

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 87/88 (1926)  
**Heft:** 2

## Inhaltsverzeichnis

### **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:** 03.04.2025

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

INHALT: Bestimmung der Druckfestigkeit von Mörtel und Beton. — Die Bedeutung des Turbinen-Wirkungsgrades bei Niederdruck-Anlagen. — Robert Gnehm (mit Portrait-Tafel). — Ideenwettbewerb für die Ausgestaltung der Seeufer im Gebiet der Stadt Zürich und ihrer Vororte. — Internationale Ausstellung für Binnenschifffahrt und Wasserkraftausnutzung in Basel 1926. — Miscellanea: Die Basler Schifflande vor

80 Jahren. Eidgenössische Technische Hochschule. Ein Wasserkraftwerk am Dnjepr. Der höchste Eisenbetonschornstein Amerikas. Die Eröffnung der Furka-Oberalpbahn. — Konkurrenzen: Wohnungen für kinderreiche Familien. Evangelische Stadtkirche Frauenfeld. Gewerbeschule und Kunstgewerbemuseum in Zürich. Schulhaus mit Turnhalle in Aesch. — Literatur. — S. T. S.

Band 88.

Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet.

Nr. 2

## Bestimmung der Druckfestigkeit von Mörtel und Beton.

Von J. BOLOMEY,

bauleitender Ingenieur der Wasserkraftwerke Barberine und Vernayaz der S. B. B.<sup>1)</sup>

Die mehr und mehr verallgemeinerte Verwendung des Beton für die verschiedensten Baukonstruktionen bedingt, dass die Qualitäten wie Festigkeit, Dichtigkeit, Verarbeitungsmöglichkeit, die bei gegebenen Materialien und Umständen erreicht werden können, vor Beginn der Arbeiten bekannt seien. Ebenso notwendig ist zu wissen, welche Veränderungen mit diesen Materialien vorgenommen werden müssen, um einen Beton zu erhalten, der den erforderlichen Eigenschaften entspricht.

Viele Spezialisten haben zu diesem Zweck sowohl auf dem Bauplatz, als auch im Laboratorium weitestgehende Versuche ausgeführt. So haben die bemerkenswerten Arbeiten von Feret, Fuller, Taylor & Thompson, Young, Abrams, Graf usw.<sup>2)</sup> den entscheidenden Einfluss der Anmachwassermenge, sowie der granulometrischen Zusammensetzung und der Natur von Kies und Sand auf die Festigkeit und Dichtigkeit des Beton beleuchtet.

Trotz einer sehr umfassenden Dokumentierung, die sich Tag für Tag ausdehnt, sind indessen die massgebenden Eigenschaften des Beton auf einer grossen Anzahl von Bauplätzen noch nicht genügend bekannt und ausgenützt. Es ergeben sich hieraus oft Fehler oder übertriebene Ausgaben, die vermieden werden könnten, wenn die Techniker einfache Formeln zu ihrer Verfügung hätten, die ihnen erlauben würden, rasch die wahrscheinlichen Eigenschaften eines Mörtels oder Beton zu ermitteln, ohne vorher eine Reihe kostspieliger und zeitraubender Versuche ausführen zu müssen.

Die nachstehende Studie fasst die von den oben erwähnten Autoren gefundenen Ergebnisse und die von der Bauleitung der Kraftwerke Barberine und Vernayaz während der letzten Jahre im Laboratorium und auf den Bauplätzen gemachten Forschungen zusammen.

### Einfluss des Anmachwassers auf die Druckfestigkeit.

Feret hat schon 1892 als erster gezeigt, dass die Menge des Anmachwassers die Qualität des Mörtel mehr beeinflusst, als die Dosierung oder die Natur des Sandes; die Druckfestigkeit setzt er proportional dem Faktor

$$\frac{Z}{W+V}$$

worin  $Z$  das absolute Zementvolumen,  $W$  das Volumen des Anmachwassers und  $V$  das Porenvolumen im Mörtel bedeuten.

Im Jahre 1920 hat Abrams aus tausenden von Versuchen für die Druckfestigkeit folgende Formel abgeleitet:

$$K = \frac{A}{7^x}$$

Darin bedeutet  $A$  einen mit der Zementqualität, der Erhärtungszeit und der Form der Probekörper veränderlichen Faktor, der z. B. für einen Betonzylinder von 15 cm Durchmesser und 30 cm Höhe in 28 Tagen einen Wert von

985 erreicht,  $x$  das Verhältnis „Volumen des Anmachwassers zu scheinbarem Zementvolumen“, wobei das scheinbare spezifische Gewicht des Zementes zu 1,5 angenommen ist.

Die zahlreichen vergleichenden Versuche, die im Laboratorium der Bauleitung Barberine, zur Kontrolle der obigen Formeln und zur Bestimmung des Proportionalitätsfaktors für einen gut definierten Zement ausgeführt worden sind, haben uns bewogen, der Verwendung der leicht modifizierten Formel von Feret gegenüber jener von Abrams den Vorzug zu geben. Die Formel von Feret kann vereinfacht werden, wenn man beachtet, dass für die üblichen dichten Mörtel und Beton, die hier allein in Betracht kommen, das Porenvolumen  $V$  praktisch gleich Null ist oder mindestens konstant bleibt und somit vernachlässigt werden darf.

Indem alle Druckfestigkeiten auf die Funktion „Gewicht des Zementes zu Gewicht des Wassers“ bezogen wurden, erhielt man eine durch den Nullpunkt eines Koordinatensystems gehende sinusartige Kurve<sup>3)</sup>, die in der Zone der auf den Bauplätzen gebräuchlichen Mörtel und Beton durch eine Gerade mit folgender Gleichung ersetzt werden kann:

$$K = \left(\frac{Z}{W} - 0,50\right) A \dots \dots (1)$$

worin  $K$  die Druckfestigkeit in  $\text{kg/cm}^2$ ,  $Z$  das Gewicht des Zementes in  $\text{kg}$ ,  $W$  das Volumen des Anmachwassers (in Litern) und  $A$  einen Koeffizienten, veränderlich mit der Zementqualität, der Art und Weise, der Dauer und der Temperatur der Erhärtung, bedeuten.

Für einen Zement von  $420 \text{ kg/cm}^3$  Druckfestigkeit beim Normalversuch in 28 Tagen, bei Erhärtung in Wasser oder feuchtem Sand von  $+15^\circ$ , ergaben sich für  $Z/W$  zwischen 0,7 und 2,0 folgende Werte für  $A$ :

$A = 105 \text{ kg/cm}^2$  für 7 Tage  $A = 200 \text{ kg/cm}^2$  für 90 Tage  
 $A = 150 \text{ kg/cm}^2$  für 28 Tage  $A = 270 \text{ kg/cm}^2$  für 180 Tage

Neuere Untersuchungen haben ergeben, dass annähernd gesetzt werden kann:

$$A = \frac{K_n}{2,2} \text{ bis } \frac{K_n}{3,5}, \text{ im Mittel } \frac{K_n}{2,7}$$

wobei  $K_n$  die Druckfestigkeit des Zementes beim Normalversuch 1 : 3 bedeutet.

Es ist wesentlich, dass der Mörtel einen genügenden Feuchtigkeitsgrad behält, damit die Erhärtung normal sei. Es kommt hauptsächlich bei den Hochbauten häufig vor, dass der Mörtel oder Beton nach einigen Wochen seine ganze Feuchtigkeitsgrad verliert, wodurch die Erhärtung gänzlich aufgehalten wird.

Unsere Formel (1), die für das Gedächtnis viel leichter und für die Anwendung viel einfacher ist, ergibt für die Druckfestigkeit nach 28 Tagen merklich die gleichen Resultate wie jene von Abrams.

Die Abb. 1 bis 3 (S. 43) zeigen die Druckfestigkeit, den Flüssigkeitsgrad und die Menge des Anmachwassers

<sup>3)</sup> Der sinusartige Verlauf der allgemeinen Festigkeitskurve des selben Mörtels, bei dem die Menge des Anmachwassers verändert wird, ist leicht zu erklären. Die Festigkeit wächst mit dem Anmachwasser, so lange dieses nicht genügt, um einen dicht gestampften Mörtel zu erzielen. Vom Moment an, wo die vollständige Dichte des Mörtels erreicht ist, nimmt die Festigkeit gleichmässig mit der Zunahme der Menge des Anmachwassers ab, bis zum Augenblick, wo der Flüssigkeitsgrad so gross wird, dass sich eine immer grössere Menge des Anmachwassers vor dem Erhärtungsbeginn vom Mörtel ausscheidet und so auf die Festigkeit, die immer langsamer abnimmt, ohne Einfluss wird. Uebrigens ist es klar, dass die Festigkeitskurve durch den Nullpunkt gehen muss.

<sup>1)</sup> Ins Deutsche übersetzt durch Ing. H. Reifler.

<sup>2)</sup> M. Feret: „Sur la compacité des mortiers hydrauliques“ (1892); Martens: „Mitteilungen aus den königlichen technischen Versuchsanstalten“, Berlin (1897); F. W. Taylor und S. E. Thompson: „A treatise on concrete plain and reinforced“; W. B. Fuller und S. E. Thompson: „The laws of proportioning concrete“ (1907); R. B. Young: „Mixing of concrete by surface areas on actual work“ (1920); Abrams: „Design of concrete mixtures“ (1920); G. M. Williams: „Proportioning concrete from study of the aggregate“ (1921); Graf: „Der Aufbau des Mörtels im Beton“ (1923); G. Bethke: „Das Wesen des Gussbeton“ (1924).