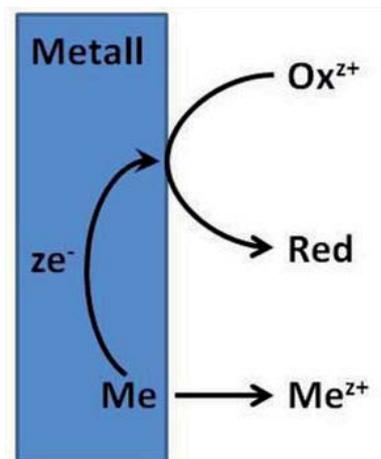


## 2 Stand des Wissens

### 2.1 Elektrochemische (EC) Korrosion

#### 2.1.1 Grundlagen

Bei der Korrosion handelt es sich um ein Zusammenwirken von Werkstoff und korrosivem Medium an der Grenzfläche Werkstoff/Medium. Das Korrosionssystem stellt ein offenes System dar, bei dem Energie- und Stoffaustausch mit der Umgebung so lange stattfindet, bis das System in einen energetisch stabilen Zustand gelangt ist. Ursache aller Korrosionserscheinungen ist also die thermodynamische Instabilität von Metallen gegenüber Oxidationsmitteln. Bei der Oxidation des Metalls wird dabei die Energie frei, die zur Gewinnung dieses aus der Metallverbindung aufgewendet wurde [2, 3]. Grundvoraussetzung für einen wirksamen Korrosionsschutz ist daher die Kenntnis der Eigenschaften des Metalls sowie der belastenden Einflüsse. In ionenleitenden Medien, z.B. in wässrigen Medien, sind die an der Phasengrenze Metall/Medium ablaufenden Korrosionsprozesse überwiegend elektrochemischer Natur (Abb. 1).



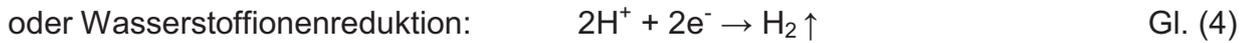
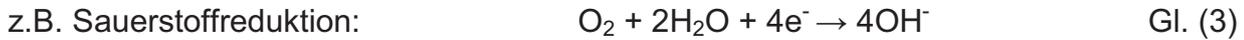
**Abb. 1:** Schematische Darstellung der EC-Korrosion

Dabei ist der Ort der Oxidation des Metallatoms zum Metallion (Anode) vom Ort der Elektronenaufnahme durch ein Oxidationsmittel (Kathode) verschieden. Die räumliche Trennung der anodischen Oxidation von der kathodischen Reduktion ist aufgrund der Ionenleitfähigkeit des Elektrolyten und der Elektronenleitfähigkeit des Metalls möglich [2, 3].

Die anodische Teilreaktion besteht in der Oxidation des Metalls:



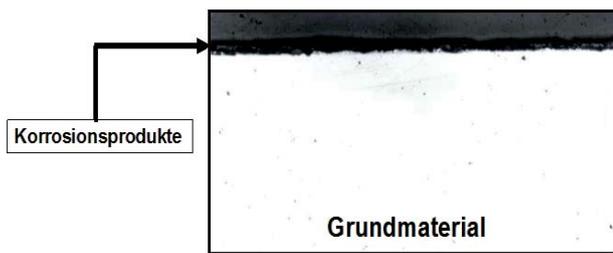
Die kathodische Teilreaktion besteht in der Reduktion eines Oxidationsmittels:



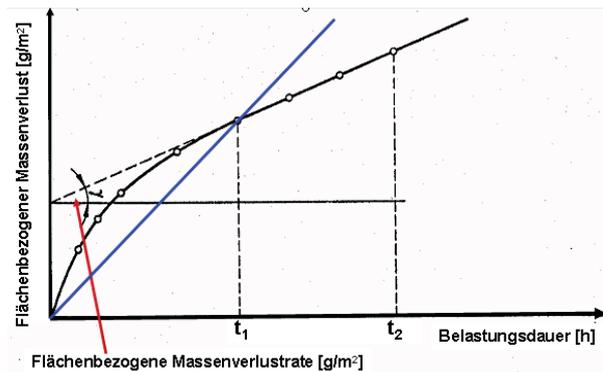
Die Korrosionsgeschwindigkeit wird durch elektrische bzw. elektrochemische Größen wie Potential, Austauschstromdichten, Polarisationswiderstände etc. bestimmt [2, 3]

### 2.1.2 Gleichmäßige Flächenkorrosion

Die gleichmäßige Flächenkorrosion ist aus technischer Sicht die "problemloseste" Korrosionsart. Ihre Geschwindigkeit kann als flächenbezogene Massenverlustrate „v“ (g/m<sup>2</sup>h) oder als Abtragungsgeschwindigkeit „w“ (mm/a) angegeben und ggf. konstruktiv berücksichtigt werden. Im metallographischen Schliff eines Bauteils mit gleichmäßiger Flächenkorrosion ist zu erkennen, dass die Oberfläche gleichförmig abgetragen wurde und sich eine gleichmäßige Schicht aus Korrosionsprodukten gebildet hat (Abb. 2). Bei nicht-linearem Zeitverhalten des flächenbezogenen Massenverlustes sollte die lineare flächenbezogene Massenverlustrate im stationären Zustand zugrunde gelegt werden (Abb. 3).



**Abb. 2:** Gleichförmige Korrosion mit Bildung gleichmäßiger Korrosionsproduktschicht



**Abb. 3:** Korrosionsgeschwindigkeiten

Wesentlich problematischer als die gleichmäßige Flächenkorrosion sind jedoch die verschiedenen Arten der örtlichen Korrosion, da sie u. U. um Größenordnungen schneller sein können als die gleichförmig flächenhaft abtragende Korrosion.

## 2.1.3 Loch- und Muldenkorrosion

Muldenfraß und Lochfraß sind Korrosionserscheinungen, die ihren Namen von den geometrischen Angriffsformen erhalten haben, welche bei den jeweiligen örtlichen Materialabtragungen in der Werkstoffoberfläche hervorgerufen wurden (Abb. 4). Von Löchern spricht man, wenn bei den kraterförmigen, die Oberfläche unterhöhrenden oder nadelstichartigen Vertiefungen die Tiefe gleich oder größer ist als ihr Durchmesser. Bei Mulden ist der Durchmesser wesentlich größer als die Tiefe. Typisch ist, dass der Flächenabtrag außerhalb der Vertiefungen sehr klein (bei Muldenfraß) oder verschwindend gering ist (bei Lochfraß). Es gibt Grenzfälle, in denen zwischen Mulden- und Lochfraß nicht unterschieden werden kann.

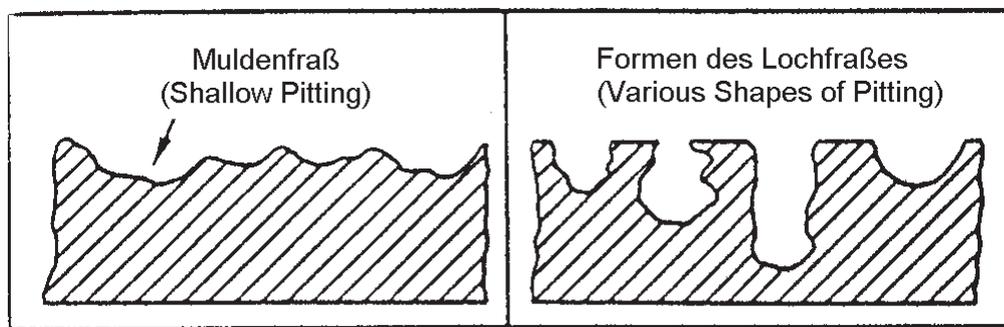


Abb. 4: Erscheinungsformen von Mulden- und Lochfraß

Loch- und Muldenkorrosion werden in Luft zugänglichen Medien sehr häufig durch örtlich unterschiedliche Sauerstoffkonzentrationen hervorgerufen. Dabei erfolgt der Lokalangriff am Ort der geringeren Sauerstoffkonzentration, z.B. unter porösen Ablagerungen (Abb. 5) oder am Grunde von Spalten (Abb. 6). Man spricht in diesem Falle von Spaltkorrosion.

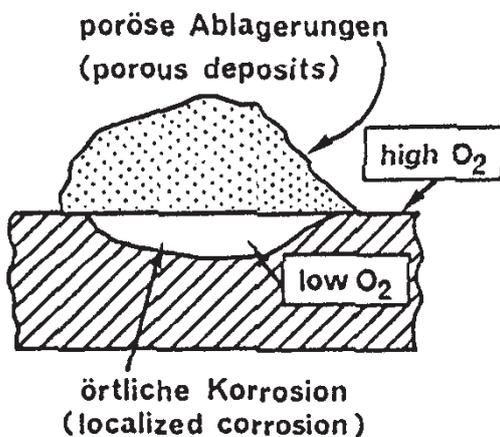


Abb. 5: Belüftungselement unter Ablagerungen

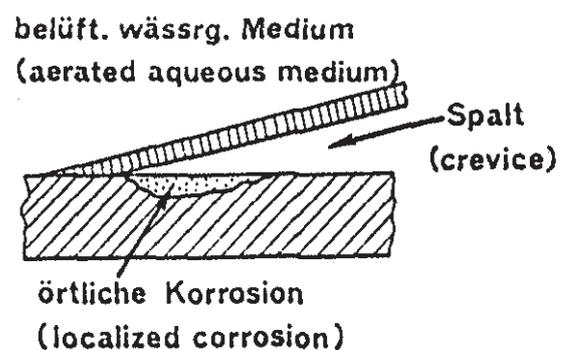
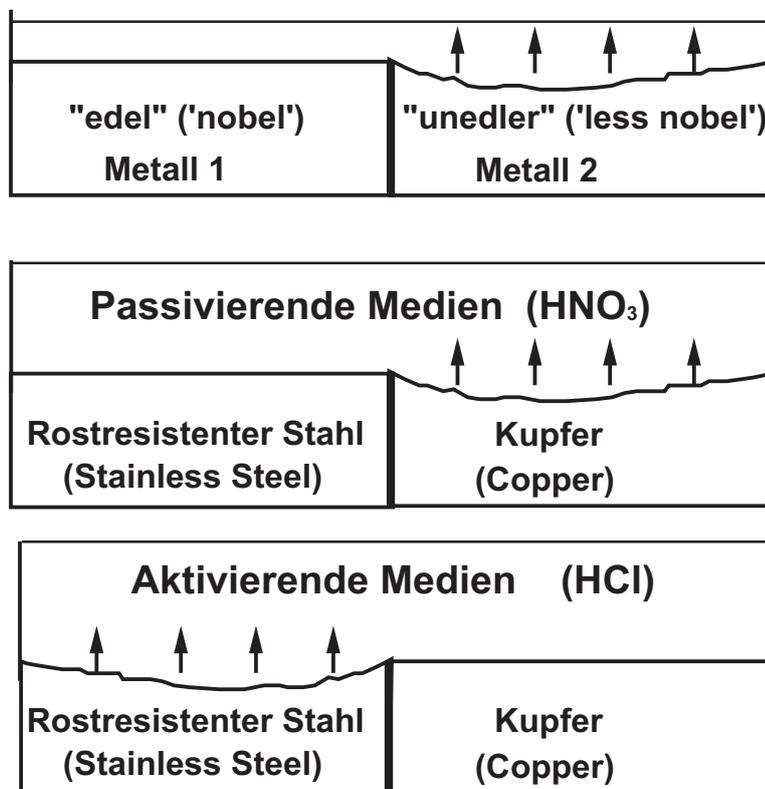


Abb. 6: Spaltkorrosion

### 2.1.4 Bimetallkorrosion

Mit Bimetallkorrosion (heutiger Normbegriff für die früheren Bezeichnungen „Kontaktkorrosion“ oder „galvanische Korrosion“) wird die Korrosionsart bezeichnet, die auf beschleunigte Korrosion des metallischen Bereichs zurückzuführen ist, welcher Elektronen leitenden Kontakt zu einem anderen Metall oder einem anderem Elektronen leitenden Feststoff hat und in einem gemeinsamen Ionen leitenden Medium das negativere („unedlere“) Freie Korrosionspotential aufweist (Abb. 7). Bei der Paarung Metall 1 / Metall 2 korrodiert das Metall mit dem negativeren („unedleren“) Freien Korrosionspotential stärker als wenn es nicht mit dem anderen Metall in Elektronen leitendem Kontakt stünde.



**Abb. 7:** Bimetallkorrosion in Abhängigkeit von Medieneigenschaften

Umgekehrt korrodiert in dieser Paarung das Metall mit dem positiveren („edleren“) Freien Korrosionspotential weniger stark als wenn es nicht mit dem anderen Metall in Elektronen leitendem Kontakt stünde. Das Metall mit dem „unedleren“ Freien Korrosionspotential bildet die Lokalanode, das mit dem „positiveren“ Freien Korrosionspotential die Lokalkathode in dem „Lokalelement“ Metall 1 / Metall 2. Die elektrochemischen Grundlagen der Bimetallkorrosion sind schematisch in Abb.8 dargestellt.