

Über die Beurteilung der Bohrkernfestigkeit

Autor(en): **Trüb, U.A.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Cementbulletin**

Band (Jahr): **46-47 (1978-1979)**

Heft 8

PDF erstellt am: **21.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-153603>

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

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 Beton-druckfestigkeit 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

2 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 Bohrkern

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. Bohrkern mit gleicher Höhe wie Durchmesser zeigen eine um 1 bis 5% höhere Druckfestigkeit als entsprechende Probewürfel. Nach Versuchen der EMPA ergibt ein Bohrkern von \varnothing 50/H 56 mm die gleichen Festigkeitswerte wie ein entsprechender 200-mm-Würfel.

1.1.4 Der Durchmesser der Bohrkern 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 Bohrkern, welche dem oberen Teil einer Betonierung entnommen sind, weisen in der Regel eine kleinere Festigkeit auf. Als

3

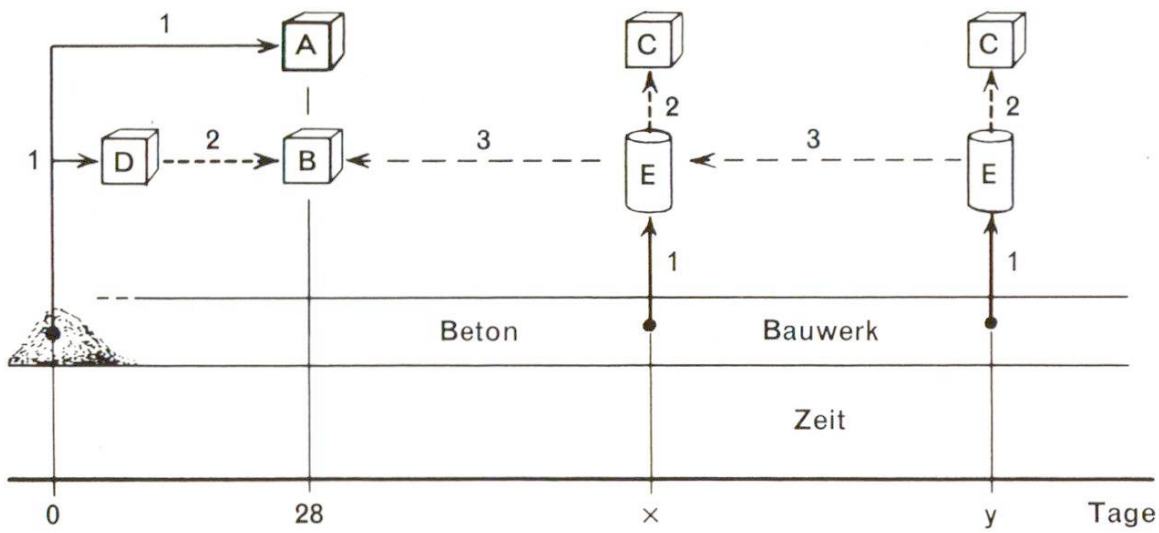


Abb. 1 Schematische Darstellung der Festigkeitsprüfungen an Beton.

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 Bohrkern aus dem «oberen Teil»
(aus Literaturangabe (4))

| Festigkeitsbereich N/mm ² | 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 Bohrkern bei der Prüfung ausgetrocknet (lufttrocken) sind. Wenn unter Wasserkühlung gebohrt

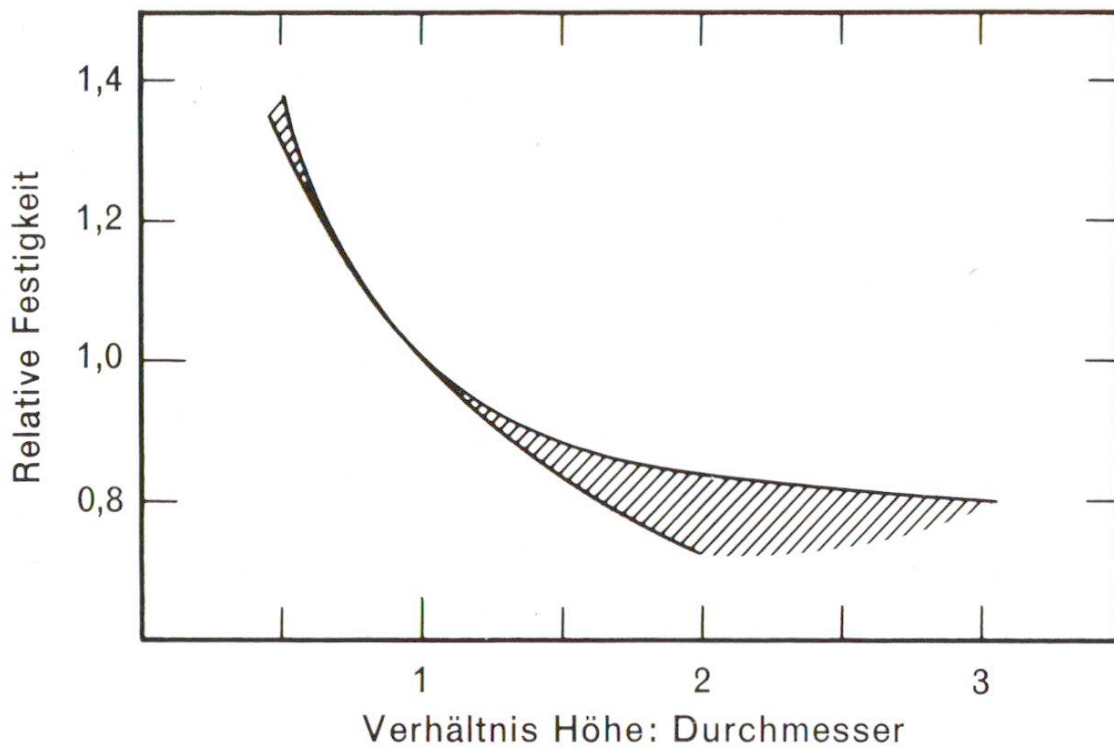


Abb. 2 Abhängigkeit der relativen Festigkeit vom Verhältnis Höhe: Durchmesser bei Bohrkernen (nach Literaturangabe (4))

wird, nehmen die Bohrkernfeuchtigkeiten auf und zeigen in diesem Zustand geprüften 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

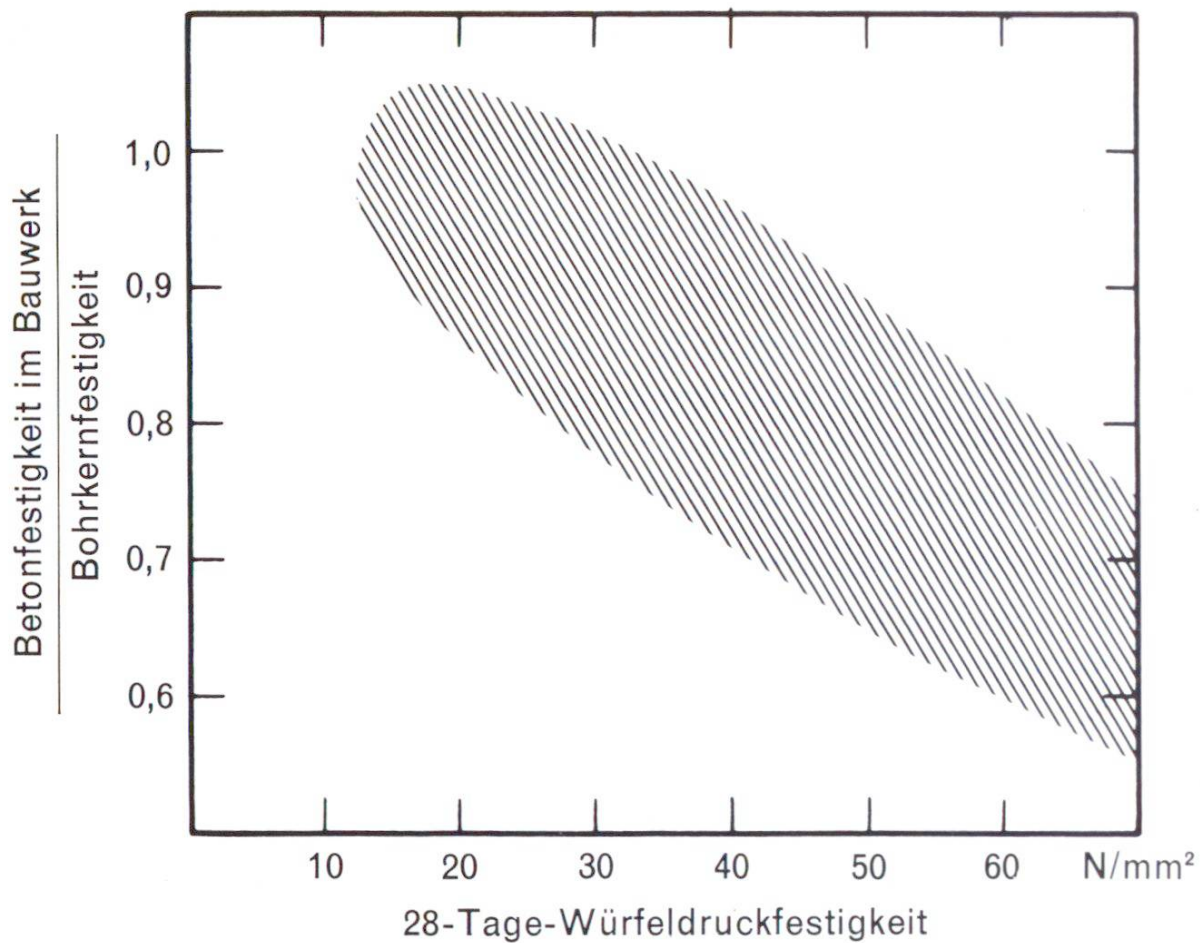


Abb. 3 Das Verhältnis der Betonfestigkeit im Bauwerk zur Bohrkernefestigkeit. Bereich von Versuchsergebnissen verschiedener Autoren (aus Literaturangabe (2)).

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 |

6 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 Erhärungszeiten 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% |

7 **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 in 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)