Zum Einfluss der Zementart auf den Frost-Tauwiderstand von Betonen bei variierender Prüftemperatur

Bachelor - Arbeit 2014 - Martin Rünger

BEUTH HOCHSCHULE FÜR TECHNIK BERLIN
University of Applied Sciences

Betreuung:
Prof. Dipl.- Ing. Jürgen Berger

FB III **Bauingenieur- und Geoinformationswesen**

Studiengang **Bauingenieurwesen**

Hintergrund und Zielsetzung

Der Frostwiderstand eines Betons ist u.a. von den Eigenschaften des Zementes abhängig. Folglich können Erkenntnisse über die Zementart und deren unterschiedliche Zusammensetzung ein besseres Verständnis über die Wirkungsweise des Zementes im Beton bei einer Frostbelastung bringen. Aus diesem Grund wurde im Rahmen der durchgeführten Abschlussarbeit der Einfluss der Zementart auf den Frost-Tauwiderstand von Betonen bei variierenden Prüftemperaturen untersucht. Die darin enthaltenen Laboruntersuchungen wurden mittels dem CIF-Test über einen Zeitraum von 56 Frost-Tau-Wechsel bei den Minimaltemperaturen von -10°C und -20°C nach BAW-Merkblatt durchgeführt. In welchem Maß sich der Hüttensandanteil beim Frostwiderstand des Betons auswirkt, sollte durch die Verwendung von den zwei Zementarten CEM I 42,5N und CEM III/B 32,5 LH/SR/NA festgestellt werden. Die Durchführung des Laborversuchs erfolgte im Labor für Baustoffe der Beuth Hochschule für Technik. Für eine bessere Vergleichbarkeit und Überprüfung der Versuchsergebnisse erfolgte eine zusätzliche Prüfung einer Prüfreihe (M1-KI bei -10°C) in einem Parallelversuch der KIWA Bautest GmbH.

Variierte Parameter des Laborversuchs

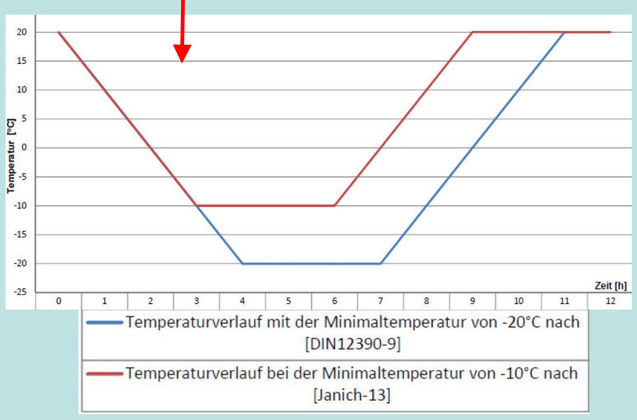
Einflüsse auf den Frost-Tauwiderstand

Betonzusammensetzung	technologische Einflussgrößen	einwirkungsbedingte Einflüsse
w/z- Wert	Transport	Feuchtigkeitsangebot
Zementsteinporosität	Verdichtung	Temperaturverhältnisse
Zusatzmittel	Nachbehandlung	Taumittel
Gesteinkörnung	Schutzmaßnahmen	Karbonatisierung
Zement		

Verwendete Zementarten

links: CEM I 42,5N
rechts: CEM III/B 32,5 LH/SR/NA

Temperaturverläufe des durchgeführten CIF-Tests



Übersicht des Versuchsprogramms

Prüfserie		Prüfwürfel zur Bestimmung der Betondruckfestigkeit		Prüfkörper für CIF-Test (56 FTW) bei verschiedenen Minimaltemperaturen	
Zementart	Mischung	Bezeichnung	Anzahl	-20 °C	-10 °C
CEM I	M2	V	W1-3	[-]	[-]
	M2	P	W1-3	W1-5*	W1-5*
CEM III/B	M1	V	W1-3	[-]	[-]
	M1	[-]	[-]	W1-5*	W1-5* KI-W1-5*

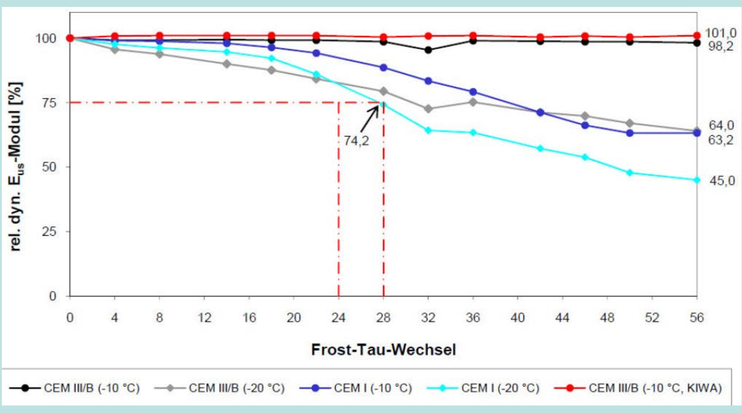
*jeweils Probekörper a (Prüfling) und b (Referenzprüfkörper)

Verwendete Betonrezepturen

Ausgangsstoff	Rezeptur M1	Rezeptur M2
Zement	333,1 kg/m³ (CEM III/B)	333,1 kg/m³ (CEM I)
Zugabewasser	176,6 kg/m³	176,6 kg/m³
w/z-Wert	0,53	0,53
Gesteinskörnung (D = Ø16)	1.835,0 kg/m³	1.835,0 kg/m³
Luftporen	2,0 V.-%	2,0 V.-%
Luftporenbildner	nein	nein

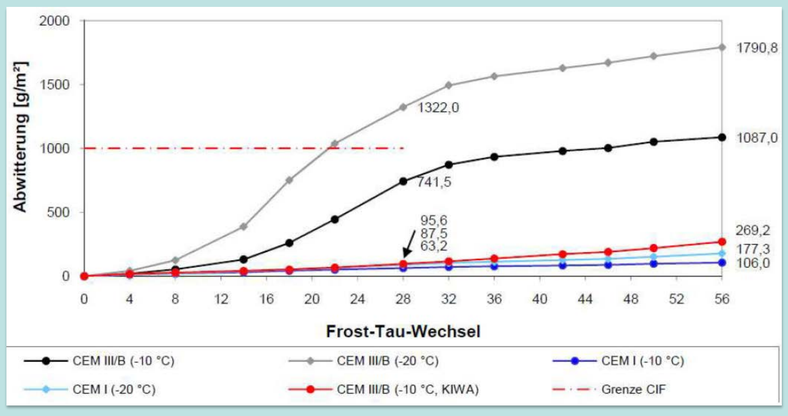
Ergebnisse

RDM-Verläufe aller Prüfreihen



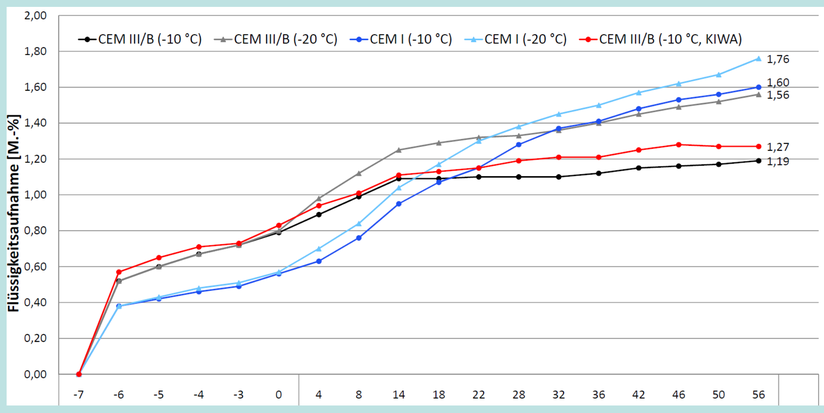
- größere Abnahme des relativ dynamischen E-Moduls beim Portlandzement-Beton
- geringere Schädigung in den modifizierten Prüfreihen (-10°C)
- zwischen BeuthHS und KIWA nur marginale Unterschiede

Abwitterung aller Prüfreihen



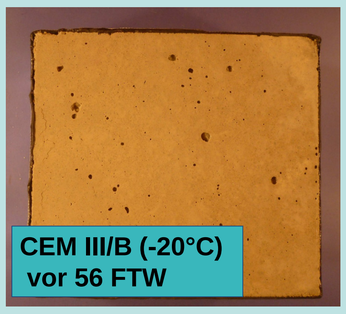
- größere Abwitterungsmengen beim CEM III/B als beim CEM I
- geringere Schädigung in den modifizierten Prüfreihen (-10°C)
- Phänomen des großflächigen Ablösens der oberen Zementleimschichten beim CEM III/B in der BeuthHS
- große Unterschiede zwischen BeuthHS und KIWA

Flüssigkeitsaufnahme aller Prüfreihen über den gesamtem Prüfzeitraum

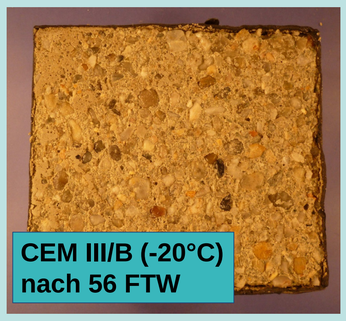


- größere Flüssigkeitsaufnahme beim CEM III/B während der Vorsättigung durch kapillares Saugen
- größere Flüssigkeitsaufnahme beim CEM I während der FTW-Belastung
- Abschwächung der Wasseraufnahme bei den modifizierten Prüfreihen (-10°C)
- zwischen BeuthHS und KIWA nur marginale Unterschiede

Ablösen der oberen Zementleimschichten

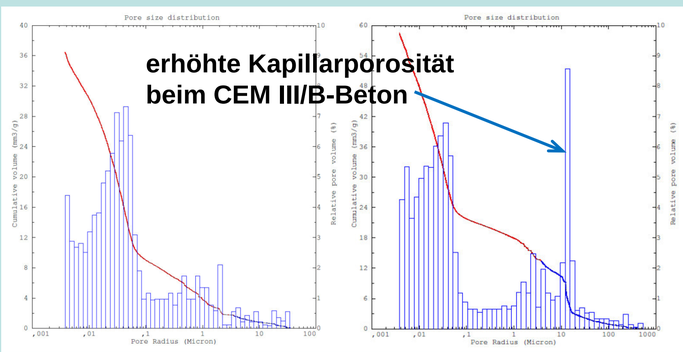


CEM III/B (-20°C) vor 56 FTW



CEM III/B (-20°C) nach 56 FTW

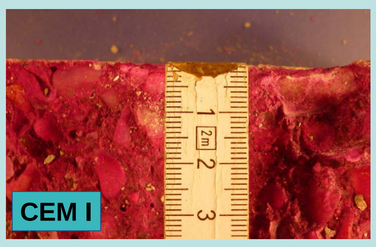
Ergebnisse aus Quecksilberdruckporosimetrie



CEM III/B ohne CIF (Referenzprüfkörper)

CEM III/B nach 56 FTW (CIF-Prüfling)

Bestimmung der Karbonatisierungstiefe nach 63 Tagen der Herstellung

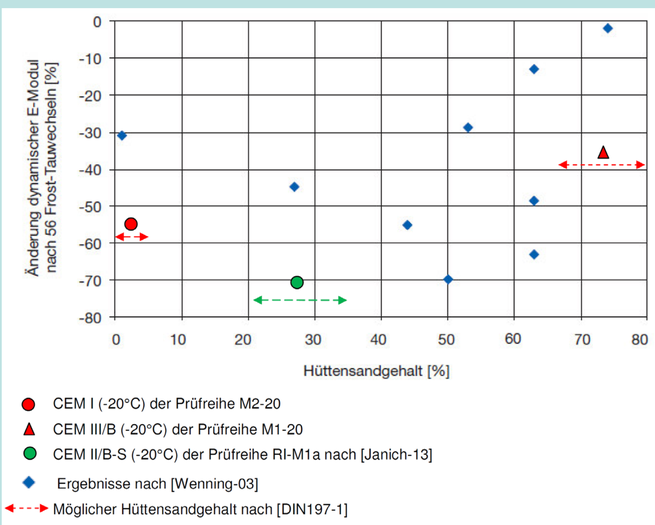


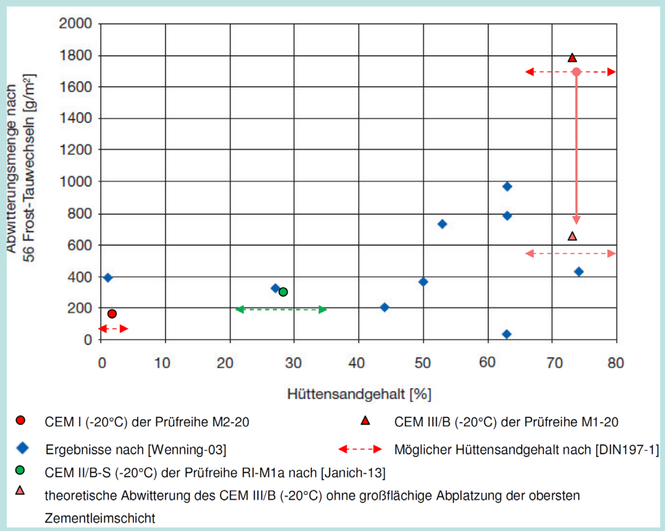
CEM I

CEM III/B

Auswertung

Innere Schädigung in Abhängigkeit vom Hüttensandgehalt des Zementes



- eindeutige Veranschaulichung des Einflusses der Zementart auf die Frostbeständigkeit von Betonen (innere und äußere Schädigung)
- größte Abnahme des relativ dynamischen E-Moduls bei den Betonen mit der intensivsten Feuchteaufnahme
- Verringerung der Abwitterungsmenge, der Feuchteaufnahme und der damit einhergehenden inneren Schädigung durch die Anhebung der Minimaltemperatur auf -10°C
- je größer der Hüttensandgehalt des Zementes desto größer die Abwitterungsmenge
- unerwartet hohe innere Schädigung beim CEM I-Beton
- mögliche Ursachen für das großflächige Ablösen der oberen Zementleimschichten:
  - schnellere Karbonatisierung des CEM III/B-Betons
    → ca. 3,5 mm (ca. 12-mal größer als beim CEM I Beton)
  - erhöhte Kapillarporosität beim CEM III/B-Beton
- mögliche Ursache für das ungleiche Abwitterungsverhalten zwischen BeuthHS und KIWA:
  - Unterschiede bei den verwendeten Prüfflüssigkeiten

Abwitterungsmenge in Abhängigkeit vom Hüttensandgehalt des Zementes