## Probleme in der Leitungswasserversicherung – Sicherer Schutz vor Innenkorrosion

Ein Aktionsprogramm zur Sanierung der wasserführenden Installationssysteme gegen Innenkorrosion

## 1. Einleitung

Leitungswasserschäden sind häufiger als alle anderen Sachschäden zu verzeichnen. Sowohl in der Anzahl als auch im Aufwand sind diese Versicherungsschäden in den letzten Jahren kontinuierlich angestiegen. Allein 1998 haben sie der Versicherungswirtschaft über 4,5 Millarden DM gekostet. Der volkswirtschaftliche Schaden liegt dabei noch sehr viel höher (Tabelle 1).

Die Ursachen können sehr vielseitig sein, wie z.B. undichte Leitungsrohre, geplatzte Anschlussleitungen zu Wasch-bzw. Geschirrspülmaschinen oder einfach das Überlaufen einer Badewanne. Im Winter drohen zusätzliche Gefahren durch Frost.

Das Hauptproblem der Leitungswasserschäden liegt in der Anzahl der Schäden und im Gesamtaufwand, da die wasserführenden Leitungen jedes Gebäudes im







Bild 2: Muldenbildung und Lochfraß unter der Rostschicht

Laufe der Zeit betroffen sein können. Die durchschnittliche Nutzungsdauer einer Installationsleitung beträgt 30 bis 35 Jahre. Weiterhin muss berücksichtigt werden, dass die mit Abstand häufigste Ursache die Lochinnenkorrosion ist. Problematisch für alle Betroffenen ist der Folgeschaden durch das austretende Wasser. Dieser ist in der Regel wesentlich größer als die Reparatur des betroffenen Rohres. Kritisch sind Lochfraßschäden, wenn dadurch die Gebäude in ihrer Funktion eingeschränkt sind, wie z.B. Krankenhäuser, Verwaltungsgebäude, Schulen oder auch Wohngebäude. Durch den Austausch des schadhaften Rohres in Wasserversorgungsanlagen wird die Ursache, je nach Schadenbild, jedoch nicht behoben. Auch zukünftig ist also mit weiteren Rohrbrüchen zu rechnen (Bild 1, Bild 2).

Im Gegensatz zu anderen Versicherungen handelt es sich bei der Leitungswasserschadenleistung typischerweise um eine Reparaturleistung, da die Installationsleitungen einem Alterungsbzw. Abnutzungsprozess unterliegen.



**Tabelle 2:** Leitungswasserschadenursachen in Westfalen von 1989 bis 1995 [2]

Was kann ein öffentlicher Versicherer seinen Versicherungsnehmern empfehlen, um die Innenkorrosionsschäden vor allem in bestehenden und in das Alter gekommenen Gebäuden zu verhindern bzw. zu minimieren? Bleibt evtl. nur die einzige

**Tabelle 1:** Die Schadenstatistik des GDV im Bereich der Verbundenen Wohngebäudeversicherung zeigt die Entwicklung der letzten Jahre im Leitungswasserbereich [1]

Jahr	Betrag (TDM)	Schaden- aufwand	
1989	2.732.301	1.644.267	
1990	3.014.720	4.144.313	
1991	3.507.780	2.076.294	
1992	3.899.377	2.845.913	
1993	4.295.200	3.417.662	
1994	5.237.564	3.581.992	
1995	6.029.449	4.066.781	
1996	6.452.325	4.097.972	
1997	6.650.626	4.853.181	
1998	6.726.077	4.588.162	

Alternative, die den Austausch der Rohrleitungen mit einem immensen Aufwand für alle Beteiligten vorsieht? Hierzu hat die Westfälische Provinzial als öffentlicher Versicherer ein Aktionsprogramm entwickelt, mit dem effektiv und zielgerichtet Hilfe geleistet werden kann.

Anhand dieser Daten lässt sich das Ausmaß der Leitungswasserschäden gut erkennen. Die mit Abstand häufigste Ursache ist dabei die Innenkorrosion. Dies zeigen die Auswertungen der Leitungswasserschäden anhand der Schadenursachen.

**Tabelle 2** nennt die Schadenursachen im Bereich der Verbundenen Wohngebäudeversicherung bei den Wohnungsunternehmen in Westfalen.

# 2. Grundbegriffe der Korrosion

Der Korrosionsvorgang ist ein sehr komplexes Phänomen. Es kommt auf das Zusammenspiel dreier miteinander reagierender Einflussgrößen an. Dazu zählen

 der Werkstoff, aus dem die Rohrleitungen hergestellt sind,

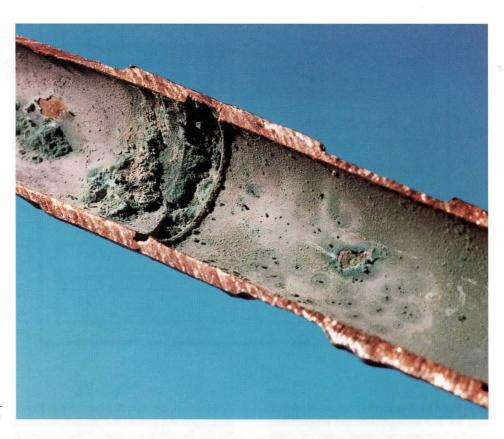


Bild 3: Lochkorrosion bei Kupfer

- 2. das Medium, mit dem die Rohrleitungen befüllt werden, und
- die Betriebsbedingungen, wie z.B. Wassertemperatur, Fließgeschwindigkeiten und Wasserdruck.

Sind eine oder sogar zwei dieser Einflussgrößen bekannt, so kann die dritte danach geplant werden. Aus diesen Gründen ist der metallische Werkstoff in der Vergangenheit und wahrscheinlich auch in der Zukunft der am meisten eingebaute Werkstoff. Doch was kann gegen die häufigste Schadenursache, die Innenkorrosion, empfohlen werden und wie können diese Probleme erkannt werden? [3]

Der Korrosionsvorgang ist stets elektrochemischer Natur. Prinzipiell ist die Korrosion zunächst einmal wertneutral zu betrachten. Eine Flächenkorrosion als Reaktion von Wasserinhaltsstoffen (z.B. Karbonathärte) ist erwünscht. Es bilden sich dann schützende Deckschichten auf der Metallinnenwand aus, die einen weiteren Angriff auf das Metallrohr verhindern.

Negativ ist die Korrosion, wenn die Reaktion örtlich abläuft (Bildung von Lokalelementen) (Bild 3). Dies kann zu Durchbrüchen führen. Eine ausgeprägte

örtliche Korrosion kann nur auftreten, wenn eine ausreichende elektrische Leitfähigkeit an der Phasengrenze des Metalls und des Elektrolyten (Wasser) vorliegt. Nur dann kommt es zu den negativen Erscheinungen des Korrosionsschadens [4].

Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Kalkablagerung. Viele Betroffene sind der Meinung, dass das kalkhaltige Wasser die Rohre angreift. Zwischen dem Korrosionsvorgang und der Verkalkung besteht jedoch kein unmittelbarer Zusammenhang!

Die Kalkablagerung wird von den Bestandteilen des Wassers verursacht, vor allem durch die gelösten Calcium- und Hydrogenkarbonat-lonen, die durch die sogenannte Karbonathärte charakterisiert werden. Das Ausmaß der Kalkabscheidung wird durch zwei Faktoren verstärkt; durch die Entfernung von gelöstem Kohlendioxid und durch die erhöhte Temperatur.

Durch den Austausch der Calcium-Ionen gegen nicht störende Natriumionen wird die Kalksteinbildung verhindert. Die Wasserenthärtung stellt **keine** Korrosionsschutzmaßnahme dar.

Folgende Faktoren beeinflussen die Innenkorrosion:

1. Die Zusammensetzung des Wassers

Über die gelösten Salze (Neutralsalze) kann das Wasser die örtliche Lochkorrosion in Abhängigkeit von der Art des metallischen Werkstoffes begünstigen. Eine hohe Konzentration von Hydrogenkarbonat wirkt dagegen günstig gegen die Lochkorrosion. Dadurch können sich natürliche, schützende Deckschichten aufbauen (Kalk wirkt als Isolator), ganz besonders im verzinkten Rohr aufgrund der Zinkcarbonatschicht.

### 2. Der Werkstoff

Die Art des Werkstoffes ist für die Beurteilung des jeweiligen Objektes von entscheidender Bedeutung. Regionale Gegebenheiten und individuelle Nutzungen sind hierbei zu berücksichtigen. Von den klassischen Werkstoffen, wie verzinkter Stahl und Kupfer, sind die Korrosionsanfälligkeiten in Verbindung mit kritischen Wässern und/oder fehlerhaften Einbauten und falschen Betriebstemperaturen hinlänglich bekannt [4]. Aber auch Edelstahlrohre können korrosionsanfällig sein und rosten [5].

## 3. Planung und Verarbeitung

Fehler in der Planung können sich beispielsweise in Form von Erosionskorrosionen in Warmwasserzirkulationsleitungen als Folge zu gering bemessener Rohrquerschnitte oder zu großer Strömungsgeschwindigkeiten äußern.

## 4. Betriebsbedingungen

Den jeweiligen Betriebsbedingungen kommt unter Umständen überproportional großes Gewicht zu. Wässer in verzinkten Stahlleitungen dürfen z.B. nicht über 55 °C erwärmt werden, da sich sonst das Normalpotential von Zink zu Eisen umkehrt. In diesem Fall kommt es dann unweigerlich zu einer Entzinkung. Die Folge ist ein massiver elektrochemischer Angriff auf die Rohrleitung, begleitet von den damit verbundenen Durchbrüchen [6,7].

## 5. Inbetriebnahme / Erstbefüllung / Druckprobe

Feinfilter sind notwendig, um kleine Feststoffpartikel, wie z.B. Rostteilchen und Sandkörner, von der Hausinstallation fern zu halten. Derartige Partikel können fremdstoffinduzierte Korrosionserscheinungen in Form von Mulden- und Lochfraß in den Rohrleitungen bewirken oder im Laufe der Zeit die Funktion von Armaturen stören [4]. Der Einbau dieser Filter ist zu empfehlen und muss vor der ersten Befüllung und Spülung, also schon vor der Dichtigkeitsprüfung, angeschlossen sein. Dabei ist zu beachten, dass nur Filter mit DIN-DVGW-Prüfzeichen eingebaut werden und eine regelmäßige Wartung erforderlich ist.

Welche Fehler gefährden den Korrosionsschutz? In der Regel handelt es sich dabei immer um mehrere, zusammenwirkende Faktoren.

Im Allgemeinen lässt sich häufig ein Verstoß gegen die anerkannten Regeln der Technik feststellen, wie z.B.

- fehlerhafte Mischinstallationen (z.B. Kupfer vor verzinktem Stahl)
- Verwendung ungeeigneter Werkstoffe
- Einbau schlechter oder nicht genormter Rohre
- zu hohe Betriebstemperaturen bei verzinkten Rohren
- Montagefehler beim Löten oder Schweißen
- Lange Stillstandszeiten (z.B. Feuerlöschsteigeleitungen oder in der Bauphase)

Gerade die Änderungen der Betriebsbedingungen können nach Jahren zu Problemen an den Wasserversorgungsleitungen führen. Ebenfalls muss berücksichtigt werden, dass je nach den Bedingungen Korrosionsschäden erst nach Jahren auftreten können. Bei der Korrosion handelt es sich um eine elektrochemische Reaktion, bei der Elektronen vom Metall an das Wasser abgegeben werden. Bei diesem natürlichen Vorgang fließt ein sehr schwacher elektrischer Strom, der sogenannte Korrosionsstrom. An allen Fehlstellen des Werkstoffes wird dieser Prozess begünstigt. Unangenehm ist dabei eigentlich nur, dass die Elektronen beim Verlassen des Werkstoffes, also wenn der Korrosionsstrom fließt, eine Veränderung desselben bewirken, so dass Eisen rostet bzw. Kupfer angegriffen wird [3]. Dieses Wissen ist zur Beurteilung der Verfahren gegen Korrosion unabdingbar.

## 3. Übersicht und Bewertung der zur Zeit auf dem Markt verfügbaren Sanierungsverfahren

Die Übersicht zeigt die zur Zeit auf dem Markt verfügbaren Sanierungsverfahren in Leitungswasserinstallationen und deren Bewertung hinsichtlich des Korrosionsschutzes:

Bewertung für den Verfahren Korrosionsschutz 1. Physikalische Negativ Wasserbehandlung 2. Beschichtungs-Negativ verfahren 3. Selbstdichtungsmittel Negativ 4. Chemische Bedingt positiv Wasserbehandlung 5. Elektrochemische Positiv Verfahren

3.1 Physikalische Wasseraufbereitung

Mit den physikalischen Wasseraufbereitungsanlagen sollen über elektrostatische, elektromagnetische oder permanentmagnetische Wirkungsweisen sowohl Kalk- und Rostinkrustationen vermieden als auch der Korrosionsschutz verbessert werden. Aus naturwissenschaftlicher Sicht und aus den Ergebnissen sind die Hypothesen und Erklärungen für den angeblichen Korrosionsschutz nicht nachvollziehbar. Diese Anlagen können auf keinen Fall Korrosionsschutz bewirken [4].

3.2 Sanierung durch Innenbeschichtung Die Rohrleitungen werden durch eine Innenbeschichtung mit Epoxidharz ausgekleidet. Voraussetzung für eine gute

gekleidet. Voraussetzung für eine gute Haftung der nachfolgenden Epoxidharzbeschichtung ist die gründliche Innenwandreinigung der Metallrohre. Diese erfolgt entweder durch Sandstrahlen und/oder über eine Säurebehandlung. Bei diesen Vorbehandlungen ist die Gefahr von Durchbrüchen bei bereits geschädigten Rohren gegeben. Hinzu kommt, dass die notwendige blanke Oberfläche der Metallinnenwandung nicht erzielt und vor allem nicht überall kontrolliert werden kann.

Der DVGW und das Bundesgesundheitsamt warnen vor dem Einsatz dieses Verfahrens. Sowohl grundsätzliche technische Schwierigkeiten können hierbei nicht behoben werden und zudem gilt Epoxidharz als hygienisch bedenklich [9].

Hinzu kommt die Diffusion von Wasserdampf und gelösten Gasen. Durch Temperaturunterschiede zwischen Metall und Kunststoff kann Wasserdampf in den Zwischenraum zwischen Metallinnenwand und Epoxidharz kondensieren und sogenannte Belüftungselemente bilden. An diesen Stellen schreitet dann unaufhaltsam die Korrosion fort [10].

## 3.3 Sanierung durch Abdichtung

Mit diesem Verfahren sollen vor allem Korrosionsschäden von Heizungssystemen behoben werden. Als Dichtungsmaterial wird oftmals Wasserglas (Silikatlösungen) eingesetzt. Durch den Einsatz von Wasserglas wird die eigentliche Ursache für die Korrosion nicht behoben. In Verbindung mit dem Kohlendioxid (säurekatalysierte Reaktion der Silanolgruppen) aus der Luft kristallisieren die Chemikalien an der Leckstelle aus und sollen so Rohre, Fußbodenheizungen, Radiatoren, Heizkessel usw. abdichten.

Die Gefahr der unkontrollierten Kristallisation an den Stellen, an denen konstruktionsbedingt in geringem Umfang Luft in die Anlagen gelangen kann, ist groß und nicht zu unterschätzen.

Ein anderes Problem sind die lokalen Sedimentationseffekte. Sie werden hervorgerufen von an Fasern haftendem Wasserglas an den Rohrverbindungsstücken, die dann zu unerwünschten Nebenwirkungen führen können. Zu denken ist da an Verstopfungen und Funktionsbeeinträchtigungen, insbesondere an Pumpen, Absperr-, Regulier- und Sicherheitsventilen. Auch hier erfolgt keine Behebung der Korrosionsursache.



Bild 4: verzinkte Eisenrohre geschützt durch das Tiptal-Verfahren

## 3.4 Chemische Wasseraufbereitung

Die chemische Wasseraufbereitung ist bei der Entkalkung, Enteisenung und Aufhärtung, allerdings nur bedingt, für den Korrosionsschutz zu empfehlen. Je nach Bedingung muss geprüft werden, welche Chemikalien dosiert werden müssen.

Der pH-Wert kann z.B. verändert werden oder die Anionen werden über spezielle Austauscherharze gegen die für die Korrosion z.B. kritischen Nitrat- bzw. Sulfatlonen ausgetauscht. Dies setzt aber immer eine Analytik des Trinkwassers, die Kenntnis der Werkstoffbeschaffenheit und eine Untersuchung der Schadenursache voraus.

In einem weiteren Verfahren können sogenannte Inhibitoren die Korrosion behindern. Problematisch ist die Zugabe, wenn der Schutz nicht vollständig ist. Dies führt dann zu einem lokal größeren Stromfluss, so dass es unter diesen Bedingungen zu stark ausgeprägter örtlicher Korrosion und damit in Folge zu Lochfraß kommen kann. Aufgrund dieses Effektes werden die anionischen

Inhibitoren auch als gefährliche Inhibitoren bezeichnet [4].

Hinzu kommt, dass auch diese Zusätze der Trinkwasserverordnung unterliegen und von daher die Konzentration von vornherein begrenzt ist. Daher ist auch der Versuch zur Sanierung von bereits aufgetretenen Korrosionsschäden wenig erfolgversprechend. Eine Garantieerklärung zur weiteren Verhinderung von Innenkorrosionsschäden kann selten gegeben werden. Teilweise kann es zu einer verstärkten Korrosion kommen.

Bei Neuinstallationen aus feuerverzinktem Stahl kann man davon ausgehen, dass die Bildung schützender Deckschichten durch die Zugabe von Phosphaten und Silikaten im Kaltwasserbereich begünstigt wird. Bei Warmwasserleitungen reicht die Wirkung nicht aus, um unter kritischen Bedingungen Lochkorrosionen zu verhindern [4].

## 3.5 Elektrochemische Verfahren

Bei dem Tiptal-Verfahren der Fa. Guldager-Elektrolyse GmbH & Co. KG handelt es sich um eine spezielle Anwendungsform des kathodischen Innenschutzes mit fremdstromgespeisten Aluminiumanoden. Das Verfahren ermöglicht es, die den Wasserbehältern nachgeschalteten verzinkten Stahlrohrleitungen und/oder Kupferrohrleitungen vor Korrosionsschäden zu schützen. Vereinfacht dargestellt, werden durch Auflösen von Aluminiumopferanoden kolloidchemische Sekundärreaktionen im Rohrleitungsnetz ausgelöst, die in Form von schützenden Deckschichten die Metallinnenwandung vor weiteren Korrosionsschäden schützen [6,7,11,12].

Bei dem industriellen Behälterschutz werden zum Schutz vor Innenkorrosion, Fremdstromanoden aus inertem Material. das bei der Elektrolyse keinem Verzehr unterliegt, eingesetzt. Die kathodische Potentialverschiebung des Schutzobjektes erfolgt im 1. Fall durch den Aufbau einer nicht leitenden Deckschicht durch die Auflösung der Aluminiumopferanoden und im 2. Fall durch isoliert eingebaute Inertanoden. Beide werden von einer äußeren Gleichstromquelle anodisch polarisiert. Damit wird der Elektronentransport zwischen der Anodenfläche (Rost-/bzw. Korrosionsstelle) und der viel größeren Kathodenfläche verhindert. Durch diesen Eingriff in den elektrochemischen Prozess kann das Tiptal-Verfahren daher hundertprozentig die Innenkorrosion auch bei bereits vorgeschädigten Rohren bzw. Behältern sicher vermeiden (Bild 4, Bild 5) [7,13]. Damit wird Korrosionsschutz für alle Alt- und Neuinstallationen sichergestellt. Mit diesem weltweit einmaligen Verfahren ist eine 30-jährige Gewährleistung für die Verhinderung von Innenlochkorrosionsschäden in Wasserversorgungssystemen gegeben [13].

"Die Wirksamkeit der Wasserbehandlung aufgrund des Guldager-Verfahrens beruht nach den durchgeführten Messungen auf einer sehr ausgeprägten Hemmung der kathodischen Teilreaktion, die nicht nur bei Reinzink, sondern vor allem auch bei den Zink-Eisen-Legierungsphasen auftritt" [6].

Das Bundesgesundheitsamt hat das Tiptal-Verfahren der Fa. Guldager-Electrolyse GmbH & Co.KG insbesondere für die Sanierung von verzinkten Stahlrohren im Warmwasserbereich empfohlen. Damit können die Legionellen Bakterien thermisch oberhalb von 60 °C abgetötet werden, ohne dass es dabei zu einer Entzinkung kommt. Dies ist das einzige System, das eine Temperaturerhöhung oberhalb von 55 °C zulässt, ohne dass eine Entzinkung eintritt und damit eine Zerstörung







des Wasserleitungsnetzes einhergeht [4,8]. Gerade in großen Gebäuden mit langen Versorgungsleitungen, wie z.B. in Krankenhäusern, ist die thermische Desinfektion oftmals die einzige sinnvolle Möglichkeit, die Legionellen zu bekämpfen. Zusammen mit dem Hygiene-Institut Gelsenkirchen hat die Fa. Guldager-Electrolyse GmbH & Co.KG bei dem Testen eines neuen Anodenwerkstoffes zur Bekämpfung der Legionellen Bakterien festgestellt, dass die mit dem Tiptal-Verfahren geschützten Rohrleitungen sich nicht mit Legionellen impfen lassen [14]. Die genaue Wirkungsweise ist noch nicht bekannt. Allerdings ist dies ein weiterer auch betriebswirtschaftlich interessanter Aspekt, der für den Einsatz des Tiptal-Verfahrens insbesondere bei Warmwasserleitungen spricht. Auch dieser Sachverhalt führte letztlich zu einer Ausnahmegenehmigung für die Fa. Guldager-Electrolyse GmbH & Co.KG vom Bundesgesundheitsamt. Für elektrolytisch erzeugtes Aluminium in dem Tiptal-Verfahren der Fa. Guldager-Electrolyse GmbH & Co.KG ist der Aluminiumgehalt in Warmwassernetzen auf 0,5 mg/l heraufgesetzt worden [8].

## 4. Funktionsprinzip des Tiptal-Verfahrens

Beim Tiptal-Verfahren für den nachgeschalteten Rohrleitungsschutz werden fremdstromgespeiste Aluminiumanoden in Form von Flachstabelektroden eingesetzt. Aluminium ist hierbei als Anodenmaterial unverzichtbar, da mit anderen Anodenmetallen (wie z.B. Magnesium) kein Rohrleitungsschutz erreicht werden kann.

Durch die gezielte elektrolytische Auflösung der Aluminiumanoden entstehen aus dem Reinaluminium unter anderem zwei Modifikationen (Böhmit und Bayerit) von Aluminiumhydroxid. Diese bewahren die nachgeschalteten metallischen Stahlrohrleitungen und/oder Kupferleitungen sicher vor der Zerstörung.

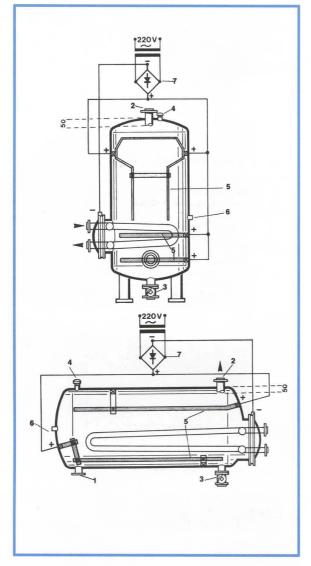
Die Aluminiumanoden werden als Flachstabelektroden (Abmessungen 60 mm x 20 mm) isoliert in einem Reaktionsbehälter installiert und mit Hilfe einer Gleichrichteranlage anodisch polarisiert, während der zu schützende Behälter selbst der kathodischen Polarisation unterliegt (Bild 6).



Bild 6: Innenansicht eines Reaktionsbehälters mit den Aluminiumanoden

Mit Schließen des Gleichstromkreises fließt im Wasser von den Aluminiumanoden zu den Innenflächen des Wasserbehälters (Kathode) ein Gleichstrom, der dem aus diesen Metallflächen austretenden Korrosionsstrom entgegengerichtet ist und ihn kompensiert. Das Potential der Korrosionskathoden wird durch den Schutzstrom auf dasjenige der Korrosionsanoden gesenkt, womit sicherer Materialschutz innerhalb des Gleichstrombereiches gewährleistet ist (Bild 7).

Bild 7: Schemazeichnung der Einbindung der Tiptal-Anlage in einen Warmwasserbehälter



Der kathodische Korrosionsschutz ist nur im Gleichstromfeld des Wasserbehälters selbst gegeben. Dennoch sind die dem Behälter nachgeschalteten metallischen Rohrleitungen in den Korrosionsschutz einbezogen, welche Kathodenreaktion der in den Rohrleitungen existierenden Korrosionselemente durch die Deckschichtbildung so stark gehemmt wird, dass der Korrosionsvorgang zum Stillstand kommt. Die genannten Anodenabbauprodukte wirken dabei als kathodische Inhibitoren. Es werden Deckschichten aufgebaut, deren Dicke mit 1 mm bis 1,5 mm begrenzt sind. Der elektrochemische Rohrleitungsschutz setzt im Warmwasser eine Mindestverweilzeit des Elektrolyten im elektrischen Gleichstromfeld der Behälter von 30 Minuten, im Kaltwasser von mindestens 15 Minuten, voraus.

Der Hauptteil der bei der anodischen Polarisation gebildeten Tonerde lagert sich als indifferenter Schlamm am Boden der Behälter ab, von wo er mit Hilfe einer Entschlammung von Zeit zu Zeit aus dem System entfernt wird. Die Aluminiumverzehranoden sind im allgemeinen für eine Betriebszeit von zwei bis drei Jahren ausgelegt. Danach ist eine Elektrodenerneuerung erforderlich.

Dem intermittierendem Wasserbrauch wird dadurch Rechnung getragen, dass eine elektronisch gesteuerte Gleichrichteranlage verwendet wird. Deren variabel einstellbare Stromstärken werden gleitend über einen in die Zufuhrleitung zu installierenden Kontaktwasserzähler oder Sensor geregelt. Auf diese Weise werden die Schutzströme und damit die Menge des Deckschichtbildners dem Wasserverbrauch optimal direkt angepasst (Bild 8).

## 5. Einsatzbeispiele

## 5.1 Tiptal-Anlagen in Wasserversorgungsleitungen von Krankenhäusern

### Beispiel 1:

St. Elisabeth-Krankenhaus Straubing, ein zentrales Gebäude mit 500 Betten,

Bild 8: Kontaktwasserzähler



_					
В	e	S	p	ie	1

Jahr	Anzahl der Schä Zulauf	iden (Warmwasser) Zirkulation	Gesamt	Bemerkung	
1993	8	4	12	z.B. Archiv, OP-Einleitraum, Technik	
1994	5	12	17	z.B. OP-Umbettraum	
1995	7	23	30	z.B. OP-Umbettraum	
9/1995	Einbau einer Tiptal-Anlage			Zeitdauer bis die Deckschicht aufgebaut ist: ca. 6 bis 12 Monate	
1996	3	9	12	Bis 5/98 8 Schäden, ab 8/96 4 Schäden	
1997	0	1	1	Betroffene Schadenstellen: Sehr gering	
1998	1	2	3	frequentierte Zapf- stellen, z.B. Behindertentoilette an einer Stichleitung	
1999	1	1	2		
2000	3	0	3 bis 8/2000		

verzinkte Rohrleitungen, Aufzeichnung der Schäden seit 1993. Urteil des Betreibers: uneingeschränkt empfehlenswert.

### Beispiel 2:

Kurklinik Bad Sassendorf. Aufzeichnung der Leitungswasserschäden seit 1990, kupfernes Leitungsnetz.

Mit fünf Schäden im Warmwasserbereich (Schadenaufwand DM 3.300) und einem Kaltwasserschaden (DM 200) nach dem Einbau der Tiptal-Anlagen wurde die Anzahl der durchschnittlich jährlichen 30 Korrosionsschäden auf 20% reduziert. Damit wurde schon im 1. Jahr ein Rückgang von 80% erreicht. Der Schadenaufwand, der vor dem Einbau der Tiptal-Anlagen jährlich im Durchschnitt bei DM 44.000 lag, konnte um über 90% gesenkt werden. Die Korrosionsschutzwirkung wird sich noch verbessern, da am 29.03.00 ein Kurzschluss an der Tiptal-Anlage für Warmwasser festgestellt wurde. Wie lange dieser Kurzschluss bestand, konnte nicht festgestellt werden. Daher ist davon auszugehen, dass die Anlage für den Warmwasser-Bereich in dem Zeitraum vom 24.09.99 bis zum 29.03.00 nicht einwandfrei arbeiten konnte.

Jahr	Anzahl der Schäden	Aufwand der Schäden (DM	
1990	32	24.000	
1991	27	20.000	
1992	32	179.000	
1993	23	38.000	
1994	27	24.000	
1995	43	35.000	
1996	30	34.000	
1997	25	30.000	
1998	30	33.000	
1-9/1999	29	25.000	
10/1999	Installation zweier Tiptal-Anlagen für Kalt- u. Warmwasser		
10-12/1999	-		
1-10/2000	6	3.500	

Beispiel 2



Weitere Beispiele für die 30-jährige Garantieleistung:

### 5.2 Großklärwerk Krefeld:

320 m Rohrleitung aus Edelstahl nach zwei Jahren zerfressen. Das Tiptal-Verfahren schützt hier das gesamte Rohrleitungsnetz 100%ig gegen Innenkorrosion (diese Arbeiten wurden von der FH Märkischer Kreis in einem Videofilm als Lehrmittel aufgezeichnet und begleitet) (Bild 9).

### 5.3 Filterbehälter:

Auch hier gibt die Fa. Guldager-Electrolyse GmbH & Co.KG trotz Ozon und Chlor 30 Jahre Garantie auf den Behälter und die Einbauten. Daher sind in den Berliner Bäderbetrieben (über 30 Schwimmbäder) alle Filter (Anzahl > 80) mit Tiptal-Anlagen geschützt (Bild 10).

## 5.4 Edelstahlbehälter in Brauereien:

Diese sind durch die Betriebsweise stark durch die Chlorid Nadelstichkorrosion gefährdet. Mit dem Tiptal-Korrosionsschutz wird auch auf diese Behälter ein 100 %iger Korrosionsschutz 30 Jahre lang garantiert sichergestellt.



Bild 10

Bild 9



## **Fazit**

Nach gründlichen umfangreichen Analysen kann nur das elektrochemische Verfahren für den Innenkorrosionsschutz empfohlen werden. Im Gegensatz zu den anderen Verfahren wird hierbei die eigentliche Ursache der Korrosion wirkungsvoll und garantiert behoben. Eine sorgfältige objektbezogene Analyse ist dabei unerlässlich.

## Das Tiptal-Verfahren

- schützt alle metallischen Rohre
- wirkt sicher auch bei vorgeschädigten Rohrnetzen
- funktioniert bei allen üblichen Wasserarten und -temperaturen
- ist ökonomisch sinnvoll und bedienerfreundlich
- verbessert sofort die Trinkwasserqualität, indem es alle Roststellen beseitigt
- mit Inertanoden für den kathodischen Korrosionsschutz ist DVGW (DW-0905AS2067) zerti-
- wird vom Bundesgesundheitsamt für verzinkte Stahlrohrleitungen zur Bekämpfung der Legionellen empfohlen
- ist von der AMEV seit 1995 empfohlen

Mit Hilfe dieses Know How's ist es möglich, eine kostengünstige und vor allem sicher wirkende Alternative aus Sicht der Schadenverhütung zu empfehlen. Die Schadenbelastungen, insbesondere bei stark auffälligen Objekten, werden dadurch in den Griff zu bekommen sein.

Weiterhin können den Versicherungsnehmern unnütze Aufwendungen bzw. Maßnahmen für kurzfristige Sanierungserfolge erspart und mit technisch sicheren Verfahren die Korrosionsprobleme gelöst werden. Für die Wohnungswirtschaft, die Kommunen und die Krankenhäuser ergeben sich darüber hinaus auch betriebswirtschaftlich hoch interessante Aspekte.

> Dr. Georg Scholzen Westfälische Provinzial Versicherung Münster

#### Danksagung

Der St. Elisabeth-Krankenhaus Straubing und der Kurklinik in Bad Sassendorf danken wir für die freundliche Genehmigung, die zur Verfügung gestellten Daten zu verwenden. Vielen Dank gilt auch Herrn Gies von der Fa. Guldager-Electrolyse GmbH & Co.KG für die zur Verfügung gestellten Bilder, Materialien und die zahlreichen Diskussionen.

- Literatur [1] GdV, Die Zweige der Schaden- und Unfallversicherung im statistischen Überblick 1998, Berlin Dezember 1999.
- [2] Westfälische Provinzial, Münster 1997.
- [3] U. Ruhrberg, C. Gies, Zur Korrosionsproblematik in Behältern der Badewasseraufbereitung wie z.B. Kies, Mehrschicht- oder Aktivkohlefiltern, Ozonreaktoren, Schwallwassertanks oder auch Warmwasserbereitern. Das Schwimmbad und sein Personal, 7, 2000.
- [4] C.-L. Kruse, Korrosion in der Sanitär- und Heizungstechnik, Krammer Verlag, Düsseldorf 1991.
- [5] Workshop EN 12502 I-II, Europäische Informationsnormen über Korrosionswahrscheinlichkeiten in Wasserleitungssystemen, Iserlohn 9/2000.
- [6] C.-L. Kruse, KH.G. Schmitt-Thomas, H. Gräfen, Korrosionsverhalten von feuerverzinktem Stahl in erwärmtem Wasser, Werkstoffe und Korrosion 34, 539-546 (1983).
- [7] AMEV, Arbeitskreis Maschinen- und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltung für die Sanierung von Sanitäranlagen in öffentlichen Gebäuden, 1995.
- [8] Bundesministerium für Gesundheit, Ausnahmegenehmigung für die Zulassung von elektrolytisch erzeugtem Aluminiumhydroxid als Zusatzstoff für Trinkwasser, Bonn 26. Juli 2000.
- [9] DVGW-Mitteilung vom 05.07.1999 aus dem DVGW Fachausschuss Innenkorrosion.
- [10] Pfullmann, VdS-Fachtagung in Köln, Verhütung von Leitungswasserschäden 09/2000.
- [11] J. Ehreke, Materials and Corrosion 48, Vergleichende Untersuchungen an verzinkten Stahlrohren mit und ohne Elektrolyse-Schutzverfahren, 388-391 (1997).
- [12] Kolloquium am 19.04.1998 im Institut Schadenforschung und Schadenverhütung der öffentlichen Versicherer e.V., Kiel
- [13] C.Gies, Schriftliche Stellungnahme, 30.05.1997.
- [14] U. Ruhrberg, C. Gies, D. Scholtessen, F. Wernicke, G.J. Tuschewitzki, Verhinderung des Legionellenwachstums durch Magnesiumionen?