

SCHWINDVERHALTEN VON BETON

# Ziel: das Schwinden verschwinden lassen

«Beton ist eine gerissene Bauweise», hört man des Öfteren. Die Rissbildung zu minimieren ist seit jeher ein Anliegen der Betonhersteller und der Baustoffindustrie. Häufig steht hierbei das Schwinden im Fokus.

Text: Peter Gäberlein, Thomas Hirschi

**G**emäss SIA 262 (Ziffer 4.4.2) ist Schwinden eine Ursache für die Rissbildung im Beton. Schwinden wird jedoch oft überbewertet und in der Auslegung des Betons missbraucht. Die folgenden Erläuterungen sollen helfen, das Thema zweckmässig zu behandeln.

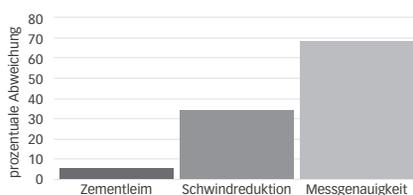
## Schwindprüfung im Ringversuch

In Ausschreibungen kann nach SN EN 206-1 Schwindreduktion als zusätzliche Eigenschaft definiert werden. Oft werden hierfür vorgegebene Werte nach verschiedenen Zeitintervallen festgelegt. Der Nachweis dieser Werte erfolgt durch die Schwindprüfung nach SIA 262-1 Anhang F.

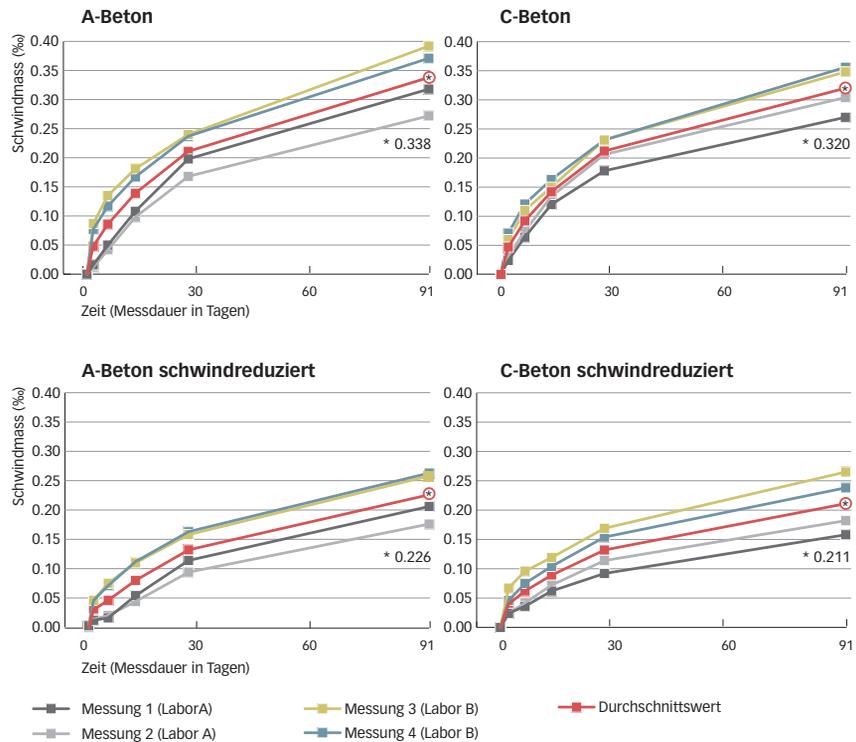
Zur Schwindprüfung erstellte die Vereinigung Akkreditierter Baustoffprüflabors im Jahr 2013 einen Bericht, der die Resultate eines Ringversuchs innerhalb von zwölf Baustofflaboren beinhaltet. Die Ergebnisse dieser Versuche flossen in die SIA-Norm 262/1:2013 ein und bilden die Grundlage für die Genauigkeit von Prüfergebnaten.

## Schwinden im Beispiel

Die Möglichkeiten, Trocknungsschwinden (vgl. Kasten S. 13) durch schwindreduzierende Zusatzmittel zu minimieren, wird anhand einer



Einflussfaktoren auf Schwindwerte.



**Vergleich der Schwindmasse zweier Betonsorten ohne und mit schwindreduzierendem Betonzusatzmittel.** Die Messungen erfolgten bei zwei Laboren. Jedes Labor gab zwei Messungen je Versuch ab. Die rote Linie entspricht den Durchschnittswerten aller Messungen.

Messreihe an zwei gebräuchlichen Betonsorten (A- und C-Beton) erläutert.

Massgebend für das Trocknungsschwinden ist der Zementleimgehalt einer Betonrezeptur. Der verwendete A-Beton weist einen Zementleimgehalt von 270 l/m<sup>3</sup> auf, der C-Beton liegt mit 244 l/m<sup>3</sup> etwa 10% darunter.

Der Einfluss der unterschiedlichen Zementleimmenge auf das Schwindverhalten ist erkennbar, bleibt jedoch in bescheidenem Rahmen. Die Verringerung des durchschnittlichen Schwindmasses beträgt nur etwa 5.5%. Offensichtlicher sind die Abweichungen der

einzelnen Messungen innerhalb einer Betonsorte, was die Angaben in der Norm bestätigt.

Auch der Einfluss von Schwindreduktionsmitteln wurde bei den beiden Betonsorten unter analogen Laborbedingungen untersucht. Die Dosierung betrug 2% bezogen auf das Zementgewicht. Die Streuung der Messungen ist hier ebenfalls deutlich erkennbar. Durch die Verringerung der Zementleimmenge ergibt sich auch bei Einsatz des schwindreduzierenden Mittels eine geringfügige Abnahme des durchschnittlichen Schwindmasses von nur 7.1%. Innerhalb der Betonsorten verringert sich das durch-

## Schwinden

Durch Veränderungen des Wasserhaushalts hervorgerufene, lastunabhängige Volumenänderungen des Betons werden als Schwinden bezeichnet. Die Klassifizierung verschiedener Schwindarten erfolgt aufgrund ihrer Ursache:

### Plastisches (kapillares) Schwinden

Kapillarschwinden bewirkt äussere Verformungen des frischen Betons infolge von Wasserverlust über die Betonoberfläche. Unter ungünstigen Voraussetzungen kann die Verformung bis zu 4 mm/m betragen. Derart grosse Längenänderungen können Risse zwischen 0.5 und 2.0 mm hervorrufen. Kapillarschwinden ist die einzige Schwindart, die durch eine gezielte Nachbehandlung, etwa dem Auftrag von flüssigen Nachbehandlungsmitteln oder durch Abdecken des Betons durch Folien, minimiert werden kann.

### Autogenes (chemisches) Schwinden

Die chemische Reaktion zwischen Zugabewasser und Zement während der Hydratation verringert das Ausgangsvolumen des Zementleims und führt zu autogenem Schwinden. Der hydratisierende Zement entzieht den Kapillarporen Wasser, sodass die Verfügbarkeit von freiem Wasser im Beton vermindert

wird. Man spricht von einer sogenannten Selbsttaustrocknung, die vom Wasser/Zement-Wert abhängig ist. Ein tieferer w/z-Wert führt zu stärkerem autogenem Schwinden. Empfehlungen, wie sich chemisches Schwinden minimieren lässt, fehlen.

### Trocknungsschwinden

Für Standardbetone üblicher Festigkeitsklassen ist Trocknungsschwinden relevant. Die Volumenverkleinerung des Betons erfolgt über Verdunsten des Wassers an der Bauteiloberfläche. Der Beton gibt bis zum Erreichen eines Gleichgewichts Wasser an die Umgebung ab. Dieser diffusionsgetriebene Prozess, der neben dem Klima auch von der Geometrie des Bauteils abhängt, kann sehr lang andauern.

Unter bestimmten Bedingungen kann durch Trocknungsschwinden die Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit von Betonbauteilen massiv beeinträchtigt werden. Durch das Schwinden der Bindemittelmatrix können Mikrorisse in der Matrix selbst und an den Kontaktflächen zur Gesteinskörnung entstehen. Bei ausgeprägter Verformungsbehinderung der Betonbauteile durch die Bewehrung können Zwangsspannungen durch Trocknungsschwinden Spalt- oder Trennrisse hervorrufen. In massigen Bauteilen können Feuchtegradienten auftreten, die zu inneren

Zwangsspannungen führen und Risse an der Bauteilaussenseite bewirken. Im Gegensatz zum autogenen Schwinden verstärkt sich das Trocknungsschwinden mit zunehmendem Wasser/Zement-Wert. Bei gebräuchlichen w/z-Werten zwischen 0.45 und 0.60 kann Trocknungsschwinden als massgebliche Schwindart angesehen werden.

## Schwindreduzierende Betonzusatzmittel

In der Regel kommen kurz- und langkettige Kohlenwasserstoffe zum Einsatz. Es handelt sich um nichtionische Tenside, die funktionale Hydroxyl- und Methylgruppen enthalten. Diese befinden sich an den Enden der Ketten respektive der Seitenketten der Moleküle. Durch ihren ausgeprägten tensidischen Charakter setzen die Moleküle die Oberflächenspannung des Wassers in der Porenlösung des Zementleims herab. Dieser Effekt ist die entscheidende Triebkraft für die schwindreduzierenden Eigenschaften dieser Stoffe. Neuere Untersuchungen zeigen, dass diese Substanzen Einfluss auf das Porengefüge des Zementleims nehmen und dadurch das Schwindverhalten von Beton positiv beeinflussen. •

schnittliche Schwindmass durch die Zugabe von Schwindreduktionsmitteln jedoch um 50% beim A-Beton und 51.7% beim C-Beton.

Bezüglich der minimalen Zementleimmenge liegt ein A-Beton an der Grenze des Machbaren. Weitere Optimierungen würden zulasten der Verarbeitbarkeit und Dauerhaftigkeit gehen. Die Praxistauglichkeit wäre nicht mehr gegeben. Unter Verwendung von Schwindreduktionsmitteln kann somit ein minimaler Schwindwert

von ca. 0.23% nach 91 Tagen unter Laborbedingungen erzielt werden. Berücksichtigt man zusätzlich die Vergleichsstandardabweichung, erhöht sich der Wert auf 0.27%. Unter Baustellenbedingungen ist jedoch mit wesentlich höheren Schwindwerten zu rechnen, da die klimatische Umgebung einen wesentlichen Einfluss hat.

Die Grafik S. 12 links unten zeigt die verschiedenen Einflussfaktoren auf das Schwindverhalten bei einem A- und C-Beton. Zu tief

angesetzte, geforderte Schwindwerte sind aufgrund der Streuung der Laborresultate stets fraglich. Zur Verringerung des Trocknungsschwindens ist der Einsatz von Schwindreduktionsmitteln die effizienteste Massnahme, während eine Herabsetzung der Zementleimmenge nur geringe Wirkung aufweist. •

Dr. Peter Gäberlein, Leiter Technik Admixture Systems, BASF Schweiz, peter.gaeberlein@basf.com;  
Thomas Hirschi, Bereichsleiter Beton/ Abdichten, Sika Schweiz, hirschi.thomas@ch.sika.com

## Weniger Sorgen für Selbstständige.

Die Unternehmensversicherung der Suva bietet Selbstständig-erwerbenden einzigartigen finanziellen Schutz bei Unfällen in Beruf und Freizeit sowie bei Berufskrankheiten. Übrigens: Auch mitarbeitende Familienmitglieder, die keinen AHV-pflichtigen Lohn beziehen, können sich versichern lassen. Weitere Informationen erhalten Sie unter [www.suva.ch/fuv](http://www.suva.ch/fuv).

**suvarisk**

Sicher versichert

Jetzt Offerte bestellen  
unter 0848 820 820

