
BRANDSCHUTZSPRITZBETON /- MÖRTEL - EINSATZ IM TUNNELBAU DES HOCHRANGIGEN ÖSTERREICHISCHEN STRASSENNETZES

FIRE RESISTENT SHOTCRETE AS FIRE PROTECTIVE LAYER – APPLICATIONS IN AUSTRIAN HIGHWAY TUNNELS

Norbert **Reichard**, ÖSTU-STETTIN Hoch- und Tiefbau GmbH, Leoben, Österreich
Günter **Vogl**, VOGL.PLUS GmbH, Irdning, Österreich

Die Autobahnen- und Schnellstraßen-Finanzierung-Aktiengesellschaft (ASFINAG) ist eine österreichische Infrastrukturgesellschaft, welche für die Planung, die Finanzierung, den Ausbau, die Erhaltung, den Betrieb und die Bemannung des österreichischen Autobahnen- und Schnellstraßennetzes zuständig ist.

Im Rahmen des gültigen Straßentunnel-Sicherheitsgesetzes – STSG – sind Nachrüstungen bei den bestehenden Tunnelanlagen erforderlich [1]. Ebenso ist die RVS – Baulicher Brandschutz in Tunnelröhren [2] einzuhalten. Je nach Schutzniveau müssen diese Tunnelanlagen den Brandschutzanforderungen entsprechen.

Um diese zu erfüllen müssen einige Tunnelstrecken mit Brandschutz-Spritzbeton bzw. Spritzmörtel ausgekleidet werden. Von der Ertüchtigung mehrere österreichischer Tunnels berichtet dieser Beitrag zweier ausführender Firmen.

Austria's state-owned highway operator ASFINAG is responsible for planning, financing, developing, maintaining, operating and toll charging of Austrian highways and express roads.

Within the framework of the valid road tunnel-safety-law STSG [1] upgrades of existing tunnels are necessary. Moreover, the rules given in the Austrian RVS guideline constructional fire prevention in tunnels [2] must be adhered to. Depending on the specified level of protection, tunnels must meet different fire protection requirements. To meet these requirements several tunnel sections have to be protected by sprayable fire-protective layers as shotcrete or gunite. In this paper two construction companies report on retrofitting of several Austrian tunnels.

1. Einleitung

Im Zuge des hochrangigen Straßennetzes in Österreich wurden vor allem in den Siebziger- und Achtzigerjahren des vorigen Jahrhunderts sehr viele Infrastrukturprojekte mit Straßentunnel sowohl in bergmännischer als auch in offener Bauweise errichtet.

Mittlerweile unterhält die ASFINAG ein Autobahnen- und Schnellstraßennetz von ca. 2.200 km in ganz Österreich. Davon entfallen ca. 270 km auf Tunnelstrecken in offener und bergmännischer Bauweise.

Diese Tunnelbauwerke sind größtenteils in die Jahre gekommen und müssen generalsaniert bzw. generalerneuert werden. Neben den baulichen Instandsetzungsmaßnahmen sind auch

lüftungstechnische und elektromaschinelle Einrichtungen dem Stand der Technik anzupassen.

Gravierend für die Ergreifung von Maßnahmen zur Erhöhung der Tunnelsicherheit waren die großen Tunnelbrände 1999 im Mont-Blanc Tunnel sowie im Tauerntunnel. Aus diesem Titel trat am 08. Mai 2006 das Straßentunnel-Sicherheitsgesetz – STSG – für die Republik Österreich in Kraft [1]. Ebenso wurden vorliegende Regelwerke laufend überarbeitet und an den neuesten Stand der Technik angepasst. Die RVS 09.01.45 - Baulicher Brandschutz in Straßentunnel [2] wurde überarbeitet und am 9. Oktober 2015 veröffentlicht. Diese RVS ersetzt die alte Ausgabe vom 1. September 2006.

Unter Punkt 3 - Allgemeines ist in dieser RVS vermerkt:

„Bauliche Brandschutzmaßnahmen dienen dem Erreichen einer definierten Sicherheit von Tunnelbauwerken bei Brandereignissen“.

In dieser RVS werden Schutzniveaus abschnittsweise auf Basis der Umfeldkriterien zugeordnet und bestimmt. Entsprechend diesem Schutzniveau muss das Tunnelbauwerk einer gewissen Brandeinwirkungsdauer standhalten.

Bei bestehenden Tunnelbauwerken kann die Einhaltung der Schutzniveau-Vorgaben durch ortsfeste Brandbekämpfungsanlagen lt. RVS 09.02.51 wie z.B. Sprühnebelanlagen, Anbringen von Brandschutzplatten bzw. Auftrag von Brandschutz-Spritzbeton bzw. –Mörtel erfolgen. Tabelle 1 gibt einen Auszug aus der RVS.

Tabelle 1: Schutzniveauzuordnung auf Basis der Umfeldkriterien [2]

	Umfeldkriterien					
	Direkte Überbauung	Auswirkung auf Nachbarobjekte	Wasser	Verkehrswege / Oberfläche		
				Straße	Infrastruktur	
	1	2	3	4	5	
A	nicht überbaut	ohne	ohne Maßnahmen beherrschbar	Das erforderliche Schutzniveau ist mit dem Betreiber der Infrastruktur festzulegen (z.B. Bahn, Strom, Gas)		
B		geringfügig (Gebrauchsfähigkeit bleibt erhalten)	mit Maßnahmen beherrschbar			untergeordnete Strassen Kategorie V und VI
C	überbaut	wesentlich (Tragfähigkeit ist beeinträchtigt)				wichtig Kategorie III und IV
D	überbaut, wichtige Objekte	wesentlich (Auswirkung auf wichtige Nachbarobjekte)	nicht beherrschbar Flutungsgefahr			sehr wichtig Kategorie I und II
E	Räum- und Absperzeiten > 120 Minuten Objekte mit hohem kulturellen Wert nicht zu A bis D zuordenbar					

Legende:

	SN 0	30 Minuten auf Basis ETK
	SN 1	30 Minuten Brandeinwirkungsdauer
	SN 2	90 Minuten Brandeinwirkungsdauer
	SN 3	120 Minuten Brandeinwirkungsdauer
	SN S	Brandeinwirkungsdauer > 120 Minuten, projektspezifisch festzulegen

Unter Pkt. 7 dieser RVS ist die Dimensionierung der tragenden Bauteile geregelt:

Pkt. 7.2. Beton und Faserbeton

„Der Nachweis der Tragfähigkeit für den Brandfall mit Temperatureindringung, Berechnung, Bemessung und bauliche Durchbildung der tragenden Bauteile aus Beton haben gemäß ÖBV-Richtlinie „Erhöhter baulicher Brandschutz mit Beton für unterirdische Bauwerke“ zu erfolgen.

Um Abplatzungen zu verhindern, ist z.B. Beton der Faserbetonklasse BBG gemäß der ÖVBB-Richtlinie „Faserbeton“ zu verwenden.“

Nachstehend wird die Ausführung mit Brandschutz-Spritzbeton bzw. -Mörtel beispielhaft an drei Sanierungs-Tunnelbaustellen in Österreich beschrieben.

- A2 Südautobahn - Tunnelkette Klagenfurt - Herstellen von Brandschutzspritzbeton und -Mörtel in bergmännischen und offenen Bauweisen, Tunnel- und Kastenquerschnitt.
- A12 Inntal Autobahn - Tunnel Mils
- S16 Arlbergschnellstraße - Tunnel Pians / Quadratsch.

2. Baubeschreibung

Tunnelkette Klagenfurt

Die A2 Süd Autobahn - Tunnelkette Klagenfurt mit dem Ehrentalerbergtunnel (Gesamtlänge 3.300 m), der Unterflurtrasse Lendorf (Gesamtlänge 800 m), der Unterflurtrasse Trettnig (Gesamtlänge 450 m) und dem Falkenbergtunnel (Gesamtlänge ca. 1.100 m) ist eine zentrale Verkehrsachse im Österreichischen Autobahnen und Schnellstraßennetz (Bild 1). Die Tunnels der Tunnelkette Klagenfurt wurden in der Zeit von 1991 bis 1995 sukzessive in Betrieb genommen.

Die Autobahn verläuft in diesem Straßenbereich jeweils mit zwei Fahrstreifen durch eine baulich getrennte Mittelstreifensicherung. Die Tunnels haben in Summe eine Länge von ca. 7.000 m je Richtungsfahrbahn. Die technischen Daten des Bauloses sind in der nachfolgenden Übersicht ersichtlich.



Bild 1: Übersicht Nordumfahrung Klagenfurt

Im Rahmen der Nachrüstung und Erneuerung wurden neben diversen sonstigen Leistungen auch Bereiche mit Brandschutz-Spritzbeton und –mörtel hergestellt.

Die notwendigen Brandschutzmaßnahmen waren jeweils in jeder Richtungsfahrbahn im Ehrentalerbergtunnel auf eine Länge von ca. 900 m, in der UFT Lendorf auf ca. 200 m, in der Unterflurtrasse Trettnig auf 30 m und im Falkenbergtunnel auf eine Tunnellänge von 24 m im Bereich des Ostportales erforderlich.

Zur Ausführung gelangte der Abtrag des bestehenden Betons in den bewehrten Bereichen bis zur Bewehrung sowie bei den unbewehrten Bereichen auf eine Tiefe von 5 cm, so dass das Lichtraumprofil eingehalten werden konnte. Die Ertüchtigung erfolgte mit 5 cm Faserspritzbeton und ca. 1,5 bis 2 cm Brandschutzmörtel gemäß ÖVBB-Merkblatt [7].

Tunnel Mils, Tunnel Pians / Quadratsch

In der nachfolgenden Abbildung (Bild 2) ist das Infrastruktur-Investitionsprogramm 2017 der ASFINAG ersichtlich. Die Sanierung der Tunnel Mils und Pians / Quadratsch sind in diesem Programm enthalten.



Bild 2: Infrastruktur-Investitionsprogramm 2017 der ASFINAG

Das Baulos Sanierung Tunnel Mils liegt im Landesgebiet Tirol zwischen Imst und Landeck und besteht aus zwei Tunnels mit einer Länge für das STSG (bergmännische und offene Bauweise) von 1.615 m für die Südröhre und 1.818 m für die Nordröhre.

Neben der Herstellung von drei zusätzlichen Querschlägen zwischen der Süd- und Nordröhre und diversen Betoninstandsetzungsarbeiten wurden in den Bereichen mit Schutzniveau 1 und 2, Brandschutz-Spritzbeton mit einer Dicke von 6 cm und Spritzmörtel mit einer Dicke von 1 cm aufgetragen. Die Bereiche umfassen im Westen eine Tunnellänge von 69 m in der Nordröhre und 48 m in der Südröhre. Im Bereich Ostportal werden in der Nordröhre 340 m und in der Südröhre 207 m ertüchtigt. In diesem Baulos erfolgt die Aufbringung in den Ulmen-Bereichen bis 4 m Höhe. Die Ertüchtigung der Firste soll in der nächsten Bauphase mit Brandschutzplatten ausgeführt werden.

Die Tunnel Quatratsch / Pians (Länge der Nordröhre 1.543 m, Südröhre 1.535 m) liegt zwischen Landeck und dem Arlberg im Bereich der Arlbergschnellstraße S16 und ist teilweise in bergmännischer und teilweise in offener Bauweise hergestellt und 1994 für den Verkehr freigegeben worden.

In der Nordröhre werden auf eine Länge von ca. 550 m und in der Südröhre auf eine Länge von ca. 330 m Brandschutz-Spritzbeton und –Mörtel aufgebracht.

3. Bauausführung

Die Arbeiten bei der Tunnelkette Klagenfurt wurden in den Jahren 2013-2015 ausgeführt und waren somit eine der ersten Tunnels wo die Kombination von Brandschutz-Spritzbeton und Brandschutz-Mörtel hergestellt wurde. Zum damaligen Zeitpunkt war die Richtlinie Schutzschichten für den erhöhten Brandschutz für unterirdische Verkehrsbauwerke der österreichischen Bautechnikvereinigung mit Erscheinungsdatum Jänner 2017 [8] gerade in Ausarbeitung bzw. Überarbeitung. Somit konnten wesentliche Faktoren der Ausführung bei der Erstellung der Richtlinie berücksichtigt werden. Gültig war das ÖVBB-Merkblatt Schutzschichten für den erhöhten baulichen Brandschutz für unterirdische Verkehrsbauwerke [7].

Der Abtrag des bestehenden Betons erfolgte mittels Hochdruckwasserstrahlen (Bilder 3 und 4).



Bild 3: Hochdruckwasserstrahlen im UG2-Bereich

Nach der Reinigung wurde die Bewehrung für die Brandschutzschichten mittels eigener Dübel-Konstruktion versetzt bzw. verankert (Bild 5). Anschließend wurden die Blockfugenausbildungen geschalt und der Brandschutz-Spritzbeton mit Kunststofffasern (FRSpC) aufgebracht (Bild 6).



Bild 4: Abtrag im Pilgerschritt-Verfahren



Bild 5: Bewehren im UFT-Kastenquerschnitt



Bild 6: Brandschutz-Spritzbeton mit Kunststofffasern - Tunnelquerschnitt

Nach dem Spritzbetonauftrag erfolgte die Aufbringung der zweiten Schichte mittels Brandschutzmörtel mit einer Dicke von 1,5 – 2 cm (Bild 7). Dieser Mörtel wird entlang von Schienen abgezogen und geglättet, so dass die spätere Beschichtung ohne Probleme aufgebracht werden kann.

Aufgrund der aktuellen Situation die Regelwerke/Richtlinien betreffend kann auf folgende Besonderheiten bzw. Details hingewiesen werden:

Bei den angeführten Objekten in Tirol (Tunnel Pians / Quadratsch sowie Mils) war nach der Betoninstandsetzung an sich, durch Abtrag/Reprofilierung mit zugelassenem Nassspritzmörtelsystem, die Systembewehrung der Brandschutzschicht zu montieren, anschließend der Brandschutz-Spritzbeton gemäß Richtlinie „Schutzschichten für den erhöhten Baulichen Brandschutz für unterirdische Verkehrsbauwerke“ und abschließend der Brandschutz-Mörtel zu applizieren.

Bei der Bewehrung ist anzumerken, dass in der gültigen Richtlinie (2017) eine Systemskizze angeführt ist, wie die Montage erfolgen kann [8]. Dies muss den Anforderungen entsprechend erfolgen, ebenso ist auf die Korrosionsbeständigkeit der Komponenten zu achten. Im Wesentlichen betrifft dies die Verankerung und Verbindung der Mattenbewehrung zur Befestigung. Die erforderliche Betonüberdeckung ist wichtig, ebenso die Frage, ob der Untergrund bereits saniert wurde oder aus dem ursprünglichen Bestand inkl. Vorbereitung (HDW, Haftzug, Rautiefe) besteht. Bei bereits instandgesetzten Flächen ist auf die sorgfältige Montage zu achten, um die Abstände und Verbindungen gewährleisten zu können.



Bild 7: Applikation Brandschutz-Spritzmörtel

Bei der Brandschutzschicht mit Brandschutzmörtel BSM ist wichtig, die Unterscheidung zu erwähnen, welche nun in der Richtlinie getroffen wird. Ist die Schicht durch ein Material der Spezifikation BSM-O (Oberfläche) herzustellen, kann diese nicht für den Brandschutz des Gesamtsystems angerechnet werden, was zwangsläufig zu einer erhöhten Schichtdicke des FrSpC darunter führen muss, um das geforderte Schutzniveau erreichen zu können. Erzielt wird jedoch eine saubere Oberfläche durch Mörtelauftrag, der Brandschutz kann durch Fasergehalt und Grundsatzprüfung nachgewiesen werden. Im Gegensatz dazu wird bei der Mörtelschicht BSM-B (Brandschutz-Mörtel mit Brandschutzwirkung) diese als vollwertige Brandschutzschicht gezählt, was dazu führt, dass dieses Material einer gesonderten Prüfung zu unterziehen ist, und damit die Brandschutzfunktion je nach Schutzniveau nachgewiesen werden muss. Hier kann dann entsprechend der Temperatureindringkurve die Dicke der Schicht festgelegt werden, wobei die Polypropylen-Mikrofasern an sich geprüft sein müssen.

Die laufenden Prüfungen während der Ausführung sind laut Richtlinie durchzuführen.

Bei mehrlagigen Konstruktionen wie diesen ist es wichtig anzumerken, dass zwischen den einzelnen Schichten (Altbestand, sanierte Oberfläche, FrSpC, BSM) immer die Anforderungen der gültigen Richtlinien bezüglich Untergrund- Vorbereitung einzuhalten sind, was bedeutet, dass sowohl Rautiefe als auch Abreißfestigkeit vor der Applikation (min. 1,5 MPa bzw. 2,0 MPa) der jeweils nächsten Konstruktionslage nachzuweisen bzw. durch entsprechende Maßnahmen (z.B. HDW- Strahlen) herzustellen sind.

4. Besonderheiten

Als Besonderheit im Bereich Tunnelkette Klagenfurt können die verschiedenartigsten Profile angeführt werden. Sowohl Tunnelquerschnitte als auch Kastenquerschnitte wurden hier mit Brandschutz-Spritzbeton und -Mörtel adaptiert. Es zeigt sich, dass diese Ausbildung eine große Flexibilität zulässt und man zeitnah und rasch die Ertüchtigung herstellen kann.

Großes Augenmerk ist auf die Ausführung der bestehenden Ringfugen zu legen. Bei den Ringfugen wird eine temporäre Schalung befestigt, so dass mit dem Spritzbeton und dem Spritzmörtel ein exakter Abschluss hergestellt werden kann.

Bei den Baulosen Pians / Quadratsch sowie Mils waren die zeitlichen Vorgaben für die Herstellung der Brandschutzschichten eine große Herausforderung. Nur durch ein optimiertes Bauprogramm konnte die Abwicklung im vorgegebenen Zeitrahmen erfolgen.

5. Zusammenfassung

Aufgrund der Vorgaben des Auftraggebers, die verkehrsbehindernden Maßnahmen so gering als möglich zu halten, sind grundsätzlich bei allen Baulosen kurze Bauzeiten einzuhalten. Dies ist für alle am Bau Beteiligten eine große Herausforderung. Eine rasche Abwicklung ist durch die flexible Arbeitsweise, welche durch die Ausführung mit Brandschutz-Spritzbeton und Brandschutz-Spritzmörtel gegeben ist, möglich.

Ein zweilagiger Auftrag bestehend aus Brandschutz-Spritzbeton und Brandschutz-Mörtel hat sich als effiziente Lösung in Anbetracht einer glatten Oberfläche herausgestellt. Vor allem ist die Herstellung dieser Oberfläche bei der Verwendung von Spritzbeton mit Abbinde-Beschleuniger nicht in dem Maß herstellbar, wie man die Oberfläche beim Auftragen von Spritzmörtel ausbilden kann. Eine glatte Oberfläche ist anzustreben um eine aufwendige Spachtelung zu vermeiden. Die Tunnelbeschichtung kann abschließend auf den Spritzmörtel aufgetragen werden.

6. Literatur

- [1] Bundesgesetz über die Sicherheit von Straßentunneln, Straßentunnel-Sicherheitsgesetz – STSG, Wien, 8. Mai 2006.
- [2] Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr: RVS 09.01.45 - Baulicher Brandschutz in Straßentunnel. Wien, Ausgabe 9. Oktober 2015.
- [3] Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr: RVS 09.02.51 ortsfeste Brandbekämpfungsanlagen. Wien, Ausgabe 1. Juli 2014.
- [4] Österreichische Bautechnik Vereinigung: öbv-Richtlinie Erhöhter Baulicher Brandschutz mit Beton für unterirdische Bauwerke. Wien, April 2015.
- [5] Österreichische Bautechnik Vereinigung: ÖVBB Richtlinie Faserbeton. Wien, Juli 2008.
- [6] Österreichische Bautechnik Vereinigung: ÖVBB Richtlinie Spritzbeton. Wien, Dezember 2009.
- [7] Österreichische Bautechnik Vereinigung: ÖVBB- Merkblatt: Schutzschichten für den erhöhten baulichen Brandschutz für unterirdische Verkehrsbauwerke. Wien, 2006 11.
- [8] Österreichische Bautechnik Vereinigung: öbv- Richtlinie: Schutzschichten für den erhöhten baulichen Brandschutz für unterirdische Verkehrsbauwerke. Wien, 2017 01.

Zu den Autoren

Ing. Norbert Reichard

Absolvent der HTL Ortweinplatz Graz, Abteilung Tiefbau; seit 1979 Bauleiter im Untertagebau bei der Bauunternehmung Stettin bzw. ÖSTU-STETTIN Hoch- und Tiefbau GmbH, seit 2009 Bereichsleiter Untertagebau norbert.reichard@oestu-stettin.at

BM Ing. Günter Vogl

Absolvent der HTL Mödling, Abteilung Hochbau; seit 1989 im Instandsetzungsbereich tätig, Bauleiter bzw. GF, 2015 Gründung der Fa. Vogl.Plus GmbH (mit DI Bernhard Tatzl), Unternehmung im Bereich Beton-, Bauwerksinstandsetzung. guenter.vogl@voglplus.at