

Perfekter Korrosionsschutz für oberflächenveredeltes Aluminium

Der Werkstoff Aluminium überzeugt durch seine positiven Eigenschaften: leicht, stark und gut formbar, zudem enorm recyclingfähig. All das hängt maßgeblich von der Oberflächenveredelung ab. Der VOA hat exklusiv für JOT seine Mitgliedsunternehmen zum Thema Aluminium in Hinblick auf den Korrosionsschutz befragt.

Ob Anodisierer oder Beschichter, Chemie- oder Pulverhersteller, beratende oder prüfende Stellen – sie alle engagieren sich professionell, um den Werkstoff Aluminium und seine praktische Anwendung noch attraktiver zu machen. Mit verschiedenen hochleistungsfähigen, umweltverträglichen Oberflächenlösungen können selbst höchste, internationale Qualitätsstandards wie Qualanod für anodisiertes und Qualicoat für beschichtetes Aluminium erfüllt werden. In Deutschland ist der Verband

für die Oberflächenveredelung von Aluminium e. V. (VOA) Generallizenznehmer der beiden weltweit tätigen Qualitätsorganisationen. Viele seiner Mitgliedsunternehmen zählen zu den Lizenz- und Zulassungsnehmern von Qualanod und Qualicoat, darunter auch renommierte Chemiehersteller. Durch die Entwicklung innovativer, umweltschonender Vorbehandlungsschemikalien, die anspruchsvolle Prüfverfahren auf internationaler Ebene durchlaufen, tragen sie als ein wichtiger Baustein der Produkti-

on dazu bei, den strengen Standards – festgehalten in den regelmäßig aktualisierten, jeweiligen Spezifikationen der Qualitätsorganisationen – standzuhalten und die Branche kontinuierlich mit weiterzuentwickeln.

Der VOA möchte die Leser der JOT in sein breit gefächertes Branchennetzwerk mitnehmen, um ihnen einen möglichst umfassenden Einblick in die Welt der Oberflächenveredelung von Aluminium in Hinblick auf den Korrosionsschutz zu bieten und dabei auch einen Fokus auf aktuelle Trends, Innovationen und Maßnahmen zur Sicherstellung höchster Qualitätsansprüche zu setzen. Zu diesem Zweck hat der Verband einige Fachleute zu Wort kommen lassen.

Wie lässt sich Korrosionsschutz langfristig und kostengünstig sicherstellen?

Markus Holl, Haug Chemie:

„Langfristiger und gleichzeitig wirtschaftlicher Korrosionsschutz basiert auf einer optimalen Kombination aus chemischer Vorbehandlung und korrosionsbeständiger Endbeschichtung, abgestimmt auf das jeweilige Einsatzszenario – insbesondere im Bereich der Aluminium-Oberflächenveredelung. Für Bauteile, die dauerhaft beschichtet werden, spielt die Vorbereitung der Oberfläche eine Schlüsselrolle: Eine gründliche Reinigung und die richtige Konversionsschicht, zum Beispiel nanokeramische oder phosphatbasierte Systeme, verbessern die Haftfestigkeit von Lacken oder



Korrosionsprodukte im Band-Eloxal-Überzug bei maritimer Beanspruchung als mikroskopische Weißrost-Darstellung.

© Dr. Herrmann GmbH & Co. KG

Die Interviewpartner

Markus Holl, Leitung Technischer Service, Haug Chemie



Eckart Jacob, Vertriebsleiter National + EG, Metall- und Oberflächenchemie Sperzel GmbH



Thomas Sondermann, Head of AluAcademy, Alufinish GmbH & Co. KG



Stefan Lenzer, Head of Global Business Unit Pretreatment, Chemische Werke Kluthe GmbH



Dr. Christof Langer, Abteilungsleiter Leichtmetall-Oberflächentechnik, fem Forschungsinstitut



Marc Holz, Geschäftsführer, IFO Institut für Oberflächentechnik GmbH



Dr. Thomas Herrmann, Geschäftsführer, Gutachterlabor Dr. Herrmann GmbH & Co. KG



Pulverbeschichtungen und verhindern Unterwanderung durch Korrosion über Jahre hinweg. Die wirtschaftliche Seite sichert man durch stabile, langlebige Badführungen, niedrige Konzentrationen mit hoher Wirksamkeit sowie eine hohe Prozesssicherheit, um Nacharbeit und Ausschuss zu minimieren.

Ergänzend dazu spielt auch der temporäre Korrosionsschutz, zum Beispiel die Eskacorr-Reihe der Firma Haug Chemie, eine zentrale Rolle, um metallische Oberflächen zwischen Fertigungsschritten oder beim Transport zuverlässig zu konservieren, insbesondere bei unbehandelten oder nur mechanisch bearbeiteten Stahl- oder Zinkteilen. Hier setzen wir auf wässrige, lösemittelfreie Korrosionsschutzsysteme sowie ölige oder wachshaltige Produkte – je nach Anforderung an Schutzdauer, Transportweg oder Entfettbarkeit. Diese temporären Schutzschichten sind oft wiederentfernbar und bieten einen wirtschaftlichen Schutz über Wochen oder Monate, ohne die Weiterverarbeitung zu behindern.“

Eckart Jacob, Metall- und Oberflächenchemie Sperzel:

„Bei dem Anodisationsprozess von Aluminiumlegierungen spielt der Prozessschritt Verdichten beziehungsweise Nachverdichten die entscheidende Rolle in Bezug auf den Korrosionsschutz. Dabei sind gute heiß- oder kaltverdichtete Schichten der Garant für Langlebigkeit und Korrosionsbeständigkeit. Mir persönlich ist eine 15 µm, aber gut verdichtete Eloxalschicht lieber als eine 25 µm Eloxalschicht, die schlecht verdichtet ist.“

Thomas Sondermann, Alufinish:

„Meiner Meinung nach ist das Erreichen eines langfristigen Korrosionsschutzes auf pulverbeschichteten Aluminiumoberflächen für den normalen Architekturbereich heute überhaupt kein Thema mehr. Natürlich ist hierbei immer ein korrektes Zusammenspiel zwischen Aluminium-Grundmaterial, chemischer Vorbehandlung und Pulverlack notwendig. Korrosionsschutz für spezielle Anforderungen wie für Gebäude in Küstenregionen und den Schwimmbadbau ist sicherlich teurer, lässt sich aber durch geeignete Kombination aus chemischer Vorbehandlung (Beispiel: Voranodisierte Oberflächen) und speziellen Pulverlacksystemen ebenfalls meistern. In der Vergangenheit wurde hierfür meist einfach der Allrounder ‚Gelbchromatierung‘ eingesetzt. Als dann zur Jahrtausendwende mehr und mehr chromfreie Alternativen auf den Markt drängten, waren natürlich erst einmal die Bedenken groß, den Klassiker Chrom(VI) zu ersetzen.

Unsere ersten Entwicklungen beispielsweise im Bereich von titan- und zirkonhaltigen, zugelassenen Envirox-Verfahren bedeuteten zu dieser Zeit noch eine Men-

ge an Überzeugungsarbeit. Nicht zuletzt auch deshalb, weil man auf der Oberfläche plötzlich keine Farbe mehr sehen konnte und den Korrosionsschutz bezweifelte. In den folgenden 25 Jahren haben sich die Systeme aber immer mehr zu einem verlässlichen Partner etabliert, die meist unsichtbaren Schichtauflagen wurden jetzt mit einfachen Messverfahren bestimmt und schließlich Millionen Quadratmeter an pulverbeschichteten Aluminium-, Stahl- und verzinkten Oberflächen produziert. Zudem erfolgte eine regelmäßige Überwachung unserer zugelassenen Vorbehandlungssysteme durch internationale Qualitätsgemeinschaften, die Jahr für Jahr die Eignung der Systeme bestätigten. Der langfristige Korrosionsschutz ist also bereits sichergestellt.

Zum Thema ‚kostengünstig‘ lässt sich sagen, dass etwa unsere titan- und zirkonhaltigen Envirox-Verfahren gegenüber klassischen Chromatierv Verfahren deutlich wirtschaftlicher arbeiten, da man zum Beispiel nur geringe Ansatzkonzentrationen benötigt und die Abwasseraufbereitung gegenüber den Chromatierv Verfahren erheblich vereinfacht werden konnte. Die Stoffströme und die Umweltbelastung sind hierdurch generell geringer geworden. Langfristiger und kostengünstiger Korrosionsschutz ist aber weiterhin auch nur dann möglich, wenn Lieferketten erhalten und Rohstoffe weiterhin verfügbar bleiben.“

Welche Trends, Entwicklungen oder Anwendungen im Bereich Korrosionsschutz gibt es derzeit?

Markus Holl, Haug Chemie:

Aktuell beobachtet und verfolgt die Firma Haug Chemie eine starke Entwicklung in Richtung nachhaltiger und funktionalisierter Oberflächen. Chromfreie Passivierungen und multifunktionale Schichten, die beispielsweise neben Korrosionsschutz auch elektrische Isolation oder sensorische Eigenschaften bieten, etwa für E-Mobilität und Elektronikanwendungen, sind stark im Kommen. Nanokeramische Passivierungen verdrängen zunehmend klassische Phosphatierungen, weil sie vergleichbar in der Schutzwirkung, dafür aber ressourcenschonender sind. Ein weiterer Trend ist die Digitalisierung in der Prozesskontrolle – von Inline-Messsystemen bis hin zur vorausschauenden Wartung von Chemieanlagen. Auch die Anforderungen an die Kompatibilität mit neuen Werkstoffen, wie Aluminium-Magnesium-Legierungen oder Hybridverbunde, nehmen stetig zu.



Signifikante Lackfilm-Ablösung infolge Unterrostung des Aluminiums.

Für den temporären Korrosionsschutz beobachten wir einen zunehmenden Bedarf an lösemittelfreien, VOC-armen oder sogar wasserbasierten Produkten, die dennoch eine hohe Schutzwirkung bieten – auch unter maritimen Bedingungen. Besonders im Logistik- und Exportbereich gewinnen leicht zu entfernende Schutzsysteme an Bedeutung, etwa für verzinkte oder blanke Stahlteile.“

Eckart Jacob, Metall- und Oberflächenchemie Sperzel:

Die Themen Dekarbonisierung, CO₂-Fußabdruck, Energieeffizienz und Vermeidungsstrategien haben im großen Stil Einzug auch beim Thema Korrosionsschutz gehalten. Das Verdichten in Heißwasser bei 96–98 °C wird von sogenannten midtemperature Sealings bei 85–90 °C ergänzt. Bei den Kalt-Sealingverfahren werden die Inhaltsstoffe Nickel und Kobalt substituiert und es kommen schwermetallfreie Verfahren in den Markt.“

Stefan Lenzer, Chemische Werke Kluthe:

„Im Bereich Vorbehandlung konzentrieren wir uns auf energiesparende Niedrigtemperaturprozesse und berücksichtigen Nachhaltigkeitsfaktoren wie CO₂-Emissionen, Schwermetallfreiheit und Verbrauchsoptimierung. Weiterhin

analysieren wir den CO₂-Fußabdruck unserer Prozesschemikalien, weisen diesen aus und optimieren ihn kontinuierlich, um Kunden bei der Reduktion ihres CO₂-Fußabdrucks zu unterstützen.

Die Prozessautomatisierung gewinnt zunehmend an Bedeutung – und genau hier setzen wir beispielsweise mit unserem System Hakuguard an. Es ermöglicht Anwenden, ihren Vorbehandlungsprozess nicht nur automatisiert zu überwachen und zu steuern, sondern auch digital zu vernetzen. Qualitäts- und verbrauchsrelevante Daten werden in Echtzeit erfasst, intern analysiert und können gleichzeitig direkt an unser Kluthe-Labor übermittelt werden – etwa zur unterstützenden Prozesskontrolle oder im Fall eines Troubleshooting. So schaffen wir eine transparente, stabile und zukunftsorientierte Prozessführung.“

Thomas Sondermann, Alufinish:

„Ich denke es wird in vielen Laboren, so wie auch bei uns, nach neuen, umweltfreundlichen Rohstoffen, speziellen Polymeren und ressourcenschonenden Verfahren geforscht. Auch automatisierte Dosier- und Abreicherungsverfahren sowie Aufbereitungsverfahren gehören dazu. Man muss hier immer ein ‚Gesamtpaket‘ betrachten.“

Beeinflusst recyceltes Aluminium den Korrosionsschutz? Was ist bei der Vorbehandlung zu beachten?

Dr. Christof Langer, fem Forschungsinstitut:

„Das lässt sich nicht pauschal beantworten, da die Schutzwirkung stark davon abhängt, welche Herkunft und Qualität das eingesetzte Recyclingaluminium aufweist. Grundsätzlich wird zwischen drei Arten unterschieden: In Pre-Consumer-Schrott, wie er in Prozessabfällen mit bekannter Legierungszusammensetzung vorkommt, in sortenrein getrennten Post-Consumer-Schrott, zu dem im Architekturbereich beispielsweise demontierte Fassadenelemente oder Fensterprofile zählen, und in gemischt erfassten Post-Consumer-Schrott aus unterschiedlichsten Anwendungsfeldern wie dem Fahrzeugbau, der Haushaltselektronik oder Verpackungen.

Je nach Herkunft unterscheiden sich diese Werkstoffe teilweise erheblich in ihrer chemischen Zusammensetzung. Während Pre-Consumer- und sortenreine Post-Consumer-Schrotte in der Regel kontrollierbare Gehalte an Haupt- und Begleitelementen aufweisen, enthalten gemischte Recyclate häufig erhöhte Konzentrationen an Eisen, Silizium, Kupfer oder Zink. Diese Elemente können sich ungünstig auf die Korrosionsneigung auswirken. Auch die Gefügestruktur, insbesondere hinsichtlich intermetallischer Ausscheidungen, kann stark variieren und das elektrochemische Verhalten negativ beeinflussen. Aussagen, die ein kritisches Korrosionsverhalten auf bestimmte Elementverhältnisse zurückführen, konnten wir im Rahmen unserer bisherigen Untersuchungen allerdings nicht durchgängig bestätigen. Das unterstreicht, wie wichtig es ist, das Thema systematisch und differenziert zu betrachten.

Wir sehen in der Praxis ein sehr breites Spektrum: Sortenrein getrennte Recyclingwerkstoffe mit hohem Sekundäranteil können – bei geeigneter Vorbehandlung – eine ausgezeichnete Korrosionsbeständigkeit in beschichtetem Zustand erreichen. Andere Materialien, insbesondere solche aus gemischten Recyclaten, zeigen hingegen deutliche Schwächen, selbst wenn sie identisch vorbehandelt und beschichtet werden.

In einem gemeinsamen Forschungsprojekt mit einem ChemiehHersteller konnten wir zudem zeigen, dass der Beizprozess einen signifikanten Einfluss auf die erzielbare Korrosionsbeständigkeit hat. Gleichzeitig

© Dr. Herrmann GmbH & Co. KG

hat sich jedoch auch herausgestellt, dass es kein universell anwendbares Beizverfahren gibt, das unabhängig von der Materialherkunft zuverlässig prozesssichere Ergebnisse liefert. Die Variabilität der Ausgangsmaterialien lässt bislang keine Standardisierung zu. Vor diesem Hintergrund gehen wir in einem geplanten Folgeprojekt einem neuen Lösungsansatz nach, der das Potenzial hat, die genannten Herausforderungen deutlich robuster zu adressieren und eine breitere Anwendbarkeit zu ermöglichen.“

Was sind aktuell die Anforderungen an den Korrosionsschutz? Und wie sieht das in Zukunft aus?

Marc Holz, IFO Institut für Oberflächen-technik:

„Die technischen Anforderungen an Korrosionsschutzsysteme auf Aluminium bleiben aktuell nahezu gleich, vielmehr spielt der Kostendruck eine entscheidende Rolle, so dass Korrosionsschutzsysteme stetig optimiert werden müssen. Rohstoffe werden teurer, die Preise für Energie und Personal steigen. All dies führt dazu, dass Anpassungen im Prozess oder der Lackrezeptur erfolgen, zum Beispiel niedrigere Einbrennbedingungen oder andere Rohstoffquellen. Leider führen diese

Anpassungen auch zu versteckten Mängeln, die erst im Laufe der Nutzung zum Vorschein kommen.“

Was sind die häufigsten Ursachen für Schadensfälle bei anodisiertem oder beschichtetem Aluminium?

Dr. Thomas Herrmann, Gutachterlabor Dr. Herrmann:

„Im Rahmen der labortechnischen Schadensaufklärung habe ich als Gutachter Schadensfälle untersucht, die sich vorrangig auf den Außeneinsatz, insbesondere für Aluminiumfassaden an Gebäuden, Fenster, Türen, Balkone und Pfosten-Riegel-Konstruktionen sowie Sonnenschutz-Systeme beschäftigen. Die Fälle charakterisieren für mich folgende Ursachen-Schwerpunkte:

1. Falsche Einordnung der Korrosionsaggressivitäten bezogen auf den Aluminium-Werkstoff
2. Ungeeigneter Einsatz von bandeloxierten Bauteilen für Fassaden und Sonnenschutz-Systeme
3. Nichteingefärbte stückeloxierte Aluminium-Fassadenbleche decken Legierungsunterschiede nicht in genügendem Maße ab (Chargenschwankungen, Walzprozesse)

4. Nichtbeachtung der Prozessvorgaben der Qualitätsgemeinschaften bei der Kombination von Vor-Eloxierung und anschließender Pulver- oder Nasslackbeschichtung
5. Falsche nasschemische OVB für nachfolgend aufgetragene organische Beschichtungen.“

Die Fortsetzung des Artikels mit drei weiteren spannenden Fragen zu den Themen Langlebigkeit, Langzeitperformance und Nachhaltigkeit finden Sie unter www.sn.pub/JOTVOA25 oder über den QR-Code rechts. //



Der VOA freut sich, dass sich so viele Mitgliedsunternehmen bereit erklärt haben, ihre Expertise aus unterschiedlichen Blickwinkeln zu beschreiben, und dankt allen Unternehmen für ihre Antworten.

Kontakt

VOA – Verband für die Oberflächenveredelung von Aluminium e. V., München
Dr. Alexa A. Becker, Geschäftsführerin
info@voa.de
www.voa.de



Ihr Prozess liegt uns am Herzen

Schnell und präzise messen
Ressourcen schonen



LiquidSens
Konzentrationsmessung · Badüberwachung

Besuchen Sie uns auf der
parts2clean
Halle 10
Stand F45



SENSACTION