

Korrosionsschutz mit Emulsionen am Beispiel der Konservierung von Präzisionsrohren

Dr. Achim Losch

Fuchs Europe Schmierstoffe GmbH

Zusammenfassung

Der zuverlässige Schutz von Präzisionsrohren mit wässrigen Korrosionsschutzemulsionen stellt für den Ölhersteller und den Anwender eine große Herausforderung dar. Eine langsame Trocknung der metallischen Oberfläche, die daraus resultierende ungenügende Filmbildung mit nachfolgender Korrosion sowie eine Beeinträchtigung der Emulsion durch Mikroorganismen und Salze sind die größten Gefahren beim Einsatz solcher Systeme. Sind aber die Emulsion, das Applikationsverfahren und die Badkontrolle optimal aufeinander abgestimmt, können hervorragende Ergebnisse erzielt werden.

Einleitung

Durch das Bestreben der europäischen Gesetzgeber, die Emission von klimarelevanten Stoffen wie Kohlenwasserstoffe zu begrenzen, werden zunehmend Konzepte auch zum Ersatz von lösemittelhaltigen Korrosionsschutzmitteln diskutiert. Die in der Schweiz erhobene sogenannte Lenkungsabgabe für VOC (Volatile Organic Compounds, Kohlenwasserstoff-Lösemittel) hat hier bereits zum Ersatz von vielen Lösemittelanwendungen geführt. Die Möglichkeiten und Grenzen von wässrigen Korrosionsschutzemulsionen sollen daher unter Berücksichtigung der Auswirkungen auf die betriebliche Praxis diskutiert werden.

Aufgaben des Korrosionsschutzmittels

Dem Konservierungsverfahren fallen also eine Reihe von Aufgaben zu. Die endbearbeiteten Rohre befinden sich in unterschiedlichen Oberflächenzuständen. Geglühte Oberflächen sind sauber und frei von Zunder, so dass sie nicht gereinigt sondern nur konserviert werden müssen. Anders sind die Verhältnisse bei Zügen mit reaktivem Ziehöl, das zusammen mit Abrieb auf den Rohren verbleibt. Hier muss das Korrosionsschutzmittel auch Reinigungsaufgaben übernehmen. Abmessungen, die nur durch Phosphatierten und Beseifen darstellbar sind und eine vorgeschaltete alkalische Wäsche erfordern, sind hingegen oft noch feucht und oberflächlich reaktiv. Sie sollten unmittelbar nach der Reinigung durch das Korrosionsschutzmittel passiviert werden.

Anforderungen an die Oberfläche

Halbzeuge wie Präzisionsrohre werden in der heutigen globalen Wirtschafts- und Handelsstruktur zunehmend weiter und über eine längere Zeit hinweg transportiert und gelagert. Lagen früher Fertigungs- und Verarbeitungsort weitgehend zeitlich und räumlich zusammen, ist es heute häufig erforderlich, Rohre auch zwischen Klimazonen unter kritischen Bedingungen zu transportieren und zwischenzulagern wie es beim Überseetransport der Fall ist. Andererseits steigen ebenfalls die Anforderungen an die Sauberkeit der Oberflächen und die leichte Entfernbarkeit des aufgetragenen temporären Korrosionsschutzmittels. Überölte und in den modernen milden Reinigern nur schwer zu entfettende Rohre sind unverkäuflich, da sie beim Verarbeiter zu Ausfällen durch Oberflächenfehler und mangelnder Lackierbarkeit führen.

Gewünscht wird also die saubere, nur dünn und gleichmäßig konservierte Oberfläche mit zuverlässigem Korrosionsschutz.

Art und Applikation des Schutzfilms

Der Korrosionsschutzfilm darf auch nach längerer Lagerung nicht ablaufen und muss leicht mit mild-alkalischen Reinigern entfernbar sein. Daher ist seine Dicke auf die Größenordnung der mittleren Rautiefe von maximal 2 µm begrenzt. Die Schutzwirkung lässt sich deshalb nur durch die Konsistenz und die chemische Struktur des Films steuern. Der Schutz durch die Barrierewirkung des Films steigt wie in Bild 1 dargestellt mit zunehmender Konsistenz

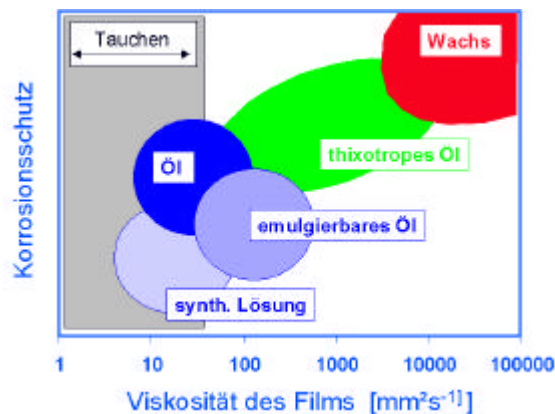


Bild 1: Systemvergleich

an, von ölig über ölig-thixotrop bis hin zu wachsartig. Bei gegebener Filmart bestimmt dagegen das Know-how der Additivierung die Leistungsreserven des Korrosionsschutzmittels. Diese Korrosionsinhibitoren adsorbieren nämlich auf der Metalloberfläche in molekularer Struktur und bewirken so einen hocheffektiven Aktivschutz.

Andererseits erfordert die Erzeugung dünner Filme im Tauchverfahren eine niedrige Viskosität während der Applikation. Daher können höherviskose Filme nur verdünnt oder durch Erwärmung aufgetragen werden. Beide in Bild 2 skizzierten Maßnahmen senken die Anwendungsviskosität reversibel, so dass der im Endzustand gebildete Film die gewünschten Eigenschaften besitzt.

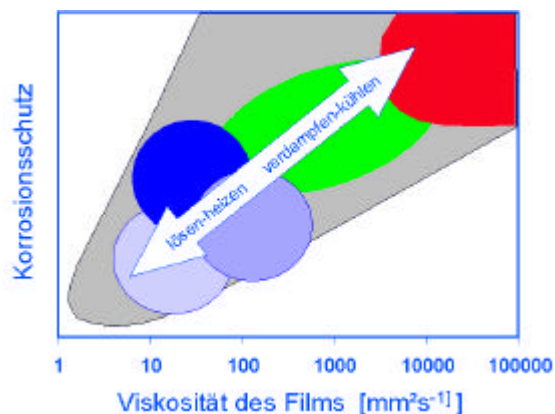


Bild 2: Applikationsfähigkeit der Systeme

Während die rein öligen oder wachsartigen Systeme hydrophobe Eigenschaften haben und durch korrosionsförderndes Wasser, Salze oder aggressive Gase nicht so stark beeinträchtigt werden, können aus Emulsionen erzeugte Filme naturgemäß leichter durch Kondenswasser zurück emulgiert oder gar abgewaschen werden. Diese durch Emulgatoren hervorgerufene Erblast kann aber durch eine geeignete Additivierung des Konzentrates bis zu einem gewissen Grad kompensiert werden, so dass in

vielen Fällen sehr zufriedenstellende Ergebnisse erzielbar sind. Wird während einer begrenzten Zeit ein erhöhter Schutz gefordert, z. B. beim Transport unter ungünstigen klimatischen Bedingungen kann durch die Zugabe von Dampfphasen-Korrosionsschutzmitteln (VCI) in die Verpackung die Schutzwirkung der jeweils nächsten Konsistenzklasse erreicht werden. Bild 3 zeigt diesen Zusammenhang orientierend.

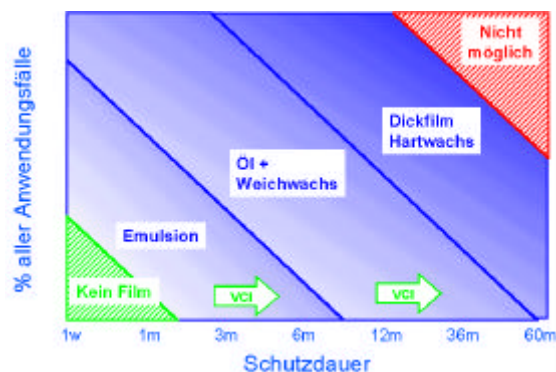


Bild 3: Anwendungsbereich der Systeme

Wirkung von Korrosionsschutzemulsionen

Wird ein Schutzfilm durch Tauchen des Metalls in die wässrige Emulsion aufgebracht, können nach Bild 4 zwei Zustände unterschieden werden: Die eingetauchten oder noch emulsionsfeuchten Oberflächen einerseits sowie der vollständig getrocknete ölige Film.

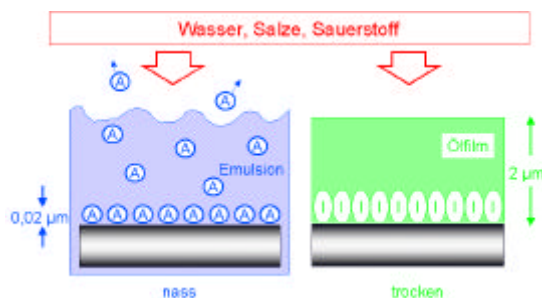


Bild 4: Korrosionsschutzmechanismen

In der Nässe gibt es keinen geschlossenen Ölfilm als Barriere auf dem Metall. Hier wirken ausschließlich die adsorbierten Inhibitoren, die aber nur in der Wasserphase wirksam werden. Daher nimmt die Schutzwirkung im Nassen mit dem Anteil des tatsächlich gelösten Korrosionsschutzmittels zu (Bild 5). Ein demulgierendes Öl ohne Inhibitoren in der Wasserphase ist deshalb unwirksam. Häufig werden Inhibitoren verwendet, die über ihre Wirkung im Wasser hinaus in geringem Umfang aus der Emulsion verdampfen und so auch die nicht

eingetauchten Oberflächen schützen, auf denen sich noch kein Ölfilm gebildet hat.

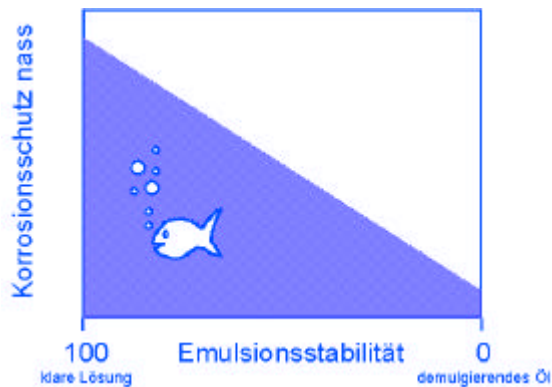


Bild 5: Nasskorrosionsschutz

Dieser wässrige Aktivschutz reicht wegen seiner äußerst geringen Dicke und Stabilität nicht für eine längere Lagerzeit der Werkstücke aus. Er überbrückt nur die Zeit während der Applikation und im feuchten Zustand. Die eigentlich gewünschte Schutzdauer lässt sich nur mit einem echten Film erzeugen, der die nötige Barrierewirkung ausbildet. Die im Öl gelösten Inhibitoren gewährleisten dabei den Schutz gegenüber Wasser, Salzen und anderen korrosiven Stoffen. Daher übersteht ein so behandeltes Rohr auch eine nachträglich Betauung unbeschadet, wenn genügend wirksame Inhibitoren im Film vorhanden sind. Es gibt also für den Langzeitschutz einen umgekehrten Zusammenhang mit der Emulsionsstabilität wie beim Nass-Schutz (Bild 6).

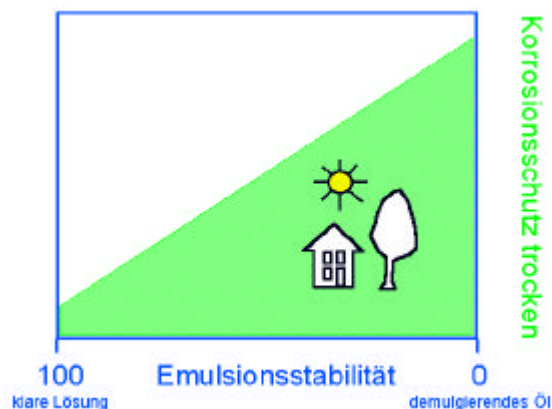


Bild 6: Korrosionsschutz des Films

Filmbildung

Sowohl eingetaucht als auch mit vollständig ausgebildetem Ölfilm sind die metallischen Oberflächen geschützt. Wenn das Wasser vom nassen Teil verdunstet lässt aber der Nass-Korrosionsschutz nach während sich der ölige

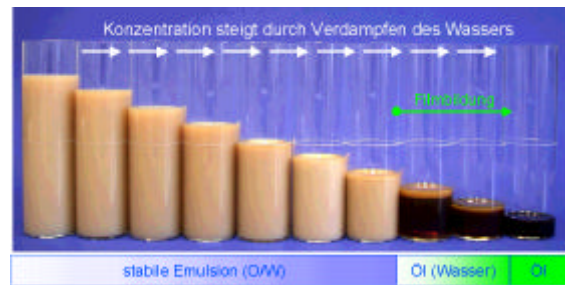


Bild 7: Filmbildung beim Trocknen

Schutzfilm erst nach der Phasentrennung der Emulsion bildet. Dieser Übergang birgt eine besondere Korrosionsgefahr bei verzögerter Trocknung und Filmbildung durch ungenügende Konvektion oder niedrige Temperatur. Bild 7 zeigt die Filmbildung einer Korrosionsschutzemulsion wie bei der Trocknung von Metallteilen. Die Konzentration steigt an bis die Emulsion bricht, eine ölige Phase entsteht und die Filmbildung setzt ein.

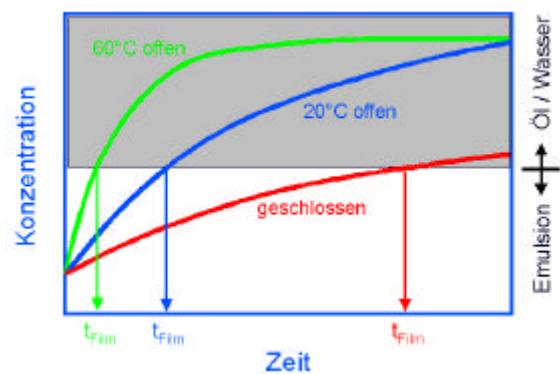


Bild 8: Zeitlicher Verlauf der Filmbildung

Der zeitliche Verlauf der Filmbildung ist in Bild 8 beschrieben. Bei hoher Temperatur und konvektiver Luftzirkulation verdunstet das Wasser rasch. Der Film bildet sich nach kurzer Zeit aus und die Korrosionsgefahr durch Restfeuchtigkeit ist minimal. Wird die Temperatur abgesenkt, setzt die Filmbildung erheblich später ein mit entsprechend höherem Restrisiko. Besonders kritische Bedingungen sind in Spalten und in gefangenen Räumen anzutreffen, aus denen kaum Wasser entweicht. In Spalten ist durch den Kapillareffekt noch ein weiterer Effekt zu beobachten. Die mit der Verdampfung zurückgehende Emulsionsfront nimmt noch stabil emulgiertes Korrosionsschutzkonzentrat mit, so dass auf diesen Flächen nur minimale Filme gebildet werden (Bild 9). Verdunstetes Wasser von benachbarten Oberflächen kann zur Korrosion führen. Spaltet sich schließlich die Emulsion durch den Anstieg der Konzentration, werden örtlich große Ölmengen abgeschieden. Ein ungleich-

mäßiger Film mit großen Öltröpfen aber auch fast trockene Stellen sind die Folge.

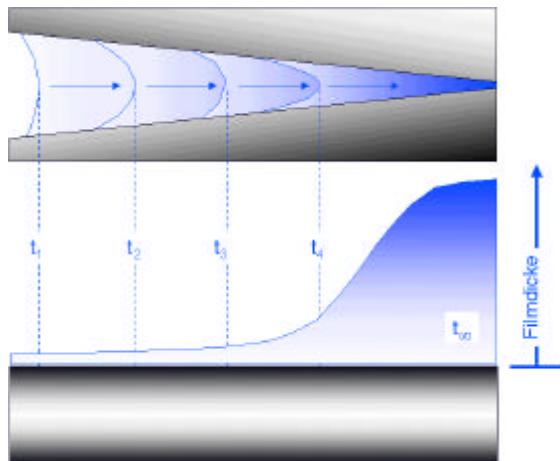


Bild 9: Filmbildung im Spalt

Prozesskontrolle

Um diese nachteiligen Effekte zu vermeiden und trotz der systembedingten widrigen Einflüsse einen gleichmäßigen und dünnen Ölfilm mit dem gewünschten Korrosionsschutz zu erzeugen, muss das emulgierbare Korrosionsschutzmittel auf die betrieblichen Prozesse abgestimmt sein. Andererseits können nur optimale Ergebnisse erzielt werden, wenn die



Bild 10: Verfahrenskontrolle

entscheidenden, in Bild 10 dargestellten Verfahrensparameter eingehalten werden: Überwachung und Pflege der Emulsion, die Temperaturkontrolle des Bades sowie ausreichende Trocknungsbedingungen der Werkstücke. Die für die Filmbildung und den damit erzeugten Korrosionsschutz vorteilhafte hohe Badtemperatur bewirkt darüber hinaus auch eine weitgehende Stabilität der Emulsion gegenüber Mikroorganismen.