Zeitschrift: Cementbulletin
Herausgeber: Technische Forschung und Beratung für Zement und Beton (TFB AG)
Band: 44-45 (1976-1977)
Heft: 11

Artikel: Die "Endfestigkeit" des Betons
Autor: [s.n.]
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-153582

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: 13.07.2025

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

CEMENTBULLETIN

NOVEMBER 1976 JAHRGANG 44 NUMMER 11

Die «Endfestigkeit» des Betons

Ergebnisse von amerikanischen und deutschen Langzeitversuchen. Höhe der «Endfestigkeit». Besondere Einflüsse.

Die Frage nach der langzeitlichen Festigkeitsentwicklung des Betons ist berechtigt. Die Bemessung der Betonteile erfolgt zwar normalerweise aufgrund der 28-Tage-Würfeldruckfestigkeit, doch man möchte wissen, wie sich die Festigkeit weiterentwickelt und jedenfalls sicher sein, dass sie nicht etwa wieder zurückgeht. Die einkalkulierte Sicherheit sollte sich im Verlaufe der Zeit noch erhöhen. Die Frage wird auch erheblich, wenn bei Umbauten, Vergrösserungen oder Zweckänderungen bestehende Strukturen beurteilt werden müssen.

Die Beobachtungen aus Langzeitversuchen, die heute vorliegen, verdanken wir hauptsächlich der Voraussicht von M.O. Withey von der Universität Wisconsin USA, der 1910/11, 1923 und 1937 aus gut definierten Betonmischungen grosse Reihen von Probekörpern herstellte, die dann im Verlaufe der Zeit auf Druckfestigkeit geprüft wurden.

Im CB No. 4/1962 konnten wir über Ergebnisse der ersten Reihe berichten, die in Tabelle 1 wiedergegeben sind.

Tabelle 1

Festigkeitsentwicklung der Versuchsreihe von M. O. Withey, 1910/11

PC/m³	W/Z	Lagerung	Druckfestigkeit in % nach 28 T.	1 J.	10 J.	30 J.	50 Jahren
170	1.2	Keller	28.8	51.6	67.8	80.5	100 = 203 kg/cm²
170	1.2	Witterung	22.1	48.5	76.1	82.1	100 = 264 kg/cm²
170	1.2	Wasser	21.2	47.4	57.6	83.1	100 = 300 kg/cm²
250	0.8	Keller	35.8	50.6	56.7	95.8	100 = 363 kg/cm²
250	0.8	Witterung	31.2	55.9	65.9	101.7	100 = 409 kg/cm²
250	0.8	Wasser	30.8	48.5	63.0	96.6	100 = 459 kg/cm²

Probekörper: Zylinder d = 15 cm
Resultate sind Mittelwerte aus je 5 Einzelprüfungen
PC/m³ = kg Portlandzement pro m³ Beton
W/Z = Wasserzementwert = kg Wasser : kg Zement

s. Literaturangaben (1) und (2)

Über die zweite Serie von Withey berichteten kürzlich **Washa** und **Wendt** (s. Literaturangabe). Es handelt sich um eine grosse Versuchsreihe, die im Jahre 1923 angelegt wurde und die mit 6 Betonmischungen über 1100 zylinderförmige Probekörper 15×30 cm umfasste. Einbezogen wurden dabei 4 verschiedene Portlandzemente, 3 verschiedene Gesteinsarten für Grobzuschlag und zwei Lagerungsarten. Tabelle 2 zeigt eine Auswahl von Ergebnissen:

Tabelle 2

Festigkeitsentwicklung der Versuchsreihe M. O. Withey, 1923 (Auszug)

Reihe	PC/m³	W/Z	Druckfestigkeit in % nach 28 T.	1 J.	10 J.	25 J.	50 Jahren
A	370	0.41	47.2	62.5	91.8	97.6	100 = 552 kg/cm²
B	290	0.51	44.0	58.9	96.0	106.6	100 = 442 kg/cm²
C	200	0.69	34.3	58.0	92.7	111.9	100 = 297 kg/cm²
D	290	0.51	50.6	58.7	76.8	99.4	100 = 384 kg/cm²

Lagerung A, B, C an der Witterung, D im Keller
Probekörper Zylinder 15×30 cm
Resultate sind Mittelwerte aus je 20 Einzelmessungen über 4 verschiedene Portlandzemente.

s. Literaturangabe (3) und (4)

Bei diesen Versuchen frägt es sich, warum bei der Reihe B und C sowie bei einigen anderen, die hier nicht wiedergegeben sind, ein kleiner Festigkeitsabfall zwischen dem 25. und dem 50. Jahr erfolgte. Man erkennt, dass diese Unstetigkeit mit der Abnahme der

Zementdosierung zunimmt und sich auf die Lagerung im Freien bezieht. Die Erscheinung mag damit zusammenhängen, dass die Probekörper beider Versuchsreihen 1950 von einem halbgedeckten Verschlag in einen offenen übergeführt worden sind und sie dann wahrscheinlich vermehrt auch der Nässe ausgesetzt waren. Wenn man ferner bedenkt, dass jährlich durchschnittlich 25 Frosttau-Wechsel stattfanden und die Extremtemperaturen –32 und +35 °C betrugen, ist eine leichte Festigkeitsabnahme verständlich, besonders bei relativ hohen Wasserzementwerten, welche die betreffenden Betonmischungen kennzeichneten.

Schliesslich publiziert **Walz** (s. Literaturangabe) Ergebnisse einer deutschen Versuchsreihe, die 1941 angesetzt worden ist. Es handelt sich um Betonplatten 70 × 40 × 15 cm, die aus 14 verschiedenen Betonmischungen hergestellt wurden unter Anwendung von Portlandzement, Hochofenzement und Eisenportlandzement in verschiedenen Dosierungen. Ursprünglich war gedacht, die Witterungsbeständigkeit zu prüfen und so wurden die Platten an drei klimatisch verschiedenen Orten z. T. halb in Wasser stehend ausgelagert. Tabelle 3 zeigt die Resultate aus den Prüfkörpern mit Portlandzement:

Tabelle 3

Festigkeitsentwicklung einer deutschen Versuchsreihe 1941 (Auszug)

PC/m³	W/Z	Druckfestigkeit in % nach 28 Tagen	2,5 Jahren	30 Jahren
200	0.78	49.7	50.5	100 = 509 kg/cm²
200	1.02	40.7	40.9	100 = 430 kg/cm²
300	0.5	62.6	73.3	100 = 795 kg/cm²
300	0.66	56.0	61.0	100 = 702 kg/cm²

Lagerung im Freien, teils in Wasser stehend
Probekörper Bohrkerne 10 × 15 cm
Resultate sind Mittelwerte aus 5 bis 6 Einzelmessungen

s. Literaturangabe (4)

Diese Versuche zeigen, dass die langzeitliche Festigkeitszunahme in der Regel umso grösser ausfällt, je kleiner die Ausgangsfestigkeit nach 28 Tagen war. Dies gilt nicht nur für die Schlackenzemente, die naturgemäss etwas kleinere Anfangsfestigkeiten haben, sondern auch für Portlandzemente, sofern höhere Wasserzugaben erfolgten. Eine Erklärung für diese Beziehung ist nicht ohne weiteres zu finden, doch hat die Erscheinung Ähnlichkeit

mit der bekannten Beobachtung, dass die «Endfestigkeit» von Beton, dessen Festigkeitsentwicklung anfänglich durch niedrige Temperaturen gebremst wurde, am höchsten ausfällt. Man kann daraus schliessen, dass allgemein bei langsam einsetzender und fortschreitender Hydratation (Erhärtung) ein etwas anders strukturierter Gelkörper angelegt wird, der schliesslich zu einer höheren Festigkeit führt.

Die Folgerungen aus allen drei Versuchsreihen sind:

- Das Wasserzementwert-Gesetz gilt auch für die «Endfestigkeit». Sie ist umso höher, je kleiner der Wasserzementwert der Betonmischung war.
- Die Regel, wonach bei langsamer anfänglicher Festigkeitsentwicklung höhere Endfestigkeiten erzielt werden, scheint allgemeine Gültigkeit zu haben.
- Bei normal erhärtendem Portlandzement ist die «Endfestigkeit» nach 25 Jahren praktisch erreicht. Sie beträgt dann das 2 bis 3fache der 28-Tage-Festigkeit.

  Bei «langsamen» Zementen, z.B. mit Portlandzement mit geringer Mahlfeinheit, ist die «Endfestigkeit» praktisch erst mit 50 Jahren erreicht. Sie beträgt dann das 4 bis 5fache der 28-Tage-Festigkeit.
- Allfällig leicht rückläufige «Endfestigkeiten» (s. Tabelle 2) treten durch langzeitliche Witterungseinflüsse bei Betonen mit anfänglich höheren Wasserzementwerten auf. Ob andere Ursachen dabei mitspielen, ist fraglich.
- Eine Wasser- oder Feuchtlagerung führt zu höheren «Endfestigkeiten».

Tr.

Literaturangaben

M.O. Withey, Journal American Concrete Institute, Proceedings **58,** 695, Dec. 1961
Cementbulletin No. 4/1962

G.W. Washa, K.F. Wendt, Journal American Concrete Institute, Proceedings **72,** 20, Jan. 1975

K. Walz, «beton», Herstellung-Verwendung, **26,** 95/135 (1976)

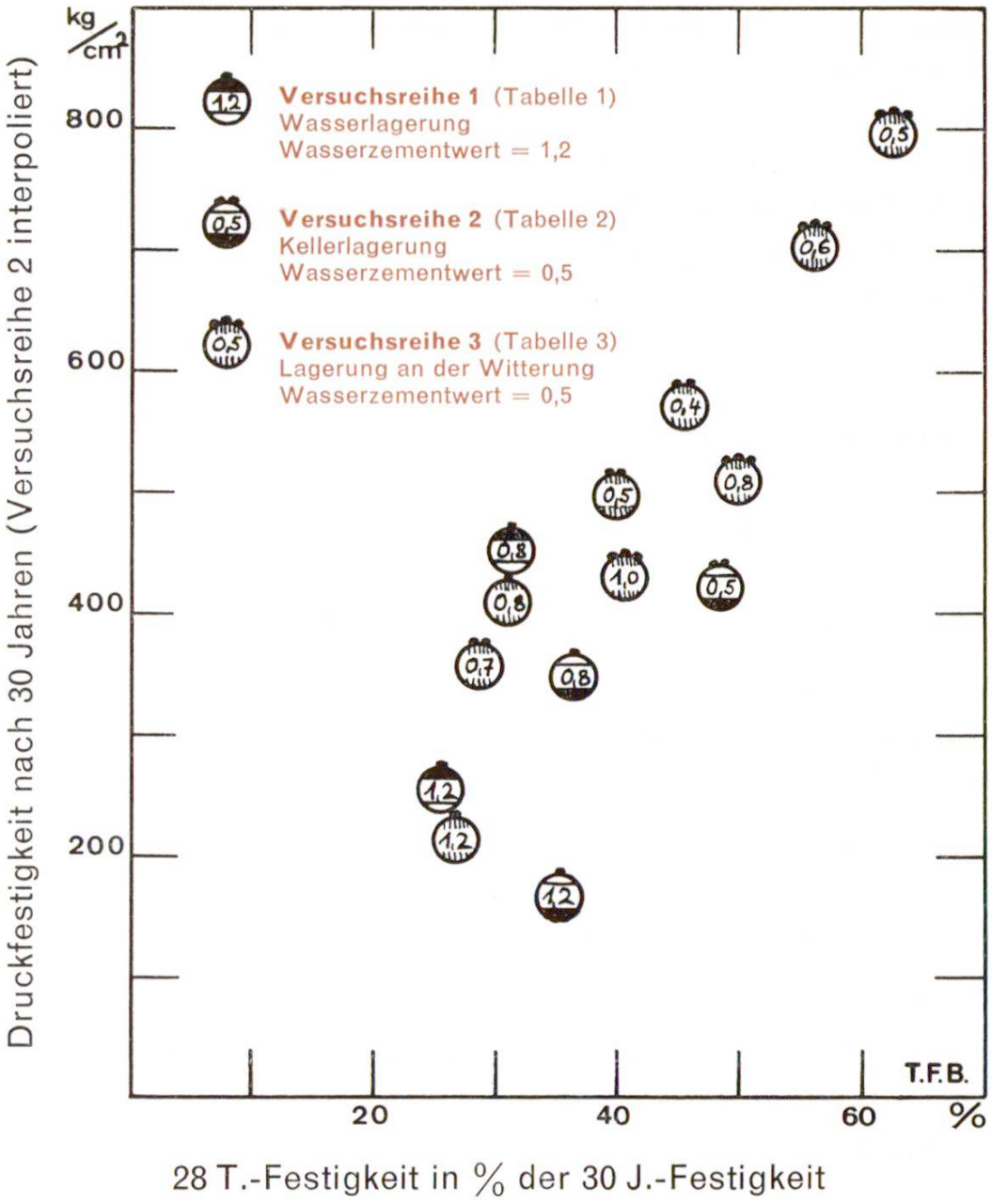

Abb. 1 Gegenüberstellung der relativen Kurzzeitfestigkeit zur Endfestigkeit. Das Bild zeigt, dass die langzeitliche Festigkeitszunahme in der Regel umso stärker ist, je tiefer die Endfestigkeit liegt. Man erkennt auch andere schöne Übereinstimmungen. Die Punkte der Betone mit Aussenlagerung liegen auf einem schmalen Streifen. Innerhalb der einzelnen Versuchsreihen ist der Einfluss des Wasserzementwertes klar ersichtlich. Die Verschiebung des entsprechenden Bereiches der Versuchsreihe 3 nach oben ist wahrscheinlich auf eine grössere Mahlfeinheit der verwendeten Portlandzemente zurückzuführen.

TFB

Zu jeder weiteren Auskunft steht zur Verfügung die
TECHNISCHE FORSCHUNGS- UND BERATUNGSSTELLE
DER SCHWEIZERISCHEN ZEMENTINDUSTRIE
5103 Wildegg Postfach Telephon (064) 53 17 71