Biobasierter Korrosionsschutz für Metallwerkstoffe durch Analogy von mikrobiellen Exopolymeren aus nachwachsenden Rohstoffen

16953 N

Aufbauend auf den Ergebnissen eines Vorgängerprojektes wurden hier unlegierter Stahl (St-37) und hochlegierter Stahl (1.4301) in wässrigen Milieus untersucht. Dabei konnte gezeigt werden, dass eine Beschichtung mit Cyclodextrinen sowohl vor einer bakteriellen Besiedlung als auch gegen (Bio-) Korrosion schützt. Über 12 Wochen konnte die Besiedlung um bis zu 90 % und die Biokorrosion durch Sulfat-reduzierende Bakterien um 80 % reduziert werden.

Es wurden hauptsächlich modifizierte Cyclodextrine eingesetzt. Durch ein neu entwickeltes Standardverfahren zur Tauchbeschichtung mit zusätzlicher Polymerisierung konnten Schichten von bis zu 80 µm Dicke und einer homogenen Flächenbedeckung von >99,9%, erzeugt werden und zwar unabhängig vom verwendeten Cyclodextrin. Oberflächenspektroskopische Methoden bestätigten, dass die Adsorbatschichten aus polymerisierten Cyclodextrinen bestehen. Weitere Untersuchungen deuteten darauf hin, dass die Reaktion von Carboxyl- und / oder Hydroxyl-Funktionsgruppen mit Auflösungsprodukten, die an den Anoden freigesetzt werden, eine gezielte Bedeckung bzw. Blockade dieser elektrochemisch aktiven Areale bewirken und damit das Korrosionsgeschehen reduzieren.

Durch elektrochemische Methoden konnte nach drei Tagen Auslagerung des unlegierten Stahls St-37 für Cyclodextrin-beschichtete Proben ein erweiterter Passivbereich mit einer Verschiebung des Durchbruch-Potentials in die anodische Richtung (abhängig von der Cyclodextrin-Variante) festgestellt werden. Untersuchungen an hochlegiertem Stahl (1.4301) in chloridhaltigen Lösungen zeigten, dass sowohl in beimpften als auch in sterilen Ansätzen Cyclodextrin-modifizierte Proben im Vergleich mit unbeschichteten Kontrollwerkstoffen eine Verschiebung des Lochbildung-Potentials in anodische Richtung bewirken. Untersuchungen mittels zyklischer Voltammetrie deuten darauf hin, dass Cyclodextrine einen Einfluss auf die kathodische Teilreaktion (z.B. Reduktion des Sauerstoffs) nehmen. Es wurden weitere MIC-Simulationsversuche an St-37 durchgeführt und gravimetrisch ausgewertet. Sämtliche Adsorbate reduzierten die anaerobe Korrosion von unlegiertem Stahl St-37 sowohl durch den marinen Stamm *D. alaskensis* als auch den nicht-marinen Stamm *D. vulgaris* deutlich. Nach 21 Tagen Auslagerung betrugen die Korrosionsraten der unbeschichteten Kontrollproben jeweils etwa 0,5 mm/a; die Beschichtung mit Cyclodextrin reduzierte die Korrosionsrate um bis zu 99% auf etwa 0,0035 mm/a. Auch nach 3 Monaten Auslagerungszeit wurde der Gewichtsverlust durch mikrobiologisch induzierte Korrosion (MIC) noch um mehr als 78% reduziert.

Bei der Biofilmbildung durch schädliche Mikroorganismen fiel die Besiedlung von Cyclodextrin-modifizierten Werkstoffoberflächen durch Sulfat-reduzierende Bakterien nach 7 Tagen um etwa 35% geringer aus als die der unbeschichteten Kontrollen. Im Falle des Mn-Oxidanten *L. discophora* zeigten die Cyclodextrin-modifizierten Werkstoffproben eine um bis zu 90% reduzierte Besiedlung. 3D-Aufnahmen zeigten darüber hinaus deutlich, dass sich die Biofilme lediglich auf der Oberfläche der etwa 20 µm dicken Adsorbatschichten bildeten und damit über den gesamten Versuchszeitraum räumlich von den Metalloberflächen getrennt blieben.

Dieses Projekt hat gezeigt, dass die gezielte Funktionalisierung der Cyclodextrine und der damit einhergehende Korrosionsschutz mit deutlich weniger Aufwand umgesetzt werden kann, als das mit herkömmlichen biobasierten Schutzschichten (EPS) möglich ist.

Bearbeitet wurde das Forschungsthema von 02/11 bis 12/13 von dem **DECHEMA-Forschungsinstitut /vormals Karl-Winnacker-Institut**, (Theodor-Heuss-Allee 25, 60486 Frankfurt, Tel.: 069/7564-398) unter der Leitung von PD Dr. W. Fürbeth (Leiter der Forschungsstelle Prof. Dr. K. Wagemann) und der **Universität Duisburg-Essen, Biofilm Centre, Aquatische Biotechnologie** (Geibelstraße 41, 47057 Duisburg, Tel.: 0203/379-4475) unter der Leitung von Prof. Dr. W. Sand (Leiter der Forschungsstelle Prof. Dr. W. Sand).

--> TIB

Gefördert durch:

Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Das IGF-Vorhaben Nr. 16953 N der Forschungsvereinigung DECHEMA, Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e.V., Theodor-Heuss-Allee 25, 60486 Frankfurt am Main wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.