

Im Bauch des Berges: Spezialsilane schützen die Tunneldecke

Text **Wacker** Redaktion **Cornelia Sigrist** Bilder **Arnold Wyssen**

Der Verkehr im Gotthard darf nicht stoppen. Deshalb muss für eine Teilsanierung der Betondecke eine Nacht reichen. Malermeister Arnold Wyssen und sein Team waren Ende September 2009 an Sanierungsarbeiten beteiligt. Das brachte dem Churer Unternehmer neben Lohn auch Lorbeer ein.

Der Gotthard-Strassentunnel ist das Herzstück der kürzesten Autoverbindung zwischen der Nordsee und Südtalien. Und der Fluss von Autos, Bussen und Lastwagen unter dem sagenumwobenen Massiv aus Gneis und Granit reisst selten ab. Seit 1980 rollen Fahrzeuge durch den 16,9 Kilometer langen Tunnel. Sie schaffen Urlauber, Autoteile und Elektrogeräte von Nord nach Süd. Oder transportieren Tomaten, Maschinen und Textilien aus Italien nach

Deutschland, Holland oder Dänemark. Pro Jahr fahren allein 750'000 Lastwagen durch die jeweils einspurige Röhre im Bauch des Gotthard-Massivs.

Eine schleichende Gefahr: Salz im Stahlbeton

Im Winter tragen diese Fahrzeuge eine zusätzliche Fracht in den Tunnel: Salzwasser. Die von Millionen Reifen aufgewirbelte Tauwasser-Gischt von der nassen Fahrbahn schlägt sich an Decke



Hightech: Die letzten Tests mit dem Spritzgerät von Novaplica, bevor es im Tunnel losgeht. (Bild: Wacker)

und Wand des Tunnels nieder. Die Salzsäure zieht weiteres Wasser an, und durch die ständige Nässe dringt das Salz langsam in den Beton. Im Lauf der Jahre wandern die Chloride wegen der werkstoffbedingten Porosität des Betons immer weiter ins Innere. Hat die salzbeladene Feuchtigkeit erst einmal die Stäbe aus Stahl – die sogenannten Armierungseisen – im Betoninnern erreicht, setzt ein gefährlicher Korrosionsprozess ein.

Eigentlich ist der Stahl im Beton durch dessen hohen pH-Wert geschützt. Aber durch die Chloride aus dem Streusalz sinkt der pH-Wert und hebt so den Korrosionsschutz auf – mit schwerwiegenden Konsequenzen: Die Korrosionsprodukte brauchen mehr Platz als der Stahl und sprengen deshalb Teile des Betons ab. Das kann schwerwiegende Folgen haben: «Die Unfallgefahr ist beträchtlich, wenn bei einer Geschwindigkeit von 80 km/h plötzlich Betonteile von der Decke fallen», erklärt Ralph Minery, bei Wacker in der Schweiz Sales Manager im Business Team Construction Chemicals.

Imprägnierung hilft gegen Korrosion

Seit 2002 beobachtet deshalb eine «Arbeitsgruppe Zwischendecke» beim Bundesamt für Strassen Astra den baulichen Zustand des Gotthard-Strassentunnels und initiiert Instandsetzungs-Massnahmen. In einer ersten Phase der Instandsetzung der Zwischendecke in den Portalbereichen wurden 2006 die ersten 250 Meter des Tunnelingangs mit einer Hydrophobierung geschützt. Der Beton wurde also mit einem Wirkstoff imprägniert, der die Poren zwar belegt und sie wasserabweisend macht, dabei aber die Diffusions-



Die «Abdeckspezialisten» von Arnold Wyssen vor ihrem Einsatz im Gotthard.

fähigkeit des Betons erhält. Dieser bleibt also atmungsaktiv.

Die Ergebnisse der messtechnischen Untersuchungen und des Online-Monitorings der Korrosionsströme zeigten: Die Korrosion lässt sich durch solche Massnahmen deutlich abmildern. Deshalb sollten im Jahr 2009 weitere 750 Meter Tunnel hydrophobiert werden. Die Betonkonstruktion war zwar durch eine aufwendige Beschichtung geschützt, die Untersicht der Tunnel-

Innovationspreis 2010 für Malermeister Wyssen

Arnold Wyssen, der Inhaber und Geschäftsführer des gleichnamigen Malergeschäfts in Chur, lacht: «Jetzt bekomme ich für meinen Folien-Abrollapparat auch noch einen Preis!» Anfang Juni 2010 wurde ihm der «Bündner Innovationspreis 2010» überreicht. «Schuld daran, dass ich geehrt wurde», erklärt Arnold Wyssen, «ist Verena Zimmermann, die Redaktorin, die einen Artikel über die Gotthard-Sanie rung in der Zeitung «Die Südostschweiz» schrieb. Denn ohne diesen wäre kaum jemand auf den Folien-Abrollapparat aufmerksam geworden.» Man hat das Gefühl, diese Auszeichnung sei Arnold Wyssen beinahe peinlich. Aber man kann das Urteil der Jury verstehen: Vielleicht ist der eigens für die Abdeckerarbeit im Gotthardtunnel entwickelte Abrollapparat keine bahnbrechende Erfindung, aber er hat seinen Zweck erfüllt. Dank dieser Konstruktion waren die 7'000 Quadratmeter Strassenbelag bis rund einen Kilo-

meter ab Südportal in Rekordzeit mit Folie abgedeckt.

Der Bündner Gewerbeverband will mit diesem Preis auf die Bedeutung des innovativen Engagements auf Unternehmerebene aufmerksam machen und zu dessen Anerkennung und Förderung beitragen. Der Innovationspreis ist mit 3'000 Franken dotiert. Die Ehrung und Übergabe des «Bündner Innovationspreises 2010» fand nach Redaktionsschluss der applica in der «Waldhaus Arena» in Flims anlässlich der Delegiertenversammlung des Bündner Gewerbeverbands statt. Lesen Sie mehr dazu in applica 7/2010, die am 16. Juli 2010 erscheint.



Arnold Wyssen.



Auf der Nordseite arbeitete das Maler- und Gipsergeschäft Trauffer mit seiner Hochleistungs-Tunnelbeschichtungs-Maschine.

decke zeigte jedoch Sanierungsbedarf. Nicht nur, aber auch als Folge der durch den Zusammenstoß von zwei Lastwagen verursachten Brandkatastrophe im Jahr 2001 präsentierte sie sich rabenschwarz.

Die durch Hydrophobierung bedingten Bauarbeiten sind wegen der umfangreichen Vorbereitung und der erforderlichen Sicherungsmassnahmen sehr aufwendig und bei laufendem Tunnelbetrieb kaum durchzuführen. Weitergehende Massnahmen wie beispielsweise eine Epoxid-Beschichtung lassen sich auch nicht in kurzer Zeit durchführen.

Sanierung in einer Nacht

Um die Sanierung dennoch in einer Nacht durchzuführen, entschieden sich die Betreiber für die sogenannte Tiefenhydrophobierung: In einer einzigen Nacht wurden über 7'000 Quadratmeter Deckenfläche mit einer Silanimprägnierung behandelt. Diese schützt den Deckenbeton vor eindringendem Salzwasser. «Hochalkylierte Silane wie Silres® BS Creme C haben sich für solche Arbeiten als die optimale Pro-

duktklasse erwiesen», erklärt der Wacker-Materialexperte Johannes Ihringer. «Im Gegensatz zu herkömmlichen flüssigen Produkten kann eine solche Creme in einem Arbeitsgang in der gewünschten Schichtdicke appliziert werden. Je nach Porosität dringt der Wirkstoff innerhalb kurzer Zeit in den Untergrund ein.» Das war ein entscheidendes Argument für den Einsatz des Wacker-Rohstoffs im Gotthardtunnel. Denn es ging ja vor allem um Zeit.

Start für «Operation Gotthard»

Alle Signale auf Rot: Sekundengenau um 20 Uhr am 21. September 2009 ist die Durchfahrt gesperrt. Die Arbeiten starten gleichzeitig am Nord- und Südportal des Tunnels. Bis 4.30 Uhr haben die Männer auf beiden Seiten des Tunnels jetzt Zeit für ihre Arbeiten. Dann muss der Verkehr wieder rollen.

Mit der Präzision des berühmten Schweizer Uhrwerks setzen sich die Sanierungskolonnen in Bewegung: Mit dem letzten Lkw beginnen am Südportal rund zwei Dutzend Männer in weissen Kitteln und Warnwesten ihre Operation «Gotthard». Die Maler und Beton-

sanierungsspezialisten decken die komplette Fahrbahn mit Folie ab. Eigens dazu hat Malermeister Arnold Wyssen aus Chur für die Südseite einen speziellen Folien-Abrollapparat konstruiert, der ihm den «Bündner Innovationspreis 2010» eingebracht hat (siehe Kasten Seite 11): «Wir müssen innerhalb von drei Stunden 7'000 Quadratmeter Strassenfläche abdecken.» Anschliessend soll der Spritzroboter der Firma Novaplica aus Rapperswil das Hydrophobierungsmittel auf die Tunneldecke auftragen. «Der Sprühnebel mit dem Silanwirkstoff darf sich nicht auf dem Strassenbelag niederschlagen. Das würde sonst wie Schmierseife wirken und hätte gravierende Folgen für den Verkehr», erklärt Ralph Minery, der die Arbeiten die ganze Nacht über verfolgt.

Wettlauf gegen die Zeit

Nachdem alles abgedeckt ist, kann der Hightech-Spritzapparat seine Arbeit beginnen: Zwei Mal fährt der halbautomatische Spritzroboter die 750 Meter der Tunnelröhre ab und bringt dabei aus seinen zwölf Düsen rund 500 Gramm Material pro Quadratmeter an die Decke. Nach etwa fünf Stunden und viel Gezische ist die Arbeit erledigt: Rund dreieinhalb Tonnen Material haben die Arbeiter von Novaplica versprüht. Die Tunnelbelüftung läuft auf vollen Touren, bis die Decke abgetrocknet ist und keine Tropfen mehr herunterfallen. Dann räumen die Arbeiter in Windeseile die Folie von der Fahrbahn und säubern die Baustelle. Um 4.04 Uhr verlässt der Bautrupp den Tunnel – 25 Minuten früher als geplant.

Pünktlich um 5 Uhr schalten die Signale auf Grün: Die Lastwagen-Karawane rollt wieder durch den Bauch des



Der Folien-Abrollapparat wurde eigens für die Arbeit im Tunnel von Arnold Wyssen entwickelt.



7'000 Quadratmeter Folie: Auf rund 800 Metern deckten die Arbeiter die Fahrbahn mit Folie ab.



Unter Hochdruck wird die Silancreme an die Tunneldecke appliziert. (Bild: Novaplica)

Effektiver Schutz gegen Feuchtigkeit

Siliciumorganische Verbindungen (Silane) haben sich als Hydrophobierungsmittel seit langem durchgesetzt. Sie zeichnen sich durch eine hervorragende wasserabweisende Wirkung aus, ohne die Wasserdampfdurchlässigkeit des Betons in nennenswerter Weise zu beeinträchtigen. Auf dem Beton bilden sie extrem stabile kovalente Bindungen mit der silicatischen Matrix der Poren- und Kapillarwandung. Die farblose, nicht filmbildende Behandlung der Bausubstanz mit Silanen verhindert, dass Wasser und darin gelöste Schadstoffe wie zum Beispiel Salze über die Kapillaren in den Baustoff gelangen. Silane besitzen eine ausgezeichnete Haltbarkeit und sind gegen äussere Einflüsse wie UV-Strahlung, thermische Belastung und aggressive Stoffe und Mikroben äusserst resistent.

Berges. «Es war ein gewagtes Unterfangen, und alle wussten, wir müssen Vollgas geben. In so einer kurzen Zeit ein solches Projekt zu realisieren, war ein Novum», sagt Paolo Gattulli, Niederlassungsleiter von SikaLavori in Cadenazzo. Das Unternehmen war vom Astra mit den Arbeiten am Südportal beauftragt worden.

Vor der eigentlichen Hydrophobierung hatten die Experten von SikaLavori die Decke mit einem Hochdruck-Wasserstrahl saubergewaschen und von Hand nach Fehlstellen abgeklopft. Diese wurden reprofiliert und anschliessend mit speziellem Mörtel ausgebessert. Dann erst konnte das Unternehmen mit der Tiefenhydrophobierung starten. Und alle wussten, worum es ging: Eine Verzögerung über diese eine Nacht hinaus hätte Mehrkosten in Höhe von mehreren 10'000 Franken bedeuten können.

Hocheffektiv dank pastöser

Konsistenz

Auf der Nordseite arbeitete das Maler- und Gipsergeschäft Trauffer AG aus Brienz mit ihrer Hochleistungsbeschichtungsmaschine und die Firma Mapei war für die Hydrophobierung zuständig. Auch deren Schweizer Verkaufsleiter, Martin Schneider, setzte dafür auf ein Produkt mit Silres® BS Creme C: «Aufgrund der pastösen Konsistenz lässt sich mehr Menge pro Quadratmeter aufbringen. Die Creme bleibt besser auf der Oberfläche hängen, und es kann mehr Material in den Beton eindringen.»

Die Arbeiten in einem solch engen Zeitfenster auszuführen, sei «mit anderen Materialien nicht zu schaffen gewesen», so Schneider, der bereits über 20

Jahre in der Bauchemie tätig ist und seit etwa 15 Jahren mit Minery zusammenarbeitet. «Die aufgetragene Silancreme besitzt eine lange Kontaktzeit und ist so konzipiert, dass der Wirkstoff möglichst tief in den Beton eindringt. Auf diese Weise schützt sie optimal gegen Wasseraufnahme und Tausalzschäden», erklärt Minery. Wie tief genau die Hydrophobierung in den Beton eingedrungen ist, prüfen derzeit noch die Materialspezialisten anhand von Bohrkernen, die nach den Arbeiten im Tunnel gezogen wurden.

Sparen mit Hydrophobierung

«Ziel der Tiefenhydrophobierung mit unseren Silanwirkstoffen ist es, dass sie bis zu einer Tiefe von etwa sechs Millimetern vordringen, die Poren des Betons wasserabweisend auskleiden und das salzhaltige Wasser draussen halten», erklärt Johannes Ihringer. Die hohe Viskosität der Wacker-Silanwirkstoffe sorgt dafür, dass sie vom Spritzwasser nicht wieder abgewaschen werden und einen langdauernden Schutz bewirken. «Die herkömmliche Sanierung von Betonbauwerken wie Tunnel, aber auch Brücken ist bis zu zehnmal teurer als die hydrophobierende Imprägnierung als Präventivmassnahme. Mit dieser innovativen Technologie ist es möglich, Instandsetzungen und damit hohe Kosten-, Energie- und Ressourcenbelastungen zu vermeiden», so Ihringer.

Bauexperte Gattulli von SikaLavori erwartet deshalb künftig auch weitere Aufträge zur Tiefenhydrophobierung – Tunnels gibt es ja genug in der Schweiz. ■