Zeitschrift: Cementbulletin
Herausgeber: Technische Forschung und Beratung für Zement und Beton (TFB AG)
Band: 28-29 (1960-1961)
Heft: 14

Artikel: Die Kornabstufung des Zuschlags und die Betoneigenschaften
Autor: [s.n.]
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-153392

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: 15.12.2025

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

CEMENTBULLETIN

FEBRUAR 1961 JAHRGANG 29 NUMMER 14

Die Kornabstufung des Zuschlags und die Betoneigenschaften

Streuung der Kornabstufung von angeliefertem Material. Allgemeine Auswirkungen der Schwankungen in der Kornzusammensetzung in verschiedenen Korngrössenbereichen. Einfluss auf Verarbeitbarkeit, Schwinden und Festigkeit.

Im Cementbulletin Nr. 5/1956 wurden die Fehler beim Abmessen der Betonbestandteile dargestellt und gezeigt, welche erhöhten Streuungen die volumetrische Abmessung im Vergleich zur gewichtsmässigen verursacht.

In letzter Zeit hat sich die Cementzugabe nach Gewicht selbst auf kleineren Baustellen gut eingeführt und auch die Einrichtungen zum Abwägen der Zuschläge werden mehr und mehr verlangt. Diese erfreuliche Entwicklung im Zeichen der Vervollkommnung der Betonherstellung wird auf längere Sicht die Schwankungen der Betonfestigkeiten vermindern und zu einer immer rationelleren Betonbauweise führen.

Im vorliegenden Bulletin soll die Frage, wie sich Änderungen der Eigenschaften der Grundstoffe auf die massgebenden Betoneigenschaften auswirken, bezüglich des **Kornaufbaues des Zuschlags** näher betrachtet werden. Weitere solche Abhandlungen, die zur allgemeinen Gleichmässigkeit der Betonqualitäten beitragen möchten, werden folgen.

Bevor auf die Frage des Einflusses der Schwankungen in der Kornzusammensetzung auf die wichtigsten Betoneigenschaften eingetreten wird, muss man sich klar darüber sein, mit welchen diesbezüglichen Streuungen überhaupt gerechnet werden muss.

Die granulometrischen Schwankungen fertiger Betonmischungen setzen sich zusammen aus den folgenden Streuungsanteilen:

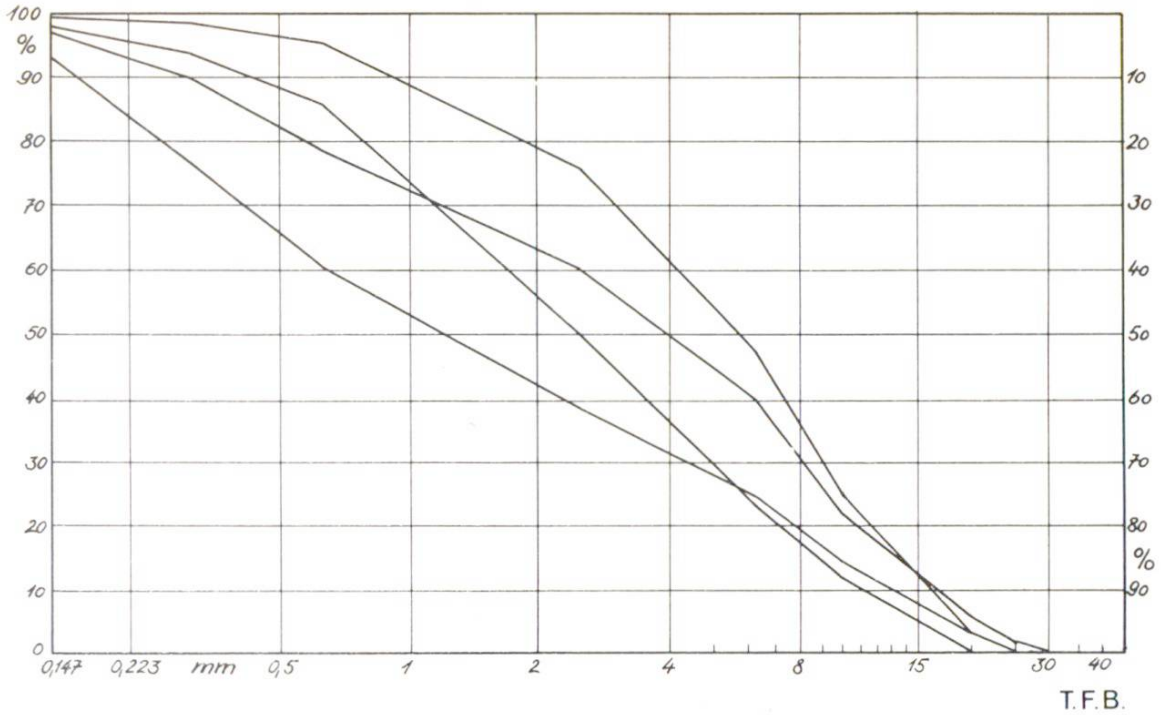

Abb. 1 Streuung der Kornabstufung von Kiessand-Lieferungen aus derselben Grube. Die Siebkurven geben einen Begriff der möglichen Schwankungen (nach Vironnaud)

— Streuung der Kornzusammensetzung der verschiedenen Anlieferungen.
— Streuungen der Kornzusammensetzung verursacht durch eventuelle Entmischungen.
— Streuungen, die bei der Zumessung verschiedener Kornfraktionen zum Beton entstehen.

Abb. 1 gibt einen Begriff, wie stark fertige Kiessandlieferungen unregelmässig sein können. Man beobachtet nicht selten im Bereiche der feineren Sandanteile Streuungen des Siebdurchganges bis zu ± 20 %. Das sind Schwankungen, die als unzulänglich zu betrachten sind und nach einer besseren maschinellen Einrichtung des betreffenden Kieswerkes rufen oder gegebenenfalls die Anlieferung des Zuschlages in getrennten Fraktionen erfordern.
Aus der Zumessung verschiedener Kornfraktionen entstehen ebenfalls bestimmte Schwankungen in der Kornzusammensetzung des Betons. Wesentlich ist hierbei vor allem, ob die Zumessung volumetrisch oder nach Gewicht erfolgt. Zwei Beispiele seien hier angeführt:

a) Bei einer grossen französischen Versuchsreihe wurden hunderte von Betonmischungen durch **gewichtsmässige** Zumessung der Bestandteile zusammengesetzt, wobei der Zuschlagsstoff in zwei Fraktionen 0/6,3 und 6,3/25 mm getrennt war. An 54 fertigen Betonmischungen wurde eine Siebanalyse durchgeführt. Bezüglich des Siebdurchganges bei der Fraktionsgrenze liess sich dabei ein Variationskoeffizient (s. CB Nr. 22/1957) von 4 % errechnen. Dies besagt, dass eine gewollte Zusammensetzung von z. B. Sand : Kies = 1 : 2 (abgewogen) bei 54 Betonmischungen theoretisch einen Sandgehalt von

minimal 30 % bis maximal 36,6 % beobachten lässt. Diese Angabe enthält auch den Streuungsanteil aus dem Prüfverfahren. Die Schwankungen sind deshalb als verhältnismässig klein anzusehen.

b) Bei **volumetrischer** Zumessung wurde bei anderer Gelegenheit ein entsprechender Variationskoeffizient von fast 10 % beobachtet, was, auf die Bedingungen des vorerwähnten Beispiels bezogen, einer Schwankung des Sandgehalts von 25,5 % bis 44 % entspricht. Diese Streuung ist von derselben Grössenordnung, die auch das Material der Abb. 1 erkennen lässt. Man könnte demnach annehmen, dass bei besonders ungünstigen Umständen durch getrennte Abmessung von Kies und Sand kaum eine Verbesserung der Gleichmässigkeit des Betons erzielt werden kann, sofern das Abmessen volumetrisch erfolgt.

Wie sich nun Schwankungen in der Kornzusammensetzung des Betons im allgemeinen auswirken, zeigt die folgende Zusammenstellung:

Fraktion	**Schwankung** bezüglich in %	**Siebdurchgang** bei mm	**Betoneigenschaften**
Kies 8/30	± 20 %	15 mm	kaum verändert
Sand 0/8	± 15 %	5 mm	Verarbeitbarkeit wenig verändert
Sand 0/8	± 10 %	2 mm	Verarbeitbarkeit und Festigkeit verändert
Sand 0/8	± 10 %	0,2 mm	erhebliche Veränderungen

Diese Aufstellung zeigt deutlich, dass sich Streuungen der Anteile an feinen Körnungen viel stärker auf die Betoneigenschaften auswirken als solche an groben.
Unter diesem Gesichtspunkt erscheint es falsch, die Grenzen zwischen Sand und Kies wie üblich bei 7 oder 8 mm festzulegen, denn in diesem hohen Bereich haben getrennte Fraktionen betontechnologisch keinen grossen Sinn mehr. Es wäre den praktischen Erkenntnissen besser angepasst, wenn der gesamte Zuschlag ungefähr in die Körnung 0/0,2, 0,2/3, 3/30 mm bzw. 0/3 und 3/30 mm aufgeteilt würde. Eine solche Fraktionierung könnte besser zur allgemeinen Verminderung der Qualitätsschwankungen des Betons beitragen.
In der genannten grossen Versuchsreihe wurde auch versucht, den Einfluss der Kornzusammensetzung auf die **Konsistenz** des Betons zu ermitteln. Die Konsistenz, die der praktischen Verarbeitbarkeit nur angenähert entspricht, wurde auf 6 verschiedene Arten gemessen.

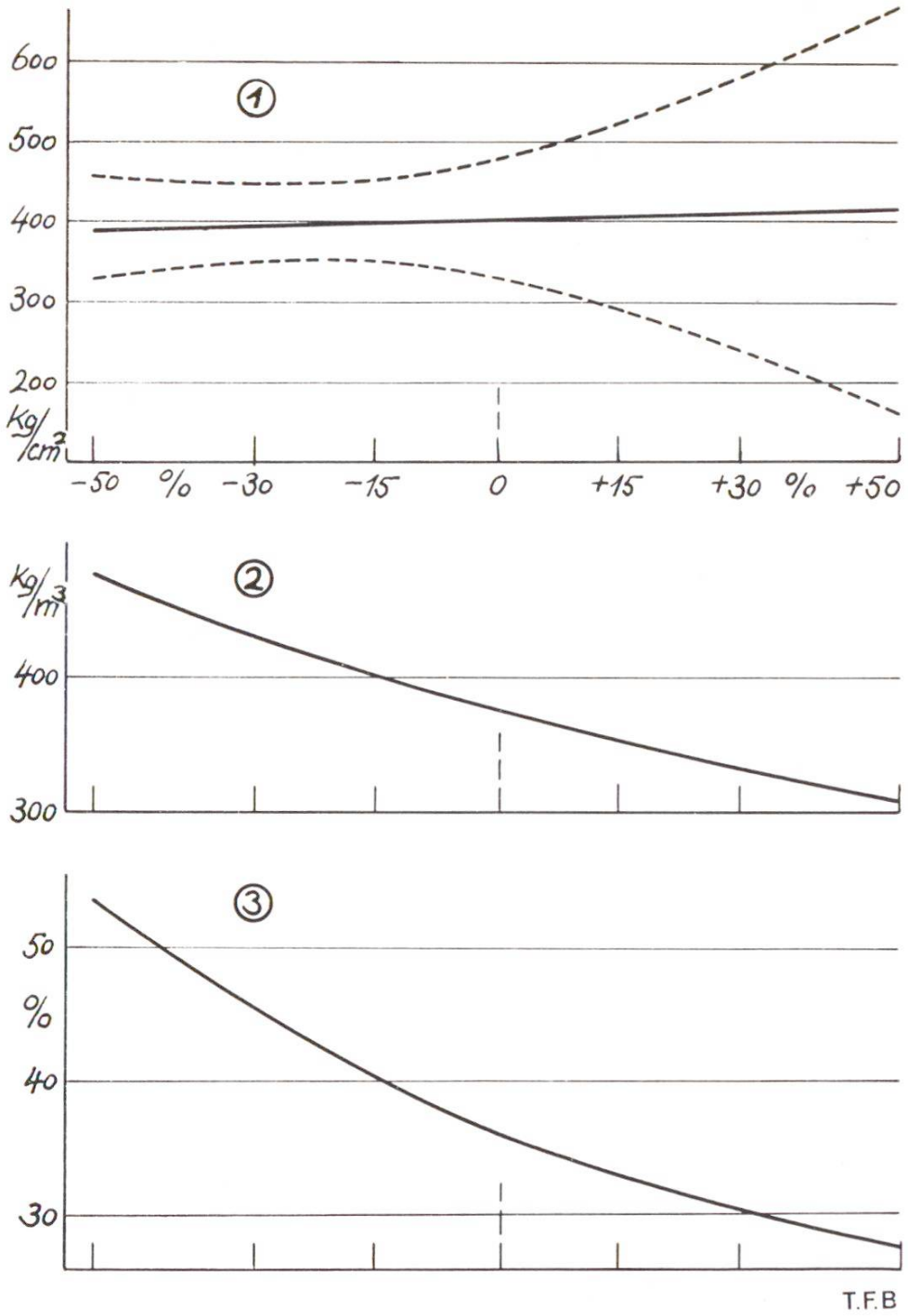

Abb. 2 Auswirkungen von Fehlern in der Kies-Zumessung von — 50 % bis + 50 % auf die Betondruckfestigkeit (1), die Cementdosierung (2) und den Sandgehalt des Zuschlags (3). Die gestrichelten Kurven in Diagramm (1) geben einen Streubereich der Betondruckfestigkeiten an, und zwar entfällt, gemäss der Wahrscheinlichkeitsrechnung, unter 370 Versuchen einer ausserhalb dieser Grenzen. Bemerkenswert ist, dass die Festigkeitsstreuung mit zunehmenden groben Kornanteilen beträchtlich grösser wird (nach Vironnaud)

Die Resultate liessen keine systematische Abhängigkeit der Konsistenz von der Kornabstufung erkennen. Beim Setzmass und beim Ausbreitmass zeigten Betonmischungen mit demselben Cement- und Wassergehalt, im einen Falle aber mit 60 %, im anderen mit nur 16 % Sand, gleiche Messresultate.

Was die eigentliche Verarbeitbarkeit anbelangt, so ist aus der Praxis bekannt, dass Betonmischungen mit zunehmendem Anteil an grobem Zuschlagsmaterial weniger gut verarbeitbar werden. So weist z. B. ein 30er Beton mit einem Zuschlag von 65 % gröber als 8 mm bereits eine sehr schlechte Verarbeitbarkeit auf.

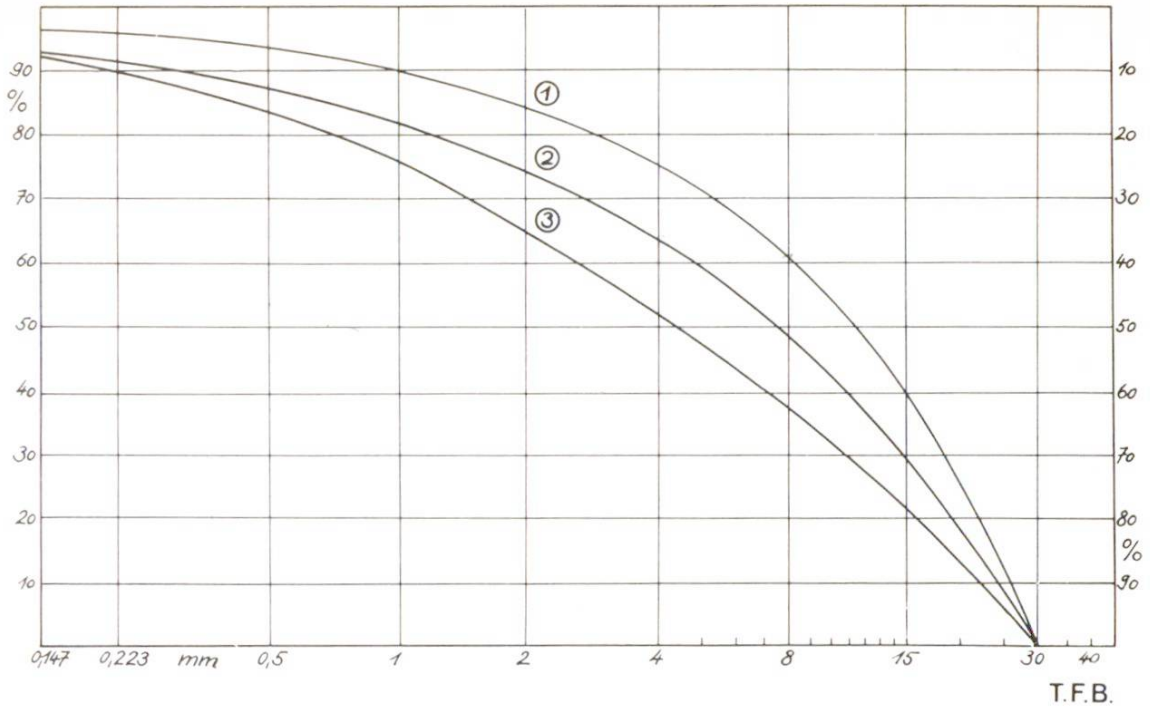

Abb. 3 Ideale Siebkurven des Zuschlages eines 30er-Betons. Kurve (1) zeigt eine verhältnismässig grobe Kornabstufung gemäss der Empfehlung der EMPA. Sie ist insbesondere günstig für Betone mit hoher Cementdosierung. Kurve (2) zeigt eine mittlere Kornabstufung gemäss Fuller, die eine gute Verarbeitbarkeit ergibt. Kurve (3) stellt die Siebkurve einer relativ feinen Körnung dar. Eine solche Kornabstufung ist bei verhältnismässig mageren Betonmischungen zu empfehlen

Das **Schwinden** zeigt mit grösser werdendem Sandgehalt die Tendenz der Zunahme. Bei einem P 350 kann es um 50 bis 100 % zunehmen, wenn der Sandgehalt (0/8 mm) von 45 auf 75 % ansteigt.

Der Einfluss der Kornabstufung auf die **Festigkeiten** ist nicht einfach zu überblicken, da er stark mit der Cement- und Wasserdosierung in Zusammenhang steht.

Wenn z. B. ein Mischfehler passiert, indem von der Zuschlagsfraktion 8/30 mm 30 % zu wenig beigegeben wird, so verwandelt sich die Betonmischung von einem P 300 etwa in einen P 350. Dabei bleibt die Druckfestigkeit ungefähr gleich, denn der Festigkeitsgewinn, den die höhere Dosierung bringen sollte, wird durch den Festigkeitsabfall infolge des fehlenden Kiesanteiles aufgehoben. Mehr oder weniger Kies, bei sonst gleicher Mischvorschrift, wirkt sich also äusserlich gesehen weniger in den Festigkeiten aus als in starken Änderungen der Cementdosierung. Ganz ähnliches gilt bei entsprechenden Fehlern in der Sandzugabe.

In Abb. 2 sind diesbezügliche Versuchsresultate zusammengestellt. Die Wasserzugabe ist darin jedoch nicht korrigiert. Das Wasser-Cement-Verhältnis müsste, um ein genaueres Bild zu erhalten, den verschiedenen Cementdosierungen angepasst sein.

Aus der Praxis weiss man, dass die Erzielung bester Festigkeiten u. a. vom Verhältnis Sand : Kies abhängig ist. Die wichtige Beziehung ist aber bei hohen Cementdosierungen viel weniger ausgeprägt als bei geringen. Bei einem P 500 beispielsweise ist die

Granulometrie bezüglich der zu erzielenden Festigkeit in weiten Grenzen belanglos. Ihr Einfluss tritt hinter demjenigen der W/C-Wertes zurück. Bei einem P 200 jedoch ist ein für die Festigkeit optimales Verhältnis Sand : Kies deutlich wahrnehmbar. Es liegt bei ungefähr 50 % Sand kleiner als 8 mm. Dies zeigt, was wir schon im CB Nr. 5/1960 festgestellt haben, dass magere Betonmischungen entsprechend mehr Feinsand enthalten müssen, um eine möglichst gute Festigkeit zu erlangen.
Die hier angegebenen Neigungen zu bestimmten Auswirkungen stehen alle mehr oder weniger noch in Beziehung zu anderen gegebenen Eigenschaften des Frischbetons. Insbesondere spielen die Cement- und Wasserdosierung sowie indirekt die Verarbeitbarkeit mit. Die nachfolgende Tabelle möchte abschliessend einen Überblick über die Verhältnisse geben:

Betoneigenschaften

Kornaufbau:	**fein**		**mittel**	**grob**
Siebanalyse, z. B. 0/0.2 mm	10 %		7 %	2 %
0.2/3 mm	25 %		18 %	11 %
3/30 mm	65 %		75 %	87 %
Verarbeitbarkeit im allgemeinen	gut		schlecht	
Festigkeit im allgemeinen	schlecht		gut	
Bei Cementdosierung von:	200 kg/m³	350 kg/m³	200 kg/m³	350 kg/m³
Betoneigenschaften im allgemeinen	gut	schlecht, hohe Schwindneigung	schlecht, geringe Festigkeit	gut
Wasserzugabe:				
Wasser-Cementwert	mittel	niedrig	hoch	mittel

Die vorliegenden Angaben gründen sich auf eine Versuchsreihe des Centre Expérimental du Bâtiment et des Travaux publics, Paris, sowie auf Untersuchungsergebnisse der T.F.B.

Literaturangabe:

L. Vironnaud, Annales de l'institut technique du bâtiment et des travaux publics, **13,** 313 (mars/avril 1960).

In.

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