

Zeitschrift: Cementbulletin
Herausgeber: Technische Forschung und Beratung für Zement und Beton (TFB AG)
Band: 40-41 (1972-1973)
Heft: 15

Artikel: Längere Misch- und Lagerungszeit von Frischbeton
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-153538>

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: 15.05.2025

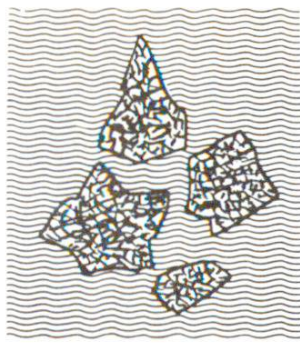
ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Längere Misch- und Lagerungszeit von Frischbeton

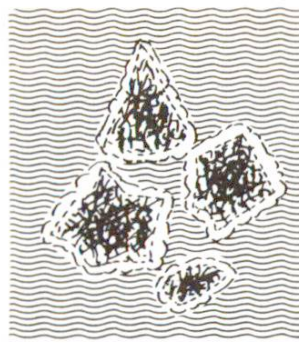
Beeinflussung von Betonkonsistenz und Betondruckfestigkeit durch die Zeitspanne zwischen Anmachen und Einbringen bei ruhender und dauernd bewegter Lagerung bzw. beim Transport im Muldenfahrzeug oder im rotierenden Transportmischer.

Die Frage nach den qualitativen Veränderungen, die Frischbeton zwischen Anmachen und Einbringen erfährt, stellt sich mit der aufkommenden Praxis des Transportbetons vermehrt. Die Fälle, bei denen diese Zeitspanne bis mehrere Stunden beträgt oder bei denen diese Dauer etwa aus Rationalisierungsgründen in Anspruch genommen werden möchte, sind zahlreich. Es gilt, genauere Angaben über die Bedingungen und Auswirkungen heranzuziehen, um vermehrte Sicherheit und damit erweiterte Möglichkeiten der Transport- und Einsatzplanung zu gewinnen.

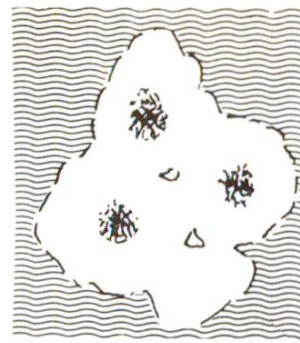
Die schweizerische «Norm für die Berechnung, Konstruktion und Ausführung von Bauwerken aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton (Technische Norm SIA Nr. 162, 1968) gibt über diese Zeitspanne nur eine indirekte Angabe. Sie schreibt vor, dass «der Beton in jedem Fall vor Abbindebeginn eingebracht und verdichtet werden muss» (Art. 8.05/2). Eine Definition des Abbindebegins wird nicht gegeben und man muss annehmen, dass der Frischbeton dann in dieses kritische Stadium eintritt, wenn er eine merkliche Versteifung erfährt und sich mit dem üblichen Aufwand nicht mehr vollständig verdichten lässt.



A



B



C

T.F.B.

Abb. 1 Die Gelbildung bei der Hydratation des Portlandzements in drei Phasen:

- A. Zementkörner unmittelbar nach der Wasserzugabe (Korngrösse 1/100 bis 1/50 mm).
- B. Weiche Gelhüllen etwa 10 Minuten nach der Wasserzugabe. Die Gelhüllen wachsen zusammen und bewirken eine Verzögerung der weiteren Reaktion, indem sie das Zutringen von Wasser zunehmend abdämmen.
- C. Die Gelhüllen sind vollständig zusammengewachsen. Es verbleiben nur noch kleine Reste von unhydratisierter Zementsubstanz. Das Festvolumen hat sich ungefähr verdoppelt (Zustand nach 3 bis 4 Wochen).

Bei der Beurteilung der Veränderungen des Frischbetons geht man am besten vom Modell der Verfestigung des Zementsteins aus. Diese Vorgänge sind in Abb. 1 dargestellt. Das Anmachwasser beginnt schon während dem Mischprozess die Zementbestandteile anzugreifen. Es bildet mit ihnen Hydrate, die als gelartige voluminöse Massen den wassergefüllten Zwischenraum auszufüllen beginnen. Die anfänglich heftige Reaktion verlangsamt sich, weil die entstehenden Gele das Zementkorn mit zunehmender Schichtdicke umhüllen und so den Zufluss von ungebundenem Wasser zu den Klinkermineralien mehr und mehr abdämmt. Die Verfestigung kommt zustande, indem die von den einzelnen Zementkörnern ausgehenden Gelmassen zusammenwachsen, jedoch vorerst nur mit ihren äussersten wasserreichen und noch sehr weichen Hüllen. Deshalb sind die Bindungen anfänglich noch locker, und sie lassen sich ohne grossen Aufwand und Nachteil wieder lösen. Sie nehmen erst dann endgültigen Charakter an, wenn die äussersten Gelschichten selber Wasser nach innen abgeben müssen und sich damit versteifen. Dieser Zustand tritt zeitlich später ein, als man es vermuten könnte. Die nach einer Prüfmethode der Zementkontrolle festgelegte «Zeit des Abbindebegins» ist hierfür jedenfalls nicht massgebend.

Aufgrund von publizierten Versuchsergebnissen sollen im folgenden die Einflüsse beschrieben werden, die sich aus der längeren Lagerung des Frischbetons ergeben. Dabei bestehen als Hauptbedingungen die bewegte und die ruhende Lagerung während einer gewissen Zeit und als wichtigste Folgen die Veränderungen der Betonkonsistenz und der zu erwartenden Druckfestigkeit.

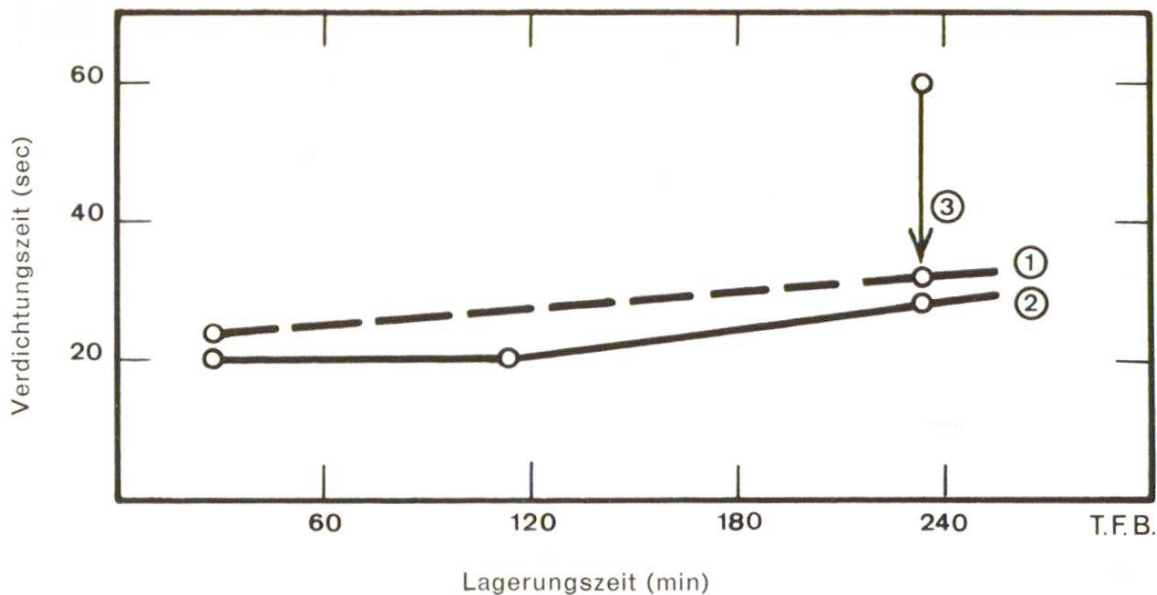


Abb. 2 Veränderung der Betonkonsistenz bei ruhender abgedeckter Lagerung, gemessen an der Zeit, die für die vollständige Verdichtung eines 20-cm-Würfels mit Innenrüttler (32 mm/2800) erforderlich war.

Mischzeit = 2 Minuten, Nachmischzeit unmittelbar vor dem Einbringen = 1 Minute.

(1) Beton mit 300 kg PC/m³, W/Z = 0,57, weichplastisch

(2) Beton mit 240 kg PC/m³, W/Z = 0,74, weichplastisch

(3) Einfluss des Nachmischens

(nach Wischers)

Ruhende Lagerung – Betonkonsistenz

Abb. 2 zeigt die Abhängigkeit der Betonkonsistenz von der Zeit bei ruhender Lagerung. Man erkennt, dass sich der unverdichtete Beton verhältnismässig wenig versteift und dass er auch nach einigen Stunden noch gut zu verarbeiten ist. Voraussetzung für dieses Verhalten sind normale Ausgangstemperatur (nicht über 20 °C) und die Verhütung von Wasserverlusten während der Lagerungs- bzw. Transportzeit. Abdecken!

Das Verhalten ist damit zu erklären, dass die selbständige Verlangsamung der Hydratationsreaktion unter diesen Bedingungen stark wirksam ist. Bei verdichtetem Frischbeton erfolgt die Versteifung rascher, weil die Rüttelung eine Auflockerung der Gelhüllen und damit eine Unterbrechung der selbständigen Verzögerung herbeigeführt hat.

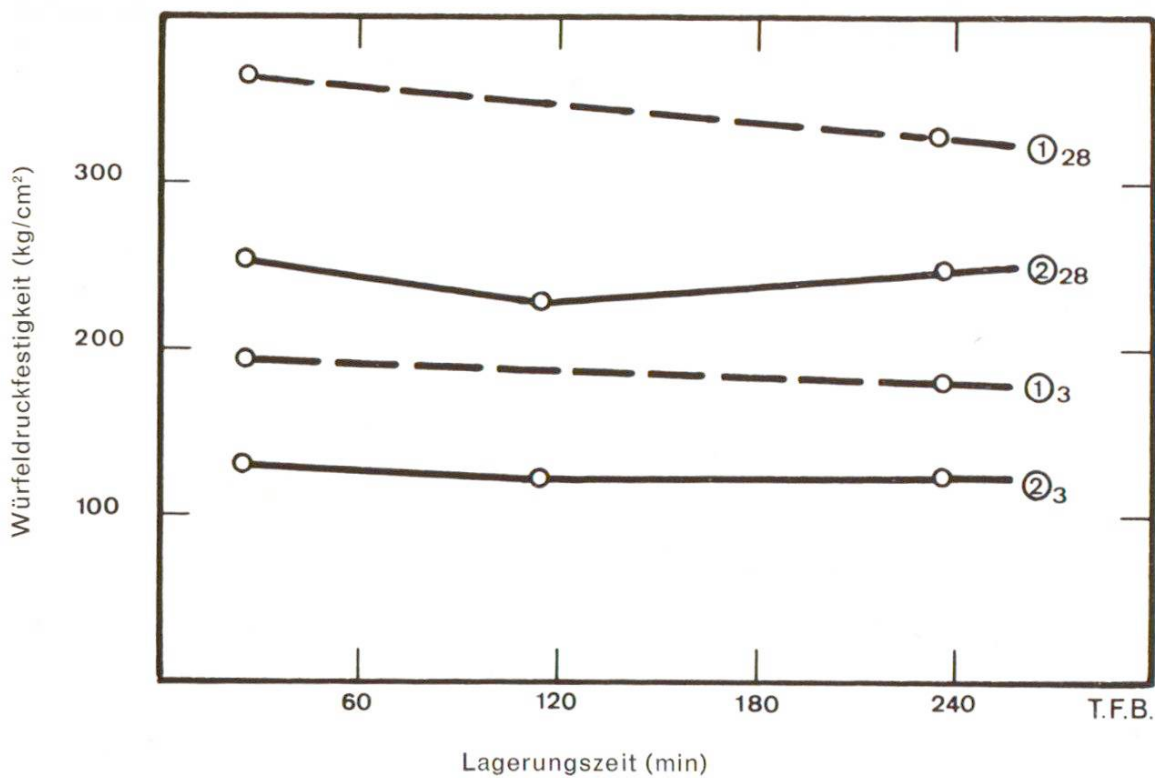


Abb. 3 Abhängigkeit der Betondruckfestigkeit von der Dauer einer ruhenden, abgedeckten Lagerung des Frischbetons. Gleiche Mischungen und Behandlungen wie Abb. 2. Prüftermin 3 und 28 Tage (nach Wischers).

Ruhende Lagerung – Festigkeit

Abb. 3 zeigt, wie die zu erwartende Festigkeit des Betons bei ruhender Lagerung langsam zurückgeht. Die Einbussen halten sich aber in bescheidenem Rahmen und brauchen bei normalen Bedingungen keine Bedenken zu erwecken.

Die leichte Tendenz zur Festigkeitsabnahme beruht auf dem Verbrauch eines kleinen Anteils der festigkeitsbildenden Kraft des Bindemittels. Diese Einbussen werden z.T. aufgehoben durch die Wirkung der «Revibration» oder «Nachrüttelung» (s. «CB» 21/1967) und durch die Auswirkung eines eventuellen Wasserverlustes während der Lagerungszeit.

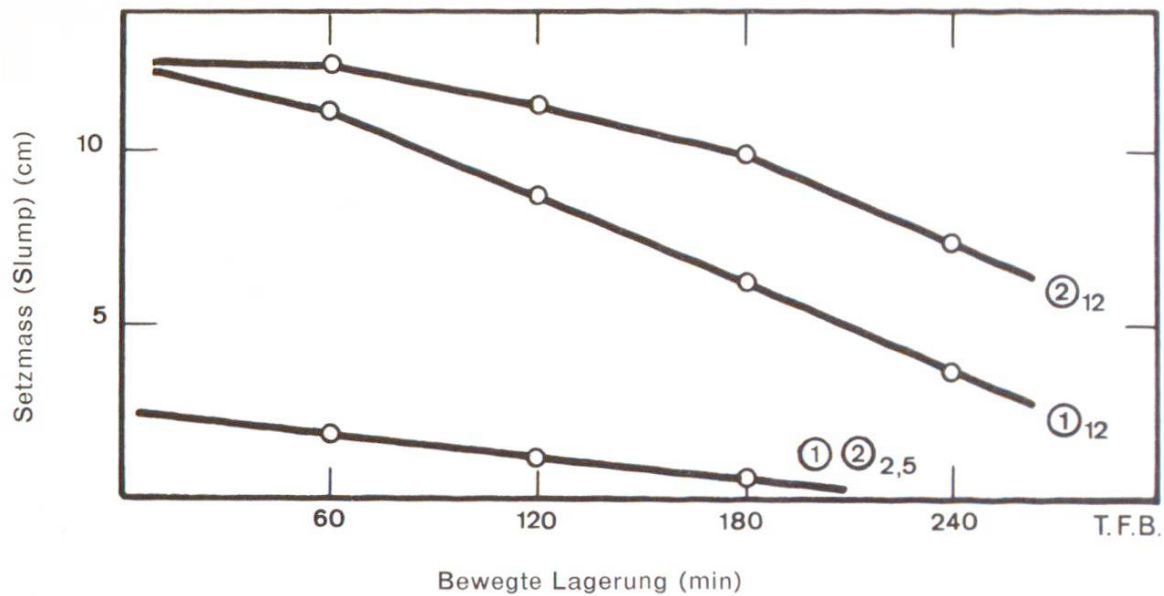


Abb. 4 Versteifung des Betons bei bewegter Zwischenlagerung, gemessen am Setzungs-
mass (Slump).

(1) Beton mit 340 kg PC/m³

(2) Beton mit 225 kg PC/m³

Ausgangskonsistenzen: 12 cm Slump = weichplastisch, 2,5 cm Slump = steifplastisch.
(nach Dewar)

Bewegte Lagerung – Konsistenz

Wenn Frischbeton ständig in Bewegung gehalten wird, etwa in einem Transportmischer, so tritt verhältnismässig rasch eine Versteifung ein (s. Abb. 4). Während beispielsweise eine Betonmischung ihre Konsistenz bei vierstündiger ruhiger Lagerung kaum verändert, versteift sich der gleiche Beton im rotierenden Agitator während dieser Zeit so stark, dass er nicht mehr vollständig verdichtet werden kann. Diese Feststellung ändert nichts an der Tatsache, dass längeres intensives Mischen während 1—5 Minuten die Verarbeitbarkeit des Betons verbessert.

Die Wirkung ist der Mahlreibung zuzuschreiben, die eine stetige Vermehrung der feinen Kornanteile, besonders aber auch eine Anreicherung von freibeweglichen Gelkörperchen herbeiführt. Es handelt sich um eine physikalisch bedingte Versteifung, die von den chemisch wirkenden Verzögerungsmitteln nicht beeinflusst wird. Versuche haben gezeigt, dass die Zugabe von Abbindeverzögerern die Versteifung gar beschleunigen kann (Hawkins).

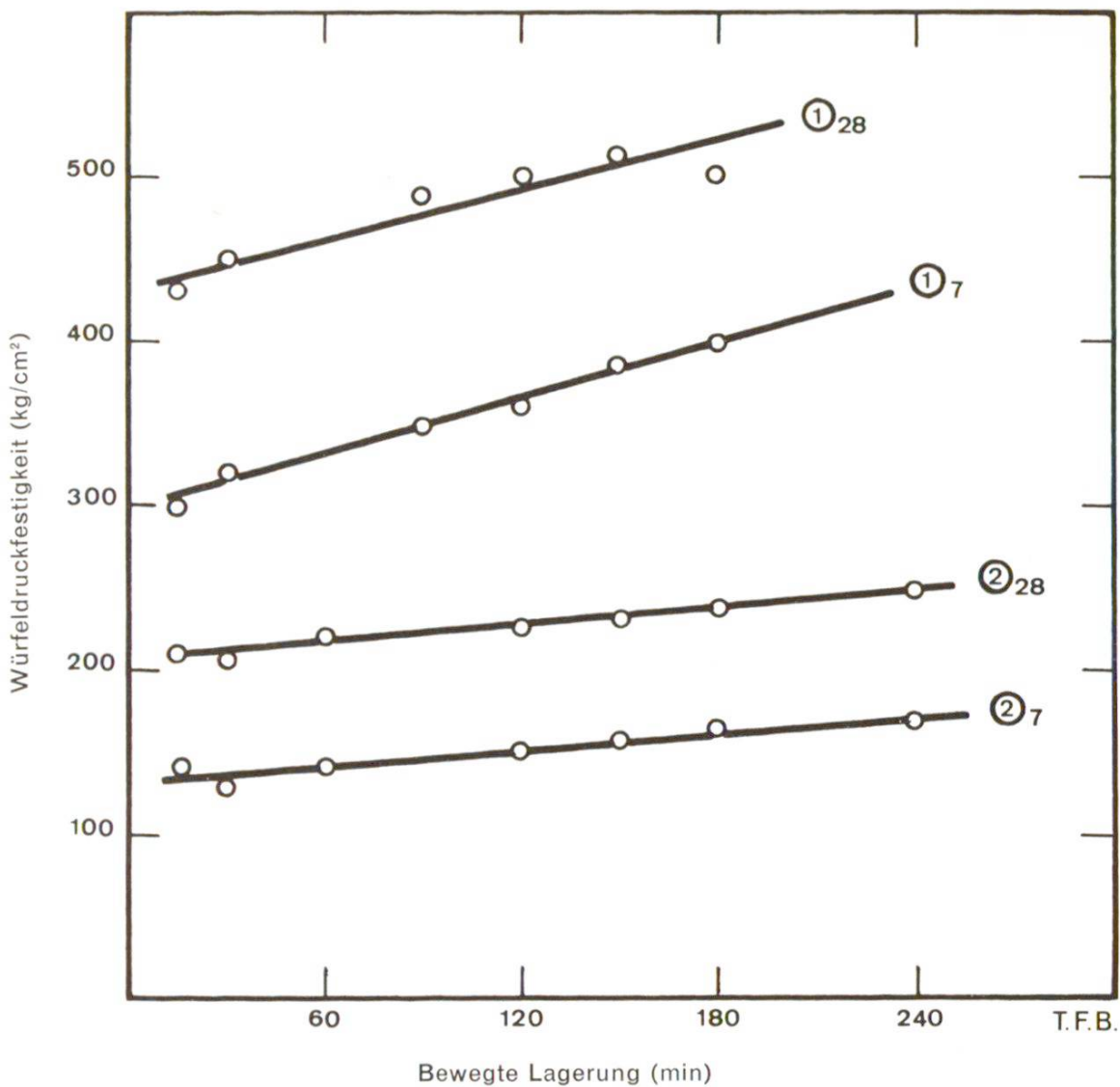


Abb. 5 Veränderung der Druckfestigkeit des Betons bei bewegter abgedeckter Zwischenlagerung. Gleiche Betonmischungen wie Abb. 4. Prüftermin 7 und 28 Tage (nach Dewar).

Bewegte Lagerung – Festigkeit

Sofern sich Beton, der unter langsamer Mischbewegung gehalten worden ist, noch vollständig verdichten lässt, nimmt seine Druckfestigkeit erheblich zu (Abb. 5). Diese Tatsache könnte teilweise mit der Wirkung der Nachrüttelung übereinstimmen, doch ist anzunehmen, dass bei ständiger Bewegung sich die Gelschichten von den Zementkörnern lösen und stets neue Reaktionsflächen freilegen. Der Aufschluss des Zementes geht damit rascher voran, und die verbindenden gelförmigen Hydrate sind von Anfang an wasserärmer und damit fester.

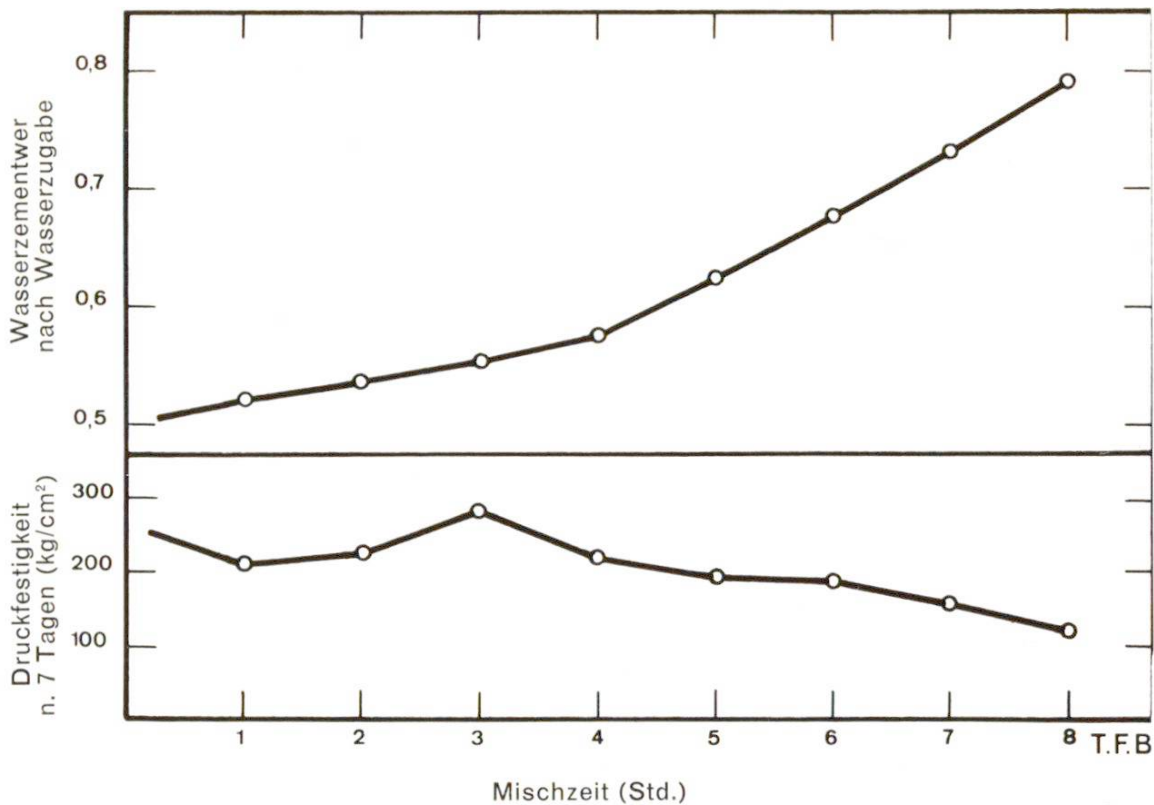


Abb. 6 Veränderung des Betons bei Dauermischung bis zu 8 Stunden. Ausgangsmischung mit 300 kg PC/m³, Slump = 9 cm, weichplastisch).

Nach jeweils einer Stunde Mischzeit wurde Wasser zugefügt, um die ursprüngliche Konsistenz wieder herzustellen. Von dieser «aufgefrischten» Mischung wurde dann eine Probe zur Festigkeitsbestimmung entnommen.

Die obere Kurve zeigt die Veränderung des Wasserzementwertes infolge der Wasserbeigaben. Die untere Kurve zeigt die Veränderung der Druckfestigkeit infolge der stetigen Durchmischung und der Erhöhung des Wasserzementwertes (Überlagerung zweier entgegengesetzter Wirkungen) (nach Hawkins).

Praktische Konsequenzen

Der verhältnismässig lange hinausgeschobene «Abbindebeginn» des ruhig lagernden unverdichteten Frischbetons, wie auch die Festigkeitssteigerung der stetig in Bewegung gehaltenen Mischung, können in der Praxis nützlich sein. Vor allem ist es beruhigend zu wissen, dass längere Wartezeiten von Betontransporten, die aus mancherlei Gründen eintreten können, keine wesentlichen Nachteile zur Folge haben müssen. In fraglichen Fällen wäre allerdings eine Konsistenzprüfung auf der Baustelle vorzunehmen oder eine Beurteilung der Verarbeitbarkeit mit den auf der Baustelle vorhandenen Geräten. Ein Vorteil ist es auch, wenn die Mischung nach längerer ruhender Lagerung nochmals kurz aufgerührt werden kann. Dies bedingt ein Mischgerät auf der Baustelle.

8 Die Festigkeitssteigerung, die stetig bewegter Beton erfährt, kann man kaum unmittelbar in Rechnung stellen. Da sie sich aber vornehmlich als Beschleunigung der Festigkeitsentwicklung zeigt, ähnlich wie beim hochwertigen Portlandzement, und der Prozess mit einer starken Temperaturzunahme im Frischbeton verbunden ist, besteht ein Vorteil beim Betonieren bei kalter Witterung.

Wenn die Konsistenz des Betons nach dem Transport durch Wasserzugabe «aufgefrischt» werden muss, so führt dies bekanntlich zu starken Festigkeitseinbussen. Diese können mit dem Festigkeitsgewinn infolge der bewegten Lagerung wenigstens anfänglich ausgeglichen werden (s. Abb. 6).

Literaturangaben

M. J. Hawkins, Concrete Retempering Studies. J. Am. Concr. Inst., Proc **59**, 63 (1962).

J. D. Dewar, Some Effects of Prolonged Agitation of Concrete. Technical Report No. 367 (1962). Cement and Concrete Association, London.

G. Wischers, Einfluss langen Mischens oder Lagerns auf die Betoneigenschaften. Betontechnische Berichte 1963, 21, Düsseldorf 1964.