

White Paper 09/2021
**Korrosion in Sprinkler-
Rohrleitungen vermeiden**

Korrosion in Sprinkler-Rohrleitungen vermeiden

Löschanlagen bleiben in der Regel viele Jahre lang unbenutzt und werden – glücklicherweise – in den meisten Fällen niemals benötigt. Nichtsdestotrotz müssen sie jederzeit einsatzbereit sein. In den Rohrleitungen von Wasser-Löschanlagen herrschen oft korrosive Bedingungen, die nicht nur zu einer Durchrostung der Rohre führen können, sondern auch Ablagerungen verursachen, die den Rohrinne Durchmesser verringern können.



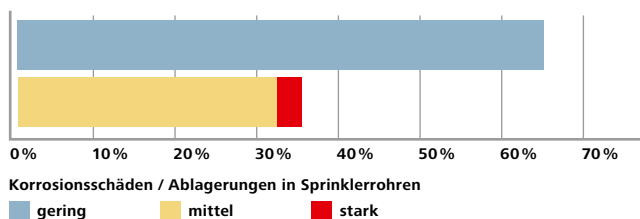
Korrosion verursacht viele Probleme

Raue und verengte Rohre sowie Korrosionsprodukte, die sich vor Sprinklern oder Düsen ansammeln oder diese verstopfen, beeinträchtigen die Löschwirksamkeit der Anlage im Brandfall und gefährden so Menschen und Werte sowie den ununterbrochenen Geschäftsbetrieb. Auch wenn sich die Löschanlage (nur) in Betriebsbereitschaft befindet, kann Korrosion zu Problemen führen: Leckagen können nicht nur durch Durchrostung entstehen, sondern auch durch die rauhen Oberflächen unter den Dichtungen von Rohrkupplungen. Außerdem hat Korrosion Auswirkungen auf die Hydraulik. Die Anlage ist nicht mehr in der Lage, die Wassermenge und/oder den Druck zu liefern, die ursprünglich ausgerechnet worden war.

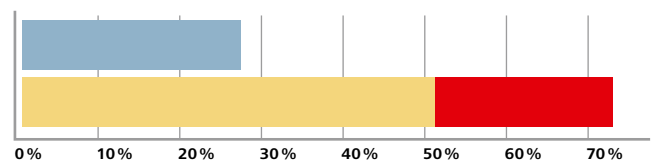
Korrosion kann zu kostspieligen Wasserschäden, Betriebsunterbrechungen und verminderter Zuverlässigkeit der Anlage führen. Letztendlich hat Korrosion Auswirkungen auf die Gesamtsicherheit von Löschanlagen.

Die negativen Auswirkungen von Korrosion auf Sprinkleranlagen wurde auch von VdS Schadenverhütung untersucht. Jede dritte Nassanlage weist innerhalb von 25 Jahren mittlere bis schwere Korrosionsprobleme auf, die häufig einen Austausch der betroffenen Rohre erforderlich machen. Bei zwei von drei Trockenanlagen ist bereits nach 12 ½ Jahren eine Reparatur bzw. ein Austausch erforderlich. Das bedeutet, dass Korrosion nicht nur die Funktionssicherheit der Löschanlage beeinträchtigt, sondern auf lange Sicht auch zu erheblichen Reparaturkosten für Anlagenbesitzer und -betreiber führt.

Nass-Rohrnetze nach 25 Jahren



Trocken-Rohrnetze nach 12,5 Jahren



VdS Statistik Altanlagenprüfungen

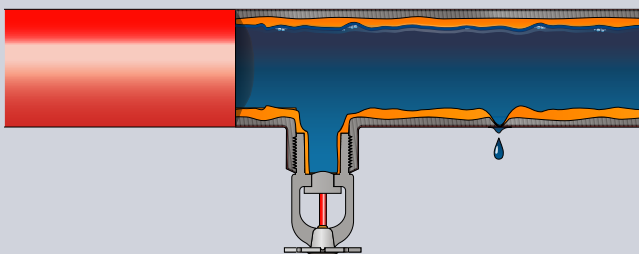
Versicherungsgesellschaften kennen das Korrosionsproblem ebenfalls. FM Global hat eingehende Untersuchungen auf diesem Gebiet durchgeführt und einen Forschungsbericht (Paul Su et al. 2014) und ein Datenblatt (FM Global 2018) zu diesem Thema veröffentlicht. Die Untersuchungen von FM Global zeigen, dass Korrosion „in allen Sprinkleranlagen auftritt und eines der Hauptprobleme bei Wartung und Betrieb von Brandschutzsystemen wie Nassanlagen, Trocken-

anlagen und Preaction-Systemen (vorgesteuerten Trockenanlagen) ist. Korrosionsschäden/-produkte und Mineralablagerungen können den Wasserfluss zu den Sprinklern einschränken und die mechanische Funktion von Brandschutzsystemeinrichtungen beeinträchtigen, was Betriebe anfällig für unkontrollierte Brandschäden macht.“ (Paul Su et al. 2014, S. i)

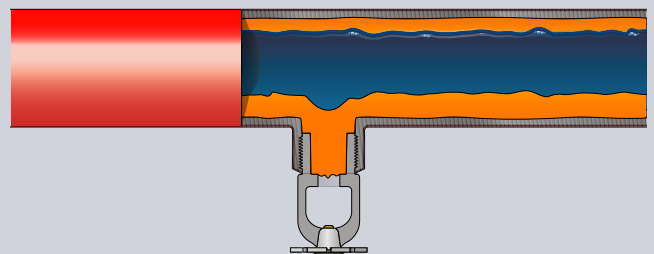
Die vielen Gesichter von Korrosion

Im Bericht von FM wird Korrosion als ein Prozess beschrieben, der „die Reaktion zwischen einem Metall oder einer Legierung und seiner Umgebung beinhaltet. Es handelt sich um einen unumkehrbaren Prozess zwischen zwei Flächen, der die graduelle Verschlechterung von Metalloberflächen durch Wasser (oder Feuchtigkeit) und korrosive Chemikalien verursacht.“ (Paul Su et al. 2014, S. 7) Korrosion in Stahl-

rohren, die traditionell für Wasser-Löschanlagen verwendet werden, tritt in vielen Formen auf: Sie führt zu Lochfraß und Durchrostungen. Oberflächenkorrosion führt zu rauen Oberflächen, Verkrustungen und Ablagerungen, die die Reibung im Rohr erhöhen und den lichten Querschnitt der Rohre verringern. Korrosionsbedingte Ablagerungen können sich lösen und zu Verstopfungen führen.



Leckage



Verstopfung



Das Problem der Korrosion tritt nicht nur in Nassanlagen auf, die permanent mit Wasser befüllt sind, sondern auch in Trockenanlagen und Preaction-Systemen, die durch feuchte Druckluft und Wasser, das sich in den Tiefpunkten der Rohrleitungen sammelt, besonders gefährdet sind. Da das Problem im Inneren der Rohre beginnt, bleibt es oft lange Zeit unentdeckt.

Es gab viele erfolglose Ansätze zur Lösung des Problems

Üblicherweise werden in Wasser-Löschanlagen Stahlrohre installiert, die einen Farbanstrich oder eine Pulverbeschichtung an der Außenseite aufweisen. Innen jedoch sind diese Rohre unbehandelt und somit nicht gegen Korrosion geschützt. Viele Jahre lang galten verzinkte Rohre als Alternative, vor allem für Trockenanlagen. Tatsächlich können selbst die kleinen Mengen Wasser, die in Trockenanlagen und Preaction-Systemen vorhanden sind, in Ver-

bindung mit Salzen, Sauerstoff und Kohlendioxid zu einer Zersetzung der Zinkbeschichtung führen.

Durch den Einsatz von Edelstahlrohren in Wasser-Löschanlagen könnte Korrosion weitgehend vermieden werden. Jedoch werden sie aus Kostengründen nur selten dafür verwendet.

Verzinkte Rohre

Verzinkte Rohre sind Stahlrohre mit einer schützenden Zinkbeschichtung außen und innen zur Vermeidung von Korrosion. Lange Zeit dachte man, das sei die Antwort auf das Korrosionsproblem. Heute weiß man, dass verzinkte Rohre unter den häufig im Inneren von unter Druck stehenden Rohrleitungen herrschenden Umgebungsbedingungen aufgrund von Wassereinwirkung schnell korrodieren. Die porösen Korrosionsprodukte des Zinks sind ein idealer Nährboden für das Wachstum von Bakterien und die Bildung lokaler Roststellen. Außerdem ist es möglich, dass sich aufgrund von Korrosion in Nassanlagen Wasserstoff bilden kann. Laut Datenblatt 2-1 von FM Global wird empfohlen, verzinkte Rohren in Nassanlagen nicht zu verwenden. (FM Global 2018, S. 3)

Stickstofffüllung

„Ein anderer Ansatz zur Abschwächung von Korrosion liegt darin, die Trockenanlage oder das Preaction-System mit Stickstoff aus Gasflaschen oder einem Stickstoffgenerator vor Ort zu befüllen.“
(Paul Su et al. 2014, S. 63)

In den Datenblättern 2-1 (FM Global 2018, S. 8) und 2-81 (FM Global 2020, S. 46) von FM Global wird an Stellen, an denen Korrosion ein Problem ist, die Verwendung von Stickstoff empfohlen. Das Befüllen dieser Anlagen mit Stickstoff kann Sauerstoff verdrängen und sauerstoffbedingte elektrochemische Reaktionen reduzieren.

Damit eine Wirkung erzielt wird, muss allerdings dauerhaft ein sehr hoher Stickstoffgehalt von 98 % oder mehr im Rohrsystem vorhanden sein, was den Einsatz teurerer Geräte bedeuten würde. Eine solche hohe Stickstoffkonzentration kann jedoch zu Gesundheits- und Sicherheitsproblemen führen, wenn bei Leckagen oder nach einer Sprinklerauslösung eine hohe Konzentration des Gases in kleinen Räumen freigesetzt wird.

Additive

Die Rohrleitungen von Löschanlagen werden manchmal mit chemischen Stoffen behandelt, um zu versuchen, chemisch oder mikrobiologisch induzierte Korrosion (Biokorrosion oder MIC) zu verringern. Eine solche Behandlung kann helfen, wenn die Ursache der Korrosion eindeutig bekannt ist und die hinzugefügten chemischen Substanzen exakt auf die Umgebungsbedingungen in den Rohrleitungen, die verwendeten Materialien und die Zusammensetzung des Wassers abgestimmt sind. Aufgrund der Komplexität von Korrosionsprozessen ist das nur selten der Fall, vor allem, wenn biologische Prozesse beteiligt sind.

Ungeachtet dessen sind für das Hinzufügen von chemischen Korrosionsschutzmitteln kostspielige technische Geräte und/oder regelmäßige Maßnahmen sowie regelmäßige Messungen und Nachfüllungen erforderlich. Daher empfiehlt FM Global die Verwendung von Chemikalien zur Rohrreinigung und Wasserbehandlung für Sprinkleranlagen nicht. Solche Mittel werden von FM Global eher als problematisch angesehen.

Fendium Polymerveredelte Stahlrohre sind die Antwort auf Korrosion



Fendium Rohre sind Stahlrohre mit einem speziellen Polymer, das sie sowohl innen als auch außen gegen Korrosion schützt. Anders als bei Farbanstrichen und Pulverbeschichtungen wird der Polymer-Schutz in einem chemischen Prozess aufgebaut, der Polymer und Stahl vereint. Der spezielle Fendium Polymer-Schutz wird in mehreren Prozessschritten hergestellt. Nach einer gründlichen Reinigung und Vorbehandlung wird das Stahlrohr, das veredelt werden soll, in ein mit Fendium Polymeremulsion gefülltes Becken getaucht. Die in der Emulsion enthaltenen Eisenfluoride werden kontinuierlich an das Rohr geführt und sorgen für eine Freisetzung von Eisenionen an der Oberfläche des Stahlrohrs.

Sobald die positiv geladenen Eisenionen auf die ebenfalls in der Emulsion enthaltenen Polymerteilchen treffen, haften sie an ihnen und neutralisieren teilweise deren negative Ladung. Die Polymerteilchen können sich jetzt miteinander verbinden und werden von der positiv geladenen Oberfläche des Stahlrohrs angezogen.

So entsteht der Polymer-Schutz und die Rauheit des Rohres wird geglättet. Sobald der gewünschte Polymer-Schutzgrad erreicht ist, wird dieser Prozessschritt mit Entnahme des Rohrs aus dem Tauchbecken beendet. In einem weiteren Prozessschritt erfolgt das Angelieren im Vortrockner. Das Rohr wird angewärmt, wodurch die Polymerteilchen ineinander laufen und das Rohr weiter geglättet wird. Zum Schluss wird das Polymer in einem Heißluftofen eingebrannt und ausgehärtet. Das Ergebnis der Polymerveredelung ist ein fließender Übergang vom Stahlkern zum reinen Polymer.

Fendium Rohre können für fast alle Arten von Wasser-Löschanlagen verwendet werden. Es gibt sie mit verschiedenen Polymer-Schutzgraden, passend für die jeweiligen Korrosionsbedingungen. Die Basic Serien der Fendium Rohre sind ausschließlich für den Einsatz in Nasssprinkleranlagen vorgesehen. Rohre der Plus Serie bieten noch besseren Polymer-Schutz und eignen sich daher ebenfalls sehr gut für Umgebungen mit einem höheren Korrosionsrisiko, einschließlich Trockenanlagen und Preaction-Sprinkleranlagen, Sprühwasser-Löschanlagen, Niederdruck-Wassernebel-Systeme, Hydrantenanlagen und trockene Steigleitungen.

Der Fendium Polymer-Schutz kann nicht nur auf gerade Rohrstücke aufgetragen werden. Ganz im Gegenteil: Im Wittenberger Werk von MV Pipe Technologies GmbH wird die Polymerveredelung direkt nach der mechanischen Vorfertigung eines Rohrstücks hergestellt. Das bedeutet, dass zuerst ein Rohrstück auf Länge gebracht wird. Dann werden an Stellen, an denen sich Abgänge befinden werden, Bohrungen in das Rohr geschnitten, die Abgänge werden auf das Rohr geschweißt und das Rohr wird mit genuteten Enden versehen. Danach wird der Polymer-Schutz hergestellt, der alle Oberflächen umfasst und rundum gegen Korrosion schützt. Die Geometrie jedes Rohrstücks ist so wie vom Errichter der Sprinkleranlage bestellt.



Die Korrosionsbeständigkeit wurde umfassend getestet

Um die Korrosionsbeständigkeit von Materialien über einen kurzen Zeitraum zu beurteilen, haben viele Branchen Prüfverfahren unter Verwendung einer Salznebelumgebung entwickelt. In Normen wie der EN 12259-1 (Sprinkler) oder EN ISO 7384 (Korrosionsprüfungen in künstlicher Atmosphäre) kommen diese zum Einsatz.

Um die Korrosionsbeständigkeit von Fendium Rohren zu bewerten, hat FM umfassende Untersuchungen durchgeführt und ein neues Prüfprotokoll entwickelt, das die Situation in realen Löschanlagen abbildet. (Paul Su et al. 2019) Vier Materialien wurden analysiert und hinsichtlich ihrer Korrosionsbeständigkeit verglichen: Edelstahl, verzinkter Stahl, Karbonstahl ohne Schutz im Inneren und Fendium Rohre. In einer Standard-Salznebel-Korrosionsprüfkammer wurden die Probekörper einer wässrigen Schwebenebel-Umgebung ausgesetzt, die durch eine 5,5-prozentige Natriumchlorid (NaCl)-Lösung erzeugt wurde. Probebleche und Rohrstücke wurden zur Beurteilung der Korrosion aus der Prüfkammer entnommen und

nach 0,5, 1, 3 und 6 Monaten der Exposition hinsichtlich des Ausmaßes der aufgetretenen Korrosion (Materialverschlechterung/-verlust) eingestuft.

Die Rohrstücke aus verzinktem Stahl und unbehandeltem Karbonstahl wiesen nach einer Prüfdauer von einem Monat starke Korrosion auf. Die rötlich-braunen Korrosionsprodukte auf der Oberfläche des Karbonstahlrohrs sind sogenannter „Rost“ [d. h. hydratisierte Eisen(III)-oxide $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ und Eisen(III)oxid-hydroxid ($\text{FeO}(\text{OH})$)]. Bei den Proben aus verzinktem Stahl sind die Oberflächen mit weißen Korrosionsprodukten bedeckt [z. B. Zinkoxid (ZnO) und Zinkhydroxid ($\text{Zn}(\text{OH})_2$)], zusammen mit rötlich-braunem Rost, was darauf hindeutet, dass die Opferschicht aus Zink auf der Oberfläche des verzinkten Stahlrohrs lokal verbraucht war, was zur Korrosion des darunterliegenden reinen Stahls führte.

Im Gegensatz dazu wurde auf den Rohrstücken aus Edelstahl und Fendium nur minimale Korrosion beobachtet.



Ergebnisse nach einem Monat Salznebel-Exposition



Zusammenfassend kann die Korrosionsbeständigkeit der vier Materialien auf Grundlage der Korrosionsdaten der Probebleche für die bis zu sechsmonatige Prüfdauer qualitativ wie folgt eingestuft werden:

1. Edelstahl
2. Fendium
3. Verzinkter Stahl
4. Karbonstahl.

Dieses Ergebnis deckt sich mit den Ergebnissen nach Exposition von Rohrstücken.

Es zeigte sich, dass die Korrosionsrate der Fendium Polymerveredelten Rohre nur geringfügig schlechter war als die der Edelstahlrohre.

Verzinkte Stahlrohre wiesen eine ungefähr sechsmal so hohe Korrosionsrate auf wie der Fendium Rohre.

Die Korrosionsrate der Karbonstahlrohre lag ungefähr 16-mal so hoch wie die der Fendium Rohre.

Die hydraulischen Vorteile von Fendium

Da die Innenflächen von Fendium Rohren über die Zeit glatter bleiben als die von Standard-Karbonstahlrohren oder sogar verzinkten Rohren, sind die Reibungsverluste viel geringer. Dies führt dazu, dass Fendium Rohre einen C-Wert (ein Faktor zur Berechnung von Reibungsverlusten) haben, der näher an dem von Edelstahl- und Kunststoffrohren liegt. So kann bei der Planung der Anlage ein anderer Faktor in der Berechnung und Auslegung verwendet werden, was zu kleineren und leichteren Rohren führen kann.

Fendium gewährleistet auch langfristig eine bessere hydraulische Leistung der Anlage. Tritt sonst Korrosion auf, führt diese zu Ablagerungen, einer Verringerung des Rohrdurchmessers und auch zu erhöhter Rauheit. Das hat aufgrund der erhöhten Reibungsverluste eine Verminderung der hydraulischen Leistung der Anlage zum Ergebnis.

Im Vergleich zu Karbonstahl- und verzinkten Rohren wird diese Verminderung der hydraulischen Leistung mit Fendium Rohren erheblich reduziert. Das bedeutet, dass die Anlage über einen längeren Zeitraum wie vorgesehen funktioniert. Darüber hinaus kann der C-Wert der Fendium Rohre basierend auf der Korrosionsprüfung von Probeblechen und Rohrstücken in dieser Studie (Paul Su et al. 2019) qualitativ als höher als der von verzinkten Stahlrohren und Karbonstahlrohren, aber niedriger als der von Edelstahlrohren eingestuft werden. Auf Grundlage dieser Arbeit empfiehlt FM die Verwendung eines C-Werts von 140 bei der Konstruktion sowohl von Nass- als auch Trockensprinkleranlagen mit Fendium Rohren.



Fazit

Korrosion kann mehrere nachteilige Auswirkungen auf die Wirksamkeit und Zuverlässigkeit von Wasser-Löschanlagen haben. Die Produkte aus dem Korrosionsprozess können den Wasserdurchfluss durch die Anlage einschränken oder sogar vollständig blockieren, Durchrostung kann teure Schäden und Betriebsunterbrechungen verursachen und die Rauheit kann die hydraulische Leistung der Anlage mit der Zeit mindern. Fendium Rohre wurden durch VdS und FM geprüft und zertifiziert. Diese haben festgestellt, dass Fendium im Vergleich zu herkömmlichen schwarzen Stahlrohren oder verzinkten Rohren einen besseren Schutz gegen Korrosion bietet und die Anlagenhydraulik verbessert.

Literaturverzeichnis

FM Global, *Property Loss Prevention Data Sheets 2-1, Corrosion in automatic sprinkler systems*, 2018.

FM Global, *Property Loss Prevention Data Sheets 2-81, Fire protection system inspection, testing and maintenance*, 2020.

Paul Su and David B. Fuller, *Corrosion and Corrosion Mitigation in Fire Protection Systems*, 2014.

Paul Su, Rajni Madan and Fred W. Tatar, *Corrosion Evaluation of Coated Steel Sprinkler Pipe by Minimax Viking*, 2019

