

## Untersuchungen zur langfristigen Karbonatisierung unter unbewitterten Aussenlagerungsbedingungen

Projektdauer: 2014-2020

Projektteam: Dr. Fritz Hunkeler und Dr. Stefanie von Greve-Dierfeld, TFB AG, Wildegg

### 1. Ausgangslage

In den letzten 15 Jahren hat sich der Zement- und Betonmarkt erheblich verändert. Es wurden neue Zemente mit einem tieferen Klinkergehalt auf den Markt gebracht. Zunehmend kommen auch Recyclingbetone zum Einsatz. Mit diesen Veränderungen ist es schwierig geworden, den Karbonatisierungswiderstand von Betonen zu beurteilen. Aussagekräftige Vergleiche mit Betonen mit dem Zement CEM I sind nicht mehr möglich.

So sind die heute vorhandenen Modellgrundlagen zur Karbonatisierungs- und Korrosionszeit für die Prognose der Nutzungsdauer von Stahlbetonbauten, die ein Risiko von Korrosionsschäden infolge Karbonatisierung des Betons aufweisen, nicht ausreichend. Insbesondere fehlen gesicherte Erkenntnisse zum langfristigen Karbonatisierungsverlauf unter natürlichen Bedingungen (Karbonatisierungsrate, Zeitexponent), zum Einfluss der relativen Luftfeuchtigkeit auf den Karbonatisierungsverlauf und die Korrosionsgeschwindigkeit wie auch verlässliche Angaben zum CO<sub>2</sub>-Gehalt z.B. in Strassentunnels. Diese Themen werden im Rahmen des ASTRA-Projektes AGB 2013/005 bearbeitet.

### 2. Zielsetzung

Das von der cemsuisse finanzierte Teilprojekt 3 des ASTRA-Projektes AGB 2013/005 befasst sich mit dem langfristigen Karbonatisierungsverlauf unter unbewitterten Aussenlagerungsbedingungen (Stevenson-Screen). Daraus sollte u.a. der effektive Zeitexponent  $b$  abgeleitet werden können.

### 3. Vorgehen

Für die Untersuchungen wurden im Sommer 2015 Prismen aus acht verschiedenen Betonen hergestellt. Diese Prismen werden seither an drei Standorten (Wildegg, Horw und Visp) in speziellen Behältern, den so genannten Stevenson-Screens, gelagert. Die Konstruktion dieser Behälter (**Abb. 1**) ermöglicht eine unbewitterte Lagerung (XC3). In periodischen Abständen wird die Karbonatisierungstiefe an abgespaltenen Scheiben der Prismen bestimmt.

Der CO<sub>2</sub>-Gehalt der Luft (inkl. Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Druck,) wird in Wildegg kontinuierlich gemessen. In Horw und Visp wurde diese Messungen über je ca. 1 Jahr durchgeführt.

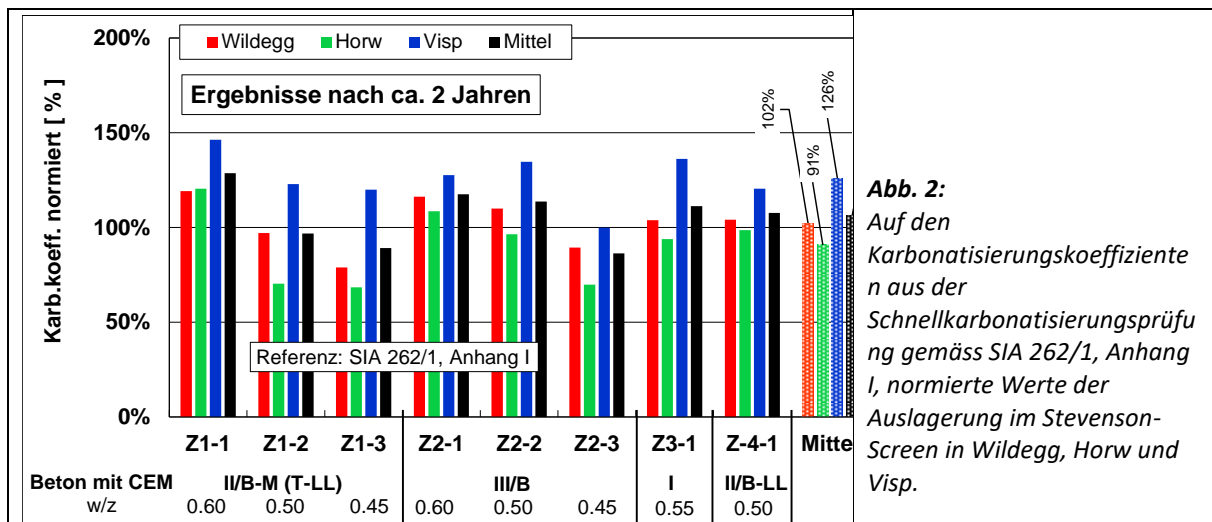
### 4. Bisherige Erkenntnisse (Zwischenergebnisse)

In der **Abb. 2** die Ergebnisse nach 2 Jahren dargestellt. Es ist ersichtlich, dass die Ergebnisse der unbewitterten Aussenlagerungsbedingungen (Stevenson-Screen) gut mit jenen der Schnellprüfung gemäss SIA 262/1, Anhang I, übereinstimmen (Mittelwert: 106%). Weiter ist erkennbar, dass die Karbonatisierung in Visp schneller abläuft als im schweizerischen Mittelland (tiefere Luftfeuchtigkeit).

Die vorliegenden Daten lassen erkennen, dass das  $v$ Zeit-Gesetz bei einigen Betonen nicht mehr gültig ist. Mit zunehmender Prüfdauer bzw. mit zunehmender Abweichung vom  $v$ Zeit-Gesetz wird sich die Übereinstimmung mit den Ergebnissen der SIA-Prüfung verschlechtern. Mit den weiteren Messungen sollte es möglich sein, die Abweichungen besser zu erkennen und zu quantifizieren.



**Abb. 1:**  
Stevenson-Screen in Horw mit Messkasten für die unbewitterte Aussenlagerung von Betonprüfkörpern.



**Abb. 2:**  
Auf den Karbonatisierungskoeffizienten aus der Schnellkarbonatisierungsprüfung gemäss SIA 262/1, Anhang I, normierte Werte der Auslagerung im Stevenson-Screen in Wildegg, Horw und Visp.

## 5. Bedeutung für die Praxis

Die Ergebnisse führen zu einer Verbesserung des Verständnisses der Karbonatisierung von Betonen mit neuen Zementen und der Modellgrundlagen. Dies trägt dazu bei, die Anforderungen an den Karbonatisierungswiderstand von Beton zu präzisieren und die Zusammensetzung von Betonen zielorientiert zu optimieren.