

Physikalischer Korrosionsschutz in industriellen und gebäudetechnischen Wasserkreisläufen

Eine einfache, wirkungsvolle, kostengünstige, aber wenig bekannte Methode

Durch Korrosion entstehen Kosten, die uns selten in ihrer Höhe bewusst sind. Man schätzt, dass ca. 4% des Bruttosozialprodukts in den Industrieländern direkt und indirekt verloren gehen. Indirekte Kosten hierbei sind beispielsweise Produktionsausfall.

Laufende Störungen in den Anlagen, die es notwendig machen, Leitungen zu spülen, Filter zu reinigen, Wärmetauscher zu reinigen und dergleichen empfinden wir schon nicht mehr als Korrosionsproblem, sondern als „Gott gegebene“ Notwendigkeit. Das ist, wie wir im weiteren Text erkennen können, absolut falsch.

Woher kommen die störenden Korrosionsschlämme?

Metallische Werkstoffe reagieren in Berührung mit Wasser und lassen Spuren dieser Metalle in Form von Hydroxiden in das Wasser übergehen. Im weiteren Verlauf oxidieren sie sich zu Metalloxiden.

Eine kunterbunte Werkstoffmischung, die bei jeder Anlage zwangsweise vorzufinden ist, erzeugt eine ganze Reihe von dispersen Oxiden, die fast jedem Inbetriebsetzungsteam größerer Anlagen schlaflose Nächte bereiten.

Die Verbindungsfreudigkeit des Eisens ist enorm groß. Damit erklärt sich auch die Vielfalt, in welcher wir die Metalloxide in Wassersystemen vorfinden. Sie bleiben nicht beständig, sondern wandeln sich je nach Temperatur, Druck, Sauerstoffgehalt, pH-Wert des Wassers sowie der Werkstoffzusammensetzung einer Anlage um.

So können allein in einer herkömmlichen Heizungsanlage folgende Probleme auftreten:

- Vorzeitiger Lagerverschleiß in Nassläufer-Pumpen. Die Korngröße der Oxide liegt im μm - Bereich ($1 \mu\text{m} = 0,001 \text{ mm}$). Von dem Magnetfeld des Elektromotors angezogen, passieren diese mit Leichtigkeit den engen Passungsspielraum der keramischen Pumpenlager (die Toleranzgrößen liegen bei 30 bis 60 μm). Ihre nicht geringe Härte von 5,5 bis 6,5 ist an dem Lagerverschleiß in stundenlanger Arbeit mit beteiligt.
- Oxid-Ablagerungen an Magnetkupplungen, Flügelrädern bzw. magnetischen Turbinenimpulsgebern der Volumenmessteile verfälschen das Messergebnis der Wärmemengenzähler (WZ). Der vorzeitige Verschleiß dieser rotierenden WZ-Teile ist häufig auf die magnetische und abrasive Eigenschaft dieser Oxide zurückzuführen.
- Eine von den Oxiden ausgehende Wassertrübe beeinflusst durch die Schall- bzw. Induktionsfeldstreuung die Volumenstrommessung in den „statischen“ Ultraschall- bzw. Induktiven-WZ. Dieses führt zu nicht unerheblichen Messfehlern, die Gängigkeit der Thermostatventile wird beeinträchtigt. Durch den erzeugten Unterdruck bei ihrer Drosselfunktion wird durch die Stopfbuchse das Quentchen Sauerstoff angesaugt, das die Oxidbildung vor Ort vollzieht. Die oberen Stockwerke, in denen der entgegenwirkende statische Druck einer HZ-Anlage am kleinsten ist, sind davon besonders betroffen.

- Regelventile erzeugen durch ihre Drosselfunktion nach dem Prinzip der Venturidüse bzw. Strahlpumpe einen Unterdruck im Ventilgehäuse gegenüber Atmosphäre. Der Hub des regelnden Kegels wird durch außersitzende Steuerorgane über eine Spindel verändert. Ihre Abdichtung - die Stopfbuchse - ist gegen den Mediumaustritt konstruiert, verhindert jedoch nicht immer wirksam den Gaseintritt. Durch diese Schwachstelle dringt, wenn auch in kleinen Mengen, Luft ein. In Bohrungen der Impulsleitungen, die verschiedene Druckkammern der Ventilsteuerung verbinden, besteht eine Mikroströmung, die oft ausreicht, um die herab transportierte oder vor Ort entstandene Feinstdispersion darin bis zum Funktionsausfall zu verteilen oder abzulagern.
- In den Magnetventilen werden die Servokanäle durch das magnetische Spulenfeld mit Oxiden regelrecht vollgesogen.
- In Wärmeübertragern (WT) erfahren die feinstdispersen Metalloxide eine Diffusionskraft, die sie umso stärker in Richtung Medientrennwand treibt, je größer die Temperatur-Differenz der Medien ist. Sie bleiben dort haften und bilden immer dicker werdende Schichten.
Ganz besonders sind davon die Platten-WT betroffen, da die Strömung in ihrer Richtung und Geschwindigkeit durch die Plattenkanäle allgemein ungeordnet verläuft. Dadurch sind die Bereiche mit laminaren Medienströmen zuerst betroffen.
- Die Fußbodenheizung, oder die heute immer beliebter werdende Baukörperaktivierung mit ihrer durch die kleine Temperaturspreizung ausgedehnten Flächenverrohrung, bietet zwangsweise mehr Sauerstoffeinbruchstellen zur Oxidbildung als es einer Dauerfunktion zuträglich ist.

Welche Maßnahmen sind geeignet, diese Korrosionsvorgänge zu reduzieren oder evtl. ganz zu vermeiden?

1. Werkstofftechnische Maßnahmen

Die Wahl des Werkstoffs ist ein wichtiger Faktor. Das gilt insbesondere bei Mischinstallationen. Tritt ein Korrosionsproblem auf, ist diese Phase bereits abgeschlossen. Die Werkstoffwahl wird in der Planungsphase festgelegt.

2. Einsatz von Inhibitoren

In industriellen Wassersystemen wie Kühlwassersystem (offen, geschlossen), Kesselspeisewasser, Heizungsanlagen (Fernheizwässer) oder Brauchwassersystemen nimmt neben der Wasseraufbereitung (Entsalzung, Enthärtung, Entfernung von Sauerstoff) der Einsatz von Korrosionsinhibitoren einen großen Raum ein. Bei den Inhibitoren handelt es sich um anorganische oder organische Verbindungen, die auf Grund ihrer speziellen Natur die Feststoffoberfläche entweder als Einzelmoleküle oder als größere Aggregate aus vielen Einzelmolekülen belegen. Durch ihre Anwesenheit an der Grenzschicht zwischen Medium und Werkstoff vermindern sie die Geschwindigkeit der chemischen Reaktion.

Je nachdem, ob ein Inhibitor überwiegend die anodische Teilreaktion (der Metallauflösung) oder die kathodische Teilreaktion (der Reduktion eines Oxidationsmittels) beeinflusst, spricht man von einem kathodischen oder anodischen Inhibitor. Als kathodischer Inhibitor ist z.B. das in nahezu allen Leitungswässern enthaltene Calciumhydrogencarbonat anzusehen, das im Bereich der durch die entstehenden Hydroxyl-Ionen alkalisch reagierenden Kathodenflächen Calciumcarbonat-Deckschichten bildet, die dann die kathodische Sauerstoffreduktion hemmen, weil sie als Nichtleiter den Durchtritt von Elektronen behindern.

Die im Handel erhältlichen Inhibitormischungen enthalten überwiegend anodische Inhibitoren, die die Korrosion durch Bildung von Deckschichten mit dem korrodierenden Metall hemmen. Diese Deckschichten behindern jedoch normalerweise nicht die kathodische Reaktion. Wenn der Schutz mit anodischen Inhibitoren nicht vollständig ist, so führt dies dazu, dass u.U. sehr kleine, nicht-geschützte anodische Bereiche relativ großen kathodischen Flächen gegenüberstehen. Unter diesen Bedingungen kann es dann zu stark ausgeprägter örtlicher Korrosion kommen, die sich in Form von Lochfraß bemerkbar macht. Auf Grund dieses Effektes werden anodische Inhibitoren auch als **gefährliche** Inhibitoren bezeichnet.

3. Einsatz von Sauerstoffbindern

Mit der Verwendung beispielsweise von Natriumsulfat wird Sauerstoff gebunden. Bei Kupferanteilen in den Installationen kann sich hierbei aber Kupfersulfid bilden und damit eine gefährliche Korrosion entstehen.

Eigentlich alle Reduktionsmittel, die als Sauerstoffbinder verwendet werden, haben Nebenwirkungen, die jeweils vom Fachmann berücksichtigt werden müssen. Eine Überdosierung von Sauerstoffbindern kann dazu führen, dass freie Wasserstoffe entstehen. Dann hätte man genau das Gegenteil erreicht. Starke Korrosion mit entsprechender Schlammbildung entsteht. Das Material kann verspröden. Die gesamte Anlage kann damit funktionsunfähig gemacht werden.

4. Das physikalische Verfahren:

Durch die magnetische Behandlung des Mediums kann ein hocheffektiver Korrosionsschutz im Kreislauf erreicht werden.

Im Wesentlichen sind hierbei zu berücksichtigen:

- Magnetfeldstärke und Polarität
- Abstimmung der Feldlinienrichtung mit der Strömungsrichtung
- Strömungstechnik bzw. Geschwindigkeit des Mediums im Magnetfeld

Unter dem Produktnamen MdA Magnetisch-dynamischer Abscheider besitzt die Firma ALLESCH Umwelt&Wassertechnik, mit Sitz in Klagenfurt, das exklusive Vertriebsrecht für Österreich. Durch hunderte von Einsätzen konnte nachgewiesen werden, dass dieses Verfahren ein sehr zuverlässiger und für den Anwender eine sichere und risikofreie Technik darstellt.

Zur Erläuterung der Funktion:

Bei der Verwendung von Eisenrohren findet immer eine Korrosion statt. Der Korrosionsschlamm bei einer Neuanlage ist hellbraun, es ist Hämatit, Fe_2O_3 . Dieses oxidiert weiter bis zum Magnetit Fe_3O_4 . Dieses Produkt ist von entscheidender Bedeutung. Magnetit ist ideal, magnetisierbar und haftet magnetisch geladen schnell an der Rohrwandung oder an Magneten an. Die magnetische Behandlung beschleunigt die Entwicklung von Hämatit zum Magnetit. Was im Normalfall 1-2 Jahre benötigt, läuft hierbei in wenigen Wochen ab. Das Magnetit hat eine weitere ideale Eigenschaft: an diese Partikel lagern sich andere Partikel, wie Kalk und Schmutz gierig an.

Unter Ausnutzung dieser Eigenschaften gelingt es bei Verwendung eines „**MdA-Magnetisch-dynamischen Abscheider**“ in wenigen Wochen, bei Altanlagen in wenigen Monaten, über die Magnetabscheidung alle Ablagerungen im Rohrsystem zu

entfernen. Die hoch magnetisierten Magnetite lagern sich spontan an einer freien Eisenfläche an.

Auf diese Weise entsteht eine über das gesamte System geschlossene Korrosionsschutzschicht. Damit wird die Korrosion praktisch auf Null gefahren. Ein kleiner Rest an Korrosion bleibt erhalten, da dieser Prozess dynamisch ist. Die Magnetite, die sich an den Wandungen angelagert haben, fallen auch wieder ab und werden durch neue ersetzt. Diese Restbestände von Ablagerungen, die sich an den Magneten des Gerätes anlagern, sind so gering, dass sie kaum erkennbar sind und es ausreicht, einmal jährlich diese Magnete mit einem Wasserstrahl abzuspielen.

Dieser fast 100-prozentige Korrosionsschutz ist nur dann gewährleistet, wenn die Magnetabscheidung sicherstellt, dass Partikel bereits vor Ablagerungsfähigkeit abgeschieden werden.

Wir wissen, dass die Korrosionspartikel im Medium wachsen. Wenn sie eine Größe von 10 – 12 µm erreichen, lagern sie sich ab und bedecken die Rohroberfläche. Das muss unterbunden werden, und deshalb ist es so wichtig, dass Partikel bereits unter 10 µm abgeschieden werden. Das MDA-Gerät hat eine Abscheidung bereits ab einer Korngröße von 1 µm.

Aber auch bei Nichteisenmetallen und insbesondere bei Mischinstallationen kann diese Technologie den Korrosionsschutz sicherstellen.

Die Kristallstruktur des Magnetit ist identisch mit der des in der Natur vorkommenden Halbedelsteins SPINELL ($MgO \times Al_2O_3$). In diesem kann das Magnesium durch andere zweiwertige Metalle mit annähernd gleichem Atomradius ersetzt werden, z.B. durch Fe, Cu, Ni, Cr, Mn, Zn oder ihre Gemische. Auch das dreiwertige Aluminium in der Al_2O_3 Gruppe ist durch andere dreiwertige Metalloxide, z.B. Fe_2O_3 oder Cr_2O_3 ersetzbar. Die Kristallgitterplätze der zweiwertigen Metalle können durch Kombinationen aus drei- und einwertigen Elementen im Verhältnis 1:1 und die der dreiwertigen Metalle durch Kombinationen aus vier- und zweiwertigen eingenommen werden. Fast alle Spinelle weisen stark magnetische Eigenschaften auf, u.a. auch Spinelle mit Kupfer, Zink, Nickel und Mangan. Die magnetischen Eisenoxide haben eine große aktive Oberfläche. Dadurch werden teilweise bei der Abscheidung mit ihnen auch nichtmagnetische Metalloxide und andere Verunreinigungen absorbiert.

Einfach ausgedrückt, es wird zu Beginn des Prozesses immer ein Eisenoxid benötigt. Darauf aufbauend entstehen Verbindungen, die eine magnetische Abscheidung ermöglichen. Die Bildung der Korrosionsschicht wird beschleunigt.

Das Vertrauensvolle an diesem Verfahren ergibt sich aus der Tatsache, dass relativ einfach der Fortschritt und letztendlich der Erfolg gemessen werden kann. Durch die Analyse des Mediums, d.h. durch die Ermittlung der metallischen Bestandteile, der Leitfähigkeit und des PH-Wertes des Mediums ist eine Kontrolle jederzeit möglich.

Es ist schon verwunderlich, dass dieses Verfahren unter Fachleuten so wenig bekannt ist, insbesondere, da Kosteneinsparung und Risikolosigkeit eindeutig dafür sprechen.

Michael ALLESCH „Umwelt&Wassertechnik“

A-9020 Klagenfurt, Am Mühlgang 3/1

Tel/Fax: 0463-515320

Email: m.allesch@umwelt-wassertechnik.at