

Untersuchung oberflächennaher Bereiche nach 20jähriger Auslagerung

Förderstelle: AiF

Nr.: 8361

Laufzeit: 01.12.1990 bis 30.11.1992

Projektleiter: Dipl.-Ing. K. Lehmann

Kurzfassung

Die Dauerhaftigkeit des Betons beruht im Wesentlichen auf einer ausreichend dichten und gegenüber den von außen einwirkenden physikalischen oder chemischen Beanspruchungen widerstandsfähigen Randzone. Bewehrte Außenbauteile aus Beton sind dann dauerhaft, wenn die für den Korrosionsschutz der Bewehrung verantwortlichen Voraussetzungen, wie insbesondere eine hohe Dichtigkeit im oberflächennahen Bereich des Betons, hinreichend lange erhalten bleiben.

Seit langem ist man bestrebt, Prüfverfahren zu entwickeln, mit deren Hilfe die Betonqualität im oberflächennahen Bereich quantitativ so beschrieben werden kann, dass gesicherte Aussagen zur Dauerhaftigkeit möglich sind. Mit diesem Forschungsvorhaben sollten deshalb die sich langfristig in den oberflächennahen (Rand) und oberflächenfernen (Kern) Bereichen des Betons einstellenden Gefügeparameter mit Hilfe von Permeabilitätsmessungen und Bildstrukturanalysen ermittelt werden. Diese Ergebnisse wurden den Ergebnissen bisheriger Prüfverfahren zur Beurteilung der Dauerhaftigkeit des Betons gegenübergestellt. Hierzu dienten 20 Jahre alte Betonprobekörper, deren Zusammensetzung und bisherigen Eigenschaften sehr gut bekannt waren.

Es wurden 12 unterschiedlich zusammengesetzte Betone nach rund 20-jähriger Auslagerung im Freien unter Dach untersucht. Die Herstellung der Betone erfolgte mit 2 Wasserzementwerten (0,50 und 0,70), wobei jeweils 2 Portlandzemente P3 und P4 (PZ 35 F, PZ 45 F) sowie 4 Hochofenzemente H75, H65, H50 und H40 (HOZ 35 L-NW/HS, zwei HOZ 35 L und HOZ 45 L) mit unterschiedlichen Hüttensandanteilen zwischen 41 M.-% und 76 M.-% verwendet wurden.

Die Lagerung im Freien unter Dach ist hinsichtlich der Umweltbedingungen, insbesondere im Hinblick auf die Carbonatisierung, als pessimal zu betrachten. Nur die übliche Laborklimalagerung 20 °C/65 % r.F. ist noch ungünstiger.

Aus den im Freien unter Dach ausgelagerten Betonplatten wurden Bohrkern entnommen und für die Untersuchungen der Betondruckfestigkeit, des dynamischen Elastizitätsmoduls, des Frostwiderstands (Würfelverfahren, 100 FTW), der Carbonatisierung, der Gesamt-, Kapillar- und Gelporosität (vgl. Tabelle) und der bildanalytischen Strukturuntersuchung an Dünnschliffen verwendet.

Die Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Die Betondruckfestigkeiten zeigten eine beträchtliche Zunahme zwischen 28 Tagen und 20 Jahren, die bei den PZ-Betonen im Mittel etwa 30 % und bei den HOZ-Betonen etwa 60 % betrug. Die Nacherhärtung nahm mit steigendem Hüttensandgehalt zu.
- Die Carbonatisierungstiefen lagen bei fast allen Betonen unabhängig von der Zementart nach 20 Jahren unter 24 mm.
- Die Ergebnisse der Permeabilitäts- und Diffusionsuntersuchungen korrelieren oft mit der Kapillarporosität, insbesondere bei einem w/z-Wert des Betons von 0,50.
- Die Ergebnisse der Bildanalyse sind ergänzend zur Beschreibung der Veränderungen in den Proben geeignet. Zweifellos zeigen sie ein Bild der Betonzusammensetzung und der Poren-

verteilung in den untersuchten Proben, aber sie ermöglichen nur in unzureichender Weise eine Aussage für den gesamten Beton. Demgegenüber ermöglichten die anderen Prüfmethode offenbar repräsentativere Aussagen.

- Obwohl die Permeabilitätskoeffizienten und Diffusionskoeffizienten nach bisherigen Erfahrungen für dauerhafte Betone der Betonfestigkeitsklasse B 15 bis B 55 im Bereich 10^{-14} bis 10^{-19} m² bzw. 10^{-6} bis 10^{-9} m²/s liegen, sind offenbar differenziertere Aussagen möglich. Im Hinblick auf die Beurteilung der Dauerhaftigkeit liegen mit der Kapillarporosität langjährige Erfahrungen und Zusammenhänge vor, so dass die Kapillarporosität des Zementsteins auch weiterhin am ehesten als geeignet erscheint das Dauerhaftigkeitsverhalten eines Betons zu beschreiben.
- Der höhere w/z-Wert ergab mit nahezu allen Prüfverfahren, ausgenommen die Bildstrukturanalyse, ein deutlich höheres Niveau der Messergebnisse (Porosität, Durchlässigkeit) bei gleichzeitig größerer Streubreite der Einzelwerte.
- Bezüglich der Zementart zeigte der Beton mit dem PZ 35 F (P3) meist die höchsten Messwerte mit den verschiedenen Untersuchungsmethoden. Diese Messwerte verringern sich zum PZ 45 F- (P4), H40-, H50- und H65-Beton, die bei leichten Schwankungen verhältnismäßig ähnliche Ergebnisse aufwiesen. Erst zum sehr hüttensandreichen H75-Beton erfolgte dann wieder ein Anstieg der Werte auf das Niveau der P3-Werte.
- Die Untersuchungsergebnisse zeigen in Übereinstimmung mit langjährigen Erfahrungen, dass durch die Beschränkungen des w/z-Werts auf 0,60 Betone mit ausreichendem Frostwiderstand hergestellt werden können.
- Der Ausfall der P3-Betonprobe im Frosttest zeigt in Übereinstimmung mit langjährigen Erfahrungen, dass die Bedingungen der Frost-Tauwechselprüfung im Labor gegenüber der Praxis zu streng sind.
- Alle untersuchten Betone sind zur Herstellung frostbeständiger Bauwerke geeignet, wenn ein w/z-Wert von maximal 0,60 eingestellt wird.