

Schadenprävention

Was genau Erosionskorrosion bedeutet und warum Fließgeschwindigkeit in Wasserleitungen Auswirkungen auf Korrosion hat, erfahren Sie von Dr. Scholzen vom FORUM LEITUNGSWASSER

In den vorherigen Kapiteln hat Dr. Georg Scholzen bereits über einige Gründe informiert, warum Wasserleitungen korrodieren und was man dagegen tun kann, um Schäden zu vermeiden. Es wurde der Korrosionsvorgang als elektrochemische Reaktion beschrieben. In dem heutigen Artikel werden Sie über das Thema Erosionskorrosion informiert.

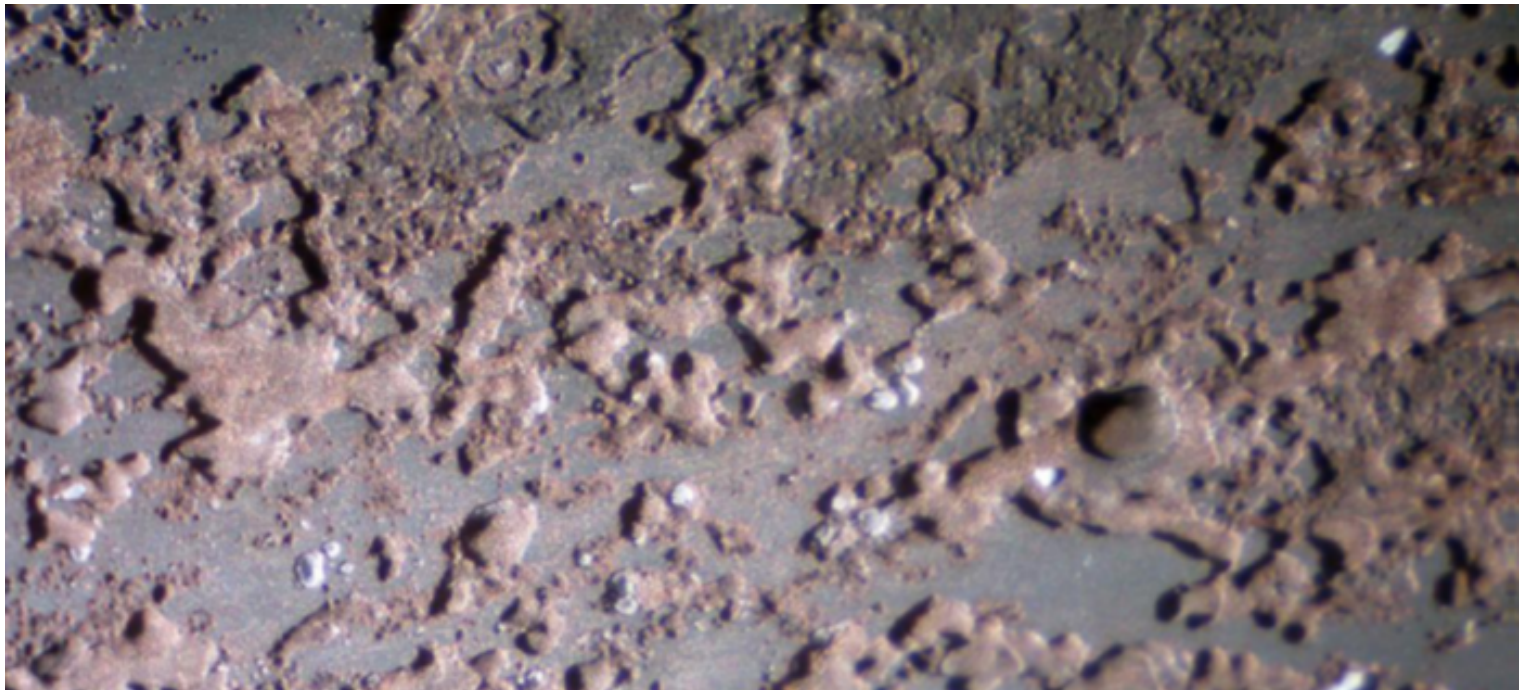


Bild 1: Mechanischer Abrieb der Metalloberfläche (Quelle: C.Gies, Dinslaken)

Von den bisher beschriebenen Korrosionserscheinungen unterscheidet sich die Erosionskorrosion durch den mechanischen Abtrag. Hier findet im 1. Schritt keine elektrochemische Reaktion statt. Stattdessen handelt es sich zuerst um einen rein physikalischen Vorgang, der im 2. Schritt dann auch chemisch unterstützt werden kann. Daher ist die Erosionskorrosion ein Werkstoffabtrag infolge von mechanischem Oberflächenabtrag (Erosion) und Korrosion. Laut Definition wird diese Art der Korrosion durch einen erosiven Angriff auf die Schutzschicht ausgelöst. Erosionskorrosion tritt demzufolge nur dann auf, wenn Passivschichten (oder allgemeiner: die Korrosion hemmende Oxidschichten) auf der Metalloberfläche entfernt werden.

In der Regel ist die Strömungsgeschwindigkeit zu hoch oder Fremdstoffe im Wasser zerstören den Grundwerkstoff (Schmirgeleffekt). Erosionskorrosion ist eine punktuelle bzw. kleinflächige Abtragung eines Metalls, die durch eine relativ hohe Fließgeschwindigkeit an einer Metalloberfläche entsteht. Es tritt häufig in Rohrbögen und Rohrgestellen (Eindellungen, Verschraubungen, nicht entgratete Schnittstellen) auf, die die Flussrichtung oder -geschwindigkeit beeinflussen bzw. erhöhen.

Der grundlegende Mechanismus dieser Art Korrosion ist, dass ein kontinuierlicher Flüssigkeitsstrom die schützende Film- oder Oxidschicht von einer Metalloberfläche entfernt. Sie kann durch Schwebstoffe (Rost,

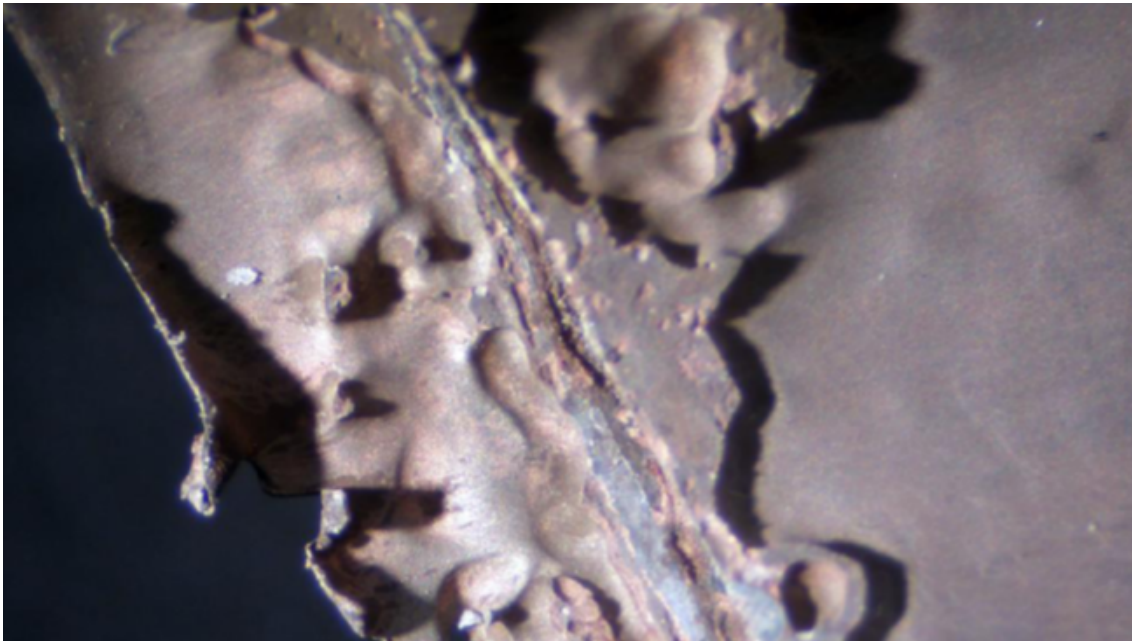
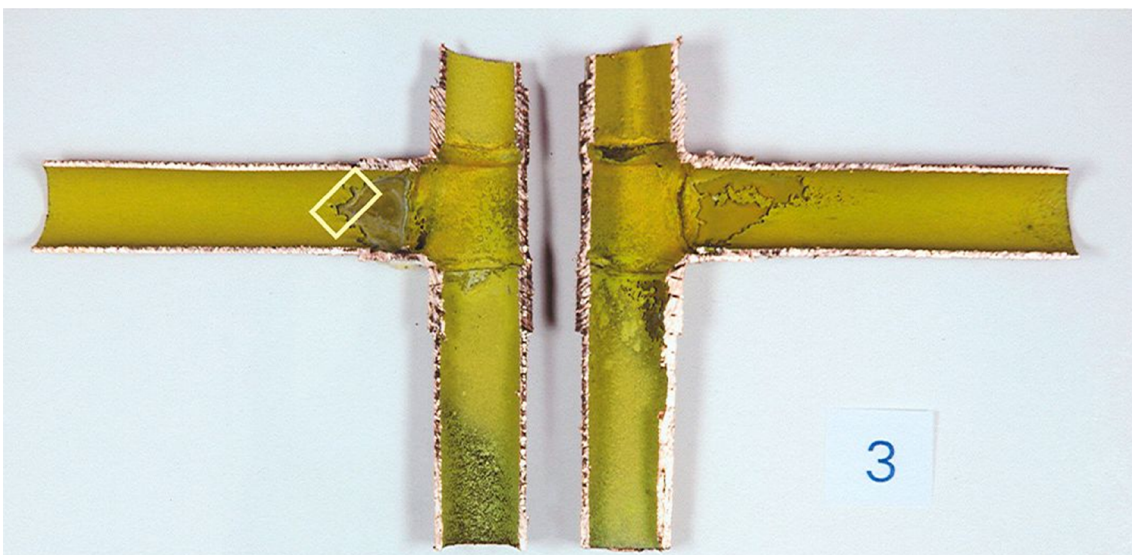


Bild 2: Detailaufnahme mit Kennzeichnung der sehr dünnen Metallwandung infolge des abrasiven Abtrags (Quelle: C.Gies, Dinslaken)

Sand) noch vergrößert werden. Dieser Effekt wird auch bei dem Sandstrahlen eingesetzt, wobei selbst hartnäckige Beläge bei relativ geringen Fließgeschwindigkeiten entfernt werden können. Durch die permanente Störung beim Aufbau der Schutzschicht auf der Metalloberfläche, bleibt die Metallinnenoberfläche ungeschützt und wird vom korrosiven Medium (Trinkwasser mit ungünstigem pH-Wert, Sauerstoff- und Elektrolytgehalten) angegriffen und korrodiert durch die Reibung der Flüssigkeit und den entstehenden Mikrobläschen (Kavitation - Implosionen), was besonders in Armaturen und Pumpen in Heizungs-, Solar- und Kühlsystemen vorkommen kann.

Erosionskorrosion entsteht daher nur bei solchen Metallen, die in strömenden Flüssigkeiten oder im strömenden Dampf liegen. Wegen dem ständigen Kontakt mit flüssigen Medien können hier ohnehin nur Metalle eingesetzt werden, die eine hohe Korrosionsbeständigkeit aufweisen. Diese Metalle verfügen normalerweise über eine schützende Oxidschicht auf der Außenseite, die sie vor Korrosion schützt. Durch die Erosionskorrosion kommt es allerdings zu einer beschleunigten Korrosionsrate des Metalls, die durch eine relativ hohe Fließgeschwindigkeit an einer Metalloberfläche entsteht. Dadurch ist die Nutzungsdauer des betroffenen Anlagenteils wesentlich verkürzt.

Die nächsten Bilder zeigen die vielschichtigen Beschädigungen der Rohrasservate. In Bild 3 erkennt man sehr schön, wie die schützenden Deckschichten in den Warmwasserleitungen im Bereich der Erosion abgetragen ist und ein Grundangriff auf das blanke Metall erfolgen kann (Bild 4).



Dr. Georg Scholzen ist Diplom-Chemiker mit über 20 Jahren Erfahrung in der Verhütung von Leitungswasserschäden. Er war u.a. Sprecher der Projektgruppe „Leitungswasser“ des GDV, Mitglied im Projektkreis „Betrieb und Wartung“ beim DVGW (Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V.), Autor des Fachbuches „Leitungswasserschäden: Vermeidung – Sanierung – Haftung“ und der Experte im FORUM LEITUNGSWASSER der AVW Unternehmensgruppe.

Foto: Martin Zitzlaff

Bild 3: Gelbgrüne Schutzschicht in einer WW-Installation mit starken Erosionsschäden in Fließrichtung (Quelle: C.Gies, Dinslaken)

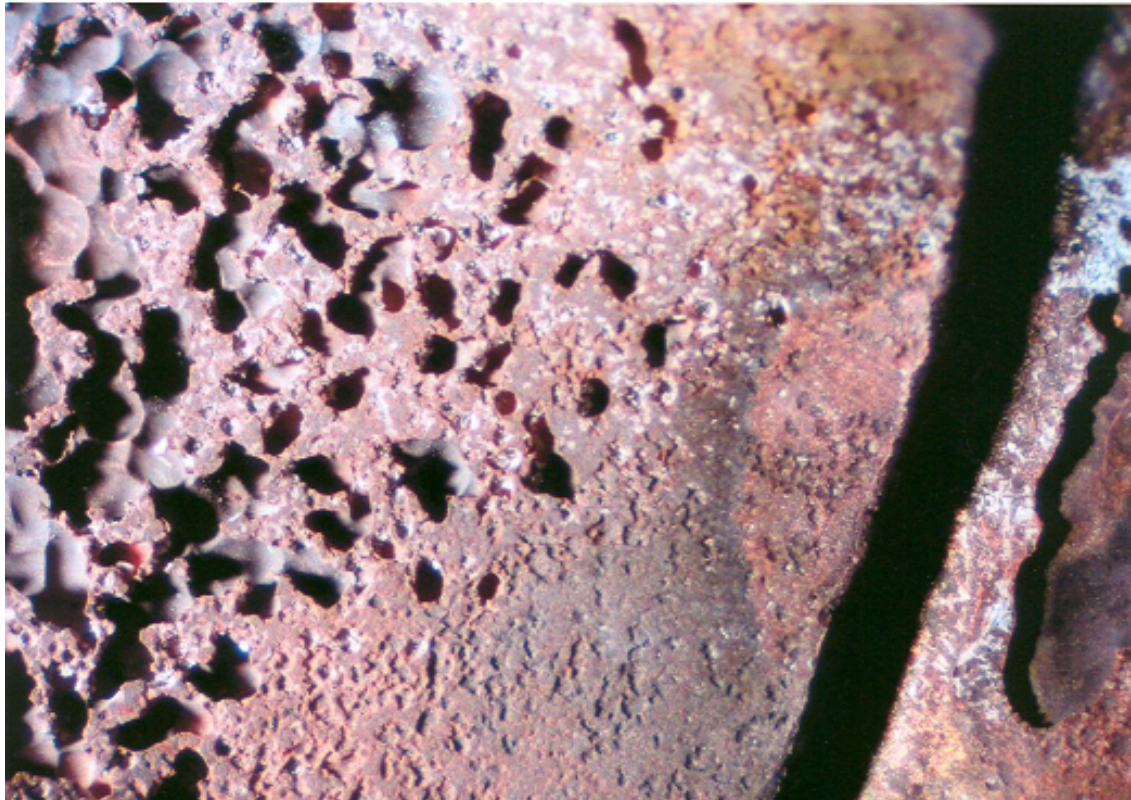


Bild 4: Starke Erosion mit aktiver Lochkorrosion im Bereich des Durchbruches (Quelle: C.Gies, Dinslaken)

Sichtbare Korrosionszeichen

Die Schäden am Material sind meist wellen- oder muldenförmig und sehr oft leicht glänzend. Durch höhere Abtragung können sich auch Schultern und Kanten bilden. Das ist vor allem in schnell strömenden Flüssigkeiten ein zusätzliches Problem, da sich hier hinter diesen Vorsprüngen Verwirbelungen von Flüssigkeit oder Dampf bilden können.

Erkenntnisse aus dem Schaden

- Schäden durch Erosionskorrosion entstehen in Rohrleitungen aus Kupfer ausschließlich in Warmwasserleitungen bzw. Zirkulationsleitungen bei zu hohen Strömungsgeschwindigkeiten, wenn sich an Strömungshindernissen Turbulenzen bilden.
- Strömungshindernisse stellen zum Beispiel Rohrwinkel, Dellen Querschnittsveränderungen oder Grate an eingesteckten Rohrenden dar
- Zur Vermeidung von Schäden ist eine Absenkung der Strömungsgeschwindigkeiten in den Warmwasser- und Zirkulationsleitungen auf Werte $< 0,5$ m/s im Dauerbetrieb erforderlich.
- Im vorliegenden Fall kann zumindest lokal eine Erhöhung der Schadenswahrscheinlichkeit auf Grund der teilweise nicht entgrateten Rohrenden mit Grathöhen bis zu einem Millimeter angenommen werden.

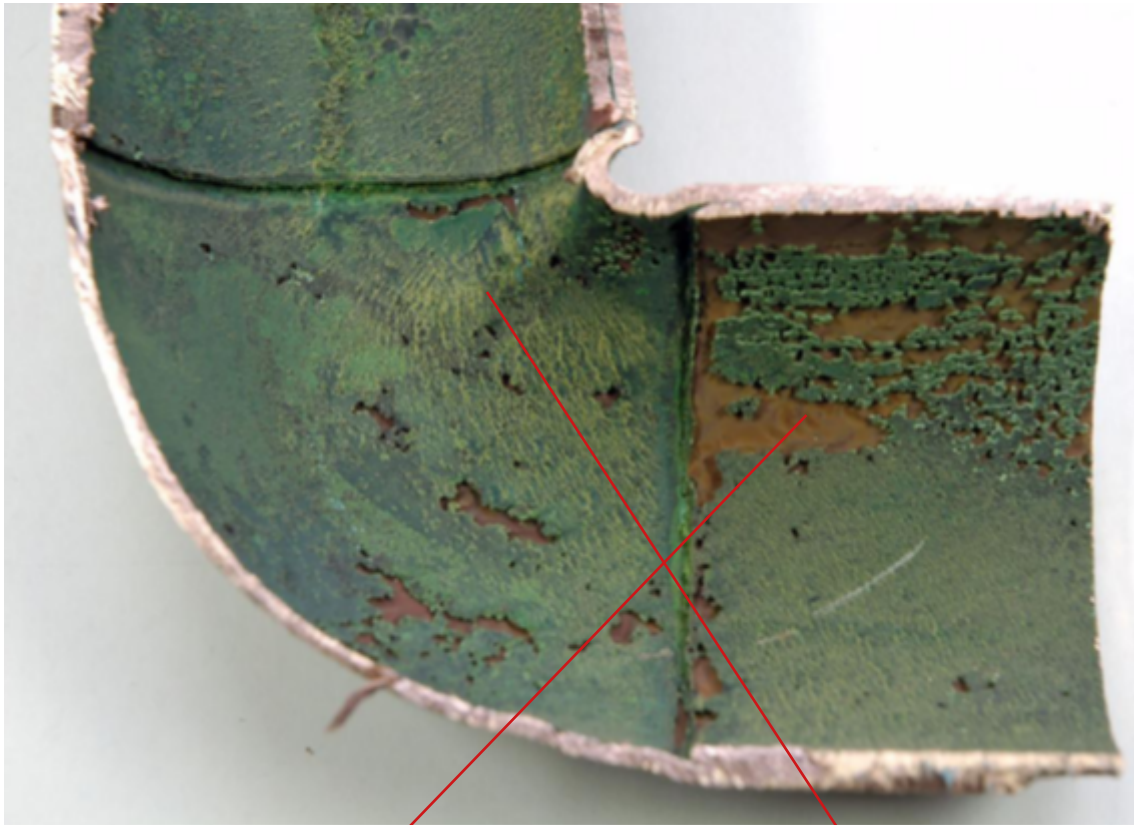


Bild 5: Wichtig ist die Berücksichtigung von Erosionskorrosion bereits bei der Planung. Das Bild zeigt eindrucksvoll, wie die Schutzschicht abgetragen wird. Auch die Spuren der Verwirbelungen in der Deckschicht im Bogen sind erkennbar. Planung: Erosionskorrosion berücksichtigen (zu gering bemessener Rohrquerschnitt) (Quelle: C.Gies, Dinslaken)



Bild 6: Bei diesem Kupferrohr sieht man im unteren Rohrabschnitt sehr schön die bräunliche Deckschicht, die sich aber im Bereich des Fittings verliert. Man erkennt die Strömungsinhomogenitäten und den wellenartigen Angriff auf den Grundwerkstoff im oberen Bild, die durch Erosionskorrosion hervorgerufen wurde (Quelle: C.Gies, Dinslaken)

Vermeidung der Erosionskorrosion

Aufgrund zahlreicher Laboruntersuchungen ist bekannt, welche Parameter einen Einfluss auf die Entstehung von Erosion bzw. Erosionskorrosion haben. Für die Entstehung der Erosionskorrosion in der Trinkwasserinstallation spielen verschiedene Parameter eine Rolle:

- die Temperatur der Flüssigkeit
- die jeweilige Strömungsgeschwindigkeit
- der pH-Wert der Flüssigkeit
- der Sauerstoffgehalt der Flüssigkeit

Neben diesen Parametern müssen auch die geometrischen Verhältnisse im Strömungsbereich, Werkstoffart und Legierungsbestandteile in die Überlegungen mit einbezogen werden.

Eine Vermeidung der Erosionskorrosion gelingt nur dann, wenn die auslösenden Parameter auf einen für den Werkstoff verträglichen Wert gebracht werden können. Wenn die Fließgeschwindigkeit des Mediums so hoch ist, dass die Schutzschicht schneller abgetragen wird, als sie sich nachbilden kann, sind Korrosionsschäden durch Erosionskorrosion wahrscheinlich.

Mitgeführte Feststoffe oder gleichzeitig einwirkende Kavitation kann den Angriff rasant steigern. Können die Parameter nicht oder nicht genug verändert werden, bleibt nur, die Wahl eines anderen Werkstoffs ins Auge zu fassen.

Weiche Metalllegierungen (z. B. Kupfer oder Aluminium) sind besonders anfällig. Bei einer Zunahme der Durchflussgeschwindigkeit kann die thermische Leistung, z. B. in Wärmetauschern, verbessert werden, erhöht aber auch das Risiko der Erosionskorrosion.

Mit zunehmender Temperatur erhöht sich das Risiko der Erosionskorrosion. Hier liegt auch der Grund, dass Zirkulationsleitungen abgeglichen werden müssen.

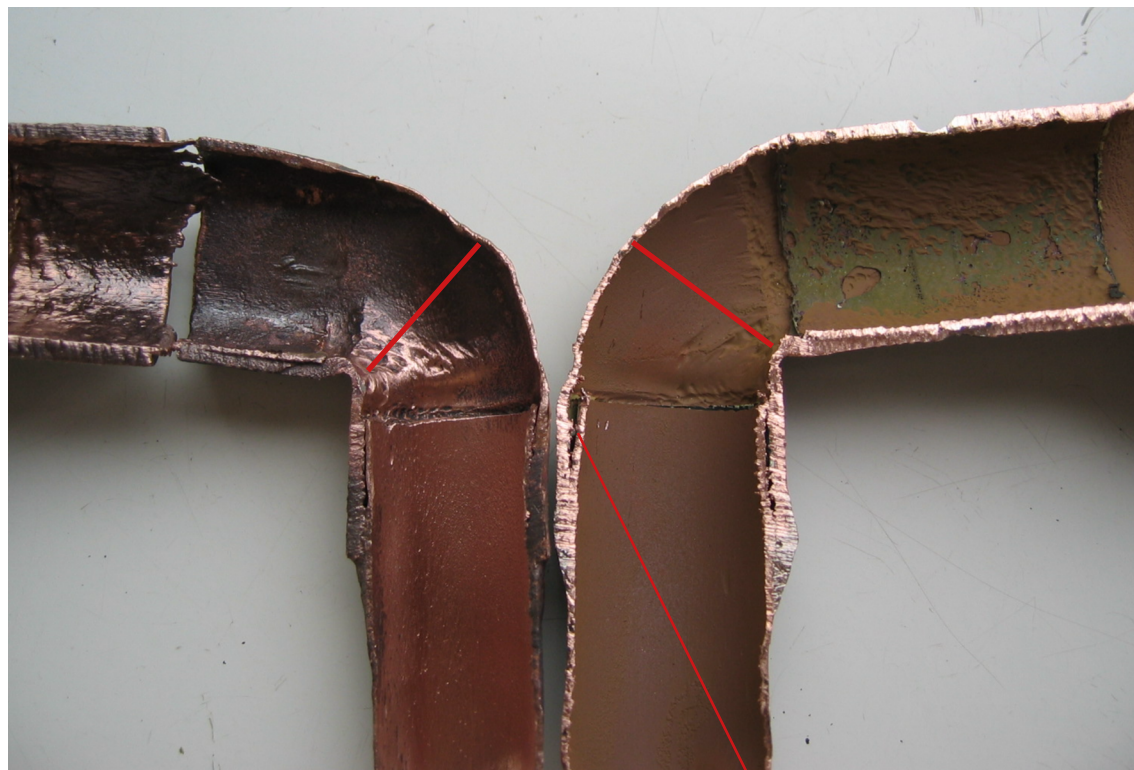


Bild 7: Links zeigt das abgebeitzte Rohraservat die Erosionskorrosion besonders schön an der sehr dünnen Rohrwand im oberen Bogenabschnitt im Vergleich zu der Materialdicke im unteren Bogen. Die Metallwand war so dünn, dass der Bruch des Rohres bei der Reinigung des Asservates erfolgte. Rechts ist die ockerfarbene Deckschicht zu sehen, die sich aber im Rohrbogen bzw. kurz danach verliert. Zusätzlich kommen hier noch eine schlechte Verarbeitung hinzu, wie der Spalt im Bogenfitting zu sehen ist. (Quelle: C.Gies, Dinslaken)

Zusammenfassung

Schnellströmende Flüssigkeiten, vorhandene Strömungshindernisse und die damit verbundene Bildung von Wirbeln und Turbulenzen schädigen also vorhandene Schutzschichten metallischer Werkstoffe, indem die Schutzschichten abgetragen werden. Gleichzeitig wird ihre Regeneration oder Neubildung immer wieder verhindert. Materialien mit weicher Matrix sind dafür besonders anfällig. Die Abtragung der Schutzschicht erfolgt bevorzugt über Strömungsturbulenzen, so dass Störstellen wie zum Beispiel Kanten, Erhebungen, Grate, Vertiefungen oder Umlenkungen besonders gefährdet sind. Die abgetragene Oberfläche zeigt muldenartige, wellige oder schulterartige Strukturen.

Dadurch können sich innerhalb kurzer Standzeiten wanddurchdringende Löcher ausbilden. Erosionskorrosion tritt meistens bei Flüssigkeit auf, die im Ruhezustand auf den Werkstoff allenfalls gering korrosiv wirken.

Fazit

Grundsätzlich gilt: Bereits in der Planung ist der hydraulische Abgleich wichtig und sorgfältig vorzunehmen. Es gilt wie immer die Einhaltung der allg. anerkannten Regel für die Planung, Installation, Inbetriebnahme und Betriebsbedingungen zu beachten. Auch hier ist insbesondere zur Vermeidung von Erosionskorrosion der Installateur durch sauberes Arbeiten gefordert. Aber die Erosionskorrosion zeigt auch wiederum sehr schön dass alle Akteure gefordert sind, damit es zu keiner Erosionskorrosion kommt.

Dr. Georg Scholzen

Hintergrundwissen Leitungswasserrohre

Lesen sie auch den Artikel

[Grundlagen der Korrosion](#)
[Warum korrodieren Metalle und warum sind sie für eine Vielzahl der Leitungswasserschäden in der verbundenen Wohngebäudeversicherung verantwortlich?](#)
[Dr. Georg Scholzen gibt die Antwort](#)

Lesen sie auch den Artikel

[Was muss bei den installierten Metallen in der Trinkwasserinstallation chemisch beachtet werden? Was hat das mit Korrosion zu tun? Und warum trägt eine Deckschicht zur langen Nutzungsdauer bei, Herr Dr. Scholzen?](#)

Lesen sie auch den Artikel

[Was hat die Wasserhärte mit Korrosion zu tun? Ist hartes Wasser schlecht für die Leitungen, Herr Dr. Scholzen?](#)

Lesen sie auch den Artikel

[Können nicht rostende Stähle rosten? Und wenn ja, treffen die bisherigen allgemeinen Korrosionsbedingungen auch für diesen Metallwerkstoff zu, Herr Dr. Scholzen?](#)