

Wurmfraß & Co: Ursachen für Korrosion von Aluminium kennen

Warum Korrosionsbedingungen entscheidende Rollen spielen

Häufig auftretende Schadensursachen, die der maritimen Klima-Beanspruchung von verschiedenen Metallsubstraten zuzuordnen sind, stehen im Fokus dieser Serie. Dr. Thomas Herrmann, Gutachter auf dem Gebiet des Korrosionsschutzes sowie der Pulverbeschichtung, stellt praxisnahe Schadensfälle vor, benennt die Ursachen sowie Hintergründe und beschreibt den Einfluss des Substrats. In diesem Serienteil geht es um Aluminium als Substrat, den Einfluss der Vorbehandlung und worauf Beschichter achten müssen.

VON DR. THOMAS
HERRMANN

In der elektrochemischen Spannungsreihe, in der Metalle nach der Größe der Potenzialdifferenzen, die sich an der Phasengrenze zwischen diesen Elementen und den aktiven Lösungen ihrer Ionen einstellen, ist der Werkstoff Aluminium ein unedler Werkstoff, der schneller als Stahl und Zink korrodiert, aber langsamer als Magnesium. Grundsätzlich wird ein Metall als unedel bezeichnet, wenn sein Standardpotenzial niedriger ist als das von Wasserstoff.

„Insbesondere spielen dabei die Korrosionsbedingungen eine entscheidende Rolle. Allgemein wird immer noch häufig die Auffassung vertreten, dass dieser oft verwendete Werkstoff auf Basis seines geringen spezifischen Gewichtes, seiner viel gerühmten glatten Oberfläche sowie der guten Bearbeitbarkeit, z.B. durch Schleifen, Sägen und Bohren an der normalen Atmosphäre nicht rostet und daher immer wieder ohne Beschichtung Verwendung findet. Dies ist jedoch aus Korrosionsschutz-Sicht eine völlig falsche Interpretation seiner Eigenschaften. Es zeigt sich im Gegenteil, dass dieser Werkstoff nur unter chemisch neutralen Atmosphärenbedingungen, aufgrund einer sich rasch ausbildende Passivschicht auf der Oberfläche, eine gewisse Korrosionsbeständigkeit aufweist“, erläutert Dr. Thomas



Zur besseren Bewertung und Vermessung der Filiformkorrosionsfäden ist das Bauteil für die Untersuchung im Labor partiell entlackt worden.

Fotos: Dr. Herrmann GmbH

Herrmann die Hintergründe. Wirken jedoch saure oder basische Chemikalien auf den Werkstoff ein, insbesondere Chloride durch maritime Meerwasser-Beanspruchung, so zersetzt sich diese natürliche Aluminiumoxid-Passivierung sehr schnell wieder.

Kontaktkorrosion spielt eine wesentliche Rolle

Dadurch können dann aggressive Korrosions-Stimulatoren, wie Meersalze, Auftausalze als Winterhilfsmittel, alkalische oder saure Reinigungsmittel das Aluminium sehr schnell angreifen und führen teilweise bis zur kompletten Materialzersetzung. Dabei spielt Kontaktkorrosion bei direkter Oberflächenberührung in Anwesenheit eines Elektrolyten (bevorzugt Wasser) eine wesentliche Rolle.

Aber auch beschichtete Aluminiumoberflächen zeigen besonders in salzhaltiger Luft und einem Chlorid-An-

griff durch Meerwasser eine ganz spezielle, für den Aluminium-Werkstoff kritische Korrosionsart, die sogenannte „Filiform-Korrosion“. „Dabei bilden sich fadenförmig verlaufende Korrosions-Kanäle zwischen der eigentlichen Aluminium-Oberfläche und der darüber befindlichen Beschichtung aus. Durch Defektstellen im Lackfilm, wie Poren oder mechanische Beschädigungen, aber auch aufgrund zu geringer Schichtdicken lagern sich Chloride an. Bei entsprechender relativer Luftfeuchtigkeit entstehen so hochkonzentrierte Elektrolyt-Tröpfchen und in Verbindung mit Luftsauerstoff bildet sich eine aktive Korrosionszelle. Diese besteht aus einem von der Verletzungsstelle wandernden Fadenschwanz (Kathode) und einem Fadenschwanz (Anode). Ein einmal initiiertes Chlorid-Angriff kann auch in relativ trockenem Klima weiter fortschreiten, wie bestimmte Auslagerungsversuche im

Gutachterlabor gezeigt haben“, so Dr. Herrmann.

Ursache ist neben den wirkenden Korrosionsstimulatoren auf Basis von aggressiven Chloriden, eine bestimmte Form der durch Bearbeitungsprozesse herbeigeführte Verletzung des Aluminium-Metallgitters. Dabei wird von einer sogenannten „Deformations-schicht“ gesprochen, wie sie bei Herstellungsprozessen von gewalzten Aluminium-Blechen und stranggepressten Aluminium-Profilen (mechanische Umformung unter hohem Druck und hoher Temperatur) entstehen kann. Sie ist bildlich und messtechnisch gegenwärtig kaum darstellbar und möglicherweise weitere Einflussfaktoren für ihre Entstehung (z.B. Aluminium-Legierungen, Wärmeprozesse u.a.) sind wissenschaftlich noch nicht abschließend geklärt.

„Noch vor 10 bis 15 Jahren wurden unter Anwendung von vorrangig Gelb-Chroma-



Das pulverbeschichtete Aluminium-Bauteil weist nach dem 1000stündigen Filiformkorrosionstest deutlich erkennbare und fadenförmig verlaufende Korrosionskanäle auf.

tierungen in Verbindung mit sauren Beiz-Abtragsraten von $> 2 \text{ g/m}^2$ relativ positive Effekte im Zusammenhang mit der Filiformkorrosions-Beständigkeit realisiert. Die Dicke der Passivierung beträgt ca. $0,5$ bis $1,0 \mu\text{m}$. Durch Verbot bzw. starker Einschränkung dieser nicht mehr umweltgerechten Chrom-VI-Passivierung, rückt im stärkeren Maße als beständige nasschemische Oberflächenvorbehandlung eine Voranodisation von Aluminium-Werkstoffen mit vorangegangener alkalischer Beizentfettung und nachfolgend elektrochemisch aufgetragener Oxyd-Passivierung in den Vordergrund“, erläutert Dr. Herrmann.

Voranodisation rückt in den Vordergrund

Anwendungsergebnisse im Fassadenbereich bei maritimer Korrosionsbeanspruchung zeigen durchweg sichere Filiformkorrosions-Beständigkeiten bei nachfolgender Pulverlackierung, da wahrscheinlich im genügenden Maße den kritischen Deformationsschichten des Aluminium-Metallgitters gegengesteuert werden kann. „Dies resultiert bevorzugt aus dem hohen alkalischen Beizabtrag des Aluminium-Werkstoffes sowie der sehr guten Barrierewirkung der

definiert elektrochemisch erzeugten Aluminium-Oxyd-Passivierung gegenüber Chloriden. Nachteile ergeben sich durch signifikant höhere Kosten bei der nasschemischen Vorbehandlung sowie einer deutlich verringerten Verfügbarkeit dieser Passivierungstechnologie bei entsprechenden Anwendungsbetrieben“, so Dr. Herrmann.

Gegenwärtig verwendete Chromfrei-Passivierungen in Verbindung mit üblich eingesetzten sauren Beizentfettungen können der Filiformkorrosion nur sehr unsicher begegnen, da die nano-keramischen Passivierungen mit einem Aufbau von nur 20 bis 30 nm meist ohne wirksame Polymer-Zusätze nur sehr bedingt beständig gegen Chloride sind. Gleiches zeigt sich auch an lediglich mechanisch vorbereiteten (Sweep-Strahlen) Aluminium-Oberflächen mit nachfolgender Pulverlackierung, die ebenfalls nur sehr eingeschränkt eine Filiformkorrosion verhindern können.

ZUM NETZWERKEN:

Dr. Herrmann GmbH & Co. KG,
Dresden,
Dr. Thomas Herrmann,
Tel. +49 351 4961-103,
office@dr-herrmann-gmbh.de,
www.pulverlack-gutachter.de,
www.dr-herrmann-gmbh.de