

Zeitschrift: Cementbulletin
Herausgeber: Technische Forschung und Beratung für Zement und Beton (TFB AG)
Band: 28-29 (1960-1961)
Heft: 1

Artikel: Wasserdichter Beton
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-153379>

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: 11.05.2025

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

CEMENTBULLETIN

JANUAR 1960

JAHRGANG 28

NUMMER 1

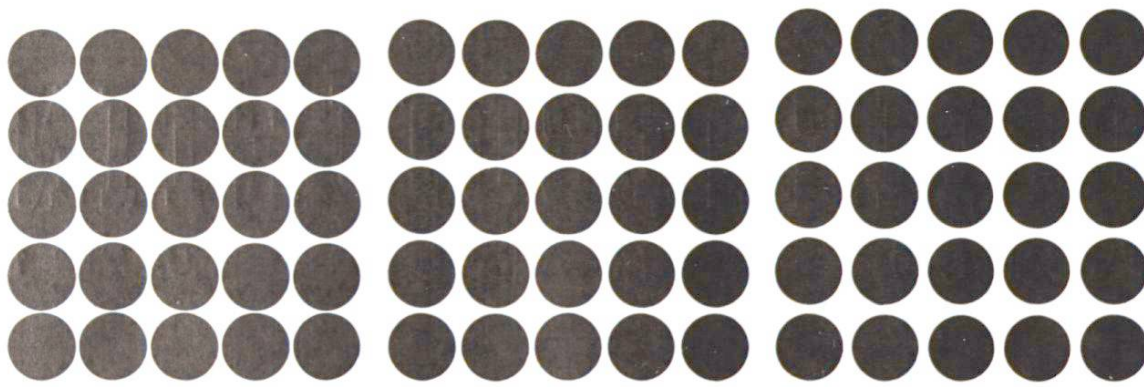
Wasserdichter Beton

Offene und geschlossene Kapillarporosität des Cementleims. Dichtigkeit von Zuschlagsmaterial und Beton. Bedingungen für praktisch wasserdichten Beton. Durchlässigkeitskoeffizient.

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 Bedingungen der Undurchlässigkeit erhalten somit nicht nur in speziellen Anwendungsfällen Bedeutung, sondern sie müssen auch für viele alltägliche Betonarbeiten uneingeschränkte Beachtung finden.

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

- a) von der Durchlässigkeit der verwendeten Materialien (Kapillarporosität des Cementleims und der Zuschlagstoffe),
- b) von eventuellen Rissen und Klüften im Beton (Grob-Porosität).



T.F.B.

Abb. 1 Räumliche Verteilung von Bindemittel und Wasser in frischem Cementbrei. Die Cementteilchen sind als Kugeln dargestellt. Wasser-Cement-Verhältnis: 0,4, 0,5 und 0,6.

Die Kapillarporosität ist in der Praxis besonders hinsichtlich der Beständigkeit des Betons wichtig, die Grob-Porosität hinsichtlich seiner Wasserdurchlässigkeit.

Betrachten wir zunächst die Eigenschaften des Cementleims bezüglich der Dichtigkeit. Eine Schicht von frischem Portlandcement ist selbstverständlich in hohem Masse durchlässig. Stellen wir uns diese stark vergrößert vor, so entsteht etwa das Bild eines Haufens von gebrochenem Steinmaterial, gemischt vom 3-mm-Splitt bis zum 50-mm-Brechschofter. Da darin die Hohlräume überall zusammenhängend sind, findet eine Flüssigkeit darin immer ihren Durchgang.

Im frischen Cementleim sind die Hohlräume mit Wasser gefüllt. Ein bestimmter Teil dieses Wassers wird bei der Hydratation der Cementbestandteile gebunden, der restliche Teil bleibt frei. Aus diesem Grund wird die Porosität des erhärteten Cementleims einmal um so grösser sein, je grösser der Anteil des überschüssigen, freibleibenden Wassers ist (Abb. 1).

Durch die Wasseraufnahme (Hydratation, Erhärtung) erfährt der Bindemittelkörper eine Volumenvergrößerung. Der Rauminhalt eines hydratisierten Cementkorns beträgt ungefähr das doppelte des ursprünglichen (Abb. 2). Die bestehenden Hohlräume werden mehr und mehr mit fester Substanz ausgefüllt und die Teilchen wachsen zusammen. Es kann somit angenommen werden, dass von einem bestimmten Stadium dieses Vorganges an, u. U. in der Masse keine zusammenhängenden Hohlräume mehr bestehen. Daraus geht hervor, dass die Porosität (Hohlraumgehalt) des Cementleims im weiteren vom Grad der Hydratation (Volumenvergrößerung der Festsubstanz) abhängt und dass es im Hinblick auf die Dichtigkeit wesentlich ist, ob die restlichen Hohlräume dabei zusammenhängend bleiben oder in viele einzelne geschlossene Kammern aufgeteilt werden.

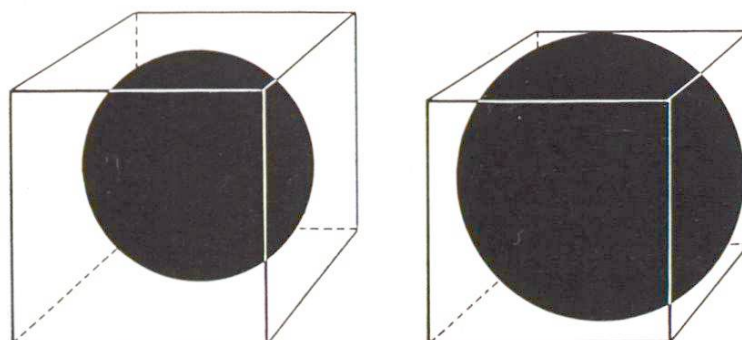
- 3 Das Erreichen der erwünschten geschlossenen Kapillarporosität in der Cementmasse kann mit dem Fortschritt der Hydratation zeitlich festgelegt werden. Unter Berücksichtigung des vorgegebenen Hohlraumes, d. h. der Wasserdosierung, ergeben sich hierüber die folgenden Anhaltspunkte:

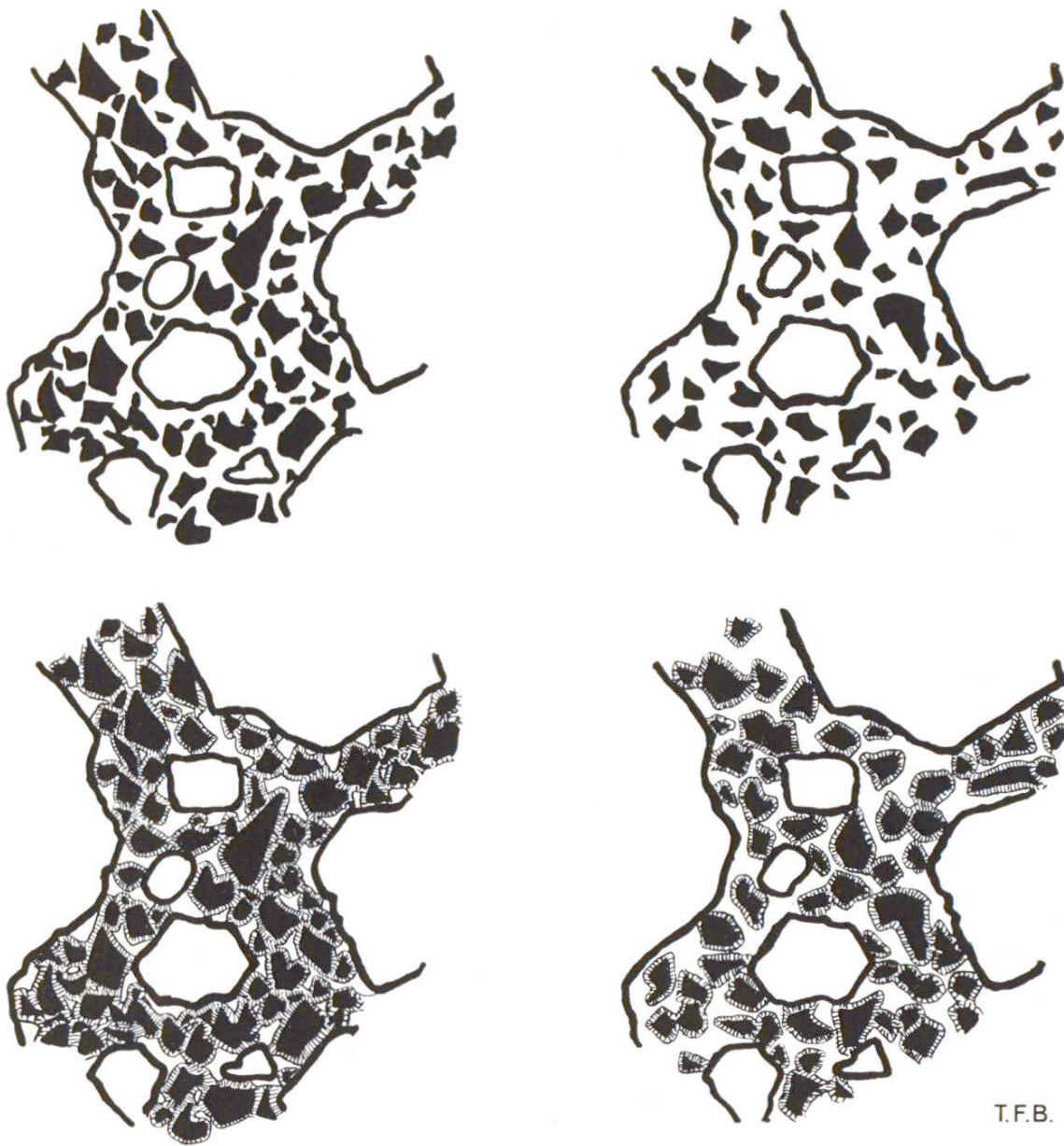
Wasser-Cement-Verhältnis (entsprechend dem potentiellen Hohlraumgehalt)	Zeit des Überganges von der offenen zur geschlossenen Kapillarporosität des Cementleims *	Ungefäher Hydratationsgrad 0/0
0,4	3 Tage	50
0,45	7 Tage	60
0,5	14 Tage	70
0,6	6 Monate	93
0,7	1 Jahr	100
über 0,7	geschlossene Porosität wird niemals erreicht.	

* normaler PC, normale Erhärtingsbedingungen unter Feuchthaltung.

Die **praktische Wasserdichtigkeit**, ausgedrückt durch den Durchlässigkeitskoeffizienten, liegt bei erhärtetem Cementleim mit geschlossener Kapillarporosität in derselben Grössenordnung wie bei vorzüglichem Zuschlagsgestein. Für **Beton**, der Kombination dieser Grundstoffe, ist sie naturgemäss weniger gut. Hier bestehen neue Möglichkeiten der Bildung von feinen Hohlräumen. Innere Schwindrisse, mangelhafte Umhüllung, poröse Zuschlagsbestandteile, Arbeitsfugen etc. setzen die Wasserdichtigkeit des Betons im Vergleich zu derjenigen der Grundstoffe unwillkürlich herunter.

Abb. 2 Räumliche Verhältnisse in Cementleim vor und nach der Hydratation. Kugeln = Cementteilchen. Links: unhydratisiert, rechts: hydratisiert. Würfel = zugehöriges Wasser bei einem Wasser-Cement-Verhältnis von 0.5.





T.F.B.

Abb. 3 Bildung von Kapillarporen im Cementleim eines Betons. Oben: frisch angemacht, unten: hydratisiert (erhärtet). Links: Wasser-Cement-Verhältnis ca. 0.5 — durch die Volumenvergrößerung sind die Kapillarporen in sich abgeschlossen worden. Rechts: bei einem Wasser-Cement-Verhältnis von über 0.7 wird trotz derselben Volumenvergrößerung der Festsubstanz keine geschlossene Porosität mehr erreicht.

Zur **Grob-Porosität** des Betons gehören durchgehende Schwind- und Setzungsrisse sowie Kiesnester und auch Lufteinschlüsse. Solche Erscheinungen können die Wasserdurchlässigkeit mit einem Schlage um das tausend- und mehrfache erhöhen.

Um **in der Baupraxis** einen wasserdichten und beständigen Beton zu erhalten, wären, entsprechend den geschilderten Gegebenheiten, die folgenden Punkte zu beachten:

1. Durch konstruktive Massnahmen ist die Entstehung von durchgehenden Schwindrissen (infolge von behindertem Schwinden) und von Setzungsrisse zu vermeiden.

- 5 2. Die Betonmischung muss insbesondere hinsichtlich der folgenden Eigenschaften sorgfältig erwogen werden: Kornabstufung, Konsistenz, Verarbeitbarkeit, Entmischungstendenz.
3. Das Wasser-Cement-Verhältnis soll möglichst niedrig sein. Für den praktischen Fall soll es 0,55 nicht überschreiten, auch nicht an der frischen Betonoberfläche infolge Wasserabscheidung.
4. Beim Einbringen ist jede Entmischung zu vermeiden. Es ist ein Beton mit maximalem Raumgewicht anzustreben.
5. Durch Vermeidung des vorzeitigen Austrocknens wird die vollständige Hydratation des Cementes ermöglicht und die Tendenz zur Bildung von äusseren und inneren Schwindrissen vermindert. Während den oben angegebenen Zeitspannen bis zum Auftreten der geschlossenen Kapillarporosität sollte die Feuchthaltung des jungen Betons gewährleistet bleiben.

Im folgenden noch einige Hinweise auf die Wasserdichtigkeit des Baustellenbetons. Der **Durchlässigkeitskoeffizient** von Beton mit sehr guter Wasserdichtigkeit beträgt ca. 0,0001 cm/Std. Dies will heissen, dass bei einem Druck von 1 cm Wassersäule pro Stunde eine Wasserschicht von $\frac{1}{10\,000}$ cm Dicke eine 1 cm starke Betonschicht durchquert. Das sind in 1000 Stunden 1 Liter Wasser pro m² Oberfläche. Erhöht sich die Dicke der Betonschicht auf z. B. 20 cm, so geht der Wasserdurchsatz auf $\frac{1}{20}$ dieses Wertes zurück. Erhöht sich der Wasserdruck auf z. B. 100 cm Wassersäule, so steigert sich der Wasserdurchsatz auf das 100fache.

$$\text{Wasserdurchsatz} = K \cdot \text{Fläche} \cdot \frac{\text{Wasserdruck}}{\text{Betondicke}} \cdot \text{Stunden}$$

$$\text{cm}^3 = \frac{\text{cm}}{\text{Std.}} \cdot \text{cm}^2 \cdot \frac{\text{cm}}{\text{cm}} \cdot \text{Std.}$$

K = Durchlässigkeitskoeffizient für Wasser
(Formel von Darcy)

Der Wasserdurchsatz bei gutem Beton ist demnach ausserordentlich klein. Schon eine dünne Betonhaut genügt theoretisch für eine dichte Überdachung. Steigert sich der Wasserdruck, so muss die Betondicke wie bei den Staumauern entsprechend erhöht werden. Bei einer Grundwasserabdämmung vermittelt einer 50 cm starken Betonwanne müsste bei einem Wasserdruck von 5 m

6 bereits mit einem stündlichen Wasserdurchsatz von 10 cm^3 pro m^2 gerechnet werden. Deshalb und insbesondere auch, weil bei diesen Bauten die Gefahr von durchgehenden Setzungsrissen besteht, wird hier zumeist eine elastische Dichtungshaut eingebaut (s. CB 11/1956).

Ein weiterer Gesichtspunkt zur Frage der Wasserdichtigkeit von Beton ist die Selbstheilung von Rissen, welche im CB 9/1958 behandelt wurde.

Literaturangaben:

- T. C. Powers und Mitarbeiter**, Permeability of Portland Cement Paste, J. Am. Concr. Inst. **Proc.** **51**, 285 (1954)
- T. C. Powers**, The Physical Structure and Engineering Properties of Concrete, PCA-Research Dep. Bulletin 90 (Chicago, July 1958)
- T. C. Powers und Mitarbeiter**, Capillary Continuity or Discontinuity in Cement Pastes, J. PCA- Research and Development Lab. **1**, 38 (May 1959)
- H. Kremser**, Herstellung von wasserdichtem Bauwerksbeton, «beton» Herstellung, Verwendung, **8**, 78 (1958)
- K. Lufsky**, Abdichtungstechnische Fragen beim Bau von Wasserkraftsanlagen, «beton» Herstellung, Verwendung, **9**, 69 (1959)