

# Instandsetzung von chloridhaltigem unbewehrtem Beton

**Mag.(FH) DI Dr. Stefan Krispel**

DI Dr. Martin Peyerl

DI Christian Dillig

DI Stefan Marchtrenker

Im Forschungsvorhaben Instandsetzung von chloridhaltigem unbewehrtem Beton wurde untersucht, wie sich vorhandene oder zusätzlich eindringende Chloride auf die Dauerhaftigkeit bzw. Schadenserscheinungen von Tunnelanstrichsystemen auswirken. Zur Abklärung dieser Sachverhalte erfolgte sowohl die versuchstechnische Simulation des Einflusses von Chlorid auf unterschiedliche Tunnelanstrichsysteme im Rahmen von Laboruntersuchungen als auch die Zustandserhebung und Analyse an insgesamt drei sich in Betrieb befindlichen Tunnelbauwerken.

Im ersten Projektteil erfolgte die versuchstechnische Simulation an vier unterschiedlichen Tunnelbeschichtungssystemen (konventionelle Tunnelbeschichtung, konventionelle Tunnelbeschichtung inkl. Grundierung, Spritzbeton und Saniermörtel) im Labor der Smart Minerals GmbH bzw. zuvor VÖZFI. Zur Abbildung einer zum Auftragszeitpunkt des Tunnelanstrichsystems jeweils vorhandenen Vorbelastung des Untergrundes durch Chlorid erfolgte die Herstellung der Betonprobekörper mit Tunnelinnenschalenrezeptur als jeweilige Träger für das Tunnelanstrichsystem mit im Frischbeton dotierten Chloridgehalten von 2, 4, 7 und 10 Prozent der Zementmasse. Die hergestellten Probekörper wurden mit zwischenzeitlichen Prüfterminen bis zu einem Alter von 3 Jahren sowohl liegend als auch stehend im Wasser und stehend in Salzlösung gelagert. Ziel dieser drei unterschiedlichen Lagerungsarten war, einen während des Betriebs vorhandenen zusätzlichen Eintrag von Feuchte bzw. auch Tausalzlösung labortechnisch simulieren zu können. Zur jährlichen Überprüfung der Veränderungen der Eigenschaften der Tunnelanstrichsysteme dienten als Bewertungsparameter die Haftzugfestigkeit, die Kerb-Spaltzugfestigkeit sowie die Veränderung des Chloridgehaltes direkt unter dem Tunnelanstrichsystem.

Im Rahmen der Versuche konnte gezeigt werden, dass sowohl Haftzug- als auch Kerb-Spaltzugfestigkeiten mit zunehmendem dotiertem Chloridgehalt bei steigender Lagerungsdauer abnahmen. Es besteht somit ein direkter Zusammenhang zwischen im Untergrund vorhandenem Chloridgehalt und der Schädigungswahrscheinlichkeit zu einem späteren Zeitpunkt. Weiters wurde festgestellt, dass aufgrund kapillarer Transportvorgänge der Chloridgehalt direkt unter dem Tunnelanstrichsystem zunimmt. Diese Zunahme ist umso größer je höher der Chloridgehalt (im gegenständlichen Fall der dotierte Chloridgehalt) des Untergrundes (Tunnelinnenschale) ist. Die Probekörper wurden generell bis zu einem Alter von 3 Jahren gelagert. Würde der im Rahmen der Laborversuche festgestellte Abfall bis zu einem Alter von 7 Jahren extrapoliert werden, wären Haftzugfestigkeitsabfälle über 50 Prozent bezogen auf den Ausgangswert möglich.

Der zweite Projektteil befasste sich mit der Analyse von drei sich unter Verkehr befindlichen Tunnelbauwerken im Bundes- bzw. Landesstraßennetz. Zur Beurteilung wurden in jedem der drei untersuchten Tunnelbauwerke drei optisch einwandfreie Stellen (gute Stellen) und drei Stellen mit beginnender bzw. fortschreitender optischer Schädigung (schlechte Stellen) ausgewählt. Im Rahmen der Untersuchungen wurden für jede der Stellen Haftzugfestigkeiten bzw. axiale Zugfestigkeiten sowie der bruchmechanische Kennwert der Kerb-Spaltzugfestigkeit ermittelt. Diese Prüfwerte wurden mit den jeweils im Untergrund vorhandenen Chloridgehalten korreliert. Grundsätzlich konnten tendenziell an guten Stellen höhere Haftzug- bzw. Kerbspaltzugfestigkeiten als an schlechten Stellen festgestellt werden. Eindeutige Zusammenhänge sind aufgrund der herstellungsbedingten Einflussparameter (z.B. Rautiefe, Feuchtigkeit) der Tunnelanstrichsysteme nicht möglich. Die Ermittlung der Chloridgehalte zeigte, dass grundsätzlich die höchsten Chloridgehalte direkt unter den Tunnelanstrichsystemen bzw. in einer Tiefe von etwa 1 cm festgestellt wurden. Mit zunehmender Tiefe wurde ein deutlicher Abfall beobachtet.

Generell wird aufgrund der im Rahmen des Forschungsvorhabens gewonnenen Erkenntnisse vorgeschlagen, dass der Chloridgehalt im Untergrund vor dem Aufbringen eines Tunnelanstrichsystems auf ein Niveau gesenkt werden soll, bei dem auch aufgrund weiterer z. B. durch im Anschlussbereich Randstreifen-Tunnelulme eingebrachte Chloride, keine zeitnahe weitere Schädigung bzw. Anreicherung zu erwarten ist. Auf Basis der Erkenntnisse des gegenständlichen Forschungsvorhabens sollte ein Wert von 2 Prozent Chlorid bezogen auf die Zementmasse im Untergrund nicht überschritten werden, da es im Zuge der Nutzungs- bzw. Lebensdauer von Anstrichsystemen zu einer weiteren Anreicherung kommt und bereits bei Chloridgehalten größer 4 Prozent der Zementmasse im Labor deutliche Schadenserscheinungen durch Festigkeitsabfälle (Indikator des Ablösens) beobachtet werden konnten.