

Zeitschrift: Cementbulletin
Herausgeber: Technische Forschung und Beratung für Zement und Beton (TFB AG)
Band: 42-43 (1974-1975)
Heft: 16

Artikel: Über die Abnutzung von Beton durch fließendes Wasser
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-153563>

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: 01.04.2025

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

CEMENTBULLETIN

APRIL 1975

JAHRGANG 42

NUMMER 16

Über die Abnutzung von Beton durch fließendes Wasser

Möglichkeiten der Abnutzung durch Kavitation, Druckwasser und Abrasion. Anforderungen an den Beton, Mischungsentwurf.

In manchen Bauwerken stehen Betonoberfläche mit fließendem Wasser in Berührung, und zahlreich sind heute auch die Fälle, bei denen ein harter Wasserstrahl einwirken kann. Es erhebt sich die Frage, wie Beton solchen Beanspruchungen standhält und mit welchen Mitteln die Betonoberfläche in dieser Hinsicht verstärkt werden könnte.

Grundsätzlich sind drei verschiedene Arten der Abnutzung mit Wasser zu unterscheiden. Die **Kavitation** beruht auf der Fliessbewegung des Wassers, **Aufsprengungen** entstehen durch den Wasserdruck beim Aufprallen, und die **Abrasion** erfolgt durch die Fremdkörper, welche das Wasser mitführt.

Wenn Wasser entlang einer Wandung fließt, so geschieht dies störungsfrei und «glatt», solange die Strömungslinien kontinuierlich verlaufen. Demgegenüber verursachen unvermittelte Unebenheiten der Begrenzungsfläche Ablenkungen, wobei entsprechend der Strömungsgeschwindigkeit mehr oder weniger grosse Kräfte auftreten. In den Vertiefungen der Wand entsteht ein Unterdruck,

2 der sog. «Hohlsog», der weniger gut haftende Teile herausreißen kann, z. B. an Fugen. Diese Stellen sind jedoch der Ausgangspunkt der noch stärker wirkenden **Kavitation**. Wenn nämlich bei der örtlichen Druckverminderung der Dampfdruck des Wassers unterschritten wird, so bilden sich Wasserdampfblasen, die aber sofort wieder in sich zusammenfallen, sobald sie ausserhalb des Soges gelangen. Das Zusammenbrechen der Blasen geschieht in sehr kurzer Zeit. Es entsteht damit eine harte Schlagwelle. Diese Stösse in rascher Folge und in örtlich begrenztem Bereich führen zu lochfrassartigen Zerstörungen der festen Wandung. Die Kavitationswirkung ist oft so stark, dass selbst härtester Stahl angegriffen wird. Beton kann diesen natürlich nicht übertreffen, aber es zeigte sich, dass seine Oberfläche, sofern sie zäh und dichtgefügt ist, der Kavitation erstaunlich gut standhält. Die kritische Wassergeschwindigkeit für beginnende Kavitation liegt bei 12 m/sec in offenen Rinnen und bei 8 m/sec in geschlossenen Rohren.

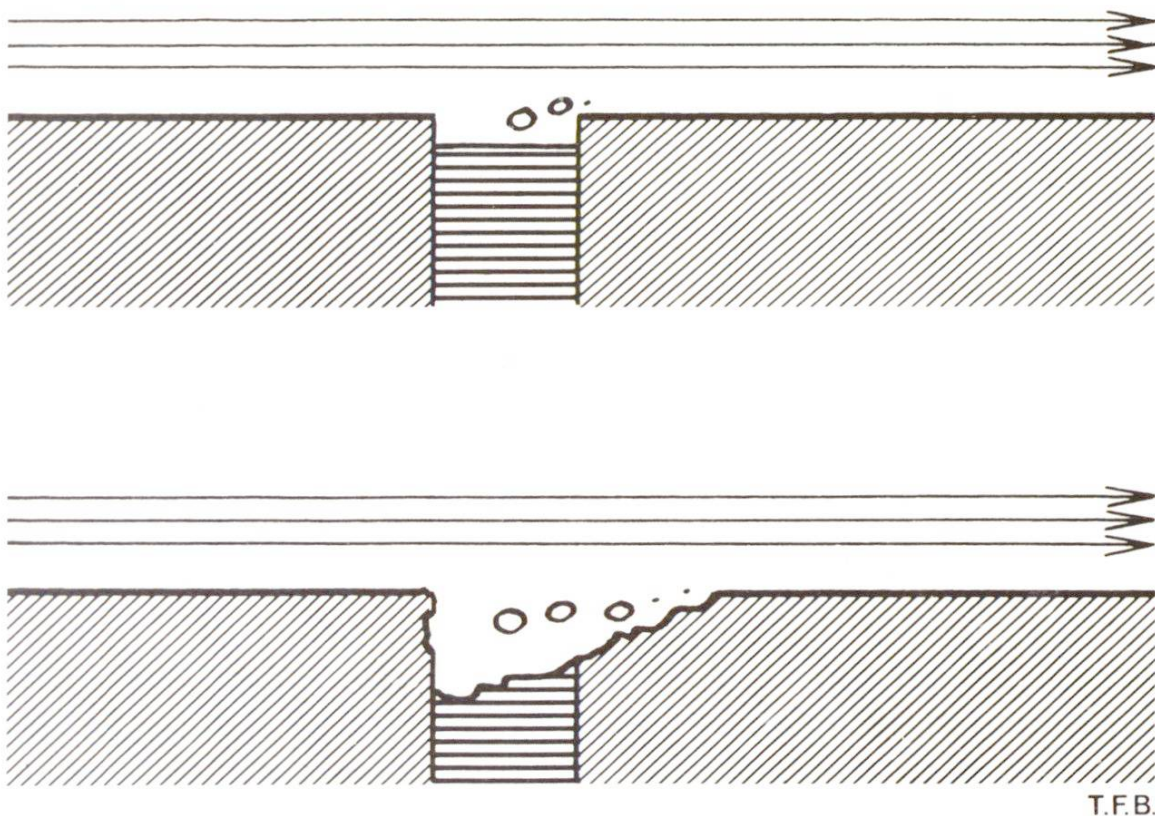
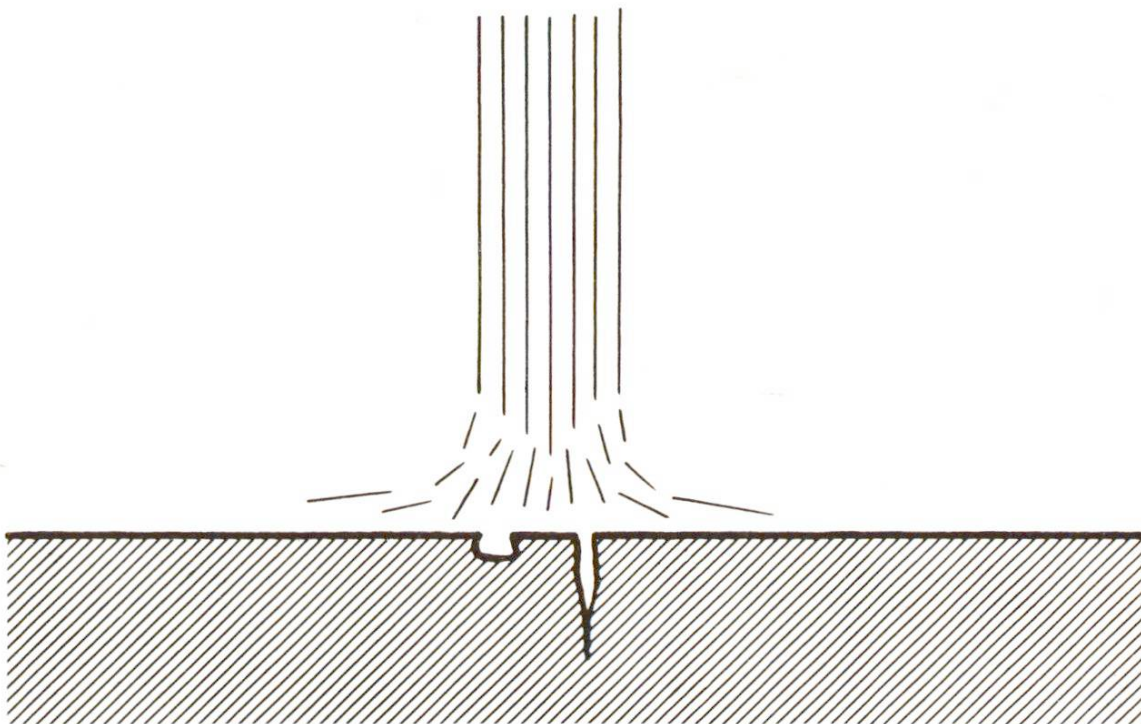


Abb. 1 Fortschreitende Kavitation an einer Fuge. An der linken Seite der Fuge ist der Sog wirksam, an der rechten die Kavitation infolge des Zusammenbruchs der Dampfblasen.

- 3 Eine erodierende Wirkung im Sinne von kleineren oder grösseren **Aufsprengungen** kommt bei der Umlenkung von rasch fliessendem Wasser zustande, besonders bei Prallschwellen oder mit Hochdruck-Wasserstrahlen. Zwar kann bei diesen Vorgängen auch Kavitation eintreten, doch zur Hauptsache besteht die sprengende Wirkung eines erhöhten Druckes. Ansatzpunkte für diese Schädigung sind wiederum Unebenheiten, besonders feine Poren und Risse, in denen durch die kinetische Energie des Wassers Drucke in der Grössenordnung bis zu 1000 at erzeugt werden. Beläge und Wandflächen sind solchen Beanspruchungen dort ausgesetzt, wo mit Hochdruckwasser gearbeitet wird (Reinigung).



T.F.B.

Abb. 2 Aufsprengende Wirkung eines Druckwasserstrahls. Infolge der Bewegungsenergie des aufprallenden Wassers entstehen in den Grobporen und Rissen sehr hohe Drucke.

- 4 Die **Abrasion** geschieht durch schleifende oder mahlende Wirkung von Fremdkörpern, die durch fließendes Wasser mitgeführt werden. Sie betrifft deshalb fast ausschliesslich die Sohle von Leitungen und Rinnen. Beispielsweise wurde der betonierte Boden eines Umleitungskanals beim Bau eines amerikanischen Staudammes in 43 Monaten um ca. 8 cm abgeschliffen, wobei grössere Mengen Sand und Kies nur während der Frühjahrshochwasser mitgeführt worden sind. Eine mahlende Wirkung besteht bei schwerem Geschiebe. Das Mass der Abnutzung wird in diesem Falle in der Regel bedeutend grösser.

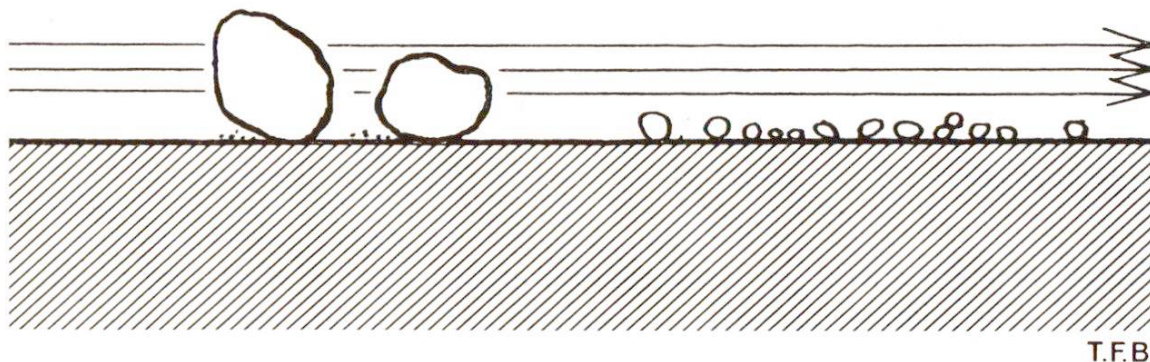


Abb. 3 Schleifende und mahlende Abnutzung durch leichtes und schweres Geschiebe.

Welches sind nun die Massnahmen, um solche Abnutzungsschäden an Betonoberflächen möglichst zu vermeiden?

1. Betonmischung

Es hat sich gezeigt, dass je höher die Festigkeit des Betons, desto besser seine Widerstandskraft gegen Erosionen ist. In der Praxis muss somit grundsätzlich die höchstmögliche Betonfestigkeit angestrebt werden, ohne dass die Kostenfrage bei diesen Spezialbauten zunächst beachtet würde. Diese Forderung bedeutet im ersten Ansatz mit einem niedrigen Wasserzementwert bei verhältnismässig hoher Zementdosierung zu arbeiten. Bei der Wahl des Zuschlages ist die Gesteinsqualität und die Grösse des Maximalkornes von Bedeutung. Die Abrasion fordert ein hartes, aber nicht sprödes Gestein, und die mögliche Kavitation verlangt zusätzlich eine möglichst gute Bindung des Kornes mit dem Zementstein. Das Grösstkorn sollte klein gewählt werden, denn damit erhöht sich der Homogenitätsgrad, und die sich langsam abnutzende Oberfläche bleibt verhältnismässig eben. Die kleineren

5 Partikel sind auch mit der Matrix relativ stärker verbunden als die grösseren.

Die erste und die zweite Forderung, nämlich tiefer Wasserzementwert bei hoher Zementdosierung und kleines Grösstkorn, lassen sich ohne Widerspruch verwirklichen. Sie finden aber ihre Grenzen mit der Tatsache, dass ein hoher Anteil an Zementstein im Verhältnis zum Zuschlag die Festigkeit herabsetzt und die Gefahr von Schwindrissen erhöht. Es muss ein Optimum gefunden werden, das bei Mischungen mit den folgenden Daten erreicht sein dürfte:

Grösstkorn:	8–12 mm
Zementgehalt:	400–500 kg/m ³
Wasserzementwert:	0,40–0,45
Konsistenz:	steif

Gegen starke schleifende Beanspruchung wird die Beigabe eines feinkörnigen Hartzuschlages empfohlen. Natürliche Hartgesteine sind Quarzite, Basalte, Flysch und Kieselkalke. Künstlich hergestellte Hartstoffe sind Siliziumcarbid, Korund und Ferrosilizium. Die natürlichen Hartzuschläge werden in gebrochener Form angewendet (Brechsand oder Hartsplitt).

2. Verarbeitung

Der Frischbeton darf nur soviel Wasser enthalten, dass er sich rasch, vollständig und zuverlässig verdichten lässt. Es sollte keine Wasserausscheidung oder Sedimentation eintreten, und deshalb ist es wichtig, dass das Verdichten und Glätten schnell vollzogen werden kann, ohne den Beton lange zu «plagen». Jede Wasserausscheidung an der Oberfläche schwächt den Zementstein. Aber auch die allzu trockene Mischung wäre nicht so günstig, weil die Verarbeitung mehr Zeit beanspruchen würde und die Gefahr von zurückbleibenden Grobporen grösser wäre. Um allfällige Wasserausscheidungen aufzunehmen, wird empfohlen, trockene Sand-Zement-Mischung 2:1 aufzustreuen und mit der Talosche einzuarbeiten. Eine grosse Bedeutung kommt der Nachbehandlung zu. Die Qualität des Zementsteins in der Oberflächenschicht wie auch die Haftung der Gesteinskörner würde durch ein zu rasches Austrocknen beeinträchtigt. In diesen Spezialfällen muss dies berücksichtigt werden, und man trifft Massnahmen, um den jungen Beton während mindestens zwei Wochen feucht zu halten.

6 3. Bauliche Massnahmen

In Stichworten seien noch einige Hinweise auf bauliche Massnahmen gegeben:

Glatte, kontinuierlich verlaufende Flächen.

Keine Kanten und deshalb auch möglichst ohne Fugen.

Frei von Rissen und Grobporen.

Entsprechend zusammengesetzte Überzüge bzw. Verschleiss-schichten frisch auf frisch eingebaut.

Tr.

Literaturangaben :

ACI-Committee 210, Erosion Resistance of Concrete in Hydraulic Structures.
J. Am. Concr. Inst. **27**, 256 (Nov. 1955)

K. Walz, G. Wischers, Über den Widerstand von Beton gegen mechanische Einwirkungen von Wasser hoher Geschwindigkeit. «beton» **9**, 403 (1969)