



BAUTECHNISCHE VERSUCHS- UND FORSCHUNGSANSTALT SALZBURG

A-5020 Salzburg, Alpenstraße 157 - Tel (+43)0 662/ 621758*0, Fax (+43)0 662/ 621758*199 - e-mail: info@bvfs.at, Internet: www.bvfs.at

Liebe Leserinnen und Leser!

Vor 12 Jahren am 29. Mai 1999 um 05:00 Uhr früh kam es im Tauerntunnel zu einem verheerenden Brand, bei dem zwölf Menschen ums Leben kamen. Ursache war der Sekundenschlaf eines Lkw-Lenkers, dessen Fahrzeug beladen mit 24.000 Lackspraydosen auf eine vor einer Ampel stehende Pkw-Kolonnen auf fuhr. Am dabei entstandenen Brand waren 60 Fahrzeuge beteiligt.



Durch die Hitzeeinwirkung von bis zu 1200 °C wurde der Beton so stark geschädigt, dass unter anderem der Beton großflächig abplatzte und auf die Fahrbahn stürzte.

Die bvfs wurde damals mit den Bauwerksprüfungen vor Ort und den chemischen Untersuchungen an den Stahlbetonbauteilen als Grundlage für eine Sanierung beauftragt.

Über die Weiterentwicklung der Betonzusammensetzungen zur Anhebung der Widerstandsfähigkeit von Stahlbetonkonstruktionen unter Brandeinwirkung möchten wir berichten.

**ERKENNTNISSE
ZUR VERBESSERUNG
DER BRANDBESTÄNDIGKEIT
VON BETON**



Die Wärmeentwicklung bei einem Brand bewirkt am Stahlbeton:

- unter bestimmten Gegebenheiten Festigkeits- einbußen, wobei die Zugfestigkeit des Betons stärker als die Druckfestigkeit beeinflusst wird
- erhöhte elastische und plastische Formänderungen
- hohe Gefügespannungen zwischen den Gesteinskörnungen und dem Zementstein
- Abminderungen der Verbundfestigkeit zwischen Bewehrung und Beton

Die Betoneigenschaften ändern sich vor allem infolge von Gefügespannungen, die durch Inhomogenität des Gefüges, insbesondere bei stark unterschiedlichen Wärmedehnzahlen der Betonbestandteile, durch unterschiedliche Ausdehnung z.B. bei der Quarzumwandlung und durch Wasserdampfdruck hervorgerufen werden.

Dabei entstehen durch die von außen nach innen fortschreitende Erhitzung der Bauteile Eigen- und Zwangsspannungen.

Hochfeste Betone haben aufgrund ihrer sehr dichten Betonmatrix ein ungünstigeres Verhalten bei Erhitzung als Normalbetone. Im Brandfall kann wegen der sehr dichten Matrix der im Gefüge entstehende Wasserdampf nicht schnell genug entweichen und es kommt zu explosionsartigen Abplatzungen der äußeren Betonschicht.



Bild 2: Betonabplatzungen durch einen Brandschaden

Vor einigen Jahren wurde ein Beton mit hohem Feuerwiderstand hergestellt mit:

Gesteinskörnungen mit niedriger Wärmedehnung und künstlichen Luftporen.

Um das Abplatzverhalten zu verringern, gab es die Empfehlung, den Beton gut austrocknen zu lassen.

Der Brandschutz erfolgte ausschließlich durch ausreichend große Querschnitte und insbesondere ausreichende Betonüberdeckungen, um die Stahlbewehrung vor frühzeitigem Überschreiten einer kritischen Temperatur zu schützen.

Einen wesentlichen Fortschritt brachte die Verwendung von Fasern aus Polypropylen (PP), die bei der Betonherstellung in den Frischbeton eingemischt werden.

Im Brandfall schmelzen die Fasern und hinterlassen feine Kanäle, über die der Wasserdampf aus dem Gefüge entweichen kann.

In der bvfs wird die grundsätzliche Eignung von Fasern aus Polypropylen (PP) z.B. hinsichtlich Dehneigenschaften von Fasern der Klasse I, Elastizitätsmodul, Schmelzpunkt und Konsistenz untersucht.



BAUTECHNISCHE VERSUCHS- UND FORSCHUNGSANSTALT SALZBURG

A-5020 Salzburg, Alpenstraße 157 - Tel (+43)0 662/ 621758*0, Fax (+43)0 662/ 621758*199 - e-mail: info@bvfs.at, Internet: www.bvfs.at

In Grundsatzversuchen nach ÖVBB-Richtlinie „Erhöhter Brandschutz mit Beton für unterirdische Verkehrsbauwerke“ für die Faserbetonklasse BBG (Beton mit erhöhter Brandbeständigkeit geprüft im Großversuch) wird die geeignete Zusammensetzung mit der zu untersuchenden Faser und Dosierung erforscht und angegeben. Ziel ist es, mit einer aus wirtschaftlichen Gründen möglichst geringen Fasermasse die Anforderungen im Brandversuch zu erfüllen.

Bei der Frischbetonherstellung wird unter anderem auch der Luftporengehalt am Frischbeton mit dem Luftporentopf im Druckausgleichsverfahren geprüft. Der Luftporengehalt sollte zwischen 2,5 und 4 Vol.-% liegen.



Bild 3: Prüfung des Luftporengehaltes mit dem Luftporentopf

Der in der Grundsatzprüfung geprüfte Luftporengehalt am Frischbeton bzw. wenn erforderlich auch am Festbeton, ist Grundlage für die Anforderung an den Luftporengehalt im Frischbeton bei der Bauausführung.

Der bei der Bauausführung an der Einbaustelle nach der Betonpumpe am Schlauchende erforderliche Luftporengehalt im Frischbeton muss $\geq 2,5$ Vol.-% betragen und darf, wenn erforderlich, maximal 1,5 Vol.-% unter dem an der hergestellten Festbetonprobe geprüften Luftporengehalt liegen.

Weiters werden bei dieser Untersuchung die Fasern aus Polypropylen (PP) im Frischbeton nach dem Prüfverfahren der ÖVBB-Richtlinie „Erhöhter Brandschutz mit Beton für unterirdische Verkehrsbauwerke“, Anhang 4, durch Abschöpfen der aufschwimmenden Fasern festgestellt und als tatsächlicher Anteil im Frischbeton in kg/m^3 angegeben.



Bild 4: Prüfung der aufschwimmenden Fasern aus Polypropylen (PP)

Für die Brandversuche werden zwei Stück Versuchskörper aus Beton mit den Abmessungen 180/140/50 cm mit einer in der Richtlinie vorgegebenen Bewehrung, Betonzusammensetzung und einer geeigneten Fasermenge hergestellt.

Zur Aufnahme der Temperatureindringkurve im Brandversuch werden Temperaturfühler in die Versuchskörper mit eingebaut.

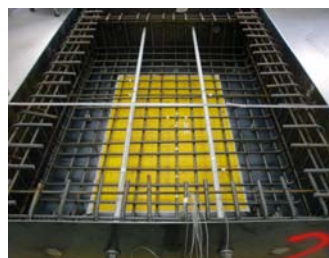


Bild 5: Schalung mit Bewehrung und darauf angebrachtem Temperaturfühler



Bild 6: Einbringung des Betons in die Schalung

In einem Betonalter von 28 bis 56 Tagen werden die Brandversuche durchgeführt.

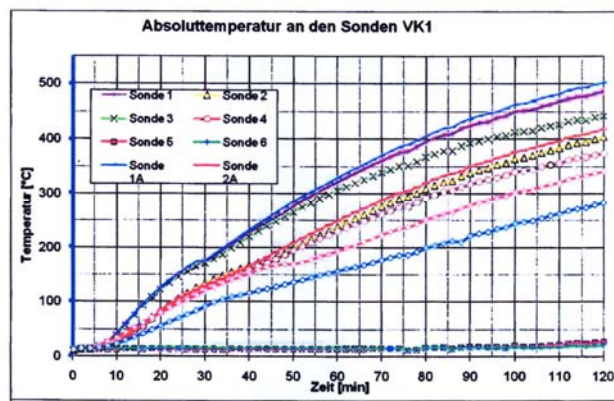


Bild 7: Absoluttemperatur an den Sonden (Bild: IBS-Institut, Linz)

An den durchgeführten Versuchreihen zeigt sich, dass in Abhängigkeit von der Art der verwendeten Faser aus Polypropylen (PP) mit einem Zielwert der Faser von $1,5 \text{ kg/m}^3$ die Anforderungen der ÖVBB-Richtlinie „Erhöhter Brandschutz mit Beton für unterirdische Verkehrsbauwerke“, Ausgabe Juli 2005 für die Einstufung in die Brandklasse BBG (Beton mit erhöhter Brandbeständigkeit geprüft im Großversuch) erfüllt werden.

R. Dirschlmaier
www.bvfs.at