

M. Zeiml, W. Lindlbauer, Wien

Forschungsvorhaben Brandbeständigkeit von Faser-, Stahl- und Spannbeton – Permeabilitätsmessungen

1. EINLEITUNG

Die Sektion Spannbeton der Österreichischen Vereinigung für Beton- und Bautechnik (ÖVBB) führte im Jahr 2001 Vorversuche mit Unterstützung ihrer Mitglieder durch [1]. Nach Abschluss dieser Vorversuche, wurde ein Forschungsvorhaben für die Untersuchungen der Brandbeständigkeit von Faser-, Stahl- und Spannbeton unter der Federführung des nunmehrigen Instituts für Betonbau, Baustoffe und Bauphysik der Universität Innsbruck beim Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie beantragt, das auch von der Eisenbahn – Hochleistungsstrecken AG unterstützt wird [2].

2. VERSUCHSKÖRPER UND VERSUCHSDURCHFÜHRUNG

Durch eine möglichst große Variation der folgenden Versuchsparameter wurde versucht, möglichst alle in der Praxis auftretenden Einwirkungen und Bedingungen der offenen Bauweise nachzuvollziehen:

- Betonstandard (B30/WU/FTB/BS1, B40/HL/FTB, B30/FB/LPV)
- Dicke der Versuchskörper (30 cm, 50 cm)
- Bewehrung der Versuchskörper (Netz $\varnothing 14$ e = 10 cm bzw. eine Richtung $\varnothing 20$, zusätzlich: AQ 50)
- Lagerung der Versuchskörper (Wasserlagerung, Umgebungsbedingungen, Heizmatte)
- Fasern und Fasergehalt (1,5 kg/m³ bzw. 3,0 kg/m³ PP-Fasern, zusätzlich: 30,0 kg/m³ Stahlfasern)
- Brandkurve (ETK 240', Lainz 180', RWS 120', RWS 180')
- Spannungszustände (0,5 MPa, 1,16 MPa, 9,0 MPa Druck, Zug an der Unterseite)

Folgende Messungen wurden während bzw. nach den Brandversuchen durchgeführt:

- Temperaturmessungen (Temperaturentwicklung über die Zeit, Temperatureindringkurven)
- Abplatzungen (während bzw. nach Versuch, Abplatzungsentwicklung über die Zeit)
- Feuchtegehalt (Feuchte zum Versuchszeitpunkt, Restfeuchte)
- Spannkraftverlauf (zeitlicher Verlauf während des Versuchs)
- Fettdruck in eingelegten Spannritzen (Druckentwicklung im Hüllrohr über die Zeit während des Versuchs)
- Dampfdruckmessung im Beton (Druckentwicklung über die Zeit während des Versuchs)
- Druckfestigkeit, Biegezugfestigkeit (an Referenzproben zum Versuchszeitpunkt bestimmt)
- Prüfung der Vorspannbewehrung (Streckgrenze nach Versuch, Restfestigkeit)
- Prüfung der schlaffen Bewehrung (Streckgrenze nach Versuch, Restfestigkeit)
- Bohrkernentnahme (Restfestigkeit, Wassereindringtiefe, Permeabilitätsmessungen)

3. PERMEABILITÄTSMESSUNGEN AM NORMAL- BZW. FASERBETON:

Das während der Erwärmung des Betons verdampfende Porenwasser führt durch die Volumenzunahme beim Übergang des Wassers vom flüssigen in den gasförmigen Zustand zu einem Ansteigen des Drucks in den Poren. Dieser Wasserdampfdruck verursacht im Beton Zugspannungen, die im Falle des Überschreitens der Zugfestigkeit zu Abplatzungen führen. Die Menge des Dampfes, die je Zeiteinheit aus dem Betonkörper entweichen kann wird von der Anzahl der Poren, deren Größe und deren Durchgängigkeit bestimmt. Die maßgebende Größe in diesem Zusammenhang ist die Permeabilität k [m²] (siehe [3], [4]).

Alle Einflüsse auf die Permeabilität berücksichtigend, wurden aus Versuchskörpern ohne bzw. mit 1,5 kg/m³ Faserzugabe Bohrkern mit Durchmesser 143 mm entnommen und in 50 mm dicke Scheiben geschnitten. Die einzelnen Scheiben wurden unterschiedlichen Temperatur- und Feuchtebedingungen ausgesetzt und danach dem Experiment zur Bestimmung der Permeabilität unterzogen. Der zum Einsatz kommende Messaufbau wurde am Institut für Festigkeitslehre der TU Wien entwickelt und gebaut (siehe Abb. 1).

Mit den Ergebnissen der Messungen konnte die Entwicklung der Permeabilität in Abhängigkeit der Temperatur anhand von Näherungsgeraden dargestellt werden (Abb. 2). Zum Vergleich wurden der Literatur zusätzlich Messergebnisse entnommen (für Tunnelinnenschalenbeton [5] bzw. für hochfesten Beton [6]). Die Messwerte des Forschungsvorhabens wiesen auf einen beträchtlichen Unterschied der Permeabilitäts-Anfangswerte und auf einen steileren Anstieg der Permeabilität des Normalbetons mit steigender Temperatur hin.

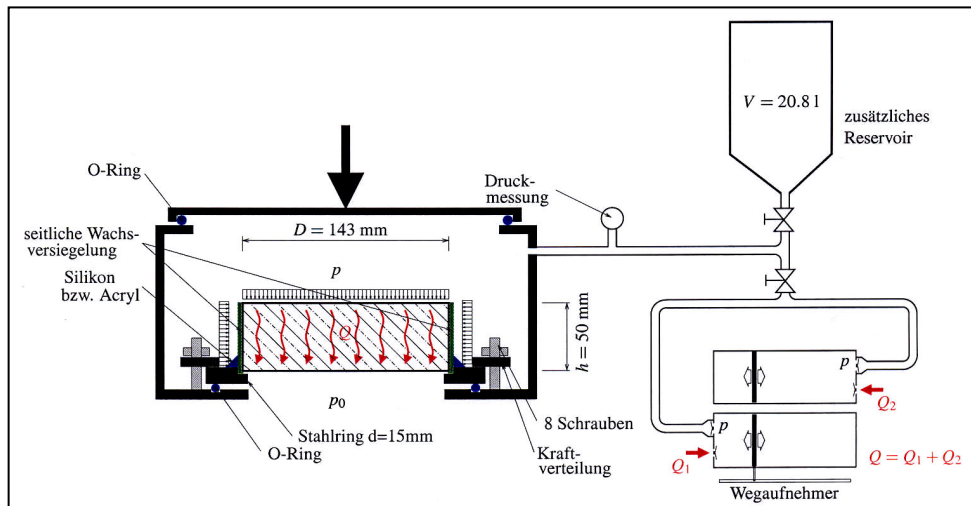


Abb. 1: schematisches Modell des Messgeräts zur Bestimmung der Permeabilität

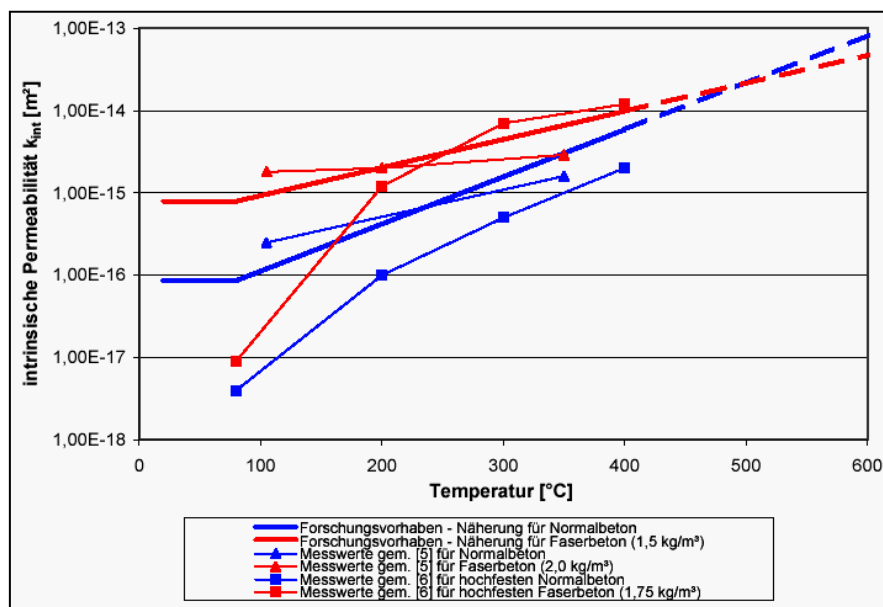


Abb. 2: intrinsische Permeabilität für Normal- und Faserbeton

4. LITERATUR

- [1] Nistelberger, M.: Bericht über Brandversuche an Betonplatten mit einbetonierten kunststoffummantelten Spannbetonlitzten, TQ-Nr.: 549, unveröffentlichter Bericht der VOEST - ALPINE Austria Draht GmbH (Februar 2001)
- [2] Lindlbauer, W. und Zeiml, M.: Forschungsvorhaben Brandbeständigkeit von Faser-, Stahl- und Spannbeton – Aufgabenstellung und Versuchsdurchführung, Schriftenreihe der Österreichischen Vereinigung für Beton- und Bautechnik 50 (2002)
- [3] Jacobs, F.: Permeabilität und Porengefüge zementgebundener Werkstoffe, Dissertation, ETH Zürich (1994)
- [4] Kollek, J.: The determination of the permeability of concrete to oxygen by the CEM-Bureau method – a recommendation, Materials and Structures 22 (1989)
- [5] VÖZFI-Forschungsbericht: Praxisverhalten von erhöht brandbeständigem Innenschalen-Beton, Abschlussbericht, in Ausarbeitung (2003)
- [6] Kalifa, P., Chéné, G., Gallé, C.: High temperature behaviour of HPC with polypropylene fibres: from spalling to microstructure, Cement and Concrete Research 31 (2001)