

## Über die Korrosion von Metallen

Zu den Katalognummern 22, 23, 40, 58, 61, 63 bis 67

Die Korrosion ist ein natürlicher Vorgang, der zur Zerstörung des Werkstoffs führen kann (Abb. 47). Das Wort Korrosion wird vom lateinischen „corrodere“ abgeleitet und bedeutet „zernagen“. Unterschiedliche Metalle korrodieren unterschiedlich stark. Die Ursache dafür ist in ihrem Vorkommen und in ihrer thermodynamischen Instabilität begründet. Die meisten Metalle, besonders die unedlen, zu denen beispielsweise das Eisen gehört, kommen in der Natur nicht in reiner Form vor, sondern als Metallverbindungen, als Erze. Je größer der energetische Aufwand ist, ein reines Metall aus diesen Verbindungen zu gewinnen, desto größer ist deren Bestreben durch Energie- und Elektronenabgabe, wieder in ihren ursprünglichen, energieärmeren Zustand zurückzukehren. Diesen Vorgang nennt man Korrodieren. Jene Metalle dagegen, die in der Natur in gediegener, metallischer Form vorkommen, wie etwa

die Edelmetalle Gold oder Platin, sind korrosionsbeständiger als jene, die aufwendig durch Verhüttung von Erzen mit Hilfe von Kohle, Wärme, Elektroenergie usw. gewonnen werden müssen.

Korrosion an Metallen wird durch verschiedene Faktoren hervorgerufen. Eine korrosionsbestimmende Eigenschaft ist das unterschiedliche Potenzial der Metalle in der elektrochemischen Spannungsreihe. Edle (+) Metalle wie Gold verhalten sich chemisch passiv und lassen sich schwer beziehungsweise gar nicht oxidieren. Unedle (-) Metalle dagegen sind chemisch aktiv und oxidieren umso leichter je niedriger die Spannung ist. Unter Oxidation versteht man dabei eine Abgabe von elektrisch negativ geladenen Elementarteilchen, den Elektronen und damit die Zunahme an positiver Ladung. Die Korrosion ist demnach im derzeitigen Sprachgebrauch elektrochemischer Art und an zwei Voraussetzungen gebunden:

a) Es muss ein wässriges Medium als Elektrolyt vorhanden sein, in denen sich Ionen bewegen können, also ein Austausch elektrischer Ladung erfolgt. Dabei sind die dünnen, unsichtbaren Flüssigkeitsfilme auf Metalloberflächen schon ausreichend, die sich bei hoher Luftfeuchtigkeit bilden.

b) Es muss ein Oxidationsmittel vorhanden sein. Neben zahlreichen in der Chemie bekannten Oxidationsmitteln spielt bei der Korrosion vor allen der Luftsauerstoff eine entscheidende Rolle.

Die Korrosion wird dadurch eingeleitet, dass ein Metallatom unter Abgabe von Elektronen als Metallion aus dem Metallgitter heraustritt. Ist ein Elektronenakzeptor in Form eines

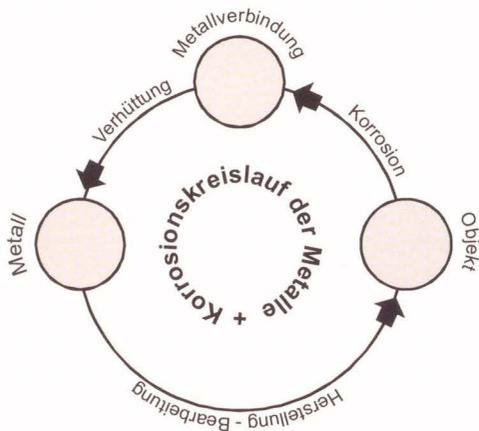
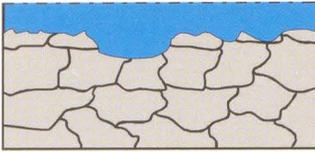


Abb. 47 Korrosionskreislauf der Metalle



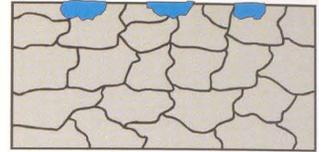
**Flächenkorrosion:**

Korrosion, bei der das Metall annähernd parallel zur Oberfläche gleichmäßig bis muldenförmig abgetragen wird.



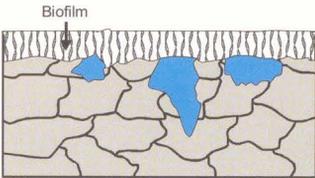
**Lochfraß:**

Örtlicher Korrosionsvorgang, der zu kraterförmigen, nadelstichtartigen Vertiefungen und am Ende zur Durchlöcherung führt.



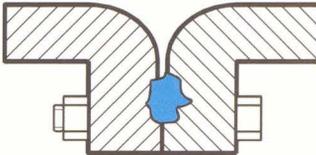
**Korrosionsnarbe:**

Örtlich flache bis tiefe Anfrischung in Form einer Narbe.



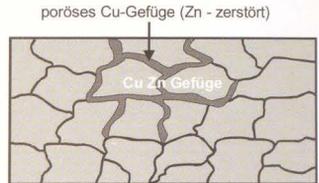
**Mikrobiell induzierte Korrosion:**

In einem Biofilm eingebettete Mikroorganismen wie Bakterien, Algen, Flechten, Pilze lösen Korrosionsschäden aus und/oder verstärken sie; häufig in Form von Lochfraß.



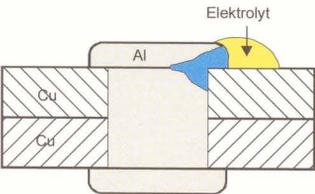
**Spaltkorrosion / Belüftungskorrosion:**

Entsteht in Spalten unter Unterlegscheiben, überlappenden Teilen, Nieten etc. Eine unterschiedliche Sauerstoffkonzentration an Grenzflächen und Spalten führt zu mulden- oder flächenförmigen Korrosionsangriff.



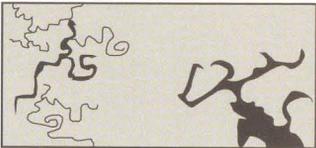
**Selektive Korrosion:**

Korrosion bestimmter Gefügebestandteile einer Legierung; etwa die „Entzinkung“ von Messing. Auflockerung der Korngrenzen.



**Kontaktkorrosion:**

Entsteht durch direkten Kontakt von mindestens zwei Metallen unterschiedlichen Spannungspotentials und einem Elektrolyten (Wasser, Feuchtigkeit, aggressive Medien). Das unedlere Material „opfert“ sich und löst sich auf.

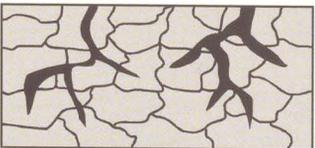


**Filiformkorrosion / Fadenkorrosion:**

Entwickelt sich in Abhängigkeit von hoher Feuchtigkeit, bestimmter Luftschadstoffe und Chloride mit dem Eindringen von Feuchtigkeit unter beschichteten Oberflächen. Häufig ein fadenartiges, wurmartiges Erscheinungsbild.

**Spannungsrissskorrosion:**

Ein transkristallines und/oder interkristallines Aufreißen der Metallstruktur. Sie entsteht bei „Zugspannung“ durch Eigenspannung oder mechanischer Zug- und Biegebeanspruchung und einem aggressiven Medium innerhalb des kristallinen Metallgefüges in Abhängigkeit der Metallempfindlichkeit (Legierung, Verunreinigungen).



**Transkristalline Korrosion:**

Korrosion, die quer durch das Innere des Kornes der Metallstruktur verläuft. Bevorzugt entlang von Gleitebenen.



**Interkristalline / Korngrenzkorrosion:**

Korrosion entlang der Korngrenzen. Von außen gar nicht oder kaum wahrnehmbar. Auflösen der Korngrenzen durch unterschiedliche Spannungen und Gefügestände.

Abb. 48 Korrosionsformen

Oxidationsmittels da, dann kann der Korrosionsprozess bis zum Ende ablaufen.

Für die Korrosionserscheinungen an Kunst- und Kulturgütern kommen im wesentlichen drei Korrosionsmedien in Betracht:

- 1) die Atmosphäre (Luft),
- 2) das Wasser und
- 3) das Erdreich.

Bei der atmosphärischen Korrosion ist die Metallumwandlung an ein Oxidationsmittel, den Luftsauerstoff und das Hinzutreten von Luftfeuchtigkeit gekoppelt. Als kritisch wird eine relative Feuchte von etwa 60% beurteilt. Korrosionsverstärkend sind Luftverunreinigungen in Form von Schwefeldioxid oder feste Luftpartikel wie Staub, Ruß und Öl. Auch Ausdünstungen von organischen Säuren, bestimmter Hölzer und Holzbauplatten, von Lacken, Harzen und Klebemitteln können zu Reaktionen mit dem Metall führen.

Im Wasser bilden Metalle einen elektrochemischen Stromkreis nach dem Prinzip galvanischer Elementbildung, der zur Auflösung und Zerstörung des beteiligten Metalls führen kann. Hierbei verlassen Metallatome unter Zu-

rücklassung eines oder mehrerer Elektronen das feste metallische Gefüge und treten als positive Ionen in die Flüssigkeit über. Neben unterschiedlichen aggressiven Salzgehalten spielen aber auch pflanzliche und erdige Ablagerungen, Inkrustationen des Metalls sowie mikrobielle Einflüsse eine Rolle.

Das Erdreich ist besonders für archäologische Objekte als Korrosionsmedium von Bedeutung. Die Korrosionsbedingungen sind hier Mischformen aus atmosphärischen Bedingungen und solchen Korrosionsprozessen, die unter bzw. im Wasser stattfinden. Neben verschiedenen Bodentypen wie Kies-, Sand-, Schlamm-, Lehm- oder Tonböden ist die Korngröße der Bodenbestandteile, die Wassersättigung und Sauerstoffdurchlässigkeit sowie die Überdüngung und Anreicherung an Chloride, Sulfate und Nitrate von Bedeutung für die Bodenkorrosion.

Der Korrosionsvorgang kann verschiedene Formen annehmen. Beispielhaft sind im folgenden, ohne Anspruch auf Vollzähligkeit, häufige in der Restaurierungs-Praxis vorkommende Korrosionsformen schematisch dargestellt (Abb. 48).

*Roland Schewe*