
KATHODISCHER KORROSIONSSCHUTZ UND BRANDSCHUTZMASSNAHMEN AM STRASSENTUNNEL RENSBURG

CATHODIC PROTECTION AND FIRE PROTECTION AT THE RENDSBURG ROAD TUNNEL

Hernani **Esteves**, Ed. Züblin AG, Stuttgart, Germany
Sebastian **Mayer**, Ed. Züblin AG, Stuttgart, Germany
Ronny **Stöcklein**, Ed. Züblin AG, Stuttgart, Germany
Rajko **Adamovic**, Ed. Züblin AG, Stuttgart, Germany

Weltweit ist der kathodische Korrosionsschutz (KKS) zum Schutz von Stahlbetonbauwerken seit über 35 Jahren eine gängige und anerkannte Methode, Ingenieurbauwerke wie Brücken und Tunnel effektiv vor Korrosion zu schützen. Auch in Deutschland erfährt der kathodische Korrosionsschutz nach anfänglichem Zögern in diesem Bereich seit etwa 15 Jahren eine breitere Anwendung, insbesondere bei der Instandsetzung von Tiefgaragen und Parkhäusern. Da durch den Einbau von KKS der nachhaltige Schutz des Bewehrungsstahls sichergestellt werden kann, gilt dieses Prinzip im Privatwirtschaftssektor bereits seit langem als die oftmals attraktivere Lösung im Vergleich zu klassischen Instandsetzungsmodellen.

Mit der Instandsetzung des 1957 bis 1961 gebauten Straßentunnels Rendsburg wird der kathodische Korrosionsschutz erstmals in Deutschland in größerem Umfang in einem Tunnel eingebaut. Ziel ist es u. a., die Tunnelwandflächen, welche durch den Einbau einer 50 mm starken Schale aus kunststoffmodifiziertem Spritzbeton (SPCC) instandgesetzt werden, kathodisch zu schützen und gleichzeitig einen nach heutigen Maßstäben adäquaten Brandschutz im Tunnel sicherzustellen.

For 35 years, cathodic protection is a well-known method and a globally accepted technique to protect reinforced concrete structures like bridges and tunnels from corrosion damages. In Germany, the application of cathodic protection on concrete structures grew steadily since 1990, in particular in the field of repairing multi-story car parks and garages. As cathodic protection is a long-lasting solution to stop corrosion processes, the private sector already regards this technology to be the more sustainable and in many cases the more attractive way to run repair works.

The very first cathodic protection installation in a federal highway tunnel in Germany is currently executed in Strassentunnel Rendsburg, a tunnel constructed in the period from 1957 until 1961. Among others, the tunnel walls, which are strengthened with a layer of sprayed concrete, will be cathodically protected. In the same time, the spray concrete application represents a state-of-the-art fire protection to the tunnel.

1. Einleitung

Neben den bekannten und klassischen Methoden der Betoninstandsetzung, bei denen der Rückbau sowie das Ersetzen alter Betone durch neuen Beton oder durch Betonersatzsysteme im Vordergrund stehen, haben elektrochemische Instandsetzungsverfahren wie der kathodische Korrosionsschutz (KKS) an Stahlbeton stetig an Bedeutung gewonnen. Insbesondere der KKS stellt heute oftmals eine technisch und wirtschaftlich interessante Alternative gegenüber den konventionellen Instandsetzungsverfahren dar. Während bei der konventionellen Vorgehensweise einer Instandsetzung chloridbelasteter oder karbonatisierter Beton zum Großteil ausgetauscht werden muss, um den Korrosionsschutz der Bewehrung sicherzustellen, ist im Fall einer KKS-Lösung die Substanz lediglich soweit abzutragen, dass ein tragfähiger Untergrund entsteht, auf dem das KKS-System installiert werden kann. Mit der Einbettung der Anode durch Spritzbeton in ausreichender Schichtstärke wird gleichzeitig der Notwendigkeit des für den Tunnel geforderten Brandschutzes Rechnung getragen.

Im Zuge der Instandsetzung des Straßentunnels Rendsburg wurde vom Bauherrn entschieden, dass der Einsatz von KKS an den Wandflächen und ggf. an weiteren Bauteilen des Tunnels der beste Wege wäre, um die vorliegenden korrosionsbedingten Bewehrungsschäden durch Chlorideintrag dauerhaft zu unterbinden.



Bild 1: Tunnelportal Südseite

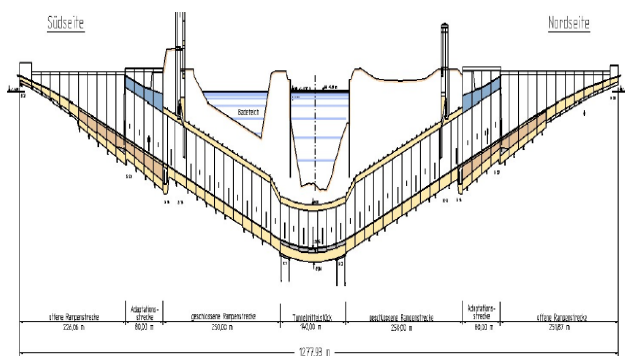


Bild 2: Überhöhter Längsschnitt Tunnel Rendsburg [1]

2. Situation Straßentunnel Rendsburg

Der Straßentunnel Rendsburg (Bild 1) ist Teil der Bundesstraße B77, welche an dieser Stelle den Nord-Ostsee-Kanal kreuzt. Der 640 m lange Tunnel besteht aus einer Ost- und einer Weströhre mit jeweils zwei Fahrspuren. Baulich sind die beiden Röhren durch einen zwischen den Röhren verlaufenden Betriebsgang verbunden. Nach über 40 Jahren Nutzung wurden in den Tunnelwänden stark erhöhte Chloridgehalte festgestellt, die ursächlich für die vorhandene Korrosion am Bewehrungsstahl (Bild 7) sind. Der Chlorideintrag geht auf das vom laufenden Verkehr eingebrachte Schleppwasser zurück, das im Winter mit Streusalz belastet ist (Bild 2). Insbesondere an den Wänden bis zu einer Höhe von ca. 2,50 m über Fahrbahn konnte durch Bohrmehlproben eine erhöhte Chloridkonzentration und durch Potentialfeldmessungen Korrosionsaktivität (Bild 6) in unterschiedlich starkem Maß nachgewiesen werden. Die Korrosionsaktivität war dabei im unteren Wandbereich höher als in den höher liegenden Bereichen, was grundsätzlich auf die höheren Bauteilfeuchten und Cl-Konzentrationen im Wandfuß zurückgeführt werden kann (Bild 5). Bild 3 stellt einen Ausschnitt aus der Potentialfeldmessung dar. Die obere Bildkante zeigt die Unterkante der Tunnelwand auf Höhe der Tunnelsohle. Die untere Bildkante stellt die Messkante in 2,60 m

über Tunnelsohle dar (Bild 4). Die deutliche Rotfärbung in der Grafik (Bild 3) als Zeichen niedriger Messpotentiale und damit erhöhter Wahrscheinlichkeit für Korrosionsaktivität tritt insbesondere im unteren Wandsegment sowie an den Bauwerksfugen hervor.

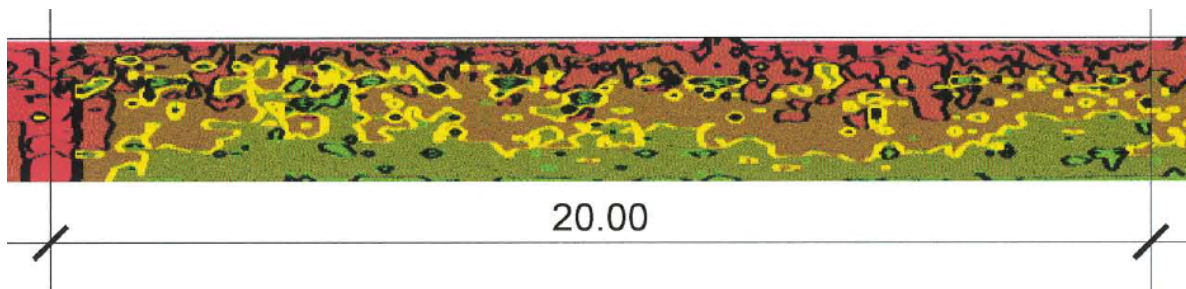


Bild 3: Ergebnisse der Potentialfeldmessungen Block N1

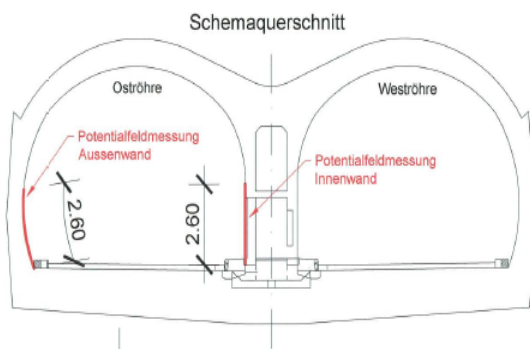


Bild 4: Position der Potentialfeldmessung Block N1 Oströhre, Außenwand von Bild 3 [6]

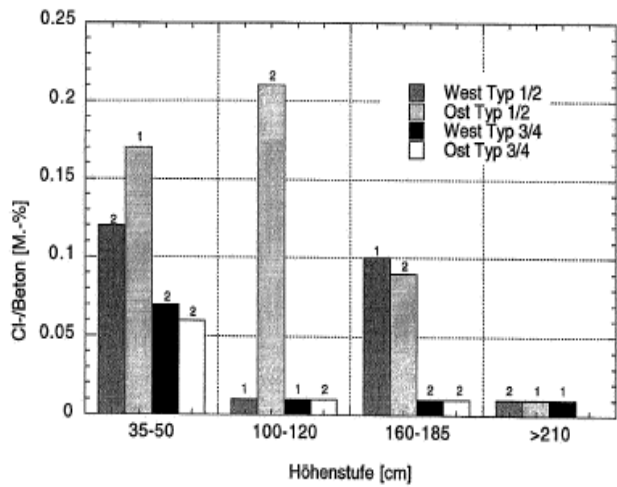


Bild 5: Chloridgehalte Tunnelaußenwand in unterschiedlichen Höhen [7]

	Korrosionszustand der Bewehrung		
	aktiv	Übergangsbereich	passiv
Innenwand Typ I, II (S16 - N16)	< 1,0 m	1,0 - 2,5 m	> 2,5 m
Außenwand Typ I, II (S16 - N16)	< 1,2 m	1,2 - 2,8 m	> 2,8 m
Außenwand Typ III, IV (S33 -S17, N17 - N33)	< 0,8 m	0,8 - 1,5 m	> 1,5 m

Bild 6: Korrosionszustände Bewehrung Tunnelwände [7]



Bild 7: Sichtöffnung Tunnelinnenwand [7]

3. Tunnelwände

3.1 KKS-Konzept

Das KKS-System ist so ausgelegt, dass pro m^2 Wandfläche 20 mA Schutzstrom bereitgestellt werden können. Aufgrund der unterschiedlichen Potentiale aus den Voruntersuchungen im unteren und oberen Wandsegment (vgl. Bild 3) wurde der für den KKS-Schutz vorgesehene Bereich von 2,60 m Höhe in untere und obere Schutzzonen eingeteilt. Die unteren Schutzzonen verlaufen horizontal im Bereich zwischen 0 m und 1,30 m über Boden. Die oberen Schutzzonen laufen parallel dazu in einer Höhe von 1,30 m bis 2,60 m über dem Boden. Auf diese Weise kann der Schutzstrom für den korrosionsaktiveren unteren Wandabschnitt bei Bedarf höher eingestellt werden als für den oberen Wandabschnitt (vgl. Bild 8).

Das KKS-System an den Wänden besteht aus insgesamt 24 Schutzzonen mit Größen zwischen 150 - 350 m^2 . Insgesamt belaufen sich die unter KKS-Schutz stehenden Wandflächen auf rund 6.200 m^2 .

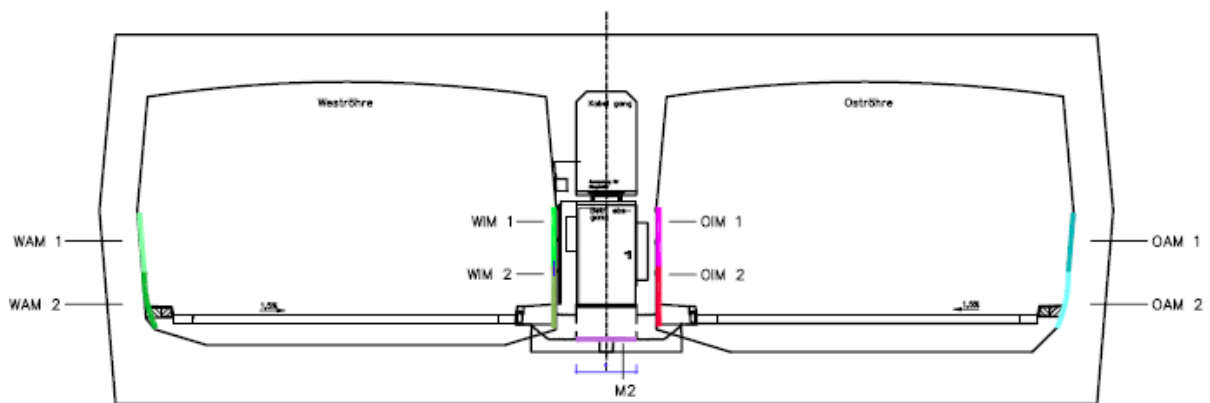


Bild 8: Schematische Darstellung Tunnelröhren Querschnitt Mitte [2]

3.2 Ausführung

Nachdem der Betonuntergrund durch Höchstdruckwasserstrahlen vorbereitet worden war, konnte die im Tunnel zum Einsatz kommende mischoxidbeschichtete Gitternetzanode aus Titan auf die Fläche montiert und mittels speziellen Kunststoffdübeln fixiert werden (Bild 13 und 14). Die Einbettung der Anode erfolgte mit einer 50 mm starken SPCC-Schale, die neben der elektrolytischen Ankopplung der Anode auch als Brandschutz fungiert (Bild 9, 15, 16). Zur Sicherstellung einer gleichmäßigen Schichtstärke wurden Stahllehren in regelmäßigen Abständen senkrecht an der Tunnelwand angebracht, auf denen mit Hilfe von Latten die Schichtstärke geprüft und die Wandfläche abgezogen werden konnte. Während der Spritzbetonarbeiten wurde durch ein angeschlossenes mobiles Schutzstromgerät kontinuierlich geprüft, ob sich ein Kurzschluss zwischen Bewehrung und Anode einstellt. In einem solchen Fall wären die Arbeiten gestoppt und der Kurzschluss behoben worden. Nach Demontage der Lehren wurden die vorhandenen Aussparungen im Zuge des nächsten Spritztaktes geschlossen (Bild 17).

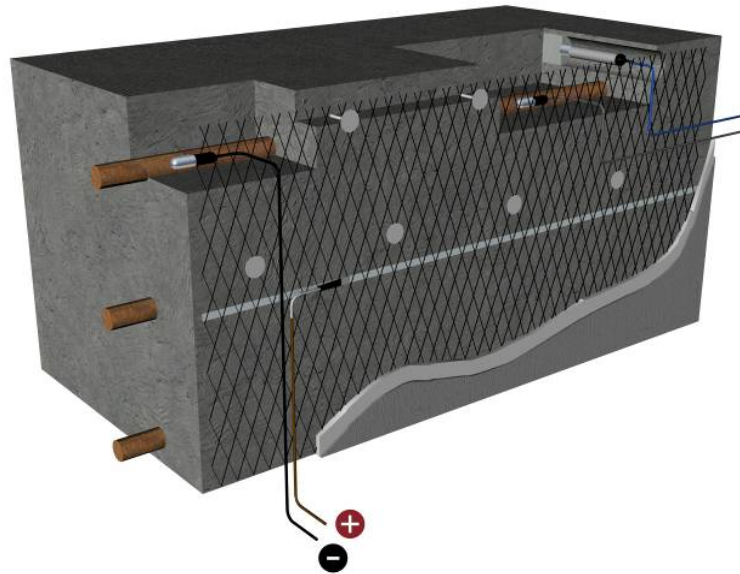


Bild 9: Aufbau des KKS-Systems an der Tunnelwand: Mischoxidbeschichtete Titangitteranode, fixiert durch Kunststoffdübel, Einbettung durch SPCC SikaCem Gunit 212 SF, Anodenanschluss (+) und Kathodenanschluss (-) sowie Anschlusskabel für Bezugselektroden (rechts oben)

3.3 Anforderungen KKS an SPCC

Als technisch hoch gesetztes Ziel galt es, mit einem Material zwei Funktionen sicherstellen zu können: Der SPCC in seiner Funktion als Brandschutz sowie in der Funktion als KKS-Einbettung. Um nachzuweisen, dass der SPCC als ein für die Einbettung von Titananoden geeignetes Material nach DIN EN 12696 eingestuft werden kann, wurden Testreihen am Institut für Bauforschung der RWTH Aachen durchgeführt [3]. Entsprechend der Norm muss der elektrische Widerstand des SPCC in einem Bereich von 50 % bis 200 % des Ausgangsbetons liegen. Nur bei Einbett- und Reparaturmaterialien mit ähnlichen Widerständen wie dem des Ausgangsbetons ist davon auszugehen, dass eine gleichmäßige Schutzstromverteilung zur Bewehrung unter KKS-Betrieb gegeben ist. Zum Nachweis, dass diese Anforderung erfüllt wird, wurden u. a. Messungen bei unterschiedlich Bauteilfeuchten durchgeführt, um die Umgebungsbedingungen im Tunnel nachzustellen. Es gilt nachzuweisen, dass der spezifische Widerstand des Originalbetons und der spezifische Widerstand des Spritzbetons eine ähnliche Entwicklung bei sich verändernden Bauteilfeuchten aufzeigt (vgl. Bild 10). Nur wenn ähnliche elektrolytische Eigenschaften nachweisbar sind, ist davon auszugehen, dass eine gleichmäßige Stromverteilung jederzeit gegeben ist [8]. Der Ausgangsbeton und der SPCC müssen ein ähnliches elektrolytisches Verhalten bei sich verändernden Bauteilfeuchten aufweisen. Durch die nahezu parallel verlaufenden Ausgleichskurven rot (SPCC) und blau (Ausgangsbeton) ist der Nachweis erbracht.

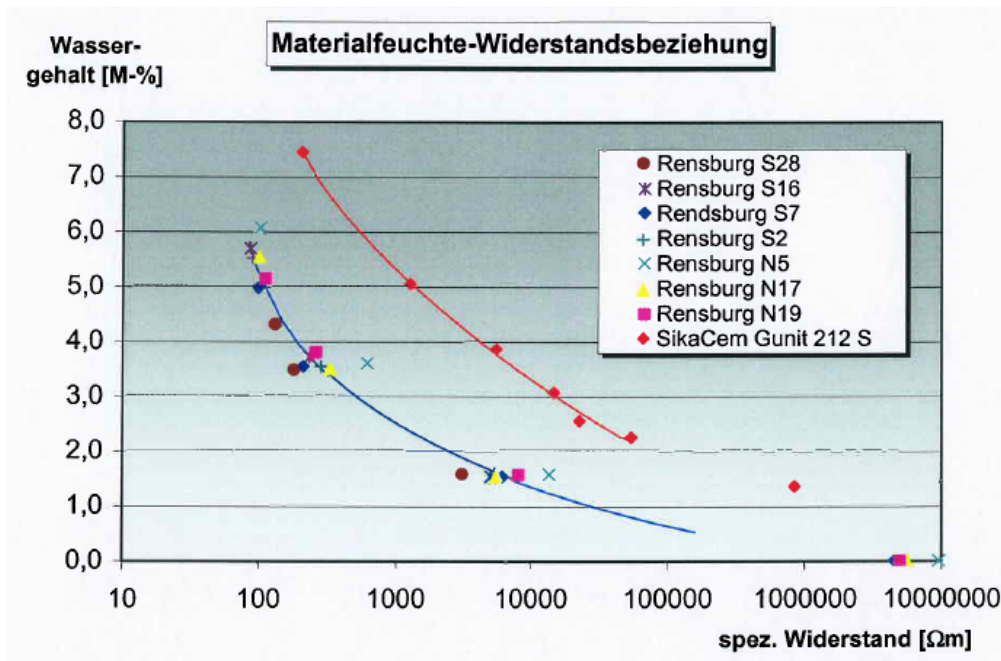


Bild 10: Materialfeuchte-Widerstandsbeziehung Ausgangsbeton und SPCC [3]. Parallel verlaufende Ausgleichskurve rot (SPCC) und blau (Ausgangsbeton) zeigt ähnliches elektrolytisches Verhalten bei unterschiedlichen Bauteilfeuchten auf

3.4 Anforderungen Brandschutz an SPCC

Um den SPCC in seiner Funktion als Brandschutzmaterial zu beurteilen war es erforderlich, das Brandverhaltens bei einer Brandbeanspruchung nach der RABT/ZTV-ING Tunnelkurve (Bild 12) in Verbindung mit tragenden Stahlbetonbauteilen zu testen [4] und nachzuweisen, dass die geforderten Kriterien an den SPCC erfüllt sind (Tab. 1). Ein entsprechender Test (Bild 11) mit dem notwendigen Versuchsaufbau wurde am Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz an der Materialprüfanstalt für das Bauwesen der Technischen Universität Braunschweig durchgeführt [5]. Dabei galt es zu zeigen, dass am Versuchskörper keine Abplatzungen innerhalb der geforderten Branddauer auftreten. Alle geforderten Nachweise konnte über die vorliegenden Gutachten erbracht werden (Tab. 3 bis 6).

Tab. 1: Anforderungen und Nachweise zum Brandverhalten des SPCC

Produktanforderung gemäß Ausschreibung	Gutachten zur Untersuchung des Brandverhaltens
Nachweis, dass SPCC für Brandbeanspruchung im Unterwassertunnel geeignet, Prüfung über Brandkurve ZTV-ING, Tab. 5.1.4	→ vgl. Bild 12
Maximaltemperatur ist, abweichend zur ZTV-ING, bis zur 60. Minute zu verlängern	→ durchgeführt und Grenzwerte eingehalten
Keine Abplatzungen, ausreichender Haftverbund	→ nachgewiesen
Mindestschichtstärke 40 mm	→ Einbauschichtstärke 50 mm
Beanspruchbarkeitsklasse M3	→ M3, vgl. technisches Merkblatt
Dyn. E-Modul nach 28 Tagen mind. 35 kN/mm ²	→ vgl. Tab. 5: 36 kN/mm ²

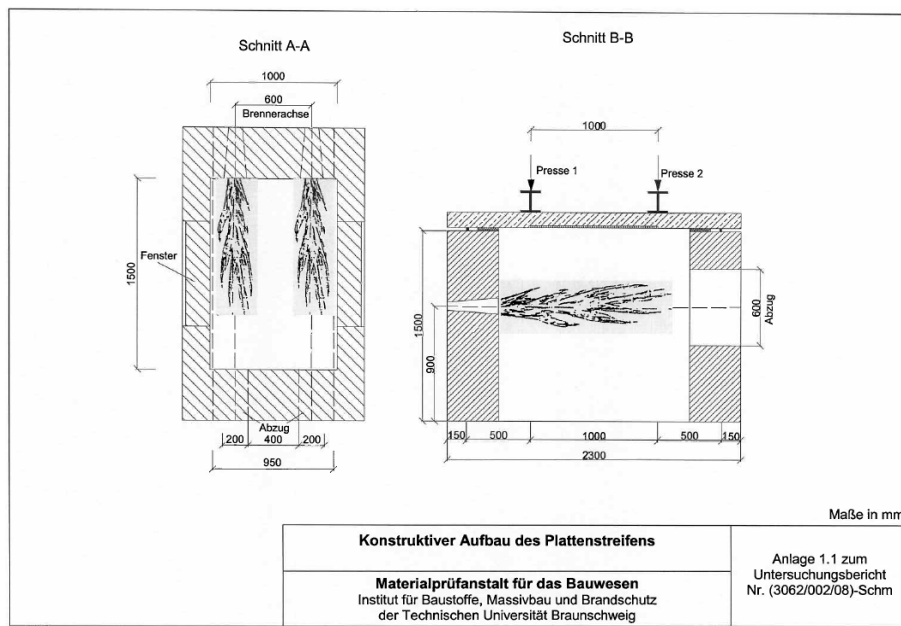


Bild 11: Versuchsaufbau im Brandraum [5]

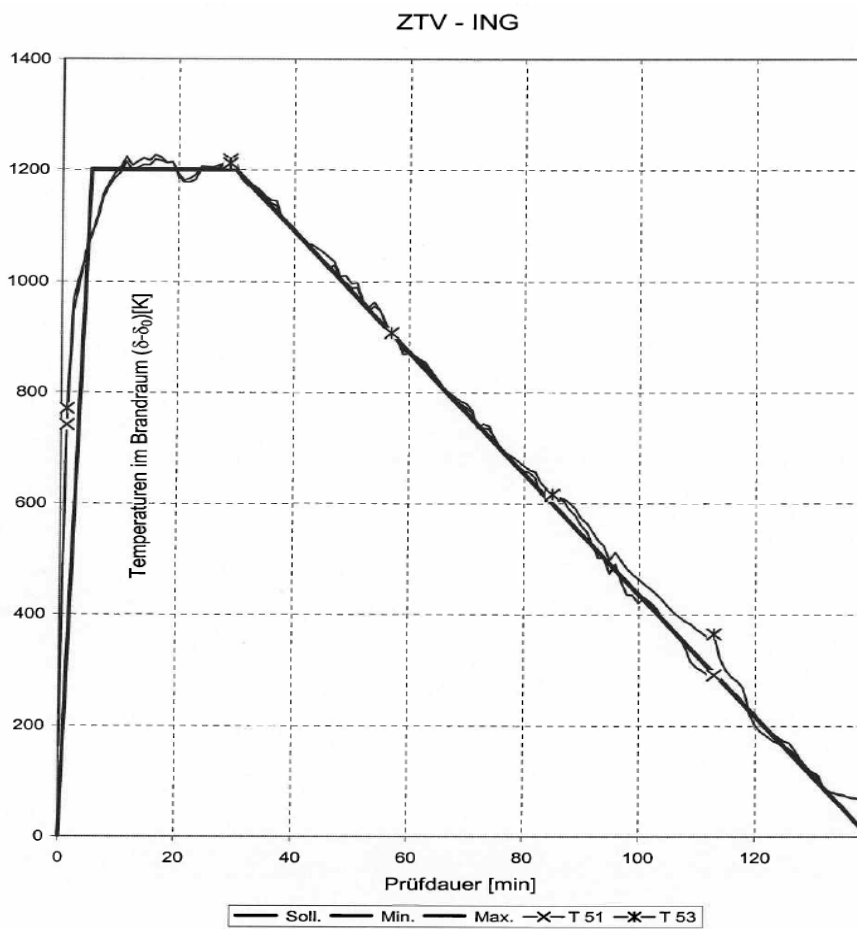


Bild 12: Temperaturen im Brandraum, Proben T 51 und T 53 [5]



Bild 13: Montage der mischoxid-beschichteten Gitternetzanode an der Tunnelwand



Bild 14: Montage der Anode an der Tunnelwand mit Aussparung im Bereich der Belüftungsöffnung



Bild 15: Applikation SPCC an Tunnelwand



Bild 16: Einbettung der mischoxid-beschichteten Gitternetzanode



Bild 17: Blick in Tunnelröhre Ost nach SPCC-Applikation an den Wänden

Tab. 3: Abreißfestigkeit nach 90 Tagen, Applikation senkrechte Lage, SPCC [9]

Prüfkörper Nr.	Stempel- Nr.	Abreißfestigkeit [N/mm ²]	Bruchflächenanteil [%]	
			B	ABE
1	1	2,8	70	30
	2	3,5	10	90
	3	3,2	100	-
	4	3,0	10	90
	5	3,1	10	90
2	1	2,9	-	100
	2	3,5	100	-
	3	3,4	100	-
	4	2,5	-	100
	5	3,2	80	20
3	1	3,8	40	60
	2	3,2	50	50
	3	3,1	100	-
	4	3,6	100	-
	5	3,6	10	90
MW		3,2		
kEW		2,5		
s		0,4		

Tab. 4: Kornzusammensetzung SPCC [9]

Prüfkorngröße [mm]	Siebdurchgang in [M.-%]		
	Siebung 1	Siebung 2	Mittelwert
4,0	100,0	100,0	100,0
2,0	99,3	99,3	99,3
1,0	80,8	79,8	80,3
0,5	64,5	63,3	63,9
0,25	31,9	31,1	31,5
0,125	22,1	21,5	21,8
0,063	19,9	19,3	19,6

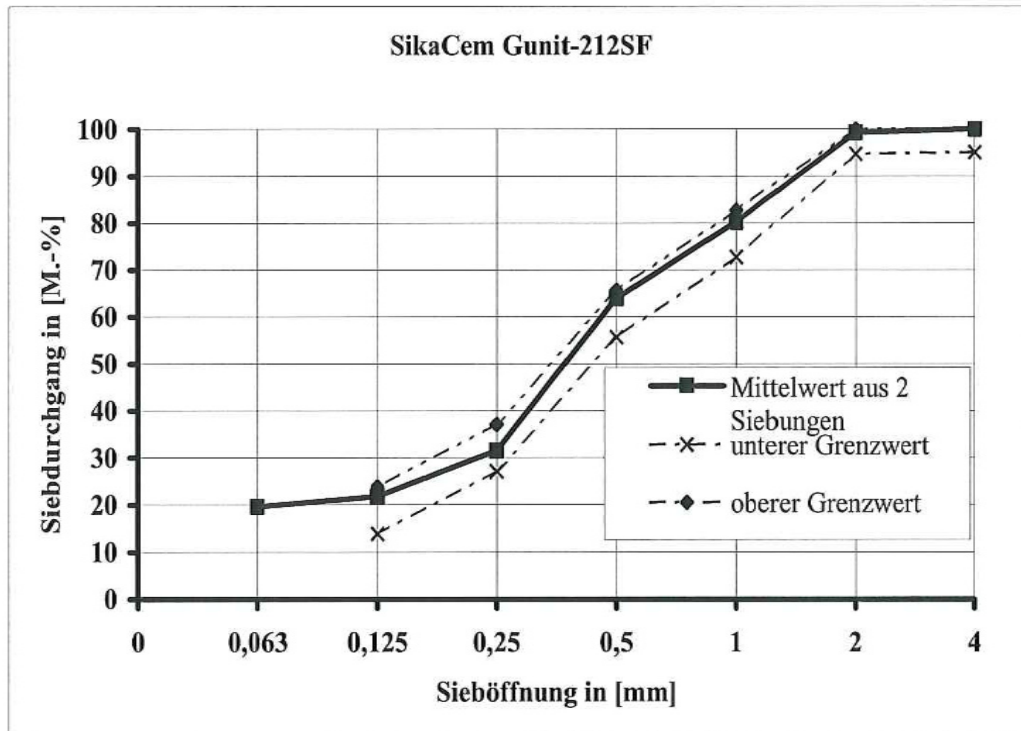


Bild 18: Sieblinie SPCC [9]

Tab. 5: Dynamischer Elastizitäts-Modul SPCC [9]

Spritzlage	Probe Nr.	Rohdichte [kg/dm ³]	Elastizitäts-Modul E _{dyn} [N/mm ²]
über Kopf	1	2,114	35100
	2	2,127	36200
	3	2,124	36600
	Mittelwert	2,122	36000

Tab. 6: Biegezug- / Druckfestigkeit nach 28 Tagen SPCC [9]

Stoff	Biegezugfestigkeit [N/mm ²]		Druckfestigkeit [N/mm ²]		Mittelwert
	Einzelwerte	Mittelwert	Einzelwerte	Mittelwert	
SikaCem Gunit-212 SF	10,3	11,0	42,3	42,2	41,9
	11,3		41,7	43,7	
	11,3		40,6	40,9	

4. Tunnelsohle

4.1 KKS-Konzept

Im Zuge der Instandsetzung wurde auch der Fahrbelag bis auf die Rohbetonfläche rückgebaut. Betontechnologische Untersuchungen sowie eine flächig durchgeführte Potentialfeldmessung sollten dem Bauherrn bei der Entscheidung helfen, ob KKS auch auf den Fahrbelagflächen eingesetzt werden soll. Aufgrund der Messergebnisse fiel die Entscheidung, den KKS über die Wandflächen hinaus auch auf den Fahrbelagflächen des Tunnels zu installieren (Bild 19). Auch auf den Fahrbelagflächen wurde die bereits genannte Gitternetzanode aus Titan eingesetzt, wobei als Einbettung hier ein PCC verwendet wurde. Auch in der Tunnelsohle wurde das KKS-System so ausgelegt, dass pro m² Bodenfläche 20 mA Schutzstrom bereitgestellt werden können.

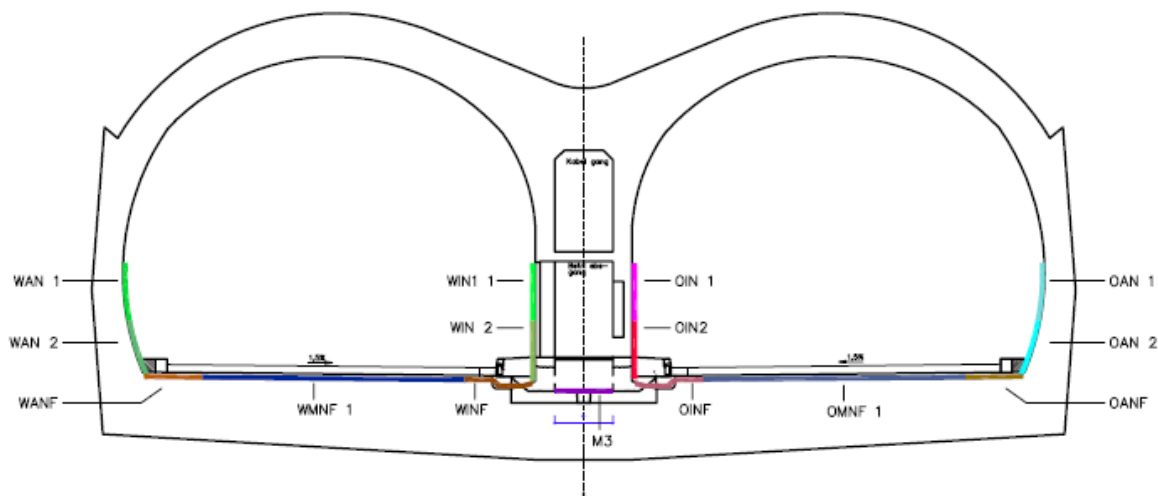


Bild 19: Schematische Darstellung Tunnelröhren Querschnitt geschlossene Rampenstrecke [2]

4.2 Ausführung

Im Gegensatz zu den Tunnelwänden erfolgte die Einbettung der Gitternetzanode auf der Tunnelsohlfläche mit einem PCC. Die Anode wurde mit Klebepunkten und Kunststoffdübeln auf der Tunnelsohle befestigt. Der Einbau des PCC wurde händisch vorgenommen, wobei das im Tunnel einzustellende Längs- und Quergefälle herzustellen war. Der PCC bildet die Grundlage für den dann folgenden Fahrbahnaufbau mit Abdichtung und Asphalt.

Die Anforderungen an den PCC aus der Funktion als KKS-Einbettung sind identisch mit den bereits in Kapitel 3.3 genannten Kriterien. Eine Systemprüfung KKS zu diesem Produkt liegt ebenfalls vor [10]. Weitere in der Ausschreibung aufgeführte Anforderungen an das Produkt sind nachfolgender Tabelle 7 zu entnehmen.

Tab. 7: Anforderungen und Nachweise zum eingesetzten PCC

Produktanforderung gemäß Ausschreibung	Gutachten zur Untersuchung des Brandverhaltens
Gültiges Allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis	→ liegt vor [11]
Eignung für nachfolgenden Einbau von Abdichtungsbahn auf Bitumenbasis und Gussasphalt	→ vgl. Tab. 8
Beanspruchbarkeitsklasse M2	→ vgl. Tab. 9

Tab. 8: Nachweis zum Aufbringen von Dichtungsschichten [11]

Wartezeiten [d]	5 °C	23 °C	30 °C
• bis zur Begeh- und Befahrbarkeit	2	1	1
• bis zur Vorbereitung der Oberfläche durch Strahlen	3	2	2
• bis zur Prüfung der Abreißfestigkeit	14	5	3
• bis zum Aufbringen von OS-Systemen	7	5	2
• bis zum Aufbringen von Dichtungsschichten nach ZTV-BEL-B ¹⁾	7	5	2

Tab. 9: Nachweis der Beanspruchbarkeitsklasse M2 nach Tab. 4.1 Rili-SIB, Teil 2, Ausgabe 10/01 des DAfStb [11]

Beanspruchbarkeitsklasse	Stofftyp	Lage der Auftragsflächen	Beispiel
M 2	zementgebunden	waagerechte/ schwach geneigte Oberseiten	PCC I befahrbare Flächen unter Belägen auf Brücken und in Parkhäusern
M 3			Platten ²⁾ , Balken

5. Zusammenfassung

Mit der Instandsetzung des Straßentunnels Rendsburg wird der kathodische Korrosionsschutz an Stahlbeton erstmals in Deutschland in großem Umfang in einem Tunnel eingesetzt. Durch den Einsatz eines speziell konzipierten SPCC können sowohl die Anforderungen als Einbettung der Anode des KKS-Systems sowie die Anforderungen an den Brandschutz in einem Material kombiniert werden.

Nach Abschluss aller Arbeiten werden durch die Systemerweiterung auf die Tunnelsohle in beiden Tunnelröhren insgesamt 44 Schutzzonen mit ca. 18.000 m² Tunnelwand- und Tunnelsohlfläche kathodisch geschützt sein. Damit sollen zukünftig korrosionsbedingte Schäden an tragwerkstechnisch relevanten Bauteilen im Tunnel ausgeschlossen werden können. Die Lebensdauer des Tunnelbauwerks wird auf dieser Grundlage weitere Jahrzehnte betragen. Derzeit sind die KKS-Arbeiten in der Oströhre nahezu abgeschlossen und die Inbetriebnahme dieser Flächen steht kurz bevor. Die KKS-Arbeiten in der Weströhre beginnen 2015.

6. Literatur

- [1] Wasser- und Schifffahrtsamt Kiel-Holtenau:
Vortrag Bullerkist, Internetveröffentlichung http://www.vsvi-sh.de/fileadmin/img/seminare_2013/2013-01-31_Vortrag_Kanaltunnel_Frank_Bullerkist.pdf.
- [2] Wasser- und Schifffahrtsamt Kiel-Holtenau:
Ausführungszeichnung Übersichtplan Schutzzonenaufteilung, Zeichnung Nr. 532-343-02- 16-001.
- [3] Raupach, M.:
Gutachterliche Stellungnahme zum Anwendungsbereich des SPCC Betonersatzsystems Sika-Cem Gunit 212 S als Reparaturmörtel und Anodeneinbettmörtel für Titanmischoxidanoden beim KKS von Stahlbeton, B 5312/2, Prof. Dr.-Ing. Michael Raupach, 11.08.2008.

- [4] Sika Deutschland GmbH:
Produktdatenblatt SikaCem® Gunit 212 SF, Gültig ab 19.04.2013.
- [5] iBMP:
Untersuchungsbericht, Dokumentennummer (3262/002/08) - Schm vom 15.05.2008, iBMP, MPA TU Braunschweig.
- [6] Wasser- und Schifffahrtsamt Kiel-Holtenau:
Ausführungsunterlage Nr. KKUE_XX_XX_154 - Potentialfeldmessung Oströhre, Block N3 bis S3.
- [7] Elsener, B., Schiegg, I, Voûte, C-H.:
Schlussbericht Potentialfeldmessung der Tunnelwände (01/1999), CorrTech / ETH Zürich.
- [8] Gieler-Breßmer, S.:
Anforderung an SPCC für die Anodeneinbettung beim Kathodischen Korrosionsschutz. In: Kusterle, W. (Hrsg.): Spritzbeton-Tagung 2009, Alpbach, Eigenverlag, 2009.
- [9] Sika Deutschland GmbH:
KIWA Polymer Institut GmbH, Prüfbericht P8439a, Grundprüfung des Betonersatzsystems SikaCem Gunit 212 SF im Trockenspritzverfahren, 17.02.2014.
- [10] Raupach, M.:
Gutachterliche Stellungnahme zum Anwendungsbereich des Systems SikaTop ES 104 / SikaTop ES 108 und Haftbrücke SikaTop ES K&H als Reparaturmörtel und Anodeneinbettmörtel für Titanmischoxidanoden beim KKS von Stahlbeton, B 5312/1, Prof. Dr.-Ing. Michael Raupach, 11.08.2008.
- [11] Sika Deutschland GmbH:
KIWA Polymer Institut GmbH, Allgemein bauaufsichtliches Prüfzeugnis SikaTop ES, 05.03.2012.

Zu den Autoren

Dipl.-Inf. Hernani Esteves

1998 - 2007 Dywidag Systems International, 2007 - 2010 Helbling Beratung + Bauplanung AG, 2010 - heute Gruppenleitung Kathodischer Korrosionsschutz der Ed. Züblin AG, Direktion Stuttgart, Bereich Bauwerkserhaltung, Stuttgart, Deutschland
hernani.esteves@zueblin.de

Dipl.-Ing. (FH) Sebastian Mayer

2004 - 2008 maxit Group AB, 2009 - 2010 Helbling Beratung + Bauplanung AG, 2011 - heute Ed. Züblin AG, Direktion Stuttgart, Bereich Bauwerkserhaltung, Stuttgart, Deutschland
sebastian.mayer@zueblin.de

Dipl.-Ing. (FH) Ronny Stöcklein

2010 - 2011 TPA Gesellschaft für Qualitätssicherung und Innovation GmbH, 2011 - heute Ed. Züblin AG, Direktion Stuttgart, Bereich Bauwerkserhaltung, Stuttgart, Deutschland
ronny.stoecklein@zueblin.de

Rajko Adamovic M. Eng.

2012 - 2014 Nachwuchsingenieur bei Ed. Züblin AG, seit 2014 Ed. Züblin AG, Direktion Stuttgart, Bereich Bauwerkserhaltung, Stuttgart, Deutschland
rajko.adamovic@zueblin.de