

# Sanierung von Trinkwasser-Installationen

## Anlass - Ursache - Maßnahmen

Dr.-Ing. Thorsten Pfullmann\*

Alle Bestandteile eines Gebäudes unterliegen einem nutzungsbedingten Verschleiß und einer Alterung, die dazu führen, dass diese Komponenten ausgetauscht bzw. erneuert werden müssen. Während dieser Umstand für Fenster, Dach und Heizkessel von jedem Eigentümer akzeptiert wird, gibt es bei den Wasser führenden Installationsleitungen diese Akzeptanz nur in den seltensten Fällen. Dabei erfüllen gerade die Trinkwasserleitungen eine wichtige Aufgabe in der Haustechnik: den Transport des wichtigsten Lebensmittels - Trinkwasser.



■ Verfärbtes Wasser durch Korrosionsvorgänge.

Für die Wasser führenden Installationsleitungen herrscht die allgemeine Erwartung vor, dass sie „ein Häuserleben lang“ (~ 50 Jahre) halten. Gegen diese Erwartungshaltung ist grundsätzlich nichts einzuwenden, nur darf nicht vergessen werden, dass für die Erfüllung dieser Erwartungen einige Voraussetzungen vorliegen müssen: Die Installation muss fachgerecht geplant und mit qualitativ hochwertigen Produkten ausgeführt sein sowie ordnungsgemäß betrieben werden und es dürfen keine schädigenden Betriebsbedingungen vorgelegen haben oder vorliegen.

Alle schädigenden Einflüsse – von innen oder außen, aus der Planungs-, Ausführungs- oder Betriebsphase – führen zu einer stärkeren Alterung der Rohrleitungen. Dies macht sich in einer verkürzten „Lebensdauer“ bemerkbar, d. h. die Installationsleitungen müssen vor Ablauf der 50 Jahre saniert werden. Dabei kommt dem Faktor Zeit eine besondere Bedeutung zu, denn abhängig von dem Schädigungsmechanismus – der Schadenursache – können die Rohrleitungen oft nur dann vor einer kompletten Erneuerung „gerettet“ werden, wenn die schädigenden Einflüsse frühzeitig erkannt und Gegenmaßnahmen (Sanierung) ergriffen werden.

## Anlass einer Sanierung

Im Sinne der VDI-Richtlinie 6001 „Sanierung von sanitärtechnischen Anlagen – Trinkwasser“ ist die Sanierung erforderlich, wenn die in Nutzung befindliche Anlage ihre Funktion – „Transport von Trinkwasser“ – nicht mehr bestimmungsgemäß erfüllen kann, unabhängig davon, ob das Rohrleitungssystem selbst geschädigt ist oder ob das Wasser durch die Rohrleitung so verändert

wird, dass es kein Trinkwasser mehr ist. Damit der Eigentümer einer Trinkwasseranlage diese sanieren lässt, bzw. an eine Sanierung denkt, muss er also zunächst die Störung der Funktion „Transport von Trinkwasser“ wahrnehmen.

Dies klingt zunächst sehr einfach, wenn dabei an Rohrbrüche gedacht wird, die relativ schnell festgestellt werden können. Von den meisten Nutzern und Eigentümern einer Trinkwasseranlage wird jedoch ein Rohrbruch als lokales Ereignis aufgefasst und erst bei einer Häufung der Schäden an das gesamte Leitungssystem gedacht. Dabei ist die kritische Zahl von Schäden, ab der reagiert wird, höchst unterschiedlich. Einige reagieren bereits nach dem zweiten Schaden, andere erst nach Aufforderung durch die Mieter oder die Gebäudeversicherung.

Bei Störungen der Trinkwasserqualität wird die Wahrnehmung noch wesentlich schwieriger. Nur selten, wie z. B. bei Rostwasser, ist die Schädigung des Systems direkt sichtbar. In den meisten anderen Fällen nicht und dann können unzulässige Beeinträchtigungen der Trinkwasserqualität nur durch Wasseranalysen ermittelt werden. Derartige Kontrollen werden in der Regel nur bei begründetem Verdacht von hygienischen Problemen durchgeführt.

Fazit dieser Überlegungen: Die Sanierungsbedürftigkeit einer Trinkwasseranlage wird vom Betreiber oft nicht oder zu spät erkannt. Regelmäßige Prüfungen des ordnungsgemäßen Zustandes der Rohrleitungssysteme finden selten statt. Die erste Sanierungsmaßnahme besteht deshalb in der Wahrnehmung des Risikos von Schädigungen in den Wasser führenden Installationen, verbunden mit regelmäßigen Zustandsprüfungen der Anlagen.

\*) Dr.-Ing. Thorsten Pfullmann, Institut für Schadenverhütung und Schadenforschung, Kiel

## Ursachen der Schädigung von Leitungssystemen

Die Kenntnis der Schadenursache ist zum Zeitpunkt eines aktuellen Schadens für den Nutzer oder Eigentümer einer Hausinstallation eher von untergeordneter Bedeutung. Im Vordergrund steht die Wiederherstellung der Funktionsfähigkeit. Für die Vermeidung einer Wiederholung bzw. für die Entscheidungsfindung im Rahmen einer Sanierung ist die Kenntnis der Schadenursache jedoch unabdingbar.

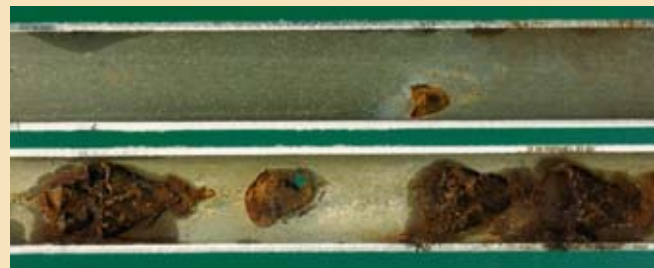
Ursache für eine Schädigung von Wasser führenden Leitungen können Fehler in allen Bereichen sein, die mit der Planung, Ausführung und dem Betrieb der Anlage zu tun haben – und dies während des gesamten Betriebszeitraums. Ohne Anspruch auf Vollständigkeit sind im Folgenden einige Ursachen aus den unterschiedlichen Bereichen aufgelistet:

### Planungsphase

- Falsche Auslegung, zu kleine Rohrquerschnitte. Typisches Schadenbild: Erosion der Rohrwände durch zu hohe Strömungsgeschwindigkeiten.
- Falsche Auslegung, zu große Rohrquerschnitte. Typisches Schadenbild: Unzulässig hohe Metallkonzentrationen im Trinkwasser durch Stagnation des Wassers im Leitungssystem.
- Rohrleitungsführung in frostgefährdeten Bereichen. Je nach „Grad“ der Gefährdung Frostschäden auch im genutzten Gebäude.



■ Querschnittsverminderung durch Ablagerungen.



■ Korrosion an einer Trinkwasserleitung mit Durchbrüchen.



■ Durch Rost zugesetzte Stahlrohrleitung.



■ Erosionskorrosion an einem Kupferfitting.



- Falsche Werkstoffwahl, fehlende Berücksichtigung der örtlichen Wasserbeschaffenheit und der Betriebstemperaturen. Typisches Schadenbild: Unzulässig hohe Metallkonzentrationen im Trinkwasser oder bei weiteren Mängeln auch lokale Korrosionsschädigungen.
- Fehlender Feinfilter. Typisches Schadenbild: Korrosionselementbildung durch eingespülte Fremdstoffe, nachfolgend lokale Korrosionsschädigung.

### Ausführungsphase

- Verarbeitungsmängel, beispielsweise unvollständige Lötverbindungen, nicht entgratete Rohrenden, falsche Befestigungen der Rohrleitungen... Typische Schadenbilder: undichte Verbindungen erst nach der Inbetriebnahme (trotz Druckprüfung), Ausbildung von Korrosionselementen im Bereich der Verbindungen und nachfolgend lokaler Korrosionsschädigung, mechanische Belastung von Bögen und Verbindungen mit nachfolgender Rissbildung.
- Unterlassene Spülung der Leitungen. Typisches Schadenbild: Ausbildung von Korrosionselementen unter Schmutzpartikeln mit nachfolgend lokaler Korrosionsschädigung.
- Fehlende Berücksichtigung von temperaturbedingten Längenänderungen. Typisches Schadenbild: Rissbildung an Bögen oder Abgängen von T-Stücken.
- Lange Pause zwischen Druckprüfung und Inbetriebnahme. Typisches Schadenbild: Ausbildung von Korrosionselementen an der Luft-/Wassergrenze in halbvollen Rohren.



■ Unlegierter Stahl, korrodiert durch äußere Einwirkung von Feuchte.

● Fehlender hydraulischer Abgleich. Typisches Schadenbild: Erosionskorrosion durch zu hohe Strömungsgeschwindigkeiten in Zirkulationsleitungen.

**Betrieb**

- Häufige und/oder lange Stagnationsphasen. Typisches Schadenbild: Unzulässig hohe Metallkonzentrationen im Trinkwasser und Ausbildung von Korrosionselementen mit nachfolgender lokaler Korrosionsschädigung.
- Zu hohe Betriebstemperaturen. Typisches Schadenbild bei häufigen oder sogar dauerhaften Temperaturen über 70°C: Vorzeitige Alterung und Schädigung von Kunststoffrohrsystemen, in verzinkten Stahlrohren Ausbildung von Korrosionselementen mit nachfolgender Korrosionsschädigung.
- Frosteinwirkung. Typisches Schadenbild: Aufgeplatzte Rohre, Bögen oder Armaturen bzw. getrennte Press- oder Klemmverbindungen an ungeschützten, nicht entleerten Rohrleitungen oder in Gebäuden mit abgeschalteter Heizung.
- Ausfall von Einzelkomponenten. Es gibt kein typisches Schadenbild. Wäh-

rend des gesamten Betriebszeitraums kann es durch Ausfall von Regelungen, Pumpen, Heizungen oder Dichtungen zu unzulässig hohen Temperaturen, zu Frosteinwirkungen oder undichten Verbindungen und den damit verbundenen Folgen kommen, die vorab beschrieben sind.

- Wechsel der Wasserbeschaffenheit. Während des gesamten Betriebszeitraums kann ebenfalls nicht ausgeschlossen werden, dass sich die regionale Wasserbeschaffenheit ändert und so ein Zustand eintreten kann, der dem Planungsfehler „Falsche Werkstoffwahl“ entspricht. Bereits vorhandene Deckschichten können abgebaut werden und es können unzulässig hohe Metallkonzentrationen im Trinkwasser bzw. auch lokale Korrosionsschädigungen auftreten.

Häufig ist die vorzeitige Alterung oder Schädigung von Wasser führenden Installationssystemen verursacht durch die Summe vieler kleiner Mängel, die jeder für sich nicht allein zum Schaden führen (Ausnahme Frostschäden), oder die erst aufeinander folgen müssen, damit das Schadenereignis ausgelöst wird. Beispiele:

- Kritische, aber noch tolerierbare Wasserbeschaffenheit bzgl. des eingesetzten Werkstoffs, Verarbeitungsmängel und ungünstige Betriebsbedingungen mit nachfolgenden Korrosionsschäden durch Rohrbrüche.
- Kritische, aber noch tolerierbare Wasserbeschaffenheit bzgl. des eingesetzten Werkstoffs, Wechsel der Mieter mit Änderung der Nutzungsgewohnheiten, lange Stagnationsphasen und nachfolgend „Rostwasser“bildung.
- Frostschaden mit Wasseraustritt in die Dämmschicht, ungenügende Trocknung und fehlender äußerer Korrosionsschutz der Rohre in der Dämmschicht mit nachfolgenden Außenkorrosionsschäden.

In anderen Fällen werden bei Erweiterungen oder Modernisierungen einer funktionierenden Anlage die Ursa-

chen für die spätere Schädigung geschaffen. Beispiele:

- Änderung der hydraulischen Verhältnisse (Pumpentausch, Erweiterung des Rohrnetzes) und der Betriebstemperatur in der Zirkulationsleitung mit nachfolgender Erosionskorrosion.
- Wasserbehandlung aufgrund von Steinbildung („Kalk“): Abbau der vorhandenen Deckschichten und nachfolgend Korrosionsschäden durch Rohrbrüche.

In Tabelle 1 sind die verschiedenen Schadenbilder nach Schädigungstyp kategorisiert.

Die überwiegende Zahl der Schädigungstypen betrifft die Transportfunktion der Trinkwasseranlage, d. h. mit fortschreitender Schädigung wird bei allen Schadentypen, die nicht lokal begrenzt sind, eine rohrleitungserhaltende Sanie-

■ **Tabelle 1: Schädentypkategorien von Trinkwasserleitungen. Zu Nr. 8: Im fortgeschrittenen Stadium von lokal verstärkten Korrosionsprozessen (Lochkorrosion) ist nicht nur die Transportfunktion gestört, sondern zusätzlich die Wasserqualität durch die Korrosionsprodukte beeinträchtigt.**

	Schadentyp	Störungsart	Rohrleitungserhaltung?
1	Außen/Mechanisch/ Gesamt	Transportfunktion	Nur in Frühphase
2	Außen/Mechanisch/ Lokal begrenzt	Transportfunktion	Ja
3	Außen/Chemisch/ Gesamt	Transportfunktion	Nur in Frühphase
4	Außen/Chemisch/ Lokal begrenzt	Transportfunktion	Ja
5	Innen/Mechanisch/ Gesamt	Transportfunktion	Nur in Frühphase
6	Innen/Mechanisch/ Lokal begrenzt	Transportfunktion	Ja
7	Innen/Chemisch/ Flächig	Wasserqualität	Ja
8	Innen/Chemisch/ Lokal verstärkt	Transportfunktion	Nur in Frühphase

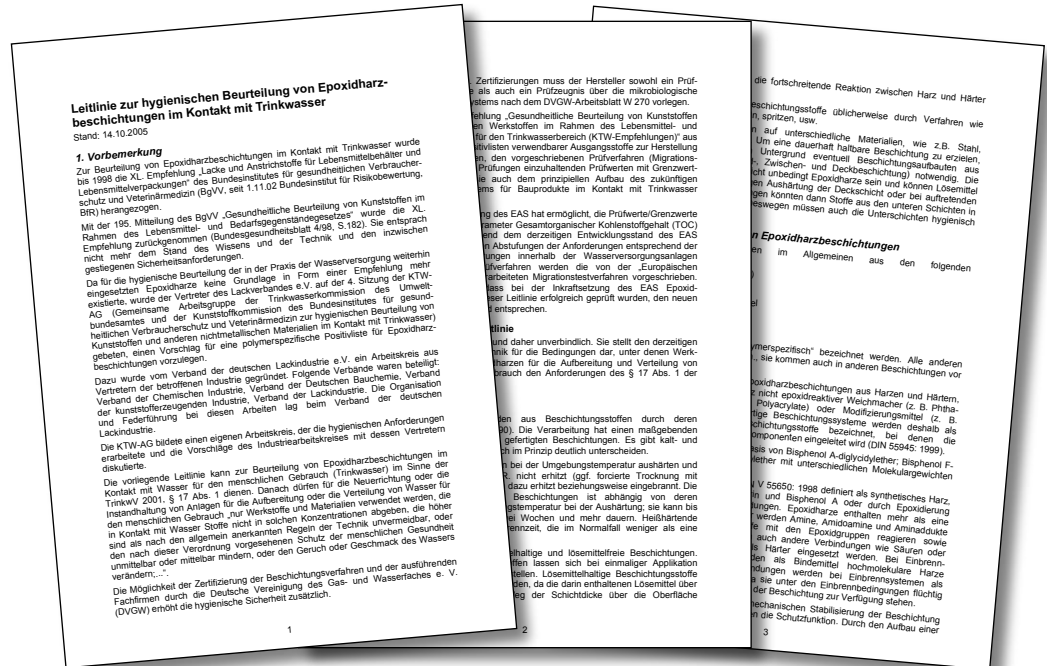
Anmerkung: Der Unterschied zwischen lokal verstärkt und lokal begrenzt ist dahingehend zu verstehen, dass lokal begrenzte Schadenstellen bereits von außen bzw. aus der Lage im Rohrsystem heraus geortet werden können, lokal verstärkte Korrosionsstellen im Inneren von Rohren hingegen nicht.

rung unmöglich bzw. sinnlos. Deshalb müssen die Schädigungen frühzeitig erkannt, analysiert und entsprechende Maßnahmen eingeleitet werden.

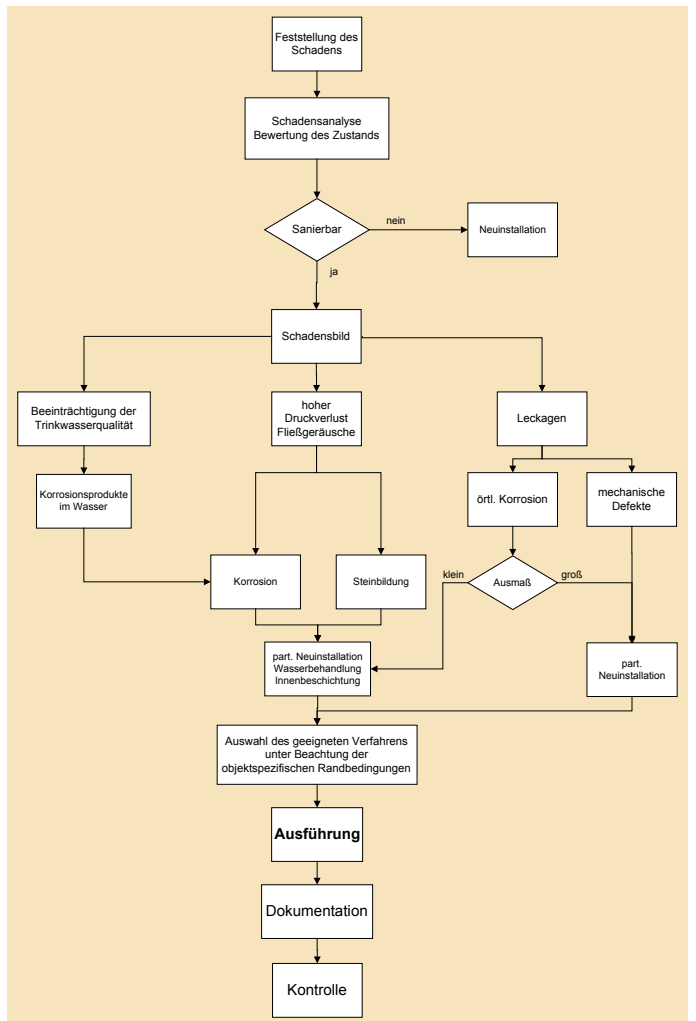
Schlussfolgerung: Regelmäßige Kontrollen und Wartung der Hausinstallation sind ein wichtiges Instrument der Schadenverhütung und das Frühwarnsystem für gegebenenfalls erforderliche Sanierungsmaßnahmen.

## Sanierungsmaßnahmen

Die Vorgehensweise bei der Planung und Umsetzung einer Sanierung ist in der VDI-Richtlinie 6001 „Sanierung von sanitärtechnischen Anlagen – Trinkwasser“ (Ausgabedatum: 2004) beschrieben.



■ Für Innenbeschichtungen von Trinkwasseranlagen gibt es auch Anfang des Jahres 2006 keine Zulassung. Durch die Veröffentlichung der Epoxidharzleitlinie des Umweltbundesamtes sowie die Erstellung diverser DVGW-Blätter liegt nun aber die Grundlage für die Zertifizierung derartiger Verfahren vor.



■ Vorgehensweise bei einer Sanierung.

ben. Neben der partiellen Erneuerung von Rohrleitungen veranschaulicht die Richtlinie unterschiedliche Wasserbehandlungsverfahren sowie die Innenbeschichtung.

Anmerkung: Für Innenbeschichtungen von Trinkwasseranlagen gibt es auch Anfang des Jahres 2006 keine Zulassung. Die Vergabe derartiger Prüfzeichen war bis vor kurzem nicht möglich. Durch die Veröffentlichung der Epoxidharzleitlinie des Umweltbundesamtes (UBA) sowie die Erstellung der DVGW-Blätter W 545, VP 548 und W 548 liegt nun aber die Grundlage für die Zertifizierung derartiger Verfahren vor. Dazu muss zunächst die Eignung des Beschichtungsmittels nach der Leitlinie nachgewiesen werden (seit Anfang 2006 ist ein Werkstoff – LSE-001 NA der LSE-System AG – in dem Anhang 5 zur UBA-Epoxidharzleitlinie gelistet), danach kann die Tauglichkeit des Verfahrens geprüft und zum Schluss die Zertifizierung des Beschichtungsunternehmens erfolgen.

Die erstellten Vorschriften lassen diese Verfahren auf kupfer- und stahlgebundenen Rohrwerkstoffen zu. Beschichtungen auf anderen Materialien wie z. B. Blei können nicht zugelassen werden.

Die unterschiedlichen Wasserbehandlungsverfahren werden insbesondere für die Schädentypen 7 u. 8 in Tabelle 1 eingesetzt, d. h. bei Schädigungen der Rohre und des Trinkwassers durch Korrosionsprozesse. Dabei ist zu beachten, dass Wasserbehandlungsverfahren einen Wasserdurchsatz erfordern. In Installationen, bei denen die Schädigung durch häufige Stagnation verursacht ist, können diese Verfahren demnach nicht angewendet werden.

Anmerkung (aus Erning, VdS 9/2004): *Maßnahmen zur Wasserbehandlung sind nicht immer eigenständig wirkende Sanierungsmaßnahmen, sondern häufig als Bestandteil eines umfassenderen Sanierungskonzeptes zu sehen. Eine Wasserbehandlungsmaßnahme beeinflusst die Wasserzusammenset-*



■ Beispiel einer Rohrrinnenbeschichtung.

zung – z. B. durch die Entfernung kritischer Inhaltsstoffe, durch die Zugabe geeigneter Konditionierungsstoffe zur Ausbildung stabiler Schutzschichten. Zur Aufbereitung des Wassers bzw. zur Behandlung des Trinkwassers dürfen nur solche Stoffe verwendet werden, die nach § 11 der TrinkwV 2001 in der Liste enthalten sind, die vom Umweltbundesamt geführt wird. Ausnahmen bedürfen der Genehmigung durch die zuständige Gesundheitsbehörde.

Für den Korrosionsschutz werden Orthophosphate und Silikate dosiert oder Aluminiumhydroxid auf elektrochemischem Wege in der Anlage erzeugt. Diese Zusatzstoffe erzeugen schwerlösliche Schutzschichten auf den Rohrwänden und wirken so der Korrosion entgegen.

Gerade für die Wasserbehandlung mit elektrochemisch erzeugten Aluminiumhydroxid (Guldagerverfahren, „Tiptal“) gibt es eine zunächst zeitlich befristete Ausnahmegenehmigung durch das Umweltbundesamt bis 1.1.2007. Der zulässige Einsatz des Verfahrens ist auf die Sanierung von korrosionsgeschädigten Rohren aus verzinktem Stahl in der Warmwasser-Installation (erwärmtes Trinkwasser) beschränkt. Die Höchstkonzentration 0,2 mg/L von Aluminium im Trinkwasser ist einzuhalten.

Grundsätzlich sind rohrleitungserhaltende Maßnahmen wie die Wasserbehandlung, aber auch eine zukünftig mögliche Innenbeschichtung nur dann sinnvoll, wenn der Schädigungsgrad der Rohrleitungen gering ist. Bei fortgeschrittener Schädigung sind diese Verfahren aufgrund des zusätzlich notwendigen hohen Reparaturaufwands in der Regel zu teuer oder der Sanierungserfolg ist nicht nachhaltig, d. h. kurze Zeit nach Abschluss der Maßnahmen treten erneut Schäden auf.

Bei der Planung einer Sanierung ist außerdem zu berücksichtigen, dass die Rohrleitungssysteme bei den rohr-

leitungserhaltenden Maßnahmen nicht jünger werden. Auch bei erfolgreicher Beseitigung der Schädigungsursachen kann der Fall eintreten, dass bereits nach weiteren 5 bis 10 Jahren die Anlage mechanisch „am Ende“ ist und eine Erneuerung notwendig wird. So ist im Sanierungskonzept zu prüfen, ob statt einer aufwendigen mittelfristigen Sanierungslösung eine einfache, nur kurzzeitig wirksame Lösung zusammen mit einer gut vorbereiteten Erneuerung ökonomisch sinnvoller ist. ■

#### Literatur:

- Trinkwasserverordnung 2001 (TrinkwV 2001), 5/2001
- Liste der Aufbereitungsstoffe und Desinfektionsverfahren gemäß § 11 Trinkwasserverordnung 2001, 3. Änderung, 12/2004, [www.umweltbundesamt.de/daten/trinkwv.pdf](http://www.umweltbundesamt.de/daten/trinkwv.pdf)
- „Leitlinie zur hygienischen Beurteilung von Epoxidharzbeschichtungen im Kontakt mit Trinkwasser“, 18.10.2005, [www.umweltbundesamt.de/uba-info-daten/archiv/materialien-trinkwasser/epoxid-leitlinie.pdf](http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-daten/archiv/materialien-trinkwasser/epoxid-leitlinie.pdf)

- Anhang A5 zu „Leitlinie zur hygienischen Beurteilung von Epoxidharzbeschichtungen im Kontakt mit Trinkwasser“, 18.10.2005, [www.umweltbundesamt.de/uba-info-daten/archiv/materialien-trinkwasser/epoxid-a5.pdf](http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-daten/archiv/materialien-trinkwasser/epoxid-a5.pdf)
- VDI Richtlinie 6001-1, „Sanierung von sanitärtechnischen Anlagen – Trinkwasser“, 7/2004
- W 545, Qualifikationskriterien für Fachfirmen zur Rohrrinnensanierung von Trinkwasser-Installationen durch Beschichtung, 4/2005
- VP 548, Rohrrinnensanierung von Trinkwasser-Installationen durch Beschichtung; Anforderungen und Prüfungen, 5/2004
- W 548, Rohrrinnensanierung von Trinkwasser-Installationen durch Beschichtung; Beschreibung des Verfahrensablaufes, 4/2005
- J.W. Erning, „Sanierung von korrosionsgeschädigten Trinkwasseranlagen“, 5. Fachtagung „Verhütung von Leitungswasserschäden“, 9/2004

### Hintergrund Guldager „Tiptal“-Verfahren

Das kathodische Korrosionsschutz-Verfahren wird zur Sanierung von verzinkten Trinkwasser-Stahlleitungen eingesetzt. Dabei wird ein so genannter Reaktionsbehälter hinter der Wasseruhr in das Trinkwasser-Rohrnetz eingebunden. Bei dem elektrochemischen Verfahren wird der Behälter mit einer Anode ausgestattet, die mit einer Gleichspannung von maximal 40 V, abhängig vom Durchfluss, beaufschlagt wird. Durch die anodische Polarisation der Aluminiumelektrode bildet sich Tonerde (Aluminiumhydroxid), dessen Hauptteil sich als inaktiver Schlamm am Behälterboden ablagert und aus dem System entfernt werden kann. Gleichzeitig entstehen Tonerde-Modifikationen, die als kathodische Inhibitoren wirken. Sie bilden im Rohrsystem 1 bis 1,5 mm dicke Deckschichten. Die Deckschichten sollen die Korrosionsvorgänge zum Stillstand bringen und weitere Korrosionsschäden verhindern. Geschmackliche sowie gesundheitliche Beeinträchtigungen sind nach Aussage des Herstellers ausgeschlossen. Die Grenzwerte der Trinkwasser-Verordnung würden durch den Betrieb der „Tiptal“-Anlage nicht überschritten. Das Verfahren eignet sich für pH-Werte des Trinkwassers > 5 bis < 8,5. Die elektrolytische Leitfähigkeit des Wassers muss mindestens 100  $\mu\text{S}/\text{cm}$  betragen. Wichtig: Abrupte Temperaturschwankungen von mehr als 5 K können die deckschichtbildenden Komponenten zerstören.

Für das von der Firma Guldager Elektrolyse entwickelte Verfahren gibt es eine zunächst zeitlich befristete Ausnahmegenehmigung durch das Umweltbundesamt bis zum 1. Januar 2007. Der zulässige Einsatz des Verfahrens ist auf die Sanierung von korrosionsgeschädigten Rohren aus verzinktem Stahl in der Warmwasser-Installation beschränkt.

Weitere Informationen zum Tiptal-Verfahren sind über die Guldager-Electrolyse GmbH & Co KG, Daimlerstr. 13, 45891 Gelsenkirchen, Tel.: 0209 72320, Fax: 0209 778267, Internet: [www.tiptal.de](http://www.tiptal.de), erhältlich.



■ Die im Reaktionsbehälter eingebaute Anode wird abhängig vom Durchfluss mit maximal 40 V Gleichspannung beaufschlagt.