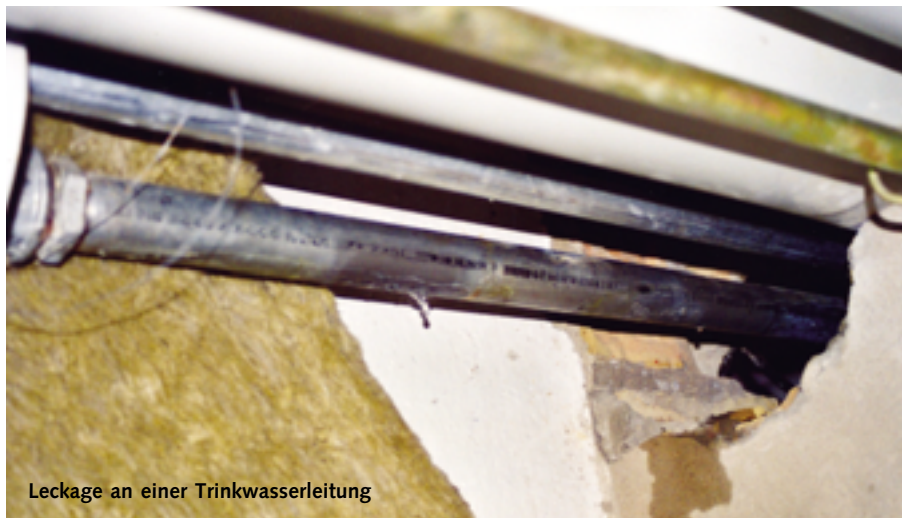


## Sanierung von sanitärtechnischen Anlagen – Trinkwasser

# Wenn die Korrosionsbombe tickt

In vielen Gebäuden besteht bei den Wasser führenden Hausinstallationen ein Sanierungsbedarf, der in den meisten Fällen auf Korrosion zurückzuführen ist. Der nachfolgende Beitrag schildert den Zusammenhang zwischen möglichen bzw. notwendigen Maßnahmen und der Sanierungsursache. Außerdem geht er auf die Vorgehensweise zur Wiederherstellung der vollständigen Betriebsfähigkeit ein.



Leckage an einer Trinkwasserleitung

Zahlreiche Trinkwasser-Installationsanlagen weisen Mängel auf, die sich im Wesentlichen durch Störungen der Transportfunktion oder Beeinträchtigungen der Trinkwasserqualität äußern. In der überwiegenden Zahl der Fälle ist Korrosion ursächlich für den Schaden. In jedem Fall ist zur Wiederherstellung der vollständigen Betriebsfähigkeit eine Sanierung erforderlich. Hier können je nach Ursache und Ausmaß der Schädigung unterschiedliche Maßnahmen zum Erfolg führen. Wie und in welchem Umfang saniert werden kann, muss durch eine sorgfältige Untersuchung der geschädigten Installation ermittelt werden. Solche Maßnahmen und die Vorgehensweise bei Sanierungen werden beschrieben. Fälle, in denen eine Installation vollständig ersetzt werden muss, sollen nicht behandelt werden.

### Problemkreise

Die Lebensdauer technischer Anlagen ist begrenzt durch viele Faktoren. Vielfach kommt es zu Störungen des bestimmungsgemäßen Betriebs, bevor die Anlage das Ende der geplanten Nutzungsdauer erreicht hat. In solchen Fällen kann durch geeignete Verfahren eine Weiternutzung der Anlage erreicht werden. Für die Trinkwasserinstallation tritt dieser Fall in der Regel entweder durch Störungen bei der Transportfunktion oder durch eine Beeinträchtigung

der Trinkwasserqualität auf. Besonders der zweite Aspekt tritt infolge der strengeren Auflagen durch die Novellierung der Trinkwasserverordnung immer häufiger auf. Unter bestimmten Umständen kann hier durch geeignete Verfahren ohne die komplette Neuinstallation ein wieder bestimmungsgemäßer Betrieb erreicht werden.

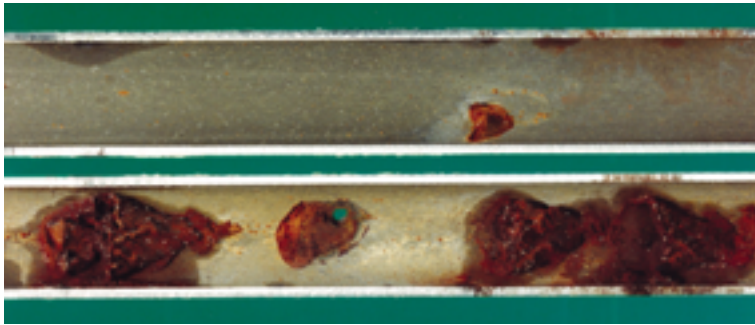
### Sanierungsgrund

Den Anstoß zu der Beschäftigung mit der Frage: „Sanierung, und wenn ja, wie?“ gibt in der Regel die Feststellung eines Mangels. Für eine Trinkwasserinstallation gibt es zwei



Verminderung des Querschnitts durch Ablagerungen

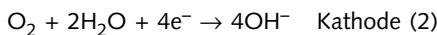
prinzipielle Problemkreise. Die Störung der Transportfunktion und die Beeinträchtigung des Trinkwassers. Während die Störung der Transportfunktion durch Leckagen oder Verminderung des Durchflusses hervorgerufen wird, erfolgt die Beeinträchtigung des Trinkwassers durch Färbung, Trübung, Geruch oder Geschmack sowie durch mikrobiologische und chemische Beeinträchtigungen. Als Ursachen der Beeinträchtigung einer Transportfunktion kommen lokal verstärkte Korrosionen und Inkrustationen (Steinbildung, Korrosionsprodukte) in Betracht. Für die Beeinträchtigung des Trinkwassers sind hingegen der Eintrag von Stoffen aus metallischen und nichtmetallischen Bauteilen, ein nicht bestimmungsgemäßer Betrieb der Trinkwasseranlage, mangelhafte Instandhaltung, nicht fachgerechte Ausführung sowie eine nicht fachgerechte Planung zu nennen. In der überwiegenden Zahl der Schadensfälle sind die Schäden an Rohrleitungen und die Wasseränderungen auf eine chemische Reaktion zwischen Trinkwasser und Werkstoff zurückzuführen. Diese Korrosion ist für viele Werkstoffe naturgesetzlich und zur dauerhaften Beständigkeit von Werkstoffen wie verzinkter Stahl oder Kupferwerkstoffe auch unbedingt erforderlich. Kommt es aber bei der Ausbildung der vor weiterer Korrosion schützenden Deckschichten zu Störungen, können Schäden am Rohr oder unzulässige Wasseränderungen die Folge sein.



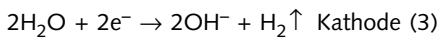
**Korrosion an einer Trinkwasserleitung mit Durchbrüchen**

## Korrosion

Eine Korrosionsreaktion in wässrigen Lösungen kann in der Regel als eine Folge von Teilreaktionen betrachtet werden. Hiernach gilt:



Bei Abwesenheit von Sauerstoff ist auch die Wasserzersetzung unter Gasentwicklung möglich:



Gleichung (1) beschreibt den Vorgang der Metallauflösung. Dieser ist letztlich verantwortlich für die durch die Korrosionsvorgänge verursachte Schädigung. Ohne eine entsprechende kathodische Reaktion, z. B. nach Gleichung (2) oder (3) ist aber auch die Auflösung des Metalls nicht möglich, die Teilreaktionen müssen daher stets gemeinsam betrachtet werden. Um eine Korrosion zu verhindern, muss mindestens eine der Teilreaktionen gehemmt werden. Wie bei allen chemischen Reaktionsmechanismen bestimmt auch hier die am stärksten gehemmte Teilreaktion die Kinetik der Gesamtreaktion. Für die Werkstoffe in der Trinkwasserinstallation geschieht dies in der Regel durch die Ausbildung von stabilen Deckschichten durch Korrosionsvorgänge oder aber durch die Verwendung passiver oder inerte Werkstoffe.

**Korrosion an einer Trinkwasserleitung mit Durchbrüchen, Korrosionsprodukte abgebeizt**



## Vorgehensweise

Zu Beginn einer Sanierung steht die Feststellung eines Mangels. Dabei sind Mängel, die die Transportfunktion betreffen, häufig offensichtlicher zu finden, als eine Beeinträchtigung der Wasserqualität, die ohne chemische oder mikrobiologische Untersuchung oft gar nicht festzustellen ist. Nachdem Mängel festgestellt worden sind, sollte sich eine Untersuchung des Zustands der Installation anschließen. Dies ist der entscheidende Schritt für eine erfolgreiche Sanierung, nur auf diese Weise lässt sich das geeignete Verfahren zur Sanierung überhaupt ermitteln und möglicherweise zu aufwendige und damit unwirtschaftliche Lösungen vermeiden. Bei der Beauftragung sollten Punkte wie Gewährleistung, Garantie der versprochenen Wirkung sowie eine entsprechende Dokumentation der Maßnahme nicht außer Acht gelassen werden.

## Sanierungsverfahren

Je nach vorliegendem Schadensbild können unterschiedliche Sanierungsverfahren sinnvoll sein. Dabei wurden in der VDI 6001 folgende Untergliederungen gewählt:

- Reparaturmaßnahme, Teil- und Kompletterneuerung
- Entfernung von Ablagerungen
  - Mechanische Verfahren
  - Chemische Verfahren
- Innenbeschichtungsverfahren
- Maßnahmen zur Wasseraufbereitung bzw. -behandlung

- Korrosionsschutz
- Steinschutz

Im Folgenden wird eine kurze Beschreibung der Verfahren mit den Einsatzbereichen gegeben. Zunächst werden Methoden beschrieben, die im Wesentlichen bei Störungen der Transportfunktion in Betracht kommen.

## Reparaturmaßnahme, Teil- und Kompletterneuerung

Diese Technik wird in der Regel bei defekten Anlagenbauteilen oder -Komponenten angewendet. Das kann beispielsweise einen undichten Schieber, eine tropfende Armatur oder einen ausgefallenen Wassererwärmer betreffen. Die entsprechenden Bauteile werden ausgebaut und nach Instandsetzung wieder eingebaut. Für den Fall eines Rohrschnitts mit Leckage würde man von einer Teilerneuerung sprechen. Die Sanierung durch vollständige Neuinstallation soll hier nicht betrachtet werden.

## Entfernung von Ablagerungen

Bei mechanischen Verfahren unterscheidet man zwischen Verfahren zur Entfernung von Verunreinigungen (Spülen mit Wasser-Luft-Gemisch) und Verfahren zur Entfernung von Belägen (Strahlen). Spülverfahren können nur lose anhaftende Ablagerungen entfernen, Korrosionsprodukte und Ablagerungen von Wasserinhaltsstoffen müssen meist abrasiv entfernt werden. Nach einer solchen Behandlung sind dann meist weitere Maßnahmen zum Korrosionsschutz erforderlich. Durch die Entfernung von Belägen und Schutzschichten können Leckagen freigelegt werden, die dann zusätzlich repariert werden müssen. Chemische Verfahren werden eingesetzt zur Entfernung von fest haftenden, über lange Zeit entstandenen Verunreinigungen oder Belägen. Dabei ist sorgfältig darauf zu achten, dass alle Chemikalien rückstandsfrei wieder ausgespült werden. Weitere Maßnahmen sind wie bei den mechanischen Verfahren zu beachten.

## Innenbeschichtungsverfahren

Auf dem Markt sind verschiedene Anbieter mit Verfahren zur Innenauskleidung von Trinkwasserleitungen aktiv. Durch die Vorgaben der neuen Trinkwasserverordnung ist der Nachweis der Eignung durch ein entsprechendes Prüfzeichen erforderlich. Die Vergabe derartiger Prüfzeichen war bis vor kurzem nicht möglich, durch die Veröffentlichung der Epoxidharzleitlinie des UBA

sowie die Erstellung der DVGW-Papiere W 545 und VP 548 liegt nun aber die Grundlage für die Zertifizierung derartiger Verfahren vor. Dazu muss zunächst die Eignung des Beschichtungsmittels nach der Leitlinie nachgewiesen werden, 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 beispielsweise Blei können nicht zugelassen werden. Speziell für Blei ist das Risiko beim Versagen der Beschichtung groß, da erhöhte Bleikonzentrationen nicht bemerkt werden und erst nach einer längeren Expositionszeit Gesundheitsschäden auftreten. Für bereits behandelte Anlagen ist eine regelmäßige Überwachung der Trinkwassergüte in kurzen Abständen unbedingt anzuraten, um unbemerkte Bleiabgaben durch defekte der Beschichtung feststellen zu können.

## Maßnahmen zur Wasseraufbereitung bzw. -behandlung

Bei nachfolgend beschriebenen Maßnahmen handelt es sich nicht ausschließlich um eigenständig wirkende Sanierungsverfahren. Eine Wasserbehandlungsmaßnahme beeinflusst die Wasserzusammensetzung, wie z.B. durch die Entfernung kritischer Wasserinhaltsstoffe, Verschiebung des pH-Wertes oder Zugabe entsprechender Konditionierungsmittel zur Ausbildung stabiler Schutzschichten. Zur Aufbereitung des Wassers bzw. Behandlung des Trinkwassers dürfen nur solche Stoffe verwendet werden, die nach § 11 der TrinkwV in der Liste enthalten sind, welche vom Umweltbundesamt geführt wird. Ausnahmen bedürfen der Genehmigung durch die zuständige Gesundheitsbehörde. Diese Liste enthält folgende Angaben:

- Reinheitsanforderungen
- zulässige Zugabemenge



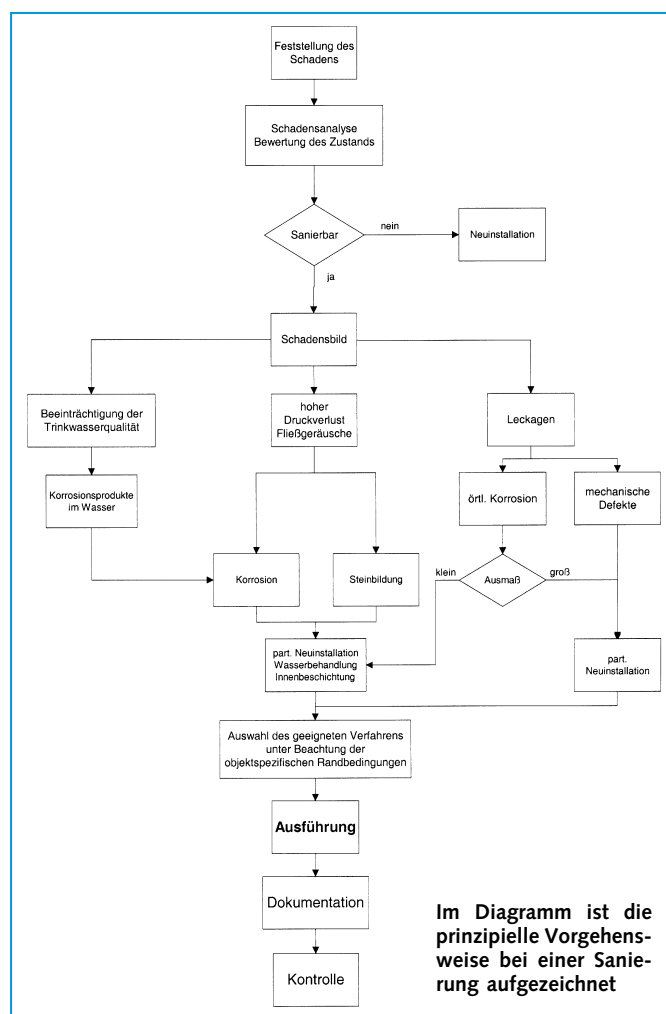
Verfärbtes Wasser durch Korrosionsvorgänge

- Verwendungszweck
- zulässige Konzentration der im Wasser verbleibenden Restmengen bzw. Reaktionsprodukte
- Untersuchungsumfang und Verfahren zur Überwachung der Zusatzstoffe

Für den Korrosionsschutz werden Orthophosphate und Silikate dosiert oder Aluminiumhydroxid auf elektrochemischem Wege in der Anlage erzeugt. Diese Zusatzstoffe erzeugen schwerlösliche Schutzschichten auf den Rohrwandungen und wirken so der Korrosion entgegen. Zu niedrige pH-Werte können mit einer Entsäuerung erhöht werden, so dass das Risiko der Flächenkorrosion verringert wird. Korrosionsfördernde Ionen können mittels Ionenaustauscher- und Membranverfahren selektiv entfernt werden. Sonstige Verfahren, beispielsweise physikalische Geräte müssen ihre Wirksamkeit nach DIN 50 931-1 bzw. DIN 50 934-1 bis -4 nachweisen. Zum Schutz vor Steinbildung (Ablagerungen von Kalk) werden die Dosierung von Polyphosphaten sowie die Entfernung der fraglichen Ionen durch Ionenaustauscher- oder Membranverfahren angeboten. Sonstige Verfahren, wie beispielsweise physikalische Geräte müssen ihre Wirksamkeit nach DVGW Arbeitsblatt W 512 nachweisen.

## Desinfektion

Eine nach dem Regelwerk erstellte und betriebene Trinkwasserinstallation wird in der Regel keine Probleme durch übermäßige Belastung mit Mikroorganismen aufweisen. Solche Belastungen weisen auf Mängel in der Anlage oder beim Betrieb hin, die konstruktiv behoben werden müssen. Falls eine Beeinträchtigung der Wasserqualität durch Mikroorganismen vorliegt, kann als Soforthilfe eine Desinfektion durchgeführt wer-



den. Es werden zwei unterschiedliche Desinfektionsverfahren angewendet, die sich in der Art der Abtötung der Mikroorganismen unterscheiden.

### • Thermische Desinfektion:

Dabei wird das gesamte Leitungssystem über eine längere Zeit mit Wasser erhöhter Temperatur (70 °C) gefüllt. Typischerweise erreicht man dies durch Öffnen aller Entnahmearmaturen und Messung der Auslauftemperaturen.

### • Chemische Desinfektion:

Dem Wasser wird ein Mittel zugesetzt, das die Organismen abtötet. Normalerweise werden Chlor- oder Chlordioxidhaltige Substanzen eingesetzt. Einwirkzeit und Erreichung aller Leitungsbereiche sind zu beachten. Die Einwirkung der Chemikalien auf Rohrwerkstoffe kann Korrosionsschäden verursachen. Desinfektionsmaßnahmen allein stellen keine Sanierung dar, diese muss dann entsprechend dem Regelwerk (DIN 1988 etc.) erfolgen. Dabei müssen die Fehler in Konstruktion und Betrieb, die zu der Verkeimung geführt haben, abgestellt werden, um eine zukünftig dauerhaft ein-



wandfreie Trinkwasserqualität zu sichern. Die dauerhafte Desinfektion einer Trinkwasserinstallation stellt keine Sanierungsmaßnahme dar und ist zur Behebung von hygienischen Problemen auch keineswegs zu empfehlen.

## Schlussfolgerungen

Eine erfolgreiche Sanierungsmaßnahme muss im Ablauf sauber geplant sein und führt so bei korrekter, fachlich einwandfreier Arbeit zu einer temporären oder dauerhaften Wiederherstellung der Gebrauchstüchtigkeit der Trinkwasserinstallation. Dabei wird durch die vorgestellten Sanierungsmethoden in der Regel keine insgesamt substanzverbessernde Wirkung erzielt, aber eine Installation, die ihren bestimmungsgemäßen Betrieb nicht mehr erlaubt, wieder in einen gebrauchstüchtigen Zustand versetzt. Für eine erfolgreiche Sanierung ist daher insbesondere zu beachten:

- Prüfung von Gewährleistungsansprüchen gegenüber dem Errichter der geschädigten Trinkwasseranlage

- Schadensanalyse und Schadensumfang
  - Anlagenbeschreibung, Anlagenzustand, Hydraulik
  - Ziel der Maßnahme (Übergangs- oder Dauerlösung), Erfolgsaussichten
  - Maßnahmen zur Reparatur, zur partiellen Neuinstallation und Sanierung inklusive Zeitaufwand (gegebenenfalls gegenüberstellen) und Beurteilung, inwieweit Bewohner des Gebäudes von diesen Maßnahmen betroffen sind.
  - Abstimmung mit dem Gebäudeversicherer
  - Auswahl der Maßnahmen/Verfahren
  - Prüfung auf Anzeigepflicht gemäß §13 TrinkwV
  - Prüfung inwieweit einzelne Bauteile der zu sanierenden Trinkwasseranlage durch das gewählte Sanierungsverfahren in ihrer Funktion beeinträchtigt werden können
  - Dokumentationsumfang festlegen
  - Qualitätssicherungsmaßnahmen festlegen
  - Umfang der Erfolgskontrolle festlegen
  - Gewährleistungsumfang festlegen
- Zur weiteren Hilfe bei der Planung und Durchführung ist das einschlägige Regel-

werk zu beachten. Die neue VDI-Richtlinie VDI 6001 [1] gibt hier wertvolle Hinweise und verweist zudem auf zahlreiche mittelgeltende Vorschriften.

## Literatur

VDI 6001: Sanierung von sanitärtechnischen Anlagen: Trinkwasser, VDI 2003



Unser Autor **Dr. Johann Wilhelm Erning** leitet das Projekt „Schadensanalyse von komplexen Werkstoff/Medien-Kombinationen“ in der Fachgruppe VII.3: „Korrosion und Korrosionsschutz“, der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung in Berlin. Seine Tätigkeit umfasst insbesondere Beratungen und Begutachtungen im Bereich Trinkwasserinstallation. In den Bereich Beratungstätigkeit fällt insbesondere die Mitarbeit in zahlreichen Ausschüssen bei DVGW, VDI, DIN, CEN, GfKORR. 12205 Berlin, Telefon (0 30) 81 04-17 33, Telefax (0 30) 81 04-17 37, E-Mail: wilhelm.erning@bam.de, www.bam.de