

Hintergründe, Möglichkeiten, Limiten

Die Dauerhaftigkeit von Beton ist seit Jahrzehnten das Kernthema in der Betontechnologie. Viele Einflüsse verschiedenster Art können diese Dauerhaftigkeit negativ beeinflussen. Zur Sicherstellung einer hohen und nachhaltigen Dauerhaftigkeit steht das Konzept eines dichten Betons im Zentrum. Ein dichter Beton, welcher den schädigenden Einflüssen widerstehen kann, muss demzufolge eine sehr tiefe Tendenz zur Rissbildung aufweisen.

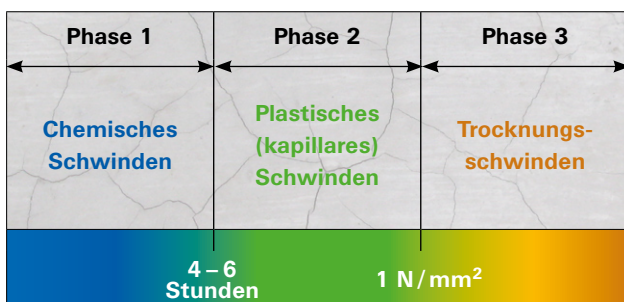
Die Rissbildung in einem Betonbauwerk wird durch verschiedenste Mechanismen beeinflusst:

- Belastungen
- Klimatische Einflüsse
- Konstruktive Durchbildung
- Materialwahl (Betonzusammensetzung)

Im Zusammenhang mit der Rissbildung rückt das Thema «Schwinden von Beton» sehr oft ins Zentrum. Demzufolge sind in Ausschreibungen von diversen Bauprojekten zusehends sehr tiefe Schwindmasse des Betons gefordert. Es sollen nachfolgend die Zusammenhänge und die Problematik der Thematik «Schwinden von Beton» aufgezeigt werden.

Schwindarten

Wenn bei einem Bauvorhaben das Schwinden von Bedeutung ist, wird oft das Schwindmass mit einem Wert spezifiziert. Dass damit nur ein kleiner Teil der Problematik behandelt wird, ist oft nicht bekannt. Die nachfolgende Tabelle soll die einzelnen Schwindphasen aufzeigen:



1. Chemisches Schwinden (Schrumpfen)

Beim chemischen Schrumpfen findet eine chemische Reaktion statt, bei welcher die Ausgangsstoffe (Zement und Wasser) in ein Reaktionsprodukt umgewandelt werden. Das Volumen des Reaktionsproduktes ist kleiner als die Summe der Volumen der Ausgangsstoffe. Dadurch entstehen primär bei massigen Bauteilen Schwindrisse über der Bewehrung. Um diese Art von Schwindrissen zu minimieren, ist ein Nachverdichten des Betons kurz vor Ende der Vibrierbarkeit hilfreich. Um dies bei grösseren Querschnitten zu gewährleisten, ist ein schichtweiser Einbau mit unterschiedlicher Verzögerung anzustreben.

Schwinden von Beton

Thomas Hirschi, Sika Schweiz AG

2. Plastisches (kapillares) Schwinden

Durch Verdunstung von Überschusswasser im Beton werden Kapillaren gebildet. Durch den auftretenden Kapillardruck können starke Verformungen entstehen, welche sich als spinnennetzartige Risse an der Betonoberfläche bemerkbar machen. Solche Risse treten verstärkt bei mehlkornreichen Mischungen auf. Um dieser Art von Schwinden entgegenzutreten, empfiehlt es sich, mit mehlkornarmen Mischungen zu arbeiten. Der wichtigste Punkt generell jedoch in der ganzen Schwindproblematik ist eine angemessene Nachbehandlung. Eine Zugabe von Kunststofffasern kann zusätzlichen Nutzen bringen.

3. Trocknungsschwinden

Das Trocknungsschwinden ist eine Volumenänderung (in allen drei Raumrichtungen) im Zementstein, die durch Änderung des Feuchtigkeitszustandes des Zementsteins bedingt ist, wodurch Spannungen im Beton entstehen. Um diesen Schwindverformungen entgegenzuwirken, ist ein Beton mit einem tiefen Zementleimvolumen zu wählen und/oder der Einsatz von Schwindreduktionsmitteln empfohlen.

Die Messung des Schwindmasses nach SIA 262/1 bezieht sich vorwiegend auf das Trocknungsschwinden.

Zusammenstellung der Schwindarten

| | Chemisches Schwinden | Plastisches (kapillares) Schwinden | Trocknungsschwinden |
|------------------|-----------------------------|--|--|
| Anteil | bis 0,12‰ | bis 4‰ | bis 0,5‰ |
| Ursache | Reaktion Zement – Wasser | Wasserverlust → Viel Mehlkorn → Einsatz von VZ | Austrocknung (chem./physik.) → Geringe Luftfeuchte |
| Massnahme | Nachverdichtung | Nachbehandlung PP-Faser | Geeignetes Betonkonzept |

Wenn man den Einfluss der einzelnen Schwindarten einander gegenüberstellt, zeigt sich, dass die grössten Verformungen im Bereich des plastischen Schwindens liegen. Demzufolge kann eine adäquate Nachbehandlung wesentlich effektiver sein als eine überspezifizierte Betonrezeptur.

Normative Vorgaben

In der SIA 262 ist das Thema «Vermeiden von Rissen» unter der Rubrik Dauerhaftigkeit beschrieben. Dabei sind folgende Punkte hervorzuheben:

Ziffer 3.1.2.5.1 weist darauf hin, dass massgebende Parameter wie Umgebungsfeuchte, Bauteilabmessungen und Betonfestigkeit bei der Abschätzung des Schwindmasses berücksichtigt werden müssen.

Ziffer 3.1.2.5.11 Falls die Auswirkungen des Schwindens für das Tragwerk von besonderer Bedeutung sind, müssen eingehende Prüfungen durchgeführt werden.

SIA 262/1, Anhang F: Bei der Prüfmethode zur Bestimmung des Schwindmasses sind folgende Punkte zu beachten:

- **Die Nullmessung** dieser Prüfung beginnt 24 +/- 1 Stunden nach der Betonherstellung!
- **Die Lagerung** der Prüfkörper erfolgt bei 20 +/- 2°C und einer rel. Luftfeuchte von 70 +/- 5%.
- **Die Messunsicherheit** für das Schwindmass wurde in einer Vergleichsprüfung ermittelt. Beim Schwindmass ergaben sich Wiederhol- und Vergleichsstandardabweichungen für den Mittelwert aus 3 Prüfkörpern von 0,022% und 0,039%.

Betontechnologisches Optimierungspotenzial

Sollte seitens der ausschreibenden Stelle ein tiefer Schwindwert gefordert werden, gibt es beschränkte Möglichkeiten zur Optimierung des Schwindverhaltens.

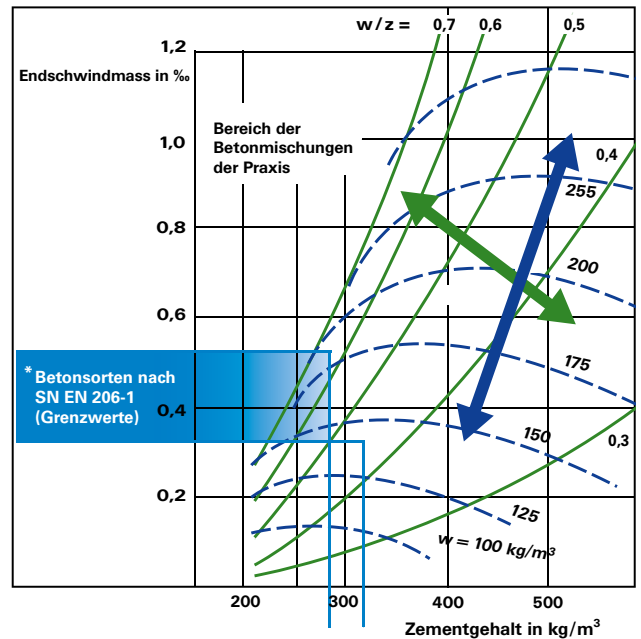
Aus Gründen der Wirtschaftlichkeit sind die in der Schweiz eingesetzten Betonrezepturen bereits optimiert, was das Bindemittelkonzept betrifft.

Nachfolgende Abbildung zeigt die Abhängigkeiten des Schwindmasses bezüglich Zement- und Wassergehalt. Es ist ersichtlich, dass hinsichtlich der Zusammensetzung primär der Wassergehalt für das Schwindmass entscheidend ist. Um die Funktionalität (Verarbeitbarkeit) der Betonrezeptur jedoch zu gewährleisten, ist eine reine Reduktion des Wassergehaltes kaum möglich. Um das Schwindmass aus stofflicher Sicht zu reduzieren, müsste also der Bindemittelgehalt in Abhängigkeit vom Wassergehalt reduziert werden. Dies ist meist nur möglich, wenn die ausschreibende Stelle kompromissbereit hinsichtlich der Expositionsklasse ist. Zusätzlich stellt sich dabei die Frage betreffend weitere dauerhaftigkeitsrelevante Parameter.

Die beste Möglichkeit zur Reduktion des Schwindmasses liegt in der Beigabe eines Schwindreduktionsmittels. Durch die Zugabe eines solchen Produktes kann eine Schwindreduktion von bis zu 30% des Trocknungsschwindens erreicht werden.

Der Einsatz von schwindkompensierenden Produkten wird nicht empfohlen, da es infolge von unkontrollierten Expansionen zu erheblichen Schäden kommen kann.

Schwindverhältnisse in Bezug auf Zement- und Wassergehalt



↔ Wassergehalt ↔ W/Z-Wert

Quelle: Beton; H. Weigler, S. Karl (Auszug)

* zu erwartende Endschwindmasse

Zusammenfassung / Empfehlung

Um eine dauerhafte, rissarme Konstruktion zu konzipieren, bedarf es einer koordinierten Abstimmung der Planung und der Ausführung. Die Reduktion eines dauerhaften Betons auf einen einzigen Schwindwert sollte dabei nicht im Vordergrund stehen. Neben den baustoffrelevanten Rahmenbedingungen sollten die weiteren Einflussfaktoren entsprechend berücksichtigt werden. Neben der konstruktiven Durchbildung ist insbesondere der Nachbehandlung grosse Aufmerksamkeit zu schenken.

Gegenseitiges Einvernehmen und Koordination aller Beteiligten sollten stets im Vordergrund stehen (Ingenieure, Bauunternehmung, Betonfabrikant).

Presyn AG
Ostermundigenstrasse 34a
CH-3006 Bern
Tel. 031 333 42 52
Fax 031 333 42 53
info@presyn.ch
www.presyn.ch