

Frühes autogenes Schwinden von Hochleistungsbetonen (HPC)

Motivation

- Seit Mitte der 1980er Jahre ist eine frühe Rissbildung bei HPC durch autogenes Schwinden zu beobachten
- Die frühe Rissbildung ist mit Einbußen hinsichtlich der angestrebten Festigkeit und Dauerhaftigkeit sowie mit ästhetischen Mängeln verbunden
- Empirische Ansätze in Normen und Richtlinien beschreiben das autogene Schwinden von HPC nur ungenügend
- Hauptursache des autogenen Schwindens sind kapillare Zugspannungen als Folge der hydrationsbedingten Selbstaustrocknung; d.h. der geringe Wassergehalt und die erhöhte Feinporosität der HPC begünstigen das frühe autogene Schwinden

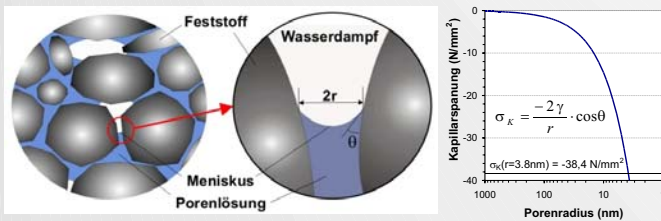


Abb. 1: Schematische Darstellung des Meniskus in einer teilgesättigten Pore (links) und kapillare Zugspannung in Abhängigkeit vom Porenradius (rechts)

Zielstellung

- Klärung des Einflusses der Mischungsbestandteile und der Mischungszusammensetzung von HPC auf das frühe autogene Schwinden, das eng mit der Zementhydratation verbunden ist
- Beurteilung der Schwindmechanismen durch Korrelation der gemessenen autogenen Verformungen mit der Hydratation, mit der sich durch die Hydratation entwickelnden Porenstruktur und mit den mechanischen Eigenschaften des Festkörpers

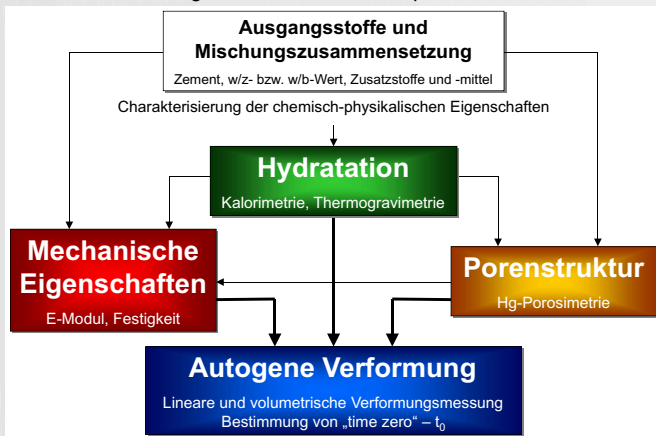


Abb. 2: Schematische Darstellung der Untersuchungen

Die Ergebnisse der Arbeit sollen dazu beitragen, künftig spannungsinduzierende autogene Verformungen durch eine optimierte Mischungszusammensetzung zu reduzieren und somit die frühe Rissbildung bei HPC zu vermeiden. Im Mittelpunkt steht dabei die Bindemittelmatrix von hochfesten und selbstverdichtenden Betonen.

Verformungsmessung

Das autogene Schwinden wurde u.a. mit einem linearen System erfasst, das den Messbeginn kurz nach der Herstellung der Bindemittelleime ermöglichte. Die Erstarrung und somit die Unterscheidung zwischen plastischem und spannungsinduzierendem Schwinden wurde durch eine Analyse der Verformungsgeschwindigkeit bestimmt.

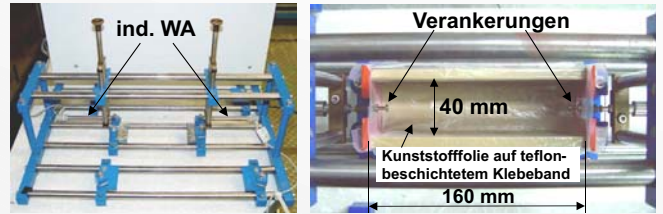


Abb. 3: Lineares System für Verformungsmessung

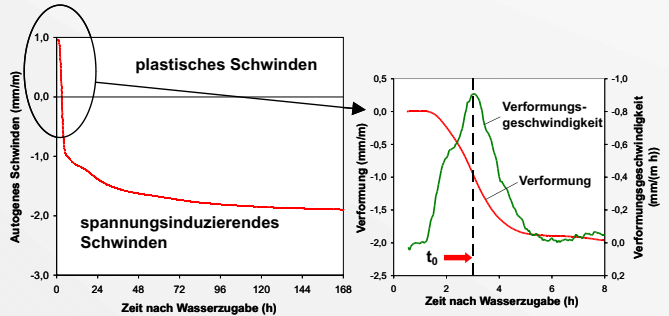


Abb. 4: Bestimmung der Erstarrung durch Analyse der Verformungsgeschwindigkeit

Zwischenergebnisse

- Das verwendete Fließmittel auf PCE-Basis beeinflusste im Wesentlichen die Frühphase der Hydratation. Seine hydrationsverzögernde Wirkung führte zu einer später einsetzenden Erstarrung und einem reduzierten plastischen Schwinden. Der Einfluss auf das autogene Schwinden nach der Erstarrung war deutlich geringer

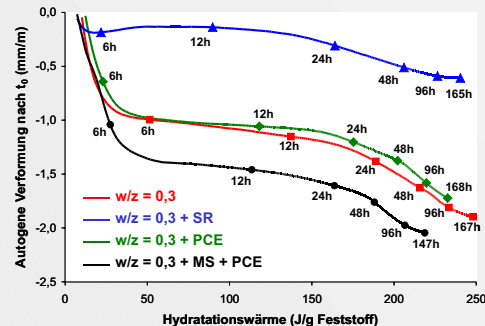


Abb. 5: Autogene Verformungen als Funktion der freigesetzten Hydrationswärme

- Die Zugabe des Schwindreduzierers (SR) hatte eine deutliche Hydrationsverzögerung in den ersten 12 Stunden zur Folge. Nach 7 Tagen war die freigesetzte Wärmemenge mit der der Referenzmischung vergleichbar. Im gleichen Zeitraum wurde jedoch ein geringeres autogenes Schwinden bei der SR-Mischung gemessen. Da die freigesetzte Hydrationswärme ein Maß für den Reaktionsfortschritt und die damit einhergehende Selbstaustrocknung ist, ist dies ein Beleg für die wirkungsvolle Reduzierung der kapillaren Zugspannungen durch den SR, dessen Wirkungsmechanismus in der Verringerung der Oberflächenspannung der Porenlösung liegt

- Die Zugabe von Mikrosilica hatte ein erhöhtes autogenes Schwinden nach der Erstarrung zur Folge. Die Ursache hierfür könnte die im Vergleich zu den Mischungen ohne Mikrosilica erhöhte Feinporosität sein

Für eine weitergehende Klärung der beobachteten Phänomene sind weitere Untersuchungen notwendig. Dies betrifft insbesondere die Porenstruktur und die mechanischen Eigenschaften.