

# 1 ASBPLATZVERHALTEN VON SELBSTVERDICHTENDEM BETON (SCC)

Johannes Horvath, Frank Dehn

## 1.1 Brandversuche

Es wurden 6 Probekörper am Institut für Baustofflehre, Bauphysik und Brandschutz an der TU Wien gemäß Richtlinie Faserbeton des ÖVBB mit Abmessungen 60/50/30 hergestellt und mittels EBM-Kurve (HCI- Kurve) 2 Stunden beflammt. Die Mischungszusammensetzungen sind in Tabelle 1-1 aufgelistet. Prinzipiell unterscheiden sich die Mischungen lediglich durch unterschiedliche Zugabemengen an PP-Fasern. Einen weiteren Unterschied stellt die Lagerung dar, und zwar wurden die Proben M1, M2 und M3 im Wasser gelagert, die Proben M4, M5 und M6 an der Luft. Dies soll zeigen, wie sich erhöhte Wassergehalte auf das Abplatzverhalten von SCC auswirken. Der W/Z-Wert beträgt bei allen Mischungen 0,44, der W/B- Wert beträgt 0,39. Der Zement ist somit vollständig hydratisiert.

Wie aus Tabelle 1-1 ersichtlich wird, ergibt sich für die Wasserlagerung ein i. M. 1,3 % höherer Wassergehalt als bei jenen Proben aus der Luftlagerung. Der Wassergehalt wurde an Vergleichsprobekörpern (Würfel 15/15/15) bei 105 °C Ofentrocknung bestimmt.

Mittlere Wassergehalte im Vergleich:

SCC unter Wasser :	5,4 %
SCC an der Luft :	3,5 %

Persson bekommt in [1] ähnliche Wassergehalte für SCC an der Luft (3,6 %), j für SCC unter Wasser sind seine Werte i. M. um 0,5 % höher (5,9 %).

Weiters gibt er an, dass die Druckfestigkeit bei Zugabe von 1 kg/m<sup>3</sup> PP-Fasern um ca. 2,3 % reduziert wird. Das entspricht auch in etwa den hier erhaltenen Ergebnissen.

Ein Einfluss des W/B- Wertes auf das Abplatzverhalten ist laut Persson ebenfalls gegeben. Das größte Risiko ergibt sich bei einem W/B- Wert um die 0,40, bei 0,80 gab es keine Abplatzungen. Dieser Wert ist aber für Betone nicht zulässig, da die meisten Richtlinien und Regelwerke den W/B-Wert mit 0,55 bzw. 0,60 nach oben beschränken, um allgemein geforderte Betonqualitäten zu garantieren.

Es wurden auch die Wassereindringtiefen bei Normklima nach ÖNORM B3303 bestimmt. Hier zeigte sich, dass das Einmischen von PP-Fasern die Eindringtiefe leicht erhöht, jedoch Grenzwerte nicht erreicht werden.

In [1] wird berichtet, dass die Wassereindringtiefe bei Proben mit PP-Fasern bei 200 °C wieder absinkt. Persson führt dies auf die schmelzenden PP- Fasern zurück, welche die Poren verstopfen.

Tabelle 1-1: Mischungszusammensetzungen von SCC [2]

Selbstverdichtender Beton [SCC]							
Bestandteile	Hersteller	M 1 Einwaage [kg/m <sup>3</sup> ]	M 2 Einwaage [kg/m <sup>3</sup> ]	M 3 Einwaage [kg/m <sup>3</sup> ]	M 4 Einwaage [kg/m <sup>3</sup> ]	M 5 Einwaage [kg/m <sup>3</sup> ]	M 6 Einwaage [kg/m <sup>3</sup> ]
Abmessung der Probe [cm]		60/50/30	60/50/30	60/50/30	60/50/30	60/50/30	60/50/30
Lagerung		Wasser			Luft		
Zuschlag GK 16	Quarz Fa. Kies- Union	1759	1757	1755	1759	1757	1755
Wasser (W)		190					
Verflüssiger	Glenium 51	8,6	9,3	10,0	8,6	9,3	10,0
Zement	CEM I 42,5 R (HS) WT 33	430					
Polypropylen- faser 623 monofil.	L = 6 mm PP Fibrin	0	1,5	2,5	0	1,5	2,5
Summe		2387	2386	2385	2387	2386	2385
Wassergehalt bei 105 °C [%]		5,35	5,43	5,48	3,46	3,52	3,50
Wassereindringtiefe [mm]		3	5	8	3	8	11
Druckfestigkeit [N/mm <sup>2</sup> ]		59	57	57	54	51	52

In der Abbildung 1-1 ist die beflamte Oberfläche des Betons ohne PP-Fasern ersichtlicht. Deutliche Abplatzungen der gesamten Oberfläche mit einer max. Abplatztiefe von 2,3 cm, und einer mittleren Abplatztiefe von 1,6 cm resultierten aus diesem Brandversuch. Die enorme thermische Zerstörung des Probekörpers zeigt Abbildung 1-2. Die Probe zeigte tiefe, breite Trennrisse, die eingelegte Bewehrung verhinderte die gänzliche Zerstörung des Probekörpers.



Abbildung 1-1: Oberfläche von M1 (ohne PP-Fasern) nach dem Brandversuch



Abbildung 1-2: Stirnfläche von M1 nach dem Brandversuch

In Abbildung 1-3 ist ein zu erwertender Temperaturverlauf bei gegebener Belastung in verschiedenen Tiefen dargestellt. Im Bereich der 10 cm Temperaturkurve zeigt sich ein Plateau bei 100 °C, welches auf Wasserkondensation hinweist.

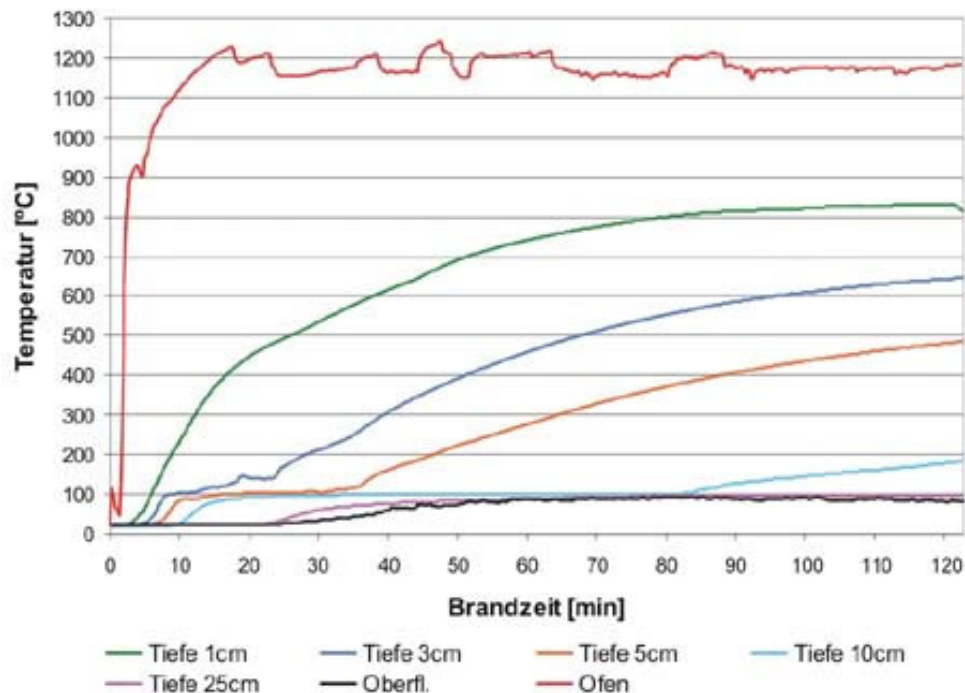


Abbildung 1-3: Temperaturverlauf während des Brandes in verschiedenen Tiefen.

In der Abbildung 1-4 ist die beflammete Oberfläche des Betons mit 1,5 kg/m<sup>3</sup> PP-Fasern ersichtlicht. Deutliche Abplatzungen auf ca. 75 % der Oberfläche mit einer max. Abplatztiefe von 1,8 cm, und einer mittleren Abplatztiefe von 1,0 cm resultierten aus diesem Brandversuch. Die thermische Zerstörung des Probekörpers zeigt Abbildung 1-5. Hier sind die Risse nicht so groß wie im Vergleich zur Probe ohne PP-Fasern, jedoch ist auch hier noch eine erhebliche Schädigung ersichtlicht.



Abbildung 1-4: Oberfläche von M2 (1,5 kg/m<sup>3</sup>) nach dem Brandversuch

Abbildung 1-5: Stirnfläche von M2 nach dem Brandversuch

In der Abbildung 1-6 ist die beflammete Oberfläche des Betons mit 3,0 kg/m<sup>3</sup> PP-Fasern ersichtlicht. Abplatzungen der beflamten Oberfläche sind nicht vorhanden.



Die thermische Zerstörung des Probekörpers zeigt Abbildung 1-7. Hier sind kleine Risse vorhanden, im Vergleich zu den anderen Proben ist dieser Beton jedoch lediglich oberflächlich bis zu einer Tiefe von etwa 2,5 cm thermisch zerstört.

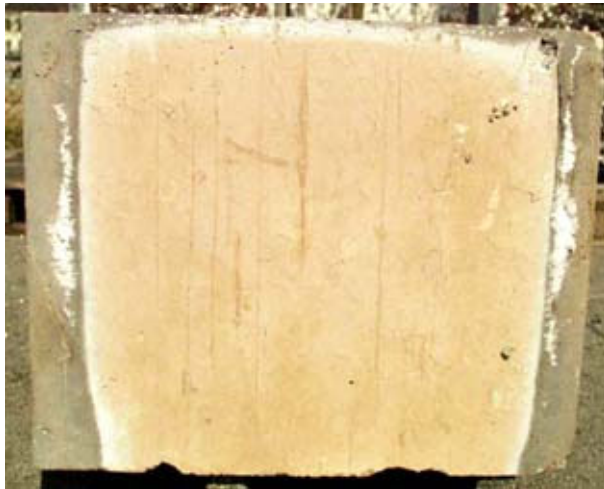


Abbildung 1-6: Oberfläche von M3 (3,0 kg/m<sup>3</sup>) nach dem Brandversuch



Abbildung 1-7: Stirnfläche von M3 nach dem Brandversuch

In der Abbildung 1-8 ist die beflamnte Oberfläche des Betons ohne PP-Fasern ersichtlicht. Deutliche Abplatzungen auch hier bei etwa 80 % der Oberfläche mit einer max. Abplatztiefe von 1,5 cm, und einer mittleren Abplatztiefe von 0,9 cm resultierten aus diesem Brandversuch. Die thermische Zerstörung des Probekörpers zeigt Abbildung 1-9. Die Probe zeigt im Vergleich zu M0 (höherer Wassergehalt) eine verhältnismäßig kleine Schädigung.



Abbildung 1-8: Oberfläche von M4 (ohne PP-Fasern) nach dem Brandversuch



Abbildung 1-9: Stirnfläche von M4 nach dem Brandversuch

In der Abbildung 1-10 ist die beflamnte Oberfläche des Betons mit 1,5 kg/m<sup>3</sup> PP-Fasern ersichtlicht. Abplatzungen auf der Oberfläche sind keine vorhanden. Die thermische Zerstörung des Probekörpers zeigt Abbildung 1-11. Eine thermische Schädigung ist ersichtlich, jedoch im Vergleich zur wassergelagerten Probe M2 ist die Schädigung viel geringer.



Abbildung 1-10: Oberfläche von M5 (1,5 kg/m<sup>3</sup>) nach dem Brandversuch



Abbildung 1-11: Stirnfläche von M5 nach dem Brandversuch

In der Abbildung 1-12 ist die beflammete Oberfläche des Betons mit 3,0 kg/m<sup>3</sup> PP-Fasern ersichtlicht. Abplatzungen der beflamnten Oberfläche sind nicht vorhanden. Die thermische Zerstörung des Probekörpers zeigt Abbildung 1-13. Hier sind kleine Risse vorhanden, im Vergleich zu den anderen Proben ist dieser Beton jedoch lediglich oberflächlich bis zu einer Tiefe von etwa 2,0 cm thermisch zerstört.



Abbildung 1-12: Oberfläche von M6 (3 kg/m<sup>3</sup>) nach dem Brandversuch



Abbildung 1-13: Stirnfläche von M6 nach dem Brandversuch

### Erkenntnisse:

- Bei wassergelagerten Probekörper ohne PP-Fasern ist die Abplatzgefahr erheblich größer als bei den luftgelagerten Proben. Ebenso ist die thermische Schädigung markant größer. Dies kann bei wassergelagerten Proben bis zur vollständigen Zerstörung führen.
- Bei wassergelagerten Betonen ist der Gehalt von 1,5 kg/m<sup>3</sup> der verwendeten PP-Fasern zu gering, um explosive Abplatzungen zu verhindern. Bei luftgelagerten reicht diese Menge aus.

- Ab 3 kg/m<sup>3</sup> PP-Faseranteil ist kein Abplatzen gegeben und auch die thermische Schädigung ist gering, sodass gegebenenfalls eine Sanierung mit vertretbaren technischen und finanziellen Mitteln möglich wird.
- Bei SCC hängt das Abplatzen vom Wassergehalt (w/b-Wert) und vom Mehlkornanteil ab. Bei diesen Betonen muss aus rheologischen Bedingungen heraus der Feinanteil im Beton erhöht werden. Somit wird die Permeabilität niedriger [2].

Möglicherweise reicht eine geringer Faserdosierung (2 - 2,5 kg/m<sup>3</sup>) auch, um Abplatzungen zu verhindern, dass müsste aber erst durch einen Versuch geprüft werden. Die gewonnen Erkenntnisse decken sich mit jenen aus [1].

- [1] **Persson, B.:** Self Compacting Concrete at Fire Temperatures. Division of Building Materials, Lund Institute of Technology, Lund, 2003
- [2] **Horvath, J.:** Beiträge zum Brandverhalten von Hochleistungsbetonen, Dissertation, Institut für Baustofflehre, Bauphysik und Brandschutz, TU Wien, 2003