

Norbert Glantschnigg

Untersuchungen zur Brandschadensfeststellung im Tauerntunnel

1. Einleitung

Zur Feststellung und Eingrenzung des Ausmasses der Brandschäden im Tauerntunnel waren Bauwerksuntersuchungen an der Tunnelinnenschale, der Zwischendecke samt den Aufhängungen, der Betonstrassendecke und den Bordsteinen durchzuführen. Dabei galt es, unter Berücksichtigung baupraktischer Aspekte, rasch die Entscheidungsgrundlagen für die abschnittsweise Festlegung der erforderlichen Sanierungsmassnahmen zu erarbeiten. Höchste Priorität bei den Untersuchungen und bei der Umsetzung der Untersuchungsergebnisse hatte das vorgegebene Ziel, in den sanierten Bereichen die gleichen bautechnischen Sicherheiten wiederherzustellen, wie sie für Tunnelneubauten gelten.

2. Charakteristik des Bauwerkes

Der Tauerntunnel wurde nach der "Neuen Österreichischen Tunnelbaumethode" mit einer im Gebirge verankerten Spritzbetonschale und einem innenliegenden Gewölbebeton, der Tunnelinnenschale, errichtet. In 5 m Höhe über der Fahrbahnoberkante ist eine Zwischendecke ausgeführt, die entlang der Tunnelachse über Ankerstangen im First des Tunnelgewölbes gehalten ist. Entlang der Ankerstangen wurde eine Ortbetonlängswand hergestellt, die den Raum über der Zwischendecke in einen Zuluft- und einen Abluftkanal teilt.

Die Fahrbahn ist ausgeführt mit einer Betondecke mit seitlichen Betonrandsteinen, entlang der Fahrbahnränder verlaufen Kabelschächte mit Betonabdeckplatten.

3. Schadensbilder

Nach den ersten Pressemeldungen eines "Einsturzes" des Tauerntunnels und in diesem Zusammenhang genannten Sanierungskosten war zunächst festzustellen, welche Bauteile eingestürzt oder einsturzgefährdet sind. Dabei zeigte sich, dass direkt am Brandherd ein Betonierabschnitt der Zwischendecke von den ulmenseitigen Auflagern abgestürzt und nur noch von den mittigen Ankerstangen gehalten war.

Bei Beginn der Bauwerksuntersuchungen zur Feststellung des Brandschadensausmasses hatten die Sicherungskräfte bereits die ulmenseitigen Auflagern der Zwischendecke im Brandbereich abgestützt und so die Gefahr weiterer Abstürze von Zwischendeckenteilen ausgeschaltet. Von einem Einsturz der tragenden

Tunnelschale konnte auch nach der ca. 16 stündigen Branddauer und den furchtbaren Folgen für viele Tunnelbenutzer nicht die Rede sein.



Abb. 1: Zwischendecke
"stark geschädigt"

Für die weiteren Untersuchungen wurden Abschnitte der Zwischendecke und der Tunnelinnenschale entsprechend ihrem augenscheinlichen Schadensbild eingeteilt in "stark geschädigte" (Abb.: 1), "gering geschädigte" (Abb. 2 und Abb. 3) und "nicht geschädigte" Bereiche. Im Zuge der Bauwerksuntersuchungen musste die Längenausdehnung dieser Bereiche zwar mehrfach revidiert werden, es war jedoch diese Einteilung gut geeignet für die einzelnen Bewertungen und letztlich auch für die Festlegung der erforderlichen Sanierungsmassnahmen.



Abb. 2: Zwischendecke
"gering geschädigt"



Abb. 3: Nahaufnahme
Zwischendecke
"gering geschädigt"

4. Erste Untersuchungen

Für die ersten Entscheidungen zur Sanierung der Zwischendecke wurden Ankerstangen aus der Trennwand über der Zwischendecke ausgebaut und im Zugversuch geprüft. Die im Bauzustand mit ca. 3 cm Betondeckung geschützten Ankerstangen zwischen Zuluft- und Abluftkanal über der Zwischendecke zeigten auch im unmittelbaren Nahbereich zum Brandherd keine wesentlichen Beeinträchtigungen und erfüllten mit einer 0,2 % Dehngrenze von knapp über 600 N/mm² und einer Zugfestigkeit von 760 N/mm² auch nach dem Brand die Anforderungen der ÖNORM B 4200, Teil 7 an verwundenen Rippenstahl der Gruppe V (BSt 600) (Abb.: 4). Abstürze von Zwischendeckenabschnitten durch Versagen von Ankerstangen auf Grund der Hitzeeinwirkungen waren daher nicht zu erwarten.

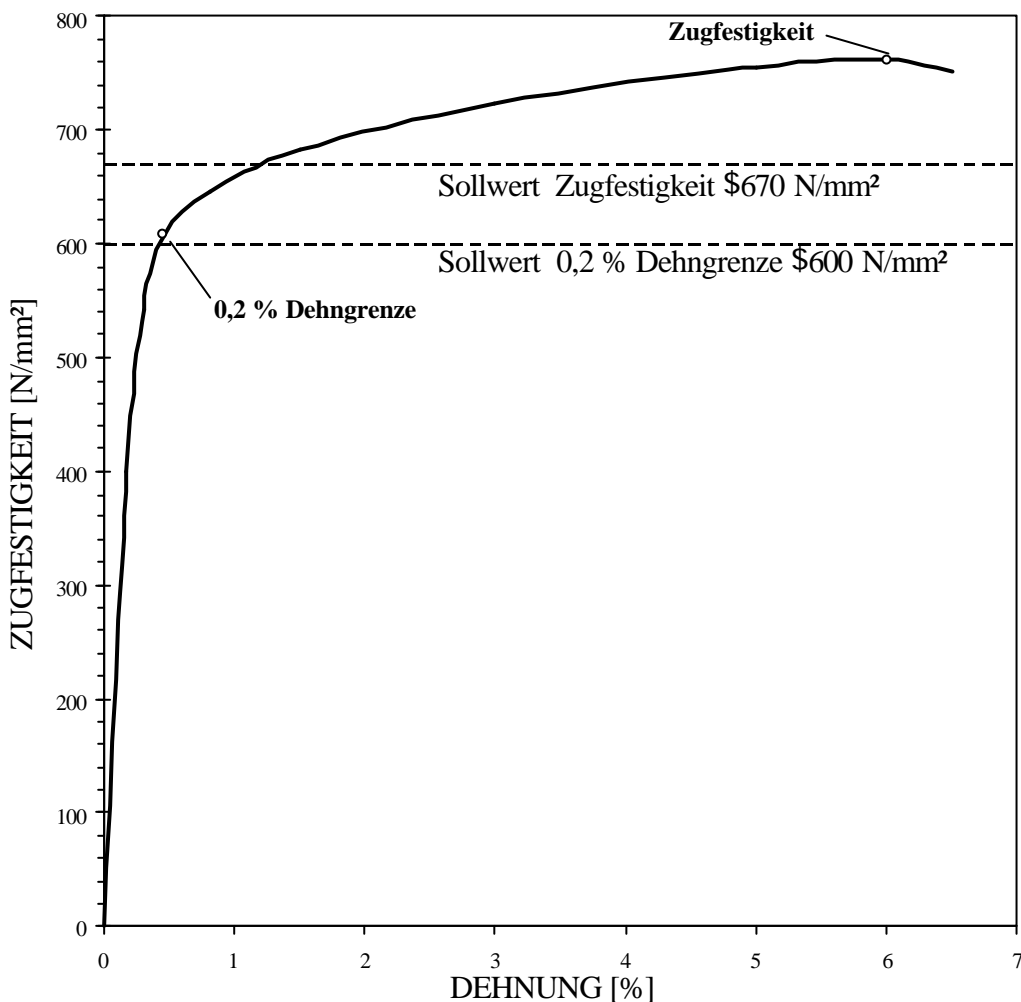


Abb. 4: Zugversuch an Ankerstange

5. Zwischendecke

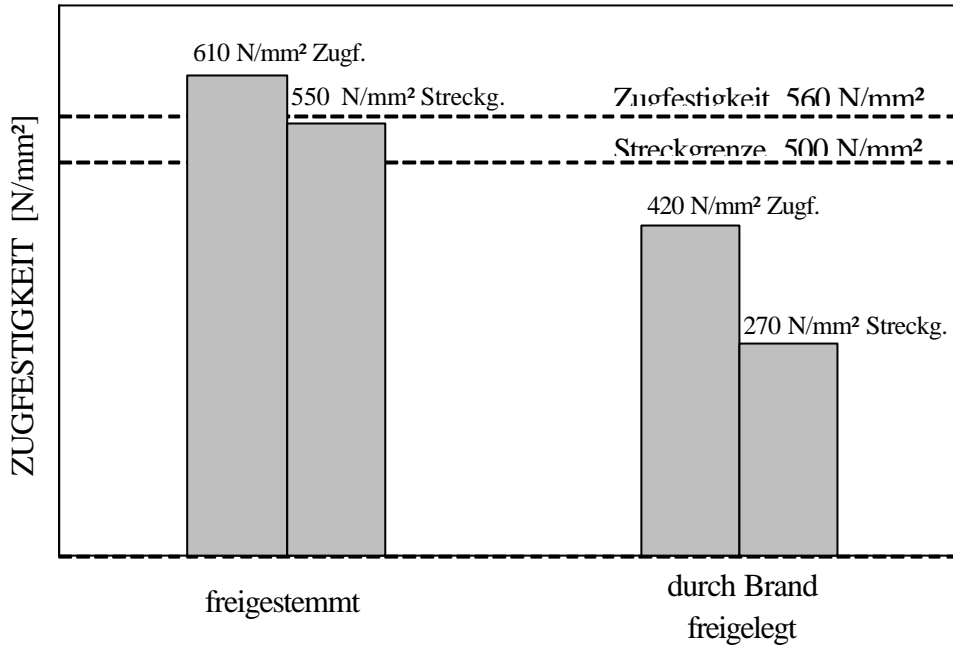


Abb. 5: Betonstahlproben aus der Zwischendecke

Nach dem Vorliegen der ersten Untersuchungsergebnisse der Ankerstangen über der Zwischendecke wurden aus unterschiedlich geschädigten Bereichen der Zwischendecken-untersicht Betonstahlproben entnommen und im Zugversuch geprüft. Im Vergleich zu den Güteeigenschaften der Betonstahlproben aus "nicht geschädigten" Bereichen, wo diese für die Probenentnahme freigestemmt wurden, wiesen die Proben aus "stark geschädigten" Bereichen wesentlich niedrigere Stahlzugfestigkeiten und Streckgrenzen auf (Abb.: 5). Es war daher in diesen Bereichen eine Betoninstandsetzung nicht zu empfehlen, dazu wären aufwendige Verstärkungsmassnahmen erforderlich gewesen.

Zur weiteren Beurteilung der ursprünglich als "gering geschädigt" eingestufteten Zwischendeckenbereiche wurden vergleichende Haftzugfestigkeitsprüfungen an der Untersicht der Zwischendecke durchgeführt. Dabei zeigte sich, dass Untersichtabschnitte mit Netzzissen durchwegs tiefer geschädigt waren als angenommen und der Bereich der "starken Schädigung" auf Grund der niedrigen Haftzugfestigkeiten des Betons an der Zwischendeckenuntersicht wesentlich erweitert werden musste.

6. Tunnelinnenschale

Auch bei der Untersuchung der Tunnelinnenschale zur Feststellung des Schädigungsausmasses wurde diese zunächst nach dem sichtbaren Schadensbild klassifiziert. Im "stark geschädigten" Bereich nahe dem Brandherd waren Betonabplatzungen mit Tiefen bis zu 30 cm vorhanden (Abb.: 6). Diese Betonabplatzungen sind durch die langandauernde Brandeinwirkung "fortschreitend" aufgetreten mit bis zu faustgrossen Stücken, die ähnlich einem "Betonkies" in Haufen auf der Fahrbahn lagen. Grossflächige Schollenabplatzungen, wie sie an der Stahlbeton-Zwischendecke

vorhanden waren, konnten am unbewehrten Tunnelinnenschalenbeton nicht festgestellt werden.

Das tatsächliche Ausmass der Schädigungstiefe des Tunnelinnenschalenbetons wurde durch stufenweise Haftzugfestigkeitsprüfungen in Tiefenstufen bis zu 8 cm unter der nach dem Brand vorhandenen Oberfläche festgestellt. Auf Grund der geringen Haftzugfestigkeiten des Betons an der geschädigten Oberfläche musste der Beton in "stark geschädigten" Bereichen bis zu 8 cm tief durch Abstemmen und Hochdruckwasserstrahlen entfernt werden, bevor der Instandsetzungs-Spritzbeton aufgebracht werden konnte (Abb. 7).

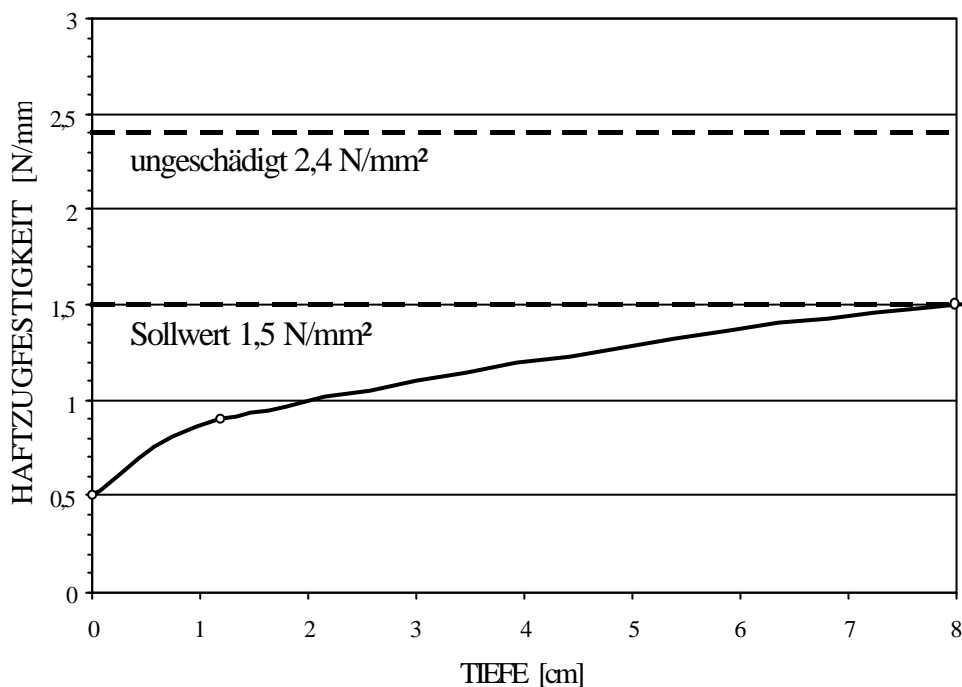


Abb. 7: Tunnelinnenschalenbeton

7. Chloridgehalte

Ganz entgegengesetzt zu den mechanischen Kennwerten für die Brandschadensbeurteilung wurden die höchsten Chloridgehalte in den oberflächennahen Betonzonen (bis 5 mm Tiefe) nicht an der Unterseite der Zwischendecke über dem Brandherd sondern weit davon entfernt im Inneren des Abluftkanales mit mehr als 2 % der Zementmasse festgestellt. Auch das musste bei der Sanierung berücksichtigt werden.

Für die Festlegung umweltgerechter Entsorgungsmassnahmen der doch erheblichen Mengen an Betonschutt aus Abplatzungen und Abbruchmaterial wurden daran haftende Rußproben in geochemischen Untersuchungen auf ihren Gehalt an Schadstoffen geprüft.

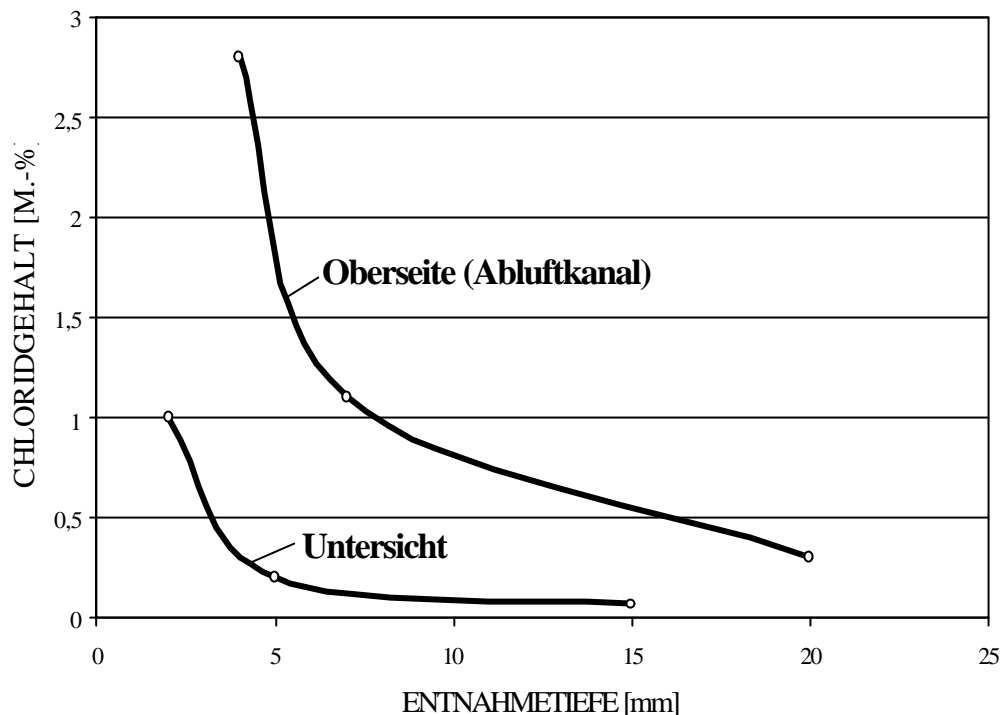


Abb. 8: Chloridgehalte im Beton der Zwischendecke

8. Zusammenfassung

Es ist festzustellen, dass das Betonbauwerk der furchtbaren Katastrophe standgehalten hat und die Untersuchungen zur Eingrenzung des Schadensausmasses nach den allgemeinen Regeln für die Erhaltung und Instandsetzung von Bauten aus Beton und Stahlbeton durchgeführt werden konnten. Dabei war es sich von grossem Vorteil, zunächst anhand der augenscheinlich sichtbaren Schadensbilder Grobeinteilungen und Klassifizierungen vorzunehmen und deren Ausdehnungen nach Vorliegen der einzelnen Prüfergebnisse den erforderlichen und möglichen Sanierungsmassnahmen anzupassen. Untersuchungen zur ersten Beurteilung der Standsicherheit der brandgeschädigten Bauteile, im gegenständlichen Fall an Ankerstangen und an Stahleinlagen der Zwischendecke, sind vorrangig auszuführen.

Dipl.-Ing. Norbert Glantschnigg
Zivilingenieur für Bauwesen
Allgemein beeideter und gerichtlich zertifizierter Sachverständiger
Bautechnische Versuchs- und Forschungsanstalt Salzburg (bvfs)
Alpenstraße 157
A-5020 Salzburg
Tel.Nr.: +43 (0)662 621758-200
Fax : +43 (0)662 621758-199

e-mail : glantschnigg@bvfs.at
<http://www.bvfs.at>