFB AG)
Band: 28-29 (1960-1961)
Heft: 18

Artikel: Über das Abbinden der Portlandcementes
Autor: [s.n.]
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-153396

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: 08.07.2025

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

CEMENTBULLETIN

JUNI 1961 JAHRGANG 29 NUMMER 18

Über das Abbinden des Portlandcementes

Unterscheidung zwischen Erstarren (Abbinden) und Erhärten. Abbindevorgang. Abbindeverzögerung. Revibration als praktische Konsequenz.

Im vorangehenden Cementbulletin haben wir die Schwierigkeiten besprochen, die beim Betonieren bei höheren Tagestemperaturen entstehen. Bei steigender Temperatur erfährt der Abbindeprozess eine Beschleunigung. Heute sollen nun einige Angaben über das Abbinden und das Nachverdichten als bautechnische Konsequenz gegeben werden.

Unter Abbinden (s. auch CB 21/1949) versteht man das erste Erstarren des Cementleims. Man hat, anfänglich aus rein praktischer Erfahrung heraus, immer unterschieden zwischen der ersten Verfestigung, dem Abbinden und der nachfolgenden eigentlichen Erhärtung. Mit dem Einsetzen der systematischen Cementforschung wurde die Frage aufgeworfen, ob diese Trennung richtig sei, ob sich der Abbindeprozess vom Erhärtungsprozess tatsächlich bezüglich der stofflichen Umsetzungen unterscheide oder aber nur

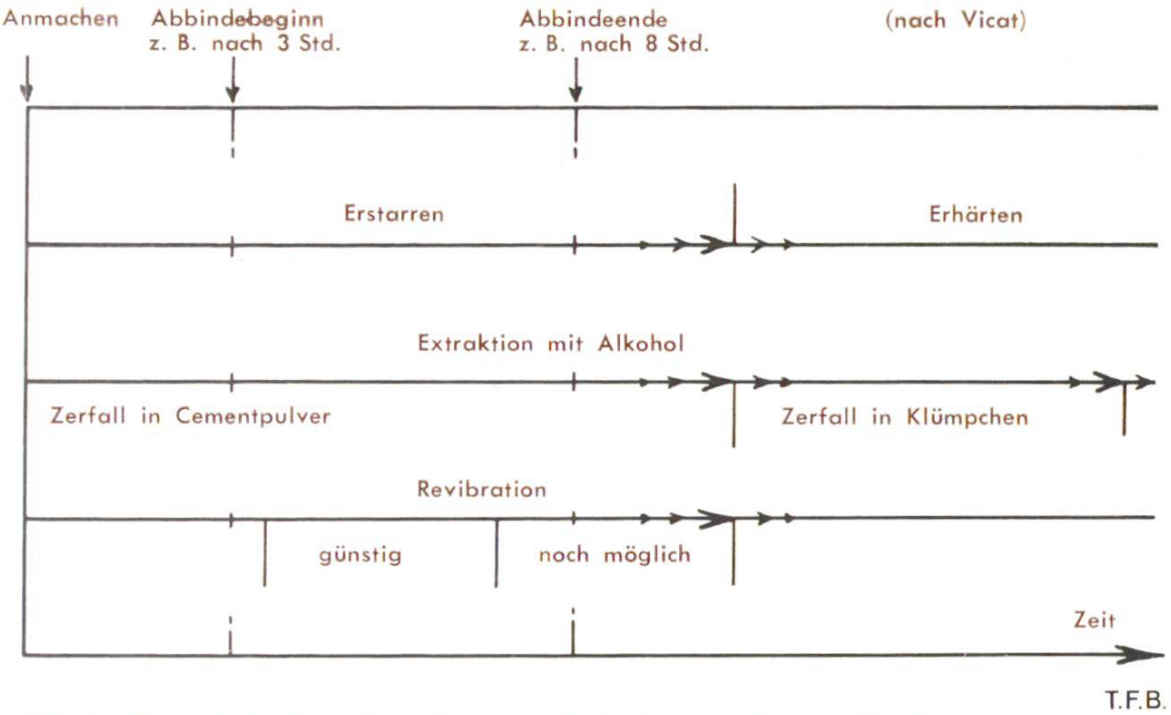


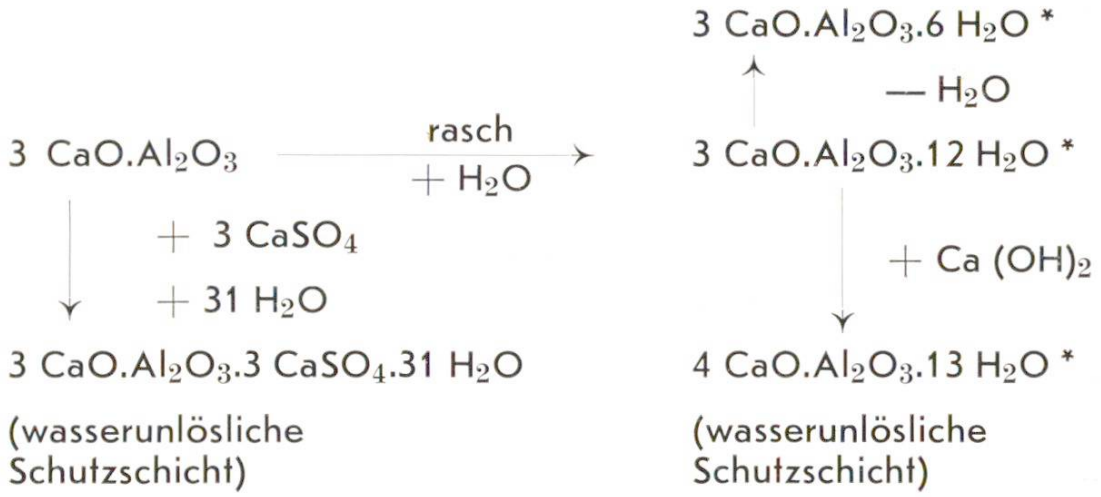
Abb. 1 Schematische Darstellung der ersten Verfestigungsperiode von Portlandcement

durch die zeitliche Folge. Versuche haben bewiesen, dass das Abbinden im wesentlichen eine Versteifung infolge physikalischer Vorgänge ist, während die chemischen Vorgänge, die zur Verfestigung beitragen, erst beim Erhärten einsetzen (Abb. 1). Die Unterscheidung der beiden Verfestigungsstufen erscheint also auch im Lichte der neuen Forschung durchaus berechtigt.

Die Abbindezeiten werden gemäss den Normen für die Bindemittel des Bauwesens (SIA Nr. 115, 1953, Art. 36) mit dem Vicat-Apparat bestimmt (s. CB 3/1946 und 14/1953) (Abb. 2). Es handelt sich um ein spezielles Gerät, welches das Eindringen einer Nadel unter genormten Bedingungen zu messen gestattet. Abbindebeginn und -ende entsprechen den Zeitabschnitten vom Anmachen eines Cement-Wasser-Gemisches bis zu bestimmten Eindringtiefen in den damit hergestellten Probekörper. Die Messung steht mit der Folge sich abspielender Abbindeprozesse in keinem direkten Zusammenhang, lässt also nicht auf einen Beginn oder eine Beendigung eines bestimmten Vorganges schliessen.

Die Reaktionen, die sich während dem Abbinden abspielen, sind sehr vielfältig und noch nicht vollständig abgeklärt. Man weiss, dass das Wasser (H_2O) sehr rasch mit dem Klinkerbestandteil Tricalciumaluminat ($3\,CaO.Al_2O_3$) reagiert und dies zu einer ersten Verfestigung führt. Die Reaktion muss verzögert werden, da sonst die Versteifung schon nach wenigen Minuten eintreten würde. Die Verzögerung wird durch die Anwesenheit von Gips (Calciumsulfat, $CaSO_4$), der dem Portlandcement aus diesem Grunde in kleiner Menge zugemahlen wird, ermöglicht. Auch durch freien Kalk (Calciumhydroxyd, $Ca[OH]_2$) entsteht eine verzögernde Wir-

kung. Man versucht sich diesen Verzögerungseffekt dadurch zu erklären, dass während der ersten Minuten nach dem Anmachen sich wasserunlösliche Verbindungen bilden, die sich schützend auf die Oberfläche des reaktionsfähigen Tricalciumaluminates legen. In chemischen Formeln ausgedrückt lassen sich diese Vorgänge wie folgt darstellen:



* Daneben bilden sich noch andere Hydratationsstufen, d. h. Verbindungen mit mehr oder weniger angelagerten Wassermolekülen als hier angegeben.

Wie das Erstarren zustande kommt, geht aus diesen Formeln nicht hervor. Es wird darauf zurückgeführt, dass die entstehenden Hydrate des Tricalciumaluminates, die in Form wasserreicher Gele vorliegen, an ihrer Oberfläche weitere Wassermoleküle anlagern, womit durch Adsorptions- und Kapillarkräfte eine starke Verbindung der Cementteilchen entsteht. Das Abbinden oder Erstarren ist die Folge einer steigenden Wasseradsorption durch zunehmende Ausbildung adsorptionsfähiger Oberflächen. Wir haben die Kapillarkräfte bereits im CB 22/1959 kennengelernt. Je dünner die dazwischenliegende Wasserschicht ist, desto fester ist die gegenseitige Haftung der benachbarten Festkörperflächen. Dass diese Wasserfilme schon von Anfang an ausserordentlich dünn sind, zeigt die Tatsache, dass 1 g Cement eine Oberfläche von 2—4000 cm^2 aufweist. Das Anmachwasser verteilt sich somit theoretisch in einer Schichtdicke der Grössenordnung von 0,001 mm. Interessante Versuche (Hayden) scheinen diese Ansicht, dass nämlich das erste Erstarren auf die physikalischen Effekte der Adsorption und Kapillarwirkung zurückzuführen ist, zu beweisen. Wenn man eine Cementpaste, die bereits erstarrt ist, mit einem Überschuss an wasserfreiem Alkohol behandelt, wird das Anmachwasser herausgelöst und es entsteht nach dem Trocknen wieder ein Cementpulver, das sich in seinen Eigenschaften vom ursprünglichen kaum unterscheidet. Dieses Spiel kann mit demselben

Abb. 2 Vicat-Apparat zur Bestimmung der Abbindezeiten. Rechts: Einrichtung zur Bestimmung der richtigen Konsistenz des Cementbreis. Links: Mit Prüfnadel zur Bestimmung der Eindringtiefen beim Abbindebeginn und Abbindeende

Cement mehrmals wiederholt werden, und zwar auch dann, wenn das Abbindeende nach Vicat jeweils bereits kurz überschritten war, die Cementpaste also schon eine beträchtliche Festigkeit erlangt hatte. Behandelt man demgegenüber die erstarrte Cementpaste einige Stunden nach dem Abbindeende mit Alkohol, so zerfällt der Cement nach dem Trocknen nicht mehr in feines Pulver, sondern er bildet zusammenhängende Klümpchen. Dies scheint darauf hinzuweisen, dass nun der eigentliche Erhärtungsprozess eingesetzt hat, dass die Hydratation des Tricalciumsilikates, des hauptsächlichsten Klinkerbestandteils, wirksam wird. Die Verfestigung geschieht jetzt zusätzlich durch Zusammenwachsen von Kristallen und andern Vorgängen.

Diese neueren Erkenntnisse haben für die Praxis eine wichtige Konsequenz: Es ist möglich, den Beton auch noch einige Stunden nach dem Einbringen zu vibrieren. Dieses Vorgehen, **Nachrütteln** oder **Revibration** genannt, war auf gewissen Baustellen schon längere Zeit üblich, zum Teil unbewusst, indem der Tauchvibrator manchmal bis in untere, einige Stunden zuvor eingebrachte Schichten vordrang. Erst in den letzten Jahren jedoch sind systematische Versuche hierüber veröffentlicht worden, die zeigen, dass das Nachrütteln die Betonfestigkeit nicht beeinträchtigt, sondern unter günstigen Bedingungen noch steigern kann (Abb. 3).

Die alte Regel, dass Beton, der abzubinden begonnen hat, nicht mehr bewegt werden darf, muss somit in dem Sinne revidiert

werden, als dass diese zeitliche Grenze bis zum Abbindeende des Cementes (nach Vicat), also um 5 bis 7 Stunden hinausgeschoben werden kann. Allerdings ist darauf zu achten, dass der Beton womöglich in frisch angemachtem Zustand eingebracht und bei plastischer Konsistenz ein erstes Mal verdichtet wird. Beton, der andererseits z. B. in einem Transportmischer einige Stunden lang in leichter Bewegung gehalten worden ist, kann nachträglich ohne Festigkeitseinbussen eingebracht und verdichtet werden.

Einige **Verfahrensregeln für die Revibration** sind die folgenden:

1. Revibration heisst ein zweites Vibrieren oder Nachverdichten des Betons nach einigen Stunden.

2. Durch die Revibration wird der Beton nachverdichtet. Insbesondere werden feine innere Risse infolge Schrumpfens (s. CB 2/1958), die sich in der Zwischenzeit gebildet haben, geschlossen.

3. Revibration kann durchgeführt werden, solange der in Gang gesetzte Tauchvibrator noch selbständig in den Beton eindringt. Oberflächenrüttler oder andere Vibrationsverfahren können noch länger, d. h. bis zum Abbindeende des Cementes angewandt werden.

4. Bei gebräuchlichen Betonmischungen ergibt eine Revibration nach 3 bis 4 Stunden in der Regel eine Festigkeitssteigerung von 10 bis 15 %.

5. Bei relativ flüssigen Betonmischungen kann auf ein Rütteln unmittelbar nach dem Einbringen verzichtet werden. Es erfolgt dann nur eine Vibration 2 bis 4 Stunden später, die dann ungestört vom Betonierungsvorgang sorgfältig durchgeführt werden kann.

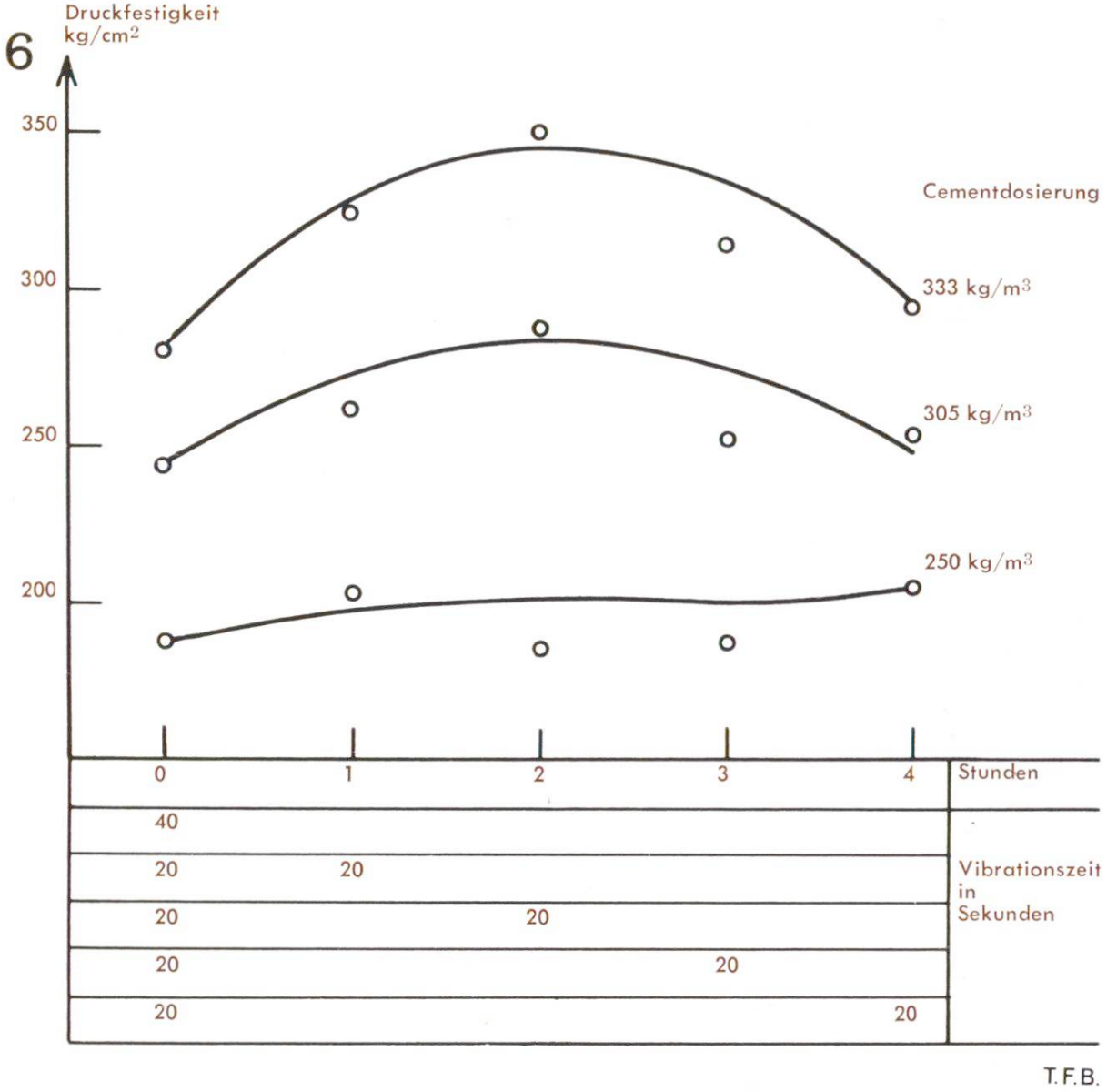


Abb. 3 Betonfestigkeiten bei Revibration nach 1, 2, 3 und 4 Stunden (nach Vollick)

Literaturangaben:

R. Hayden, Das Erstarren des Portlandcementes, Zement — Kalk — Gips, **10,** 16 (1957).

C. A. Vollick, Effects of Revibrating Concrete, J. Am. Concr. Inst., **Proc. 54,** 721 (March 1958), Disc. 1267 (Sept. 1958).

H. H. Steinour, The Setting of Portland Cement, PCA Res. Dep. Bull. 98 (Chicago, Nov. 1958).

K. Walz, Rüttelbeton (Berlin, 1960).

Zu jeder weitern Auskunft steht zur Verfügung die
TECHNISCHE FORSCHUNGS- UND BERATUNGSSTELLE DER SCHWEIZERISCHEN ZEMENTINDUSTRIE WILDEGG, Telephon (064) 8 43 71