

# Alterungseinfluss auf den Frost-Tausalz-Widerstand von Beton

Wissenschaftlicher Kurzbericht Nr. 1 (2005)

Dipl.-Ing. Chr. Brandes, Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. P. Schießl

Arbeitsgruppe 2 Beton

Förderer: Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, Forschungsbericht v 405

## 1 Einleitung

Normalfester Beton mit einem hohen Frost-Tausalz-Widerstand muss nach DIN 1045-2 als Luftporenbeton unter Verwendung eines LP-Bildners hergestellt werden. Der Nachweis eines hohen Frost-Tausalz-Widerstandes kann durch verschiedene Prüfverfahren (CDF, VDZ, Boras, Ö-Norm) erfolgen, wobei alle Prüfungen aus Konformitätsgründen stets im Betonalter von 28 Tagen durchgeführt werden.

Langzeituntersuchungen z.B. in Schweden [1] zeigen allerdings, dass mit zunehmendem Alter der Frost-Tausalz-Widerstand positiv beeinflusst wird. Aus den Untersuchungen von Petersson geht beispielsweise hervor, dass Betone mit und ohne Luftporen nach bis zu fünf Jahren Auslagerung im Freien einen vergleichbaren Widerstand gegenüber Frost-Tausalz-Angriff zeigen.

Ziel dieses Forschungsvorhabens [2] war es daher, die Auswirkungen einer Prüfung des Frost-Tausalz-Widerstandes bei höherem Betonalter zu quantifizieren und mögliche Ursachen für einen abweichenden Widerstand aufzuzeigen. Es sollte weiterhin untersucht werden, inwieweit bei einer absehbar späteren Frost-Tausalz-Belastung Betone ohne künstliche Luftporen eingesetzt werden können.

## 2 Vorgehen

Hierzu wurden Probekörper nach den Vorschriften des CDF-Verfahrens hergestellt und zu unterschiedlichen Zeitpunkten auf deren Frost-Tausalz-Widerstand untersucht. Es wurden insgesamt 12 unterschiedliche Betone untersucht. Bei den Betonen wurden der Wasserzementwert (0,40 bzw. 0,50) und der Zement (CEM I 32,5 R; CEM II A-LL 32,5 R; CEM II-B S 32,5 R) variiert. Außerdem wurden alle Betone jeweils mit und ohne Luftporenbildner hergestellt.

Die Probekörper lagerten bis zur Prüfung bei drei unterschiedlichen Umgebungen, die Dauer der Lagerung betrug je nach Prüfzeitpunkt ein bis 24 Monate. Bei Lagerung A wurden die Probekörper im Normklima 20 °C/65 % r.F. gelagert. Bei den beiden anderen Lagerungen wurden die Probekörper im Außengelände der TU München gelagert. Hierbei waren die Probekörper der Lagerung B vor Regen geschützt, bei Lagerung C waren die Probekörper der freien Witterung ausgesetzt.

## 3 Ergebnisse und Diskussion

Bei der Prüfung des Frost-Tausalz-Widerstandes nach der CDF-Vorschrift im Alter von 28 Tagen wiesen die Betone die erwartete Reihung und Höhe an Schädigung auf. So war eine klare Abhängigkeit des Frost-Tausalz-Widerstandes vom Wasserzementwert und von der Verwendung eines Luftporenbildners erkennbar. Während die Betone mit Portlandzement bzw. Portlandhüttenzement fast ausschließlich identische Abwitterungen aufwiesen, wurde an den Betonen mit Portlandkalksteinzement in der Regel eine höhere Abwitterung ermittelt.

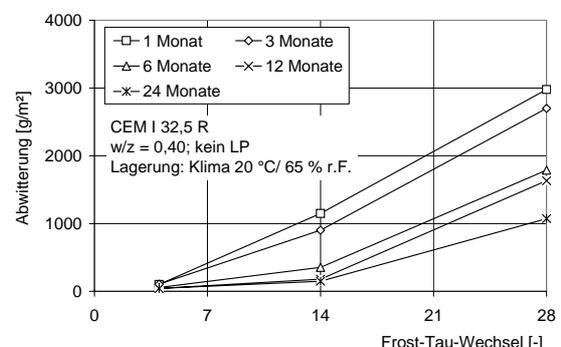


Bild 1: Abwitterung in Abhängigkeit des Prüfalters

Bei der Prüfung des Frost-Tausalz-Widerstandes in höherem Alter wiesen die Probekörper der Lagerung A (Klima 20 °C/ 65 % r.F.) eine signifikant niedrigere Abwitterung auf als die Probekörper, die im Alter von 28 Tagen geprüft worden waren (Bild 1). Hierbei war vor allem eine deutliche Verringerung der Abwitterung zu Beginn der Frost-Tau-Beanspruchung zu verzeichnen, während die Abwitterung ab rund 14 Frost-Tau-Wechseln bis zum Ende der Untersuchungen unabhängig vom Prüfalter verlief. Dies konnte darauf zurückgeführt werden, dass das Kapillarporensystem in der Randzone der Probekörper durch die Carbonatisierungsprodukte teilweise verengt bzw. unterbrochen wird. Während in den ersten Frost-Tau-Wechseln diese Verengungen die Schädigung verlangsamten, werden diese durch die Frost-Tau-Beanspruchung entfernt und das ursprüngliche Kapillarporensystem wird wieder freigelegt. Bei weiterer Prüfung findet somit bei allen Versuchen ein vergleichbarer Schädigungsfortschritt statt. Dies weist außerdem darauf hin, dass bei dieser Lagerung keine Verbesserung des Kernbetons stattfindet und dementsprechend nicht auf eine Nachhydratation der Probekörper geschlossen werden kann.

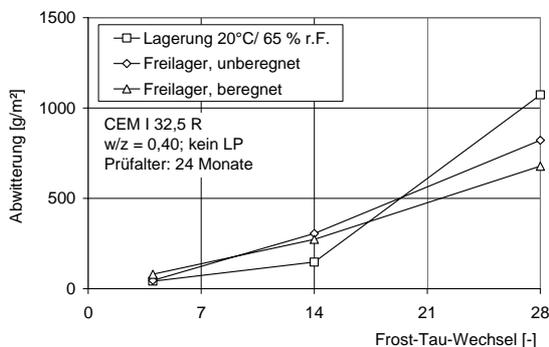


Bild 2: Abwitterung in Abhängigkeit der Lagerung

Die Probekörper der Betone der Lagerung B und C wiesen ebenso eine Verbesserung des Frost-Tausalz-Widerstandes im höheren Alter in Vergleich zum nach Vorschrift ermittelten Frost-Tausalz-Widerstand auf (Bild 2). Allerdings war die Abwitterungsrate der Probekörper bei einer späteren Prüfung konstant, im Abwitterungsverlauf war kein Knickpunkt zu erkennen. Hierbei wiesen die Probekörper, die in Lagerung B (unberechnet) gelagert gewesen waren, eine geringere Verbesserung des Frost-Tausalz-Widerstandes als die Probekörper, die in Lagerung C (berechnet, spätere Prüffläche oben) gelagert waren, auf. Bei den Probekörpern der

Außenlagerungen fand durch die größere Feuchte in den Probekörpern keine wesentliche Carbonatisierung der Randzone statt. Hier war im Gegensatz zur Lagerung A (trocken) eine Nachhydratation möglich, die bei einer späteren Prüfung zu einem höheren Frost-Tausalz-Widerstand führte. Dieser Alterungseffekt konnte bei den Probekörpern aus Portlandhüttenzement stärker als bei den Betonen mit reinem Portlandzement beobachtet werden.

Trotz der Verbesserung des Frost-Tausalz-Widerstandes bei einer späteren Prüfung konnten Verbesserungen in der Größenordnung, wie sie nach Petersson [1] festgestellt worden waren, nicht nachgewiesen werden. Dies kann unter anderem an einer längeren Auslagerung, der Bestimmung des Frost-Tausalz-Widerstandes nach einer anderen Vorschrift oder an einer anderen Betonzusammensetzung (z.B. Art des Zementes) liegen.

Generell kann aus diesen Ergebnissen nicht darauf geschlossen werden, dass Betone ohne Luftporenbildner, die erst einem späteren Frost-Tausalz-Angriff ausgesetzt werden, einen ausreichenden Frost-Tausalz-Widerstand aufweisen und somit in diesen Fällen auf einen Luftporenbildner verzichtet werden kann. Vielmehr können diese Untersuchungen dazu dienen, den Frost-Tausalz-Widerstand bestehender Bauwerke besser bewerten zu können. Dies kann z.B. dadurch erfolgen, dass der Verlauf der Schädigung, wie er in den Verfahren zur Bestimmung des Frost-Tausalz-Widerstandes ermittelt wird, berücksichtigt wird und der Schädigungsfortschritt getrennt für die Bereiche „Randzone“ und „Kernbeton“ bewertet wird.

#### 4 Förderhinweis

Die vorgestellten Ergebnisse sind im Rahmen eines durch den Deutschen Ausschuss für Stahlbeton finanzierten Forschungsvorhabens entstanden.

#### 5 Literatur

- [1] Petersson P.-E.: Betongs saltfrostbeständighet – Fältförsök; SP Rapport 1995:73; Swedish National Testing and Research Institute; Schweden 1995
- [2] Brandes Chr. und Schießl P., Alterungseinfluss auf den Frost-Tausalz-Widerstand von Beton unterschiedlicher Zusammensetzung, Abschlussbericht eines Forschungsvorhabens (gefördert durch den DAfStb), Selbstverlag, München 2004