Zeitschrift: Cementbulletin
Herausgeber: Technische Forschung und Beratung für Zement und Beton (TFB AG)
Band: 46-47 (1978-1979)
Heft: 8

Artikel: Über die Beurteilung der Bohrkernfestigkeit
Autor: Trüb, U.A.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-153603

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

AUGUST 1978 JAHRGANG 46 NUMMER 8

Über die Beurteilung der Bohrkernfestigkeit

Verschiedene Arten der Beton-Druckfestigkeit. Einflüsse auf die Festigkeitsentwicklung. Schätzung der Betonfestigkeit im Bauwerk und der Normfestigkeit (28-Tage-Würfeldruckfestigkeit).

Die Qualität des Betons wird in erster Linie durch die Angabe der Druckfestigkeit bestimmt. Hierzu gibt es verschiedene Arten von Druckfestigkeitswerten je nach Bestimmungsverfahren. Ein grundsätzlicher Unterschied besteht beispielsweise zwischen Festigkeitsprüfungen mit Frischbetonproben und solchen mit Bauwerksbeton. Die Aussagewerte sind nicht gleich und nur bedingt vergleichbar.

Abb. 1 zeigt eine schematische Darstellung der wichtigsten Festigkeitsprüfungen mit den unterschiedlichen Zweckbestimmungen und Beurteilungen. Man erkennt, dass im Zentrum aller Angaben die **28-Tage-Würfeldruckfestigkeit** steht, deren Bestimmung in der SIA-Norm 162 genau beschrieben wird (s. Literaturangabe (1)). Es ist die Normfestigkeit, auf die sich die Festigkeitsvorschriften und die zulässigen Spannungen im Bauwerk berufen.

Eine zweite Festigkeitsart ist die aktuelle oder **wirksame Betondruckfestigkeit im Bauwerk.** Sie hat praktische Bedeutung. Mit ihr gelingt der Nachweis, dass ein Gebäude den Belastungen standhält, hingegen kann sie die Frage, ob die anfänglich gegebenen Festigkeitsvorschriften eingehalten worden seien, nicht stichhaltig beantworten.

Die **Bohrkernfestigkeit** ist ein Messwert, aus dem die wirksame Betondruckfestigkeit oder die mutmassliche 28-Tage-Würfeldruckfestigkeit abgeleitet werden können. Im folgenden werden

 einige Angaben gemacht, mit deren Hilfe diese Schätzungen mehr oder weniger genau ausgeführt werden können.

1. Bohrkernfestigkeit – wirksame Betonfestigkeit

Die Ermittlung der zutreffenden wirksamen Betonfestigkeit im Bauwerk kann mit Bohrkernen mit guter Genauigkeit erfolgen, doch sind bei der Umrechnung die folgenden Einflüsse zu beachten:

1.1 Grösse und Form der Bohrkerne

1.1.1 Der Durchmesser des Bohrkernes nimmt einen Einfluss auf das Messresultat, indem mit abnehmendem Zylinderdurchmesser etwas höhere Festigkeiten angezeigt werden. Die Reduktion des Durchmessers von 100 auf 50 mm bewirkt eine Zunahme des Festigkeitswertes um etwa 10%.

1.1.2 Das Verhältnis Höhe zu Durchmesser des Bohrkernes hat einen charakteristischen Einfluss auf die Messergebnisse. Mit abnehmender Zylinderhöhe wächst die relative Festigkeit. Abb. 2 zeigt die Grössenordnung dieser Beziehung.

1.1.3 Aus der Kombination der genannten Formeinflüsse ergeben sich die Relationen für die Umrechnung von Bohrkernfestigkeiten in Würfeldruckfestigkeiten. Bohrkerne mit gleicher Höhe wie Durchmesser zeigen eine um 1 bis 5% höhere Druckfestigkeit als entsprechende Probewürfel. Nach Versuchen der EMPA ergibt ein Bohrkern von ⌀ 50/H 56 mm die gleichen Festigkeitswerte wie ein entsprechender 200-mm-Würfel.

1.1.4 Der Durchmesser der Bohrkerne hat einen starken Einfluss auf die Streuung der Versuchsergebnisse, welche in Laborversuchen in folgender Grössenordnung gefunden wurden:

Tabelle 1

Variationskoeffiziente von Festigkeitswerten von Bohrkernen (aus Literaturangabe (4))

Lage der Bohrung	Bohrkerndurchmesser		
	50 mm	100 mm	150 mm
senkrecht (Platte)	7%	5%	3%
waagrecht (Wand)	10%	8%	6%

1.2 Ort und Lage der Bohrung

1.2.1 Bohrkerne, welche dem oberen Teil einer Betonierung entnommen sind, weisen in der Regel eine kleinere Festigkeit auf. Als

3

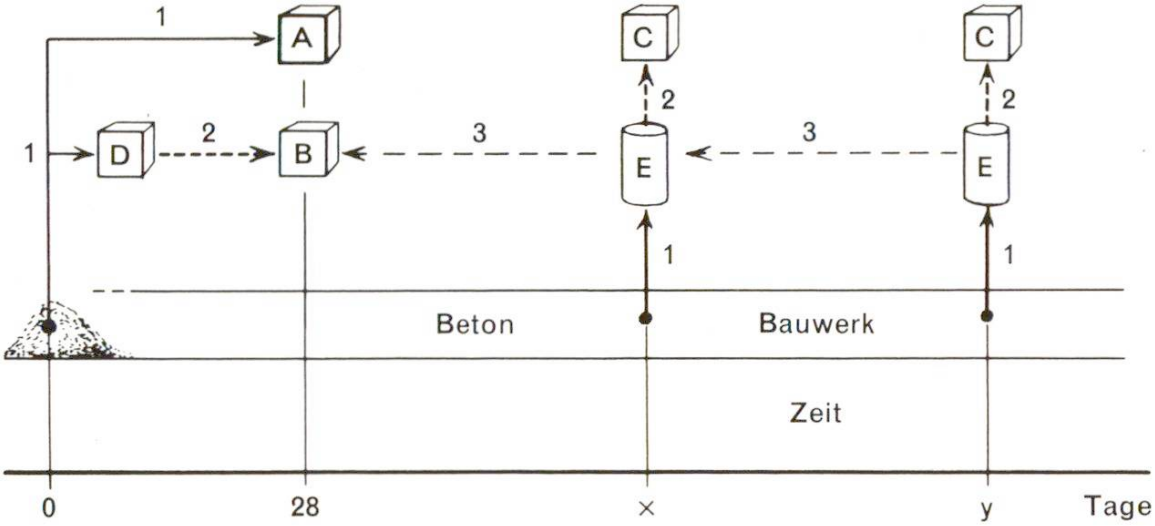

Abb. 1 Schematische Darstellung der Festigkeitsprüfungen an Beton.
A: 28-Tage-Würfeldruckfestigkeit (Normfestigkeit), Grundlage für den Nennwert der Würfeldruckfestigkeit
B: mutmassliche 28-Tage-Würfeldruckfestigkeit, keine Grundlage für den Nennwert
C: Betondruckfestigkeit im Bauwerk, aktuelle, wirksame Betonfestigkeit
D: z. B. 7-Tage-Würfeldruckfestigkeit
E: Bohrkern-Druckfestigkeit
1: definierte Messverfahren
2: Umrechnung, Korrektur
3: ungenaue Schätzung

«oberer Teil» sind der Bereich der letzten Betonierlage oder die obersten 500 mm eines betonierten Bauteils gemeint.

Tabelle 2

Festigkeitsminderung der Bohrkerne aus dem «oberen Teil»
(aus Literaturangabe (4))

Festigkeitsbereich N/mm²	Festigkeitsminderung %
20	5 bis 10
40	15 bis 20
60	25 bis 30

1.2.2 Im Verhältnis zur Würfeldruckfestigkeit spielt es eine Rolle, ob ein Bohrkern in senkrechter oder waagrechter Lage entnommen worden ist. Der senkrecht gebohrte Zylinder ergibt eine Festigkeit von 105 bis 110% im Vergleich zum waagrecht gebohrten = 100%.

1.3 Feuchtigkeitsgehalt des Bohrkernes

Es ist darauf zu achten, dass die Bohrkerne bei der Prüfung ausgetrocknet (lufttrocken) sind. Wenn unter Wasserkühlung gebohrt

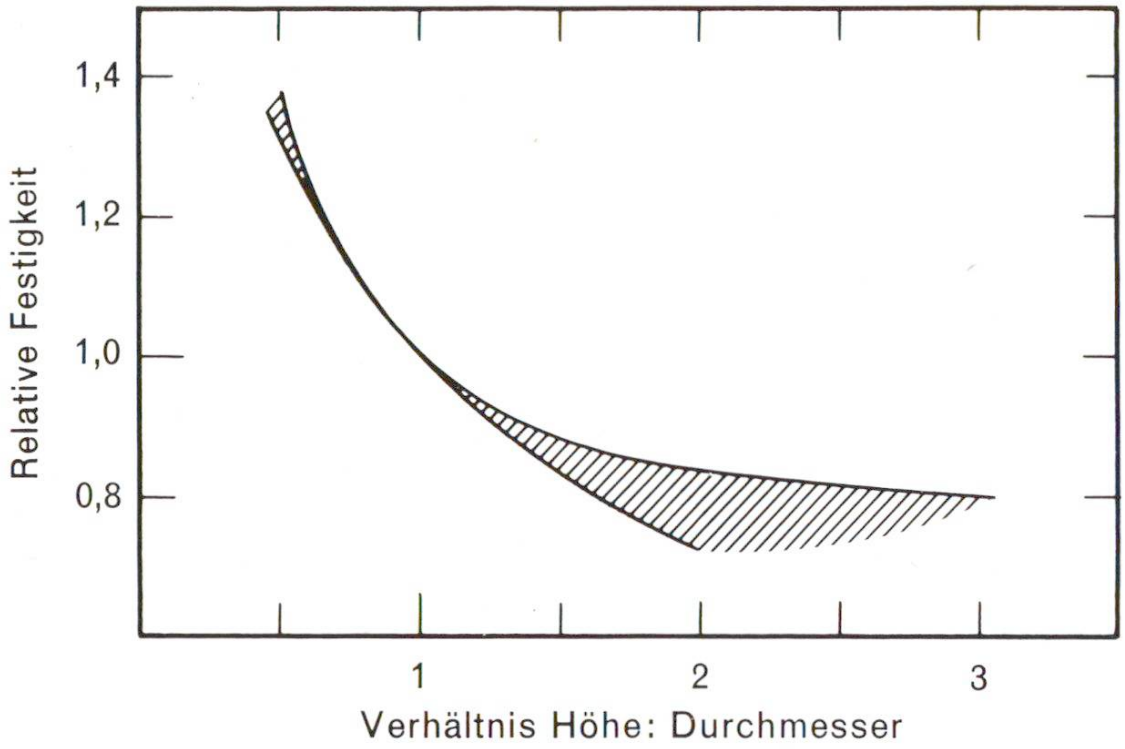

Abb. 2 Abhängigkeit der relativen Festigkeit vom Verhältnis Höhe: Durchmesser bei Bohrkernen (nach Literaturangabe (4))

wird, nehmen die Bohrkerne Feuchtigkeit auf und zeigen in diesem Zustand geprüft bedeutend kleinere Festigkeiten.

2. Bohrkernfestigkeit – 28-Tage-Würfeldruckfestigkeit

Wie eingangs gesagt, ist es nicht möglich, aus Bohrkernfestigkeiten die massgebende 28-Tage-Würfeldruckfestigkeit des betreffenden Betons genau zu bestimmen. Es gibt zu viele unterschiedliche Einflüsse auf die Festigkeitsentwicklung, so dass nur eine Abschätzung möglich ist. Die Anlässe, die mutmassliche 28-Tage-Würfeldruckfestigkeit eines Betons nachträglich zu bestimmen, sind selten. Sie beschränken sich auf Fälle, bei denen die Ursachen von offensichtlichem qualitativem Ungenügen ermittelt werden müssen. Im folgenden werden einzelne unterschiedliche Einflüsse kurz besprochen und Angaben über deren Auswirkungen auf die Prüfergebnisse gemacht.

2.1 Einfluss der Druckfestigkeit

Die Beziehung zwischen Bohrkernfestigkeit bzw. der aktuellen Bauwerksfestigkeit zur 28-Tage-Würfeldruckfestigkeit ist stark vom

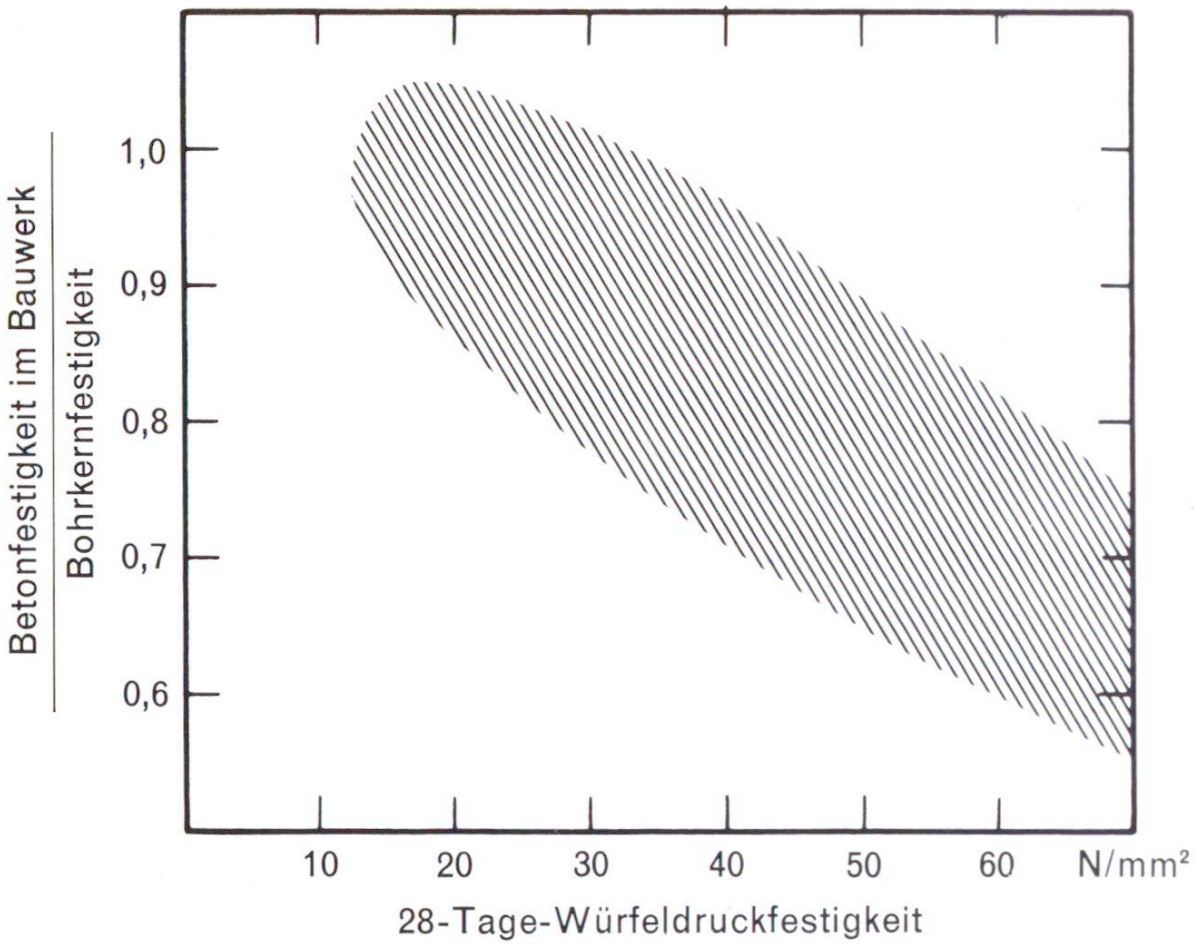

Abb. 3 Das Verhältnis der Betonfestigkeit im Bauwerk zur Bohrkernfestigkeit. Bereich von Versuchsresultaten verschiedener Autoren (aus Literaturangabe (2)).

Festigkeitsniveau an sich abhängig, s. Abb. 3. Die Bauwerksfestigkeit ist kleiner, der Unterschied wächst mit der Festigkeit selber.

2.2 Zeit und Temperatur

2.2.1 Die SIA-Norm 162 enthält Angaben über die Grössenordnung des **Zeiteinflusses** auf die Festigkeit.

Tabelle 3

Relative Würfeldruckfestigkeiten bei verschieden altem Beton (nach Literaturangabe (1))

Alter (Tage)	Beton mit normalem Portlandzement %	Beton mit hochwertigem Portlandzement %
3	—	50
7	80	85
14	90	95
28	100	100
90	110	110
180	115	115
365	120	120

2.2.2 Die **Temperatur** zeigt zwei Arten der Einwirkung auf die Festigkeit. Einmal ist die verzögernde oder beschleunigende Wirkung auf die Festigkeitsentwicklung zu beachten und zum andern der bekannte Effekt, wonach verhältnismässig tiefe Temperaturen des Betons in den ersten Tagen höhere Endfestigkeiten ergeben und umgekehrt.

Der erste Einfluss ist beim vorliegenden Problem nur bei stark erniedrigten Durchschnittstemperaturen und bei Umrechnungen auf kürzere Erhärtungszeiten zu berücksichtigen. Dabei kann die Reifezahlregel angewandt werden (s. «CB» Nr. 20/1973).

Der zweite Temperatureinfluss sollte bei der Beurteilung von Bohrkernfestigkeiten von älterem Beton berücksichtigt werden, und zwar wie folgt:

Tabelle 4

Einfluss der Nachbehandlungstemperatur auf die Betonfestigkeit (nach Literaturangabe (2))

(Normalbedingungen für 28-Tage-Würfeldruckfestigkeit: 100%)

Temperatur	Druckfestigkeit
6 bis 12°	115%
20°	100%
30 bis 35°	85%
65°	75%

2.3 Betonzusammensetzung

2.3.1 Feuchtigkeitsgehalt. Die Lagerung der Betonprobekörper für die 28-Tage-Würfeldruckfestigkeit hat bei 90% relativer Luftfeuchtigkeit zu erfolgen. Eine Austrocknung wird dadurch im Gegensatz zum Baustellenbeton weitgehend unterbunden. Daraus ergibt sich ein Unterschied der ermittelten Resultate wie folgt:

Tabelle 5

Relative Druckfestigkeit des Betons je nach Austrocknungsgrad (aus Literaturangabe (4))

28-Tage-Würfeldruckfestigkeit (bei 90% r.F. gelagert)	Bohrkernfestigkeit, lufttrocken	
	Bauwerksbeton mit anfänglich 5 Tage Feuchthaltung	Bauwerksbeton ohne Feuchthaltung
100%	90%	70%

2.3.2 Unterschiede der **Zusammensetzung** und des inneren Aufbaues zwischen Bauwerksbeton und dem entsprechenden Probekörper für die Normalprüfung entstehen aus mangelnder Verdichtung oder Entmischung beim Betonieren. Im Bauwerk sind sie naturgemäss nicht überall gleich gross, so dass man ihren verfälschenden Einfluss durch zahlreiche, willkürlich verteilte Bohrkernentnahmen mildern kann. Es bleibt aber die Tendenz, dass die Bohrkernfestigkeiten deswegen zu klein ausfallen. Im allgemeinen ist dieser Einfluss bereits in der Aussage von Abb. 3 enthalten.

Der Einfluss einer unvollständigen Verdichtung auf die Bohrkernfestigkeit lässt sich in der Grössenordnung wie folgt angeben:

Tabelle 6

Korrekturfaktoren für Bohrkernfestigkeiten je nach Hohlraumgehalt des Probekörpers (aus Literaturangabe (4))

Übermässiger Hohlraumgehalt Vol.-%	Korrekturfaktor für die Druckfestigkeit
0	1.0
1	1.1
2	1.2
3	1.3
4	1.4
5	1.5

Damit ein solcher Probekörper unter Berücksichtigung dieser Korrektur überhaupt in die Prüfreihe aufgenommen werden kann, müssen die Hohlräume (Makroporen) im Probekörper regelmässig verteilt sein. Den Hohlraumanteil kann man durch Wägungen oder durch Schätzung bestimmen.

3. Schlussbemerkung

Mit den Zahlenangaben der Tabellen und Diagramme sind lediglich Hilfen gegeben, um die an Bohrkernen ermittelten Betonfestigkeiten im Werte der Bauwerksfestigkeit oder Normfestigkeit umwandeln zu können. Die Genauigkeit der Verfahren ist beschränkt, namentlich für die Schätzung der 28-Tage-Würfeldruckfestigkeit. Der unter Literaturangabe (4) genannte Report nennt noch zusätzliche mögliche Einflussgrössen und gibt noch weitere Faustregeln für die Schätzungen.

U. A. Trüb

8 Literaturangaben

(1) **Schweiz. Ingenieur- und Architektenverein,** Technische Norm Nr. 162

(2) **M. Petersons,** RILEM-Matériaux et Constructions, **1968,** 425 (Heft 5)

(3) **J. Henzel, W. Freitag,** «beton» **1969,** 151 (Heft 4)

(4) **The Concrete Society,** London, Concrete core testing for strength, Report No. 11 (1976)

TFB

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