Zeitschrift: Cementbulletin
Herausgeber: Technische Forschung und Beratung für Zement und Beton (TFB AG)
Band: 60-61 (1992-1993)
Heft: 17

Artikel: Flüssigkeitsdichter Beton
Autor: Hermann, Kurt
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-153780

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: 05.08.2025

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

CEMENTBULLETIN

MAI 1993 61. JAHRGANG NUMMER 17

Flüssigkeitsdichter Beton

Dichtigkeit von Beton gegenüber von Wasser, flüssigen organischen Stoffen sowie wässerigen und nichtwässerigen Lösungen organischer Stoffe.

Wenn von dichtem Beton gesprochen wird, handelt es sich meist um wasserdichten Beton. Weit weniger Aufmerksamkeit hat bisher die Dichtigkeit von unbeschichtetem Beton gegenüber organischen Flüssigkeiten wie Benzin, Diesel-, Heiz- und Maschinenölen erhalten. Dies, obschon Beton gerade bei Industrie-, Garagen- und Tankstellenböden sowie generell in Anlagen zum Schutz der Umwelt vor diesen Stoffen eine wichtige Rolle spielen kann. Diese Unkenntnis, gepaart mit Vorurteilen und der Verallgemeinerung einzelner Schadensfälle haben zur weitverbreiteten Ansicht geführt, dass Beton ohne zusätzliche Beschichtung in diesem Bereich nicht eingesetzt werden könne. Wir werden im folgenden zeigen, das dies nur bedingt zutrifft.

Wasserdichter Beton

Selbst bei sogenanntem «wasserdichtem Beton» findet ein Wassertransport durch den Beton statt: Wasserdichter Beton ist nicht absolut wasserdicht [1]. Verantwortlich dafür sind Poren, die im Beton immer vorhanden sind. Der Transport durch diese Poren ist aber bei wasserdichtem Beton so gering, dass das durchtretende Wasser an der Oberfläche verdampfen kann, bevor es als freies Wasser sichtbar wird.

Bei der Herstellung von Beton wird immer mehr Wasser eingesetzt als für die vollständige Hydratation des Zements benötigt wird. Selbst bei dichtester Lagerung der mikrokristallinen Hydratationsprodukte des Zements werden die Reaktionsräume nicht vollständig ausge-

füllt. Es bilden sich Gelporen, deren Radien 1 bis 10 nm (10^{-6} bis 10^{-5} mm) betragen. Unter atmosphärischen Bedingungen sind Gelporen immer mehr oder weniger stark mit Wasser (Gelwasser) gefüllt. Dieses Wasser kann nur schwer verschoben, aber bei höheren Temperaturen verdampft werden.
Das im Überschuss vorhandene Wasser befindet sich in den Kapillarporen. Diese weisen wesentlich grössere Radien (10 bis 10^4 nm bzw. 10^{-5} bis 10^{-2} mm) als Gelporen auf. Das in ihnen enthaltene Wasser kann entweichen; Kapillarporen sind meistens durchlässig für Flüssigkeiten und Gase. Bei der Herstellung von wasser- bzw. flüssigkeitsdichtem Beton gilt es deshalb, den Wasserzementwert (W/Z-Wert, Verhältnis zwischen eingesetzer Wasser- und Zementmenge) möglichst niedrig zu halten, gleichzeitig aber eine gute Verarbeitbarkeit zu gewährleisten. Einen positiven Einfluss haben Zuschläge mit gut abgestufter Sieblinie sowie ein grosser Mehlkorngehalt. Zusatzstoffe wie Flugasche oder Microsilica tragen viel zum Unterbinden der Bildung von Kanälen (Entstehung durch Bluten) und Kapillarporen bei. Wichtig sind auch eine sorgfältige Verdichtung und eine ausreichende Nachbehandlung des Betons. Wenn diese Massnahmen beachtet werden, ist ein Beton mit einem W/Z-Wert unter 0,45 praktisch wasserdicht.

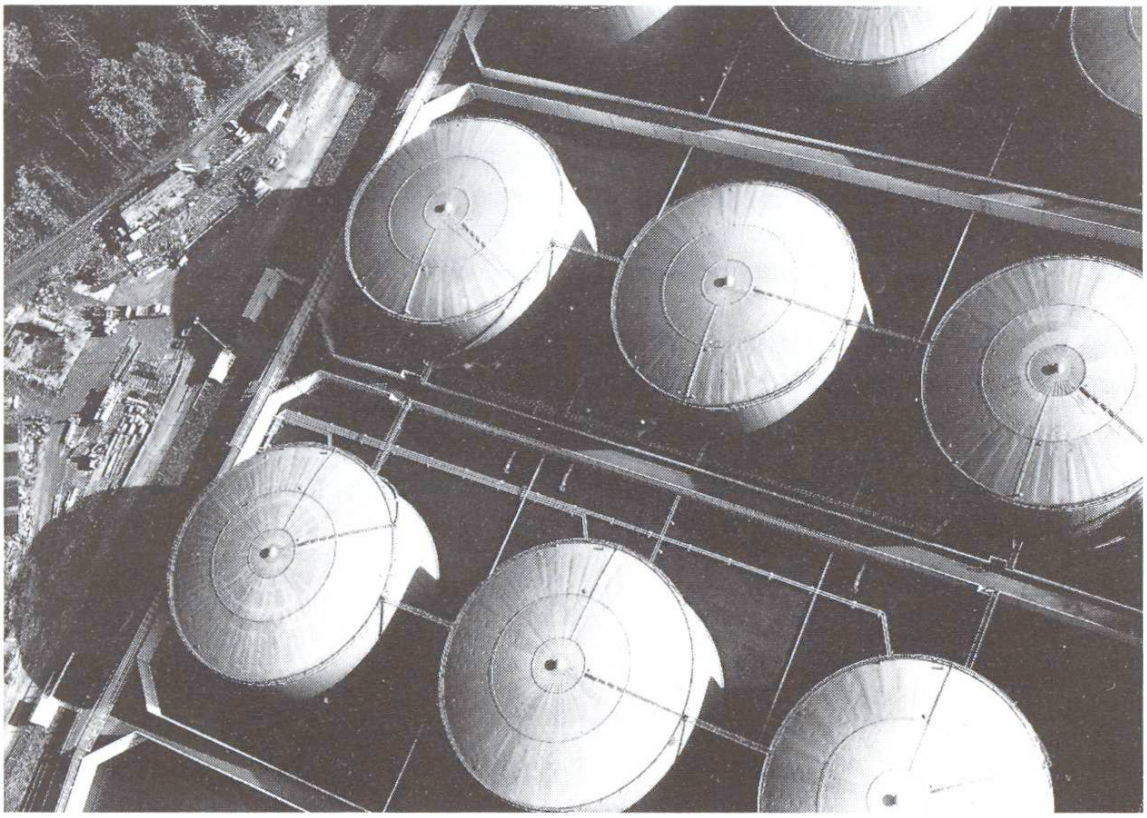
Flüssigkeitstransport durch Beton

Organische Flüssigkeiten wie aliphatische Kohlenwasserstoffe (Hexan, Pentan), aromatische Kohlenwasserstoffe (Benzol, Toluol), chlorierte Kohlenwasserstoffe (Methylenchlorid, Chloroform, Trichlorethan), einfache Alkohole (Methanol, Ethanol) und Ketone (Aceton, Ethylmethylketon), aber auch säurefreie Treibstoffe greifen Beton chemisch nicht an [2]. Ihr Transport durch Betons kann durch

- Stoffaufnahme der Kapillarporen,
- Fliessvorgänge aufgrund von Druckunterschieden (Sickerströmungen) sowie
- Diffusion aufgrund örtlicher Konzentrationsunterschiede

erfolgen. Sickerströmungen erfordern durchgehende grössere Kapillarporen, während Diffusionsvorgänge auch bei an sich (wasser)-dichten Querschnitten mit nur sehr wenigen Poren nicht vernachlässigt werden können [3].
Untersuchungen über die Dichtigkeit von Beton gegenüber organischen Lösungsmitteln und anderen Verbindungen sind relativ selten. Häufig sind die Versuche wenig aussagekräftig, da beispielsweise Betone mit unrealistisch hohen W/Z-Werten [4] oder beschichtete Betone eingesetzt wurden. Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die oben genannten niedrigviskosen Stoffe besser in den Beton eindringen als Wasser. Einige Beispiele: Unter identi-

3



Betonbauteile übernehmen in Tanklagern zahlreiche Aufgaben zum Schutz des Bodens vor schädlichen organischen Substanzen. (Foto: Esso)

schen Bedingungen betrug das Verhältnis der Eindringtiefen bei Methylenchlorid und Wasser 2:1 [3]. In wasserundurchlässigen Beton drangen Heizöl M und S nicht ein, wohl aber weniger viskoses Dieselöl. Für Ölbehälter aus Beton wurde folgende Zusammensetzung vorgeschlagen: W/Z-Wert $< 0{,}50$, Grösstkorn des Zuschlags 15 mm, Mehlkorngehalt etwa 450 kg/m^3, sorgfältige Nachbehandlung [5].

Beim Betrachten der Flüssigkeitsdichtigkeit von Beton muss berücksichtigt werden, dass gewisse reine oder in Wasser gelöste organische Stoffe Beton angreifen. Ihre zerstörende Wirkung hängt jedoch stark von der Zusammensetzung des Betons ab. Beispiele für betonangreifende organische Verbindungen sind Ameisen- und Essigsäure, Phenole, Milchsäure, Olivenöle und Zucker [2]. Nicht immer muss sich dies negativ auswirken: Oxal- und Weinsäure reagieren mit Beton zu schwerlöslichen Calciumsalzen, die eine Schutzschicht bilden [6]. Die in pflanzlichen und tierischen Ölen enthaltenen Ester greifen Beton zwar an, indem sie mit Calciumhydroxid reagieren, ihre Wirkung auf wasserdichten Beton kann aber vernachlässigt werden [7].

Untersucht wurde auch der Einfluss von niedrigviskosen Ölen auf die Druckfestigkeit von Betonen mit hohen W/Z-Werten. Dabei wurden Festigkeitserniedrigungen um 20 % gemessen, die aber nach dem Verdunsten der Öle weitgehend verschwanden, selbst bei moto-

 renölhaltigem Beton. Daraus wurde geschlossen, dass der Festigkeitsabfall reversibel sei [4].

Unbeschichteter Beton

In den meisten Fällen ist ein wasserdichter Beton auch gegenüber organischen Lösungsmitteln genügend dicht und beständig. Von den zuständigen Behörden wird dessenungeachtet oft eine zusätzliche Abdichtung des Betons verlangt. Dass es auch anders geht, hat ein deutscher Chemiekonzern gezeigt, der Auffangwannen für umweltgefährdende Stoffe aus Beton baut [8]. Dabei werden die folgenden Vorgaben gemacht:

- $\leq$ 330 kg/m^3 Hochofenzement (hohe Widerstandsfähigkeit gegenüber chemischen Angriffen)
- Wasserzementwert $\leq$ 0,50
- fugenlose Flächen bis 1000 m^2
- gerade Kanten, keine einspringenden Ecken
- Beschränkung der Rissbreiten
- Betonieren in einem Arbeitsgang
- gut verdichten und vakumieren
- gut nachbehandeln.

In den Niederlanden betrachtet man einen 20 bis 25 cm dicken Beton B 35/25 mit einen Wasserzementwert von $\leq$ 0,45 als flüssigkeitsdicht. Für Böden bei Tankstellen wird wegen der möglicherweise auftretenden grossen Belastungen ein Beton B 45/35 empfohlen [9].

In der Schweiz ist die Verwendung von Beton für den Bau von Lagerbehältern für Flüssigkeiten und dazugehörige Schutzbauten in den Technischen Tankvorschriften (TTV) geregelt [10]. Als Lagerbehälter aus Stahlbeton und Spannbeton sind zylindrische Tanks mit flachem Boden und prismatische Tanks für Flüssigkeiten mit einem Flammpunkt oberhalb 55 °C und nichtbrennbare Flüssigkeiten zugelassen. Verlangt wird wasserdichter Beton, der mittels Vorversuchen auf seine Eignung zu prüfen ist [11], sowie eine Auskleidung.
Schutzbauten wie Auffangwannen oder separate Rückhalteräume für Grosstanks müssen auf einem tragfähigen Untergrund stehen, standfest, frostsicher und für sich allein oder im Zusammenwirken mit einem geeigneten Material (Auskleidung) dicht sein. Die Bemessung von Schutzbauten ohne Abdichtung ist so zu wählen, dass das Bauwerk bis zur Beseitigung allfälliger Lagerverluste flüssigkeitsdicht ist. Bei nicht vorgespannten Konstruktionen ist die Rissbildung durch geeignete beidseitige Bewehrung zu verhindern. Fugen von Auffangwannen müssen abgedichtet sein. Die Dichtigkeitsprüfung von Auffangwannen ohne Auskleidung besteht in einer Bodenprüfung mit Wasser.

Bodenplatten aus Beton haben sich im Tankstellenbereich bewährt. (Foto: Betonstrassen AG)

Spezielle Abdichtungsmassnahmen

Das Misstrauen gegenüber der Leistungsfähigkeit von flüssigkeitsdichtem Beton hat dazu geführt, dass oft spezielle Abdichtungen der Betonoberfläche verlangt werden. Hier bieten sich das Imprägnieren, Versiegeln oder Beschichten mit Kunststoffen an.

Bei der Kunststoffimprägnierung werden niedrigviskose Monomere auf den erhärteten und trockenen Beton gegeben (Eindringtiefe 12 bis 50 mm). Durch eine Temperaturerhöhung wird die Polymerisation eingeleitet. Die Poren füllen sich mit Harz; sie werden abgedichtet. Die Flüssigkeitsaufnahme wird stark erniedrigt, während der Widerstand gegen chemischen Angriff, Frost und Tausalz sowie mechanische Belastung zunimmt [12].

Kunstharzbodenbeläge dienen nicht nur als Flüssigkeitssperren, sie sind auch mechanisch belastbar. Sie sind mit Füllstoffen (meist Quarzsand) gefüllt und werden in der Schweiz in drei Kategorien eingeteilt:

- Fliessbeläge mit 20 bis 35 % Bindemittelanteil
- Mörtelbeläge (Spachtelbeläge) mit etwa 15 % Bindemittelanteil
- Fliessmörtelbeläge (Abstreubeläge), bei denen der Quarzsand im Überschuss eingestreut wird; nicht gebundene Teile werden entfernt, sobald der Belag begehbar ist.

Wenn keine mechanische Beanspruchung zu erwarten ist, erfüllen Kunstharzbodenbeläge die Auflagen von Gewässerschutzämtern,

sofern das Gesamtsystem rissüberbrückend und gegenüber den zu erwartenden Chemikalien beständig ist [13].
In Deutschland müssen Konstruktionen, die chlorierte Kohlenwasserstoffe zurückhalten sollen, mit einer Beschichtung versehen werden. Diese hat einen mehrschichtigen Aufbau. Beispielsweise werden nacheinander eine gegen den Beton abdichtende Versiegelungsschicht, eine rissüberbrückende Verformungsschicht, eine medienresistente Sperrschicht sowie eine medienresistente Verschleissschicht aufgetragen [12].
In einer Fabrikhalle mit 2100 m^2 Grundfläche, in der chlorierte Kohlenwasserstoffe verarbeitet werden, wurde ein absolut flüssigkeits- und diffusionsdichter Boden benötigt. Erreicht wurde dies durch eine unbeschichtete, dehnfugenlose Betonbodenplatte, in die 3 mm dicke verschweisste Stahlbleche eingelegt wurde. Als obere Betonlage diente ein mindestens 20 cm dicker Stahlbeton (W/Z-Wert $<$ 0,50, maximal 330 kg/m^3 Portlandzement, Verzögerer und Fliessmittel) [14].
Eine interessante Alternative zu Beschichtungen von Beton ist die Selbstabdichtung der Kapillarporen in Anwesenheit von organischen Lösungsmitteln [3]. Zwei Verfahren finden Anwendung. Beim ersten wurde dem Beton ein Kunststoffgranulat mit 200 μm (0,2 mm) Durchmesser beigefügt, das sich in vielen Lösungsmitteln löst. Die entstehende hochviskose Lösung füllt die Kapillarporen des Betons aus und behindert das weitere Eindringen von Flüssigkeit. Das zweite Verfahren besteht darin, dem Beton bei der Herstellung eine wässerige Dispersion von Kunststoffmolekülen beizufügen, die bei Kontakt mit einem organischen Lösungsmittel die Kapillarporen durch Quellen verstopfen oder doch stark verengen. Durch den Einsatz eines kunststoffmodifizierten Betons konnte das Eindringverhältnis von Wasser und Methylenchlorid von 1:2 in 2:1 geändert werden. Die eingedrungene Methylenchloridmenge (Lösungsmittelsäule 140 cm) verringerte sich von etwa 42 auf etwa 5 ml/72 Std$\times$50 cm^2. Auch Risse mit Weiten bis 0,1 mm wurden gut abgedichtet, wenn sie nicht durch den ganzen Querschnitt reichten [3].

Risse und Fugen

Risse sind in der Stahl- und Spannbetonbauweise nicht zu verhindern [15]. Bodenplatten sollten deshalb nur dann bewehrt werden, wenn die auftretenden Biegezugspannungen vom Beton nicht mehr mit ausreichender Sicherheit aufgenommen werden können. Durch die Anwendung von rissüberbrückenden Belägen (siehe oben) können sie gegen Flüssigkeitsverluste abgesichert werden.
Schutzbauten bei Lagern und für den Umgang mit wassergefährdenden Stoffen lassen sich nicht immer fugenlos herstellen (Arbeits-,

Sorgfältige Verarbeitung und Nachbehandlung – auch bei flüssigkeitsdichtem Beton zwei wichtige Bausteine zum Erfolg. (Foto: TFB)

Bewegungs- und Anschlussfugen). Die für die Fugenabdichtungen eingesetzten Materialien sind sorgfältig auszuwählen, damit sie gegebenenfalls der Belastung durch organische Stoffen widerstehen. Bei Abdichtungen von beschichteten Auffangwannen ist zudem auf Verträglichkeit zwischen der Beschichtung und dem Dichtstoff zu achten [16].

Kurt Hermann

Literatur

[1] *Trüb, U.*, «Die Wasserdurchlässigkeit von Zementstein», Cementbulletin **51** [22] (1983).

[2] «A Guide to the use of waterproofing, dampproofing, protective, and decorative barrier systems for concrete», ACI Manual of Concrete Praxis, Part 1, pages 515.1R-1 to 515.1R-44.

[3] *Grube, H.*, und *Spanka, G.*, «Dichtigkeit von Beton gegenüber organischen Substanzen», Beton **40** [4], 148–151 und [5], 200–203 (1990).

[4] *Manns, W.*, und *Hartmann, E.*, «Zum Einfluss von Mineralölen auf die Festigkeit von Beton, Deutscher Ausschuss für Stahlbeton **289**, 33–67 (1977).

[5] *Fehlhaber, T.*, und *Reinhardt, H.-W.*, «Betonbau beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen, Teilbericht 2: Transport organischer und anorganischer Flüssigkeiten und Gase in Beton» Deutscher Ausschuss für Stahlbeton **416**, 21–46 (1991).

[6] DIN 4030 Teil 1, «Beurteilung betonangreifender Wässer, Böden und Gase», Juni 1991.

[7] *Rechenberg, W.*, und *Siebel, E.*, «Chemischer Angriff auf Beton» Schriftenreihe der Zementindustrie **53** (1992).

[8] *Bläsing, P.*, «Beton im Gewässerschutz der chemischen Industrie», Beton-Information **30** [5/6], 64–66 (1990).

[9] *Faase, R. W. M.,* «Vloeistofdicht beton: (n)iets nieuws onder de zon?» Betonwegen-nieuws **90**, 4–7 (1991).
[10] «Verordnung über die Anlagen für das Lagern und Umschlagen wassergefährdender Flüssigkeiten (Technische Tankvorschriften, TTV)» vom 21. Juni 1990.
[11] Norm SIA 162, Ziffer 5 13 2 sowie Norm SIA 162/1, Ziffer 3 05, Ausgabe 1989.
[12] *Reinhardt, H.-W.,* «Beton zum Schutz der Umwelt beim Umgang mit gefährdenden Stoffen», Beton-Informationen **30** [5/6], 59–63 (1990).
[13] *Schellenberg, C.,* «Kunstharzbodenbeläge», SIA-Dokumentation D 032, 95–108 (1988).
[14] *Wagner, B.,* «Gewässerschutz mit Betonwanne», Beton **40** [9], 369–371 (1990).
[15] *Schiessl, P.,* und *Reuter, C.,* «Betonbau beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen, Teilbericht 3: Durchlässigkeit von gerissenem Beton gegenüber Flüssigkeiten und Gasen», Deutscher Ausschuss für Stahlbeton **416**, 47–111 (1991).
[16] *Dietrich, M.,* «Fugenabdichtungen in Schutzbauten für wassergefährdende Stoffe», Bautenschutz VBK **1991** [4], 28–33.

Redaktion
Dr. Kurt Hermann
TFB, Lindenstrasse 10
5103 Wildegg
Telefon 064 57 72 72
Telefax 064 53 16 27

Das «Cementbulletin»
erscheint einmal monatlich
Jahresabonnement:
Schweiz: Fr. 25.–
Übriges Europa: Fr. 50.–
Restliches Ausland: Fr. 80.–

Vertrieb/Abonnemente
Frau M. Winter
Zürichsee Medien AG
Seestrasse 86, 8712 Stäfa
Telefon 01 928 52 23
Telefax 01 928 52 00

Herausgeber
TFB, Lindenstrasse 10
5103 Wildegg
Telefon 064 57 72 72

Druck
Zürichsee Druckereien AG
Seestrasse 86
8712 Stäfa

Copyright
TFB
Lindenstrasse 10
5103 Wildegg