

Zeitschrift: Cementbulletin
Band: 38-39 (1970-1971)
Heft: 7

Artikel: Hochfester Beton
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-153505>

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: 17.11.2024

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

CEMENTBULLETIN

JULI 1970

JAHRGANG 38

NUMMER 7

Hochfester Beton

Besprechung von Versuchen über hochfesten Beton. Grundlegende Bedingungen und Eigenschaften.

Es gibt besondere Fälle, bei denen ein hochfester Beton vorteilhaft eingesetzt werden kann. Man denkt etwa an kleinere vorgefertigte und vorgespannte Bauelemente und an Maschinenteile (s. CB 13/1969), kann sich aber auch Bauaufgaben vorstellen, bei denen solcher Beton an Ort eingebracht und verdichtet wird.

Unter «hochfestem Beton» wird ein Beton verstanden, dessen mittlere Würfeldruckfestigkeit nach 28 Tagen grösser ist als 600 kg/cm^2 . Die Normen für die Ausführung von Betonbauwerken, SIA-Norm Nr. 162/1968, erwähnen den hochfesten Beton nicht besonders, doch lässt er sich ohne grosse Einschränkungen in die vorgesehene Klasse des BS (Spezialbeton) eingliedern. Im folgenden werden einige Grundsätze angegeben, die zur Herstellung von hochfestem Beton begleitend sind. Die Erwägungen sind von allgemeinem Interesse, denn sie sprechen sinngemäss auch für den gewöhnlichen Qualitätsbeton.

2 Zur Einleitung seien in Tabelle 1 einige Betonmischungen für hohe Druckfestigkeiten vorgestellt. Drei verschiedene Forscher haben sie kürzlich in Versuchen erprobt.

Tabelle 1 Mischungen für hochfesten Beton
(Auswahl einiger Angaben aus der technischen Literatur)

Ze- ment- art	Gestein	Kör- nung*	Ze- ment- gehalt	Was- serze- ment- wert	Roh- dichte	Druck- festig- keit	Prüf- ter- min	Prüf- körper	Autor **
		mm	kg/m ³		kg/l	kg/cm ²	Tage	cm	
HPC	Quarzit	0–15	350	0,32	2,49	1229	48	Wü.	} Walz
HPC	Basalt	0–15	350	0,32	2,81	1430	48	10	
HPC		0–15	580	0,24	2,48	958	28	Zyl.	} Kimura
HPC		0–15	430	0,28	2,51	913	28	10/20	
HPC	Kalkstein	5–9***	740	0,28	2,43	830	28	Wü.	} Parrott
HPC	Basalt	5–9***	740	0,28	2,54	990	28	10	

* s. auch Tabelle 2: bei allen Versuchen **gebrochenes Material**

** s. Literaturangaben am Schluss

*** 90% Split 5–9 + 10%, Brechsand 0,1–4,8 mm

Aus dieser Zusammenstellung sind bereits die wichtigsten Grundsätze für die Herstellung von hochfestem Beton zu erkennen, nämlich:

a) Zementart: Es wird HPC (hochwertiger Portlandzement) angewandt mit dem Ziel, die hohen Festigkeiten frühzeitig zu erreichen, wie es die Baupraxis erfordert. Mit normalem PC würde man erst nach einigen Monaten zu solchen Resultaten gelangen. Mit Tonerdezement könnten grundsätzlich noch höhere Festigkeiten erzielt werden, doch hat dieses Bindemittel besondere Eigenschaften, mit denen man in der Regel nicht so vertraut ist.

b) Zuschlagsgestein: Es ist deutlich ersichtlich, dass die Eigenfestigkeit des Zuschlagsgesteins sich direkt auf die Betonfestigkeit auswirkt. Basalt, der festeste Naturstein, ergibt unter vergleichbaren Mischungen auch den festesten Beton. Der besonders harte Kalkstein, wie er sich auch in unserem Lande findet, ist für hochfesten Beton ebenfalls gut geeignet.

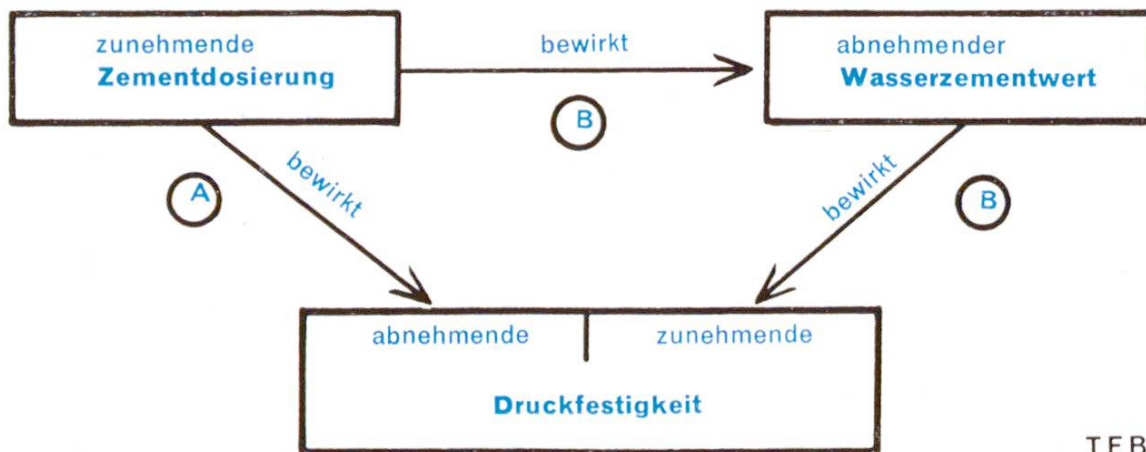
c) Körnung: Für hochfesten Beton ist gebrochenes Gesteinsmaterial erforderlich. Mit rundem Kies kommt man kaum über die 600er Festigkeitsgrenze hinaus. Diese Tatsache hängt offensichtlich mit der besseren Verbindung zwischen Mörtel und Grobkorn zusammen, besonders im Hinblick auf die Schubbelastungen pa-

3 rallel zu den Haftflächen. Ferner zeichnet sich die bekannte Tendenz ab, nach welcher kleinere Grösstkorndurchmesser höhere Festigkeiten ergeben. Dies ist die Folge des Verzahnungseffektes, d.h. der Verteilung der Summe aller Belastungskräfte auf eine grössere Gesamthaftfläche (s. CB Nr. 64/7, 65/14 und 65/21).

d) Zementdosierung: Vergleichbare Mischungen mit geringerem Zementgehalt zeigen höhere Festigkeit. Die besten Werte hat **Walz** mit normalen Zementgehalten erzielt, und der Vergleich der zweiten Mischung von **Kimura** mit der ersten von **Parrott** lässt diese Wirkung ebenfalls deutlich erkennen. Dieser Einfluss des Zementgehaltes widerspricht den praktischen Erfahrungen bei normalem Beton (s. Schema Abb. 1). Man erklärt sich diese grundsätzlich bestehende Wirkung mit dem Verhältnis der Raumanteile des festen Gesteins zum schwächeren Zementstein.

e) Wasserzementwert: Im Bereich des hochfesten Betons gilt die bekannte Regel, nach welcher bei kleinerem Wasserzementwerten höhere Druckfestigkeiten erhalten werden, offenbar nicht mehr. Der entgegengesetzte direkte Einfluss der Zementdosierung dominiert. Abb. 1 zeigt die komplexen Auswirkungen, die von der Zementdosierung ausgehen.

f) Prüfkörper: Bei hochfestem Beton sind für die Festigkeitsprüfung Probekörper mit kleinerem Querschnitt zu verwenden für den Fall, dass die Prüfmaschine die notwendige Kraft sonst gar nicht aufbringen könnte.



T.F.B.

Abb. 1 Einfluss zunehmender Zementdosierung auf die Druckfestigkeit von Beton. Direkter Einfluss (A) vorherrschend bei hochfestem Beton. Indirekter Einfluss über den Wasserzementwert (B) vorherrschend bei normalem Beton.

4 Als wichtige Eigenschaft beim hochfesten Beton muss die **Verarbeitbarkeit** noch näher angesehen werden.

In Tabelle 2 werden die Kornabstufungen der Versuchsmischungen gezeigt. **Walz** und **Kimura** wenden kontinuierlich verlaufende Kornzusammensetzungen an die, im Vergleich zur EMPA-Siebkurve, viel bzw. nur wenig gröber sind. **Parrott** hingegen erprobt praktisch eine Einkornmischung mit 90% Splitt 5–9 mm, der wegen der hohen Zementdosierung nur 55% des Gesamtvolumens einnimmt.

Tabelle 2 Kornzusammensetzungen der Versuchsmischungen von Tab. 1

Autor	Siebrückstände in %, d.h. Anteile gröber als:								
	0,1	0,15	0,2	1	1,2	5	7	9	15 mm
Walz			100	91			55		0
Kimura		98			81	64			0
Parrott	100					90		0	
EMPA (0–15)	96	94	93	82	80	54	41	32	0

Die Verarbeitbarkeit der Versuchsmischungen wird von diesen Kornabstufungen offensichtlich stark beeinflusst. Die Betone von **Walz** waren dem Bericht nach sehr schwer zu verdichten, ebenso diejenigen von **Kimura**, dessen Probekörper 10–20 Minuten vibriert werden mussten. **Parrott** hatte offenbar keine besonderen Schwierigkeiten mit der Verdichtung. Nach dem Verdichtungsmaß (10–20 VEBE-Sekunden) zu schliessen, zeigten seine Mischungen trockene bis steifplastische Konsistenz, während diejenigen von **Kimura**, gemäss den genannten Verdichtungsfaktoren von 61 bis 64%, doch sehr trocken waren. Bezüglich der Verarbeitbarkeit des hochfesten Betons steht man vor einer echten Kompromissituation. Mit hoher Zementdosierung kommt man zu hohen, aber nicht höchsten Festigkeiten, erhält aber dafür praktisch noch gut zu verarbeitende Mischungen. Mit verhältnismässig geringen Zementdosierungen, wie sie **Walz** anwendet, erreicht man demgegenüber maximale Festigkeiten, jedoch bei ausserordentlich schwerhaltender Verdichtung.

Parrott gibt in seiner Publikation noch einige weitere Eigenschaften seiner Versuchsmischungen bekannt:

Über das **Schwinden** berichtet er, dass es, trotz der bedeutend höheren Zementdosierung, nur um $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{4}$ höher liege als normal.

5 An seinem hochfesten Beton mit Kalkstein stellt er nach 90 Tagen ein Schwindmass in der Grössenordnung von 0,4‰ fest. Es finden sich die Regeln bestätigt, wonach das Schwinden sehr stark vom Wassergehalt des Frischbetons abhängig ist und dass es durch gebrochenes Zuschlagsmaterial eher vermindert wird. Das **Kriechen** des hochfesten Betons wird in feuchter Umgebung gleich wie bei normalem Beton gefunden, unter austrocknenden Bedingungen ist es jedoch deutlich geringer. Die dynamischen **Elastizitätsmoduln** der hochfesten Betone liegen mit 440 000 bis 500 000 kg/cm² kaum höher als bei Qualitätsbeton mit üblicher Festigkeit. Die Entwicklung der **Hydratationswärme** ist entsprechend der höheren Zementdosierung grösser, trotzdem sie infolge des kleinen Wasserzementwertes etwas gebremst wird.

Diese Angaben gelten für die **Parrottschen** Mischungen und geben die Tendenzen wieder, die als Ergebnisse eigener Versuche zu erwarten sind. Tr.

Literaturangaben

K. Walz, Über die Herstellung von Beton höchster Festigkeit
«beton», **16**, 339 (1966)

S. Kimura, Druckfestigkeiten und Elastizitätsmoduln von Beton mit sehr geringem Wasserzementwert
«Zement, Kalk, Gips», **20**, 229 (1967)

L. J. Parrott, The production and properties of high-strength concrete
«Concrete», **3**, 443 (1969)

