



Dr. WOLFGmbH

Hans-Löschner-Straße 24, 39108 Magdeburg, Tel. 0391 / 731 81 53, Fax 0391 / 731 81 62

Biofilminduzierte Korrosion

Bislang wurde der Begriff der Korrosion auf einen Materialabtrag bei metallischen Werkstoffen reduziert. Durch die mittlerweile zum Standard gehörenden Warmwasserzirkulationssysteme und die Verwendung von Kunststoffen in der Installation erfährt der Begriff eine Erweiterung in Richtung Biofilmbildung und der damit in Verbindung stehenden Korrosion, die sowohl an Metallen als auch an Kunststoffen festgestellt werden kann.

Entstehung, Bildung und Einfluss von Biofilmen

Um die biofilminduzierte Korrosion besser zu verstehen, soll im Folgenden kurz auf die Entstehung, Bildung und den Einfluss von Biofilmen eingegangen werden.

1. Bildung von Biofilmen

An wasserführenden bzw. wasserbenetzten Oberflächen siedeln sich Keime, Einzeller und auch höherzellige Organismen, die über das Wasser in das Verteilungsnetz gebracht werden, an. Bei vermehrungsgünstigen Temperaturen und ausreichender Nährstoffversorgung bildet sich dadurch ein Biofilm. In diesem Biofilm besteht dann eine Gemeinschaft unterschiedlicher Keime und Organismen, die sich gegenseitig unterstützen, aber auch im Zaum halten. Sie dienen einander teilweise als Nahrung und können mutieren; genetische Verbindungen unter ihnen werden für möglich gehalten. Aus diesem Biofilm lösen sich einzelne Keime und wandern mit oder auch gegen die Strömungsrichtung, und begründen neue Biofilmkolonien. Man kann für eine überschlägige Beurteilung der Keimverteilung von einem Verhältnis von 1 % der Gesamtzahl von Keimen im Wasser und 99 % der Keime in vorhandenen Biofilmen oder zumindest in fester Ablagerung oder in Schutzräumen (z. B. Kalkablagerungen an Rohrwandungen) ausgehen.

2. Biofilminduzierte Korrosion

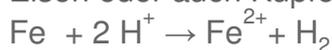
Dass Biofilme Korrosionen an Metallen verursachen können, ist schon länger bekannt. So gibt es im Heizungsbereich sulfatreduzierende Bakterien, die für das Entstehen von festanhaftenden Eisen- oder Kupfersulfiden mit einem erheblichen Korrosionspotential verantwortlich sind. Was neuerdings festgestellt wurde, ist, dass Biofilme auch Korrosionen an Kunststoffen verursachen. Da Kunststoffe von bestimmten Keimen als Nahrungsquelle genutzt werden, müssen durch das Herauslösen von als Nahrung dienenden Weichmachern aus den Kunststoffen auch Korrosionserscheinungen auftreten. Diese bestehen hauptsächlich in einer Herabsetzung der Stabilität, weil die Kunststoffe „brüchig“ werden. Der Nebeneffekt, dass mit zunehmender Herauslösung von Weichmachern der Vorrat an

verfügbaren Nahrungsmitteln für Keime mit dem Alter der Kunststoffe nachlässt, scheint unbedeutend zu sein, da sich zwischenzeitlich sicher bereits ein Biofilm gebildet haben wird, der über ausreichend Nahrung für die Keime verfügt. Darüber hinaus wurde weiterhin festgestellt, dass auch Desinfektionsmittel (Natriumhypochlorit, Chlordioxid) und höhere Temperaturen eine Alterung bzw. das Herauslösen von Weichmachern

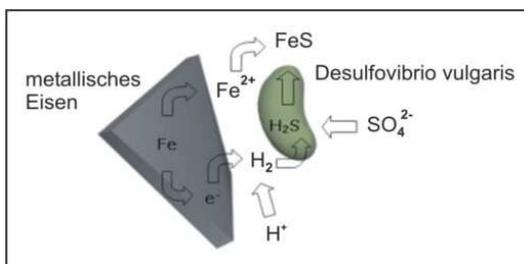
3. Bakterielle anaerobe Korrosion

Die bakterielle anaerobe Korrosion ist eine Korrosionsart, die bei einem Mangel an Sauerstoff unter Beteiligung von Bakterien an Metallen stattfindet. Es handelt sich dabei um einen Oxidationsvorgang.

Eisen oder auch Kupfer gehen in Kontakt mit Wasser durch Ionisation in Lösung.



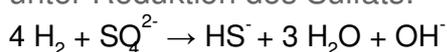
Es erfolgt auf diesem Wege die Entfernung einer auf der Eisenschicht befindlichen Schutzschicht aus molekularem Wasserstoff.



Korrosion durch sulfatreduzierende Bakterien

(Quelle: Wolf, Reinhard Dr.-Ing., Praxis der Aufbereitung von Betriebs- und Prozesswasser, DIV Verlag GmbH, München, 1. Auflage, 2014)

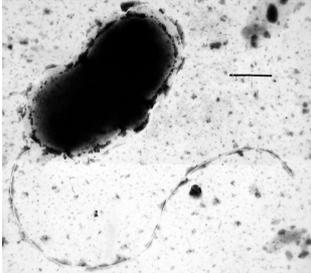
Gewöhnlich legt sich der entstandene elementare Wasserstoff an das Metall als dünner Film an und schützt dieses vor weiterer Auflösung. Sind jedoch (lösliche) Sulfate und sulfatreduzierende Bakterien (Desulfurikanten, z. B. Desulfovibrio vulgaris) vorhanden, so erfolgt eine Oxidation des Wasserstoffs zu Wasser (H₂O) und Hydrogensulfidionen (HS⁻) unter Reduktion des Sulfats:



seit
1990

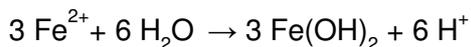
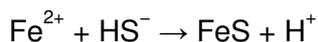
Dr. WOLFGmbH

Hans-Löschner-Straße 24, 39108 Magdeburg, Tel. 0391 / 731 81 53, Fax 0391 / 731 81 62



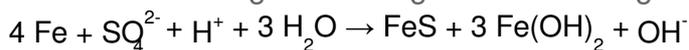
Desulfovibrio vulgaris, Transmissionselektronenmikroskopaufnahme, Messstrich = 0,5 µm
(Quelle: Wolf, Reinhard Dr.-Ing., Praxis der Aufbereitung von Betriebs- und Prozesswasser, DIV Verlag GmbH, München, 1. Auflage, 2014)

Die Eisenionen werden teils mit dem Schwefelwasserstoff als Eisen(II)sulfid ausgefällt, teils mit Wasser umgesetzt und dann als Eisen(II)hydroxid (Fe(OH)₂) ausgefällt:



Die Schwarzfärbung durch das schwarze Eisen(II)sulfid deutet auf diese Art der Korrosion, nämlich mit bakterieller Sulfatreduktion, hin.

In der Summe ergibt sich folgende Gleichung:



Diese Art der Korrosion tritt überall dort auf, wo sauerstoffarmes oder sauerstofffreies Wasser verwendet wird und Sulfate im Rohwasser vorhanden sind oder Sulfit als Inhibitor dosiert wird. Daneben kann als Reaktionsprodukt auch Schwefelwasserstoff entstehen, den man am typischen Geruch feststellen kann.