Zeitschrift: Cementbulletin
Herausgeber: Technische Forschung und Beratung für Zement und Beton (TFB AG)
Band: 32-33 (1964-1965)
Heft: 13

Artikel: Beton-Versuchsmischungen
Autor: [s.n.]
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-153439

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: 09.07.2025

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

CEMENTBULLETIN

JANUAR 1965 JAHRGANG 33 NUMMER 13

Beton-Versuchsmischungen

Grundsätzliches über Betonversuche. Beispiel einiger aufeinanderfolgender Versuchsmischungen. Einige Angaben zur Ausführung.

Bei anspruchsvollen Bauaufgaben muss man sich zuweilen vor Beginn der Bauarbeiten genaueren Aufschluss über die zu erzielende Betonqualität, insbesondere die Betonfestigkeit, verschaffen. Dies ist z. B. der Fall, wenn man mit Spezialbeton (B.S.)* arbeiten will oder wenn man aus örtlichen oder preislichen Gründen auf Zuschlagslieferungen angewiesen ist, die bezüglich der Gesteinsqualität und/oder Kornzusammensetzung nicht die gewohnten Bedingungen erfüllen.

Beim Spezialbeton werden mit den Betonversuchsmischungen vor allem die vorgesehenen Zuschlagsstoffe erprobt, und es wird sich auch darum handeln, die optimale Zementdosierung festzustellen. Hierüber bestehen bei diesem Betontyp grundsätzlich keine Vorschriften.

Sofern die Zuschlagslieferungen nicht der Regel entsprechen, müssen die Betonversuchsmischungen Aufschluss darüber ge-

* Normen für die Berechnung und Ausführung von Beton- und Eisenbetonbauten, SIA Nr. 162/1956, Art. 8, Abs. 6.

ben, ob eine gewünschte Betonfestigkeit überhaupt erreicht werden könne und welches die günstigste Betonzusammensetzung sein würde.

Bei den Versuchsmischungen beurteilt man als Resultate in erster Linie die Verarbeitbarkeit (Konsistenz) und die Festigkeit des Betons. Im weiteren können, wenn notwendig, Feststellungen über die Entmischungsgefahr, die Eignung für Sichtbeton, die Frostbeständigkeit, Dichtigkeit u.a. Eigenschaften gemacht werden.

Die Beurteilungen sind naturgemäss völlig zwecklos, wenn sie nicht als sichere Voraussage gewertet werden können. Es ist somit unbedingt erforderlich, dass man bei den Versuchsmischungen die gleichen Materialien anwendet wie sie später auf der Baustelle tatsächlich vorliegen. Dies ist besonders bei den Zuschlagsstoffen zu beachten. Nur durch genaue Abklärung der gegenwärtigen und späteren Lieferungsmöglichkeiten, durch kritische Prüfung des Betriebes und der Einrichtungen des Kieswerkes sowie durch Abschätzung der Qualitätsstreuungen der laufenden Kieslieferungen erhält man darüber Klarheit, ob diese wichtige Voraussetzung erfüllt ist. Oft ist das Ergebnis dieser vorausgehenden Feststellungen derart schlecht, dass man besser auf Betonversuchsmischungen und die Vorteile, die solche bringen könnten, verzichtet.

Eine weitere wichtige Voraussetzung in diesem Zusammenhang ist die korrekte Probenahme (s. CB Nr. 22/1953). Die Übereinstimmung der Materialeigenschaften ist grundsätzlich erst dann gewährleistet, wenn die Versuchsmischungen mit repräsentativen Durchschnittsproben ausgeführt werden.

Um später die Übereinstimmung der Materialeigenschaften überwachen zu können, sind die Merkmale der bei den Versuchsmischungen angewandten Materialien festzustellen. Bei den Zuschlagsstoffen wird die Kornverteilung (Siebkurve) aufgezeichnet und man ermittelt auch die Zusammensetzung nach Kornformen durch Auszählen in einer gröberen Korngruppe. Auch etwelche ausserordentliche Beobachtungen über die Gesteinsqualität sollten notiert werden. Bei Betonversuchsmischungen wird mit getrocknetem Zuschlagsstoff gearbeitet. Bei der Übertragung der Resultate in die Praxis ist der Feuchtigkeitsgehalt der angelieferten Zuschläge zu berücksichtigen. Beim Zement kann man in der Regel auf solche beschreibende Feststellungen verzichten, da seine strenge Normierung die Konstanz der Qualität gewährleistet.

Bei der Festlegung der äusseren Versuchsbedingungen (Verarbeitung und Lagerungsbedingungen) kann man die vorauszusehenden Verhältnisse auf der Baustelle berücksichtigen. Im Hinblick auf die Vergleichbarkeit der Resultate erscheint es aber wichtiger,

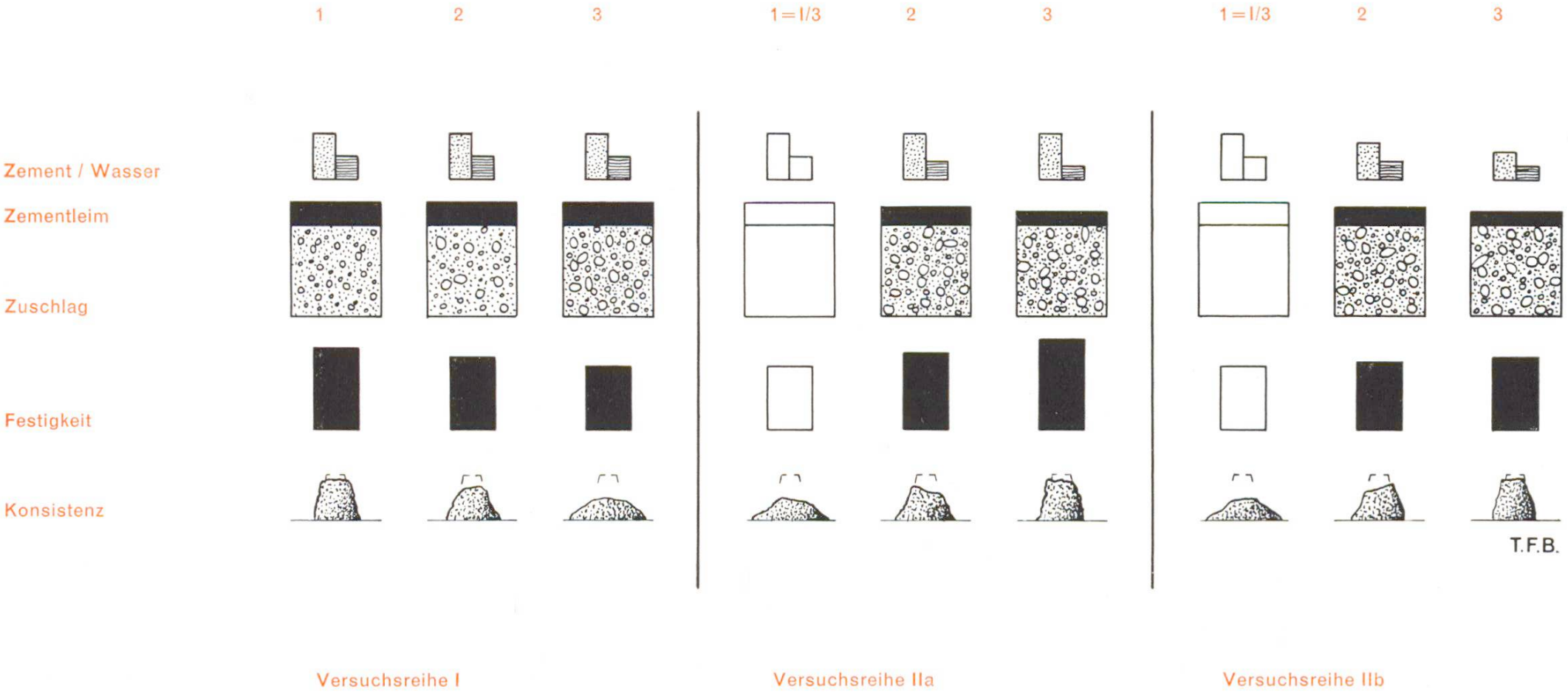

Abb. 1 Schematische Darstellung der Zusammensetzung und Beurteilung der im Text beschriebenen Betonversuchsmischungen.

dass diese Bedingungen während der ganzen Dauer der Versuche konstant gehalten werden können. So wird man eher von den Baustellenbedingungen abweichen und bei der Herstellung der Probekörper den Beton nach festgesetztem Plan einbringen und einstampfen und die Probekörper bei Zimmertemperatur unter Wasser lagern.

Bei der Durchführung von Versuchen strebt man ein Ziel an, das in unserem Falle in der optimalen Betonfestigkeit und/oder in der besten Eignung des Betons für eine bestimmte Bauaufgabe besteht. Oft sind es auch wirtschaftliche Fragen, die mit Betonversuchen geklärt werden müssen.

Wie kann dieses Ziel am raschesten und möglichst ohne viele Versuche erreicht werden? Man stellt ein Versuchsprogramm auf unter Erwägung der möglichen Änderungen in der Betonzusammensetzung. Dabei ist es wichtig, sich zielbewusst zu beschränken und zunächst von Versuchsmischung zu Versuchsmischung nur eine, die am wichtigsten erscheinende Grösse zu ändern (z.B. Kornzusammensetzung oder Grösstkorn oder Zementdosierung oder Wasserzementwert).

Die Auswahl der zu variierenden Grössen ist oft nicht leicht zu treffen. Der Kernsatz der modernen Betontechnologie über den Einfluss des Wasserzementwertes (Gewichtsverhältnis Wasserbeigabe:Zementbeigabe) kommt einem dabei zu Hilfe. Je kleiner der Wasserzementwert, desto besser die Festigkeit, Dichtigkeit und Beständigkeit des Betons. Dank dieser Regel ist es möglich, den Beton als Zweikomponentenmischung aus Zuschlagsstoff und Zementleim aufzufassen und damit werden die Überlegungen zu den Versuchsprogrammen wesentlich vereinfacht (s. CB Nr. 8/1962 und 16/1963).

An einem gängigen Beispiel soll eine Reihe von Betonversuchsmischungen durchbesprochen werden:

Einige Zuschlagsmischungen mit verschiedenen Kornabstufungen und Grösstkorndurchmessern, die vielleicht von verschiedenen Lieferanten stammen, stehen zur Auswahl. Die Frage lautet, mit welcher Zuschlagsmischung kann unter den günstigsten Umständen die beste Betonfestigkeit erzielt werden.

Das Programm für die ersten Versuche ergibt sich aus der Fragestellung: (Abb. 1, Versuchsreihe I).

konstant halten	**ändern**	**beurteilen**
Zementleimdosierung	Zuschlagsmaterial	Festigkeit
Wasserzementwert		Konsistenz

5 Als Ergebnis muss diejenige Mischung als die geeignetste angesehen werden, die die höchste Festigkeit ergibt. Bei gleichen oder ähnlichen Festigkeitsresultaten wird diejenige Mischung vorgezogen, die die bessere Verarbeitbarkeit aufweist.
Die Versuche lassen sich aber weiterführen, denn die Resultate zeigen neue Variationsmöglichkeiten. Es ist nämlich wahrscheinlich, dass mit den gröberkörnigen Zuschlägen zwar nicht die höchste Festigkeit erzielt, aber eine zu weiche Konsistenz erhalten wurde. Man frägt sich: Kann man mit diesem Zuschlag noch Wasser einsparen und damit die Festigkeit erhöhen? Eine zweite Versuchsreihe soll darüber Aufschluss geben: (Abb. 1, Versuchsreihe IIa).

konstant halten	**ändern**	**beurteilen**
Zuschlagsmaterial	Wasserdosierung	Festigkeit
Zementdosierung	(abnehmend)	(Konsistenz)
	Wasserzementwert	
	(zunehmend)	

Bei diesen Versuchsmischungen wird die Festigkeit mit steifer werdender Konsistenz eindeutig zunehmen. Man wählt deshalb diejenige Mischung aus, deren Verarbeitbarkeit gerade noch ausreicht, und es ist tatsächlich sehr wohl möglich, dass damit eine höhere Festigkeit erzielt wird als das beste Resultat unter den ersten Versuchsmischungen.
An den Beobachtungen der Konsistenz in der ersten Versuchsreihe kann aber noch mit einer anderen Überlegung angeknüpft werden. Man frägt sich, ob nicht mit den gröberkörnigen Zuschlägen, welche die eher weiche Konsistenz ergeben, Zement eingespart werden könnte. Bei dieser Fragestellung müssten die anschliessenden Versuche wie folgt durchgeführt werden: (Abb. 1, Versuchsreihe IIb).

konstant halten	**ändern**	**beurteilen**
Zuschlagsmaterial	Zementleimdosierung	Konsistenz
Wasserzementwert	(abnehmend)	(Festigkeit)

Mit abnehmender Zementleimdosierung wird die Konsistenz steifer. Man wählt deshalb diejenige Mischung, deren Verarbeitbarkeit gerade ausreicht. Die Festigkeit zeigt bei konstantem Wasserzementwert nur geringe Veränderungen, sie hat aber bei abnehmender Zementleimdosierung eher eine Tendenz zum Ansteigen.

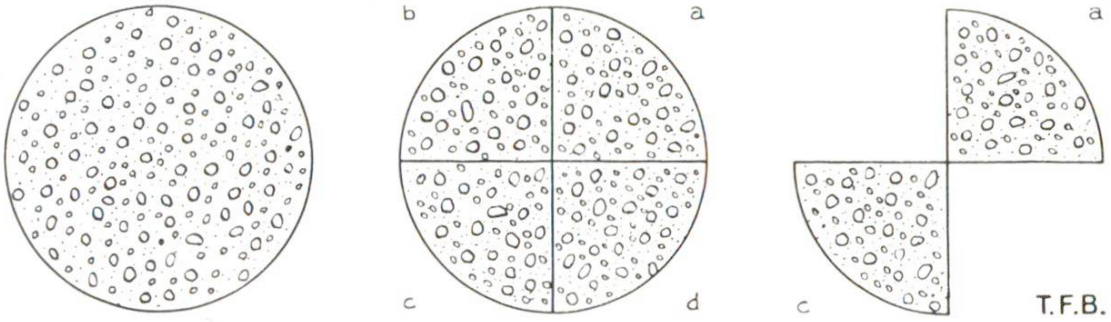

Abb. 2 Um ein körniges Gut (Zuschlag oder Beton) korrekt zu teilen, so dass die beiden Teile in ihrer Zusammensetzung gleichwertig sind, wendet man die Vierteil-Methode an. Das Gut wird auf einer sauberen, harten und fugenlosen Fläche kreisförmig ausgebreitet und entlang zweier, aufeinander senkrecht stehender Linien durch die Mitte in vier ungefähr gleiche Teile geteilt. Je zwei gegenüberliegende Teile (a+e und b+d) werden vereinigt und bilden dann zwei gleichwertige Materialproben.

Schliesslich noch einige Angaben zur Ausführung. Wesentliche Arbeitsgänge haben wir bereits in einigen Zementbulletins beschrieben:

Probenahme, Probenteilung	Nr. 22/1953
Siebanalyse	Nr. 13/1955
Berechnung von Betonmischungen	Nr. 13/1957
Herstellung von Betonprobekörpern	Nr. 16/1955

Das Zuschlagsmaterial muss in genügender Menge vorhanden sein. Es ist durch Ausbreiten auf einer sauberen, fugenlosen Fläche zu trocknen. Das getrocknete Material neigt besonders stark zur selbständigen Entmischung. Deshalb muss man, um die Probe aufzuteilen, die Vierteilung anwenden (Abb. 2). Andernfalls besteht keine Gewähr für die Übereinstimmung der Eigenschaften, besonders der Kornverteilung. Die Zumessung des Zuschlages und des Zementes oder Zementleims erfolgt immer gewichtsmässig.

Der Materialbedarf für eine Versuchsmischung wird mit Hilfe der Stoffraumrechnung* vorausbestimmt. Die ersten Mischungen bringen manchmal unerwartete Überraschungen, indem sie ent-

* Stoffraumrechnung: Man berechnet die Volumenanteile von Zement, Wasser und Zuschlag pro m^3 Beton mit Hilfe der spezifischen Gewichte 3,1 bzw. 1,0 bzw. 2,65. Die Volumina von Zement und Wasser sind durch die Angabe der Zementdosierung und einen angenommenen Wasserzementwert bekannt, der Rest wird durch den Zuschlag eingenommen. Der Anteil allfälliger Luftporen kann hier vernachlässigt werden (anzunehmender Wasserzementwert: P 200:0,60; P 250:0,55; P 300:0,50; P 350:0,45).

weder zu steif oder zu flüssig ausfallen. Bei der vorausgehenden Festlegung des Mischungsverhältnisses lässt sich die resultierende Konsistenz des Betons nicht genau abschätzen. Man dosiert deshalb die ersten Versuchsmischungen vorteilhaft durch portionenweise Zugabe von Zementleim oder Wasser bis die gewünschte Betonkonsistenz vorliegt. Dadurch ergibt sich das Mischungsverhältnis erst nachträglich. Die Beigabe der Flüssigkeit erfolgt aus einem gefüllten und gewogenen Gefäss. Die zugegebene Menge ist aus der Gewichtsdifferenz ersichtlich. Sind vorerst verschiedene Zuschlagsmischungen zu vergleichen, wie in der oben geschilderten ersten Versuchsreiche, so beginnt man mit der feinstkörnigen bzw. sandreichsten und dosiert den Zementleim portionenweise bis zu einem steifen, gerade noch gut verdichtbaren Beton. Den anderen Zuschlägen gibt man dieselbe Menge des gleichen Zementleims zu, wobei sich dann jedenfalls weniger steife Mischungen einstellen.

Der Zementleim besteht aus einer homogenen Mischung von Wasser und Zement in einem festen Verhältnis (Wasserzementwert). Für die ersten Versuchsmischungen wählt man am besten W/Z = 0,5 ,also z. B. 5 kg Zement und 2,5 l Wasser. Der Zementleim entmischt sich beim Stehen nach kurzer Zeit. Er muss deshalb vor jeder Zugabe aufs neue gründlich aufgerührt werden. Der Rührer wird im Vorratsgefäss belassen und stets mitgewogen.

Sollten die Versuchsmischungen mit einer vorgeschriebenen Zementdosierung ausgeführt werden, so bestimmt man das Mischungsverhältnis mittelst der Stoffraumrechnung unter Annahme eines geeigneten Wasserzementwertes (s. Fussnote S. 6) und dosiert dann das Wasser portionenweise bis sich die gewünschte Betonkonsistenz ergibt. Dabei stellt sich zumeist ein anderer Wasserzementwert ein als der vorgegebene. Die Zementdosierung erfährt dadurch eine kleine Änderung, die sich durch Nachrechnen leicht bestimmen lässt.

Die Prüfung der Probekörper überlässt man der nächstliegenden Prüfstelle (EMPA, EPUL, TFB u.a.). Als Prüftermin ist ein Alter des Betons von 28 Tagen üblich. Dies bedingt eine entsprechend langfristige Vorausplanung. Bei einer Prüfung innert kürzerer Zeit, z. B. nach 7 Tagen, muss eine verstärkte Unsicherheit in der Vergleichbarkeit der Resultate in Kauf genommen werden, sofern die Lagerungsbedingungen nicht peinlich genau gleichgehalten werden können. Pro Betonversuchsmischung sind drei Probekörper herzustellen (Würfel 20 × 20 cm oder Prismen 12 × 12 × 36 cm, Stahlformen). Als Resultat gilt der Mittelwert aus den drei bzw. sechs Festigkeitsbestimmungen.

Zum Schlusse möchten wir jeden Bauunternehmer einladen, vermehrt Betonversuchsmischungen durchzuführen. Man gewinnt dadurch eigene wertvolle Erkenntnisse über die Zusammenhänge zwischen der Zusammensetzung und den Eigenschaften des Betons. Tr.

Berichtigung zu CB Nr. 10, Oktober 1964

Im Beispiel Nr. 2 auf Seite 6 hat sich ein sinnwidriger Fehler eingeschlichen. Selbstverständlich nimmt der Wasserzementwert bei fallendem Sandgehalt ab und nicht zu.

Zu jeder weiteren Auskunft steht zur Verfügung die
TECHNISCHE FORSCHUNGS- UND BERATUNGSSTELLE DER SCHWEIZERISCHEN ZEMENTINDUSTRIE WILDEGG, Telephon (064) 53 17 71