

Zeitschrift: Cementbulletin
Herausgeber: Technische Forschung und Beratung für Zement und Beton (TFB AG)
Band: 30-31 (1962-1963)
Heft: 16

Artikel: Betonkonsistenz und Festigkeit
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-153418>

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: 14.03.2025

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

CEMENTBULLETIN

APRIL 1963

JAHRGANG 31

NUMMER 16

Betonkonsistenz und Festigkeit

Die Einflüsse der Betonzusammensetzung auf die Konsistenz und Festigkeit. Das Gesetz von Abrams. Scheinbare Widersprüche. Spezielle Einflüsse der Kornzusammensetzung des Zuschlages.

Im CB Nr. 8/1962 wurden die Eigenschaften des Zementleims beschrieben und dabei bereits verschiedene Einflüsse auf die Eigenschaften des Frischbetons erwähnt. Als wichtigstes wurde auf die direkte Abhängigkeit der Betonkonsistenz von der Viskosität und der zugegebenen Menge des Zementleims hingewiesen.

Die heutigen Ausführungen sollen nun auf vereinfachte Weise einen Überblick über die sehr komplexen Verhältnisse rings um die Betonkonsistenz geben. Es werden dabei Fragen erörtert, zu denen es scheinbar widersprüchliche Antworten gibt und die zuweilen unter gewiegten Betonfachleuten noch Meinungsverschiedenheiten hervorrufen.

Bei der Behandlung der Fragen lassen wir uns durch einige grundlegende Modellversuche leiten:

1. Versuch

Wir mischen einem bestimmten Zuschlagsmaterial einen bestimmten Zementleim zu, und zwar in den Gewichtsverhältnissen

2 3:1, 4:1 und 5:1. Wir erhalten damit drei Betonmischungen mit sehr verschiedenen primären Eigenschaften, die aber erstaunlicherweise fast die gleichen Festigkeiten ergeben:

Beton Nr.	Zement-dosierung	Wasser-Zement-Wert	Konsistenz	Druckfestigkeit nach 28 Tagen
a	410 kg/m ³	0,45*	weichplastisch	480 kg/cm ²
b	340 kg/m ³	0,45	steifplastisch	490 kg/cm ²
c	280 kg/m ³	0,45	erdfeucht	485 kg/cm ²

* Wasser-Zement-Wert = W/Z = Mischungsverhältnis Wasser : Zement (Gewichtsteile).

Die Versuchsreihe bestätigt die im CB Nr. 8/1962 aufgeführte Regel, dass je mehr Zementleim einem Zuschlaggemisch beigegeben wird, desto besser die Verarbeitbarkeit des Betons ausfällt, wobei aber die Betonfestigkeit grundsätzlich nicht geändert wird. Durch diesen Versuch wird auch der grundlegende Gedanke des klassischen **Beton-Gesetzes von Abrams** bestätigt. D. A. Abrams, ein amerikanischer Betontechnologe, veröffentlichte im Jahre 1918 Resultate einer sehr umfangreichen Versuchsreihe mit verschiedenen Betonmischungen, die den Schluss zuließen, dass die Betonfestigkeit grundsätzlich nur vom Mischungsverhältnis Wasser : Zement abhängig sei. Abrams fasste seine Ergebnisse sehr eindeutig, als eigentliches Gesetz, wie folgt zusammen: «Bei der Verwendung desselben Zementes und üblicher Zuschlagsstoffe, bei gleichen Bedingungen der Verdichtung, Lagerung und Prüfung, ist die Festigkeit des Betons nur vom Mengenverhältnis Wasser : Zement im frischen Beton abhängig.»

Die praktischen Erfahrungen haben in der Folge allerdings gezeigt, dass das Gesetz nicht in dem umfassenden Bereich gemäss der ersten Formulierung Geltung hat. Während der Grundsatz der weit überragenden Bedeutung des Wasser-Zement-Wertes für die wichtigsten Betoneigenschaften nach wie vor gültig ist, beziehen sich die späteren Einschränkungen besonders auf die Abhängigkeit der Betonfestigkeit von den Eigenschaften des Zuschlagstoffes (s. 3. Versuch).

Beim angeführten 1. Versuch bleiben die Eigenschaften des Zuschlages unverändert, nur die Zementdosierung wechselt. Warum, so fragt man sich angesichts dieser Ergebnisse, gibt man dann für die Kennzeichnung der Betonqualität die Zementdosierung an, wenn diese doch kaum einen Einfluss auf die Betonfestigkeit ausübt? Diese berechtigte Frage führt uns zum nächsten Versuch:

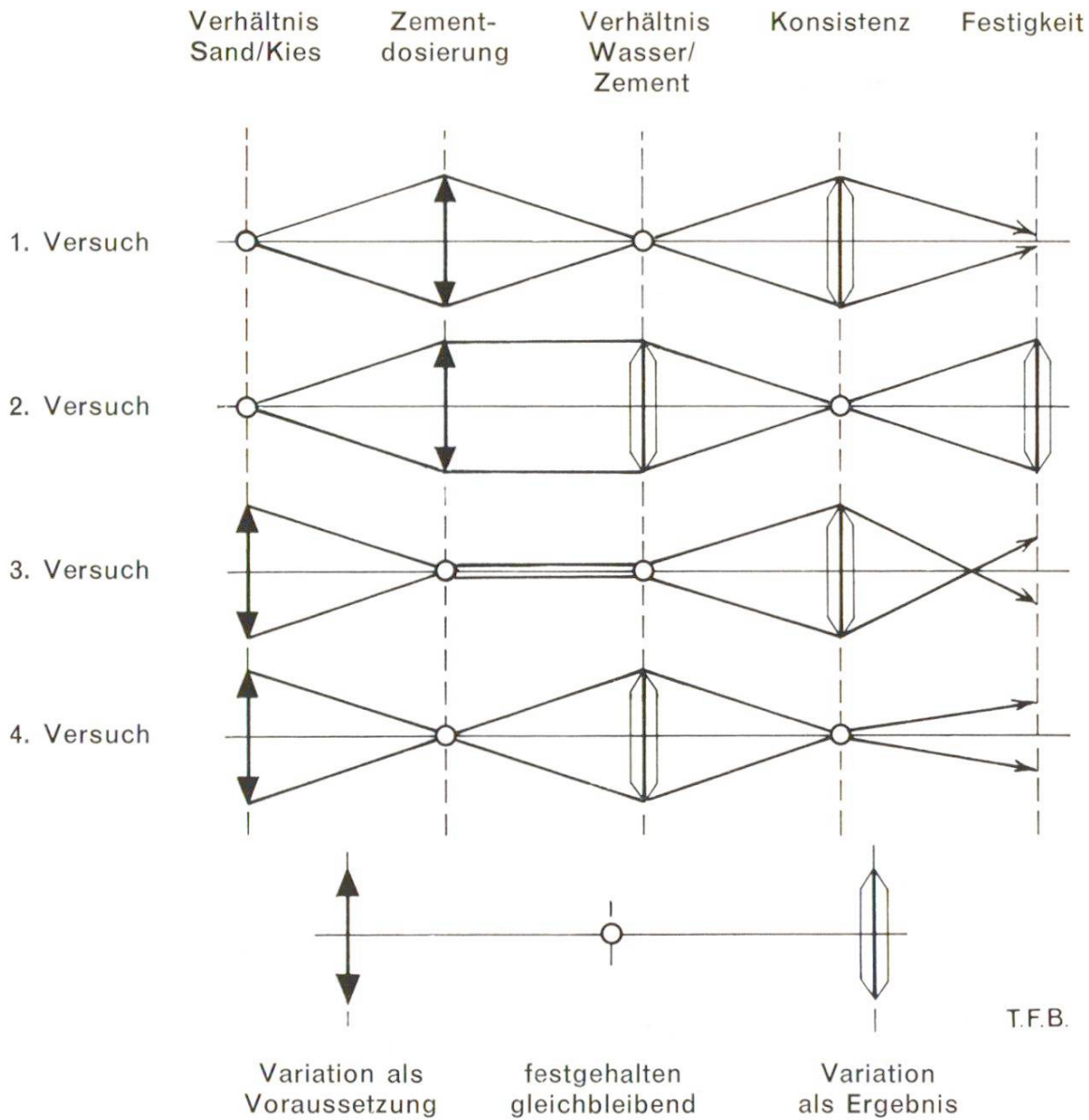


Abb. 1 Schematische Übersicht über das Verhalten der bei den Modellversuchen 1 bis 4 beteiligten Größen.

2. Versuch

Wir mischen drei Betons mit demselben Zuschlag und denselben Zementdosierungen wie Beton a, b und c, wobei wir aber jeweils soviel Wasser zugeben, dass eine einheitliche steifplastische Betonkonsistenz entsteht:

Beton Nr.	Zement-dosierung	Wasser-Zement-Wert	Konsistenz	Druckfestigkeit nach 28 Tagen
d	410 kg/m ³	0,42	steifplastisch	530 kg/cm ²
e (= b)	340 kg/m ³	0,45	steifplastisch	490 kg/cm ²
f	280 kg/m ³	0,52	steifplastisch	410 kg/cm ²

4 Wir erkennen, dass die Einhaltung einer konstanten Betonkonsistenz bei verschiedenen Zementdosierungen nur durch Einführung verschiedener Wasser-Zement-Werte möglich ist und dass dadurch die Festigkeiten entsprechend ins Schwanken geraten. Der Beton f mit der kleinsten Zementdosierung erhält zwangsläufig den höchsten Wasser-Zement-Wert und damit die geringste Festigkeit. Damit ist die starke indirekte Abhängigkeit der Festigkeit von der Zementdosierung aufgezeigt. Es ist dies keine Widerlegung, sondern eine direkte Folge des Gesetzes von Abrams.

Was heisst dies für eine normale, mittlere Baustelle? – Doch nichts anderes, als dass durch eine vorgeschriebene Zementdosierung eine bestimmte Betonqualität am besten gewährleistet werden kann. Man muss vorerst nur darauf achten, dass immer dieselbe steifplastische Betonkonsistenz, die man ja von Auge recht gut beurteilen kann, eingehalten wird. Die Gefahr des Fehlgehens ist so kleiner, als wenn lediglich eine bestimmte mittlere Betonfestigkeit oder ein Wasser-Zement-Wert vorgeschrieben wäre. Am besten wäre natürlich das letztere Verfahren (s. CB 8/1962, Schluss). Leider ist aber die zuverlässige Überwachung des Wasser-Zement-Wertes auf der Baustelle immer noch eine recht umständliche Angelegenheit (s. CB Nr. 3/1962).

Die vielleicht doch allzu einfache Art, die Betonqualität praktisch lediglich durch die Angabe der Zementdosierung zu kennzeichnen, ist noch an eine wichtige Voraussetzung gebunden, nämlich an die Verwendung eines in seinen Eigenschaften möglichst gleichbleibenden Zuschlagstoffes. Um diesem Zusammenhang auf die Spur zu kommen, diene der nächste Versuch:

3. Versuch

Wir setzen Betonzuschläge aus den Komponenten Sand 0–8 mm und Kies 8–30 mm zusammen. Drei Mischungen mit zunehmendem Sandgehalt und sonst gleichen Bedingungen werden verglichen:

Beton Nr.	Zuschlag Sand:Kies	Zementdosierung	Wasser-Zement-Wert	Konsistenz	Druckfestigkeit nach 28 Tagen
g	45:55	340 kg/m ³	0,45	plastisch	460 kg/cm ²
h (= b = e)	60:40	340 kg/m ³	0,45	steifplastisch	490 kg/cm ²
i	75:25	340 kg/m ³	0,45	erdfeucht	510 kg/cm ²

Wir entnehmen diesen Resultaten, dass die Kornzusammensetzung des Zuschlages die Betonkonsistenz stark beeinflusst

5 und erkennen, dass damit für die Normalbaustelle, wo man sich vornehmlich an den vorgeschriebenen Zementgehalt und an eine möglichst konstante Betonkonsistenz hält, eine Gefahr entsteht. Ändert dort die Kornzusammensetzung langsam und insgeheim, so muss sich auch langsam und insgeheim der Wasser-Zement-Wert und damit die Betonfestigkeit ändern, da eben die Konsistenz bei starr-gleichbleibendem Zementgehalt nur mit der Wasserzugabe konstant gehalten werden kann.

Die Versuche beweisen aber auch, dass die Kornzusammensetzung des Zuschlages an sich schon die Betonfestigkeit beeinflusst. Der sandreichere Beton erlangt prinzipiell eine höhere Festigkeit als der eher kiesreiche. Dieses Ergebnis steht vorerst im Widerspruch zu Erfahrungen der Baupraxis, die zeigen, dass kiesreiche grobkörnige Zuschlagstoffe, entsprechend etwa der EMPA-Siebkurve (s. CB Nr. 14/1961), Betons mit höheren Festigkeiten geben. Um diese Frage zu beantworten, müssen wir zum vierten Modellversuch übergehen:

4. Versuch

Wir nehmen dieselben Zement-Zuschlagsgemische wie bei Beton g, h und i, ändern aber die Wasserzugabe so, dass sich immer dieselbe steifplastische Betonkonsistenz einstellt:

Beton Nr.	Zuschlag Sand:Kies	Zement-dosierung	Wasser-Zement-Wert	Konsistenz	Druckfestigkeit nach 28 Tagen
k	45:55	340 kg/m ³	0,42	steifplastisch	510 kg/cm ²
l (= b = e = h)	60:40	340 kg/m ³	0,45	steifplastisch	490 kg/cm ²
m	75:25	340 kg/m ³	0,51	steifplastisch	460 kg/cm ²

Wenn wir uns also wiederum auf eine gleichbleibende Betonkonsistenz beziehen, so braucht der kiesreichere Zuschlag bei gleicher Zementdosierung weniger Anmachwasser. Der bedeutsame Wasser-Zement-Wert wird kleiner, die Festigkeit höher. Da sich der Wasser-Zement-Wert in diesem Falle viel stärker und im entgegengesetzten Sinne auf die Festigkeit auswirkt als der Feinheitsgrad des Zuschlages, ergibt sich in der Praxis bei Verwendung von größerem Zuschlag tatsächlich meistens eine etwas höhere Festigkeit.

Was haben wir hier getan? Welches sind die Schlussfolgerungen? Wir haben, wie dies das Betonieren überhaupt erfordert, die Betonkonsistenz vorerst einmal festgelegt: z.B. steifplastisch. Dann

6 haben wir zugesehen, weshalb sich unter dieser festen Bedingung der Wasser-Zement-Wert und damit die Betonfestigkeit prinzipiell ändert. Diese Gründe sind: Schwankungen in der Zementdosierung und in der Kornabstufung des Zuschlages.

Die Schlussfolgerungen sind: wie bisher, Festlegung der Zementdosierung (obgleich das System damit überbestimmt ist) und stetige Kontrolle der Gleichmässigkeit des Zuschlages – solange bis es später einmal auf allen Baustellen möglich sein wird, nur den Wasser-Zement-Wert vorzuschreiben, ihn auf einfache Weise zu kontrollieren und für jede Mischung genau einzuhalten. Tr.

Literaturangaben:

H. J. Gilkey, Water-Cement Ratio Versus Strength, J. Am. Concr. Inst., **Proc. 57**, 1287 (April 1961) und 1851 (Dec. 1961) mit vielen weiteren Literaturangaben zum Thema.

Korrekturen

Im Cementbulletin Nr. 15 über Betonpfahlwände haben sich leider zwei sinnentstellende Abschreibefehler eingeschlichen, nämlich:

Seite 5, Abschnitt 3, 2. Zeile:

Tiefenkühlung anstatt **Tieferführung**

Seite 6, drittunterste Zeile:

Betondurchlässigkeit anstatt **Bodendurchlässigkeit**

Wir bitten Sie, diese Fehler wenn möglich gleich korrigieren zu wollen.