

Chloridverträglichkeit von bewehrten Gasbetonbauteilen nach Bränden

Dipl.-Ing. U. Dorn, Dr.rer.nat. J. Hupfeld, Bautechniker A. Oehme

1. Einführung

Das Institut für Schadenverhütung und Schadenforschung der öffentlich-rechtlichen Versicherer e.V., Kiel, führte im Auftrag der Forschungsvereinigung Gasbetonindustrie e.V. in der Zeit von Mai 1987 bis April 1989 ein Forschungsprojekt mit dem Thema „Rauchgaseinwirkung auf bewehrten Gasbeton; Eindringen, Korrosionsaktivität, Extraktion der Chloride“ durch. Nachstehend werden die wesentlichen Ergebnisse dieses vom Bundesminister für Wirtschaft über die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen e.V. (AIF) geförderten Projekts vorgestellt und diskutiert.

1.1 Ausgangssituation und Problemstellung

Die Vermeidung von Korrosionsrisiken an der Betonbewehrung nach PVC-Bränden spielt bei der Schadenregulierung nach wie vor eine bedeutende Rolle, obwohl spätere Folgeschäden bisher so gut wie unbekannt sind. In den vergangenen Jahren konnten die Möglichkeiten einer Risikobewertung vor allem beim Normalbeton von der Untersuchung über die Beurteilung bis zur Sanierung durch zunehmende Erkenntnisse verbessert und ausgebaut werden. Zudem stehen zur Wiederherstellung geschädigter Bauteile mittlerweile wirksame Methoden zur Verfügung, die es gestatten, auch hohe Chloridbeaufschlagen an Normalbetonbauteilen auf ein unbedenkliches Maß zu reduzieren [1–3].

Im Falle von Gasbeton liegen hinsichtlich einer möglichen Korrosionsgefährdung der Bewehrung durch brandbedingte Chloride nur unzureichende Erkenntnisse vor. Frühere Untersuchungen im IFS [4] konnten für die Bewertung und die Sanierung bestehende Unzulänglichkeiten aufzeigen, jedoch nicht beheben. Die Schadenverhältnisse werden hilfswise in Analogie zum Normalbeton bewertet. Dies bedeutet insbesondere die Umrechnung der aus der chloridbindenden Eigenschaft des Zements (Pufferkapazität) abgeleiteten Unbedenklichkeitskonzentration für Chloride von schlaff bewehrtem Normalbeton auf den abweichenden Bindemittelanteil von Gasbeton, eine Sanie-

rung nach den beim Normalbeton üblichen Methoden und schließlich in einer Vielzahl von Schadenfällen einen Abbruch der vermeintlich korrosionsgefährdeten Gasbetonbauteile, auch dann, wenn sonstige Anforderungen erfüllt sind. Hohe Wiederherstellungskosten als Folge sind an der Tagesordnung.

Die Verhältnisse am Normalbeton lassen sich nicht ohne weiteres auf Gasbeton übertragen. Besonders der porösen Struktur der Gasbetonmatrix kommt eine zentrale Bedeutung zu. Sie bietet wegen ihrer Gas- und Wasserdampfdurchlässigkeit und einer damit verbundenen schnellen Carbonatisierung keinen hinreichenden alkalischen Korrosionsschutz. Die Bewehrung muß gemäß DIN 4223 durch geeignete Rostschutzmittel ummantelt werden. Die Hersteller realisieren dies durch die Beschichtung des Stahls mit organischen bzw. organisch gebundenen Substanzen; insbesondere Bitumen, Zement-Latex oder Kombinationen aus

beiden finden als mehrschichtige Überzüge Verwendung (Abb. 1). Der Korrosionsschutz basiert, im Unterschied zur natürlichen Alkalität beim Normalbeton, im wesentlichen auf dem Diffusionswiderstand der Beschichtung gegenüber Wasser, Sauerstoff und Chlorid. Risse und Fehlstellen in der Beschichtung sowie das Verbundverhalten zwischen beschichtetem Stahl und Gasbeton können den Korrosionsschutz nachteilig beeinflussen [5]. Ferner läßt die hohe Porosität des Gasbetons früher übliche Sanierungsverfahren auf wäßriger Basis mittels eines Extraktionsmittels (Kalk, Lehm) weitgehend scheitern. Einerseits bewirkt die poröse Betonmatrix ein verstärktes Einziehen der hauptsächlich in den Oberflächenbereichen vorliegenden Chloride in tiefere Schichten (Schwammefekt), andererseits verhindert die Verdunstung von Wasser an inneren Oberflächen eine effektive Rückspülung der Chloride in das Extraktionsmittel [6].

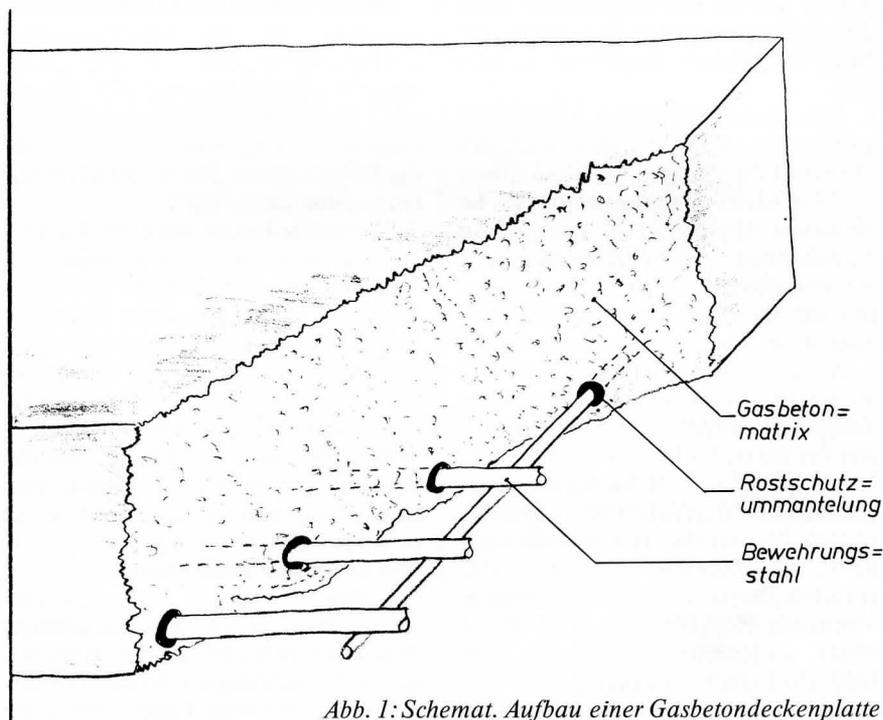


Abb. 1: Schemat. Aufbau einer Gasbetondeckenplatte

1.2 Aufgabenstellung und Zielsetzung

Zu den Aufgaben des o.g. Forschungsprojektes gehören

- die Abklärung der Korrosionsrisiken durch Chloride an den Gasbetonbewehrungsstählen,

- die Erarbeitung und Absicherung einer Bewertungsgrundlage auf der Basis tolerierbarer Chloridkonzentrationen und schließlich
- die Entwicklung eines praxisgerechten Sanierungsverfahrens zur Extraktion höherer Chloridkonzentrationen mit dem erklärten Ziel, chlorid-

beaufschlagte bewehrte Gasbetonbauteile nach Bränden zu erhalten.

Hierzu sollen einerseits die beim Normalbeton bestehenden Modellvorstellungen zum Transportmechanismus der Chloride, insbesondere im Zusammenhang mit klimatischen Schwankungen, in detaillierter Weise beim Gasbeton überprüft und andererseits die Wirksamkeit der gebräuchlichen Rostschutzmittel, auch unter Einbeziehung zurückliegender Schadenfälle aus der Praxis, anhand der tatsächlichen Korrosionsaktivität untersucht werden. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse sollen die Grundlage für die Entwicklung einer anwendungsreifen Extraktionsmethode bilden.

2. Versuchsprogramm

2.1 Untersuchungsmaterial

Zur Untersuchung gelangten Gasbetondeckenplatten der Festigkeitsklasse GB 4.4 aus der Serienproduktion zweier Hersteller mit den Rostschutzmitteltypen I zweischichtig auf Bitumenbasis, II erste Schicht auf Zement/Latex-, nachfolgende auf Bitumenbasis und III zweischichtig auf Zement/Latex/Bitumenbasis.

2.2 Auslagerungsversuche

Aus den Gasbetondeckenplatten auf die Abmessungen 50 cm x 50 cm x 10 cm zugeschnittene Probekörper wurden zunächst zur praxisnahen Beanspruchung einer mechanischen Belastung gemäß DIN 4223 unterzogen. Um den Schadenzustand nach einem Brand zu simulieren, erfolgte eine Rauchgasbeaufschlagung durch PVC-Abbrand mit drei unterschiedlichen PVC-Mengen (1, 2 und 3 kg) im Holzstützfeuer. Durch eine Reinigung, bestehend aus trockenem Abbürsten bei gleichzeitigem Absaugen und anschließendem 2-fachen Dispersionsfarbanstrich, sollten die üblichen Sanierungs- bzw. Wiederherstellungsmaßnahmen praxismäßig nachempfunden werden. Die so vorbehandelten Probekörper wurden unter folgenden klimatischen Bedingungen, die je nach Dauer in Lang- und Kurzzeitversuche unterteilt werden können, ausgelagert:

- Langzeitversuche (Lagerzeit 1 Jahr)
 - Außenklimalagerung (AL)
 - Normklima 23/50-2 (TK)
 - Dauerfeuchtes Klima (23 °C/92 % r.F.) (DF)
- Kurzzeitversuche (Lagerzeit 1 Monat)

- Schwitzwasserwechselklima (SW)
- Stationäre Wasserdampfdiffusion in (SD) bzw. entgegen der Chlorideindringrichtung (SD*)

Die Auswahl der Klimaten orientierte sich einerseits an den Prüfverfahren für Rostschutzmittel der DIN 4223 und andererseits an tatsächlichen Klimaverhältnissen im Gebrauchszustand.

Zur Untersuchung des Eindringverhaltens in Abhängigkeit der Parameter Gasbetonmatrix, Beaufschlagungshöhe, klimatische Bedingungen und Lagerzeit wurden in gewissen Zeitabständen (Schadenzustand, gereinigter Zustand, nach 1- bzw. 6- und 12-monatiger Auslagerung) Bohrproben in Millimeterschichten bis zu einer Gesamtbohrtiefe von 15 mm, der angenommenen Bewehrungslage, entnommen und deren Chloridgehalt direktpotentiometrisch mittels einer chloridselektiven Elektrode [7,8] bestimmt. Die Ergebnisse wurden anhand von Chloridkonzentrationsprofilen (Graphische Darstellung des Chloridgehaltes in Abhängigkeit von der Bohrtiefe), Mittelwerten der Chloridkonzentration über die Gesamtbohrtiefe, sowie Schwerelinien der Chloridverteilung im untersuchten Bereich ausgewertet.

Nach Beendigung der Auslagerung wurden die Bewehrungsstähle freigelegt und der Rostbefall, bezogen auf die Gesamtoberfläche (tatsächliche Korrosionsaktivität), ermittelt. Als Kriterium für die Wirksamkeit des Rostschutzmittels diente ein in DIN 4223-Prüfverfahren für Rostschutzmittel vorgegebener Wert von maximal 5 % leichtem Oberflächenrost. Vergleichend zur Auslagerung rauchgasbeaufschlagter Proben wurde zusätzlich das zur Eigen- und Fremdüberwachung der Hersteller vorgeschriebene Tauchverfahren mittels Kochsalzlösung herangezogen (DIN 4223).

2.3 Elektrochemische Versuche

Das grundsätzliche Korrosionsverhalten der Bewehrungsstähle im Gasbeton wurde durch die Aufzeichnung quasistationärer Stromdichte/Potentialkurven an zylindrischen Probekörpern, sogenannten Gasbetonelektroden, untersucht. Zu diesem Zweck wurde eine Gasbetonelektrode über einen Potentiostaten gegen eine Graphitelektrode unter Verfolgung des spannungsabhängigen Stromes polarisiert und das Elektrodenpotential stromlos gegen eine Kalomelbezugselektrode gemessen. Als Elektrolyt diente eine gesättigte Calciumhydroxidlösung mit Zusätzen an Calciumchlorid, wobei die Chloridkonzentration so gewählt wurde, daß sie

typischen Werten einer Chloridbeaufschlagung nach PVC-Bränden entsprach. Variierte Größen waren die Rostschutzmantelung und die Chloridkonzentration des Elektrolyten. Die Auswertung erfolgte durch Vergleich der aufgezeichneten Kurven bezüglich ihrer Steilheit und der Lage des Freien Korrosionspotentials.

2.4 Sanierungsversuche

Zur Extraktion der durch einen Brandschaden in den Gasbeton eingebrachten wasserlöslichen Chloride wurde ein Verfahren getestet, das beim Stahlbeton gegenüber herkömmlichen Sanierungsmethoden auf wäßriger Basis mit einem zur Wasserabgabe befähigten Extraktionsmittel (Kalk, Lehm) deutlich höhere Wirkung zeigt. Bei dieser sogenannten Elektrosanierung [2] wird die Wanderung der Chloridionen in den Porenräumen der Betonmatrix durch ein elektrisches Feld erzwungen. Hierbei fungiert die Stahlarmerung als Kathode und eine auf der Extraktionsmittelschicht (Bentonit) befindliche Aluminiumfolie als Anode. Wird zwischen Anode und Kathode eine Gleichspannung angelegt, so bewegen sich die positiv geladenen Ionen in durch Kapillar- und Adhäsionswirkung eingedrungene Wasser, wie beispielsweise Ca^{2+} , Na^+ , K^+ , H_3O^+ usw., in Richtung Kathode, die negativ geladenen, wie z.B. Cl^- , SO_4^{2-} , OH^- usw., in Richtung Anode.

Für die Sanierungsversuche wurden rauchgasbeaufschlagte Gasbetondeckenplatten der drei untersuchten Produktlinien mit einer jeweiligen Sanierungsfläche von 1 m^2 verwendet. Als Extraktionsmittel diente Bentonit, ein besonders quellfähiges Tonmineral, und als Gleichstromquelle ein Netzgerät mit einer maximalen Stromabgabe von 4 A. Zur Überprüfung der Extraktionswirkung wurden vor und nach den einzelnen Sanierungsgängen Bohrproben entnommen und deren Chloridgehalt bestimmt.

2.5 Auswertung von Schadenfällen

Zurückliegende und aktuelle Schadenfälle aus der Untersuchungstätigkeit des IfS wurden nach ihrer Häufigkeit, den aufgetretenen Chloridbeaufschlagungen und den daraus getroffenen Sanierungsmaßnahmen ausgewertet. Hierzu wurde ein Zeitraum von 6 Jahren, nämlich von 1983 bis einschließlich 1988, zugrunde gelegt.

3. Ergebnisse und Auswertung

3.1 Untersuchungsmaterial

Die untersuchten Gasbetondeckenplatten besitzen je nach Hersteller Rohdichten zwischen 0,56 und 0,61 g/cm³ und überschreiten somit nicht die für die Festigkeitsklasse GB 4.4 vorgeschriebene Höchstrohddichte von 0,7 g/cm³. Sie weisen eine Porigkeit von 65–73 % auf und können mit einem im Vergleich zum Normalbeton sehr niedrigen natürlichen Alkaligehalt im Porenwasser einen pH-Wert von annähernd 10 erreichen. Ihr Grundgehalt an Chlorid liegt mit 0,007–0,01 Gew. % nur geringfügig über den typischen Werten des Normalbetons. Die Probekörper enthalten jedoch zum Teil relativ hohe Sulfatgehalte (2,2 Gew. % / Produktlinie I; 1,2 Gew. % / Produktlinie II; 0,02 Gew. % / Produktlinie III), die vermutlich auf gipshaltige Zuschläge bei der Herstellung zurückzuführen sind.

3.2 Chloridbeaufschlagung

Nach dem Abbrand von PVC-haltigem Material weisen die Proben im Oberflächenbereich sehr hohe Chloridkonzentrationen auf, die mit zunehmender Schichttiefe abnehmen und in Höhe der Bewehrung oftmals den Chloridgrundgehalt von 0,01 Gew. % um das Doppelte, in Ausnahmefällen sogar um den Faktor 10, überschreiten. Die Höhe der Beaufschlagung, in geringem Umfang auch die Eindringtiefe, werden durch den Chlorwasserstoffanteil der Rauchgase bestimmt. Es zeigt sich eine nahezu lineare Proportionalität zur beim Abbrand beteiligten PVC-Menge (Abb. 2). Die experimentell erreichten durchschnittlichen Konzentrationen liegen zwischen 0,2 und 1,0 Gew. % Chlorid und schließen somit an Werte aus der Schadenpraxis an. Die Schwerelinien der Chloride befinden sich in Schichttiefen zwischen 2 und 5 mm. In Abb. 2 wird die Streuung der Einzelwerte, zurückzuführen auf Inhomogenitäten der Gasbetonoberfläche und nicht kontrollierbare Einflüsse der Abbrandversuche, durch die Angabe der Standardabweichung (eingezeichnete Balken) berücksichtigt.

Bei den in 3%-iger Kochsalzlösung getauchten Proben werden Chlorid-durchschnittskonzentrationen im Bereich zwischen 1,0 und 1,9 Gew. % erhalten, die Schwerelinien der Chloridverteilung liegen hier in einem Intervall zwischen 4 und 6 mm.

Die Gasbetonmatrix als solche hat keinen nennenswerten Einfluß auf die Höhe der Beaufschlagung. Lediglich beim Abbrand von 3 kg PVC ist die durchschnittliche Beaufschlagung im Falle der Produktlinie III fast um die Hälfte geringer als bei den beiden übrigen, nämlich 0,5 Gew. % Chlorid. Eine verstärkte Verkieselung der Gasbetonoberfläche und das damit verbundene vorübergehende Verschließen der Gasbetonporen können eine mögliche Erklärung sein.

3.3 Eindringverhalten der Chloride

Im Schadenzustand, d.h., nachdem die Proben etwa über einen Zeitraum von 60 bis 90 Min. den chlorwasserstoffhaltigen Rauchgasen ausgesetzt waren, liegen die Schwerelinien der Chloridkonzentration in Schichttiefen zwischen 2,5 und 4 mm. Durch eine praxisnahe trockene Reinigung mit anschließendem Dispersionsfarbanstrich dringen sie etwa 1 mm tiefer ein. Wie Abb. 3 zeigt, ist der weitere Transport im wesentlichen

feuchtigkeitskontrolliert, wobei Wechsel- und dauerfeuchte Klimaeinflüsse (Außenklimalagerung, Dauerfeuchte, Schwitzwasserwechselklima, stationäre Wasserdampfdiffusion in Eindringrichtung der Chloride) das Einwandern begünstigen, während bei trockenem Innenklima (Normklima 23/50-2) die Chloride in weitaus geringerem Maße in den Gasbeton eingetragen werden. Der Transportmechanismus in Gegenwart von klimatisch bedingter Feuchtigkeit kann als inhomogene Chloriddiffusion bezeichnet werden, wobei adsorptiv gebundenes Wasser das Transportmedium bildet. Die reine Festkörperdiffusion ohne Einfluß von Feuchtigkeit ist zu vernachlässigen.

3.4 Rostbefall

Die freigelegten Bewehrungsstäbe der untersuchten Gasbetonprobekörper sind im Falle der Produktlinien I (zweischichtig auf Bitumenbasis) und III (zweischichtig auf Zement/Latex/Bitumenbasis) bis auf wenige Ausnahmen mit geringfügigem Rostbefall unter 5 %, bezogen auf die Bewehrungsoberfläche,

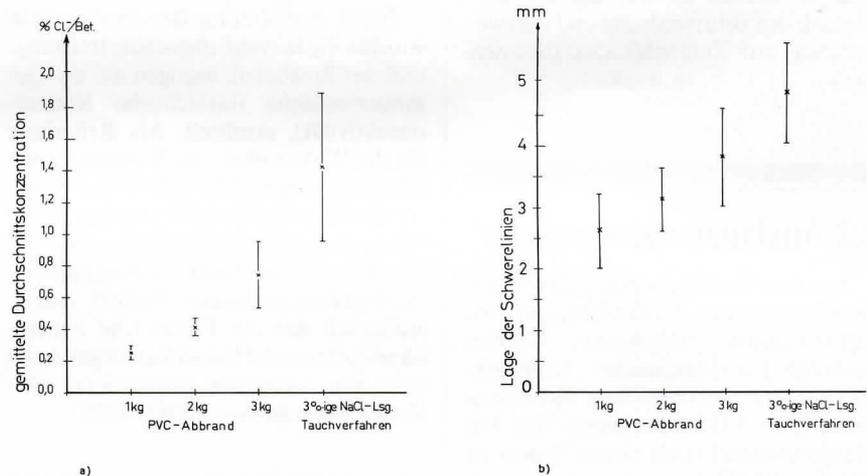


Abb. 2: Einfluß der eingesetzten Chloridmenge a) auf die Höhe der Beaufschlagung b) auf die Eindringtiefe

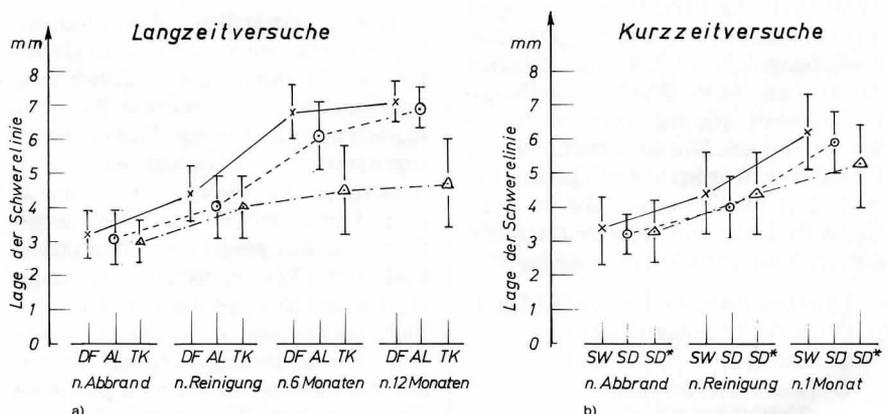


Abb. 3: Einfluß des Klimas auf das Eindringverhalten a) bei Langzeitauslagerung b) bei Kurzzeitauslagerung

korrosionsfrei. Rostbefall von mehr als 5 % in Verbindung mit Rissen in der Rostschutzzummantelung senkrecht zur Längsrichtung der Bewehrungsstähe tritt bei der Hälfte der Proben der Produktlinie II (erste Schicht auf Zement/Latex-, nachfolgende auf Bitumenbasis) auf. Es handelt sich hierbei allerdings um einen unverkäuflichen Restbestand, der über die Dauer von mehr als einem Jahr ungeschützt auf dem Werksgelände des Herstellers lagerte und gezielt vom IfS ausgewählt wurde. Nachuntersuchungen an Versuchskörpern, die unmittelbar nach ihrer Herstellung mechanisch belastet, rauchgasbeaufschlagt und unter verschärften Klimabedingungen (Dauerfeuchte, Außenklimalagerung, Schwitzwasserwechselklima, Stationäre Wasserdampfdiffusion in Eindringrichtung der Chloride) ausgelagert wurden, stellten das Ergebnis richtig. Die Bewehrungsstähe dieser Proben weisen keinerlei Korrosionserscheinungen auf; Risse in der Rostschutzzummantelung werden beim Öffnen nicht beobachtet. Ein erneutes Tauchen in Kochsalzlösung führt zum gleichen Resultat.

Demzufolge genügen die Rostschutzzummantelungen der drei untersuchten Produktlinien den Anforderungen der Prüfverfahren für Rostschutzmittel nach DIN 4223. Die der Praxis vom Brandschaden über die Reinigung bis zum anschließenden Dauerzustand nachempfundenen und zusätzlich verschärften Versuchsbedingungen stellen keine höhere korrosionschemische Beanspruchung im Vergleich zu den Tauchversuchen mit Kochsalzlösung dar. Beziehungen zur Höhe der Chloridbeaufschlagung und den verschiedenen Klimaten lassen sich aus dem geringen Rostbefall unter Versuchsbedingungen nicht herleiten. Rostbefall wird nur dann beobachtet, wenn die Rostschutzzummantelung aufgrund von Rissen beschädigt ist, oder keine vollständige Einbettung der Bewehrungsstähe in die Gasbetonmatrix vorliegt.

Von den zur Prüfung der Korrosionsgefährdung angewandten Testmethoden erwies sich das Verfahren mittels Kochsalzlösung sowohl vom zeitlichen Umfang als auch von der Höhe der zu erwartenden Chloridbeaufschlagung, dem Eindringverhalten der Chloride und dem tatsächlich festgestellten Rostbefall der Bewehrung her als die strengste und kürzeste.

3.5 Grundsätzliches Korrosionsverhalten

Ein Zusammenhang zwischen der Chloridkonzentration der Porenlösung bzw. der Art der Rostschutzzummantelung und dem Korrosionsverhalten der

Bewehrungsstähe kann nicht hergeleitet werden, da sich aus den Meßergebnissen keine reproduzierbaren Stromdichte/ Potential-Kurven ergeben. Als Ursache ist anzunehmen, daß sich die Porenräume der Gasbetonmatrix nur unvollständig mit Elektrolytlösung auffüllen lassen und die elektrische Isolationswirkung der Rostschutzzummantelung uneinheitlich ist. Dies bedeutet, daß letztlich zufällige lokale Inhomogenitäten bzw. Störungen die gesuchten Materialeigenschaften überdecken. Auf weitere elektrochemische Versuche wurde wegen geringer Erfolgsaussichten und in Anbetracht der sonstigen aussagefähigen Ergebnisse verzichtet.

3.6 Extraktion der Chloride

Ziel der Sanierungsversuche war die Reduzierung der brandbedingten Chloridbelastung auf eine für die Korrosionsgefährdung der Bewehrung derzeit als unbedenklich angesehene Durchschnittskonzentration von weniger als 0,1 Gew. % Chlorid in der Betondeckung. Mit Hilfe der am Normalbeton bereits erfolgreich eingesetzten Elektrosanierung lassen sich beim Gasbeton Chloridkonzentrationen von 0,5 Gew. % mit 2–3 Sanierungsgängen auf diesen, in der Praxis als Bewertungsgrundlage für PVC-Brandfolgeschäden zugrunde gelegten, Grenzwert absenken (Tabelle). Gleichzeitig werden im Extraktionsmittel etwa 10- bis 30-fach über dem Grundgehalt im Bentonit liegende Chloridkonzentrationen festgestellt, die den Extraktionserfolg bestätigen.

Die erforderliche Einwirkungsdauer des elektrischen Feldes hängt von der elektrisch isolierenden Wirkung der Bewehrungsummantelung ab. Die Produktlinien II und III erfordern etwa 15 Stunden, die Produktlinie I 36 Stunden pro Sanierungsgang. Als Nachteil dieses Verfahrens erweist sich der Umstand, daß die Armierungen der einzelnen Gasbetonplatten eines Deckenfeldes nicht miteinander verbunden sind. Für eine Sanierung muß folglich bei

jeder Platte ein kleines Stück des Bewehrungsstahles freigelegt werden, um diesen als Kathode nutzen zu können.

3.7 Auswertung von Schadenfällen

Die Zahl der im IfS bearbeiteten PVC- Brandfolgeschäden an Gasbeton ist seit einigen Jahren rückläufig und zeigt, daß die Chloridproblematik an Bedeutung verliert.

In etwa der Hälfte der in den Jahren 1983 bis 1988 untersuchten Schadenfälle wird die sogenannte Unbedenklichkeitsgrenze von 0,1 Gew. % nicht überschritten, die andere Hälfte weist Chloridmengen von bis zu 0,5 Gew. % auf. Derart hohe Beaufschlagungen können allerdings nur dort beobachtet werden, wo große Mengen halogenhaltiger Stoffe (z.B. PVC-Folien, Lösemittel aus halogenierten Kohlenwasserstoffen, Kabelisolierungen etc.) thermisch zerstört wurden.

Die hierzu vorgeschlagenen Sanierungsmaßnahmen richteten sich nach der Höhe der Beaufschlagung und reichten von einer trockenen Reinigung mit anschließendem Dispersionsfarbanstrich bei Chloridkonzentrationen < 0,1 Gew. % über leichtes Sandstrahlen der Oberfläche und Aufbringen eines Oberflächenputzes bei Konzentrationen zwischen 0,1 und 0,15 Gew. % bis hin zum Verwerfen der Gasbetonbauteile bei Konzentrationen oberhalb von 0,15 Gew. %. Die in einigen Fällen durchgeführten Probesanierungen, beispielsweise als Kalkbrei- und Lehmsanierung, scheiterten und führten in der Regel zum Einspülen der Chloride. Die Bewertung durch andere Sachverständige in gemeinsamen Schadenfällen war jeweils strenger.

4. Folgerungen

Die vorliegenden Untersuchungen bestätigen einerseits die Wirksamkeit

Probe	Durchschnittswerte der Chloridkonzentration von 0 - 15 mm		
	im Schadenszustand	nach zweimaliger Elektrosanierung	nach dreimaliger Elektrosanierung
B 1	0,544 %	0,129 %	0,094 %
B 2	0,334 %	0,061 %	0,070 %
ZB 1	0,525 %	0,191 %	0,100 %
ZB 2	0,334 %	0,076 %	0,075 %
ZL 1	0,273 %	0,025 %	0,017 %

Tabelle: Erzielte Extraktionswirkung bei der Elektrosanierung

und andererseits die Notwendigkeit einer Rostschutzmantelung der Bewehrung in Gasbetonbauteilen. Rostbefall tritt nur im Zusammenhang mit widrigen Klimabedingungen und Schadstellen in der Rostschuttmittelschicht auf. Korrosionswirksame Bestandteile, die herstellungsbedingt (Sulfat) oder brandbedingt (Chlorid) vorhanden sein können, spielen eine untergeordnete Rolle. Bewehrte Gasbetonbauteile müssen ohnehin den Anforderungen des Tauchverfahrens mittels Kochsalzlösung der DIN 4223, das zur Eigen- und Fremdüberwachung der Hersteller vorgeschrieben ist und gegenüber dem im Rahmen des Forschungsprojekts vorge-

AIF-Forschungsprojekt Nr.: 7027 und 1107027

Forschungsbericht 90 Seiten + Anhang

Dipl.-Ing. U. Dorn

*Dipl.-Phys. Dr. rer. nat. J. Hupfeld
Bautechniker A. Oehme*

Institut für Schadenverhütung und Schadenforschung der öffentlich-rechtlichen Versicherer e.V. - IfS - Preetzer Straße 75, 2300 Kiel 14

gebenen Versuchsbedingungen eine schärfere korrosionschemische Beanspruchung darstellt, genügen.

Aufgrund dieser Ergebnisse kann bei der künftigen Risikobeurteilung von Brandfolgeschäden die Unbedenklichkeitkonzentration für Chloride bei den hier untersuchten Rostschuttmitteltypen ohne Einschränkung von derzeit 0,1 auf 0,5 Gew.% erhöht werden. Zudem steht für hohe bzw. höhere Beaufschlagungen die Elektrosanierung als wirksame Extraktionsmethode zur Verfügung. Dies bedeutet im Regelfall den Erhalt bewehrter Gasbetonbauteile nach Brandereignissen, sofern sonstige Schäden nicht vorliegen oder wirtschaftliche Gründe entgegenstehen. Die Übertragung der Ergebnisse auf sonstige Ereignisse mit Chlorideinwirkung ist, soweit vom Korrosionstestverfahren mittels Kochsalzlösung abgedeckt, plausibel nachvollziehbar.

Literatur

[1] J. Hupfeld, „Stahlbetonsanierung nach Bränden“, DS-Der Sachverständige 4/90, S. 76–78.

[2] S. Stief, A. Oehme, „Gleichspannung als extrahierende Kraft bei der Sanierung von schlaff bewehrtem Normalbeton nach Chlorwasserstoff-Beaufschlagung“, DS-Der Sachverständige 4/90, S. 79–84.

[3] H. Bernhardt, A. Oehme, S. Stief, „Elektrosanierung von Freiluft-Stahlbeton-Konstruktionen nach Großbrand“, „schadenprisma“ 1/90, S. 1–4.

[4] H. Bernhardt, „Eindringverhalten von Chlorwasserstoff bzw. Calciumchlorid in Leichtbeton“, „schadenprisma“ 3/82, S. 33–37.

[5] B. Isecke, „Korrosionsschutz von Bewehrungsstählen“, Vortrag im Seminar „Korrosionsschutz im Bauwesen“ der BAM Berlin im September 1988.

[6] A. Oehme, H. Bernhardt, „Weiterentwicklung der Extraktionssanierung“, „schadenprisma“ 2/82, S. 26–31.

[7] H. Bernhardt, „Chloridbestimmung nach PVC-Bränden mit ionenselektiven Elektroden“, „schadenprisma“ 3/81, S. 51–56.

[8] H. Bernhardt, S. Stief, H. P. Schwarz, „Matrixspezifische Korrekturrechnung zur Berücksichtigung der Adsorption bei der direktpotentiometrischen Chloridbestimmung in nicht aufgearbeiteten Feststoffen“, CLB Chemie für Labor und Betrieb 6/88, S. 289–291.

FUNKI soll allen Kindern bei der Brandschutzerziehung helfen



Feuerwehmann Fix, Fireman Sam, Old Lady und Smokey Bear – bekannte Symbolfiguren, die in der DDR, Großbritannien, Canada und den USA seit Jahren mit großem Erfolg als optische Informationsvermittler genutzt werden – haben in der Bundesrepublik Deutschland einen „Kollegen“ bekommen:

FUNKI (im Original farbig) soll künftig ebenso wie seine Vorbilder immer dann zum „Einsatz“ kommen, wenn es um Brandschutzerziehung und -aufklärung geht.

Die ständig steigenden Brandschäden (1970 verzeichneten die Feuerversicherer „nur“ 1,38 Milliarden DM, im letzten Statistikzeitraum schon über 3,5 Milliarden DM ohne Folgeschäden) zwingen dazu, sich noch intensiver als bisher mit der Verhinderung von Bränden zu beschäftigen.

Dazu will auch das Referat 12 der Ver-

einigung zur Förderung des Deutschen Brandschutzes (VFDB) „Brandschutzaufklärung und Brandschutzerziehung“ beitragen, welches für die Schaffung von FUNKI verantwortlich zeichnet.

„Die Erfahrungen in anderen Ländern haben gezeigt, daß eine Symbolfigur in der Bevölkerung bei konsequenter Nutzung nach einiger Zeit einen ‚Aha-Effekt‘ auslöst und automatisch, sozusagen auf den ersten Blick, eine Verbindung zur Thematik herstellt. Aus diesem Grund haben wir FUNKI entwickelt und während der Interschutz in Hannover erstmals getestet. „FUNKI kann zu nicht-kommerziellen Zwecken von allen Feuerwehren genutzt werden“, erklärt ein Sprecher des Referates.

Das künftige Einsatzgebiet von FUNKI ist groß und umfangreich. Es reicht von Postern und Merkblättern

über Comic-Serien bis zum Zeichentrickfilm. Einzelheiten sind derzeit in der Planung.

Seine Hauptaufgabe - Leitfigur im Bereich der Brandschutzaufklärung und Brandschutzerziehung – kann FUNKI aber nur dann erfüllen, wenn er möglichst bekannt wird und immer dann zum „Einsatz“ kommt, wenn es um diese Thematik geht. Aus diesem Grund sollten auch die einzelnen Feuerwehren im Rahmen ihrer Aktivitäten auf FUNKI als „Informationsvermittler“ nicht verzichten und ihn konsequent nutzen. Dies ist in der Praxis ohne Probleme möglich, lediglich gegen eine gewerbliche Nutzung hat FUNKI etwas einzuwenden: Er wurde von seinen „Eltern“ entsprechend geschützt und darf nur mit ausdrücklicher Genehmigung der VFDB „fremdgehen“!

