

Zeitschrift: Cementbulletin
Herausgeber: Technische Forschung und Beratung für Zement und Beton (TFB AG)
Band: 50-51 (1982-1983)
Heft: 14

Artikel: Über die Haftung zwischen Zuschlag und Zementmörtel in Beton
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-153657>

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: 26.11.2024

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

CEMENTBULLETIN

FEBRUAR 1983

JAHRGANG 51

NUMMER 14

Über die Haftung zwischen Zuschlag und Zementmörtel in Beton

Die Bedeutung der Haftung zwischen Zuschlag und Mörtel für die Betonfestigkeit. Wie kommt die Verbindung zustande? Verschiedene Haftungsarten. Praktische Schlussfolgerungen.

Der Beton setzt sich zusammen aus dem Zuschlagstoff und dem verbindenden Mörtel. Seine Festigkeit muss somit von den Eigenschaften der beiden Komponenten und auch von deren gegenseitigen Verbindung, d.h. der bestehenden Haftfestigkeit abhängig sein.

Die Haftfestigkeit zwischen zwei Körpern ergibt sich zunächst aus angelegten Zugspannungen, welche senkrecht zur Haftfläche gerichtet sind (Abb. 1a). Unter diesen Bedingungen wird die Haftfestigkeit normalerweise gemessen. In anderen Fällen, z. B. wenn es sich um die Verbindung zwischen Beton und Armierungseisen handelt, entspricht die Haftfestigkeit den angelegten Scherspannungen, die den Haftflächen gleichgerichtet sind (Abb. 1b). Bezüglich eines eingebetteten Zuschlagkorns können die auftretenden Spannungen alle möglichen Richtungen haben. Die Kraft, die auf

2

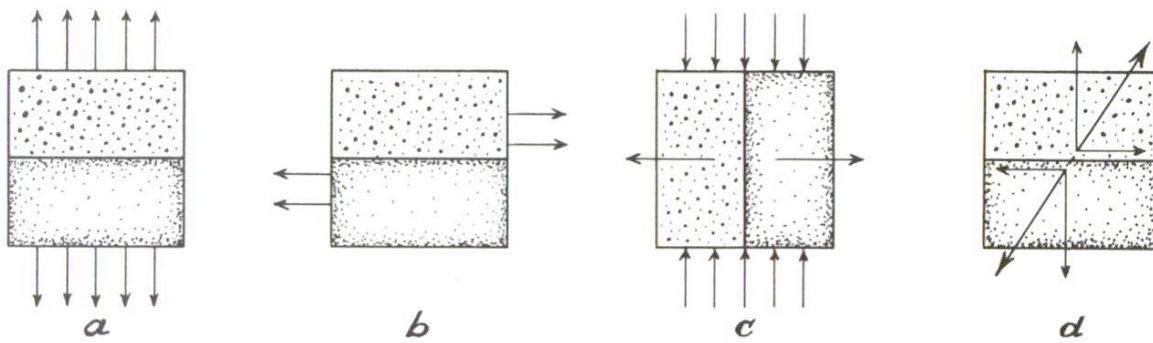


Abb.1 Einwirkungen verschieden gerichteter Spannungen bezüglich der Haftfläche.

T. F. B.

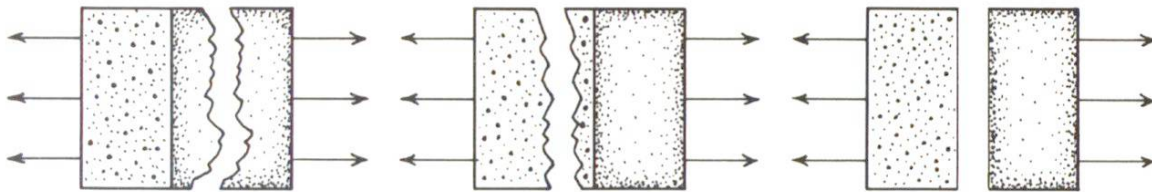


Abb.2 Drei Möglichkeiten des Bruches von zweiteilig zusammengesetzten Körpern.

T. F. B.

einen Punkt der Trennfläche wirkt, kann in ein Kräftepaar der Druck- und Scherbeanspruchung oder der Zug- und Scherbeanspruchung zerlegt werden, wobei die Druckkraft-Komponente die Haftverhältnisse zunächst nicht beeinflusst (Abb. 1d).

Wenn ein Betonteil, z. B. eine Säule, äusserlich gesehen nur auf Druck beansprucht ist, so treten in seinem Innern dennoch quergerichtete Zugspannungen auf (Abb. 1c). Die Haftfestigkeit zwischen Zuschlag und Mörtel ist somit in jedem Falle mitbestimmend für die Gesamtfestigkeit des Betons.

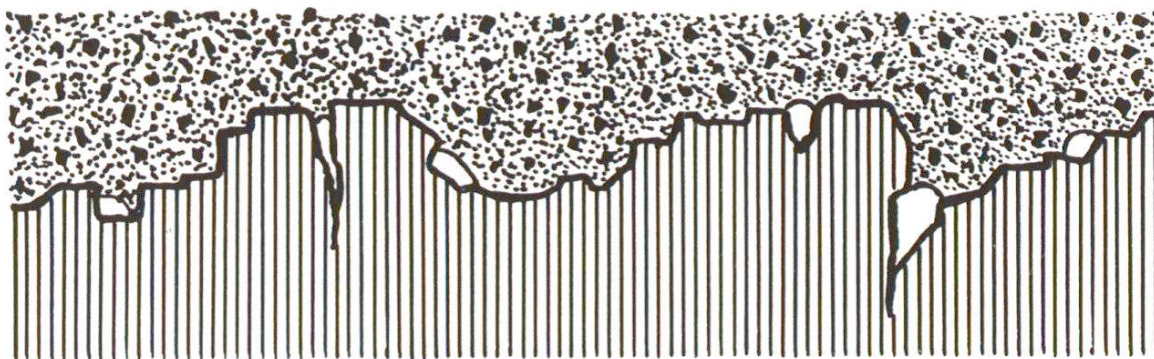
Wird ein Betonkörper unter der Presse einer Festigkeitsprüfung unterzogen, so zeigt es sich oft, dass die Bruchflächen vornehmlich entweder durch die Zuschlagkörner, durch den Mörtel oder entlang der Oberfläche des Zuschlags gehen. Je nachdem erweist sich die Eigenfestigkeit einer der Betonkomponenten oder die gegenseitige Haftung als im wesentlichen für das Festigkeitsresultat verantwortlich (Abb. 2).

Der zuletzt angeführte Fall, der eine verhältnismässig schlechte Haftfestigkeit zwischen Zuschlag und Mörtel annehmen lässt, kann unter den folgenden Umständen vermehrt beobachtet werden:

- 3 – bei bestimmten Arten von Zuschlaggestein
– bei runden, glatten oder relativ grossen Körnern
– bei verhältnismässig jungem Beton
– bei verhältnismässig magerem Beton
– bei stark ausgetrocknetem Beton
– bei zuwenig durchmischtem Beton

Daraus geht hervor, dass die Haftung offenbar durch verschiedenartige Umstände entsteht, die Haftfestigkeit also von einer Mehrzahl von Faktoren abhängt. Tatsächlich lassen sich grundsätzlich drei Arten der Haftung zwischen Zuschlag und Mörtel unterscheiden:

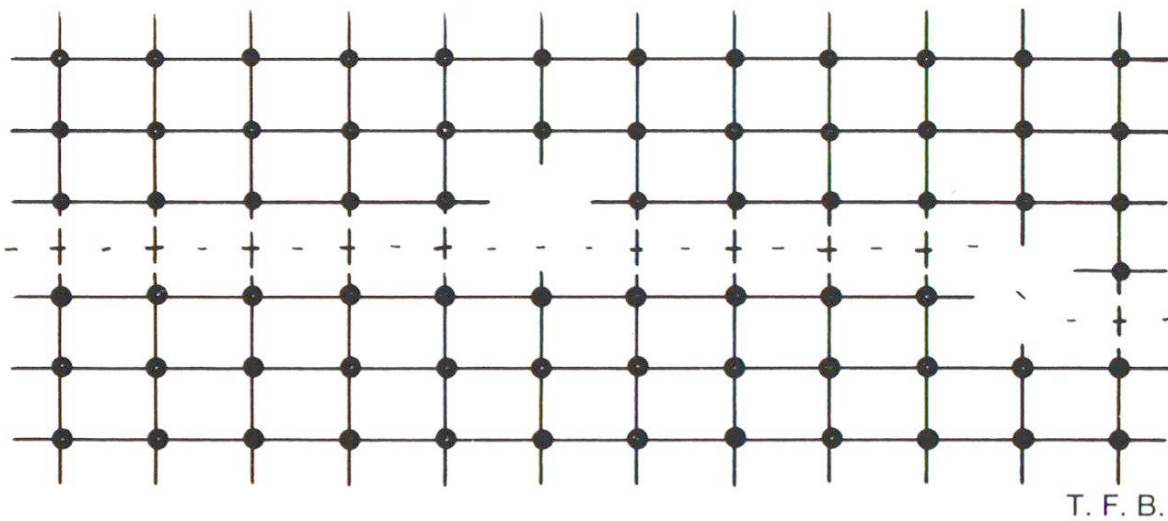
1. Eine **mechanische Haftung**, welche durch eine Verzahnung der erhärteten Bindemittelpaste mit den Unebenheiten der Gesteinsoberfläche zustande kommt (Abb. 3).
2. Die **molekulare (chemische) Verbindung**, dadurch gekennzeichnet, dass die Gitterstruktur von Kristalliten des Gesteins sich in den benachbart entstehenden Kristallen des Bindemittels fortsetzt und somit eine eigentliche Verwachsung entsteht (Abb. 4).
3. Eine **Haftung mittels Kapillarkräften**, verursacht durch Wasser, welches sich in feinen Spaltflächen zwischen Zuschlagstoff und Mörtel befindet. Man kennt diese erheblichen Kräfte z.B. aus der gegenseitigen Haftung zweier ebenen Platten, deren Zwischenraum mit einer dünnen Flüssigkeitsschicht ausgefüllt ist (Abb. 5).



T. F. B.

Abb. 3 Darstellung der mechanischen Haftung. Die gegenseitige Verzahnung kann durch Luft-einschlüsse infolge mangelhafter Umhüllung beeinträchtigt werden. Intensives und genügend langes Mischen fördert die mechanische Haftung zwischen Zuschlag und Zementmörtel.

4



T. F. B.

Abb. 4 Schematische Darstellung der molekularen Verbindung. Kristallgitter von Bestandteilen des Zuschlaggesteins und des erhärteten Bindemittels gehen ineinander über.

Durch geeignete Versuche können diese Haftungsarten voneinander unterschieden und deren Beiträge an die Gesamthaftfestigkeit abgeschätzt werden. Dabei ergeben sich die folgenden Charakterisierungen:

Die **mechanische Haftung** ist naturgemäss von der Rauigkeit des Kornes abhängig, und zwar nicht nur von derjenigen, die mit blossem Auge festzustellen ist, sondern auch von den sehr kleinen Unregelmässigkeiten, welche durch Befühlen oder erst bei stärkerer Vergrösserung an der Gesteinsoberfläche wahrnehmbar sind. Andererseits ist die Gelmasse des Zementsteins so fein strukturiert, dass sie in die dünnsten Poren und Spalten der Gesteine eindringen kann. Erst wenn das Gesteinskorn vollständig glatt poliert ist, kann keine mechanische Haftung mehr entstehen. Dies kommt in der Natur allerdings sehr selten vor, evtl. bei sehr harten, homogenen Gesteinskörnern aus Flussbetten (Quarz). Im praktischen Falle stellt sich immer eine mehr oder weniger grosse mechanische Haftung ein. Sie erweist sich in der Regel grösser bei gebrochenem Zuschlag, bei verhältnismässig kleinen Körnern sowie bei relativ weichen, porösen und heterogenen Gesteinsarten. Der grösste Teil der gesamten Haftfestigkeit beruht auf der mechanischen Haftung.

Die **molekulare (chemische) Verbindung** setzt zunächst eine gewisse stoffliche Verwandtschaft zwischen dem Zuschlags- und Zementstein voraus. Dies ist der Fall z.B. bei den in Kalksteinen als wesentlicher Bestandteil vorhandenen Calcit-Kristalliten. Beim Abbinde- und Erhärtungsvorgang wird der Calcit durch Bestandteile des Portlandzementes an seiner Oberfläche chemisch angegriffen

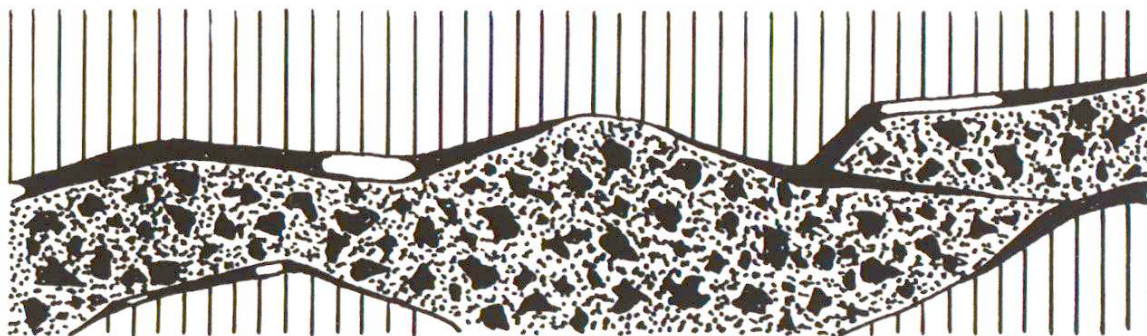
5 und es bilden sich Zwischenverbindungen. Der Calcit tritt, im Gegensatz zu anderen Gesteinsverbindungen, wie Quarz, Glimmer oder Feldspat, in chemisch aktiven Kontakt mit dem Bindemittel und erhält dadurch mit diesem einen zusätzlichen Zusammenhalt. Die Stärke der so entstehenden Haftung lässt sich nicht einwandfrei bestimmen, es steht aber fest, dass sie u. U. beträchtliche Ausmasse erreichen kann.

Die **Haftung, bedingt durch Kapillarkräfte**, nimmt mit dem Feuchtigkeitsgehalt des Betons zu oder ab. Dies zeigen Haftversuche, bei denen solche Kräfte zwischen hochpoliertem Quarz und Portlandzement wirksam sind. Die Versuchskörper, der Wasserlagerung entnommen und unmittelbar darauf geprüft, hafteten mit einer Festigkeit bis zu 2 N/mm^2 aneinander und ihre Trennung erfolgte z.T. im Bereich des Zementsteins. Ging der Prüfung aber eine 7tägige Luftlagerung voraus, so liess sich keine messbare Haftfestigkeit mehr feststellen, und die Trennung verlief genau in der Berührungsfläche der beiden Komponenten. Daraus ist ersichtlich, dass die durch Kapillarkräfte verursachte Haftung unter den gegebenen Bedingungen eine ganz beträchtliche Grössenordnung annehmen kann.

Diesen Ausführungen ist zu entnehmen, dass der Haftfestigkeit zwischen Zuschlag und Mörtel für die Betonfestigkeit eine grosse Bedeutung zukommt. Es ist deshalb alles daran zu setzen, die feste Verbindung der Betonkomponenten untereinander zu fördern. In diesem Bestreben erübrigt es sich, eine spezielle Auswahl der Zuschlagstoffe zu treffen, da unsere natürlichen Vorkommen hinsichtlich der Gesteinsqualität, der Rauigkeit und dem Vorhandensein von calcithaltigen Gesteinsarten sehr günstig sind. Bei Zuschlagstoffen aus Flussablagerungen ist es oft der Fall, dass Gesteine, welche infolge ihrer chemischen Zusammensetzung keine molekulare Verbindung zulassen, sich dafür durch eine erhöhte Rauigkeit auszeichnen und somit eine bessere mechanische Haftung erhalten.

Es ist noch zu erwähnen, dass der **Sauberkeit der Kornoberfläche** Bedeutung zukommt. Während sich bei einem verunreinigten Zuschlag eine mechanische Haftung in vermindertem Masse gegebenenfalls noch entwickeln kann, ist eine molekulare Verbindung zumeist schon gänzlich ausgeschlossen. Feine Krusten aus tonigem Material, die oft erstaunlich schwer abzuwaschen sind, bedecken verhältnismässig oft die Oberfläche der Zuschlagkörner. Ferner können sich an nass gelagertem Kiesmaterial dünne Schichten von

- 6 Algen bilden, welche schwer zu entfernen sind und die ebenfalls zu Festigkeitseinbussen führen. Die schädlichen Verunreinigungen sind manchmal erst bei genauer Prüfung zu erkennen, einmal mehr ein Grund dafür, sich das Zuschlagmaterial immer wieder genau anzusehen. Die Intensivmischung ist auch hier ein Mittel zur Verbesserung der Festigkeit.



T. F. B.

Abb. 5 Haftung vermittelt Kapillarkräften dadurch verursacht, dass sehr feine Spaltflächen mit Wasser oder wässrigen Lösungen ausgefüllt sind.

Tr.

Literaturangabe:

J. Farran, Contribution minéralogique à l'étude de l'adhérence entre les constituants hydratés des ciments et les matériaux enrobés. Revue des Matériaux de Construction, 1956, p. 155.

A.M. Neville, Properties of Concrete, 3. Aufl., London 1981.

(Neudruck CB 22/1959)

TFB

Zu jeder weiteren Auskunft steht zur Verfügung die
TECHNISCHE FORSCHUNGS- UND BERATUNGSSTELLE
DER SCHWEIZERISCHEN ZEMENTINDUSTRIE
5103 Wildegg Postfach Telefon 064 53 17 71