

Zeitschrift: Cementbulletin
Herausgeber: Technische Forschung und Beratung für Zement und Beton (TFB AG)
Band: 48-49 (1980-1981)
Heft: 10

Artikel: Wasserdichtigkeit von Beton
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-153629>

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: 15.03.2025

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

CEMENTBULLETIN

OKTOBER 1980

JAHRGANG 48

NUMMER 10

Wasserdichtigkeit von Beton

Kapillarporosität als Ursache für Beständigkeit und Dichtigkeit. Grobporosität und ihre Ursachen.

Die Undurchlässigkeit des Betons berührt verschiedene, für die Anwendung des Baustoffes sehr wichtige Punkte. So steht der Grad der Frostbeständigkeit und der Beständigkeit gegen chemische Angriffe in unmittelbarem Zusammenhang mit der Wasserdichtigkeit. Die Voraussetzung der Undurchlässigkeit erhält somit nicht nur im zutreffenden Anwendungsfall Bedeutung, sondern muss auch bei vielen alltäglichen Betonarbeiten Beachtung finden.

Die Dichtigkeit des Betons hängt von zwei prinzipiell verschiedenen Gegebenheiten ab:

- von der Durchlässigkeit der verwendeten Materialien, d. h. von der Porosität des Zementsteins und der Zuschlagstoffe
- von allfälligen Rissen und Klüften im Beton (Grobporosität).

Die erstgenannte Eigenschaft beruht auf der **Kapillarporosität**. Der Feststoff ist von sehr dünnen (0,001 bis 0,0001 mm) Gängen und Hohlräumen durchzogen. Diese sind wichtig für die Beständigkeit des Betons. Demgegenüber ist die **Grobporosität** in erster Linie für die Wasserdichtigkeit des Baukörpers verantwortlich.

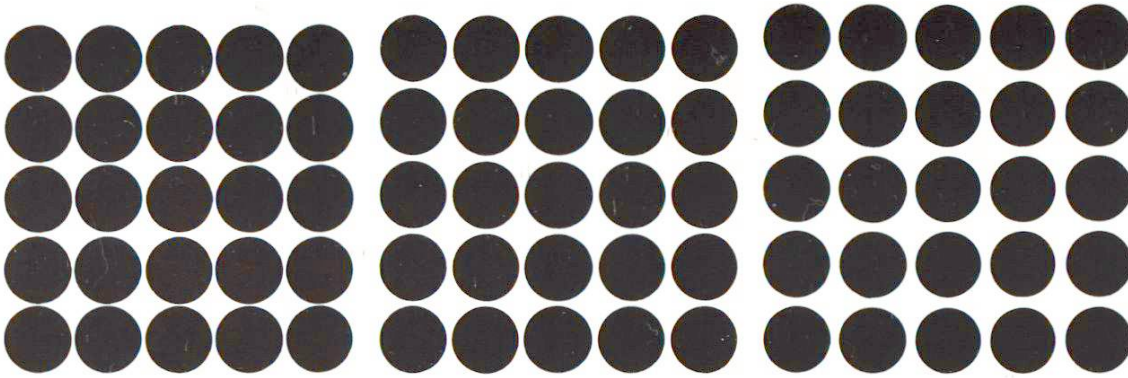


Abb. 1 Die räumliche Verteilung von Zement und Wasser in Zementleim mit Wasserzementwerten von 0,4, 0,5 und 0,6. Die Zementkörner sind schematisch als Kugeln dargestellt. Je höher der Wasserzementwert, desto grösser sind die Zwischenräume und desto grösser wird der Anteil der Kapillarporen im Zementstein.

Betrachten wir zunächst die Eigenschaften des Zementsteins bezüglich der Dichtigkeit. Eine Schicht von frischem Portlandzement ist in hohem Masse durchlässig. Stellt man sich diese 1000fach vergrössert vor, so entsteht das Bild eines Haufens von gebrochenem Steinmaterial, gemischt vom 3-mm-Splitt bis zum 50-mm-Schotter. Da darin die Hohlräume zusammenhängen, findet eine Flüssigkeit immer ihren Durchgang.

Die Erhärtung des Zementes beruht auf einer starken Volumenvergrösserung der Festsubstanz (Abb. 2). Neuentstehende Hydrate* füllen den wasserhaltigen Zwischenraum zunehmend aus, und die Bereiche der einzelnen Zementkörner wachsen zusammen. Das Bild des losen und durchlässigen Kornhaufens wird verändert. Der Vorgang kann zu einem Punkt führen, bei dem die verbleibenden Hohlräume nicht mehr zusammenhängend sind, sondern einzeln in sich abgeschlossen werden. Dieser Zustand ist für die Wasserdichtigkeit des Zementsteins naturgemäss von grosser Bedeutung. Er besteht bei einem Kapillarporenanteil von weniger als 35 Vol.-% bzw. bei einem Wasserzementwert von weniger als etwa 0,7 (Abb. 1).

Die Kapillarporen im Zementstein haben zwei Ursachen. Einmal sind sie die Folge einer Reduktion des Gesamtvolumens bei der Hydratation (Abb. 2), und zum andern entstehen sie durch überschüssiges Anmachwasser, das bei der Hydratation nicht gebunden wird (Abb. 1).

* Die chemische Reaktion bei der Erhärtung von Portlandzement ist eine Wasseranlagerung. Sie wird «Hydratation» genannt, und die entstehenden neuen Verbindungen sind «Hydrate».

3

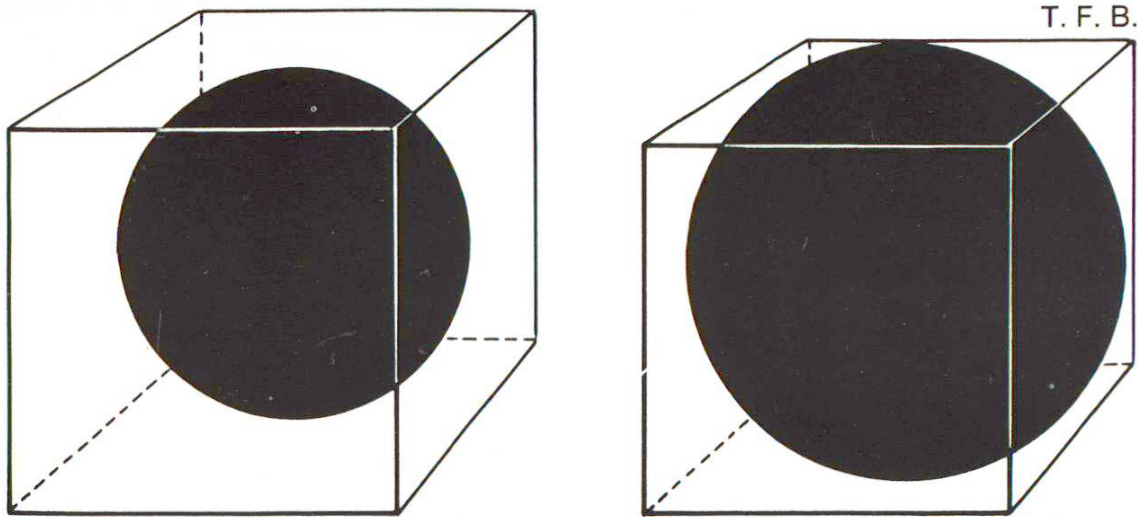


Abb. 2 Räumliche Verhältnisse von Wasser-Zement-Gemischen vor und nach der Hydratation. Die Kugeln stellen den Festraum des Zementes bzw. der Hydrate dar, der durchsichtige Teil der Würfel ist das zugegebene Wasser bei Wasser: Zement = 1 : 2, Wasserzementwert = 0,5. Bei der Hydratation verdoppelt sich der Raumanteil der Feststoffe, während sich das Gesamtvolumen um etwa 7,5 % verkleinert (s. auch «CB» 77/16).

Die erste Art der Kapillarporen führt zu einem konstanten Anteil von etwa 7,5 Vol.-%, während die zweite Entstehungsweise unmittelbar vom Wassergehalt abhängig ist (Abb. 3).

Die Bildung der Kapillarporen zeigt auch, dass der Porengehalt bzw. die Durchlässigkeit des Zementsteins bei noch unvollständiger Hydratation grösser ist. Die Verhältnisse werden in Abb. 3 dargestellt.

Der Durchlässigkeitskoeffizient K für Wasser durch einen guten Beton (Wasserzementwert $< 0,6$) beträgt etwa $0,0001 \text{ cm/Std.}$. Dies will heissen, dass bei einem Druck von 1 cm Wassersäule pro Stunde eine Wasserschicht von $1/10\,000 \text{ cm}$ Dicke eine 1 cm starke Betonschicht durchquert. Das ist eine sehr gute Dichtigkeit, die in einem Normalfall kaum je eine sichtbar nasse Wandseite aufkommen lässt. Bei Erhöhung des Wasserzementwertes auf über $0,7$ wächst die Durchlässigkeit rasch um einige Zehnerpotenzen. Die Formel für die Berechnung:

$$W = K \cdot F \frac{p}{d} \cdot t$$

W = Wasserdurchsatz	d = Schichtdicke
F = Fläche	t = Zeit
p = Druck	K = Durchlässigkeitskoeffizient

Die Gefahr eines undichten Betons kommt somit in der Regel von der Grobporosität, die von schlechter Kornabstufung, Entmischung, mangelhafter Verdichtung, aber auch durch Risse, Verunreinigungen und schlecht ausgebildeten Arbeitsfugen herbeigeführt wird. Das gleiche gilt grundsätzlich auch für die Gasdichtigkeit.

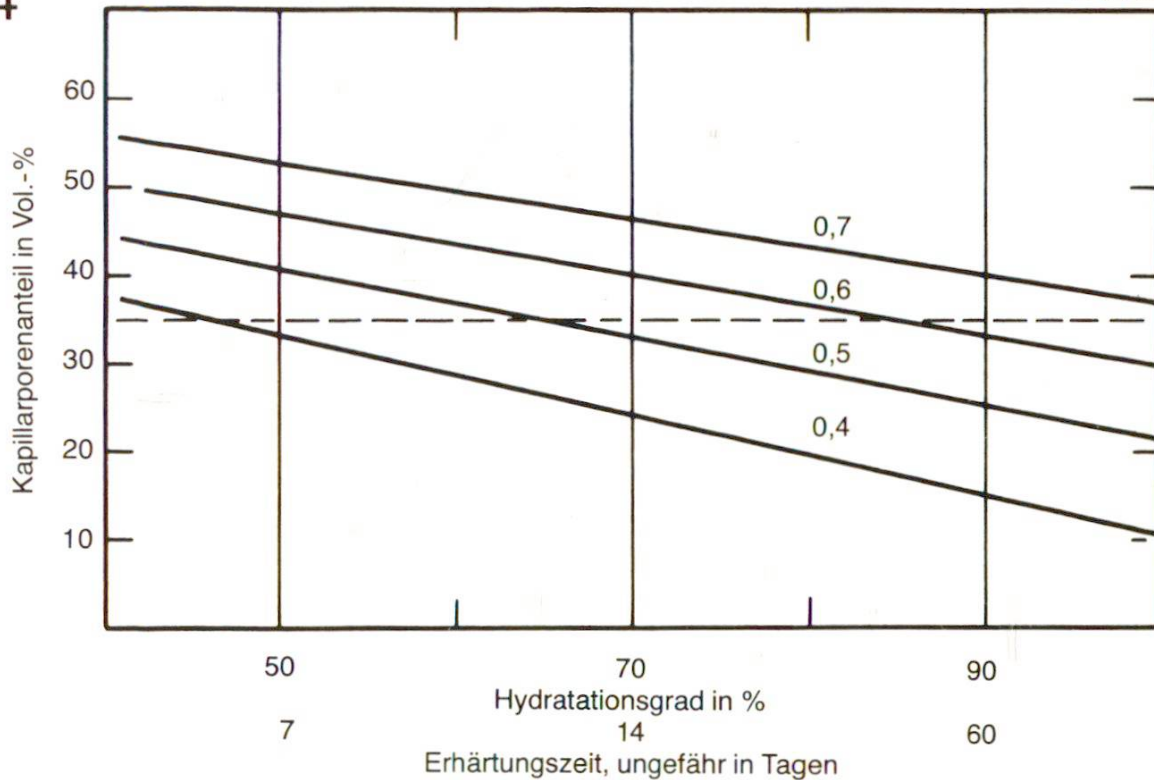


Abb. 3 Kapillarporenanteil im Zementstein je nach Hydratationsgrad und Wasserzementwert. Berechnung. Die gestrichelte Linie zeigt den Übergang zum durchgehend verbundenen Kapillarporensystem. Wasserzementwert 0,4, 0,5, 0,6 und 0,7.

Wenn es gilt, einen dichten und beständigen Beton herzustellen, sollte ein Wasserzementwert von kleiner als 0,6 eingehalten werden. Besonders wichtig ist aber die Vermeidung von Grobporosität, deren Ursachen, wie die Beispiele zeigen, vielfältig sind. Tr.

Literatur:

J. Bonzel, «beton» 16, 379 (1966)

G. Wischers, «beton» 25, 279 (1975)