

W10018 d Ausgabe Februar 2011

INFORMATION

Merkblatt

Korrosion durch galvanische Elemente bei der Verbindung verschiedener Werkstoffe von Trinkwasserleitungen in Haustechnikanlagen



W10 018 d Ausgabe Februar 2011

INFORMATION

Merkblatt

Korrosion durch galvanische Elemente bei der Verbindung verschiedener Werkstoffe von Trinkwasserleitungen in Haustechnikanlagen



Copyright by SVGW, Zürich
Druck: Stämpfli Publikationen AG
Auflage 02/2011: 3000 Exemplare

Nachdruck verboten
Bezug durch die Geschäftsstelle des SVGW
(support@svgw.ch)

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite	
1	Einleitung	3
2	Ziel und Geltungsbereich	3
3	Grundlagen der Korrosion	3
4	Lösungen	5
4.1	Einleitung	5
4.2	Elektrische Trennung	5
4.3	Einbau einer Isolierstrecke	6
5	Betriebliche Einflüsse und allgemeine Erfahrungen	7
5.1	Fließregel	7
5.2	Wasserzusammensetzung	7
5.3	Einbau von Rotgussfittingen oder Armaturen	7
5.4	Nichtrostender Stahl	7
6	Begriffe	7
6.1	Elektrolyt	7
6.2	Galvanisches Element	7
6.3	Passivfilm	8
6.4	Edler Werkstoff	8
6.5	Unedler Werkstoff	8

1 Einleitung

Bei der Erstellung von Trinkwasserinstallationen steht heute eine Vielzahl unterschiedlicher Werkstoffe zur Verfügung. Eine Kombination kann unter Umständen zu stark beschleunigter Korrosion und zu Schäden durch Leckagen innerhalb weniger Jahre führen. Diese Effekte sind bei Neubauten, vor allem aber bei Erweiterungen oder Reparaturen an bestehenden Installationen von zentraler Bedeutung.

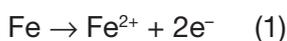
2 Ziel und Geltungsbereich

Das vorliegende Merkblatt soll die grundlegenden Zusammenhänge sowie konkrete Lösungen zur Verminderung von Schäden durch Innenkorrosion aufgrund galvanischer Elementbildung in Trinkwasser-Hausinstallationen (Kaltwasser) aufzeigen.

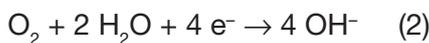
3 Grundlagen der Korrosion

Korrosion ist die elektrochemische Wechselwirkung zwischen einem Metall und seiner Umgebung, die zu einer Veränderung der Eigenschaften des Metalls führt. Diese Veränderung hat eine erhebliche Beeinträchtigung der Funktion des Metalls, der Umgebung (Trinkwasser) oder des technischen Systems zur Folge.

Der elektrochemische Korrosionsvorgang läuft in zwei getrennten Teilreaktionen ab. Zum einen erfolgt die anodische Metalloxydation. Dabei wird das Metallatom aus der Gitterstruktur des Metalls herausgelöst, gibt Elektronen ab und geht als positiv geladenes Ion, entsprechend der Reaktion (1), in die Wasserphase (Elektrolyt) über.



Zum anderen erfolgt die kathodische Sauerstoffreduktion entsprechend der Gleichung (2).



Damit der Korrosionsprozess ablaufen kann, muss in gleichem Masse Sauerstoff reduziert werden wie Eisen durch Oxidation aufgelöst wird. Das heisst, die Anzahl der bei der Oxidations- und Reduktionsreaktion umgesetzten Elektronen muss immer gleich gross sein. Dieser Zusammenhang ist in Abbildung 1 mithilfe der Pfeile dargestellt. Ein Korrosionsprozess wird dabei als ein aus dem Metall austretender roter Pfeil dargestellt. Demgegenüber zeigt ein in das Metall eintretender blauer Pfeil eine Sauerstoffreduktion an.

Gewisse Werkstoffe können durch Bildung einer schützenden Oxidschicht passivieren. Im Falle von Passivität wird der Korrosionsprozess durch diesen sogenannten Passivfilm weitgehend unterbunden. Ein typisches Beispiel für einen passiven Werkstoff in Trinkwassersystemen ist der nicht rostende Stahl.

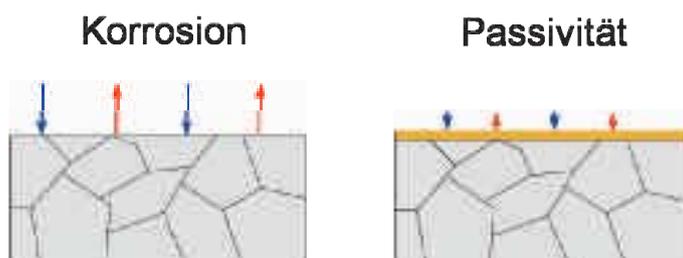


Abb. 1 Auf der Stahloberfläche ablaufende elektrochemische Reaktionen im Falle von Korrosion und Passivität. Der Passivfilm ist gelb dargestellt. Rote Pfeile zeigen Oxidationsreaktionen an und blaue Pfeile Reduktionsreaktionen.

Beim Kontakt der Werkstoffe mit Wasser stellt sich an der Kontaktfläche ein elektrochemisches Potenzial ein. Dieses Potenzial ist abhängig vom Werkstoff, von den Gehalten an Sauerstoff und gelösten Metall-Ionen im Wasser sowie von der Bildung von Passivfilmen und von Deckschichten. Einige Beispiele für Korrosionspotenziale von verschiedenen Werkstoffen in Trinkwasser sind in Tabelle 1 und Abbildung 2 dargestellt.

Metall	Potenzial [V CSE]
Kupfer in Wasser	-0.10
Nicht rostender Stahl in Wasser	-0.10
Rotguss und Si-Bronze in Wasser	-0.20
Messing in Wasser	-0.35
Eisen in belüftetem Wasser	-0.55
Eisen in stagnierendem Wasser	-0.75
Verzinkter Stahl in Wasser	-1.0

Tab. 1 Beispiele für Korrosionspotenziale von verschiedenen Werkstoffen in Trinkwasser, gemessen gegen Kupfersulfatelektrode (CSE)

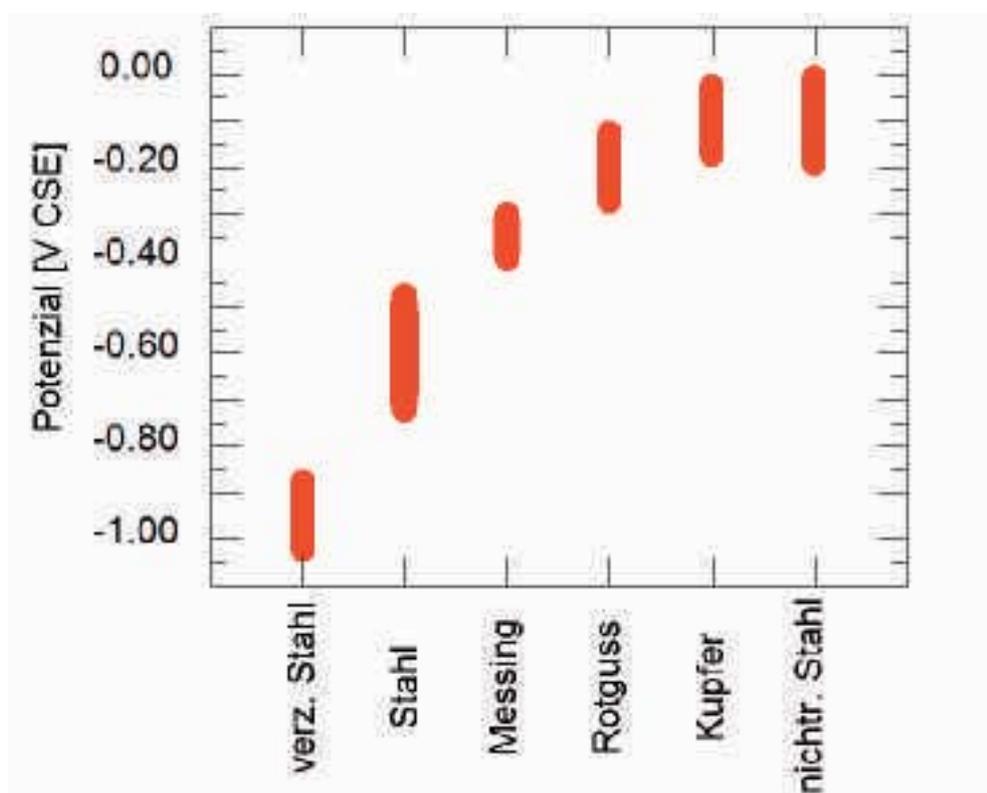


Abb. 2 Beispiele von elektrochemischen Potenzialen von metallischen Werkstoffen in Trinkwasser

Bei der elektrisch leitenden Verbindung zweier Werkstoffe mit unterschiedlichem Potenzial kommt es zur Bildung eines galvanischen Elements. Die Sauerstoffreduktion kann dabei auf beiden Werkstoffen ablaufen, während die Metalloxydation primär auf dem Werkstoff mit dem negativeren Potenzial abläuft. Dies führt zu einer Beschleunigung der Korrosion auf dem Bauteil mit tieferem Potenzial, die umso ausgeprägter ist, je kleiner die wasserberührte Fläche des Werkstoffs mit negativerem Potenzial im Verhältnis zur wasserberührten Fläche des Werkstoffs mit positiverem Potenzial ist.

Durch dieses galvanische Element können in ungünstigen Fällen Korrosionsgeschwindigkeiten im Bereich von bis zu zwei Millimetern pro Jahr auftreten.

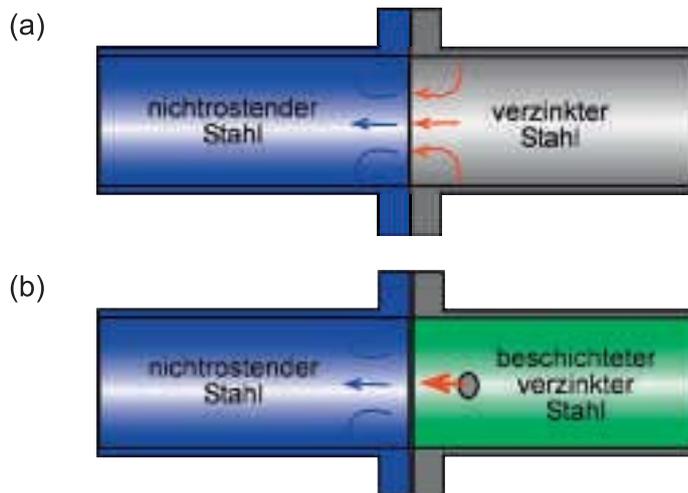


Abb. 3 Kombination von nicht rostendem Stahl und verzinktem Stahl (grau). a) ohne Innenbeschichtung; b) mit Beschichtung des verzinkten Stahls (grün).

Beispiele für ungünstige Werkstoffkombinationen sind in Abbildung 3 dargestellt. Die elektrische Verbindung führt aufgrund der unterschiedlichen Potenziale von verzinktem und nicht rostendem Stahl zu einem galvanischen Element und einer Beschleunigung der Korrosion (Abb. 3a). Dabei wird der verzinkte Stahl verstärkt angegriffen. Eine Innenbeschichtung mit Kunstharz erhöht die lokale Korrosionsgeschwindigkeit sogar noch zusätzlich, da der Strom in Fehlstellen der Beschichtung konzentriert wird (Abb. 3b).

4 Lösungen

4.1 Einleitung

Die beschriebenen Möglichkeiten zur Verhinderung von galvanischer Korrosion in Wasserkreisläufen sind grundsätzlich auf sämtliche Werkstoffe mit unterschiedlichem Korrosionspotential anwendbar. Die nachfolgenden Beispiele werden anhand der Kombination von verzinktem Stahl und nicht rostendem Stahl diskutiert.

Grundsätzlich ist dabei zu beachten, dass alle Vorschriften bezüglich des Personenschutzes einzuhalten sind. Dies bedingt die Erstellung einer guten elektrisch leitfähigen Verbindung zwischen allen Gehäusen elektrischer Betriebsmittel sowie allen metallischen Teilen (z.B. Wasser- und Heizungsrohren usw.) mit einer Länge von mehr als 6 m und einer Fläche von mehr als 1 m² im Gebäude. Durch diesen sogenannten Schutz-Potenzial-Ausgleich wird das Auftreten von gefährlichen Spannungsdifferenzen bei Fehlern in der Elektroinstallation verhindert.

4.2 Elektrische Trennung

Eine mögliche Lösung für die Problematik der Korrosion durch galvanische Elementbildung ist die elektrische Trennung der beiden Werkstoffe. Durch Einbau eines Isolierholländers oder eines Isolierflansches wird der Stromfluss im Metall unterbrochen, und das galvanische Element kommt zum Erliegen. In der Praxis ist das aber oft ein Problem, weil diese Trennstelle aus Gründen des Personenschutzes über den Schutz-Potenzial-Ausgleich elektrisch überbrückt werden muss oder durch Zufallskontakte innerhalb der Installation kurzgeschlossen wird. Dadurch wird die Schutzmaßnahme unwirksam. Die elektrische Trennung kommt daher meist nur zur Abgrenzung einzelner Armaturen infrage.

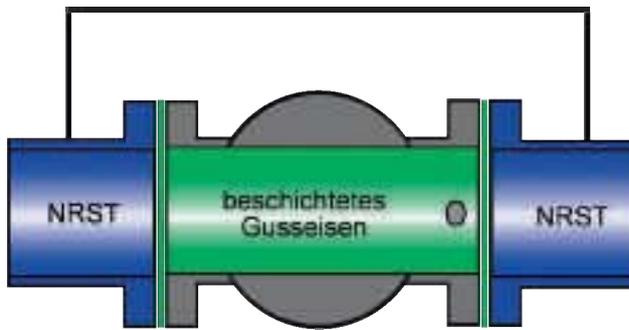


Abb. 4 Trennung eines Rückschlägers mit beschichtetem Gusseisengehäuse mithilfe von Isolierflanschen von der nicht rostenden Stahlleitung (NRST). Die Innenbeschichtung und die Isolation sind grün dargestellt.

Ein Beispiel ist in Abbildung 4 dargestellt. Ein beschichteter Rückschläger aus Gusseisen kann über zwei Isolierflansche in eine Rohrleitung aus nicht rostendem Stahl integriert werden. Die Überbrückung der Wasseruhr führt in diesem Fall nicht zu beschleunigter Korrosion durch Elementbildung, solange der Rückschläger aufgrund seiner Größe und der fehlenden Elektrifizierung nicht mit dem Schutz-Potenzial-Ausgleich verbunden werden muss.

4.3 Einbau einer Isolierstrecke

Die Wirkung des galvanischen Elements kann nicht nur durch Unterbrechung der elektrischen Verbindung von Werkstoffen, sondern auch durch Erhöhung des elektrischen Widerstands im Elektrolyten vermindert werden. Dabei muss ein elektrisch isolierender Rohrabschnitt zwischen die Bauteile mit unterschiedlichem Korrosionspotenzial eingebaut werden. Die erforderliche Länge ist abhängig von der Leitfähigkeit des Wassers, den Rohrdurchmessern und der Potentialdifferenz der Werkstoffe. Typischerweise sollte die Länge der Isolierstrecke in Trinkwasseranlagen mindestens dem fünffachen Rohrdurchmesser entsprechen. Für den Einbau einer Isolierstrecke bestehen grundsätzlich zwei Möglichkeiten:

1. Ein Kunststoffrohr wird als Isolierstück in den Übergang zwischen dem nicht rostenden Stahl und dem verzinkten Stahl eingebaut (Abb. 5a).
2. Das Rohr aus nicht rostendem Stahl (der edlere Werkstoff) wird auf der Innenseite und der Flanschfläche mit einer Kunststoffbeschichtung versehen.

In beiden Fällen ist es nicht erforderlich, die beiden Rohrleitungsabschnitte elektrisch zu trennen.

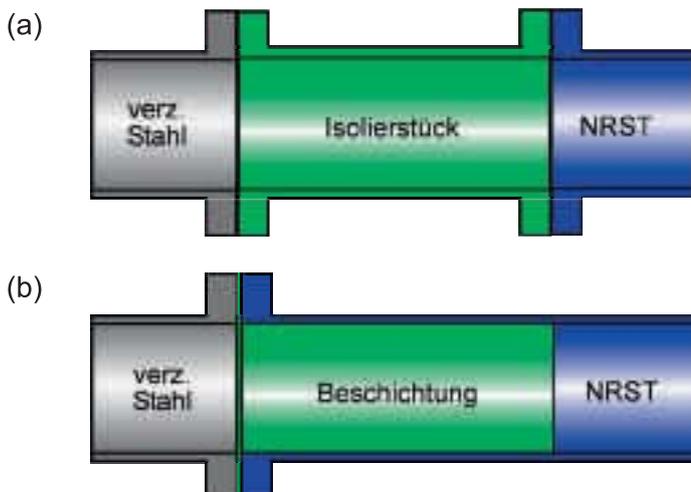


Abb. 5 Kombination von nicht rostendem Stahl (NRST) und verzinktem Stahl mithilfe einer Isolierstrecke a) Einbau eines Kunststoffrohrs als Isolierstück; b) Beschichtung des nicht rostenden Stahls und der Flanschfläche.

5 Betriebliche Einflüsse und allgemeine Erfahrungen

5.1 Fließregel

Im Falle von Kupfer und Kupferlegierungen ist zu beachten, dass die Kupferleitungen stets nach den verzinkten Stahlleitungen eingebaut werden. Andernfalls besteht ein erhöhtes Risiko von Lochkorrosion am verzinkten Stahl. Die sogenannte Fließregel ist nicht zu beachten, wenn es sich lediglich um einzelne Armaturen aus Rotguss, Messing oder Siliziumbronze handelt. In diesen Fällen ist die Gefahr von Lochkorrosion am verzinkten Stahl meist vernachlässigbar.

5.2 Wasserzusammensetzung

Es werden verschiedentlich Fälle beobachtet, in denen die Kombination von Werkstoffen mit unterschiedlichem Korrosionspotenzial nicht zu galvanischer Korrosion führt. Die Ursache für diesen Effekt ist meist die Bildung einer dünnen, isolierenden Kalkdeckschicht auf dem edleren Werkstoff. Diese ist eine Folge der Erhöhung des pH-Werts durch die Sauerstoffreduktion gemäss Reaktion (2), die das Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht in Richtung Kalkabscheidung verschiebt.

5.3 Einbau von Rotgussfittingen oder Armaturen

In der Vergangenheit ist beim Übergang von nicht rostendem auf verzinkten Stahl verschiedentlich ein Element aus Rotguss eingebaut worden. Dies kann zu einer Verringerung der Spannungsdifferenz im galvanischen Element entsprechend Tabelle 1 und damit zu einer gewissen Verringerung der Korrosionsgeschwindigkeit führen. Es sind aber verschiedentlich Korrosionsschäden bei derartigen Kombinationen aufgetreten, wenn die Wasserzusammensetzung nicht zur Bildung einer Deckschicht auf dem Rotguss führte. Somit gewährleistet diese Massnahme keinen zuverlässigen Korrosionsschutz.

5.4 Nicht rostender Stahl

Es sind heute verschiedene Legierungszusammensetzungen von nicht rostendem Stahl für den Einsatz als Rohrleitungswerkstoff in Trinkwasserleitungen zugelassen. Die elektrische Verbindung von unterschiedlichen Legierungen von nicht rostendem Stahl führt nicht zu einer Beschleunigung der Korrosion, selbst wenn unterschiedliche Korrosionspotenziale vorliegen. Der schützende Passivfilm verhindert das Auftreten von Korrosion und unterbindet das galvanische Element. Voraussetzung ist die korrekte Verarbeitung des nicht rostenden Stahls. Die Verwendung von Werkzeug aus C-Stahl, eine unsachgemässe Schweißung oder eine unzureichende Nachbehandlung der Schweißnähte kann die Bildung des Passivfilms beeinträchtigen und dadurch zu Korrosionsschäden führen.

6 Begriffe

6.1 Elektrolyt

Der Elektrolyt ist im vorliegenden Dokument eine wässrige Lösung mit darin gelösten Salzen (z.B. Trinkwasser). Der Elektrolyt kann Strom durch die Bewegung von Ionen leiten.

6.2 Galvanisches Element

Ein galvanisches Element wird gebildet, wenn zwei Metalle mit unterschiedlichem Potenzial metallisch miteinander verbunden werden und mit einem Elektrolyten in Kontakt stehen. Der im galvanischen Element fließende Strom führt zu einer starken Beschleunigung der Korrosion des unedleren Werkstoffes.

6.3 Passivfilm

Der Passivfilm ist eine dünne, schützende Oxidschicht, die sich auf der Oberfläche bestimmter Metalle bildet. Die Korrosionsbeständigkeit des Metalls wird dadurch stark erhöht und das elektrochemische Verhalten wird vergleichbar mit jenem eines Edelmetalls.

6.4 Edler Werkstoff

Der Begriff ist technisch nicht definiert. Umgangssprachlich wird darunter ein Werkstoff verstanden, der im Kontakt mit einem Elektrolyten ein vergleichsweise positives Potenzial annimmt. Dabei kann es sich um ein Edelmetall (z.B. Kupfer) oder passive Werkstoffe (z.B. nicht rostender Stahl) handeln.

6.5 Unedler Werkstoff

Der Begriff ist technisch nicht definiert. Umgangssprachlich wird darunter ein Werkstoff verstanden, der im Kontakt mit einem Elektrolyten ein vergleichsweise negatives Potenzial annimmt. Die Korrosion eines «unedlen Werkstoffs» wird durch den metallischen Kontakt mit einem «edlen Werkstoff» durch die galvanische Elementbildung beschleunigt. Typische Beispiele sind Stahl oder verzinkter Stahl.