Zeitschrift: Cementbulletin
Herausgeber: Technische Forschung und Beratung für Zement und Beton (TFB AG)
Band: 14-15 (1946-1947)
Heft: 8

Artikel: Was sind hydraulische Bindemittel?
Autor: [s.n.]
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-153217

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: 14.07.2025

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

CEMENTBULLETIN

AUGUST 1946 JAHRGANG 14 NUMMER 8

Was sind hydraulische Bindemittel?

Die hydraulische Erhärtung von Cementen und Kalken. Nichthydraulische Bindemittel. Wasserbeständigkeit und deren Grenzen.

Hydraulische Bindemittel.

Als **hydraulische Bindemittel** bezeichnet man allgemein solche, die zu **Wasserbauten** geeignet sind, also selbst bei dauernder Feuchtigkeit **nach dem Erhärten nicht wieder aufgeweicht** oder **gelöst,** sondern unter Wasser noch fester und härter werden. Hydraulisch ist also in bezug auf die Bindemittel gleichbedeutend wie **wasserfest.**

Die namhaftesten Vertreter dieser Bindemittelklasse sind die **Cemente,** welche die Eigenschaft haben, unter Wasser abzubinden (Portland-, Tonerde-, Hüttencemente, etc.). Neben diesen weisen auch die **hydraulischen Kalke,** wie die Bezeichnung andeutet, namhafte hydraulische Eigenschaften auf.

Ferner kennt man hydraulische Bindemittel, welche durch Vermischen von nichthydraulischen Bindemitteln mit sog. **hydraulischen Zuschlägen** eine mehr oder weniger grosse Wasserfestigkeit erlangen. Solche hydraulische Zuschläge, die man auch **Puzzolane** nennt, können **künstlicher** oder **natürlicher** Art sein. Zu den ersteren gehören Hochofen- und andere Industrieschlacken, Ziegelmehl, Si-Stoff, etc., zu den letzteren vor allem Vulkanaschen, wie Trass, Santorinerde, Puzzolanerde (Pozzuoli, Neapel, Rom), Tuffe. Als nichthydraulisches Bindemittel, welches mit diesen Puzzolanen fabrikmässig innigst vermahlen werden muss, diente in der Regel Luftkalk.

Abb. 1 Hydraulische Bindemittel müssen ständiger mechanischer und lösender Einwirkung von Wasser grösstmöglichen Widerstand leisten.

Während die **Cemente** und der **hydraulische Kalk** auch an der Luft einwandfrei erhärten, sofern ihnen die zum Erhärten notwendige Feuchtigkeit nicht vorzeitig entzogen wird, und daher auch **zu allen Luftbauten geeignet** sind, besteht bei den Mischbindemitteln aus Puzzolanen diese Eignung zu Luftbauten nicht uneingeschränkt, da sie gern zu Schwindrissigkeit (Netzrisse an der Oberfläche) neigen. Da ihnen damit die universelle Anwendbarkeit der übrigen Bindemittel abgeht, sind sie im Gegensatz zu früheren Zeiten nur noch von geschichtlicher Bedeutung.

Tatsächlich sind die **Mischbindemittel** die am längsten bekannten hydraulischen Bindemittel und sind schon von den alten Römern zu Wasserbauten (Wasserleitungen, Thermen, Fundamente, etc.) verwendet worden. Während des Mittelalters war es üblich, den Weisskalk und die geringfügig hydraulischen Grau- und Schwarzkalke durch Zumischung künstlicher Puzzolane, wie Ziegelmehl, wasserbeständiger zu machen. Es ist in diesem Zusammenhang zu betonen, dass die Puzzolane für sich allein **keine** Bindemitteleigenschaften haben.

Ursachen und Träger der hydraulischen Erhärtung.

Die hydraulische Erhärtung eines Bindemittels ist an folgende **Voraussetzungen** geknüpft:

a) Das Bindemittel soll sich nach einem geregelten Ablauf **mit Wasser umsetzen,** wobei

b) **neue Stoffe** entstehen, die gegen Wasser praktisch unempfindlich sind.

3 c) Diese Neubildungen sollen dank ihrer zunächst teilweise kolloiden (gallertartigen) Beschaffenheit sowohl an sich selbst, als auch an den Sand- und Kieskörnern ankleben und infolge einsetzenden Kristallwachstums in eine **mechanisch unveränderliche Form** übergehen, welche in Gegenwart überschüssigen Wassers nicht zum Aufquellen neigt.

Die 3 Funktionen — Wasseraufnahme, Gallertbildung, Kristallwachstum — müssen so ineinander übergehen, dass während und nach dem Abbinden **keine inneren Gefügestörungen** oder vorübergehende Aufweichungen auftreten können.

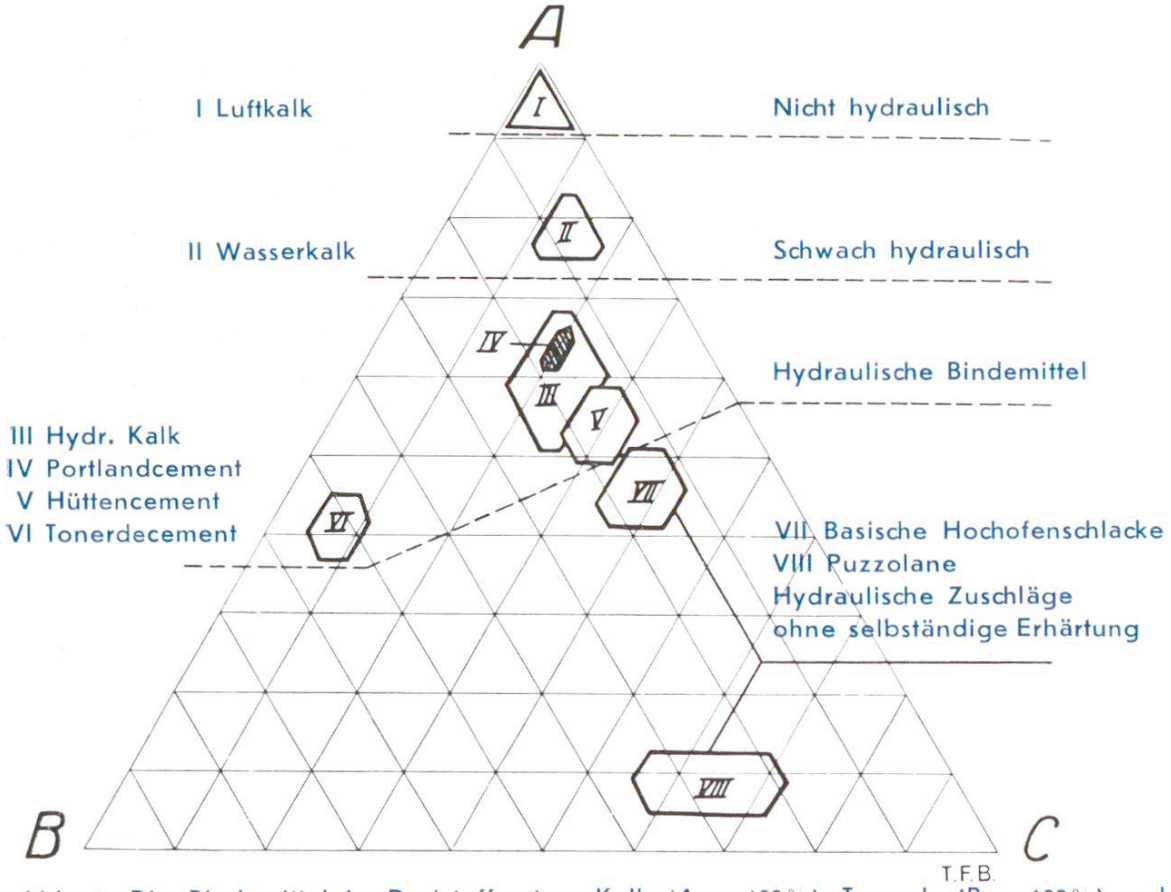

Abb. 2 Die Bindemittel im Dreistoffsystem Kalk (A = 100%), Tonerde (B = 100%) und Kieselsäure (C = 100%)

Begreiflicherweise finden sich in der Natur keine Stoffe, welche diesen Eigenschaften entsprechen. Hydraulisch erhärtende Systeme müssen mindestens teilweise **künstlich gebrannt** sein. Sie sind meist aus Kalk und Tonerdesilikaten zusammengesetzt, wobei der **Kalkanteil** als Träger der Erhärtungsenergie und die **Silikate** als Träger der Hydraulizität (Hydraule-Faktoren) anzusehen sind.

Die beim Brennen von passend zusammengesetzten Mineralien entstehenden Kalk-Tonerdesilikate verbinden sich mit Wasser **um so energischer, je kalkreicher** sie sind. Für den Kalkgehalt besteht jedoch eine obere Grenze (Kalksättigung), über welcher die Tonerdesilikate keinen Kalk mehr aufnehmen. Solche kalkgesättigte Tonerdesilikate ergeben die **höchsten Festigkeiten** und

Abb. 3 Vergrösserte Wiedergabe von Betonoberfläche, die während ca. 40 Jahren destilliertem Wasser ausgesetzt war

eine **prompte Erhärtung**. Sie machen den Hauptbestandteil derjenigen Bindemittel aus, welche den Namen Cement mit Recht tragen und in welchen jedes kleinste Körnchen für sich hydraulische Eigenschaften besitzt. Dies im Gegensatz zu den Mischbindemitteln, bei denen erst die mit Wasser umgesetzten Anteile miteinander reagieren und bei denen sich die hydraulische Bindung innert nützlicher Frist praktisch nur auf die Oberfläche der einzelnen Körnchen erstreckt.

Durch die Wasseraufnahme (Hydratisierung) der im Brennprozess gebildeten Kalk-Tonerdesilikate entstehen neue Stoffe, nämlich die sog. Kalksilikat-Hydrate, Kalk-Tonerde-Hydrate und Kalkhydrat, welch letzteres sich in feinster Zerteilung in etwaigen Poren abscheidet und verfestigt. Es würde zu weit führen, sämtliche Hydratprodukte zu beschreiben, zumal nicht einmal alle erforscht sind. Vielmehr muss man sich mit der Tatsache abfinden, dass diese Hydrate binden und mit steigendem Alter noch an Festigkeit zunehmen.

Es mag noch von Interesse sein, dass das bei der Hydratisierung aufgenommene **Wasser fest im Kristallgefüge** der neugebildeten Stoffe **gebunden** ist. Dementsprechend bildet es auch nicht mehr einen Bestandteil der Baufeuchtigkeit, sondern **gehört zum Baustoff** selbst. Solches Hydratwasser, wie in einem gewissen Umfang

Abb. 4 Beregnungsversuch an Portlandcementmörteln 1 : 3
Links ohne Beregnung. Rechts nach Einwirkung einer Regenmenge, die innert eines Zeitraums von 100 Jahren zu erwarten wäre

auch das in den Kolloiden (gallertartigen) Neubildungen absorbierte Wasser besitzt ganz andere physikalische Eigenschaften als dasjenige, welches als Flüssigkeit, Dampf oder Eis normalerweise in Erscheinung tritt. Insbesonders verdunstet oder gefriert es nicht und macht sich im thermischen Verhalten im Gegensatz zu freiem Wasser (Feuchtigkeit) kaum bemerkbar.

Offenbar kommt der Gegenwart von **3 verschiedenartigen Verteilungszuständen** des Wassers, nämlich

a) des kristallin gebundenen
b) des absorbierten (labilen gebundenen) und
c) des freien Wassers (Feuchtigkeit, Anmachwasser),

in erhärtenden Hydrauliten (Cementen, etc.) ganz **grundsätzliche** Bedeutung zu. Die Erhärtung der hydraulischen Bindemittel ist also ein recht komplizierter Vorgang, der wie alle Naturerscheinungen nur bei weitgehender Kenntnis der inneren Vorgänge einigermassen begriffen werden kann.

Wasserbeständigkeit und deren Grenzen.

«Steter Tropfen höhlt den Stein.» Es gibt in der Tat nur wenige Mineralien, die einer steten Einwirkung von Wasser, sei sie mechanischer oder lösender Art, unbegrenzt widerstehen. Wenn ein

Baustoff als wasserfest gilt, so ist dies nur in **praktisch-technischer** Beziehung zu verstehen.

Aus langer Erfahrung ist bekannt, dass die als hydraulisch bezeichneten Bindemittel, allen voran die Cemente, unter normalen Bedingungen gegen die Einwirkung von Wasser «beständig» sind. Dies trifft natürlich auch auf die mit ihnen hergestellten Mörtel- und Betonmassen zu. Als **normale Bedingung** kann hierzulande die Einwirkung von Wasser der Voralpen-, Mittelland- und Juragewässer und Quellen, also mittelharter bis harter Wässer gelten. Auch Regenwasser hat erfahrungsgemäss nur eine gerinfügige Einwirkung auf die äussersten Schichten der Oberfläche.

Der freie Kalk, der in erhärteten Hydrauliten stets vorhanden ist, wandelt sich bei der Einwirkung von hartem, doppeltkohlensaurem Kalk enthaltendem Wasser oder von Regenwasser, das Luftkohlensäure aufgenommen hat, zu **kohlensaurem Kalk** um, der sehr **schwer löslich** ist. Hierdurch entsteht oberflächlich eine verhältnismässig **widerstandsfähige Haut,** welche vom Wasser nicht ohne weiteres angegriffen wird. Da auch der freie Kalk und die übrigen Hydratisierungsprodukte nur begrenzt löslich sind, kann unter den genannten Verhältnissen ein Angriff praktisch nicht stattfinden.

Anders liegt der Fall, wenn das einwirkende Wasser **schwach säure-** und **gipshaltig** ist. Säure und Gips **zermürben** den Beton um zwar um so rascher, je höher die Konzentration der angreifenden Stoffe im Wasser und je **poröser** der Beton ist. Derartige Einwirkungen sind jedoch nicht primär mit der Wasserbeständigkeit in Zusammenhang zu bringen.

LITERATUR.

Cementbulletin Nr. 4 (1940) «Der Erhärtungsprozess des Cements».

Lea & Desch: Die Chemie des Zements und Betons, 1937.

P. Schläpfer: Zur Bestimmung des freien Kalkes in Hydrauliten. 33. Jahresbericht des Vereins Schweiz. Zement-, Kalk- und Gipsfabrikanten, 1943.

P. Schläpfer: Physikalisch-chemische Probleme in der Zementforschung. 27. Jahresbericht des Vereins Schweiz. Zement-, Kalk- und Gipsfabrikanten.

Zu jeder weitern Auskunft steht zur Verfügung die

TECHNISCHE FORSCHUNGS- UND BERATUNGSSTELLE DER E. G. PORTLAND WILDEGG, Telephon (064) 8 43 71

607 / 948 s / 46