

# Beton im Wasserbau

## Korrosionsschutz und Oberflächensanierung mit Kunststoffen

Immer wieder wird die Meinung vertreten\*), daß Beton im Wasserbau grundsätzlich mit einem Oberflächenschutz versehen sein müsse, da anderenfalls durch die chemischen und physikalischen Einwirkungen von Wasser und Frost die Betonoberfläche zermürbt, die ursprünglich geschlossene Betonstruktur geöffnet und die äußere Schicht abgetragen werde, so daß in weit fortgeschrittenen, ernstesten Fällen schließlich die Bewehrung bloßliege. Diese Auffassung entspricht nicht den derzeitigen Möglichkeiten und Erkenntnissen der Betontechnik, bei deren Beachtung ein gegenüber den im Wasserbau üblichen Beanspruchungen ausreichend widerstandsfähiger Beton („Normalbeton“) ohne zusätzlichen Schutz zuverlässig hergestellt werden kann.

Die zur *Instandsetzung* unsachgemäß hergestellter und daher schadhaft gewordener Wasserbauten aus Beton heute empfohlenen Oberflächensanierungen mit Kunststoffen erscheinen dagegen beachtenswert. Hierzu kommen u. a. Mörtel mit Kunststoffzusatz oder -beschichtungen in Betracht.

In besonderen Fällen können Beschichtungen, die schon bei der Erstellung eines Bauteils aufgebracht werden, sinnvoll sein. Voraussetzung ist aber, daß die beschriebenen Kunststoffmörtel und Beschichtungen alle dabei zu stellenden Forderungen erfüllen (Haftung, Undurchlässigkeit, Dehnvermögen, Beständigkeit usw.) und im Vergleich zu anderen Möglichkeiten wirtschaftlich sind.

Im folgenden soll daher nur umrissen werden, inwieweit ein heute zweckentsprechend hergestellter Beton der Einwirkung von Wasser und Frost ohne zusätzlichen Schutz widersteht [1, 2].

### Chemische Widerstandsfähigkeit

In allen Fällen, in denen Beton mit schwach angreifendem Wasser in Berührung kommt, ist durch geeigneten Aufbau und vollständige Verdichtung in erster Linie ein möglichst dichter Beton herzustellen. Maßgebend für die Zusammensetzung ist der Wasserzementwert, der bei schwachem Angriff natürlicher Wässer nicht größer als etwa 0,55 sein sollte. Solcher, längere Zeit gut nachbehandelter Beton widersteht auch auf lange Sicht einer Auslaugung durch gewöhnliches Wasser sowie einem Wasser mit mäßigem Gehalt kalkangreifender Kohlensäure. Wird der

\*) Strehle, K.: Korrosionsschutz und Oberflächensanierung an Wasserbauwerken — Neue und bewährte Verfahren der Kunststofftechnik. Bau und Bauindustrie 14 (1961) H. 1, S. 12/16.

Wasserzementwert auf 0,45 gesenkt, so erweist sich der Beton auch gegenüber schwach saurem Wasser mit pH-Werten bis herab zu 5 meist als ausreichend widerstandsfähig.

Gegen stark angreifende Wässer mit hohem Sulfatgehalt oder auch gegen Meerwasser ist solcher Beton ohne Schutz beständig, wenn er mit Portlandzement hergestellt wird, der kein oder nur sehr wenig Tricalciumaluminat ( $C_3A$ ) enthält, oder wenn dazu Hochofenzement mit hohem Hüttensandgehalt oder mit besonders abgestimmter Klinker- und Hüttensandzusammensetzung verwendet wird.

Erst wenn ungewöhnliche Einwirkungen zu erwarten sind, z. B. durch stark saures Wasser oder fließendes Wasser mit hohem Gehalt an kalkangreifender Kohlensäure, ist grundsätzlich ein Schutz gegen den Zutritt des Wassers nötig.

### **Wasserundurchlässigkeit**

Sachgemäß verarbeiteter und zusammengesetzter Beton entsteht heute ohne zusätzliche Maßnahmen praktisch wasserundurchlässig, wie u. a. viele Druckrohrleitungen, Becken und Behälter der verschiedensten Art beweisen [3]. Für dünnwandige Bauteile sollte der Wasserzementwert dabei 0,55 und für Massenbeton 0,70 nicht überschreiten. Dazu sind amerikanische Feststellungen interessant [4], wonach Zementstein aus Portlandzement üblicher Feinheit und einem Wasserzementwert von 0,50 bereits nach 14 Tagen wasserundurchlässig ist. Auch bei einem Wasserzementwert von 0,70 wird der Zementstein mit fortschreitender chemischer Wasserbindung (Hydratation) undurchlässig; dies ist allerdings erst nach 12 Monaten der Fall. Er ist dann völlig hydratisiert und ebenso undurchlässig wie Granit. Wenn für Beton nicht diese hohe Undurchlässigkeit vorausgesetzt werden kann wie für den Zementstein, so liegt dies u. a. an den im Beton möglichen Gefügeunterbrechungen durch die Zuschlagstoffe. Doch ist es heute ohne ungewöhnliche Maßnahmen möglich, den Beton so zusammenzusetzen und herzustellen, daß das Druckwasser bei der Prüfung nach DIN 1048 (2 Tage unter 1,0 atü, 1 Tag unter 3,0 atü und 1 Tag unter 7,0 atü) nur etwa 1 bis 2 cm tief in die 12 cm dicken Probeplatten eindringt.

### **Widerstand gegen häufiges Durchfrieren**

Diese Eigenschaft des Betons ist in den letzten 20 Jahren häufig untersucht worden. Wird übliches, wetterbeständiges Zuschlaggestein vorausgesetzt, so hat sich ein Beton in unserem Klima als ausreichend frostbeständig erwiesen, wenn sein Wasserzementwert etwa 0,55 nicht überschreitet. Dabei sind selbstverständlich wieder alle Bedingungen einzuhalten, die auch sonst zur Herstellung und Nachbehandlung eines guten Betons gelten. Ein solcher Beton kann als zweckbestimmter „Normalbeton“ bezeichnet werden und würde durch 25 Frost-Tau-Wechsel nicht geschädigt werden, wie das für den „Normalbeton“ z. T. angenommen wird.

Hierzu sei ein Beispiel aus Laboratoriumsuntersuchungen mit wesentlich stärkerer, ganz ungewöhnlicher Beanspruchung angeführt. Der als Normalbeton anzusprechende Beton [5] bestand aus 300 kg Portlandzement in 1 m<sup>3</sup> fertigen Beton und Kies-

sand 0/30 mm, dessen Sieblinie zwischen den Regelsieblinien D und E der DIN 1045 verlief; der Wasserzementwert betrug 0,50 und 0,66. Der Beton, aus dem u. a. Platten 50 cm x 40 cm x 15 cm hergestellt wurden, war steif bzw. weich angemacht; er wurde zunächst 14 Tage lang dauernd feuchtgehalten und später wiederholt angeätzt. Im Alter von rd. 2 $\frac{1}{4}$  Jahren wurde eine der Flächen 50 cm x 40 cm, nachdem sie 5 Wochen lang unter Wasser stand, 100 Wechseln zwischen Gefrieren bei -12°C und Auftauen mit heißem Wasser von 60° bis 80°C ausgesetzt. An der so beanspruchten Fläche ließ sich durch Augenschein keine Veränderung feststellen, und die Biegezugfestigkeit dieser Platten fiel gegenüber unbeanspruchten nur in der Größenordnung der Versuchsstreuungen unterschiedlich aus.

Zahlreiche Platten 70 cm x 40 cm x 15 cm aus diesem Beton und aus Beton sehr ungünstiger Zusammensetzung wurden außerdem an *verschiedenen Orten im Freien* mit der unteren Hälfte in natürlichen Wassergerinnen stehend seit 1941 der Witterung voll ausgesetzt. Eine solche Einlagerungsstelle findet sich in rauhem Klima auf der Schwäbischen Alb in 516 m Meereshöhe (Klimazone III), eine weitere ist in Vorarlberg 1085 m hoch gelegen. Das Wasser des ersten Gerinnes zeichnet sich durch einen pH-Wert von 6,5, das Wasser des zweiten Gerinnes durch seine ungewöhnliche geringe Härte (rd. 1° d. H.) sowie durch schwach sauren Charakter (pH-Wert rd. 6,3) aus; es wirkt deshalb stark kalklösend. Der Beton ist also in der Grenzzone und darüber neben der vollen Einwirkung der Atmosphärien auch durch Spritzwasser und Wellenschlag dem chemischen Angriff dieses Wassers ausgesetzt. Der eingetauchte Teil der Proben unterliegt der chemischen Wirkung des Wassers, die in Vorarlberg durch die starke Strömung zweifellos erheblich verstärkt wird.

Der oben beschriebene Beton (Reihen e und f [5]) läßt nach bisher rd. 20jähriger Lagerung auch in Vorarlberg keine praktisch bedeutsamen Veränderungen erkennen. Durch das aggressive Wasser ist der Feinmörtel an der Oberfläche des eingetauchten Teils über den größeren Zuschlagkörnern abgetragen worden, so daß diese freiliegen. Im *luftgelagerten Teil* ist die Zementhaut zum Teil schwach abgewittert oder hat sich über einzelnen, außenliegenden, glatten Kieseln abgelöst.

Aber auch die für solche Beanspruchung unzweckmäßig zusammengesetzten Betone aus Mischungen mit Zementgehalten von rd. 200 kg/m<sup>3</sup>, sandreichem Zuschlaggemisch und Wasserzementwerten bis zu 0,86 weisen nur wenig abgesandete Oberflächen auf, also Veränderungen, die für den Bestand und auch für das Aussehen eines Wasserbauwerkes ohne Bedeutung sind.

Die gleichen auf der Schwäbischen Alb eingelagerten Platten blieben ohne bemerkenswerte Veränderungen.

Im übrigen ist es heute durch die Zugabe von luftporenbildenden Zusatzmitteln in einfacher Weise möglich, auch an sich weniger günstig zusammengesetzten Beton mit Wasserzementwerten über 0,55 selbst für sehr strenge klimatische Verhältnisse frostbeständig herzustellen [6].

Diese kurzen Ausführungen sollen darauf hinweisen, daß Beton bei Beachtung der vorhandenen Erkenntnisse heute so herge-

stellt werden kann, daß er praktisch wasserundurchlässig und frostbeständig ist und auch ausreichenden Widerstand gegen gelegentlich im Wasserbau anzutreffende, chemisch angreifende Wässer besitzt.

K. Walz

#### SCHRIFTTUM :

- [1] Walz, K.: Anleitung für die Zusammensetzung und Herstellung von Beton mit bestimmten Eigenschaften. Sonderdruck aus Beton- und Stahlbetonbau 53 (1958) H. 6, S. 163/169. Verlag Wilh. Ernst & Sohn, Berlin 1958.
- [2] Walz, K.: Wie werden betontechnische Erkenntnisse für das Bauen nutzbar gemacht? beton 10 (1960) H. 10, S. 483/490; ferner: Betontechnische Berichte 1960. Beton Verlag, Düsseldorf. S. 107/125.
- [3] Siehe auch Walz, K.: Undurchlässiger Beton. Bautechnik-Archiv, H. 13. Verlag Wilh. Ernst & Sohn, Berlin 1956.
- [4] Powers, T. C.: The physical structure and engineering properties of concrete, Bulletin 90. Portl. Cem. Assoc., Chicago, July 1958.  
Powers, T. C., L. E. Copeland und H. M. Mann: Capillary continuity or discontinuity in cement pastes, Journ. of the Res. and Development Laboratories 1 (1959) No. 2, S. 38 (Portl. Cem. Assoc., Chicago).
- [5] Walz, K.: Witterungsbeständigkeit von Beton. Deutscher Ausschuß für Stahlbeton, H. 127. Verlag Wilh. Ernst & Sohn, Berlin 1957 (Reihen e und f).
- [6] Walz, K.: Luftporenbildende Zusatzmittel. Deutscher Ausschuß für Stahlbeton, H. 123. Verlag Wilh. Ernst & Sohn, Berlin 1956.