Wenn das Wasser braun fliesst und die Rohre rosten

Autor(en): **Rothenbühler, C.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Plan : Zeitschrift für Planen, Energie, Kommunalwesen und Umwelttechnik = revue suisse d'urbanisme**

Band (Jahr): **34 (1977)**

Heft 11

PDF erstellt am: **05.06.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-783684

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

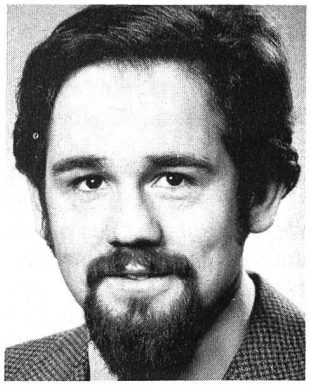
Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Wenn das Wasser braun fliesst und die Rohre rosten



Der Verfasser des folgenden Artikels, Chr. Rothenbühler, ist Leiter der Firma Robo, Wasseraufbereitungs AG, 5234 Villigen, und befasst sich seit 1961 als Spezialist für Wasseraufbereitung bei Gemeinden, der Industrie und beim Gewerbe, aber auch bei Privaten unter anderem mit Problemen der Korrosion in Wassersystemen.

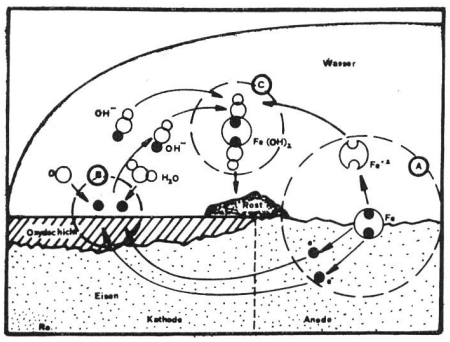
A.: «Ein schönes Haus! Ärgerlich, wenn man dann ein Wasser bekommt, das auch der Hund nicht mag.»
B.: «Trübe?»
A.: «Nein braun, hellbraun.»
B.: «Und was sagt das Wasserwerk?»
A.: «Das Wasser sei hygienisch einwandfrei, mehr könne man nicht erwarten.»
Ein vielgehörter Dialog.

Wie kommt es dazu?
Ein Brunnen oder *eine* Quelle deckt den örtlichen Wasserbedarf in der Regel schon längst nicht mehr. Immer wieder mussten neue Brunnen und Quellen erschlossen werden. Das heute in unseren Leitungen fliessende Wasser ist deshalb meistens ein Mischwasser, vielfach mit Chlor geimpft und noch dazu mit wechselnden Qualitäten. Dieses Wasser ist meistens aggressiver und erklärt auch den Umstand, dass man vielfach erst von einem bestimmten Zeitpunkt an von Ärgernissen über das Wasser hört, wobei Korrosion oft noch das kleinste Übel ist.

Was ist Korrosion?
Korrosion ist die Zerstörung von Metallen durch chemische oder elektrochemische Reaktionen. Wichtiges Beispiel für eine *chemische Korrosion* ist die Oxidation, das heisst das Bilden einer Oxidschicht auf Eisen. Der Laie sagt dazu Rost. Ist eine Oxidschicht wie beispielsweise bei Aluminium kompakt, so verhindert sie nach ihrer Bildung einen weiteren Luftzutritt und wirkt wie ein Schutzfilm, der die weitere Korrosion stoppt. Ist die Oxidschicht porös, so geht die Korrosion weiter, bis alles Metall in Oxid verwandelt ist.

Bei der *elektrochemischen Korrosion* müssen mindestens zwei verschiedene Fremdstoffe mit dem Metall Kontakt haben.

Zum Beispiel Eisen
Jede blanke Eisenoberfläche ist stellenweise mit einer dünnen Oxidhaut bedeckt. Gelangt durch eine poröse Stelle in der Oxidschicht Wasser zwischen Oxid und Eisen, entsteht ein Lokalelement.



Bei (A) spalten Eisenatome (Fe) je zwei Elektronen (e) ab, die zur Oxidhaut wandern. Die positiven Eisenionen (Fe^{+2}) gehen in Lösung.
Bei (B) vereinigen sich die Elektroden mit Wassermolekülen (H_2O) und dem Wasser gelösten Luftsauerstoff (O) unter Bildung von negativen Hydroxylionen. (OH)
Bei (C) vereinigen sich die Eisenionen mit den Hydroxylionen zum unlöslichen Eisenhydroxid, das sich als Rost ablagert.

Warum tritt denn Korrosion überhaupt auf?
Jedes Metall hat das Bestreben, möglichst in seinen energieärmsten, natürlichen Zustand zurückzukehren.
Wird also beispielsweise beim Eisen im Hochofen der Sauerstoff entzogen, so verändert man mit grossen Energiemengen das Naturgleichgewicht. Eisen wird also bestrebt sein, wieder in einen energieärmeren Zustand zu wechseln,

Einige Formen von Korrosion

– Flächenkorrosion	– wird annähernd parallel zur Oberfläche abgetragen
– Lochfrass	– örtlicher Korrosionsvorgang führt durch Krater und nadelförmige Vertiefung zur Durchlöcherung
– Korrosionsnarbe	– örtliche narbenförmige Anfressung
– Interkristall. Korrosion	– entlang den Korngrenzen des Metallgefüges
– Transkristall. Korrosion	– verläuft durch das Innere des Kornes
– Spannungskorrosion	– tritt bei inneren Spannungen des Werkstückes ein
– Spalkorrosion	– diese Form ist in Spalten zwischen Fittingen und Rohr häufig
– Selektive Korrosion	– Korrosion bestehender Gefügebestandteile
– Schichtkorrosion	– auf gepresstem oder gewalztem Metall auftretende Korrosion, parallel zur Verformungsrichtung
– Bewucherungskorrosion	– Korrosion durch Bewuchs mit Organismen

also zu rosten. Wasser beschleunigt diese Reaktion als Elektronentransporteur.
Dazu möchte ich ein wenig ausholen. Wir bleiben dabei am Beispiel Eisen.
Die folgende Tabelle zeigt einige der wichtigsten möglichen Reaktionen im System Wasser/Eisen. In allen Reaktionen tritt Wasser (H_2O) als Reaktionsmittler auf.

Woran liegt es, dass gleiche Metalle unterschiedliche Korrosionsverhalten zeigen?
Ich möchte diese Frage am Beispiel von verzinktem Eisen (unlegierter Stahl) beantworten. Wichtig beim Auftreten von Korrosion ist der *Sauerstoffgehalt* des Wassers. Zu wenig Sauerstoff kann eine Rostschutzschicht verhindern, zuviel Sauerstoff kann bei Lochfrasskorrosion beteiligt sein. Die idealen Mengenverhältnisse werden in umfangreichen Diagrammen für den Fachmann erläutert.
Eine saubere homogene Rostschicht, frei von Geschwüren, weist den idealen Sauerstoffgehalt des Wassers auf.
Doch nicht nur Sauerstoff, nein auch *Schmutzteilchen* wie Eisen- oder Kupferpartikeln, Rostschlamm in unterschiedlichen Spannungswertigkeiten, Kupferschlamm, Manganschlamm, auch Kohlenstoffverbindungen, Sand können Ursachen solcher Korrosion sein. Die folgenden Abbildungen zeigen diesen Korrosionstyp.
Weiter spielt das Vorhandensein von freier *Kohlensäure* eine wichtige Rolle. Sobald ein höherer Gehalt als 34 mg Kohlensäure pro Liter Wasser vorliegt, zeigen sich schutzschichtfördernde Wirkungen. Ist in härtefreiem Wasser viel Kohlensäure vorhanden, so wird keine Lochfrasskorrosion beobachtet. Bei viel Kohlensäure und Sauerstoff bildet sich eine homogene Schutzschicht, vorausgesetzt, dass das Wasser frei von andern Verunreinigungen ist.
Aber auch die *Temperatur* spielt eine grosse Rolle. Chemische Reaktionen laufen mit zunehmender Temperatur schneller ab. Hinzu kommt, dass verschiedene Stoffe ihre elektrischen Potentiale durch Temperaturzunahme verändern. Dies ist übrigens ein Grund, weshalb Rost viel häufiger in Warmwasserleitungen anzutreffen ist.

Betrachten wir die Möglichkeit etwas näher, durch natürliche und künstliche Zusätze auf dem zu schützenden Stück, zum Beispiel Leitungsnetz, eine natürliche oder nötigenfalls künstliche Schutzschicht aufzubauen und so das durch den Menschen gestörte Gleichgewicht wiederherzustellen.
Hierbei muss man den Verwendungszweck des Wassers berücksichtigen. Ein nicht zu Genusszwecken verwendetes Wasser lässt mehr Möglichkeiten offen als ein Trinkwasser.
Hier sei das Trinkwasser beschrieben. Am meisten werden Mineralien der Phosphat- oder Silikatverbindungen verwendet. Welcher Verbindungstyp verwendet werden soll, hängt von der Gleichgewichtssituation ab.
Nur der Fachmann kann beurteilen,

1	$Fe+2H_2O \rightarrow Fe(OH)_2+2H^++2e$	13	$Fe(OH)_2+H_2O \rightarrow Fe(OH)_3+H^++e$
2	$\frac{1}{2}H_2O \rightarrow \frac{1}{4}O_2+H^++e$	14	$3Fe(OH)_2 \rightarrow Fe_3O_4+2H_2O+2H^++2e$
3	$Fe+2OH^- \rightarrow Fe(OH)_2+2e$	15	$Fe^{2+}+3H_2O \rightarrow Fe(OH)_3+3H^++e$
4	$Fe+3/2H_2O \rightarrow \frac{1}{2}Fe_2O_3+3H^++3e$	16	$2Fe^{2+}+3H_2O \rightarrow Fe_2O_3+6H^++2e$
5	$3Fe+4H_2O \rightarrow Fe_3O_4+8H^++8e$	17	$FeO_2H^-+H_2O \rightarrow Fe(OH)_3+e$
6	$2Fe_3O_4+H_2O \rightarrow 3Fe_2O_3+2H^++2e$	18	$Fe(OH)_3+H_2O \rightarrow FeO_4^{2-}+5H^++3e$
7	$FeO_2H^-+2H_2O \rightarrow FeO_4^{2-}+5H^++4e$	19	$Fe_2O_3+5H_2O \rightarrow 2FeO_4^{2-}+10H^++6e$
8	$Fe^{3+}+4H_2O \rightarrow FeO_4^{2-}+8H^++3e$	20	$3Fe^{2+}+4H_2O \rightarrow Fe_3O_4+8H^++2e$
9	$FeOH^{2+}+3H_2O \rightarrow FeO_4^{2-}+7H^++3e$	21	$3FeO_2H^-+H^+ \rightarrow Fe_3O_4+H_2O+2e$
10	$FeO_2H^-+2H^+ \rightarrow FeOH^{2+}+H_2O+e$	22	$Fe_3O_4+8H^+ \rightarrow 3Fe^{3+}+4H_2O+e$
11	$Fe+2H_2O \rightarrow FeO_2H^-+3H^++2e$	23	$Fe_3O_4+5H^+3FeOH^{2+}+H_2O+e$
12	$Fe_3O_4+5H_2O \rightarrow 3Fe(OH)_3+H^++e$	24	$Fe_3O_4+8H_2O \rightarrow 3FeO_4^{2-}+16H^++10e$

Reaktionen im System Eisen/Wasser

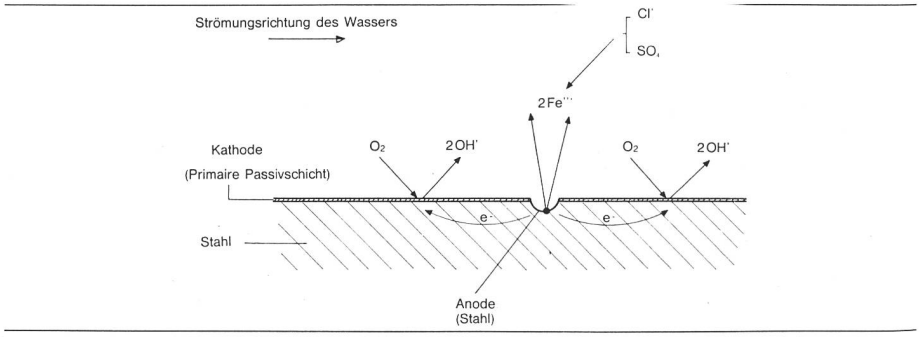


Abb. 2. Beginn des Korrosionsvorganges in aggressivem Wasser

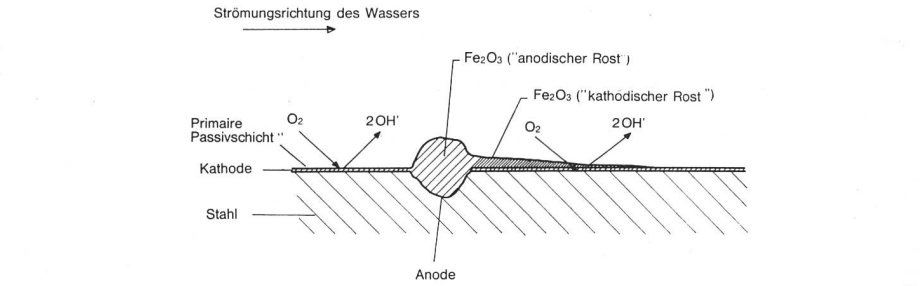


Abb. 3. Zweite Phase des Korrosionsvorganges in aggressivem Wasser, es lagert sich «anodischer» und «kathodischer» Rost ab

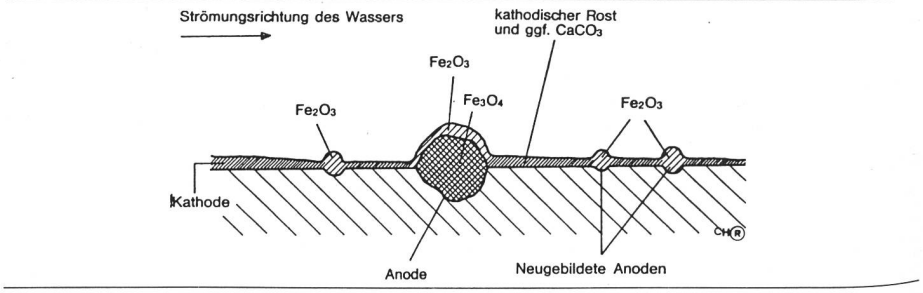
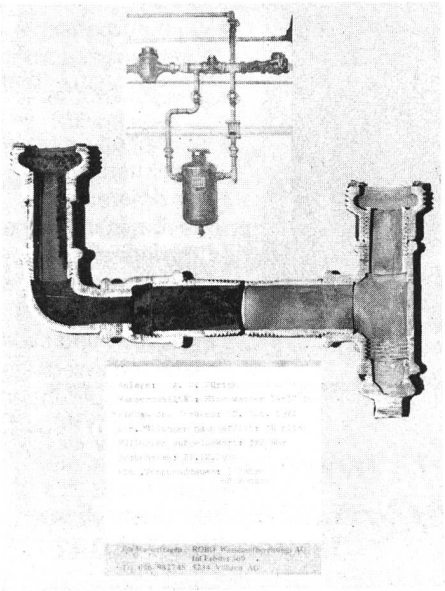


Abb. 4. Dritte Phase des Korrosionsvorganges in aggressivem Wasser: Die Oberfläche wird allmählich ganz mit Rost bedeckt

welche Mineralien in welchen Mengen und Konzentrationen in Abstimmung mit dem Verwendungszweck des Wassers und unter Berücksichtigung der örtlichen Verhältnisse verwendet werden darf und soll.

Wie funktioniert nun dieser Korrosionsschutz mit Mineralien am Beispiel mit Silikaten?



Im Wasser gelöstes Natriumsilikat zum Beispiel tritt in Reaktion mit der Rohrwand. Wie schon früher geschildert, korrodiert die eiserne Rohrwand durch Wasserangriff und schickt Eisenionen in Lösung. Diese fallen durch entstehende Wandalkalitäten aus, und bilden so letzten Endes Rost. Dieses Ausfällen von Eisenionen wird beeinflusst von dem im Wasser befindlichen Natriumsilikat. Diese Eisenionen können beschleunigt ausfallen, sie können auch gegebenenfalls feste Eisensilikate bilden.
Das mit dem Eisen ausgefallen Silikat kann gelagerte Strukturen annehmen. Dabei bildet sich eine korrosionsschützende Schicht. Ist die Zinkschicht der Leitung abgetragen, so bewirkt Silikat das Gegenteil.

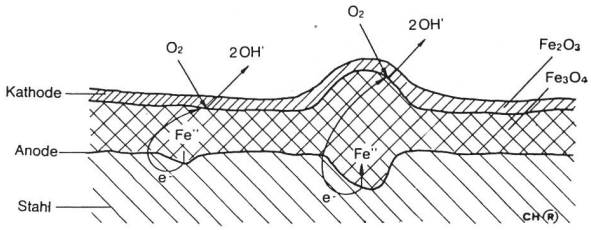
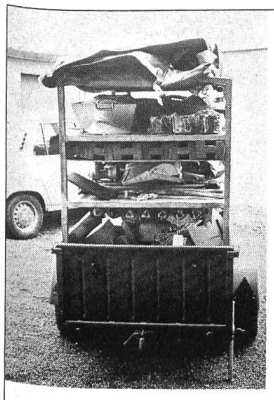


Abb. 5. Nicht schützende Rostschutzschicht auf Stahl. Letzte Phase mit Korrosion auf der ganzen Oberfläche und stellenweise überlagerter Lochfrasskorrosion

Erfahrene Wasserspezialisten kennen aus der Praxis die für bestimmte Wasserqualitäten geeigneten Kombinationen an Mineralien.
Eine Veröffentlichung der zahlreichen Möglichkeiten ist noch in Bearbeitung.

Was sind denn die Möglichkeiten, sich gegen Korrosion in Sanitär- und Heizungssystemen zu schützen?
Die häufigsten Schutzschichten zeigt folgende Tabelle:

Zinküberzug	meistens recht wirksam, ausgenommen bei aggressivem Wasser und hohen Temperaturen.
Farbanstriche	hauptsächlich bei Rohraussenwänden im Heizsystem recht wirksam, sofern homogen und trocken.
Natürliche chemische Passivschichten	meistens Kalk- und Rostschutzschichten, unter optimalen Wasserverhältnissen sehr widerstandsfähig, anfällig auf Wasserverunreinigungen.
Künstliche Passivschicht	durch natürliche oder künstliche Wasserzusätze wird eine Schutzschicht aufgebaut.
Opferanoden	ein unedleres Metall, z.B. Magnesium, wird der Zerstörung ausgesetzt und somit der Boiler geschont. Bedarf der Kontrolle und muss ersetzt werden.
Kathodischer Schutz	mittels Fremdstrom bei Gefässen recht wirksam. Vor Wundergeräten für Leitungen sei gewarnt!



Ölwehr-Geräteaufbau

für Anhänger der örtlichen Zivilschutzorganisation

- Material und Geräte allzeit bereit
- Aufbau von allen Seiten zugänglich
- Material vor Regen und Schnee geschützt
- Aufbau ganz in Stahl verzinkt
- Günstiger Preis

Bereits 25 Gemeinden ausgerüstet

Arnold Camenzind, mech. Werkstätte und Eisenbau, 6442 Gersau, Telefon 041 84 15 05

Neue Möglichkeiten zur wirkungsvollen Bekämpfung von Ölverschmutzungen auf dem Wasser und im Erdreich, mit

DRIZIT
OIL ABSORBENT

Lieferformen:
- lose Fasern
- ölabsorbierende Kissen
- ölabsorbierende Schläuche
- Filtersäcke (200 l)

H. P. Nyffeler, Basel
Ölbindemittel / Absorbents
Postfach 114 CH-4027 Basel Telefon 061 39 68 81