

Abplatzpotential von Tunnelinnenschalen im Niedertemperaturbereich bis 450 °C

Maier, G.; Peyerl, M.; Kirnbauer, J.; Bruckner, H.

Die schweren Tunnelbrände vor knapp 15 Jahren haben gezeigt, welche verheerenden Auswirkungen ein Brand auf die Sicherheit von Personen sowie die Tragstruktur von Tunnelbauwerken hat. Die im Anschluss an diese Ereignisse abgewickelten Forschungsvorhaben legten dar, dass durch die gezielte Beimengung von Polypropylenfasern zum Beton die erforderliche Brandbeständigkeit für den Hochtemperaturbereich grundsätzlich erreicht werden kann. Bei Brandereignissen werden jedoch nicht alle Bauteile gleich hohen Temperaturen ausgesetzt. Ziel des gegenständlichen Forschungsvorhabens war, die Auswirkungen von Brandereignissen auf die nicht direkt vom Brand betroffene Bausubstanz im Niedertemperaturbereich bis etwa 450 °C (Tunnelrohre in gewisser Distanz zum Brandereignis, Lüftungsbauwerke, Zwischendecken, Fluchtstollen) durch Brandversuche zu untersuchen. Hierbei wurden Betonzusammensetzungen untersucht, die grundsätzlich ohne die übliche Verwendung von Polypropylenfasern im Niedertemperaturbereich auskommen. Bisherige Erfahrungen mit der Ausgestaltung des Versuchsaufbaus von Brandräumen bzw. von Aufheizkurven existierten dabei nur für den Hochtemperaturbereich und wurden für die Projektrealisierung neu konzipiert. Durch entsprechende Adaption und Neugestaltung des Brandraums konnte eine praxisnahe Simulation der tatsächlichen Bauwerkseinwirkung im Labor realisiert werden.

Im Zuge der Versuche wurde Kleinkörper 60 x 50 x 30 cm mit der Betonrezeptur C25/30(56)/XC3/XF3/XA1L/IG bei gezielter Variation der Betonzusammensetzung (Variation der Gesteinskörnung aufgrund regionaler Vorkommen, Variation des Wassergehalts im Probekörper, Variation der Porenstruktur) hergestellt und anschließend Brandversuche durchgeführt.



Abbildung 1: Kleinkörper (li) und Versuchsaufbau für den Brandversuch

Im Rahmen der Brandversuche konnten beispielhafte Betonzusammensetzungen entwickelt werden, die grundsätzlich ohne die Zugabe von Polypropylenfasern ausreichend brandbeständig sind. Auf Basis der Ergebnisse der Kleinkörper wurden in weiterer Folge Großkörper gemäß ÖBV Richtlinie „Erhöhter Brandschutz mit Beton für unterirdische Verkehrsbauwerke“ mit aufbereitetem Tunnelausbruchsmaterial bei Variation des Luftgehalts

im Probekörper hergestellt und der Brandraum für die Prüfung adaptiert. Durch Einbau von sogenannten Einblasstutzen aus Kunststoff konnte zusätzlich noch die Erhöhung der Brandlast aus Einbauteilen simuliert werden und die Brandbeständigkeit nachgewiesen werden.



Abb. 2: Zur Betonage vorbereitete Schalung der Großkörper

Für die Brandversuche wurde ein eigens dafür konstruierter Versuchsofen verwendet. Die Geometrie des Ofens wurde auf Grund der benötigten Temperatur von 450 °C und der geforderten Strömungsgeschwindigkeit entwickelt. Mehrere Konstruktionsvarianten wurden mit einer thermischen Simulation berechnet.

Daraus ergab sich die folgende Konstruktion nach Abb. 3 als geeignet.

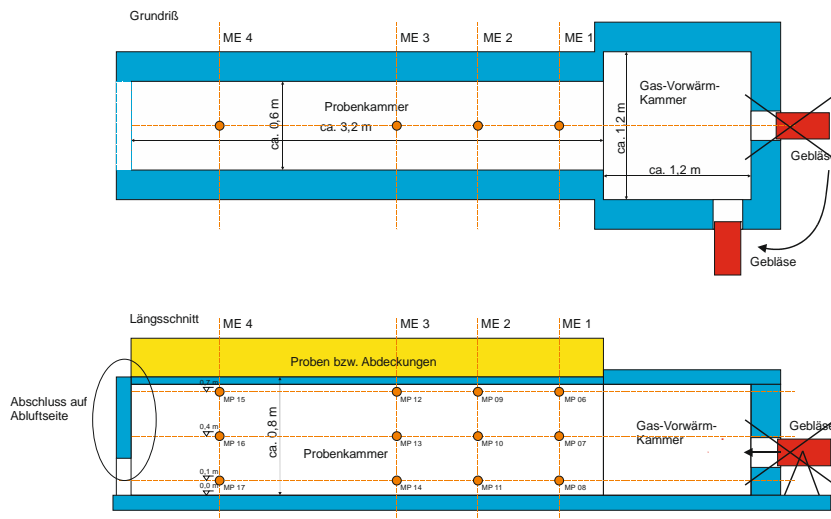


Abb. 3: Konstruktionsschema des Versuchsofens

Das Gebläse und die Propangasbrenner mussten im rechten Winkel zur Ofenachse angeordnet werden. Über eine Vormischkammer wurde eine homogene Temperaturverteilung in der Probenkammer erreicht (Abb. 4). Auf der Abluftseite musste der Querschnitt teilweise abgeschottet werden, um eine Rückströmung der kalten Außenluft in den Ofen zu verhindern.

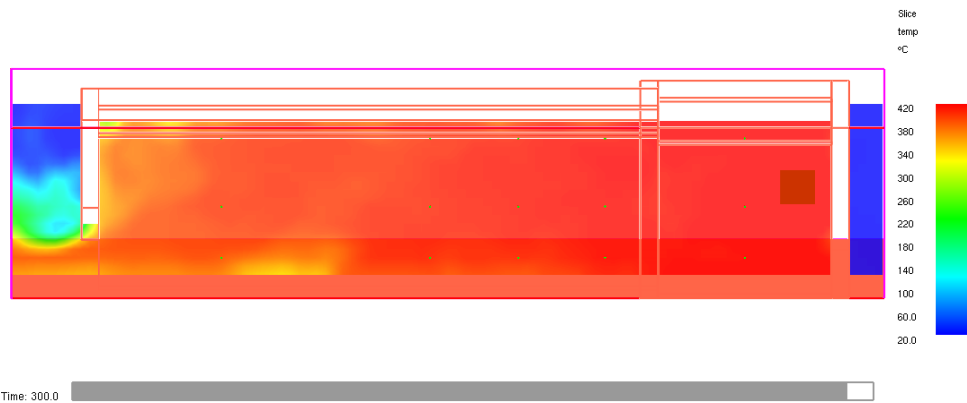


Abb. 4: Temperaturverteilung im Versuchsofen (Längsschnitt)

Das Ergebnis der Simulation stimmte sehr gut mit den in den Versuchen gemessenen Werten überein. In der Abb. 5 sind die Ofentemperaturen und die Strömungsgeschwindigkeiten aus allen Versuchen dargestellt. Die Abweichungen von den Soll-Werten sind äußerst gering.

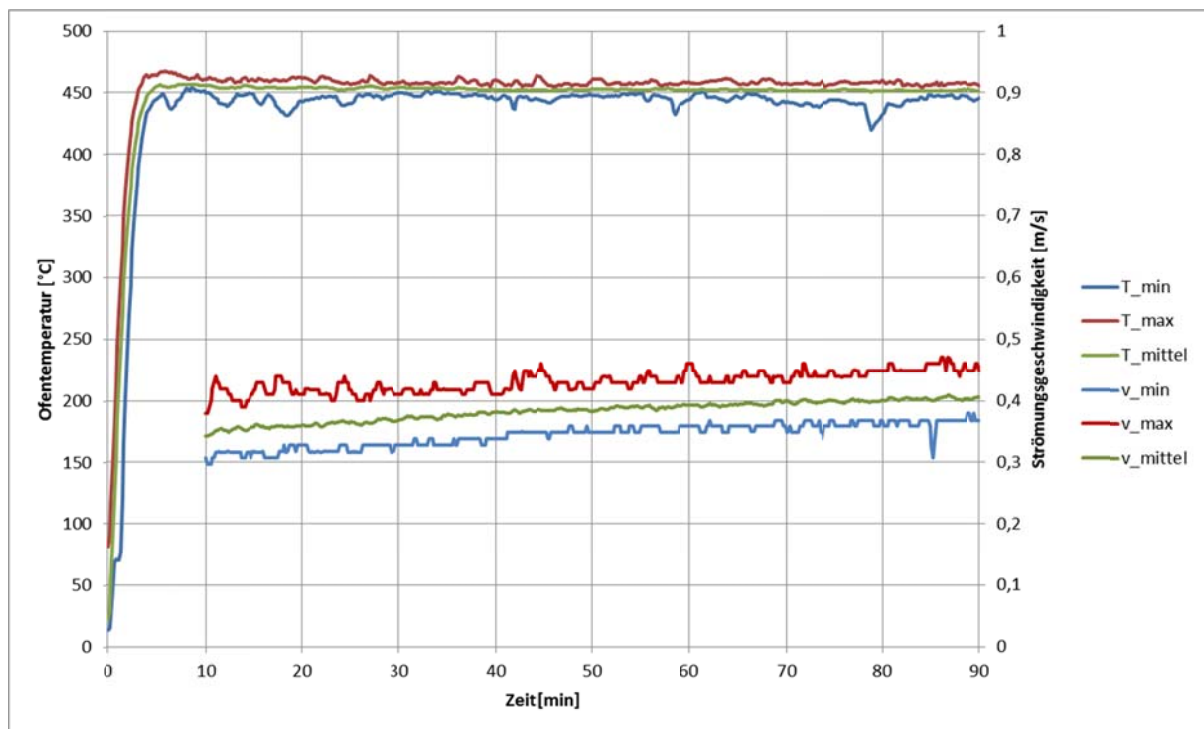


Abb. 5: Ofentemperatur und Strömungsgeschwindigkeit (Min-, Max- u. Mittelwerte auf Basis aller durchgeführten Versuche)

Auf diese Weise konnte sichergestellt werden, dass die Versuchsbedingungen für alle Versuche gleich und reproduzierbar waren und dementsprechend auch die gewonnenen Ergebnisse vergleichbar sind.

Begleitend zu allen Brandversuchen wurden neben Temperatureindringung auch die relevanten Betonkennwerte sowie die Porosität vor und nach den Brandversuchen gemessen. Abschließend erfolgt die Erarbeitung von Simulationsszenarien auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse und Daten.