

Luftporenbeton

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

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Cementbulletin**

Band (Jahr): **34-35 (1966-1967)**

Heft 6

PDF erstellt am: **21.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-153456>

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

JUNI 1966

JAHRGANG 34

NUMMER 6

Luftporenbeton

Beschreibung des Luftporenbetons. Seine Vorteile und Anwendungsgebiete. Einflüsse auf die Qualität des Luftporenbetons. Einige Massregeln.

Luftporenbeton ist kein leichter «Schaumbeton», der Isolationszwecken dient. Seinem Aussehen nach lässt er sich nicht von einem normalen Konstruktionsbeton unterscheiden. Untersucht man hingegen die Struktur des Luftporenbetons mit dem Mikroskop, so stellt man fest, dass er zahlreiche kugelförmige Lufteinschlüsse enthält. Diese feinen Luftblasen haben einen Durchmesser von 0,01 bis 0,1 mm und nehmen etwa 4% des Betonvolumens ein. Ihr durchschnittlicher Abstand beträgt 0,07 bis 0,1 mm. Der Luftporenbeton hat in der Betontechnik einige Bedeutung erlangt, da er sich als sehr beständig gegen die Einwirkung von Frostwechseln und Tausalz-Bestreuung sowie auch gegen gewisse chemische Einflüsse erwiesen hat.

Die erhöhte Beständigkeit des Luftporenbetons beruht auf einem einfachen physikalischen Prinzip. Im CB Nr. 14/1963 haben wir den Aufbau des Zementsteins beschrieben und dabei festgehalten, dass dieser von sogenannten Kapillarporen durchsetzt ist, welche einen Durchmesser von 0,0001 bis 0,001 mm haben und infolge des

2 überschüssigen, für die Hydratation des Zementes nicht benötigten Wassers entstanden. Je höher also die Wasserzugabe oder der Wasserzementwert, desto mehr Kapillarporen entstehen, und desto undichter wird der Beton.

Die Kapillarporen können, dank ihrer Feinheit, von aussen selbständig Wasser aufsaugen und damit der Frostschädigung oder der chemischen Aggression Vorschub leisten. Im einen Falle zeigt das aufgenommene Wasser beim Gefrieren eine Sprengwirkung, im anderen wird dem chemischen Angriff eine erheblich grössere, in die Tiefe gehende Fläche dargeboten.

Durch Einlagerung der, in ihrem Durchmesser rund 10mal grösseren, runden Luftporen in das Kapillarporensystem werden dessen saugfähige Kanäle unterbrochen. Die Kapillare kann nur bis zu ihrer Einmündung in einen grösseren Hohlraum Wasser ansaugen. Ferner wirken die eingeführten kleinen Lufträume auch als Ausweichstellen für Kapillarporenwasser, das, im Begriffe zu gefrieren, unter Druck gesetzt wird.

Luftporenbeton wird durch entsprechend wirksame Zusätze erzeugt. Beim Mischen des Betons wird Luft mit eingeschlossen und sehr fein verteilt. Es kommt aber darauf an, dass die Luftporen in der richtigen Menge (s. Tabelle 1) und in der richtigen Grösse entstehen ($\frac{2}{3}$ der Poren zwischen 0,02 und 0,06 mm). Zu wenig eingeschlossene Luft setzt die angestrebte Wirkung herab, und zuviel Luft beeinträchtigt die Betonfestigkeit. Zu grosse Poren haben einen für die Wirkung zu grossen Abstand voneinander, und sie entweichen überdies gerne beim Verdichten, während zu kleine Luftporen den kapillaren Saugeffekt nicht mehr unterbrechen können.

Angesichts dieser recht eng gefassten Bedingungen muss man annehmen, dass die Voraussetzungen für die richtige Entstehung der Luftporen nicht ohne weiteres gegeben sind. Tatsächlich erweist sich die Herstellung von Luftporenbeton als eine wenn nicht schwierige, so doch sehr anspruchsvolle Aufgabe. Zwar lässt sich bei Verwendung eines guten LP-Zusatzes* unter normalen Verhältnissen auf Anhieb eine korrekte Luftporenverteilung erzielen, jedoch die Herstellung bedarf der ständigen Aufsicht durch die Bauführung und gegebenenfalls der quantitativen Messung des Luftporengehaltes im Frischbeton.

* Gute LP-Zusätze sind auch dadurch gekennzeichnet, dass ihnen eine ausführliche Gebrauchsanweisung beigegeben wird, dass sie sich einfach und genau dosieren lassen und dass die Lieferfirma über einen ausgebauten technischen Beratungsdienst verfügt.

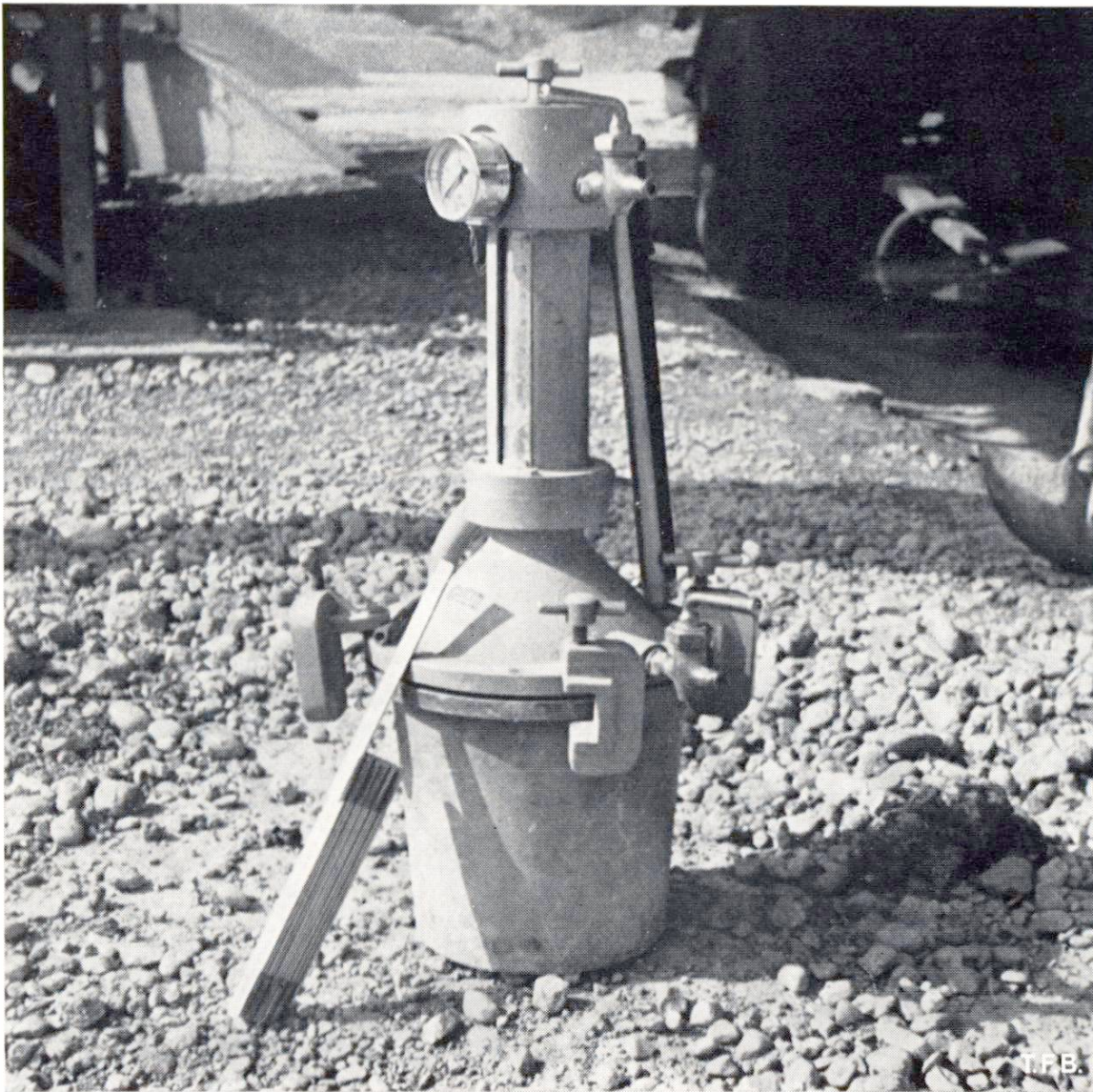


Abb. 1 Gerät zur Messung des Luftporengehaltes im Frischbeton. In das Druckgefäß wird ein bestimmtes Volumen Beton eingefüllt und mit Wasser überdeckt. Wenn nun mittels einer Handluftpumpe der Inhalt unter Druck gesetzt wird, verkleinert sich das Volumen des Betons je nach Luftgehalt mehr oder weniger.

- 4 Unter «normalen Verhältnissen» wird hier ein Normalbeton verstanden,
- mit Zementdosierung 250–300 kg/m³ (normale PC),
 - mit Wasserzementwert 0,45–0,50,
 - mit steifplastischer Konsistenz,
 - mit Grösstkorn 30 mm, Rundkorn,
 - mit Feinstoffgehalt (0/0,1 mm, inkl. Zement) 350–450 kg/m³,
 - aus einem Freifallmischer, Mischdauer 1 ½–2 Min.,
 - bei Frischbetontemperatur 15–20 °C.

Wenn sich eine oder mehrere dieser Voraussetzungen ändern, ist die richtige Luftporenbildung nicht mehr gewährleistet, es sei denn, dass die Gebrauchsanweisung solche Abweichungen berücksichtigt. In der Regel verlangen alle Sonderfälle eine Überprüfung der richtigen Dosierung des LP-Zusatzes auf Grund von Messungen des Luftporengehaltes (Abb. 1).

Die Einflüsse der Abweichungen vom «Normalbeton» auf die Luftporenbildung können kurz wie folgt angegeben werden:

Zementdosierung: Je höher die Zementdosierung, desto weniger Luft wird eingeführt, und desto kleiner werden die Luftporen. Dies gilt, obwohl die Dosierung des LP-Zusatzes im Verhältnis zur Zementzugabe erfolgt. Der Einfluss auf die praktische Wirkung ist aber gering, weil mit steigender Zementzugabe der Wasserzementwert abnimmt und damit schon grundsätzlich eine bessere Beständigkeit des Betons erreicht wird.

Wasserzementwert/Konsistenz: Je höher der Wasserzementwert, desto dünnflüssiger wird der Zementleim, und desto mehr Luft wird eingeführt. Mit zunehmender Dünnflüssigkeit wird die Stabilität des Porensystems beeinträchtigt, indem sich Poren vermehrt zusammenschliessen und entweichen.

Zuschlagstoff: Gesteinsart, Kornform und Kornabstufung im groben Bereich sind in unserem Land ziemlich konstant, und es ist anzunehmen, dass die hier verwendeten LP-Zusätze diesen Umständen bestens angepasst sind.

Veränderungen des Grösstkornes wirken über die dadurch angezeigten Änderungen der Zementdosierung bzw. des Wasserzementwertes.

Der Sand nimmt einen verhältnismässig starken Einfluss. Zunehmender Sandgehalt bedeutet zunehmenden Luftporengehalt und zunehmenden Luftporendurchmesser. Steigt der Sandanteil des Zuschlages z.B. von 40% auf 50%, so kann dies eine Steige-

5 Tabelle 1

Richtwerte für den günstigen Luftporengehalt in Mörtel und Beton mit verschiedenen Maximalkorn-Durchmessern (nach Hess).

Grösstkorn mm	Luftgehalt Vol.-%
Zementbrei	15 -18
3	9 -12
7	7 - 9
15	5,3- 6,5
30	4,0- 5,0
40	3,8- 4,6
60	3,3- 4,0
100	2,8- 3,5
150	2,5- 3,3

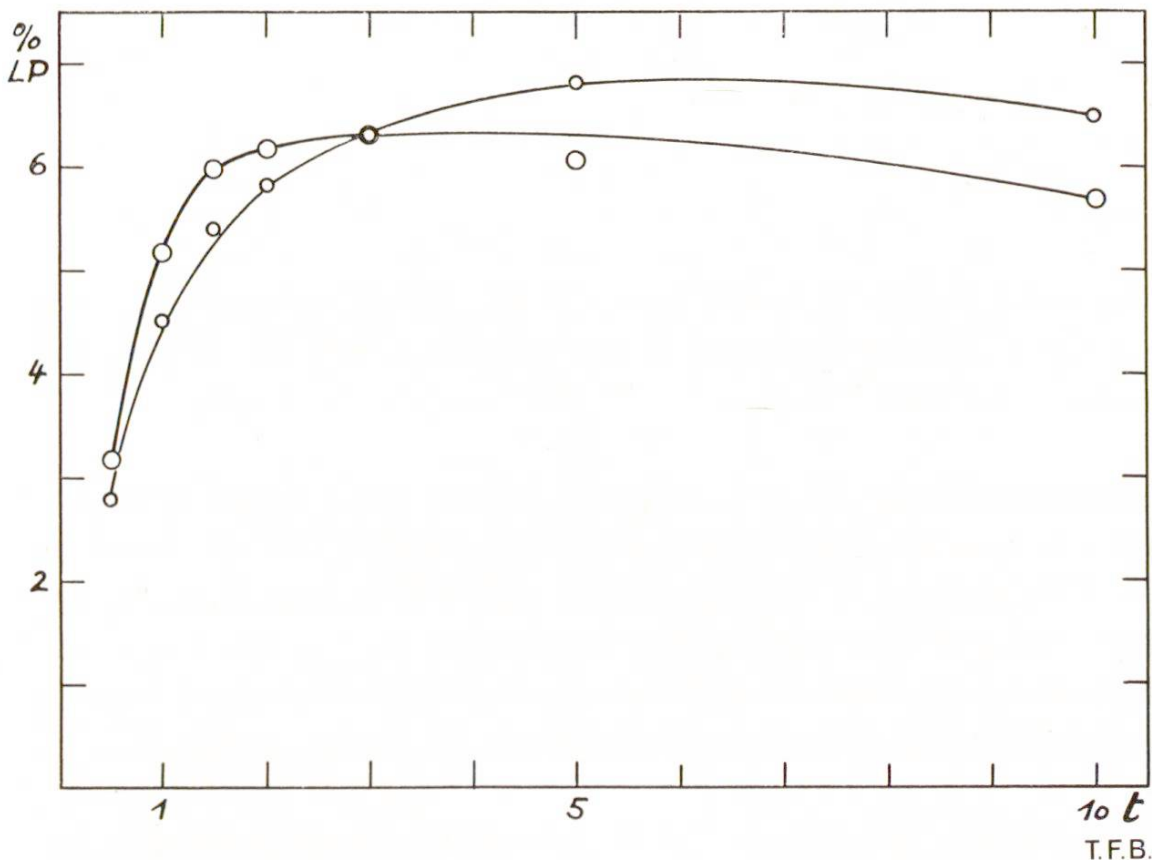


Abb. 2 Einfluss der Mischzeit auf die Luftporenmenge. Vergleich zweier LP-Zusätze verschiedener Wirksamkeit bei gleicher Dosierung (Freifallmischer). LP-% = Luftporengehalt in Vol.-%, t = Mischzeit in Minuten (nach Hess).

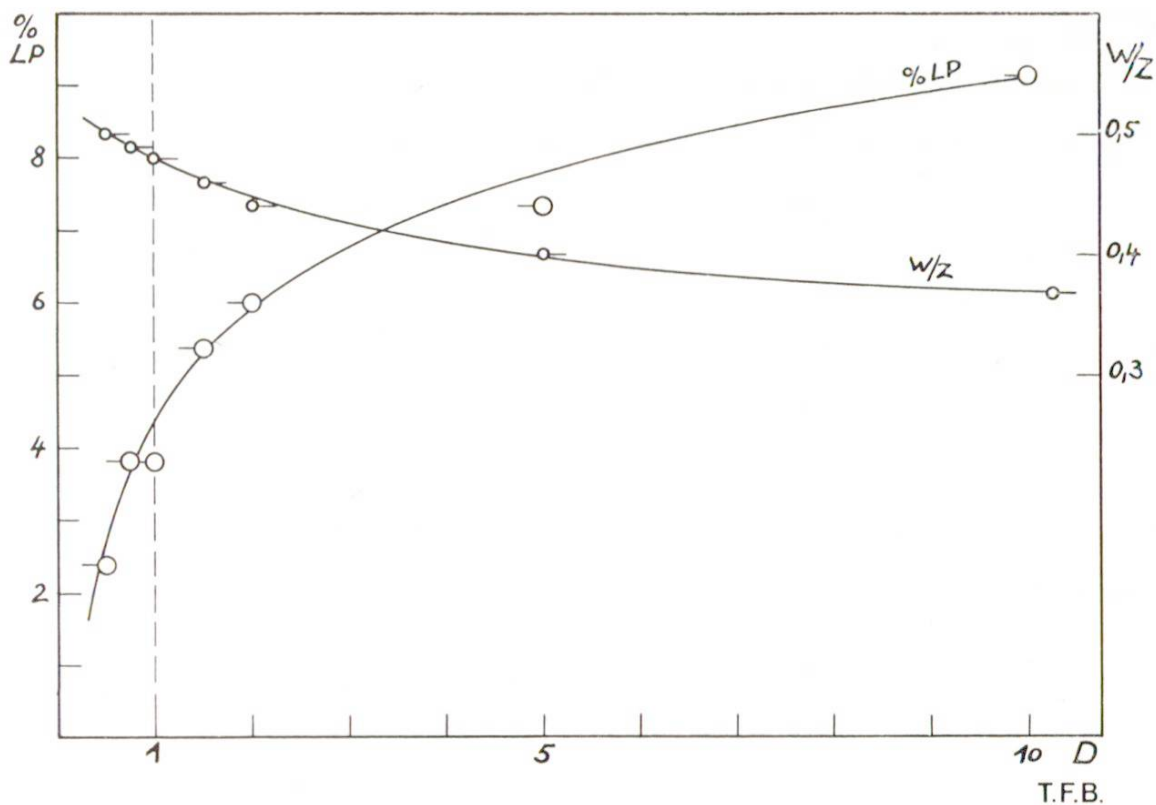


Abb. 3 Einfluss der Dosierung eines LP-Zusatzes auf den Luftporengehalt und den Wasserzementwert bei gleichbleibender Konsistenz. LP-% = Luftporengehalt in Vol.-%, W/Z = Wasserzementwert, D = Dosierung des LP-Zusatzes (1 = vorgeschriebene Dosierung, 10 = zehnfache Dosierung) (nach Hess).

rung des Luftporengehaltes von z.B. 4% auf 6% verursachen. Für eine gute Luftporenbildung sorgt insbesondere der Kornanteil zwischen 0,2 und 1 mm.

Betonmischung: Zwangsmischer werden in der Regel mit einer kürzeren Mischzeit betrieben und erzeugen deshalb im Vergleich zum Freifallmischer weniger Luftporen. Über den Einfluss der Mischzeit orientiert Abb. 2. Sie zeigt, dass bei 1½ bis 2 Min. bereits der Optimalwert erreicht werden kann. Bei kleinem Füllungsgrad der Mischmaschine werden weniger Luftporen erzeugt.

Temperatur: Mit steigender Frischbetontemperatur nimmt der Luftporengehalt zu. In der Größenordnung kann eine Temperaturänderung von 10 °C eine Steigerung des Luftporengehaltes von z.B. 4% auf 5,5% bewirken bzw. eine Senkung von 4% auf 2,5%.

7 Dosierung des LP-Zusatzes

Die Dosierung des LP-Zusatzes ist ausschlaggebend für den sich einstellenden Luftporengehalt. Die oben geschilderten Einflüsse werden durch abgewogene Änderungen der Dosierung ausgeglichen. Die Gebrauchsanweisungen für LP-Zusätze müssen unmissverständlich abgefasst sein. Die Mittel sind in einer geeigneten Konzentration (Verdünnungsgrad) abzugeben, damit sie richtig und genau abgemessen werden können. Im Hinblick auf mögliche Dosierungsfehler ist es nicht dasselbe, ob man für eine Mischung jeweils z. B. 1, 7, 17 oder 170 ccm abmessen muss. In Abb. 3 wird an einem Beispiel gezeigt, wie stark sich Zumessungsfehler auf den Luftporengehalt auswirken können.

Einfluss auf die Betonfestigkeit

Die Einführung von Luftporen hat naturgemäss eine grundsätzliche Beeinträchtigung der Betonfestigkeit zur Folge. Vergleicht man Betonmischungen, die mit und ohne LP-Zusatz unter sonst gleichen Bedingungen hergestellt worden sind, so stellt man beim Luftporenbeton eine um 5–10% geringere Druckfestigkeit fest. Dem steht aber ein entgegengesetzter Einfluss des Wasserzementwertes gegenüber. Die Einführung von Luftporen machen den Beton geschmeidiger und besser verarbeitbar, so dass für den Luftporenbeton vergleichsweise weniger Anmachwasser zugegeben werden muss. Der damit sich einstellende kleinere Wasserzementwert ergibt einen Festigkeitsgewinn, der den grundsätzlichen Festigkeitsverlust aufzuheben oder gar zu übertreffen vermag.

Zusammenfassung

Da der Luftporenbeton verhältnismässig leicht zu Fehlschlägen führen kann und sich seine spezifischen Eigenschaften auf der Baustelle nicht auf einfache Weise überwachen lassen, seien im folgenden noch einige bei der Anwendung zu beachtende Grundsätze aufgeführt:

1. Luftporenbeton ist nur dort angezeigt, wo man auf eine erhöhte Frost- und Tausalzbeständigkeit angewiesen ist oder wo unter wechselnder Benetzung chemische Angriffe zu erwarten sind.
2. Man verwende nur bewährte LP-Zusätze, denen eine ausführliche Gebrauchsanweisung beigegeben wird und die sich leicht und genau dosieren lassen.
3. Zu jeder empfohlenen Dosierung des LP-Zusatzes gehört die vollständige Beschreibung der zutreffenden Betonzusammensetzung und Betonherstellung. Die Gebrauchsanweisung sollte

- 8 auch Hinweise auf Sonderfälle enthalten, die Kontrollmessung des Luftporengehaltes als angezeigt erscheinen lassen.
4. Der Lieferant des LP-Zusatzes sollte in der Lage sein, für notwendige Kontrollmessungen auf der Baustelle die Apparatur und erfahrenes Personal zur Verfügung zu stellen.
 5. Arbeitet man mit einer festgelegten und erprobten LP-Zusatz-Dosierung, so ist darauf zu achten, dass die Grundbedingungen der Betonherstellung gleich bleiben. Dies betrifft besonders: Zementdosierung, Wasserzugabe, Sandgehalt, Sand-Granulometrie, Temperatur und Mischzeit. Tr.

Literatur:

R. E. Hess, Künstliche Luftporen im Beton. Gazetten-Verlag, Zürich 1961.

(Dieses Buch enthält eine umfangreiche Liste der technischen Publikationen über Luftporenbeton.)