

# FASEREINSATZ BEI BRANDBESTÄNDIGEM SPRITZBETON

**Ing. Gerold SCHENNACH**

Schretter & Cie, Vils

## 1 Einleitung

In der jüngsten Vergangenheit haben sich in Mitteleuropa mehrere katastrophale Feuerunfälle in unterirdischen Verkehrsanlagen ereignet. Nicht zuletzt aufgrund dieser Tatsache wurde in Österreich, einem Land mit einer Vielzahl an Tunnelbauwerken, die Brandbeständigkeit von Beton und den Auswirkungen von Bränden in diesen Bereichen intensiv diskutiert.

So fanden beim Brand des Gotthard-Straßentunnels am 24.10.2001 elf Personen den Tod (Bild 1). Der durch einen Unfall entstandene Brand verursachte nebenbei große Schäden im Tunnel selbst. (Bild 2). Aufgrund der lang anhaltenden Dauer und der dabei auftretenden hohen Temperaturen wurde der umliegende Beton derart geschädigt, dass es zu einem Versagen der statischen Konstruktion kam. Die Zwischendecke stürzte ein und begrub darunter befindliche Personen und Fahrzeuge unter sich. Die Tragfähigkeit der verbleibenden Betonteile in unmittelbarer Nähe des Brandherdes war für einfahrende Rettungskräfte und Bergeteams äußerst problematisch.

Ein weiteres viel größeres Brandereignis ereignete sich am 24.03.1999 im Montblanc-Tunnel, als infolge eines LKW-Unfalls 39 Menschen den Tod fanden (Bild 3).

Am 18.11.1996 wurden bei der Katastrophe im Eurotunnel zwischen Frankreich und England 31 Personen verletzt – auch hier sind die verheerenden Auswirkungen des Brandes auf die Betonkonstruktionen deutlich erkennbar (Bild 4).

Österreich mit seinen vielen unterirdischen Verkehrseinrichtungen ist da keine Ausnahme, so waren z. B. bei einem Brandereignis im Tauern-tunnel am 30.05.1999 12 Tote zu beklagen.



Bild 1



Bild 2



Bild 3

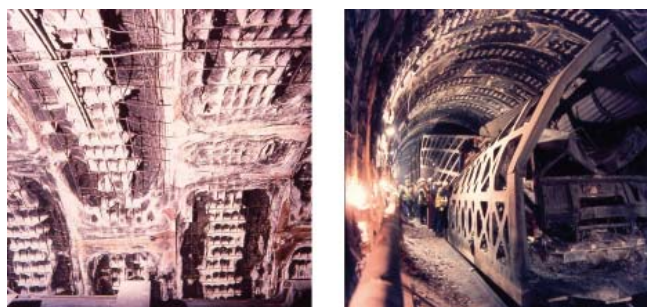


Bild 4

Bei der bislang größten Katastrophe in der Geschichte österreichischer Verkehrstunnels waren anlässlich des Brandunfalls in den Anlagen der Schrägseilbahn auf das Kitzsteinhorn am 11.11.2000 gar 155 Menschenleben zu beklagen.

Wahrscheinlich ist es nur eine Frage der Zeit, dass aufgrund der in letzter Zeit stark gestiegenen Verkehrsströme durch Personen- und Warentransporte mit weiteren solchen Ereignissen gerechnet werden muss.

## 2 Grundlagen

In Österreich hat man auf die Ereignisse schnell reagiert und bereits im Juli 2005 wurde von der ÖVBB (Österreichischen Vereinigung für Beton- und Bautechnik) die Richtlinie „Erhöhter Brandschutz mit Beton für unterirdische Verkehrsbauten“ herausgegeben. Gemäß den Bestimmungen dieses Regelwerks dient der bauliche Brandschutz dem Erreichen der Sicherheit von Bauwerken bei Brandereignissen und soll zu einer – dem akzeptierten Risiko entsprechenden – Planung und Ausführung führen.

Außerdem hat der bauliche Brandschutz zum Ziel, dass

- bis zu einem definierten Zeitpunkt die Standsicherheit von Bauwerken unter Brandeinwirkung mit festgelegter Brandsicherheit erhalten bleibt
- Schäden begrenzt und auf technisch, wirtschaftlich begrenzte Ausmaße reduziert bleiben
- die Dichtigkeit gegenüber massivem Wassereintritt gewährt wird
- die Sanierbarkeit möglich ist und die Nutzungseinschränkungen bei den Instandsetzungsarbeiten minimiert werden
- die Standsicherheit an der Oberfläche erhalten bleibt und der Schutz Dritter an der Oberfläche gegeben ist.

Die gemäß dieser Richtlinie entsprechenden Materialien werden bei Versuchen im Regelfall mit einer Brandkurve gemäß Abb. 4/3 (Bild 5) gefahren. Normalerweise wird der Versuch nach 120 Minuten beendet, in speziellen Fällen kann die Behörde eine Branddauer von 180 Minuten verlangen. Ohne weitere detaillierte Untersuchungen der Materialien muss jedoch auf alle Fälle die Temperatur-Zeit-Kurve  $HC_{inc}$  (Hydrocarbon increased) mit einem Temperaturmaximum von 1.300 °C herangezogen werden.

Prinzipiell gilt, dass die Temperatur der dem Brand zugewandten Armierung im Brandfall 350 °C nicht überschreiten darf. Empirisch ermittelte Temperatureindringkurven zum Nachweis des Lastfalls Brand sind für feuchten Faserbeton mit einer Trockenrohdichte von 2.000 bis 2.600 kg/m<sup>3</sup> in dieser Richtlinie (Bild 6) ersichtlich.

Als weiteres Regelwerk wurde von der ÖVBB das Merkblatt: „Schutzschichten für den erhöhten Brandschutz für unterirdische Verkehrsbauwerke“ mit Ausgabedatum 11/2006 aufgelegt. Gemäß dieser Richtlinie ist der bauliche Brandschutz sowohl für bestehende Bauwerke als auch für Neubauten anzuwenden.

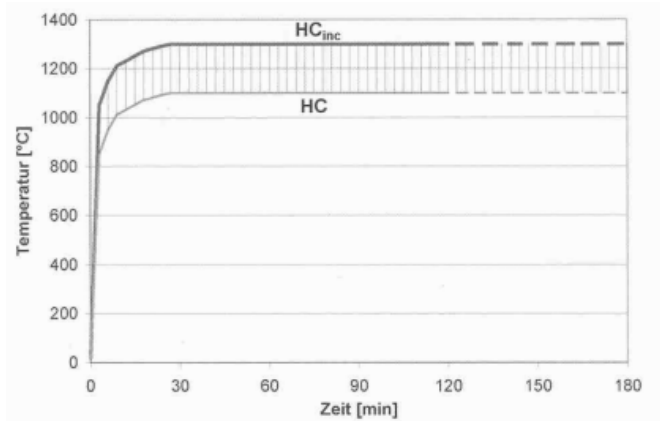


Bild 5

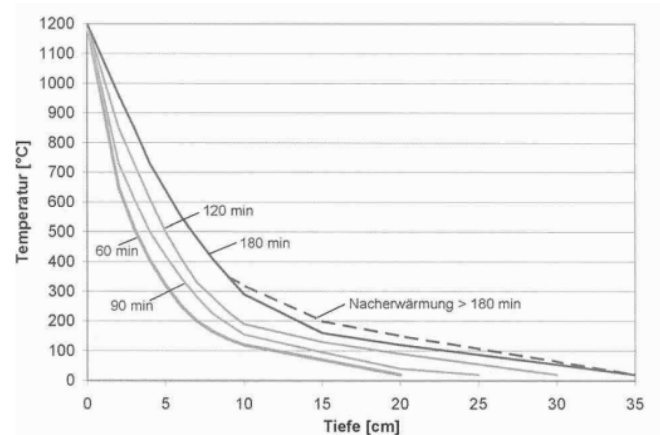


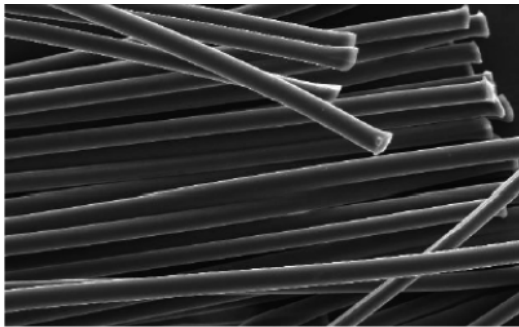
Bild 6

### 3 Spritzbeton

Schretter & Cie Vils hat als flexibles mittelständisches Unternehmen ebenfalls auf diese Ereignisse reagiert und bis dato zwei verschiedene Materialien entwickelt, die den Anforderungen der oben angeführten Regelwerke entsprechen. Es handelt sich dabei um faserverstärkte, hydraulisch gebundene, rein mineralische, langsam- bzw. schnellabbindende Trockenspritzmaterialien, GK 4mm bzw. 8 mm die unter dem Namen NOVIMONTAN SB 4 L Fire-Protect bzw. NOVIMONTAN SB 8 Fire-Protect erhältlich sind.

### 4 Fasern

Zu diesen geprüften Spritzbetonprodukten werden unter anderem geprüfte und zugelassene monofilamentale PP-Fasern mit rundem Querschnitt, einer Länge von 6 mm und einem Durchmesser von  $18\ \mu\text{m}$  in entsprechender Menge zugegeben. Die Dichte der Fasern liegt bei  $0,91\ \text{kg}/\text{dm}^3$ , deren Schmelzbereich bei  $160\ \text{°C}$ - $165\ \text{°C}$  (Bild 7).



Duomix® Fire (M6), die monofilamentale Faser unter  $20\ \mu\text{m}$  Durchmesser mit 6 mm Länge.



Bild 7

Im Brandfall schmelzen die Fasern und der auftretende Wasserdampfdruck kann durch die verbleibenden Hohlräume entweichen, wodurch der Beton, mit Ausnahme der unmittelbar dem Brandereignis zugewandten Fläche, erhalten bleibt und keine fortschreitende Querschnittsminderung eintritt. (Bild 8-10).



Bild 8



Bild 9



Bild 10

### 5 Praktische Beispiele

Der Einsatz dieser relativ neuen Technologie soll anhand von zwei praktischen Beispielen erörtert werden.

#### A) Projekt Lainzertunnel der ÖBB Infrastruktur Bau AG

Ausführung 07/2005-07/2006

Im Bereich des LT 22 bis LT 25 im äußersten Westen der Bundeshauptstadt Wien wurden 2004 verschiedene Materialvarianten zur Erreichung des Brandschutzes ausgeschrieben – der Bauherr (ÖBB Infrastruktur Bau AG) unterschied abschnittsweise nach verschiedenen Kriterien und forderte die Einhaltung entsprechender Vorgaben hinsichtlich Brandschutz, Mechanik sowie Dauerhaftigkeit. Somit wurden drei verschiedene Verfahren in Erwägung gezogen:

- Auskleidung mit Brandschutzplatten
- Auftrag geeigneter Leichtmörtelprodukte
- Auftrag von brandbeständigem Faserspritzbeton

Die Tunneltrasse im 14. Wiener Gemeindebezirk, Bereich Hadersdorf, führt durch bebauten Gebiet. Somit ist ein ausreichender Brandschutz der Deckenkonstruktion unerlässlich, ein etwaiges Versagen im Brandfall samt entsprechenden Folgen muss verhindert werden. Dabei wurden ca. 30.000 m<sup>2</sup> mit Faserspritzbeton (FRSpC20/25/III/J1/BB2G/HZ1,5) im Trockenspritzverfahren beschichtet, wobei allein ca. 23.000 m<sup>2</sup> auf die Verstärkung der Hammerkopfprofile in einer Stärke von 6-8 cm fielen.

Nach entsprechenden Spritzversuchen der ausführenden Firma Junger Bau GesmbH – Irdning im Werk Vils (Bild 11) wurde uns der Auftrag zur Lieferung von brandbeständigem Spritzbeton NOVIMONTAN SB 4 Fire-Protect erteilt.



Bild 11



Bild 12

Nach der entsprechenden Untergrundvorbereitung durch Hochdruckwasserstrahlen (Bild 12) mit Drücken bis zu 2.500 bar wurde eine optimale Oberfläche zum Spritzbetonauftrag erreicht. Aus Sicherheitsgründen musste die Montage einer Systembewehrung (Bild 13-15) durchgeführt werden, anschließend erfolgte der Auftrag von 6-8 cm Trockenspritzbeton durch automatisierte Spritzroboter. Der Roboter wurde auf ein speziell entwickeltes Portalgerüst aufgebaut. Nach dem Starten des Programms wurde jeweils ein halber Hammerkopf in einer Breite von ca. 2 m automatisch



Bild 13



Bild 14

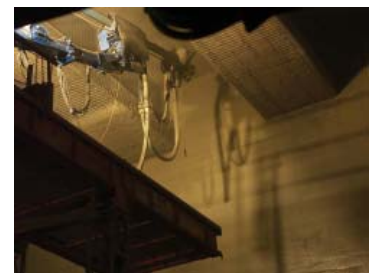


Bild 15

beschichtet, der Auftrag der jeweiligen Materialstärke wurde über die Vortriebsgeschwindigkeit gesteuert. Die Beschickung des Roboters erfolgte über 6- bzw. 10-bar-Drucksilos von Schretter & Cie mit angeflanschter Spritzeinrichtung.

Durch den erstmaligen Einsatz von brandbeständigem Faserspritzbeton waren aufgrund bisherigen Mangels an Erfahrungen permanent externe und baustelleninterne Prüfungen notwendig (Bild 16).



Bild 16

## B) Projekt Arlbergbahntunnel ÖBB Infrastruktur Bau AG

Ausführung 07/2005-10/2007

Im Zuge der Instandsetzung und Adaptierung des am Ende des 19. Jahrhunderts errichteten Arlbergbahntunnels galt es das Sicherheitskonzept des Mitte der 70er-Jahre des vergangenen Jahrhunderts errichteten Straßentunnels mit dem Bahntunnel zu kombinieren – in diesem Zuge wurden 6 Stück Flucht- und Rettungswege als Verbindung der beiden bewährten Verkehrswege hergestellt. Im Bereich des Bahntunnels mussten die Verbindungswege und 6 Stück Wendensichen für Einsatzfahrzeuge bis zur Brand-schutztür brandbeständig ausgeführt werden. Dabei erfolgte der Auftrag von ca. 2.500 t bewehrtem Spritzbeton (SpB 20/25/III/J2/XC4/XA1T/CA3-frei/GK8/FaB/BB2).

Nach der Erstsicherung und dem Auftrag der Außenschale im Spritzverfahren erfolgten die Abdichtung durch teilweise Anbringung handelsüblicher Noppenbahnen und der brandbeständige Spritzbetonauftrag der Innenschale durch die ausführende ARGE Arlberg Bahntunnel (Rhombert Bahntechnik/Beton- und Monierbau/Porr Tunnelbau GmbH/Heitkamp Rail GmbH), siehe Bild 17-20.



Bild 17

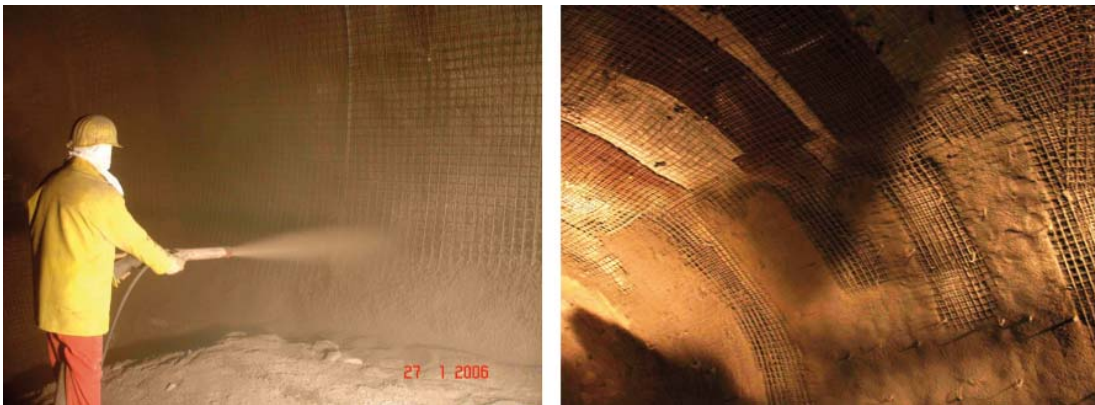


Bild 18



Bild 19



Bild 20

## Zusammenfassung

Der Einsatz der vorgeschriebenen (zugelassenen) Polypropylenfasern im Trockenspritzverfahren verursachte einige Probleme auf der Baustelle, verfahrensbedingt mussten die Fasern überdosiert werden, um die geforderten  $2 \text{ kg/m}^3$  an der Wand zu erreichen. Herumfliegende, überschüssige Fasern lagerten sich sowohl an der Spritzmannschaft, der Umgebung bis hin zu den Kompressorfiltern ab. Es ist jedoch gelungen, in intensiver gemeinsamer Anstrengung der ausführenden Firmen, Bauherrn mit Materialhersteller und Prüfanstalten die Arbeiten erfolgreich abzuschließen. Allfällige Erkenntnisse werden bei künftiger Rezeptur- und Konzepterstellung berücksichtigt.

## Literatur

ÖVBB (Österreichischen Vereinigung für Beton- und Bautechnik): Richtlinie „Erhöhter Brandschutz mit Beton für unterirdische Verkehrsbauten“

ÖVBB: Merkblatt „Schutzschichten für den erhöhten Brandschutz für unterirdische Verkehrsbauwerke“ mit Ausgabedatum 11/2006

Zement + Beton 1/07: Baulicher Brandschutz in Straßenverkehrsbauten mit Faserspritzbeton (Bmst. Ing. Günter Vogl – Junger BaugesmbH, Irdning)

Dipl.-Ing. Friedrich Neureiter - ARGE Arlberg Bahntunnel (Rhomberg Bahntechnik/Beton- und Monierbau/Porr Tunnelbau GmbH/Heitkamp Rail GmbH)

## Fotos

U.a. mit freundlicher Unterstützung der STUVA e.V., D-50827 Köln