

# Ueber die Betonfestigkeiten

Autor(en): **[s.n.]**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Cementbulletin**

Band (Jahr): **28-29 (1960-1961)**

Heft 11

PDF erstellt am: **21.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-153389>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# CEMENTBULLETIN

NOVEMBER 1960

JAHRGANG 28

NUMMER 11

---

## Ueber die Betonfestigkeiten

**Bruchtheorie, Durchführung der Prüfungen, Zugfestigkeit, Biegezugfestigkeit, Druckfestigkeit, Tragfähigkeit. Beziehungen der Festigkeiten untereinander.**

Die Bestimmung der Festigkeiten ist eines der wichtigsten Mittel zur Beurteilung der Betonqualität. Im nachfolgenden seien einige Angaben über das Wesen der Betonfestigkeiten gegeben.

Man unterscheidet in erster Linie **Zug-** und **Druckfestigkeit**. Im weiteren, durch modifizierte Prüfungsweisen bestimmt, die **Biegezugfestigkeit**, die **Tragfähigkeit** u.a.

Obschon bei diesen Festigkeitsprüfungen einfache, bestimmte Kräfte angelegt werden, sind die dadurch im Probekörper wirkenden Spannungen nicht gleichartig und in entsprechender Weise übersichtlich. Es entstehen immer Zug-, Druck- und Scherspannungen, deren Verteilung auch mit der Form und Abmessung der Probekörper in Zusammenhang steht. Dies bildet einen Unsicherheitsfaktor bezüglich der Übertragbarkeit der Versuchsergebnisse auf die praktisch ausgeführte Betonkonstruktion.

Wie kommt es bei den Festigkeitsprüfungen zum Bruch? Nach den heutigen Kenntnissen sind die zusammenhaltenden Kräfte, die zwischen benachbarten Atomen auftreten, um ein Vielfaches stärker als die beobachtete Festigkeit des Körpers vermuten lässt. Es muss deshalb angenommen werden, dass vorhandene Spalten und Lücken von verschiedener Grösse für die Festigkeit eines Materials

2 verantwortlich sind. Liegt nun eine solche Spalte z. B. quer zu einer angelegten Zugspannung, so wird sich am Rande des Spaltes die Spannung vergrössern, und zwar um so mehr, je grösser die trennende Fläche ist. Bei genügend hohen Spannungen haben die schwachen Stellen somit die Tendenz, sich selbst zu vergrössern, bis der Bruch eintritt.

Im Beton sind Lücken und Spalten verschiedenen Ursprungs vorhanden. Grössere z. B. infolge innerer Schwindrisse, schlechter Haftung zwischen Cement und Zuschlag oder hohem Anmachwassergehalt. Je grösser nun ein Probekörper ist, genauer gesagt, je grösser die Zone im Probekörper ist, in welcher maximale Spannungen auftreten, desto grösser ist die Wahrscheinlichkeit, dass besonders umfangreiche, d. h. massgebende Spalten erfasst wer-

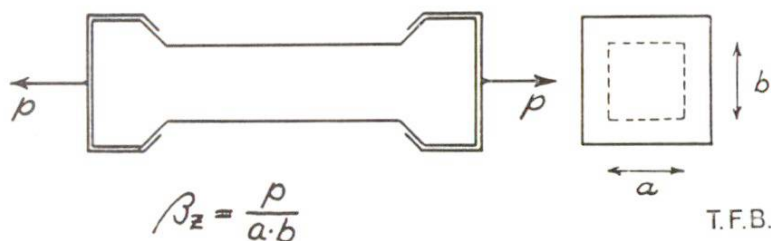


Abb. 1 Schematische Darstellung der Bestimmung der Zugfestigkeit von Beton

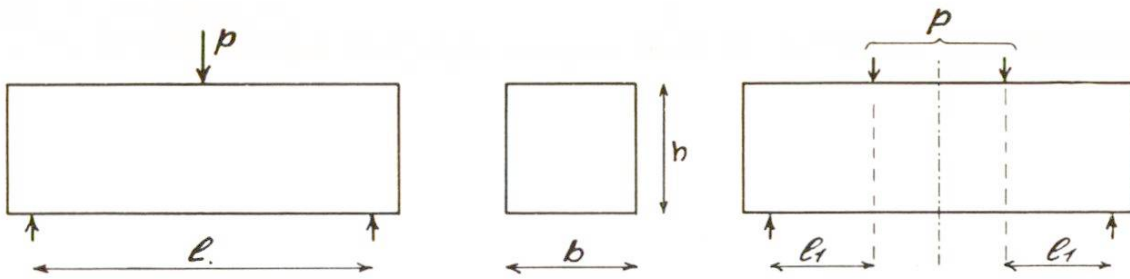
den. Aus grösseren oder schlankeren Probekörpern ergeben sich deshalb verhältnismässig kleinere Festigkeitswerte, während andererseits mit kleineren oder gedrungenen Probekörpern die Streuung der Resultate zunimmt. Diese Feststellung entspricht den Beobachtungen in der Praxis, und zwar um so mehr, je kleiner das Grösstkorn des Zuschlags im Verhältnis zur Abmessung des Probekörpers ist, d. h. je mehr sich der Körper aus Beton in seinem Verhalten einem solchen aus einem homogenen Material nähert.

**Die Zugfestigkeit** (Abb. 1). Die Bestimmung der reinen Zugfestigkeit des Betons wird nur selten durchgeführt, obschon vermehrter Aufschluss hierüber, z. B. hinsichtlich der Bildung von Schwindrissen, nützlich wäre. Der Grund hierfür besteht in der umständlichen praktischen Durchführung des Versuches, indem insbesondere eine gleichmässige, axiale Kraftübertragung Schwierigkeiten bereitet.

**Die Biegezugfestigkeit** (Abb. 2). Die Bestimmung der Biegezugfestigkeit an Betonprismen ist sehr gebräuchlich. Sie vermittelt Angaben, die in einen direkten Zusammenhang mit gewissen Konstruktionsteilen gestellt werden können. Die Durchführung des Versuches ist verhältnismässig einfach. Ein balkenförmiger Probekörper wird zwischen zwei Auflagern bis zum Bruch durchgebo-



3



$$b/\beta_z = \frac{3p \cdot l}{2b \cdot h^2}$$

$$b/\beta_z = \frac{3pl_1}{bh^2} \quad \text{T.F.B.}$$

Abb. 2 Schematische Darstellung der Bestimmung der Biegezugfestigkeit von Beton. Links: Mittige Belastung; Rechts: Geteilte Auflast symmetrisch zur Mitte

gen, wobei die Last in der Mitte oder an zwei, zur Mitte symmetrisch gelegenen Punkten, angesetzt wird. Im ersten Falle ist die Zone maximaler Zugspannung unmittelbar in der Unterseite des Balkens auf ein schmales Band, senkrecht unter der Auflast, reduziert, im anderen Falle erweitert sich diese Zone entsprechend dem Abstand der beiden Belastungspunkte. Demzufolge ergeben sich bei einfacher, mittiger Belastung durchschnittlich höhere, aber stärker streuende Resultate als bei geteilter Lastübertragung.

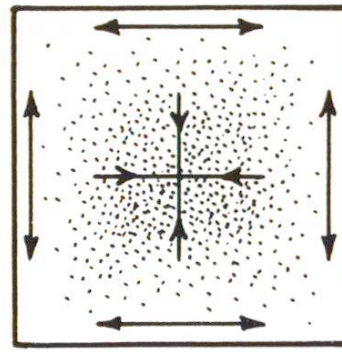
Die Resultate der Biegezugprüfung können ferner im Sinne einer Herabsetzung beeinträchtigt werden, wenn in den äusseren Schichten des Probekörpers Zugspannungen infolge ungleichen Schwindens auftreten, die sich der angelegten Prüfspannung überlagern. Dies ist bei Probekörpern, die an der Luft trocken gelagert und z. B. nach 7 oder 28 Tagen geprüft werden, fast immer der Fall (Abb. 3).

**Die Druckfestigkeit** (Abb. 4). Die Bestimmung der Druckfestigkeit ist die am meisten angewandte Prüfmethode für Beton. Die Normen für die Berechnung und Ausführung der Beton- und Eisenbetonbauten (SIA Nr. 162) führen die Würfeldruckfestigkeiten nach 28 Tagen als wesentliches Qualitätsmerkmal an.

Bei der Durchführung des Versuches wird ein Probekörper zwischen zwei planparallelen Flächen auf Druck beansprucht. Als Probekörper werden Zylinder oder gerade, 4seitige Prismen benutzt, wobei von den letzteren der Würfel die gebräuchlichste Form darstellt. Je nach Form und Abmessung fallen die Resultate etwas unterschiedlich aus, und zwar wiederum im Sinne einer Verkleinerung bei zunehmendem druckbelastetem Körperinhalt.

Wird ein Probekörper mit Druck belastet, so erfährt er eine Querdehnung. Dadurch entstehen zur angelegten Druckkraft senkrecht gerichtete Zugspannungen, welche eigentlich den Bruch des Probekörpers herbeiführen. Die höchsten Spannungen entstehen dabei im Innern des Probekörpers, so dass bezüglich des Einflusses

Abb. 3 Bei luftgelagerten Probekörpern trocknen die äusseren Schichten schneller aus als der Kern. Dies hat ungleiches Schwinden zur Folge. Es entstehen aussen Zug- und innen Druckspannungen, welche die Prüfergebnisse, besonders diejenigen nach 28 Tagen, beeinträchtigen können

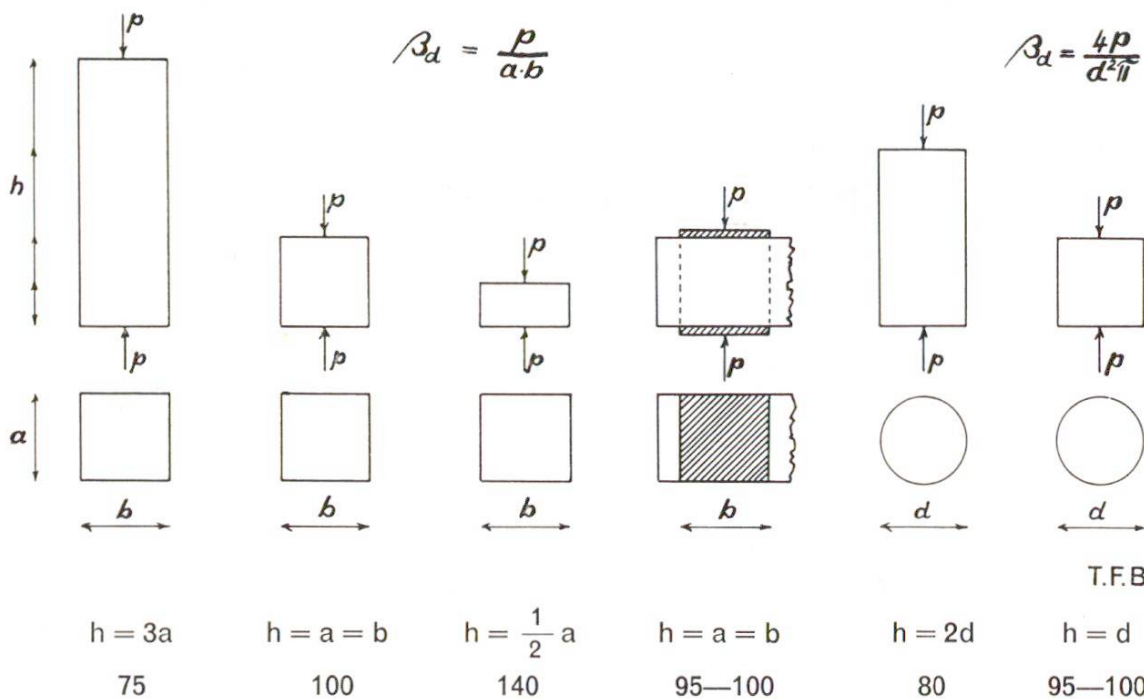


T.F.B.

des ungleichen Schwindens, umgekehrte Verhältnisse als beim Biegezugversuch vorliegen. An der Luft gelagerte Probekörper, die in den äusseren Schichten mehr ausgetrocknet sind, sollten somit durchschnittlich höhere Druckfestigkeiten nach 28 Tagen ergeben als solche mit gleichmässiger Feuchtigkeitsverteilung im Querschnitt (Abb. 3). Dieser Effekt ist tatsächlich zu beobachten, aber nicht in dem Ausmasse wie im entgegengesetzten Sinne bei der Biegezugfestigkeit.

**Die Tragfähigkeit** (Abb. 5). Es ist versucht worden, die Tragfähigkeit (englisch: bearing capacity) des Betons in Versuchen zu ermitteln. Dabei ist man von der Überlegung ausgegangen, dass bei vielen Konstruktionen die Lastübertragung auf Betonteile über einen relativ kleinen Querschnitt geschieht. Beim Versuch wird ein Probekörper auf der oberen Seite mit Druck belastet, wobei aber die Belastungsfläche nur einem Bruchteil seines Querschnittes oder seiner Standfläche entspricht. Mit der Abnahme des Bruchteils

Abb. 4 Schematische Darstellung der Bestimmung der Druckfestigkeit von Beton mit verschiedenen Probekörpern. Angabe der, einer Probekörperform entsprechenden, durchschnittlichen Druckfestigkeit in % der Würfeldruckfestigkeit



T.F.B.



5

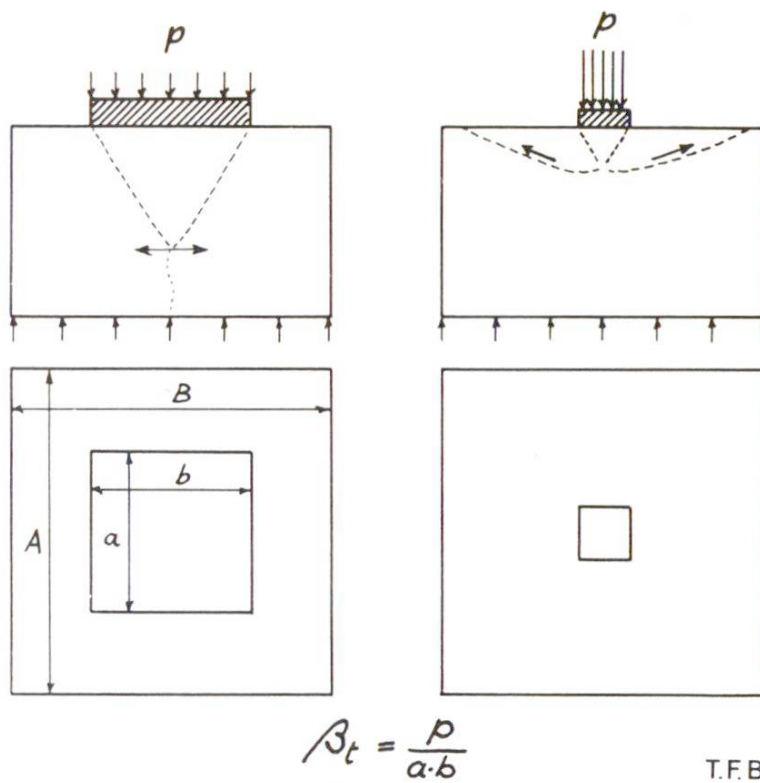
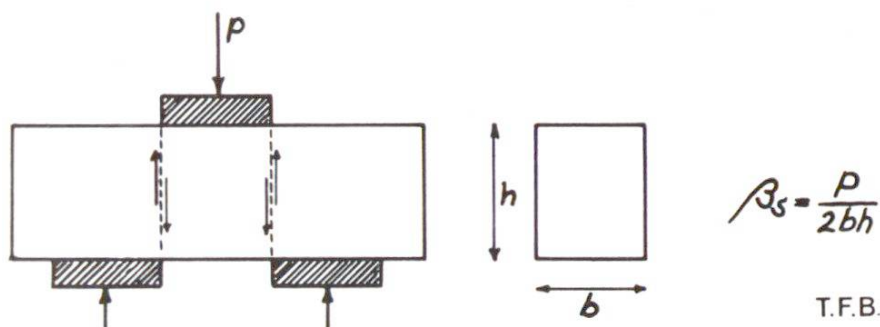


Abb. 5 Schematische Darstellung der Bestimmung der Tragfähigkeit von Beton. Links: Verhältnis Belastungsfläche ( $a \cdot b$ ) zu Standfläche ( $A \cdot B$ ) ist relativ gross: Bruch infolge Überbeanspruchung der Zugfestigkeit. Rechts: Bei relativ kleiner Belastungsfläche: Bruch durch Überbeanspruchung der Scherfestigkeit

**Belastungsfläche : Standfläche** nimmt die Tragfähigkeit des Betons zu.

Bei diesen Versuchen zeigt es sich deutlich, dass in erster Linie die Zug- bzw. Scherfestigkeit (Abb. 6) des Betons für die Tragfähigkeit verantwortlich sind. Unter der Belastungsfläche bildet sich ein pyramiden- bzw. kegelförmiger Keil, der den Betonkörper durch Überbeanspruchung seiner Zugfestigkeit aufspaltet. Bei kleiner werdendem Verhältnis Belastungsfläche : Standfläche wird auch der sich bildende Keil im Vergleich zum Betonkörper klein, und es tritt der Fall ein, wo der Bruch nun durch Überbeanspruchung der Scherfestigkeit eintritt. Dies zeigt sich durch ein seitliches Ausweichen der oberen, um die Belastungsfläche liegenden, Betonschichten. Hierdurch wird der Tragfähigkeit eine obere Grenze gesetzt.

Abb. 6 Schematische Darstellung der Ermittlung der Scherfestigkeit von Beton



## 6 Verhältnisse der Festigkeiten zueinander (ungefähre Richtwerte)

$\frac{\text{Biegezugfestigkeit}}{\text{Zugfestigkeit}}$	$\sim 2$			
$\frac{\text{Würfeldruckfestigkeit}}{\text{Biegezugfestigkeit}}$	$= 6 \text{ bis } 10$			
$\frac{\text{Würfeldruckfestigkeit}}{\text{Scherfestigkeit}}$	$\sim 4$			
$\frac{\text{Tragfähigkeit}}{\text{Würfeldruckfestigkeit}}$	$\sim 1,5$	(bei	$\frac{\text{Belastungsfläche}}{\text{Grundfläche}}$	$= \frac{1}{2}$ )
	$\sim 2$	( "	"	$= \frac{1}{4}$ )
	$\sim 3$	( "	"	$= \frac{1}{8}$ )
	$\sim 4$	( "	"	$= \frac{1}{16}$ )
	Max. $\sim 5$	( "	"	$\sim \frac{1}{30}$ )

### Literaturangaben

#### 1. Allgemein über die Festigkeiten

- **Handbuch der Werkstoffprüfung**, Bd. 3 (2. Aufl. Berlin 1957).
- **A. G. A. Saul**, A Comparison of the Compressive, Flexural and Tensile Strength of Concrete.  
Technical Report No. 333 (June 1960), Cement and Concrete Association, London.
- **R. Joosting**, Betonieren und Baukontrolle.  
Betonstrassen (Wildegg) No. 46 (Oktober 1960).

#### 2. Besondere über die Tragfähigkeit

- **G. G. Meyerhof**, The Bearing Capacity of Concrete and Rock.  
Mag. of Concrete Research, 4 (12), 107 (April 1953).
- **W. Shelton**, Bearing Capacity of Concrete,  
J. Am. Concrete Institute, 29, 405 (Nov. 1957).
- **Tung Au, D. L. Baird**, Bearing Capacity of Concrete Blocks,  
J. Am. Concrete Institute, 31, 869 (March, 1960).