ISSN 2195-5905 | BAND 8

WOMAG

Kompetenz in Werkstoff und funktioneller Oberfläche

RENNER
INNOVATIVE PUMPEN- UND FILTERTECHNOLOGIE

RENNER
Das Original.
Made in Germany.

Die ganze Welt des Fluidmanagements aus einer Hand

Pumpen – Filter – elektronischer Prozessschutz

productronica 2019
12.–15. November 2019, Messe München

Überzeugen Sie sich selbst auf unserem Messestand in **Halle B3, Stand 368!**

RENNER GmbH | Tel. +49 7043 951-0 | info@renner-pumpen.de | www.renner-pumpen.de

WERKSTOFFE
Fügen von Hybrid-Metallschäumen und Werkstoff-Hybriden

OBERFLÄCHEN
Haftfestigkeitsprüfungen an elektrischen Steckkontakten

WERKSTOFFE
Korrosionsschutz im Multimetall-Leichtbau

OBERFLÄCHEN
Dunkle Edelmetallschichten für dekorative Anwendungen

MEDIZINTECHNIK
Korrosionsbeständige PVD-Schichten für chirurgische Instrumente

SPECIAL
Korrosion und Verschleiß von plasmaanodischen Oxidschichten

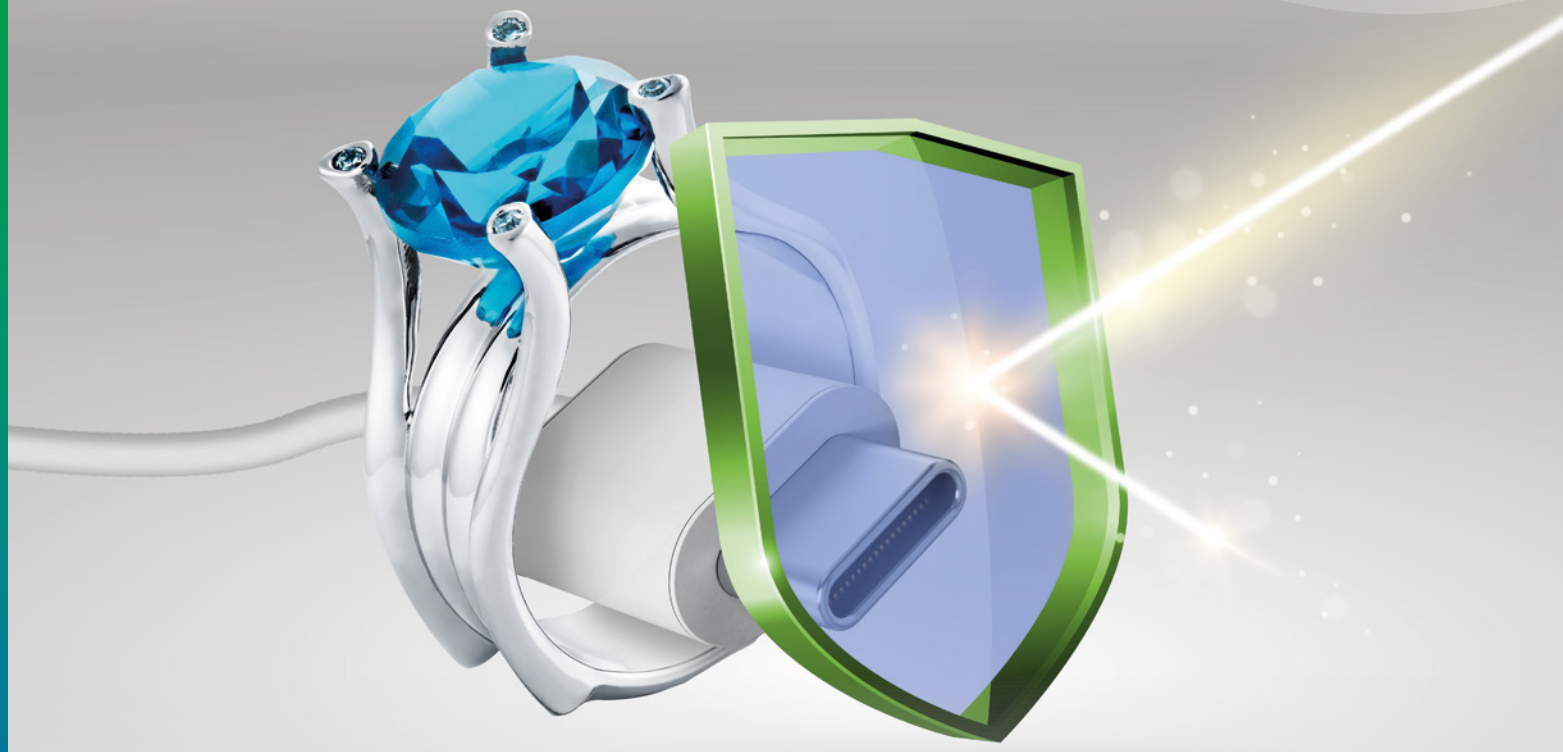
NOVEMBER 2019

Branchen-News täglich: womag-online.de

umicore
Electroplating

Perfekter Schutz
Gesteigerte Qualität

Umicore Sealing und Anlaufschutz schützt und optimiert Edelmetalloberflächen



www.perfekte-oberflaeche.de

Edelmetalle sind per Definition in natürlicher Umgebung weitestgehend korrosionsbeständig. Im täglichen Gebrauch sind sie aber Umwelteinflüssen ausgesetzt, welchen auch sie nicht standhalten können. Optische Makel oder technische Funktionsstörungen sind die unerwünschten Folgen.

QUALITÄTSSTEIGERUNG DURCH PASSENDE SCHUTZSCHICHT

Erfahren Sie auf **www.perfekte-oberflaeche.de**, wie Sie Ihren dekorativen und technischen Produkten gezielten Schutz und qualitative Vorteile verleihen ohne dabei die Eigenschaften Ihrer Edelmetalloberfläche zu beeinflussen.

Umicore Sealing und Anlaufschutz enthalten keine umweltschädlichen Komponenten wie Lösemittel, FCKW, CKW, KW oder Chromverbindungen und sind damit biologisch unbedenklich.

EDITORIAL

Bessere Eigenschaften bei den unverzichtbaren Leichtmetallen

Unter den Leichtmetallen - unverzichtbare Werkstoffe zur Erfüllung der Klimaziele im Bereich des Flugzeug- und Fahrzeugbaus - nehmen die Aluminiumlegierungen den Spitzenplatz beim Einsatz ein. Dazu tragen neue Arten der Werkstoffverarbeitung bei, durch die höherfeste Legierungen herstellbar sind. Ein Beispiel für die Herstellung noch leichterer Teile basiert auf Aluminiumschäumen, wie der Beitrag auf Seite 3 ff. zeigt. Auch die unterschiedlichen Arten der Oberflächenbehandlung und der Beschichtung leisten einen erheblichen Beitrag, dass mit minimalem Werkstoffeinsatz exzellente Beständigkeiten gegen mechanische und korrosive Beanspruchungen erzielt werden können. Das anodische Oxidieren zur Herstellung von sogenannten Harteloxalschichten spielt hier seit langem eine wichtige Rolle.

Ein neueres und spezielles Verfahren der Anodisation ist das plasmaelektrolytische Oxidieren von Aluminium. Hierbei werden unter Einsatz von hohen Spannungen beim Anodisieren Funkenentladungen erzeugt. Diese führen dazu, dass die Oxidschicht kurzzeitig anbeziehungsweise aufgeschmolzen wird. Dadurch verändern sich der kristallographische Aufbau der Oxidschichten und ganz besonders die Eigenschaften: Es entstehen außerordentlich korrosions- und verschleißbeständige Oberflächen, die zudem ungewohnte mechanische Eigenschaften besitzen. Auch wenn die Technologie einen höheren apparativen Aufwand und spezielle technologische Kenntnisse erfordert, wird diese Art der Oberflächenbehandlung aufgrund der herausragenden Eigenschaften zunehmend zum Einsatz kommen. Forscher der TU Chemnitz stellen in der vorliegenden Ausgabe in ihrem Aufsatz auf Seite 23 ff. die bisher erzielten Ergebnisse vor.

Die Entwicklung immer speziellerer Anlagen- und Verfahrenstechnologien ist im übrigen auch auf dem Gebiet der Reinigungstechnik festzustellen, wie im Rahmen der kürzlich stattgefundenen Fachmesse für industrielle Reinigungstechnik parts2clean auf der Fachpressekonferenz betont wurde. So werden zunehmend für jede Anwendung der Reinigung innerhalb eines Fertigungsprozesses keine bestehenden Baukastenverfahren eingesetzt, sondern die Verfahren werden auf die jeweilige Anforderung hin neu ausgerichtet und optimiert. Dadurch lassen sich die Ergebnisse in Bezug auf die Reinigungsqualität ebenso deutlich verbessern, als auch im Hinblick auf die eingesetzte Energie, Chemie und Anlagentechnik - damit steigt der Gesamtnutzen eines Reinigungsprozesses für den Anwender! Auch dazu sind in der vorliegenden WOMag Beispiele aus der Praxis enthalten.

WOMAG – VOLLSTÄNDIG ONLINE LESEN

WOMAG ist auf der Homepage des Verlages als pdf-Ausgabe und als html-Text zur Nutzung auf allen Geräteplattformen lesbar. Einzelbeiträge sind mit den angegebenen QR-Codes direkt erreichbar.

Reisner
Cooling Solutions:
Kältetechnik
für höchste Ansprüche

- Industriekälte
- Steuerungsbau
- Service

Wir wissen, worauf es bei Ihrem Projekt ankommt.

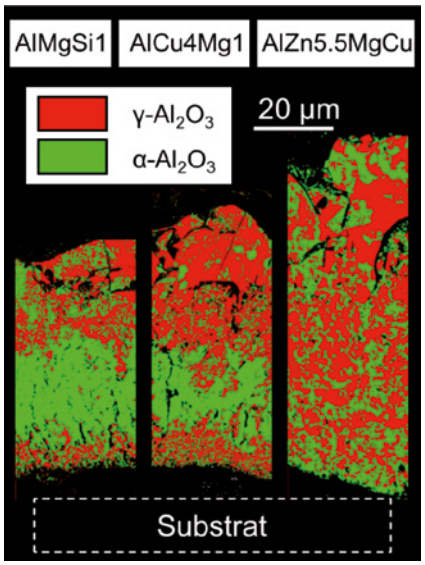
- Wir planen Ihr System individuell - Ihr Bedarf ist unser Maßstab.
- Unsere Kältetechnik bietet Ihnen absolute Betriebssicherheit.
- Leistung bei minimalem Verbrauch: Wir halten Ihre Kosten niedrig.

Infos/Beratung:
www.reisner-cooling.de

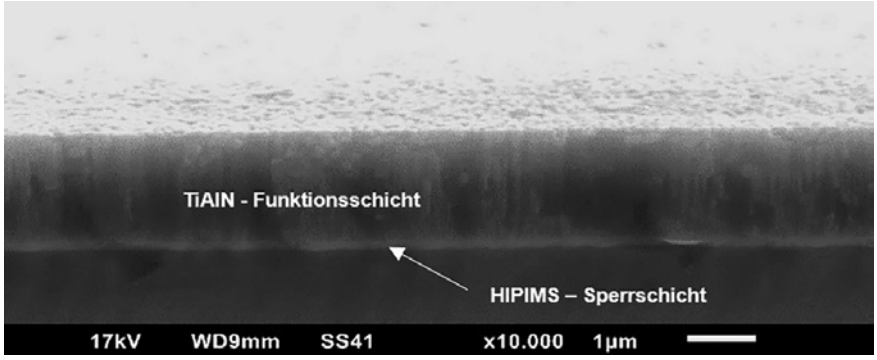
Reisner
COOLING SOLUTIONS

Reisner Cooling Solutions GmbH
+49 2301 91013-0
www.reisner-cooling.de

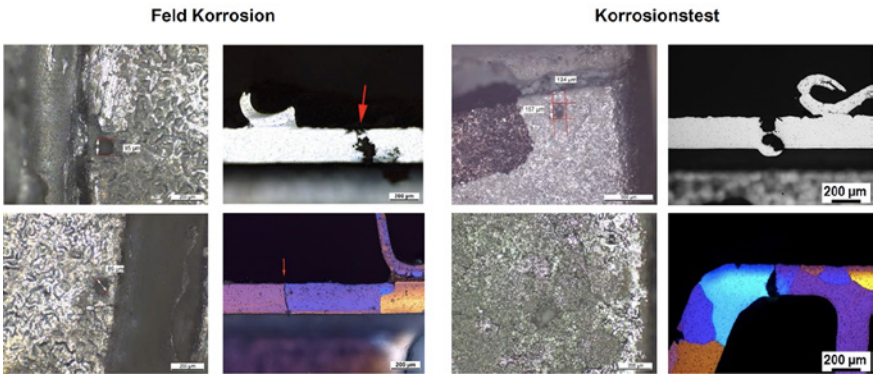
INHALT



23 Plasmaanodisierung



17 Korrosionsbeständige PVD-Schichten für die Medizintechnik



10 Korrosionsschutz im Multimetall-Leichtbau

30 30 Jahre Sager + Mack

WERKSTOFFE

4 Neue Leichtbaupotenziale durch leichtes Fügen von Hybrid-Metallschäumen und Werkstoff-Hybriden
6 Mit Netz und doppeltem Boden
8 Ultradünn, belastbar und praxistauglich – TU Bergakademie Freiberg erhält neues Stahlpatent
9 Hochleistungsverfahren bezwingt Hochleistungswerkstoffe
9 Produktion aus dem Drucker wird Standard in deutschen Unternehmen
10 Oberflächenvorbehandlung und Korrosionsschutz im Multimetall-Leichtbau – Teil 2
12 Für höhere Reichweiten von E-Mobilen: Potenziale von Leichtbauwerkstoffen besser ausschöpfen
13 Prozesssichere Reinigung von Warenträgern im Reinraum
15 Abschlussbericht: EMO Hannover gibt Orientierung in unsicheren Zeiten
16 Ehrenkolloquium mit Institutsübergabe der Metallformung an der TU Bergakademie Freiberg

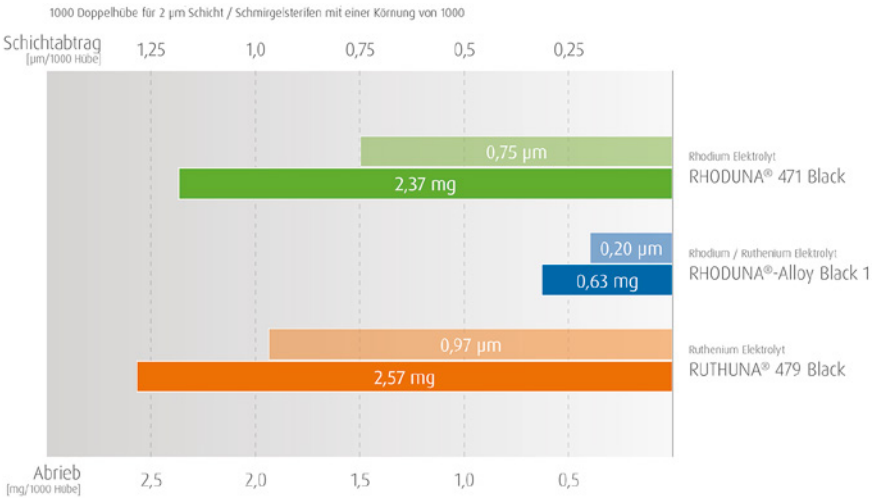
MEDIZINTECHNIK

17 Korrosionsbeständige PVD-Schichten für chirurgische Instrumente
20 BiClean – Smarte antibakterielle Oberflächen mittels bidirektionaler Displaytechnologie
20 Kunststoffe in der Medizintechnik – Trends für medizinische Produkte

OBERFLÄCHEN

22 Funktionale galvanische Hartverchromung von CFK-Materialien für den Maschinen- und Anlagenbau
23 Korrosions- und verschleißbeständige Schichten auf hochfesten Aluminiumwerkstoffen durch Anwendung der plasmaelektrolytischen Oxidation
26 Messendes Prüfen von Muttern
27 Haftfestigkeitsprüfungen an elektrischen Steckkontakten
29 DeburringEXPO überzeugt mit Qualität und hochwertigen Kontakten

INHALT



38 Galvanisch abgeschiedene Edelmetalllegierung für hochwertigen Schmuck

32 Verschleißschutzschichten

36 50 Jahre Stark Eloxal

OBERFLÄCHEN

30 30 Jahre Sager + Mack GmbH – ein großes Plus für den Kunden
31 Qualitätssicherung und Schadensprävention bei Metallbauteilen
32 Bremsscheiben effektiv schützen durch neues Beschichtungsverfahren
33 Vernetzung von Forschung und Praxis in der Oberflächentechnik – Teil 2
36 50 Jahre Stark Eloxal
38 Dunkle Edelmetallschicht hat Potenzial, Lücke im dekorativen Markt zu schließen

VERBÄNDE

40 DGO e.V. – DGO-Nachwuchsförderpreis 2020
40 DGO e.V. – DGO-Bezirksgruppe Thüringen - Von Industrie 4.0 zu Galvanik 4.1

Zum Titelbild: Die Renner GmbH mit Sitz in Maulbronn entwickelt, fertigt und vertreibt hochwertige Pumpen und innovative Filtersysteme für den Einsatz in allen Arten der nasschemischen Produktion

IMPRESSUM

WOMag – Kompetenz in Werkstoff und funktioneller Oberfläche – Internationales Fachmagazin in deutscher und (auszugsweise) englischer Sprache
www.womag-online.de
ISSN: 2195-5891 (Print), 2195-5905 (Online)

Erscheinungsweise
10 x jährlich, wie in den Mediadaten 2019 angegeben

Herausgeber und Verlag
WOTech – Charlotte Schade – Herbert Käszmann – GbR
Am Talbach 2
79761 Waldshut-Tiengen
Telefon: 07741/8354198
www.wotech-technical-media.de

Verlagsleitung
Charlotte Schade
Mobil 0151/29109886
schade@wotech-technical-media.de
Herbert Käszmann
Mobil 0151/29109892
kaeszmann@wotech-technical-media.de

Redaktion/Anzeigen/Vertrieb/Abo
siehe Verlagsleitung

Bezugspreise
Jahresabonnement Online-Ausgabe:
149,– E, inkl. MwSt.
Die Mindestbezugszeit eines Abonnements beträgt ein Jahr. Danach gilt eine Kündigungsfrist von zwei Monaten zum Ende des Bezugszeitraums.
Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 8
vom 10. Oktober 2018

Inhalt
WOMag berichtet über:
- Werkstoffe, Oberflächen
- Verbände / Institutionen
- Unternehmen, Ausbildungseinrichtungen
- Veranstaltungen, Normen, Patente

Leserkreis:
WOMag ist die Fachzeitschrift für Fachleute des Bereichs der Produktherstellung für die Prozesskette von Design und Konstruktion bis zur abschließenden Oberflächenbehandlung des fertigen Produkts. Im Vordergrund steht die Betrachtung der Werkstoffe und deren Bearbeitung mit Blickrichtung auf die Oberfläche der Produkte aus den Werkstoffen Metall, Kunststoff und Keramik.

WOMag-Beirat
WOMag wird von einem Kreis aus etwa 20 Fachleuten der Werkstoffbe- und -verarbeitung sowie der Oberflächentechnik beraten und unterstützt.

Bankverbindung
BW-Bank, IBAN: DE71 6005 0101 0002 3442 38
BIC: SOLADEST600; (Konto 2344238, BLZ 60050101)
Das Magazin und alle in ihm enthaltenen einzelnen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Bei Zusendung an den Verlag wird das Einverständnis zum Abdruck vorausgesetzt. Nachdruck nur mit Genehmigung des Verlages und ausführlicher Quellenangabe gestattet. Gezeichnete Artikel decken sich nicht unbedingt mit der Meinung der Redaktion. Für unverlangt eingesandte Manusikripte haftet der Verlag nicht.

Gerichtsstand und Erfüllungsort
Gerichtsstand und Erfüllungsort ist Waldshut-Tiengen

Herstellung
WOTech GbR

Grafische Gestaltung (Grundlayout)
Wasserberg GmbH

Druck
Holzer Druck + Medien GmbH & Co. KG
Fridolin-Holzer-Straße 22+24, 88171 Weiler
© WOTech GbR, 2016

Neue Leichtbaupotenziale durch leichtes Fügen von Hybrid-Metallschäumen und Werkstoff-Hybriden

Zum online-Artikel

Die Fügetechnik hat die Aufgabe, Lösungen für das Verbinden verschiedenster Werkstoffe bereitzustellen. Das Fügen von konventionellen offenporigen Aluminiumschäumen mit ihren schwachen und ungleichmäßigen Porenstrukturen oder Werkstoff-Hybriden mit ihren unterschiedlichen Werkstoffeigenschaften ist eine große Herausforderung.

Die noch wenig bekannte, aber in Serienfertigung seit mehreren Jahrzehnten bewährte Werkstoffklasse *OPENPORE offenporiger Aluminium-Kokillenguss* beseitigt Grenzen zwischen massivem Aluminium, Sinterwerkstoffen und konventionellen Aluminiumschäumen. Sie erlaubt die zuverlässige Herstellung von leichten, offenporigen beziehungsweise selektiv-offenporigen, belastbaren und multifunktionalen Leichtmetallbauteilen und -Hybriden mit einstellbaren isotropen Eigenschaften und beliebigen Geometrien.

Die umweltfreundliche Modifikation von mechanischen, elektrischen, thermischen, chemischen, optischen und anderen Oberflächeneigenschaften von Leichtmetallbauteilen und -Hybriden im neuartigen METAKER®-Verfahren eröffnet weitere, bisher für unmöglich gehaltene Anwendungspotenziale. Die multifunktionalen, mikrostrukturierten, mikroporösen und aktivierten METAKER®-Oberflächen statten die Leichtmetalle mit neuen Werkstoffeigenschaften für bessere Leistung, Funktionsintegration, Kompatibilität und Fügbarkeit aus.

Für das leichte Fügen solcher Bauteile stehen zahlreiche Verbindungslösungen zur Verfügung, die neue, wirtschaftliche Multi-Material-Anwendungen mit neuen Leichtbaupotenzialen ermöglichen.

1 Offenporiger Aluminium-Kokillenguss

Offenporiger Aluminium-Kokillenguss gehört zu den schmelzmetallurgischen Gießverfahren mit verlorenen Platzhaltern. Der Herstellungsprozess (*Abb. 1*) besteht aus nur vier Arbeitsschritten:

- Befüllung der Kokille bis zu einem definierten Volumen mit NaCl-Salzgranulat
- weiteres Auffüllen der Form mit Aluminiumschmelze
- konventionelle, mechanische Bearbeitung des Formteils
- Ausspülen des Salzes aus den Poren

Das Ergebnis ist ein fertiges Formteil mit offener Porenstruktur.

2 Materialeigenschaften

Die morphologischen, mechanischen, thermischen, dekorativen und anderen Eigenschaften des offenporigen Aluminiumgusses unterscheiden sich deutlich von bekannten aufgeschäumten Metallschmelzen oder Sintermetallen und eröffnen neue Anwendungsmöglichkeiten. Aktuelle Serienprozesse erlauben die Herstellung von unterschiedlichen Eigenschaftenprofilen. Je nach Aufgabenstellung können die standardmäßigen Materialeigenschaften durch Prozessanpassung geändert oder neu entwickelt werden.

Wie jede Flüssigkeit verfügt auch die Aluminiumschmelze über eine Oberflächenspannung. Das Umgießen von NaCl-Platzhaltern erzeugt dadurch immer eine strömungsgünstige Porentopologie ohne scharfe Kanten. Eine solche Porentopologie (*Abb. 2*) bietet signifikante Vorteile im Vergleich zu gesinterten Metallen. Die mehrfach räumlich miteinander verbundenen, sanduhrförmigen, strömungsgünstigen Poren bilden ein einmaliges Kapillarnetz und bieten die besten Rahmenbedingungen für die Verteilung und Verklammerung von Harzen, Kunststoffen, Klebstoffen oder chemischer und biologischer Lösungen.

Die sehr gute Wärmeleitfähigkeit der Aluminiumlegierung kann für eine optimale Temperierung von temperaturabhängigen Synthesereaktionen bei der Bildung von Verbundwerkstoffen genutzt werden. Im Gegensatz zu den undefiniert aufgeschäumten Leichtmetallen besitzen die Strukturen aus offenporigem Aluminiumguss die isotropen Materialeigenschaften. Das erlaubt

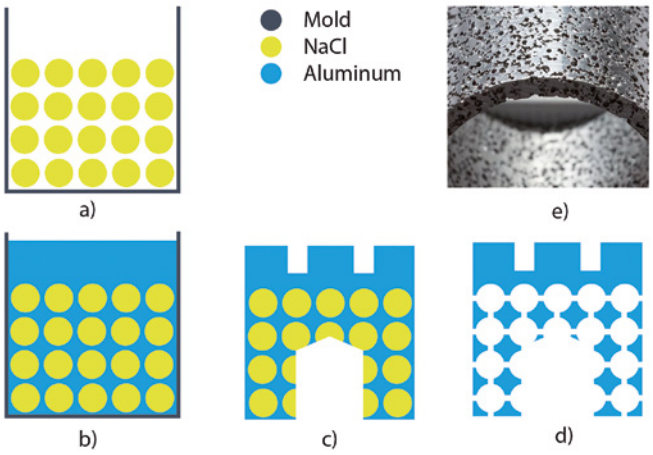


Abb. 1: Standardmäßiges Kokillengussverfahren

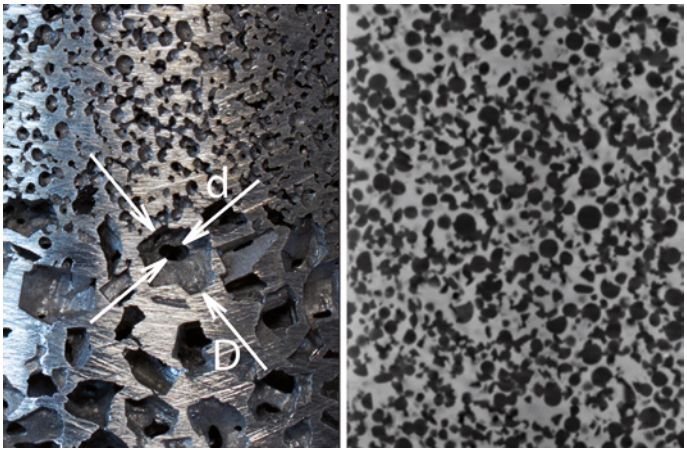


Abb. 2: Materialbeispiel mit gezielt gemischten Porengrößen (links); große Poren (D) werden durch die NaCl-Platzhalter definiert, kleine Verbindungsporen (d) entstehen im Gießprozess. Rechts ist ein 2D-Schnitt durch eine CT-Aufnahme im kleinporigen Bereich des Bauteils zu sehen

eine plausible numerische Simulation bei der Produktentwicklung und die Herstellung von komplexen und genauen Bauteilen. Das Gussgefüge verfügt über eine erhöhte Dichte der Legierung, eine feinkörnige Struktur und hohe Werte der mechanischen Eigenschaften.
Ein enormer Vorteil von offenporigem Aluminiumguss liegt in seiner Flexibilität in Bezug auf mögliche Fügeverfahren:

- Zusammensetzen (Einsetzen, Einhängen, Ineinanderschieben)
- Füllen von Hohlräumen mit Werkstoffen (Kunststoff-Spritzgießen)
- An- und Einpressen (Schrauben, Nageln, Presspassung)
- Umformen (Bördeln, Biegen, Nieten)
- Urformen (Gießen)
- Löten und Kleben
- Hybridfügen (Kombination von mehreren Fügeverfahren)

Aktuelle Serienprozesse erlauben die Herstellung von unterschiedlichen Eigenschaftenprofilen. Je nach Aufgabenstellung können die standardmäßigen Materialeigenschaften durch Prozessanpassung geändert oder neu entwickelt werden.

3 Verbindungslösungen

3.1 Einbringen von Stoffen in Hohlräume

Die Fügeverfahren, die durch das Einbringen von Flüssigkeiten, Gasen, Pulvern oder Pasten in Hohlräume erfolgen, sowie der offenporige Aluminiumguss mit seinen einstellbaren Poren (*Abb. 3*), können für die Herstellung neuartiger Hybridteile mit neuen strukturellen und multifunktionellen Eigenschaften genutzt werden.
Die Oberflächeneigenschaften der Aluminiumkomponenten können entweder vor dem Verbinden mit anderen Werkstoffen oder auch danach im METAKER®-Verfahren funktionalisiert, mikrostrukturiert und aktiviert

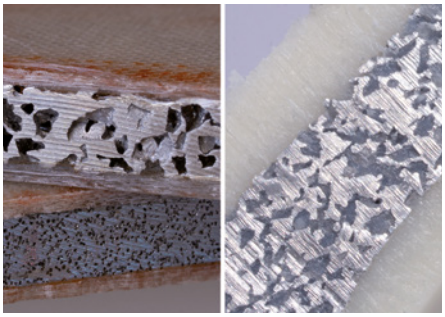


Abb. 3: Glasfaserlaminat (links) und Kunststoffspritzguss (rechts) mit einem Kern aus offenporigem Aluminiumguss

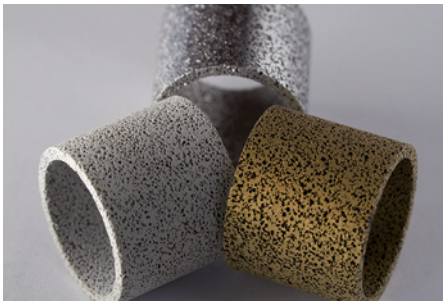


Abb. 4: OPENPORE-Aluminiumteil (oben) modifiziert im METAKER®-Verfahren (links) und nachträglich PVD beschichtet (rechts)

werden. Solche Bauteile (*Abb. 4*) verfügen im Makrobereich über die strukturellen Eigenschaften von porösem Aluminium und im Mikrobereich über die neuen multifunktionellen Eigenschaften, die - je nach Anwendung - eine Substitution von anderen Werkstoffen, wie beispielsweise Stahl, Bronze, Messing, Keramik, Edelstahl und anderen erlauben.

3.2 Konventionelle Hybridteile

Das Kokillengussverfahren erlaubt die Herstellung unterschiedlicher Hybridteile durch die Möglichkeit, die Einlegeteile aus Werkstoffen mit hohen Schmelztemperaturen, wie zum Beispiel Glas, Stahl oder Kupfer, einzugießen. Viele neue Möglichkeiten, die Eigenschaften und die Geometrie von porösen Bauteilen einzustellen und sie mit den Eigenschaften und Geometrien von Einlegern aus anderen Werkstoffen zu kombinieren, erlauben die Entwicklung neuer Konzepte für poröse oder selektiv-poröse Multi-Material-Anwendungen.
In aktuellen Serienprozesse lassen sich unterschiedliche Eigenschaftenprofile realisieren. Je nach Aufgabenstellung können die standardmäßigen Materialeigenschaften durch Prozessanpassung geändert oder neu entwickelt werden.

3.3 Selektiv poröse Leichtmetallbauteile

Selektiv poröse Leichtmetallbauteile können auf unterschiedliche Arten hergestellt werden (*Abb. 5*). Die massiven und die porösen Bereiche sind stoffschlüssig miteinander verbunden. Je nach Anwendung und Herstellungsart lassen sich weitere unterschiedliche Funktionen in die massiven und porösen Bereiche integrieren.

3.4 OPENPORE-3D Hybridtechnik

Sowohl beim offenporigen Aluminiumguss, als auch bei additiver Fertigung werden Aluminium-Gusslegierungen eingesetzt. Durch eine spezifische Prozessanpassung lassen sich 3D-Aluminiumstrukturen auf einem Bauteil aus porösem Aluminium stoffschlüssig aufdrucken (*Abb. 6*).

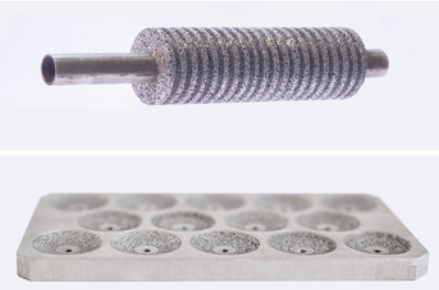


Abb. 5: Selektiv poröses Bauteil (unten) und ein Hybridteil aus offenporigem Aluminium mit einem eingegossenen Stahlrohr (oben)

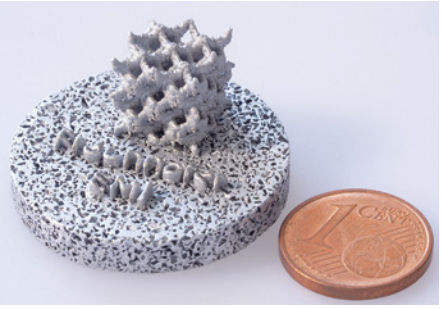


Abb. 6: Bei der OPENPORE-3D Hybridtechnologie wird Aluminium-Digitaldruck mit einem offenporigem Aluminiumbauteil kombiniert

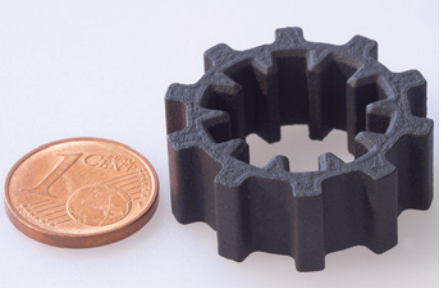


Abb. 7: METAKER®-Oberfläche auf einem generativ hergestellten Aluminiumbauteil erweitert dessen Anwendungspotenziale und Fügbarkeit

Lesen Sie weiter unter womag-online.de

Unter WOMag-online steht der gesamte Beitrag zur Ansicht zur Verfügung. Im Weiteren werden alle der neun möglichen Verbindungsarten sowie Anwendungen vorgestellt.
Der Gesamtumfang des Beitrags beträgt etwa 4 Seiten mit 15 Abbildungen.

Mit Netz und doppeltem Boden

WOCO Eisenacher Kunststofftechnik setzt auf sichere Kältetechnik von Reisner

Betriebsstillstand ist ein gefürchtetes Worst-Case-Szenario in der Kunststoffverarbeitung, insbesondere, wenn anspruchsvolle Kunden aus der Automotive-Branche auf ihre Lieferungen warten. Deshalb gehört Sicherheit zu den wichtigsten Aspekten, die Kunststoff verarbeitende Unternehmen beachten müssen, wenn sie einen neuen Produktionsstandort aufbauen. Das betrifft in besonderem Maß auch die Kältetechnik. Die WOCO Eisenacher Kunststofftechnik GmbH geht deshalb bei ihrem neuen Werk komplett auf Nummer sicher: mit einem Kältesystem der Reisner Cooling Solutions GmbH, das reichlich Redundanz vorhält und trotzdem im Alltagsbetrieb sparsam läuft.

Zeit für Neues – Zeit, Prioritäten zu setzen. Bei dem Eisenacher Kunststoffproduzenten kam dieser Prozess in Gang, als ein neuer Standort eröffnet werden sollte. Die Marschroute: Ab Januar 2019 werden mehrere Betriebshallen in einem Gebäudekomplex sukzessive angemietet und mit Spritzgießmaschinen bestückt. Hier soll ein breites Spektrum an Automotive-Teilen von der Kotflügelabdeckung bis zur E-Bike-Komponente produziert werden. Diese Planung steckt die Prioritäten für die Kältetechnik schon klar ab. Das System muss flexibel mit dem geplanten Zuwachs wachsen können und so ausgelegt sein, dass die anspruchsvolle Produktion jederzeit abgesichert ist.

Langfristiges Projekt, wertvolle Erfahrung

Martin Stützer, kaufmännischer Leiter des Eisenacher Unternehmens, ist seit 2007 im Betrieb und kennt die Entwicklung von Produktion und Kälteversorgung im Detail. Wie er betont, wird schon am bestehenden Standort bereits mit Reisner-Anlagen gearbeitet und über Jahrzehnte wurde hier immer wieder ergänzt und erweitert. *Reisner betreut die Kälte auch serviceseitig und kennt unsere Anforderungen, weshalb wir auch wieder angefragt haben, als es um die Neuplanung ging*, so Stützer. In der aktuellen Ausbaustufe sind am neuen Standort vier Spritzgießmaschinen mit je 1000 Tonnen Schließkraft in Betrieb. Wenn die Produktion komplett ist, laufen laut Plan acht große 1000-Tonnen-Maschinen und einige kleinere mit je 150 bis 200 Tonnen Schließkraft. Diese Entwicklung wird frühestens 2022 abgeschlossen sein.

Entsprechend muss auch die Kältetechnik auf dem schmalen Grat zwischen zukunftssicherer Leistung und Überdimensionierung balancieren. Das Konzept dazu haben WOCO Eisenacher Kunststofftechnik und Reisner während der Angebotsphase gemeinsam entwickelt. Dabei hat Reisner die Auslegung mehrmals angepasst und den Kunden zu jedem Schritt ausführlich beraten. Das brachte Stützer und das Team wirklich voran: *Reisner hat ein besonderes Verständnis für unsere Situation bewiesen und kreative Ideen eingebracht. Unser Ansprechpartner, Vertriebsleiter Günter Sareyko, hat genau aufgezeigt, welche Folgen jede einzelne Entscheidung haben würde. Die nötigen Fakten bekamen wir immer sehr schnell. So konnten wir uns in allen Punkten bestens informiert festlegen.*

Sicherheit auf Prio Eins

Von Anfang an stand die Betriebssicherheit im Vordergrund. Weil der neue Standort die Automotive-Branche beliefert, ist höchste Verfügbarkeit gefragt. Das Risiko einer vollständigen Unterbrechung musste gegen null gehen – stattdessen sollten im Fall der Havarie einer Systemkomponente zu jedem Zeitpunkt mindestens 60 Prozent der Produktion weiterlaufen können. Diese Anforderung zog sich als roter Faden durch das gesamte Konzept. Bei der Auslegung der Kältemaschine für die Werkzeugkühlung wurde entsprechend auf ein Doppelsystem mit zwei hochwertigen Verdichtern à 96 kW Kühlleistung gesetzt. Jeder Verdichter arbeitet mit einem separaten Kältemittelkreislauf mit eigenem Verdampfer und Kondensator. Ein Trockenkühler dient zur Winterentlastung.

Reisner hat das gesamte Rohrleitungsnetz sauber und korrosionsfrei ausgeführt

Zufriedene Projektpartner bei der Endabnahme: Martin Stützer, kaufmännischer Leiter WOCO Eisenacher Kunststofftechnik (rechts) und Günter Sareyko, Vertriebsleiter Reisner (links) vor dem Kältecontainer

Das wirkt sich auch auf das Versorgungsnetz im Gebäude aus. Die Verrohrung in der Halle war nach Aussage von Martin Stützer sehr aufwändig; die Anforderung war, dass die Anlagen unabhängig voneinander jeweils den größten Teil der Produktion versorgen können sollten. Dazu wurden mehr Rohre, mehr Ventile, mehr Absperrklappen als bei einer einfachen Lösung benötigt, so Stützer. Aber Reisner hat das Leitungssystem auf Maß geplant, den verfügbaren Raum gut genutzt und alle Vorgaben der WOCO Eisenacher Kunststofftechnik umgesetzt. Ein Pluspunkt der Kältetechnik in puncto Raumverwertung ist auch, dass die Kältemaschine mitsamt Zubehör in einem Zwölf-Meter-Container geliefert wurde. Dieser dient als praktischer Maschinenraum und erschließt eine ansonsten ungenutzte Fläche hinter einem Gebäude.

Die Kälte-Containerlösung mit den darum gruppierten Lüftereinheiten erschließt wertvollen Raum, der sonst nicht nutzbar wäre

Wenn es richtig heiß wird, bietet der Plattenwärmetauscher zusätzliche Sicherheit, da er bedarfsgerecht mit Zusatzwasser durchströmt wird und so Spitzenlasten abfängt

Verlässlichkeit, die nicht viel kostet

Damit die Anlage nicht nur sicher, sondern auch sparsam läuft, wurden alle für diese Anlagentechnik verfügbaren zeitgemäßen Energiespar-Features ins Konzept eingebunden. So kommt als Kältemittel R513A zum Einsatz. Mit seinen hervorragenden thermodynamischen Eigenschaften sorgt es für einen optimalen Betrieb der beiden Kältemaschinen – bei geringem GWP. Das Global Warming Potential, kurz GWP, ist die Kennzahl dafür, wie stark eine Substanz zur Erderwärmung beiträgt. Je höher der Wert, desto schädlicher wirkt sie sich aufs Klima aus. Der GWP-Wert des immer noch häufig genutzten Kältemittels R410A ist 2088, der des Kältemittels R513A im neuen System beträgt dagegen nur 631.

Bei sinkenden Außentemperaturen dürfen die Kältemaschinen immer größere Anteile ihrer Last an einen selbst entleerenden Trockenkühler abgeben, bis dieser schließlich komplett übernimmt, so dass die Verdichterenergie eingespart wird. Am Kondensator sind EC-Ventilatoren verbaut, deren Motoren sich mit ihrer integrierten Steuerungselektronik in der Drehzahl stufenlos den Anforderungen anpassen. Damit benötigen sie bei gleicher Luftleistung weniger Energie als herkömmliche AC-Ventilatoren – außerdem laufen sie deutlich leiser.

Auch auf der Hydraulikseite hält das Konzept die Betriebskosten auf lange Sicht extrem niedrig. Reisner-Geschäftsführer Thomas Imenkämper und sein Team wählen die Kühlmethoden immer entsprechend den Aufgaben im Betrieb aus. Bei der Hydraulik für die WOCO Eisenacher Kunststofftechnik kann nach Aussage von Imenkämper mit einer relativ hohen Vorlauftemperatur gearbeitet werden. Deshalb wurde dieser Bereich komplett über freie Kühlung abgedeckt. Ein Trockenkühler arbeitet nur für die Hydraulik, und das Gerät zur Winterentlastung aus der Werkzeugkühlung unterstützt bei Bedarf zusätzlich. Ein verbrauchsintensiver Verdichter kommt Imenkämper zufolge also gar nicht erst ins Spiel. Dabei ist die Sicherheit, die hier gebraucht wird, auch bei sommerlichen Spitzentemperaturen immer gewährleistet. Als Backup wurde in den Anlagenvorlauf ein Plattenwärmetauscher integriert. Er wird bedarfsgerecht mit Zusatzwasser durchströmt, so dass die Extrakühlung nur das wirklich unmittelbar benötigte Wasser verbraucht. Die Wärme aus dem Rücklauf der Hydraulikkühlung macht das System im Winter nutzbar: Eine Wärmerückgewinnungsanlage stellt sie zur Hallenheizung bereit. So reduziert der Kunde auch den Heizenergiebedarf, was sich erheblich auf die Betriebskosten auswirkt.

Dank EC-Ventilatoren sind die Kondensatoren besonders leise und effizient

Kälte mit dem gewissen Extra, souverän umgesetzt

Im aufwändig geplanten Wasserkreislauf fördern energieeffiziente Zirkulationspumpen das Wasser durch ein hochwertig verarbeitetes Leitungssystem aus korrosionsfreiem Material. Für den Werkzeug- und Hydraulikkreis sind zwei separate Wassertanks eingesetzt. Die Tanks hat Reisner exakt den räumlichen Bedingungen im Container angepasst und im eigenen Haus gefertigt. Sie bestehen aus lichtundurchlässigen, stabilen PP-Platten und sind mit kunststoffummantelten Stahlrahmen verstärkt. Weil sauberes Kühlwasser ein wichtiger Sicherheitsfaktor ist, verfügt die Kälteanlage über eine Vollausstattung für die Wasserpflege. In jeden Tank ist ein Hauptstrom-Rücklauffiltersystem mit Edelstahlkörben und Filtereinsätzen aus Meshgewebe eingebaut. Es entfernt Feststoffe druck- und rückstaulos. Die Einsätze lassen sich ohne Betriebsunterbrechung reinigen. Zusätzlich behandeln Dosierpumpen das System regelmäßig und genau nach Bedarf gegen Korrosion, Algenbefall und Verkeimung – das Team in Eisenach muss weder die Intervalle im Blick behalten noch mit den Chemikalien hantieren.

Trotz aller aufwändigen Details in diesem System musste bei der Projektumsetzung ein straffer Zeitplan eingehalten werden, denn für die Lieferzeit waren 14 Wochen nach Auftragseingang veranschlagt. Stützer erinnert sich: *Reisner hat sich auf unsere Vorgaben eingestellt, und wir haben darauf vertraut, dass die Abwicklung plangemäß laufen würde. Jetzt haben wir die Anlage pünktlich in Betrieb genommen*. Nach der Inbetriebnahme übernimmt Reisner wieder die regelmäßige Instandhaltung. Martin Stützer vermerkt in diesem Zusammenhang, dass sich die Produktion stetig ändert. Neue Maschinen, Erstmusterfreigaben, andere Entwicklungen – die Kältetechnik muss dabei mitgehen. Die intensive Betreuung über den Wartungsvertrag

Dosierpumpen und eine Enthärtungsanlage gehören zur Wasserpflegeausstattung

hat den zusätzlichen Vorteil, dass Reisner immer auf dem Laufenden ist, was den Bedarf betrifft. So können nach den Worten von Martin Stützer auch in Zukunft die Systeme passgenau und zuverlässig erweitert werden.

Über die Reisner Cooling Solutions GmbH

Die Reisner Cooling Solutions GmbH ist seit 1980 mit Kältetechnik für industrielle Maschinen und Prozesse am Markt erfolgreich. Das Team um Geschäftsführer Thomas Imenkämper fertigt individuell – inklusive Steuerung, Peripherie und Infrastruktur. Jedes System ist perfekt an den Bedarf des späteren Betreibers angepasst. Die langjährigen Reisner-Kunden sind überwiegend in der Kunststoff- und Metallverarbeitung aktiv. Mit ihrem umfassenden Service und dem professionellen Kühlwasserhandling garantiert die Reisner Cooling Solutions GmbH, dass ihre Kältesysteme über Jahrzehnte zuverlässig und bei höchster Energieeffizienz laufen. Seit 2018 gehört das Unternehmen zur technotrans-Unternehmensgruppe.

Kältetechnik 2019 für WOCO Eisenacher Kunststofftechnik

Projektpartner
– WOCO Eisenacher Kunststofftechnik GmbH
– Reisner Cooling Solutions GmbH
Bedarf
– Kälte für den neuen Kunststoff-Produktionsstandort mit acht Spritzgießmaschinen à 1000 Tonnen plus weiteren kleinen Spritzgießmaschinen
– Prio 1: höchste Verlässlichkeit
Lösung
– Doppelkältesystem mit zwei Kältekreisen, je ein Verdichter à 96 kW Kühlleistung für die Werkzeugkühlung
– Kältemittel R513A mit GWP 631
– Trockenkühler für die Hydraulikkühlung
– Spitzenlastkühlung über Zusatzwasser
– Tanks, Rohrleitungsnetz
– Wasserpflegesystem mit Filteranlage und Dosierpumpen
Energiespar-Features
– Winterentlastung für die Werkzeugkühlung
– Kältemaschine mit Reisner Vario
– Drehzahlregelung an Pumpen und Ventilatoren
– Hydraulikkühlung über Trockenkühler ohne Kältemaschine
– Wärmerückgewinnung an der Hydraulikkühlung
Zeitraum
– Februar 2019/Angebotsphase bis August 2019/Endabnahme

Über die technotrans SE

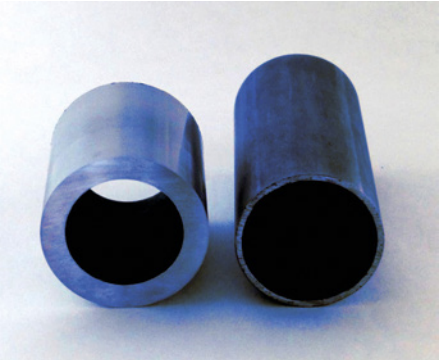
Die technotrans-Unternehmensgruppe produziert, vertreibt und modernisiert Anwendungen aus dem Bereich Flüssigkeitentechnologie. Ihre Kernkompetenzen umfassen die Kühlung, Temperierung, Filtration sowie die Sprüh- und Dosiertechnik. Mit 20 Standorten ist das Unternehmen aus Sassenberg im Münsterland auf allen wichtigen Märkten weltweit präsent. Die Gruppe ist in die Segmente Technology und Services untergliedert. Mittels Produktinnovationen und gezielten Zukäufen erschließt sich die Unternehmensgruppe kontinuierlich neue Branchen. Hierzu zählen sowohl Laserindustrie, Kunststoffverarbeitung, Werkzeugmaschinen als auch Industrie-, Stanz- und Umformtechnik, Batterie und Umrichter, Halbleiter, Elektromobilität sowie Medizin- und Scannertechnik. Darüber hinaus bietet technotrans ein breites Portfolio an Service- und Dienstleistungen an, das unter anderem Ersatzteile, Installationen, Wartung und technische Dokumentationen umfasst. Im Geschäftsjahr 2018 erzielte das Unternehmen einen Umsatz von 216,3 Millionen Euro.

➲ **www.reisner-cooling.de**

Ultradünn, belastbar und praxistauglich – TU Bergakademie Freiberg erhält neues Stahlpatent

Teile aus Stahlguss mit einer Wandstärke von nur einem Millimeter ohne Materialverlust und mechanischer Nacharbeit herzustellen, war bis vor wenigen Jahren nur schwer möglich. Mit einem neuen patentierten Verfahren der Technischen Universität Bergakademie Freiberg ist das ab sofort machbar. Der im Rahmen des Sonderforschungsbereichs (SFB) 799 *TRIP-Matrix-Composite* entwickelte, nichtrostende Stahl zeichnet sich durch eine besondere Legierung und ein innovatives Herstellungsverfahren aus. Die Stahlgussrohre sind stark gewichtsreduziert und halten gleichzeitig höhere Belastungen aus, was sie vor allem für eine Anwendung im Leichtbau prädestiniert. Zudem verschleißen sie langsamer und halten korrosiven Beanspruchungen stand, weshalb sie als Rohre oder Rohrverbinder (Fittings) besonders geeignet sind. Gerade für die Industrie sind ein derartiger Werkstoff und das dazugehörige Herstellungsverfahren von großem Interesse. Das im Sommer 2015 angemeldete Patent (DE 10 2015 210 313) wurde Ende August vom Deutschen Patent- und Markenamt erteilt. Erforscht hat es Prof. Dr. Andreas Weiß. Der Erfinder ist offen für weitere Anwender.

➲ **www.tu-freiberg.de**



Herkömmlich gegossenes austenitisches Stahlgussrohr mit einer Wandstärke von 3 mm (li.) und erfinderisch hergestelltes Stahlgussrohr des gleichen Stahls mit einer Wandstärke von 1 mm (re.) (Foto: TU Freiberg, SFB 799)

Hochleistungsverfahren bezwingt Hochleistungswerkstoffe

Chemnitzer Gründerteam EcoWASP präsentierte bei Technologiestammtisch die Vorteile der Suspensionsstrahltechnik und demonstrierte in einer Live-Vorführung den aktuellen Stand ihrer neu entwickelten Wasserstrahltechnologie

Zusammen mit der IHK Chemnitz und den beteiligten Akteuren lädt das Gründernetzwerk SAXEED der TU Chemnitz regelmäßig im Rahmen eines Technologiestammtisches zur Technologiepräsentation ein. Ziel der Veranstaltungsreihe ist es, eine engere Verbindung zwischen regionalen Unternehmen und der TU Chemnitz zu schaffen. Über diese Plattform sollen Kooperationen entstehen und somit gemeinsame Projektideen entwickelt und verwirklicht werden.

Das Forschungstransferteam *EcoWAST* entwickelte an der TU Chemnitz eine innovative Werkzeugmaschine zur Bearbeitung von Hochleistungswerkstoffen. Dazu zählen unter anderem technische Keramiken, Hartmetalle oder Carbon. Im Rahmen des Technologiestammtisches am 9. Juli 2019 präsentierte das Start-up nun erstmals den selbst entwickelten Maschinenprototypen für den Einsatz der neuen Wasserstrahltechnologie. Das Team zeigte zudem 20 Firmen und Netzwerkpartnerinnen und -partnern aus der Region Südwestsachsen die Möglichkeiten des Einsatzes in der eigenen Fertigung. Unterstützt wird EcoWASP bei der Ausgründung durch das Gründernetzwerk SAXEED und die Professur Werkzeugmaschinenkonstruktion und Umformtechnik (IWP) der TU Chemnitz.

Eingeleitet wurde die Veranstaltung mit Grußworten von Dr. Philipp Klimant, geschäftsführender Oberingenieur des IWP. Nach einer Einführung in die Entwicklung der Wasserstrahltechnik an der Professur beschrieb Markus Dittrich, Teamleiter des Forschungstransfers, die technologischen Vorteile der im Projekt entwickelten Suspensionsstrahlanlage und die Hürden, die es während der Entwicklung zu überwinden galt. Im Vergleich zum herkömmlichen Injektorstrahlprinzip kann das im Werkzeugmaschinensegment neuartige Verfahren höhere Schneidleistungen bei einem deutlich verringerten Strahldurchmesser erzielen. Dadurch ergeben sich neue Bearbeitungsmöglichkeiten, beispielsweise für hoch harte Hochleistungswerkstoffe, die aufgrund bisheriger technologischer Grenzen bei der Bauteilnachbearbeitung die Grundlage für innovative Produkte darstellen.

Partikelbeschleunigung wie Zugfahrt

Bei der Suspensionsstrahltechnologie wird das Abrasivmittel dem Wasser direkt im Hochdruckbereich zugegeben, statt, wie bisher industriell üblich, erst in einem nachgelagerten Schritt durch einen Hochgeschwindigkeitswasserstrahl beschleunigt zu werden. Die Partikelbeschleunigung kann man nach den Worten von Markus Dittrich mit einer Zugfahrt vergleichen: Beim herkömmlichen Injektorstrahlprinzip versuche der Abrasivpartikel auf den Wasserstrahl wie auf einen fahrenden Zug aufzuspringen, der mit dreifacher Schallgeschwindigkeit an ihm vorbeirast – Die Suspensionsstrahltechnologie erlaube es dem abrasiven Partikel hingegen, schon am Hauptbahnhof in den Zug einzusteigen und so ohne Energieverluste gemeinsam mit dem Zug, also dem Wasserstrahl, zu beschleunigen. *Wir sprechen hierbei von einer Steigerung des Gesamtwirkungsgrades um etwa ein Drittel allein bei der Partikelbeschleunigung*, so Dittrich. Ein weiteres Ziel der Entwicklung ist die Reduzierung des Strahldurchmessers, der aktuell bei 0,3 Millimetern liegt. Dadurch könnten besonders im Segment der Hochleistungswerkstoffe Ressourcen geschont und Konturen mit bisher unerreichter Präzision hergestellt werden.

Nach den Fachvorträgen wurden die Gäste in die Halle E begleitet, um die neu entwickelte Anlage live zu erleben. Beim Imbiss konnten sich die Gäste in kleineren Gesprächsrunden mit den Projektmitgliedern weitere Informationen zu den Arbeitsprozessen einholen.

EXIST-Programm für Gründungen

EcoWASP wird im Rahmen des Programms EXIST-Forschungstransfer durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie und den Europäischen Sozialfonds gefördert. Das Förderprogramm zielt auf die Übertragung von innovativen Forschungsergebnissen aus der Wissenschaft in die industrielle Anwendung in Form einer Unternehmensgründung. Für das Forschungstransferteam steht die Gründung bevor. Projektleiter Markus Dittrich wird von seinen Teammitgliedern Stefan Seidel, Stephan Richter und Patrick Puschmann begleitet. Unter neuem Namen wird das Startup *NOVAJET* am Standort Chemnitz sowohl Anlagentechnik auf Basis der Suspensionsstrahltechnologie als auch eine eigene Lohnfertigung anbieten.

Joseph Stephens

➲ **www.tu-chemnitz.de**

Produktion aus dem Drucker wird Standard in deutschen Unternehmen

Die neue Studie *Das Potenzial der additiven Fertigung: Digitale Technologien im Unternehmenskontext* des VDI und der RWTH Aachen zeigt: Die additive Fertigung (AM) ist in Deutschland als Hilfsmittel bei der Produktentwicklung im Alltag angekommen. Rund 72 Prozent der 560 Umfrageteilnehmer setzen AM für die Fertigung von Prototypen und Pilotserien ein. Weitere 16 Prozent prognostizieren eine Anwendung innerhalb von zwei Jahren. Über ein Drittel der Befragten arbeitet bei AM-Projekten mit externen Dienstleistern zusammen. Die Hälfte kann sich vorstellen, externe Unterstützung in den nächsten zwei Jahren zu beauftragen.

Zum online-Artikel

Oberflächenvorbehandlung und Korrosionsschutz im Multimetall-Leichtbau

Teil 2

Bericht über eine Tagung der Deutschen Forschungsgesellschaft für Oberflächenbehandlung e.V. (DFO) im Mai 2019 in Münster

Zum online-Artikel

Der zunehmende Trend zum Leichtmetallbau macht es notwendig, dass die konventionellen Stähle mit Leichtmetall und Kunststoff zu einem Verbund verarbeitet werden können. Dafür werden Vorbehandlungen für Mischverbau mittels nasschemischer Verfahren ebenso entwickelt wie trocken arbeitende Technologien unter Einsatz von Lasern. Das Reinigen muss darüber hinaus mit Mess- und Prüfverfahren betreut werden, die auch in Großserien nutzbar sind. Ein großer Bereich kommt hierbei den Korrosionsmesstechniken zu. Diese müssen zunehmend spezieller auf die unterschiedlichen Angriffsarten ausgerichtet werden und zudem schneller durchgeführt werden. Diese unterschiedlichen Entwicklungen wurden im Rahmen der Tagung der DFO angesprochen und diskutiert.

Fortsetzung aus WOMag 9/2019

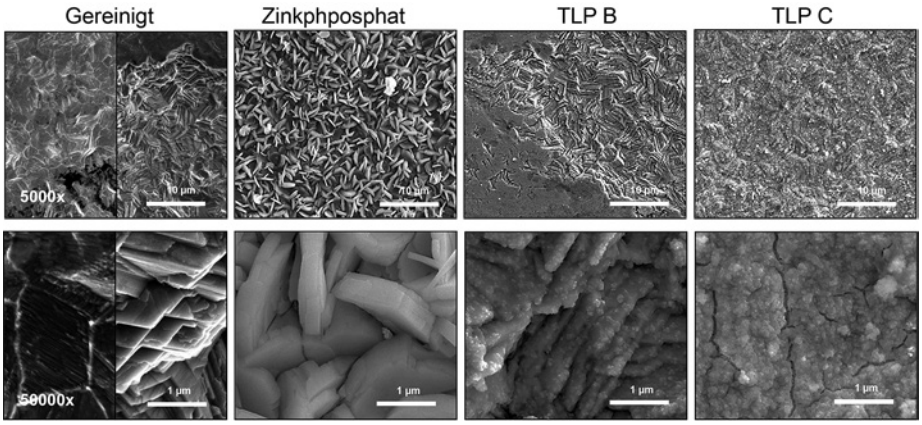
Dünnschichtvorbehandlungen bei Multimetallsubstraten

Dr. Ulrich Christ, Fraunhofer IPA, befasste sich mit dem Einfluss von Dünnschichtvorbehandlungen auf den Korrosionsschutz von Multimetallsubstraten für den Einsatz in Fahrzeugen. Anwendung finden derartige Verfahren vor allem für die Lackierung von Eisenwerkstoffen, in großem Umfang unter Einsatz einer Vorbehandlung mittels KTL und anschließender Decklackierung. Als Vorbehandlung hat sich für Eisenwerkstoffe die Zinkphosphatierung in breitem Maße durchgesetzt.

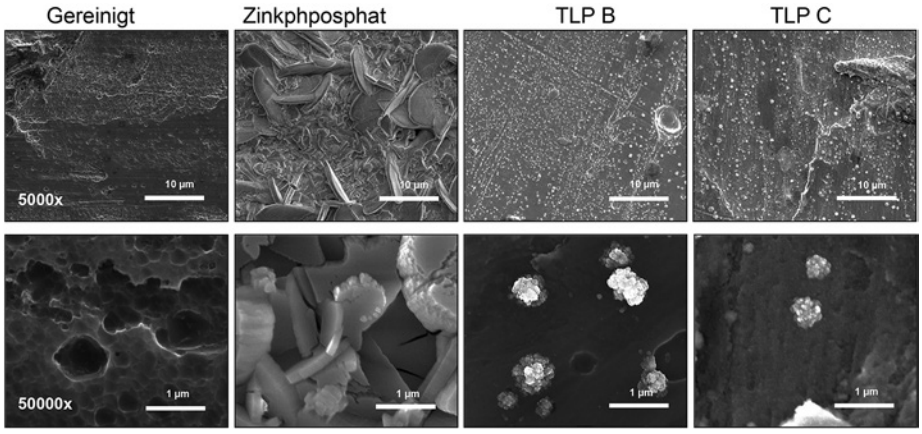
Neue Herausforderungen entstehen allerdings bei Multimetallsubstraten mit Aluminium. Hier sind vor allem die hohen Kosten durch Energie, Abwasserbehandlung und Prozesssicherheit ausschlaggebende Größen. Die Dünnschichtvarianten sind mit 20 nm bis 200 nm deutlich dünner, als die klassischen Zinkphosphatschichten mit 1 µm bis 3 µm. Für den Einsatz der neuen Dünnschichtvorbehandlungen spielt die Herstellung einer sauberen Oberfläche des Substrats eine noch größere Rolle, als bei klassischen Zinkphosphatierungen.

Zur Charakterisierung der Dünnschichtvorbehandlungen wurden unterschiedliche Werkstoffe und unterschiedliche Werkstoffkombinationen mit Aluminium und Magnesium betrachtet. Die Dünnschichtvarianten zeichnen sich durch eine gleichmäßig geschlossene und kompakte Schicht aus, während bei der klassischen Zinkphosphatierung grobe Kristalle auf der Oberfläche gebildet werden. Die Dünnschichtausführung zeigt im Übrigen neben der geschlossenen dünnen Schicht eine unterschiedliche Anzahl an blumenkohlartigen Aufwüchsen, durch die eine besonders gute Haftung zwischen Lack und Grundwerkstoff erreicht wird. Die Qualität der Prüfung wurde mit Änderung des Testsystems auf den neuen VDA-Test deutlich verbessert, da die Prüfzeit erheblich reduziert und gleichzeitig die Reproduktion verbessert werden konnte.

Ein weiteres Kriterium neben der Korrosionsbeständigkeit ist die Wasseraufnahme des Lacks. Hier zeigt sich bei den geprüften Sys-



Oberflächen- und Schichtmorphologie auf elektrolytisch verzinktem Stahl (TLP sind Dünnschichtvarianten), die gute Haftung und Korrosionsschutz ergeben (Bild: U. Christ)

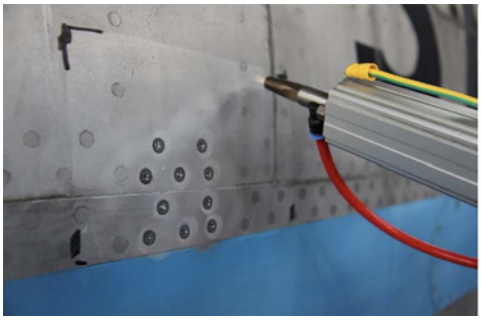


Oberflächen- und Schichtmorphologie auf Aluminium (TLP sind Dünnschichtvarianten), die gute Haftung und Korrosionsschutz ergeben (Bild: U. Christ)

temen eine hohe Reversibilität, die darauf hinweist, dass kein Wasser (in schädlichem Umfang) zwischen Vorbehandlung und Lack eingelagert wird. Es liegt also eine sehr gute Barrierewirkung vor.

Korrosionsschutz an Kulturgütern

Von der Anwendung im Automobilbau vollzog Jürgen Schmidt (Innovent e. V.) einen Schwenk hin zum Korrosionsschutz bei Luftfahrzeugen, die ausgemustert wurden und als Kulturgüter gelten. Dazu wurdenObjekte des militärhistorischen Flugplatzes in Berlin-Gatow betrachtet, die einer Freibewitterung unterliegen und zudem Materialkombinationen aus Stählen, Aluminium und Magnesium aufweisen. Bei derartigen Werkstoffkombinationen machen sich schadhafte Beschichtungen oder aggressive Korrosionsmedien besonders stark abträglich bemerkbar. Vor den Arbeiten an den eigentlichen Projekten wurden Laborversuche an MgMn2 mit unterschiedlichen Beschichtungsaufbauten einem Korrosionstest gemäß DIN 11997-1 unterzogen. Die eingesetzte Chrom(VI)beschichtung schnitt dabei am schlechtesten und die Plasmavorbehandlung am besten ab.
An den Flugzeugen lagen vor allem erhebliche Korrosionsangriffe an den Stahlschrauben von Aluminiumaußensegmenten vor. Darüber hinaus waren Schäden an den Magnesiumteilen von Triebwerk, Flügeln und Rädern aufgetreten. Aufgabenstellung war es, den bestehenden Zustand der Teile zu erhalten und die Korrosion drastisch zu reduzieren. Auch die Lackierungen der Außenhaut der Flugzeuge aus Aluminium und lackiertem Aluminium wurden betrachtet. Hier sollte die Zerstörung des Lacks verzögert werden.
Auf ausgewählten Bereichen der Flugzeuge wurde eine APCVD-Beschichtung (Beschichtung mittels Atmosphärendruckplasma auf Basis der CVD-Technologie) aufgebracht. Hierbei wiesen die Metallsegmente (Magnesium und Aluminium) Stahlnieten und Stahlschrauben auf. Zum Teil war es erforderlich, eine mechanische Vorbehandlung durch Strahlen mit Nussgranulat oder Glasperlen durchzuführen. Im Anschluss an die Plasmavorbehandlung mit einer Siliziumoxidschicht folgten mehrschichtige Lackierungen. Nach den erfolgten 666 Tagen Freibewittung war die gute Schutzwirkung der Siliziumoxidschicht zu erkennen. Zudem war die Lackhaftung auf diesen Vorbehandlungsschichten deutlich besser, als auf den nicht behandelten Oberflächenbereichen.



Beschichtung von senkrechten und waagerechten Flächen mittels APCVD-Technik (Bild: J. Schmidt)

Korrosionstest für Klimakondensatoren

Dr. Oliver Mamber, Mahle Behr GmbH & Co. KG, befasste sich mit der Bewertung von Korrosionsangriffen auf Klimaanlagen aus Aluminium für Fahrzeuge auf der Basis eines neuen Korrosionstests. Der Kühler der betrachteten Klimaanlage besteht aus dünnwandigen Röhren und Wellblechen, die eine möglichst große Wirkoberfläche für das System aufweisen sollen. Um die Röhren für das Kühlmittel zu schützen, sind die Wellbleche aus einer geringfügig unbeständigeren Legierung gefertigt, die als Opferanode fungiert. Das gesamte System ist durch Ofenlöten verbunden. Über mehrere Jahre hat es sich gezeigt, dass die Feldausfälle nur geringfügig mit den auftretenden Schäden im früher üblichen SWAAT-Test übereinstimmen. Es sollte daher ein angepasster Korrosionstest entwickelt werden, welcher die korrekte Korrosionsmorphologie und die Korrosionsraten abbilden kann.
Für das Löten werden üblicherweise Schichten auf Siliziumoxidbasis vor dem Löten aufgetragen. Weitere Varianten sind die Verwendung von aufgespritzen Zinkschichten sowie lotplattiertes Bandmaterial.

Lesen Sie weiter unter womag-online.de

WOMag-online-Abonnenten steht der gesamte Beitrag zum Download zur Verfügung. Weitere Themen des Berichts sind:
– Simulation von Korrosionsvorgängen
– Reinigung mittels Lasern
– Mess- und Analysetechniken
– Verbesserung der Qualität.
Der Gesamtumfang des Beitrags beträgt etwa 4,5 Seiten mit 11 Abbildungen.

STRONGER,
SMARTER,
CLEANER

SONOPOWER 3S GENERATION 4.0
JEDER AUFGABE GEWACHSEN

WEBER-ULTRASONICS.COM

WEBER
ULTRASONICS

Für höhere Reichweiten von E-Mobilen: Potenziale von Leichtbauwerkstoffen besser ausschöpfen

Ultrahochfestes Aluminium ist die Zukunft des Leichtbaus in der herkömmlichen und E-Mobilität. Das Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF erarbeitet mit Partnern im Rahmen des LOEWE-Schwerpunktes ALLEGRO (Landes-Offensive zur Entwicklung Wissenschaftlich-ökonomischer Exzellenz) ressourcenoptimierte Prozesstechnologien, mit denen künftig lokale Bauteileigenschaften bedarfsgerecht einstellbar sind. Dazu wird die gesamte Prozesskette betrachtet sowie ökonomisch sowie ökologisch optimiert, um ein nachhaltigeres Produktdesign zu ermöglichen.

Der Ausbau der Elektromobilität erfordert höhere Reichweiten für Elektroautos. Leichtbaumaterialien mit optimierten Werkstoffeigenschaften können helfen, dies in die Tat umzusetzen. Der Schlüssel dazu liegt in der Kombination von ultrahochfesten Aluminiumlegierungen und neuen Verfahren der Formgebung, um lokale Bauteileigenschaften bedarfsgerecht einzustellen. Um das Leichtbaupotential von Aluminiumlegierungen optimal nutzen zu können, muss also die geometrische und mikrostrukturelle Komplexität von Produkten gesteigert werden.

Eine zentrale Rolle spielt hier die Betriebsfestigkeit. Bisherige Bewertungskonzepte können allerdings lokale Werkstoffeigenschaften aufgrund des Fertigungsprozesses nur eingeschränkt abbilden. Das Fraunhofer LBF entwickelt im Rahmen des LOEWE-Schwerpunktes ALLEGRO neue Bewertungskonzepte der prozessbedingten Betriebsfestigkeit unter Beachtung des zyklisch transienten Werkstoffverhaltens, um das Leichtbaupotential der neuen Fertigungsprozesse heben zu können. (Förderer und Partner des Projekts ALLEGRO sind LOEWE Landes Offensive zur Entwicklung Wissenschaftlich-ökonomischer Exzellenz, Hessen, sowie die Universität Kassel und die Technische Universität Darmstadt.) Mit diesen genaueren Bewertungen können Verbesserungen bei der werkstoffgerechten Lebensdauerabschätzung von Bauteilen erzielt werden. *Sie bilden eine wichtige Voraussetzung für den industriellen Einsatz der neuen Technologien und ermöglichen ein nachhaltigeres Produktdesign im Leichtbau*, so Maciolek, wissenschaftlicher Mitarbeiter der Gruppe Bauteilgebundenes Werkstoffverhalten am Fraunhofer LBF.

Neues, feinauflösendes Prüfsystem zur Ermittlung der lokalen, prozessbedingten Einflussparameter auf das zyklische Werkstoffverhalten (Bild: Fraunhofer LBF, Raapke)

Werkstoffe bis ins kleinste Detail untersucht

Im Rahmen von ALLEGRO versuchen die Darmstädter Wissenschaftler, prozessbedingte Eigenschaften von ultrahochfesten Aluminiumlegierungen gezielt für die verbesserte Lebensdauer von Bauteilen einzusetzen. Hierfür entwickeln das Institut für Produktionstechnik und Umformmaschinen der TU Darmstadt und das Fachgebiet für Trennende und Fügende Fertigungsverfahren der Universität Kassel als Teil des LOEWE-Schwerpunkts ALLEGRO Fertigungstechnologien, um sowohl ökologisch als auch ökonomisch effiziente Prozesse der Formgebung mit integrierter Wärmebehandlung zu realisieren. Mit diesen Prozessen sollen in Zukunft Halbzeuge mit lokal angepassten Eigenschaften hergestellt werden, die entsprechend des Einsatzgebiets auf die Funktion und die Beanspruchung abgestimmt sind.

Die Wissenschaftler des Fraunhofer LBF untersuchen hierbei die gesamte Prozesskette, um die lokalen prozessbedingten Eigenschaften im Sinne des Leichtbaus am Beispiel eines E-Bike-Rahmens ausnutzen zu können. Entlang dieser Kette werden durch verschiedene Prozessschritte die Mikrostruktur sowie die Werkstoffeigenschaften beeinflusst, die wiederum das Bauteilverhalten bestimmen. Wenn diese lokalen Werkstoffeigenschaften ermittelt und in der Bemessung und Bewertung von zyklisch beanspruchten Bauteilen und Strukturen berücksichtigt werden können, dann kann das Potenzial im Leichtbau gezielt genutzt werden.

Da Bauteile meistens aus mehreren Halbzeugen zusammengesetzt werden, müssen die Wissenschaftler auch die Fügbarkeit der gradierten Halbzeuge untersuchen. Die Herausforderung beim Fügen besteht darin, die Eigenschaftsgradierung des Halbzeugs beizubehalten oder sogar durch das Fügen einzubringen. Dafür geeignete Fügeverfahren sind das Laserstrahlschweißen, Rührreibschweißen und Magnetpulsschweißen, welche genauer im Projekt untersucht werden.

Kontakt

M.Sc. Andreas Maciolek, E-Mail: andreas.maciolek@lbf.fraunhofer.de

➲ **www.lbf.fraunhofer.de**

Originalpublikation:

https://www.lbf-jahresbericht.de/leistungen/uebersicht-projekte/leichtbau/allegr...

AKTUELLES aus Wirtschaft, Wissenschaft und Technik

finden Sie auf unserer Webseite: **www.womag-online.de**

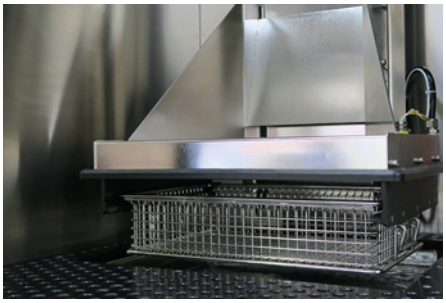
Umfassend und immer auf dem neuesten Stand!

Prozesssichere Reinigung von Warenträgern im Reinraum

Die Pace-Tec GmbH realisiert eine exgeschützte Reinigungslösung auf Basis von Ultraschallsystemen von Weber Ultrasonics

Hohe Sauberkeitsanforderungen bestehen bei der Produktion pharmazeutischer Produkte auch für Fertigungshilfsmittel. Um die Reinigung von Warenträgern prozesssicherer und mit höherer Qualität durchführen zu können, investierte ein international tätiges Pharmaunternehmen in ein neues Reinigungssystem. Neben aufgabenspezifisch ausgewählten Reinigungsmedien und deren Temperatur sorgt der Einsatz von optimal abgestimmten Ultraschallkomponenten dafür, dass die geforderte Sauberkeit stabil, schnell und effizient erzielt wird.

Die in Furtwangen ansässige PACE-Tec GmbH ist auf den Sondermaschinenbau für nasschemische Fertigungsprozesse spezialisiert. Das Leistungsspektrum des Schwarzwälder Unternehmens reicht vom Prozess-Consulting über die Entwicklung und Konstruktion bis zur Herstellung der nasschemischen Produktionsanlagen. Mit diesen maßgeschneiderten Lösungen beliefert der Maschinenbauer Unternehmen unter anderem aus den Hightech-Branchen Halbleiter- und Solartechnologie, Medizintechnik, Pharmaindustrie, Automobiltechnik und Luftfahrt.



Neben dem eingesetzten Reinigungsmedium gewährleistet die Ultraschalltechnik, dass das geforderte Reinigungsergebnis mit hoher Prozesssicherheit erzielt wird
(Bild: Weber Ultrasonics AG)

Reinigungsanlage für pharmazeutische Warenträger

Als bei einem renommierten, international tätigen Pharmaunternehmen vorhandenes Equipment für die Reinigung von Warenträgern ersetzt werden sollte, setzte sich die von PACE-Tec konzipierte Lösung gegen verschiedene Mitbewerber durch.

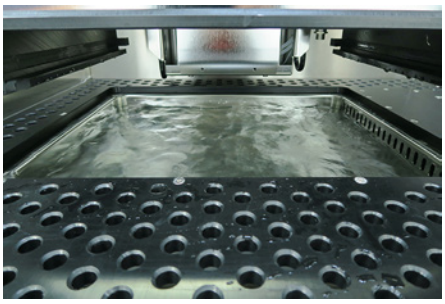
In den aus Kunststoff, Edelstahl und einer Kombination daraus hergestellten Warenträgern werden Teile pharmazeutischer Produkte während der Produktion transportiert. Diese Fertigungshilfsmittel müssen hohe Sauberkeitsanforderungen erfüllen, um eine Kontamination der Produkte auszuschließen. Entsprechend waren eine verbesserte Reinigungsqualität und Prozesssicherheit Ziele der Investition. Die Reinigungsanlage wird in einem Reinraum entsprechend der Klasse D nach GMP-Leitfaden eingesetzt. Aufgrund der bisherigen Reinigungsprozesse waren sowohl die Medien – Ethanol und Isopropanol – als auch der Einsatz von Ultraschall vorgegeben. Wie Philipp Bauer, B. SC. Medical Engineering, zuständig für den technischen Vertrieb bei PACE-Tec, betont, machten die vorhandenen Platzverhältnisse dabei eine hohe Leistungsdichte auf kleiner Fläche erforderlich. Außerdem musste die Anlage durch die vorgegebenen Lösemittel explosionsgeschützt ausgeführt werden.

Durchdachte Konstruktion für hohe Prozesssicherheit

Die Reinigungsanlage verfügt über insgesamt drei Stationen. Davon werden zwei Becken mit jeweils rund 25 Liter Volumen für die Reinigung mit den beiden Lösemitteln genutzt, in der dritten Station erfolgt die Trocknung. Der Aufwand für den Explosionsschutz konnte durch einen durchdachten geometrischen Aufbau der Anlage und eine ausgeklügelte Luftführung auf das absolut Nötige reduziert werden. Dort, wo es erforderlich ist, sorgen unter anderem eine partielle Stickstoffflutung sowie der Einsatz von geeigneten Sensoren und Aktoren für Sicherheit.

Beide Reinigungsbehälter sind mit Ultraschall ausgestattet, was durch den begrenz-

Die in einen Reinraum integrierte Anlage für die Reinigung von Warenträgern verfügt über zwei Reinigungs- und eine Trockenstation (Bild: Weber Ultrasonics AG)



Am Boden der beiden Reinigungsbecken sind jeweils 48 Schwingelemente angebracht, durch welche die geforderte hohe Leistung von 2400 Watt sichergestellt wird
(Bild: Weber Ultrasonics AG)

ten Bauraum der Becken und die geforderte hohe Leistungsdichte eine gewisse Herausforderung darstellte. Über diese Aufgabenstellung haben die Projektverantwortlichen bei PACE-Tec mit verschiedenen Herstellern von Ultraschallkomponenten gesprochen und sich letztendlich für Weber Ultrasonics als Partner entschieden. *Ausschlaggebend waren die technische und Beratungskompetenz der Mitarbeiter von Weber. Außerdem ist das Unternehmen bei unseren Kunden bekannt und genießt einen guten Ruf*, begründet Philipp Bauer die Entscheidung.

Optimal angepasste Ultraschalltechnik

Auf Basis der von PACE-Tec vorgegebenen Frequenz von 40 kHz und der Leistung von 2400 Watt pro Reinigungsstation legte Weber Ultrasonics die gesamte Ultraschalltechnik aus. Am Boden jedes Beckens wurden 48 Kegelstumpf-Schwingelemente mit jeweils 50 Watt eingebaut. Durch den begrenzten Bauraum der Wannen, hat Weber nach Aussage von Philipp Bauer auch schwer zugängliche Stellen mit den Elementen bestückt. Um sicherzustellen, dass die hohe Leistungsdichte erreicht wird, hat das Unternehmen nach der Fertigstellung des ersten Beckens Versuche im eigenen Technikum durchgeführt.

Die digitale Frequenzerzeugung und -regelung erfolgt durch zwei Generatoren Sonopower 3S der vierten Generation. Bei diesen innovativen Single-Frequenz-Systemen werden durch die kombinierte Frequenz- und Amplitudenmodulation sehr homogen Schallfelder erreicht und *stehende Wellen* verhindert. Dies erhöht die Ultraschallwirkung, so dass Reinigungsprozesse schneller und effizienter durchgeführt werden können. Ein Beitrag zur gleichbleibenden Schallleistung wird zudem durch den Sonoscan gewährleistet. Er ermittelt die Arbeitsfrequenz vor der Schallabgabe automatisch und stellt das System entsprechend ein. Während des Prozesses kann die Frequenz kontinuierlich überwacht und automatisch angepasst werden. Dies stellt sicher, dass auch bei sich verändernden Betriebsbedingungen, wie beispielsweise Temperaturschwankungen, oder beim Wechsel von Reinigungsmedien stets mit der effizientesten Leistung gearbeitet wird. Die Anpassungen erfolgen im laufenden Betrieb, so dass unterbrechungsfrei gereinigt werden kann.

Ausgestattet sind die Generatoren mit einer optionalen Profinet-Schnittstelle. Dadurch kann nach Aussage von Philipp Bauer die Steuerung des Ultraschalls in das Human-Machine-Interface (HMI) der Anlage integriert werden, wofür der Austausch vieler Daten erforderlich ist. Darüber hinaus bestehe die Möglichkeit, die Anlagen- und Prozessdatenverwaltung über diese Schnittstelle zu vereinfachen.

Vollautomatischer Reinigungsprozess im Reinraum

Je nach Größe werden die Warenträger als Schüttgut oder gesetzte Ware gereinigt. Der Transport zum Reinraum und durch dessen Schleuse erfolgt automatisiert, die Beladung der Reinigungsanlage manuell. Nach Auswahl des warenträgerspezifischen Reinigungsprogramms, läuft der Prozess mit den entsprechend festgelegten Parametern automatisch ab. Vom Ausgabeplatz werden die Reinigungsbehältnisse wieder manuell entnommen und automatisiert in die Produktfertigung weitergeleitet. *Neben dem Reinigungsmedium und dem Gesamtkonzept der Anlage spielt die Ultraschalltechnik eine wesentliche Rolle dafür, dass unser Kunde mit dem Reinigungsergebnis und der Prozesssicherheit sehr zufrieden ist. Er hat inzwischen schon eine zweite Anlage bestellt*, freut sich Philipp Bauer.

Über Weber Ultrasonics AG

Die Weber Ultrasonics AG entwickelt, produziert und vermarktet Lösungen und Komponenten für die industrielle Nutzung der Ultraschalltechnologie. Ihr Geschäftsfeld konzentriert sich auf das Reinigen, Schweißen und Schneiden mit Ultraschall und schließt weitere spezielle Anwendungsformen ein. Das Unternehmen ist nach DIN EN ISO 9001 zertifiziert und wurde bereits mehrfach für eine vorbildliche Unternehmensführung ausgezeichnet. Das familiengeführte mittelständische Unternehmen mit Sitz in Karlsbad (Deutschland) beschäftigt weltweit 130 Mitarbeiter. Zur Weber Ultrasonics AG gehören

Die Steuerung der Ultraschalltechnik ist über die in den Generator integrierte Profinet-Schnittstelle in das HMI der Gesamtanlage eingebunden (Bild: Weber Ultrasonics AG)

Tochterunternehmen in den USA und Asien sowie die Weber Entec GmbH & Co. KG mit Sitz in Waldbronn, die auf ultraschallbasierte Anlagentechnik für Biogas- und Kläranlagen spezialisiert ist.

Über PACE-Tec GmbH

Die PACE-Tec GmbH wurde 2017 gegründet und hat ihren Hauptsitz in Furtwangen im Schwarzwald; sie ist nach DIN EN ISO 9001 und DIN EN ISO 14001 zertifiziert. Die Expertise des Unternehmens gründet auf Jahrzehnte langer Erfahrung im Sondermaschinenbau für nasschemische Prozessanlagen in unterschiedlichen Hightech-Branchen wie Halbleitertechnologie, Medizintechnik, Pharma, Automobiltechnik und Luftfahrt. Das breite Spektrum an Dienstleistungen reicht vom Prozess-Consulting bis zur Entwicklung und dem Bau von Produktionsanlagen für nasschemische Fertigungsprozesse. Das Unternehmen greift dafür auf ein eingespieltes Team aus Konstruktion, Elektro, Software und Prozessentwicklung zurück. Durch flache Strukturen können äußerst wettbewerbsfähige Lösungen, vom einfachen Digestorium und Chemietisch bis hin zur vollautomatisierten Produktionsanlage mit FAB-Anbindung, aus einer Hand angeboten werden.

➲ **www.pace-tec.de**
➲ **www.weber-ultrasonics.com**

Werden Sie **Abonnent** und nutzen Sie die Inhalte der Plattform in vollem Umfang!
Fachbeiträge in digitaler Form mit allen Möglichkeiten der modernen Medien!
1 Monat kostenfrei zum Kennenlernen!
Kommen Sie auf unsere Webseite: ***www.womag-online.de***
Umfassend und immer auf dem neuesten Stand!

Abschlussbericht: EMO Hannover gibt Orientierung in unsicheren Zeiten

Messe kann an erfolgreiche Vorveranstaltung anknüpfen

Vom 16. bis 21. September trafen sich rund 117 000 internationale Produktionsexperten aus 150 Ländern zur Weltleitmesse der Metallbearbeitung. Mit diesem Ergebnis knüpft die EMO Hannover 2019 nach den Worten von EMO-Generalkommissar Carl Martin Welcker an das Boomjahr 2017 an. Angesichts der gedämpften Konjunkturerwartungen in den vergangenen Monaten sei der moderate Besucherrückgang als Erfolg zu werten. Erfreulich sei ganz besonders, dass der Anteil ausländischer Besucher nochmals gestiegen sei. Die Stimmung in den Hallen war gut. Viele Aussteller berichten von einer überraschend hohen Besucherfrequenz auf ihren Ständen. Die EMO Hannover hat sich Welcker zufolge einmal mehr als Fels in der Brandung erwiesen und gibt auch in unsicheren Zeiten Orientierung für die weitere Entwicklung in der Produktionstechnik. Hohe Internationalität und Qualität bei Besuchern und Ausstellern sowie eine ungeheure Dichte an Innovationen und Präsentationen von Produktneuheiten seien ihr Markenzeichen.

Stimmungsbild heterogen

Aussteller mit einem breiten Abnehmerspektrum äußern sich zufrieden mit dem Verlauf der Messe. Dr. Wolfgang Heuring, CEO Motion Control der Siemens AG, Erlangen, beispielsweise sagt: *Der Besucherzuspruch auf unserem Messestand in diesem Jahr war überwältigend. Wir sind sehr zufrieden mit dem Verlauf der Messe.* Andere Firmen mit einem höheren Anteil im Pkw-Geschäft beurteilen die Lage reservierter. *Wir haben durchaus gemerkt, dass die Firmen wegen der allgemeinen Unsicherheit zur künftigen Marktentwicklung momentan etwas zurückhaltender sind*, sagt Dr. Christian Lang, Geschäftsführer der Liebherr-Verzahntechnik in Kempten. Dennoch habe man mit den Kunden über konkrete Projekte gesprochen, die äußerst vielversprechend seien. Manch ein Aussteller erwartet den historisch größten Paradigmenwechsel in der Automobilindustrie, den es zu bewältigen gilt. Andere konnten Verhandlungen mit den Fahrzeugherstellern auf der Messe zum Abschluss bringen.

Zu Beginn der EMO Hannover hatte die Nachricht von vielfach gestrichenen Reisekosten bei den Kunden aufgeschreckt. Es kamen jedoch mehr Führungskräfte zur Messe als vor zwei Jahren, fast 58 Prozent. Mehr als die Hälfte der Besucher hatte Investitionsabsichten. Bei den ausländischen Besuchern stieg dieser Anteil auf 62 Prozent. Ein Viertel davon hat direkt auf der Messe Aufträge vergeben oder beabsichtigt dies noch. Ein weiteres Fünftel will nach der Messe investieren. Dabei geht es vor allem um Erweiterungs- und Ersatzinvestitionen in flexible Fertigung, Produktionsmaschinen, Werkzeuge und Automatisierung. *Wir wollen uns in erster Linie informieren und dann im Nachgang zur EMO investieren*, sagt etwa Kiyokazu Sugiyama von Nissan Motor Co. Ltd. aus dem japanischen Yokohama, der sich drei Tage auf der Messe ausführlich umschaute.

Asiaten auf der EMO Hannover stark vertreten

Als Weltleitmesse zeichnet sich die EMO Hannover durch ihre hohe Internationalität aus. Mehr als die Hälfte der Besucher kam aus dem Ausland, davon wiederum jeweils die Hälfte aus Europa und aus Übersee. Besonders bemerkenswert ist der hohe Anstieg der Gäste aus Übersee um ein Fünftel im Vergleich zu 2017 und speziell der hohe Anteil asiatischer Gäste, die fast ein Drittel der ausländischen Besucher stellen. China, Japan, Taiwan und Indien führen die Liste an. Die Internationalität der EMO-Besucher, vor allem auch aus dem asiatischen Raum, hat nach Aussage von Dr. Stefan Brand, Geschäftsführer der Vollmer Werke in Biberach, für eine geschäftige und internationale Atmosphäre am Stand geführt. Diese Entwicklung hängt nicht zuletzt auch mit der gestiegenen Anzahl asiatischer Aussteller zusammen, die ihre Kunden auf die Weltleitmesse nach Hannover mobilisieren konnten. Auch Italien, Polen, Schweden, Russland und die Türkei waren sehr gut vertreten.

Digitalisierung und Automatisierung nehmen Fahrt auf

Lothar Horn, geschäftsführender Gesellschafter der Paul Horn GmbH in Tübingen, ist sich sicher, dass die EMO auch in diesem Jahr wieder klare Impulse für Innovationen setzt. Sie erfüllt damit erneut die Erwartungen, als die Innovationsplattform für Produktionstechnik die Trends für die kommenden Jahre zu bestimmen. Das EMO-Motto *Smart technologies driving tomorrow's production!* hat die Fokusthemen der Industrie bereits im Vorfeld aufgenommen. *Die vielen Kundengespräche auf der EMO Hannover 2019 zeigten, dass die Orientierung an der ganzheitlichen Prozesskette inklusive digitaler Services den relevanten Mehrwert für die Kunden schafft*, sagt etwa Christian Thönes, Vorstandsvorsitzender der DMG Mori AG, Bielefeld. Diese Einschätzung zieht sich quer durch alle Ausstellerbereiche. Auffallend war laut Marie-Sophie Maier-Wember, Geschäftsführerin bei der Haas Schleifmaschinen GmbH in Trossingen, die positive Besucherresonanz auf ihren cloudbasierten Simulationstools und das Monitoring System als Industrie 4.0-Anwendung. Überhaupt waren die Schlagworte IoT-Plattformen, Apps, digitaler Zwilling, Künstliche Intelligenz (KI), Edge- und Cloudcomputing allgegenwärtig.

Dies zeigt deutlich, wie viel seit der letzten Messe vor zwei Jahren passiert ist. Speziell in Halle 9 trafen Forschung und Praxis aufeinander. Die Mischung aus Wissenschaft und Industrie zog zahlreiche Besucher aus aller Welt an. *Wir haben viele neue Kontakte geknüpft und in sehr vielen Gesprächen Ideen gesammelt, die sich hoffentlich in Forschungsprojekte umsetzen lassen*, blickt Prof. Berend Denkena, Präsident der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Produktionstechnik (WGP) und Leiter des Instituts für Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen (IFW) Hannover zurück. Eines sei auf jeden Fall klar geworden: Digitalisierung und Automatisierung zeigten den Weg in die Zukunft, das zeichne sich hier auf der EMO Hannover ab.

Auch erste KI-Anwendungen waren auf der Weltleitmesse zu finden, in der Start-up-Area ebenso wie bei Vorreiterunternehmen. Nicht nur das Interesse an KI beziehungsweise maschinellem Lernen war groß. Dass die Besucher der Weltleitmesse Visionen für die Zukunft suchen, zeigte sich auch in den Rahmenveranstaltungen und Foren. Die Themen neben KI: additive Verfahren, Industrielles Internet der Dinge (IIoT), 5G und nicht zuletzt OPC UA beziehungsweise umati, die neue Standardschnittstelle zwischen Werkzeug-

maschinen und übergeordneten IT-Systemen. Allen voran der große umati-Showcase, der mit 110 Maschinen von 70 internationalen Firmen und Partnern erstmals bewiesen hat, dass die universelle Schnittstelle für die Kommunikation der Maschine mit IT-Systemen über alle Produkte hinweg funktioniert. Dr. Alexander Broos, Leiter des umati-Projekts, resümiert: *Die Resonanz auf umati bei unseren Partnern und bei den Kunden ist bombastisch.* Mit dem EMO-Auftritt sei die Markteinführung gelungen. *Wir nehmen den Auftrag mit nach Hause, die OPC UA Companion Specification, die als nächstes kommen muss, schnellstmöglich zu liefern.*

Fazit

Entgegen aller Erwartungen beschließen wir die EMO Hannover 2019 mit einem positiven Fazit, urteilt EMO-Generalkommissar Carl Martin Welcker abschließend. Sie sei attraktiv für die gesamte internationale Community der Produktionstechnik und habe signalisiert, dass nach wie vor Investitionsbedarf im Markt bestehe. Ungeachtet aller politischen Verwerfungen zeige die Messe, dass die Industrie aktiv an den kommenden Herausforderungen arbeite und ihren Beitrag als Problemlöser leisten wolle
Die nächste EMO findet in Mailand vom 0 4. bis 9. Oktober 2021 statt.

➲ **www.emo-hannover.de**

Ehrenkolloquium mit Institutsübergabe der Metallformung an der TU Bergakademie Freiberg

Bei einem Ehrenkolloquium am 11. Oktober würdigten Gäste aus Industrie und Politik das 20-jährige Wirken von Prof. Dr. Rudolf Kawalla als Institutsdirektor der Metallformung (IMF) an der TU Bergakademie Freiberg. Er übergibt die Leitung an Prof. Dr. Ulrich Prahl.

Seit 1999 prägte Prof. Dr. Kawalla den Wandel im Bereich der Umformtechnik an der Technischen Universität Bergakademie Freiberg. Unter seiner Leitung entwickelte sich das Institut für Metallformung zu einem der führenden Forschungseinrichtungen im Bereich der umformtechnischen Werkstofferzeugung und -entwicklung von Leichtmetallen wie Magnesium und Aluminium über Eisen- und Stahlwerkstoffe bis zu Schwer- und Buntmetallen.
Die Umformtechnik ist ein Motor des zivilisatorischen Fortschritts. Etwa 75 Prozent der Metalle werden heute umformtechnisch verarbeitet. Das Streben nach immer leistungsfähigeren, energieeffizienteren Anlagen und Prozessen zur Herstellung von hochbelastbaren Werkstoffen ist groß. Entwicklungen im Bereich der Materialforschung sind deshalb einer der wichtigsten Innovationstreiber für den technologischen Fortschritt und der Schlüssel zu ressourceneffizienten Prozessen und Anwendungen. Dieser Herausforderung hat sich Prof. Kawalla gestellt und gemeinsam mit seinen über 50 Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen viele erfolgreiche Projekte angestoßen. So wurde erst im März 2018 eine neue Forschungsanlage für das Leichtmetall Magnesium eingeweiht. Diese ermöglicht weltweit erstmalig die Herstellung von Magnesiumdraht mit der am IMF entwickelten und patentierten, energie- und ressourceneffizienten Gießwalztechnologie. Und im aktuellen Verbundprojekt *hybCrash* ist das IMF mit an der Entwicklung von neuartigen Hybridwerkstoffen aus Leichtmetallen und Faser-Kunststoff-Verbunden beteiligt.
Die lange Tradition umformtechnischer Lehre und Forschung an der TU Bergakademie Freiberg setzt nun Prof. Dr. Ulrich Prahl als neuer Institutsleiter des IMF fort. Sein Blick richtet sich vor allem auf die zunehmende Digitalisierung in der Industrie und die damit verbundenen Veränderungen in der Produktionstechnologie sowie in der Werkstoff- und Prozesssimulation. Der Wissenschaftler ist seit Oktober 2017 an der TU Bergakademie Freiberg und arbeitete vorher unter anderem am Institut für Eisenhüttenkunde der RWTH Aachen.

Zum Institut für Metallformung

Mit der Einrichtung einer Professur für Walzwerkskunde wurde 1928 in Freiberg der deutschlandweit erste eigenständige Fachbereich für Umformtechnologie gegründet. Daraus entwickelte sich das heutige Institut für Metallformung an der Fakultät für

Prof. Dr. Rudolf Kawalla übergibt in seinem Ehrenkolloquium die Institutsleitung der Metallformung an Prof. Dr. Ulrich Prahl (v.l.) (Foto: Thorsten Henseler)

Werkstoffwissenschaft und Werkstofftechnologie. Die moderne und hochwertige Ausstattung mit zum Teil einmaligen Versuchs- und Pilotanlagen ermöglicht dabei sowohl eine Forschung auf wissenschaftlich höchstem Niveau als auch eine direkte Umsetzung und Erprobung neuester Technologien unter produktionsnahen Bedingungen. Mit diesen Möglichkeiten ist das IMF ein attraktiver Partner für Unternehmen im Bereich der Metallerzeugung und -verarbeitung sowie des Fahrzeug- und Maschinenbaus.

➲ **www.tu-freiberg.de**

Korrosionsbeständige PVD-Schichten für chirurgische Instrumente

Von Dipl. Phys. Dietmar Kitta, Dr.-Ing, Jana Reinhold, Institut für Oberflächentechnik, Hochschule Zittau Görlitz, und Maik Kirchner, Techno-Coat Oberflächentechnik GmbH, Zittau

Zum online-Artikel

Chirurgische Instrumente müssen hohe Anforderungen in Bezug auf Korrosionsbeständigkeit, Biokompatibilität und Funktionalität erfüllen. Aus diesem Grund kommen vor allem korrosionsbeständige Stähle mit hoher Festigkeit zum Einsatz. Zur Erhöhung der Stabilität im Gebrauch erhalten diese häufig eine zusätzliche Hartstoffbeschichtung. Allerdings zeigen Untersuchungen, dass konventionelle Hartstoffschichten auf Basis von Titan, Zirkon, Chrom, Aluminium in Verbindung mit Stickstoff (Nitridschichten) sehr wahrscheinlich aufgrund ihrer säulenartigen Mikrostruktur zum Eindringen von Chlorid der Reinigungsmedien sowie der Körperflüssigkeiten und damit zu einer deutlichen Korrosion des Stahlsubstrats führen. Durch die Erzeugung von Multilayern mit stark modifizierten und angepassten PVD-Beschichtungsverfahren gelingt es, Zwischenschichten mit amorpher Mikrostruktur herzustellen. Dazu kommt neben dem konventionellen Sputtern mit vergleichbar hohen Abscheideraten das HIPIMS-Sputtern mit sehr geringen Auftragsraten zum Einsatz. Die damit hergestellten Multilagen zeigen auf korrosionsbeständigen Stahlsubstraten eine bis zu 50-fach höhere Korrosionsbeständigkeit gegenüber rein durch Sputtern aufgebrachte Beschichtungen.

1 Einleitung

Der vorliegende Artikel beschreibt das Ergebnis eines Verbundprojekts zwischen dem Institut für Oberflächentechnik (IOT) an der Hochschule Zittau/Görlitz und der Techno-Coat Oberflächentechnik GmbH in Zittau. Ein großer Anteil der Kunden der Techno-Coat Oberflächentechnik sind Hersteller medizinisch-chirurgischer Instrumente. Je nach Verwendungszweck werden zum Beispiel gewebedurchtrennende Instrumente (Skalpelle, Scheren, Messer), gewebefassende Instrumente (Pinzetten und Klemmen) oder gewebehaltende Instrumente (Wundhaken, Retraktoren, Spekula) unterschieden. Aus der Sicht des Chirurgen sind insbesondere für gewebetrennende Instrumente Eigenschaften wie Härte, Verschleißbeständigkeit, Schärfe und Schnitthaltigkeit gefordert.

Hinsichtlich der Fertigungstechnik muss ein medizinisches Instrument aus einem Material bestehen, das solche Bearbeitungsschritte wie Spalten, Schmieden, Glühen, Fräsen, Schleifen und Verformen gestattet. Daraus geht hervor, dass als Ausgangsmaterial für moderne medizinische Instrumente heute ein Werkstoff gefordert wird, der nach Möglichkeit sowohl die notwendigen Eigenschaften für die Chirurgie als auch die Forderungen der Fertigungstechnik erfüllt. Werden zudem die Aspekte der Biokompatibilität berücksichtigt, kommen für chirurgische Instrumente fast ausschließlich spezielle Edelstähle in Betracht. Diese werden als Medizinstähle oder Chirurgische Stähle bezeichnet. Hierbei handelt es sich um Edelstähle, die mindestens 13 Gew.-% Chrom aufweisen und je nach Verwendungszweck zusätzliche Legierungselemente, vorrangig Nickel oder Molybdän, enthalten. Als typische Medizinstähle seien hier die Stahlsorten 1.4021, 1.4034 oder 1.4117 genannt.

Medizinische Instrumente bedürfen einer intensiven Pflege und sachgemäßen Reinigung. Wird das vernachlässigt, kommt es zu Beschädigungen, in einfacher Form von Wasserflecken, Anlauffarben oder Operationsrückständen. Durch Blut, Sekrete, Desinfektions- beziehungsweise Reinigungsmittel und Sterilisation sind chirurgische Instrumente einer hohen chemischen und thermischen Belastung ausgesetzt. Dadurch kann es trotz eines Chromgehalts von mehr als 13 Gew.-% zu korrosiven Erscheinungen kommen. Korrosion könnte mit einer Erhöhung des Chromgehalts im Stahl weiter minimiert werden, was jedoch zu einem Härteverlust führen würde. Eine Lösung für dieses Problem ist die Beschichtung von medizinischen Instrumenten.

Auf dem medizintechnischen Sektor, insbesondere im Bereich der chirurgischen Instrumente, bietet die überwiegende Zahl der Produzenten beschichtete Instrumente an. Dabei hat sich seit Jahren die PVD-Technik als eine der besten Beschichtungsarten für derartige Produkte durchgesetzt. PVD-Schichten sind für die Medizintechnik ideal geeignet. Sie weisen Schichtdicken von maximal 4,5 µm auf und besitzen eine große Härte (> 2500 HV0,025). Die reaktive PVD-Technik ermöglicht mit Schichtmaterialien wie TiN, ZrN, TiCN, TiAlN oder CrCN durch Dosierung des Reaktivgases eine hohe Farbenvielfalt, die kennzeichnend den Ablauf einer Operation unterstützt (*Abb. 1*).

Abb. 1: Mikro-Nadelhalter Castroviejo, vollständig mit ZrN (Arc) beschichtet

In den letzten Jahren haben sich in der chirurgischen Praxis minimal-invasive Operationstechniken fest etabliert und dabei viele konventionelle Operationsverfahren mit ausgedehntem Schnitt verdrängt. Diese Operationsmethode ist in letzter Zeit durch die Single-Port-Operationstechnik ergänzt worden. Hier erfolgt der Zugang durch natürliche Körperöffnungen und es wird nur noch ein einziger Zugang für Endoskop und Instrumente benutzt. Bei dieser Operationsmethode sind gegenwärtig nur Instrumente für den Einmalgebrauch vorgesehen, Mehrfachgebrauch erfolgt in klinischen Studien.

Bei allen minimal-invasiven Operationstechniken, aber auch bei konventionellen Operationstechniken, ist vor allem die Blendfreiheit der verwendeten Instrumente ein wichtiges Kriterium für den Chirurgen. Gegenwärtig kann mit nahezu schwarzen TiAlN-Sputterschichten (L* < 25) diese Forderung am besten realisiert werden (*Abb. 2* und *3*).

2 Korrosion PVD-beschichteter medizinischer Instrumente

Medizinische Instrumente sind hochwertige und dementsprechend teure Werkzeu-

Abb. 2: Dentalinstrument (Heidemann-Klemme), im Schaft mit TiAlN (Sputter) beschichtet

Abb. 3: Ophtalmologisches Instrument (Irispinzette), vollständig mit TiAlN (Sputter) beschichtet

Abb. 4: Mit TiCN (Arc) beschichteter Federbügel eines medizinischen Instruments (Stahlsorte 1.4021) nach 20 h Salzsprühnebeltest

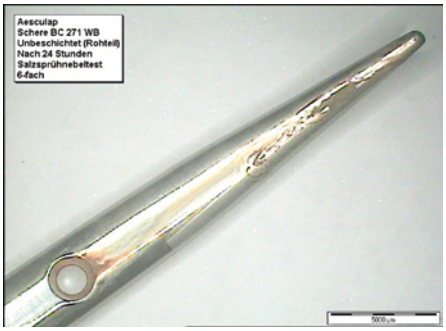


Abb. 5: Scherenspitze, unbeschichtet nach 24 h Salzsprühnebeltest

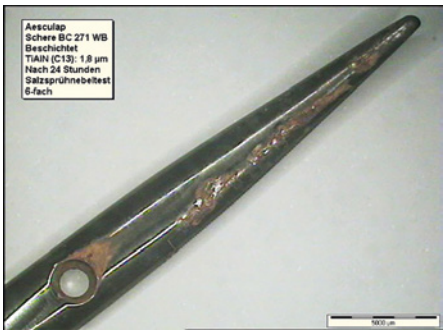


Abb. 6: Scherenspitze TiAlN-beschichtet nach 24 h Salzsprühnebeltest

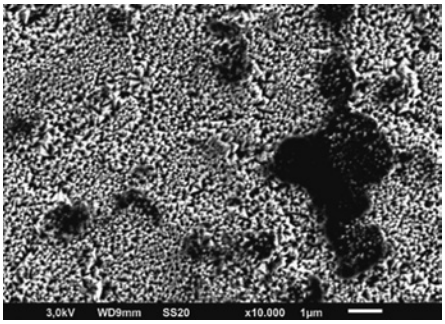


Abb. 7: Fehlstellen auf der Oberfläche der mittels Sputtern aufgebrachten TiAlN-Schicht (10 000-fach)

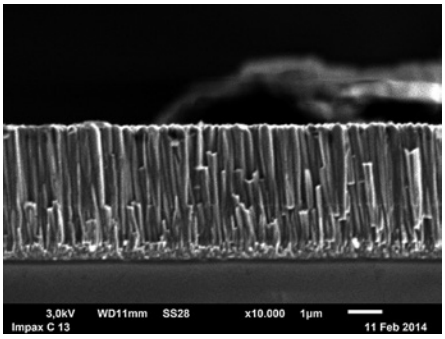


Abb. 8: Säulenstruktur einer konventionellen TiAlN-Sputterschicht

ge in der Hand des Arztes. Durch den permanenten Kontakt mit lebendem Gewebe stehen hier die Biokompatibilität, Lebensdauer und Korrosionsbeständigkeit an erster Stelle. Korrosive Erscheinungen medizinischer Instrumente sind unerwünscht, weil sie die Instrumente unbrauchbar machen und ihre Lebensdauer herabsetzen.

Es ist bis heute eine weit verbreitete Meinung, dass eine PVD-Schicht eine korrosionshemmende Wirkung hat. Dies basiert auf der (nachvollziehbaren) Annahme, eine Schicht hat immer eine schützende Wirkung. Funktionelle PVD-Schichten unterstützen zwar solche geforderten Eigenschaften wie Härte oder Farbe, haben aber keinen Schutzmechanismus gegen Korrosion. Bereits kurzzeitige Korrosionstests (Salzsprühnebeltest, CASS-Test) zeigen, dass eine PVD-Schicht keine oder nur eine minimale korrosionshemmende Wirkung auf das Substratmaterial besitzt (*Abb. 4*).

Die PVD-beschichteten Substrate können unter Umständen sogar anfälliger gegenüber Korrosion sein, als der unbeschichtete Werkstoff! (*Abb. 5* und *6*).

Die Ursachen für dieses Verhalten konnte durch den Einsatz der Elektronenmikroskopie in der Oberflächenanalytik gefunden werden. Erst hochauflösende, mindestens 10 000-fache Vergrößerungen sind nötig, um die für die korrosiven Eigenschaften verantwortlichen Oberflächen- und Schichtstrukturen zu erkennen. In der Praxis treten bei allen PVD-Schichten Schichtdefekte auf. Löcher, Verwerfungen oder Eigenspannungen in der Schicht bewirken Aufwachsfehler (*Abb. 7*).

Korrosive Medien, insbesondere Chloride, finden durch die Fehlstellen in PVD-Schichten einen Zugang zum Grundwerkstoff. Im Falle eines hochlegierten Chromstahls treffen sie zunächst auf die nur wenige Nanometer dicke Passivschicht. Hier kann es zur Zerstörung der aus Eisendichromat ($FeCr_2O_4$) bestehenden Passivschicht kommen. Die Chloridionen verdrängen aus den Chromoxiden den Sauerstoff und erzeugen dadurch einen punktuellen Bereich, an dem das Metall nicht mehr durch die passivierend wirkende Oxidschicht geschützt wird. In der Folge kommt es zur Korrosion (Rostbildung) des eigentlichen Substrats. Diese Fehlstellen sind unvermeidbar und können durch atomare Gitterfehler und Verunreinigungen unterstützt werden.

Fehlstellen sind jedoch nicht die alleinige Ursache für einen korrosiven Befall des Substratmaterials. Es hat sich gezeigt, dass eine konventionelle TiAlN-Sputterschicht bei Beschichtungstemperaturen um 250 °C eine säulenförmige Struktur aufweist. Diese Säulenstruktur der PVD-Schicht kann im Elektronenmikroskop sichtbar gemacht werden, indem ein beschichteter Objektträger aus Glas gebrochen und die Bruchstelle von der Seite betrachtet wird (*Abb. 8*). Es liegt auf der Hand, dass diese porös nebeneinander liegenden nadelförmigen Säulen von etwa 0,30 µm Durchmesser und je nach Beschichtungszeit bis zu 4 µm Länge, eine Kapillarwirkung aufweisen. Durch diese Kapillarwirkung gelangen korrosionsfördernde Substanzen bis auf das Substratmaterial.

Korrosion in hochlegierten Edelstählen wird durch den Einfluss von löslichen Halogeniden (Chloriden, Jod und Brom) begünstigt. Diese Substanzen kommen in medizinischen Bereichen in Bleich- und Desinfektionsmitteln zum Einsatz. Ein weiteres Beispiel ist der Einsatz der isotonischen Kochsalzlösung, die als Trägerlösung für Medikamente Verwendung findet. Zusammengefasst ergibt sich folgende Ausgangssituation:

– Die kombinierten Einflüsse aus Struktur und Schichtdefekten bewirken auch bei hochlegierten Stählen Korrosion. Bei konventionellen PVD-Sputterschichten, aber auch bei Arc-Schichten, zeigt sich eine mehr oder minder stark ausgeprägte kolumnare Struktur

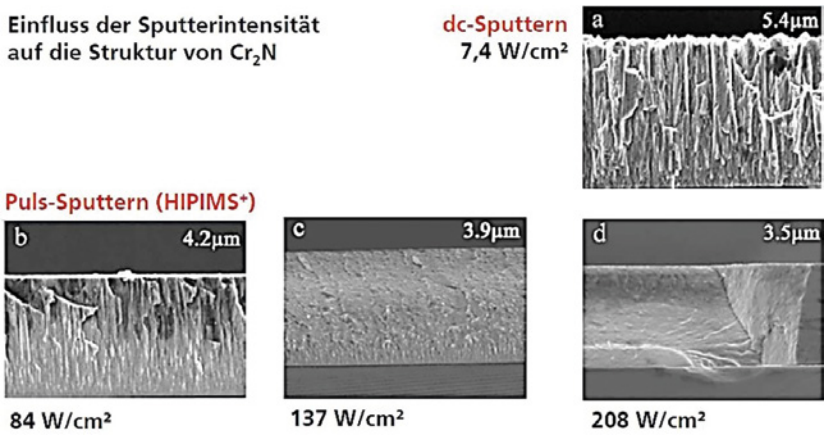


Abb. 9: Einfluss der Sputterintensität auf die Struktur einer Cr_2N-Schicht [6]

– Die vielfach vertretene Meinung, eine konventionelle PVD-Schicht weist eine korrosionshemmende Wirkung auf, ist ein Irrtum. Bedingt durch die Struktur der Sputterschichten, verbunden mit den dadurch entstehenden Kapillarwirkungen und den unvermeidbaren Schichtdefekten können PVD-beschichtete Substrate unter Umständen sogar anfälliger gegenüber Korrosion sein, als der unbeschichtete Werkstoff

Da auf Schichtdefekte kein Einfluss genommen werden kann, war es das Ziel, die Beschichtung so zu verändern, dass die Wirkung der kolumnaren Struktur eliminiert und idealerweise durch eine amorphe Struktur ersetzt wird. Je glatter eine Schicht, umso geringer ist die Kapillarwirkung und somit kann weniger Feuchtigkeit in die Schicht eindringen. Eine glatte Schicht sollte also die Korrosionsanfälligkeit deutlich mindern.

3 Lösungsansatz

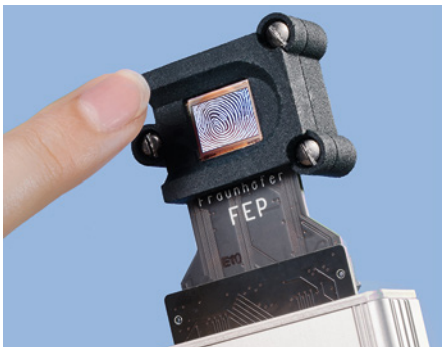
Ende der 1960-iger-Jahre wurden von B. A. Movchan und A. V. Demchishin erstmals die Strukturen und Eigenschaften von im Hochvakuum (bei 10^{-4} Pa bis 10^{-3} Pa) aufgedampften, bis zu 2 mm dicken Schichten, aus Titan, Niob, Wolfram, Zirkonoxid (ZrO_2) und Aluminiumoxid (Al_2O_3) als Funktion des Verhältnisses T_S/T_m untersucht [2] (T_S – Substrattemperatur; T_m – Schmelztemperatur des Targetmaterials). Sie beschrieben ihre Ergebnisse im so genannten Dreizonen-Modell. Das zeigt die Abhängigkeit der Schichtstruktur und damit auch zwangsläufig der Oberflächenstruktur von den Parametern Substrattemperatur des zu beschichtenden Materials (T_S) und Schmelztemperatur des Targetmaterials (T_m). Bei niedrigen Substrattemperaturen (T_S) zeigt eine Sputterschicht eine säulenförmige Struktur, die mit steigender Temperatur einen amorphen beziehungsweise grob-kristallinen Charakter annimmt. Vereinfacht ausgedrückt: Je heißer ein Beschichtungsprozess betrieben wird, umso mehr tendiert eine PVD-Sputterschicht zum amorphen Charakter. Offensichtlich ist eine hohe Energie der abzuscheidenden Teilchen, die auf hohe Beschichtungstemperaturen beziehungweise einen hohen Ionisationsgrad des Plasmas zurückzuführen ist, wichtig für die Güte einer PVD-Schicht. Da einer Temperaturerhöhung jedoch anlagentechnisch eine Schranke gesetzt ist, kann beim konventionellen DC-Sputterverfahren ein hoher Ionisationsgrad, damit eine hohe Sputterintensität, nur durch eine Steigerung der Leistungsdichte (Leistung pro Fläche des Targets (W/cm²)), erzielt werden. In *Abbildung 9* wird der Einfluss der Sputterintensität auf die Schichtstruktur verdeutlicht.

Lesen Sie weiter unter womag-online.de

WOMag-online-Abonnenten steht der gesamte Beitrag zum Download zur Verfügung. Der Aufbau einer PVD-Schicht mit HIPIMS-Sperrschicht und die erzielten Eigenschaften werden detailliert dargestellt. Der Gesamtumfang des Beitrags beträgt etwa 5 Seiten mit 17 Abbildungen.

BiClean – Smarte antibakterielle Oberflächen mittels bidirektionaler Displaytechnologie

Das Fraunhofer FEP, Dresden hat sich im Rahmen eines internen Förderprojekts mit einem neuartigen Ansatz zur automatisierten Detektion und Inaktivierung von Biofilmen befasst.



Fingerprintsensoren basierend auf der bidirektionalen Displaytechnologie (© FEP)

Biofilme können sich auf nahezu jeder Oberfläche – ob Duschvorhang, Rohrleitung oder Wasserhahn – bilden, sofern die Versorgung mit Feuchtigkeit stimmt. *Biofilm* bezeichnet eine Ansammlung von Mikroorganismen, bei der die Bakterien in enger Gemeinschaft innerhalb einer schleimartigen Substanz zusammenleben. Da sie sehr hartnäckig sind, stellen sie in vielen Bereichen des täglichen Lebens ein bisher ungelöstes Problem dar. Besonders in der Medizin besteht durch das Wachstum von Biofilmen auf Implantaten und Kathetern ein hohes Infektionsrisiko. Tatsächlich kann gegen Erreger in über 60 % der Infektionskrankheiten nicht wirksam vorgegangen werden, da sie durch den Biofilm geschützt sind. Der Biofilm bringt für die Bakterien viele Vorteile mit sich: Sie sind vor antimikrobiellen Substanzen, wie zum Beispiel Antibiotika und Desinfektionsmittel geschützt und erweisen sich als deutlich resistenter gegenüber mechanischen Einwirkungen.

Typische Beispiele sind Fingerprintsensoren: Werkzeuge zum Beispiel für Einreise- oder Zugangskontrollen oder im Smartphone zur Authentifizierung, deren Oberfläche kontinuierlich und häufig von Fingern berührt wird. Durch Schweißabsonderungen werden Biofilme generiert und diese zudem durch die verschiedensten Milieus mikrobiell verstärkt. Die Gefahr der Keimübertragung von Nutzer zu Nutzer ist dabei extrem hoch.

Bisher gibt es kein Verfahren, mit denen Biofilme effektiv verhindert beziehungsweise gezielt inaktiviert werden können. Das Fraunhofer-Institut für Organische Elektronik, Elektronenstrahl- und Plasmatechnik FEP in Dresden hat sich im Rahmen eines internen Förderprojekts mit einem neuartigen Ansatz zur automatisierten Detektion und Inaktivierung von Biofilmen beschäftigt. Das Projekt *BiClean* setzt am Beispiel der Fingerprintsensoren an, indem es ein innovatives technisches Hilfsmittel zur Erkennung und Beseitigung von Biofilmen bietet und damit die Gefahr der Übertragung pathogener Keime unterbindet. Dafür wurden bidirektionale Displays mit Titandioxid (TiO_2) beziehungsweise TiO_2-haltigen Schichtkombinationen beschichtet. Der Biofilm kann somit inaktiviert werden. Bidirektionale Displays können sowohl Licht oder Inhalte aussenden, als auch das zurückfallende Licht über eine integrierte Kamerafunktion detektieren und auswerten.

Die Entwicklung dieser Displaytechnologie zählt zu den Kernkompetenzen des Fraunhofer FEP. Die Bidirektionalität ermöglicht es, den Zustand der Oberfläche durch das Gerät selbst erfassen zu lassen. So ist es möglich, die Bildung von Biofilmen zu detektieren, um dann abhängig vom Verschmutzungsgrad ein Reinigungsintervall anlaufen zu lassen. Einen weiteren Forschungsschwerpunkt stellt die Reinigung der Oberfläche dar, welche ebenfalls durch Lichtemission aus dem Display erfolgen soll. Hier kommt eine weitere Kernkompetenz des FEP zum Tragen: die Beschichtungstechnologien für so genannte *easy-to-clean*-Oberflächen.

Die Idee der Biofilmbekämpfung basiert nach den Worten von Dr. Gaby Gotzmann, Gruppenleiterin Hygienisierung, Sterilisation und Biofunktionalisierung, auf zwei Schritten. Im ersten Schritt werde die Oberflächenverschmutzung mittels Detektorfunktion analysiert. Liege eine Verschmutzung vor, werde im zweiten Schritt durch Lichtemission, und nur nach Bedarf, eine chemische Reaktion auf der Oberfläche ausgelöst, wodurch Biofilme inaktiviert werden können.

Die späteren Anwendungsfelder der Idee sind vielfältig; von der effektiven Reinigung von Solar- und Photovoltaikanlagen über die Reinigung von Trinkwasserleitungen und flüssigkeitsführenden Systemen bis hin zur Biofilmbeseitigung auf Kathetern und der Behandlung auf Implantaten bietet sich ein weitreichendes Marktpotenzial.

➲ **www.fep.fraunhofer.de**

Kunststoffe in der Medizintechnik – Trends für medizinische Produkte

Die Anwendungsgebiete von Kunststoffen in der Medizintechnik variieren von Gebrauchsgegenständen bis zu hochkomplexen individuellen Implantaten und Prothesen. Dabei steigen die hohen Anforderungen bezogen auf Sicherheit, Zuverlässigkeit und Gebrauchsfähigkeit in stetem Gleichschritt mit neu gewonnenen Forschungsergebnissen und Innovationen. Zur Gewährleistung und Einhaltung dieser hohen Ansprüche unterliegen Medizinprodukte langwierigen und strengen Zertifizierungsprozessen.

Um den steigenden Ansprüchen gerecht zu werden, müssen die Partner aus den Forschungsfeldern der Kunststoffverarbeitung, des Anlagen-/Werkzeugbaus sowie der Medizin intensiv zusammenarbeiten. Nur durch Kooperation und Wissensbündelung auf den Gebieten der Materialauswahl, Werkzeugtechnik und Herstellungsverfahren kann es gelingen, medizintechnische Produkte innovativ und fortschrittlich zu gestalten.

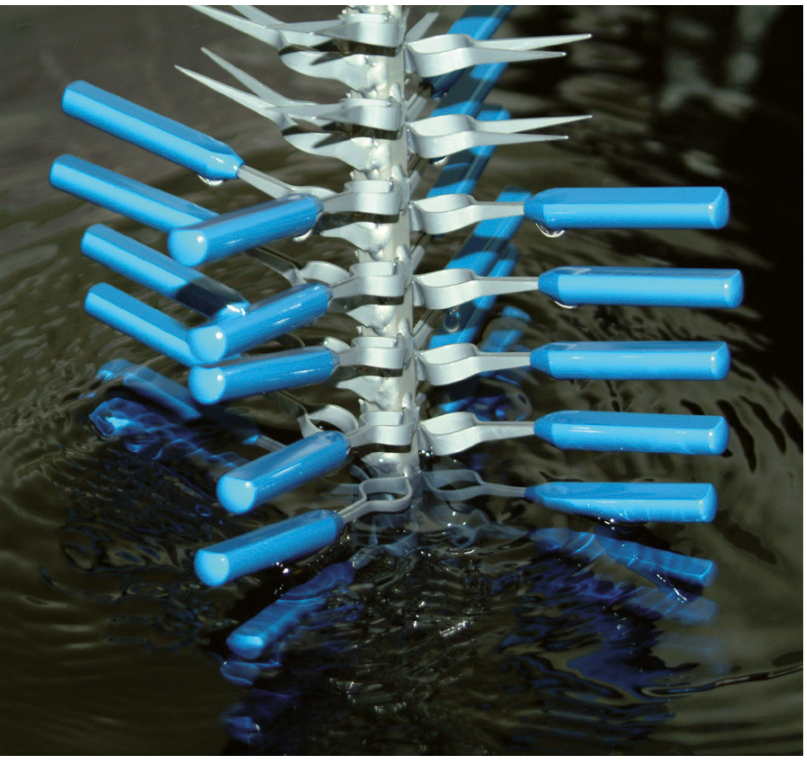
Die Tagung *Kunststoffe in der Medizintechnik* vom 27. bis 28. November 2019 in Aachen bietet Raum zum Austausch zwischen Forschung und Industrie, um aktuelle Trends und Herausforderungen in der Entwicklung und Herstellung von Medizinprodukten darzustellen und zu analysieren. Sie gibt dazu insbesondere Aufschluss über gegenwärtige Weiterentwicklungen der Qualitätssicherung, Verarbeitungsmethoden, Fertigungsstandards, Materialinnovationen und Prozessführung.

➲ **www.ikv-aachen.de/veranstaltungen/**

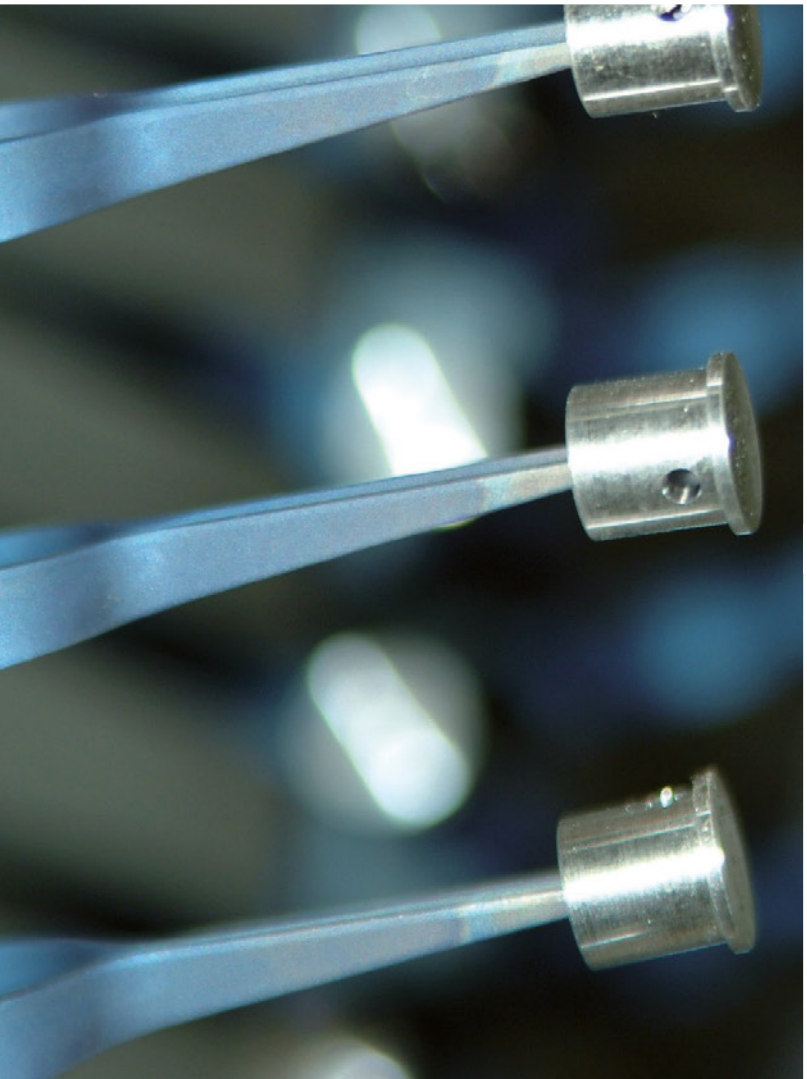
Einfach **STARK ELOXAL**

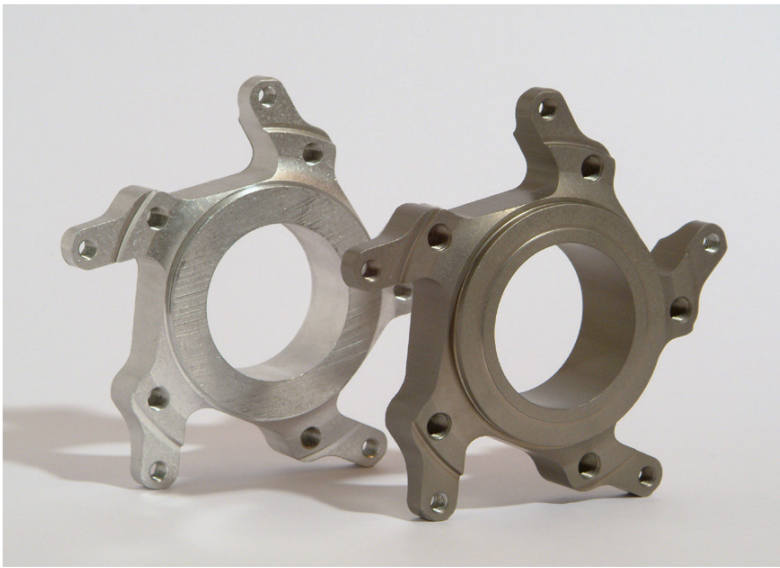
www.stark-eloxal.de

. . . und Aluminium wird besser



- eloxieren
- färben
- glänzen
- harteloxieren
- gleitschleifen
- strahlen
- schleifen
- sägen
- montieren





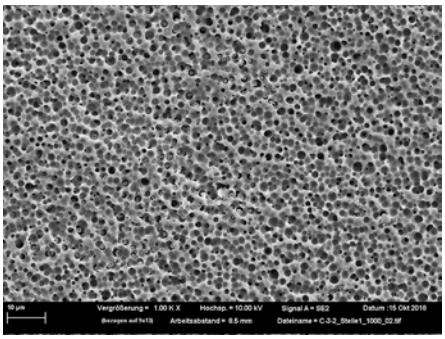
STARK ELOXAL GmbH
Aluminiumoberflächentechnik
Hauptstr. 1, 79807 Lottstetten
Tel. 07745/9232-0, Fax -30,
stark@stark-eloxal.de

Ihre Ansprechpartner:
Markus Stark
Alberto Calestani

Funktionale galvanische Hartverchromung von CFK-Materialien für den Maschinen- und Anlagenbau

Von Katja Feige

Leichtbau ist bei modernen Maschinen eine Schlüsseltechnologie und Maschinenkomponenten aus CFK erhöhen die Präzision und Lebensdauer der Systeme. Laut der Studie Leichtbau im Maschinen-, Anlagen- und Gerätebau [1] ist im Maschinenbau die Steigerung der Produktionseffizienz und Bearbeitungsqualität von hoher Bedeutung, wohingegen für die Automotivebranche die Senkung des Energieverbrauchs durch leichtere Fahrzeuge im Vordergrund steht.



REM-Aufnahme der Beizstruktur einer CFK-Oberfläche – Harz mit eingebauten Polymerpartikeln (Quelle: Fraunhofer IPA)

Moderne komplexe Bauteilstrukturen können durch klassische metallische Werkstoffe nicht mehr realisiert werden, da sie die Anforderungen, die durch den stetig wachsenden Leichtbau-Trend aufkommen, nicht erfüllen. Der Einsatz von Hochleistungskunststoffen kann hier Abhilfe schaffen. So werden faserverstärkte Materialien als Konstruktionswerkstoffe eingesetzt, wobei der Fokus auf kohlefaserverstärkten Kunststoffen (CFK = carbonfaserverstärkter Kunststoff) liegt.

CFK-Materialien verknüpfen eine geringe Masse mit einer hohen Festigkeit und Steifigkeit und stellen für viele Applikationen einen idealen Werkstoff dar. Die Oberflächeneigenschaften genügen für viele Anwendungen allerdings nicht, da Aspekte wie Reinigbarkeit, Medienbeständigkeit und tribologische Eigenschaften nicht ausreichend erfüllt werden. Zudem verursacht freiliegendes Carbon bei einer Verbundbauweise Kontaktkorrosion gegenüber vielen Metallen. Hier können Beschichtungen eine Lösung bieten. Eine galvanische Beschichtung von CFK ist aktuell am Markt nicht ohne Einschränkungen möglich, speziell für den Einsatz mit tribologischen Anforderungen und im Bereich des Korrosionsschutzes. Die galvanisch abgeschiedenen Schichtsysteme weisen Qualitätsprobleme bezogen auf Haftung und Porosität auf. Lösungen für Luft- und Raumfahrtanwendungen sind zwar vorhanden, doch diese Spezialanwendungen werden mit einer deutlich anderen Kostenstruktur umgesetzt. Schließlich besteht die Möglichkeit der Beschichtung von Kohlenstofffasern beispielsweise mit Kupfer, Zinn und Zink.

Ein großes Potential haben CFK-Bauteile, die mit einer funktionalen Chromschicht versehen sind.

Das vom BMWi geförderte Verbundvorhaben CarboChrom hat sich das Ziel gesetzt, eine industriell reproduzierbar einsetzbare Prozesskette zur funktionalen galvanischen Beschichtung von CFK zu entwickeln. Der Werkstoff CFK wird dabei nicht als *Black Box* betrachtet, sondern aus Sicht der Harze und Fasern erfolgt eine mechanistisch fundierte Abstimmung von CFK und nasschemischer Prozesskette, da nur so die industrielle Einsatzfähigkeit erlangt werden kann. Dies bedeutet, dass die verwendeten Harze beispielsweise durch Zugabe von *Opferpartikeln* funktionalisiert werden, um so einen selektiven Angriff der Bauteiloberfläche zu ermöglichen. Die dadurch entstehende Beizstruktur soll eine haftfeste Metallisierung auf Basis der klassischen Kunststoffmetallisierung ermöglichen. Eine weitere Lösungsroute ist die direkte Verchromung der Carbonfasern.

Durch die Zusammenarbeit mit einem führenden Unternehmen für Spezialchemie können die Projektpartner ihre Kompetenzen zielgerichtet in das Projekt einbringen.

Fraunhofer IPA

Wir produzieren Zukunft

Das Fraunhofer IPA entwickelt und implementiert nachhaltige Produktionstechnologien. Die Abteilung Galvanotechnik forscht und berät zu Fragestellungen entlang der gesamten industriellen Produktionskette – von der Entwicklung neuer Schichtwerkstoffe und den dazugehörigen Prozessketten über die Umsetzung der industriellen Anlagentechnik bis hin zu Dienstleistungen wie der Schadensfallanalyse.

In dieser Serie zeigen Forscher der Abteilung, wie den Herausforderungen der Branche in Zukunft begegnet werden kann.

Ansprechpartner

Dr.-Ing. Martin Metzner
Abteilungsleiter Galvanotechnik,
Fraunhofer IPA, Stuttgart
➲ www.ipa.fraunhofer.de/galvanotechnik

Projekt-Steckbrief

Titel	Nasschemische funktionale Beschichtung von CFK-Materialien – CarboChrom
Laufzeit	1. September 2017 bis 31. August 2020
Partner	CarboFibretec GmbH (Entwicklung von Faserverbunden + Verarbeitungsrouten), Topocrom GmbH (Entwicklung der technischen Verchromungsverfahren), Fraunhofer-Institut IPA (elektrochemische Grundlagen zur Verchromung)
Förderung	1,3 Mio. Euro, gefördert vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Förderkennzeichen: 03ET1487(A-C)

Literatur

[1] Anna Hansmersmann, Christoph Birenbaum, Jochen Burkhardt, Marco Schneider, Michael Stroka: Leichtbau im Maschinen-, Anlagen und Gerätebau; Stuttgart (2016)

Korrosions- und verschleißbeständige Schichten auf hochfesten Aluminiumwerkstoffen durch Anwendung der plasmaelektrolytischen Oxidation

Von Frank Simchen[1], Roy Morgenstern[1], Maximilian Sieber[2], Ingolf Scharf[1] und Thomas Lampke[1]

Die anodische Oxidation gehört zu den wichtigsten Verfahrensgruppen für die Oberflächentechnik von Leichtmetallen. Durch konventionelles elektrolytisches Anodisieren und Hartanodisieren im Gleichstrom-Schwefelsäure-Verfahren lassen sich beständige Überzüge auf Aluminium-Knetlegierungen erzeugen. Jedoch werden die erzielbaren Schichtqualitäten im bedeutenden Maße durch die Substratzusammensetzung beeinflusst beziehungsweise beeinträchtigt. Dies ist vor allem für die Oberflächenbehandlung von aushärtbaren Aluminiumlegierungen, welche in Leichtbauanwendungen zunehmend an Bedeutung gewinnen, problematisch. Im vorliegenden Artikel wird die plasmaelektrolytische Oxidation (PEO) als vielversprechende Alternative zur Erzeugung von korrosions- und verschleißbeständigen Oberflächen auf den hochfesten Aluminiumlegierungen AlMgSi1, AlCu4Mg1 und AlZn5.5MgCu vorgestellt. Die generierten Schichten werden mittels Rasterelektronenmikroskopie (REM) und Elektronenrückstreubeugung (EBSD) hinsichtlich ihrer Morphologie und Phasenzusammensetzung untersucht. Die Charakterisierung der tribologischen Beständigkeit und des Korrosionsschutzvermögens erfolgt durch den RubberWheel-Test (RW) und Stromdichte/Potential-Messung (SPK).

Anodic oxidation is one of the most important process groups for the surface engineering of light metals. Durable coatings can be produced on aluminum wrought alloys by conventional electrolytic anodization and hard anodization in the DC sulfuric acid process. However, the achievable layer qualities are significantly influenced or impaired by the substrate composition. This is particularly problematic for the surface treatment of hardenable aluminum alloys, which are becoming increasingly important in lightweight construction applications. In the present article plasma electrolytic oxidation (PEO) is presented as a promising alternative process for the production of corrosion and wear resistant surfaces on the high strength AlMgSi1, AlCu4Mg1, and AlZn5.5MgCu aluminum alloys. The generated layers are examined for their morphology and phase composition by scanning electron microscopy (SEM) and electron backscatter diffraction (EBSD). The characterization of the tribological resistance and the corrosion protection capacity is carried out by the RubberWheel test (RW) and current density / potential measurement.

1 Einführung

Ausscheidungshärtbare Aluminiumlegierungen finden aufgrund ihrer hervorragenden dichtebezogenen mechanischen Eigenschaften verbreitet Einsatz als Leichtbauwerkstoffe zur Reduzierung bewegter Massen und Erhöhung der Energieeffizienz. Die geringe tribologische Beständigkeit dieser Aluminiumlegierungen und die hohe Anfälligkeit gegenüber selektiver Korrosion von einzelnen Gefügebestandteilen schränken jedoch das Anwendungsspektrum ein. Ein bewährtes oberflächentechnisches Verfahren zur Behebung dieser Nachteile ist die anodische Oxidation von Aluminium. Dabei wird die Oberfläche des Substratmaterials unter anodischer Polarisation in einem sauren Elektrolyten in eine schützende Oxidschichtschicht umgewandelt. Folglich beeinflussen Art und Gehalt der Legierungselemente unmittelbar die Schichtzusammensetzung, Schichtmikrostruktur und somit die Schichteigenschaften. Auf AlMgSi-Legierungen der 6000er-Serie sind sehr kompakte Schichten herstellbar, die gemäß ISO 10074 mindestens 80 % der Abrasionsbeständigkeit von anodischen Oxidschichten auf Reinaluminium aufweisen [1]. Insbesondere mit steigendem Kupfergehalt in der Legierung ist jedoch eine deutliche Zunahme der Schichtporosität feststellbar, die zur Abnahme der Abrasionsbeständigkeit auf 55 % (kupferhaltige AlZn-Legierungen der 7000er-Reihe) beziehungsweise 30 % (AlCu-Legierungen der 2000er-Reihe) führt [1].

Bei der plasmaelektrolytischen Oxidation (PEO) erfährt das zu behandelnde Bauteil innerhalb eines geeigneten Elektrolyten eine starke anodische Polarisation. Dies hat zur Folge, dass auf der Substratoberfläche ein elektrisch isolierender Passivfilm und eine Gas/Dampf-Hülle entstehen. Das Interface zwischen Gas/Dampf-Hülle und Elektrolyt bildet anschließend eine die Bauteilgeometrie umhüllende Quasikathode, die zum Ausgangspunkt plasmaelektrolytischer Funkenentladungen wird. Letztere schlagen ausgehend vom Elektrolyt in das Substrat und wandeln dieses durch fortgesetzte Oxidbildung sowie Auf- und Umschmelzprozesse in eine oxidkeramische Schicht um [2]. Bei der plasmaelektrolytischen Oxidation handelt es sich somit ebenfalls um ein Konversionsverfahren. Jedoch werden die zugrundeliegenden Schichtbildungsvorgänge durch plasmachemische Mechanismen dominiert. Daher erreichen die generierten Überzüge aus Aluminiumoxid (Al_2O_3) Dicken von 50 µm bis 100 µm und verfügen im Gegensatz zu konventionell anodisierten Schichten über hohe kristalline Anteile.

[1] TU Chemnitz, Professur für Werkstoff- und Oberflächentechnik, Institut für Werkstoffwissenschaft und Werkstofftechnik, Chemnitz

[2] EXCOR Korrosionsforschung GmbH, Dresden

Es konnte bereits gezeigt werden, dass auch auf kupferhaltigen Aluminiumlegierungen und selbst auf partikelverstärkten Aluminiumwerkstoffen kompakte, verschleißfeste PEO-Schichten herstellbar sind [3]. Im vorliegenden Artikel wird die noch offene Frage beantwortet, inwiefern die für aushärtbare Aluminiumlegierungen relevanten Legierungselemente die Entstehung kristalliner Phasen während der plasmaelektrolytischen Oxidation beeinflussen und welchen Einfluss Art und Verteilung der Aluminiumoxidphasen auf die Abrasionsbeständigkeit ausüben. Weiterhin wird das Korrosionsschutzvermögen der PEO-Schichten als ein Maß für die Defektfreiheit sowohl an unverschlissenen als auch an abrasiv beanspruchten Oberflächen untersucht.

2 Vorgehensweise

Die vorliegenden Untersuchungen wurden an jeweils drei Blechen der hochfesten Aluminiumlegierungen AlMgSi1 (T6, R_m = 310 MPa), AlCu4Mg1 (T3, R_m = 440 MPa) und AlZn5.5MgCu (T6, R_m = 545 MPa) durchgeführt [4]. Die Geometrie der verwendeten Proben ist in *Abbildung 1* schematisch dargestellt. Als Elektrolyt wurde eine Lösung bestehend aus 5 g/l $Na_2SiO_3 \cdot 5H_2O$, 5 g/l KOH und 1 g/l Na_2HPO_4 verwendet. Als Stromform diente ein symmetrischer Rechteckpuls mit 50 Hz und einer Pulsstromdichte von i = ± 30 A/dm². Die Behandlungsdauer der plasmaelektrolytischen Oxidation betrug 1 Stunde. Die Eignung dieser Prozessparameter wurde bereits in vorangegangenen Untersuchungen am Beispiel der plasmaelektrolytischen Oxidation von AlMgSi1 bewiesen [5].

Anschließend wurde ein Teil der Proben abgetrennt und für materialographische Untersuchungen präpariert. Die Bestimmung der Schichthärte erfolgte am Querschliff mittels instrumentierter Eindringprüfung (Martenshärte). Die Prüfkraft betrug 100 mN und wurde innerhalb von 30 Sekunden aufgebracht und anschließend für weitere 30 Sekunden konstant gehalten. Die Prüfung der Verschleißbeständigkeit der Schichten erfolgte mittels RW-Test nach ASTM G65 [6]. Hierbei wird die Probe mit 130 N gegen ein rotierendes Gummirad gepresst, während ein definierter Massestrom trockenen Sandes in die Kontaktzone rieselt. Der resultierende Verschleiß wird durch Bestimmung des Masseverlusts am Prüfkörper in Abhängigkeit des Verschleißweges quantifiziert. Die Bestimmung der Korrosionsstromdichte i_{corr} erfolgte in neutraler 0,1-molarer NaCl-Lösung und Drei-Elektroden-Anordnung. Die Aufzeichnung der Stromdichte-Potenzial-Kurven (SPK) erfolgte mit einem Potenzialvorschub von 1 mV/s und beginnend etwa 200 mV unterhalb des Ruhepotentials. Danach wurde die Korrosionsstromdichte durch Anfitten der Buttler-Volmer-Gleichung an die gemessenen Verläufe bestimmt. Zur statistischen Absicherung der generierten Ergebnisse wurden sämtliche Versuche dreimal durchgeführt.

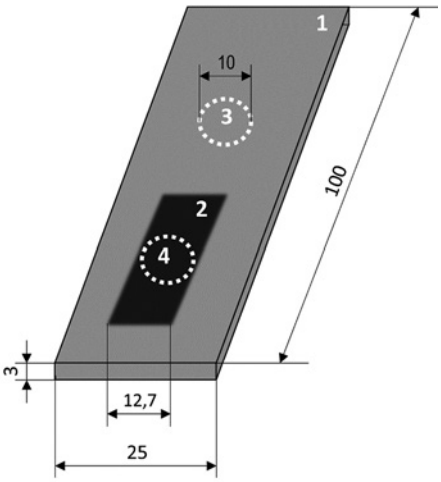


Abb. 1: Schematische Darstellung der Probengeometrie (1) sowie der Expositionsflächen für den RW-Test (2) und die SPK-Messungen (3 und 4)

3 Schichtmorphologie und Zusammensetzung

In *Abbildung 2* sind repräsentative rasterelektronenmikroskopische Querschliffaufnahmen der generierten PEO-Schichten für die verschiedenen Aluminiumlegierungen dargestellt.

Die oxidkeramischen Überzüge erreichen Dicken von 50 µm bis 60 µm und verfügen über eine sehr kompakte Morphologie. Es ist der für PEO-Schichten auf Aluminium typische Aufbau einer inneren nahezu defektfreien Arbeitsschicht und einer äußeren poröseren technologischen Schicht, welche beispielsweise als Haftgrund für Lacke verwendet werden kann, erkennbar [2]. Die Ergebnisse des EBSD-Mappings zur Erfassung der Phasenverteilungen sind in *Abbildung 3* gezeigt.

Es zeigt sich, dass die PEO-Schichten überwiegend aus den kristallinen Aluminiumoxidphasen Tonerde (kubisches γ-Al_2O_3) und Korund (trigonales α-Al_2O_3) bestehen. Die

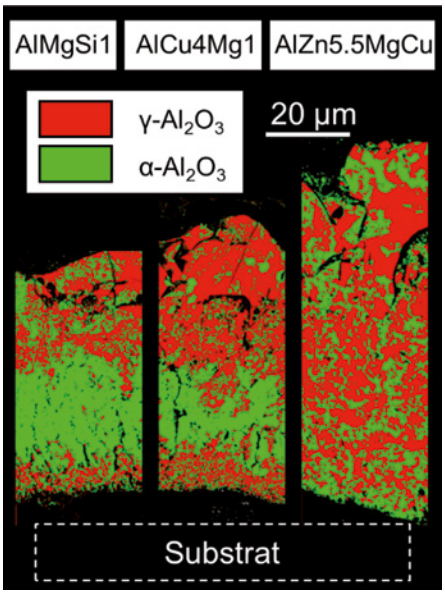


Abb. 3: EBSD-Mappings zur Verteilung der kristallinen γ- und α-Al_2O_3-Phasen innerhalb der PEO-Schichten

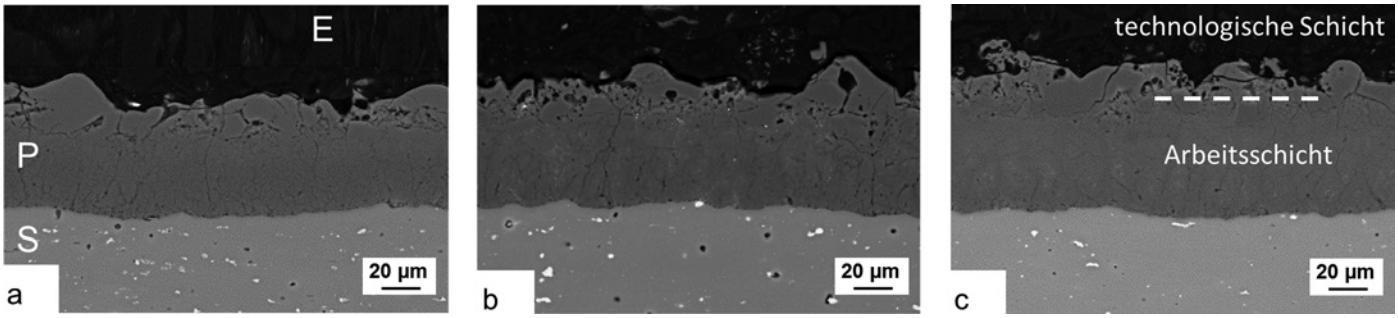


Abb. 2: REM-Querschliffaufnahmen der PEO-Schichten auf den Legierungen AlMgSi1 (a), AlCu4Mg1 (b) und AlZn5.5MgCu (c); E – Einbettmittel, P – PEO-Schicht, S – Substrat

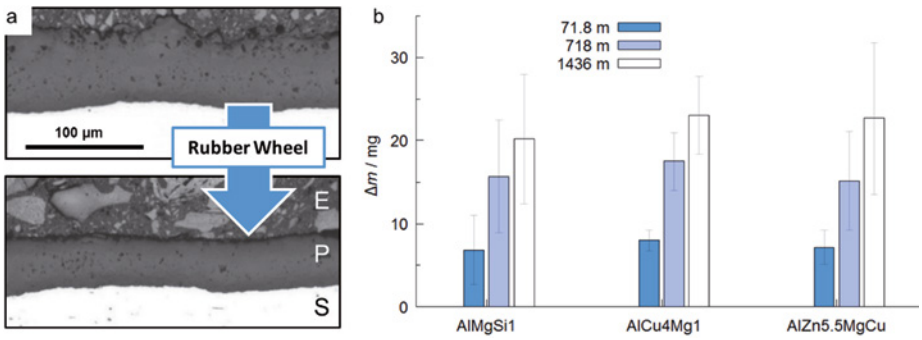


Abb. 4: Ergebnisse des RW-Tests, wie sie sich in der Querschliffaufnahme einer PEO-Schicht auf AlMgSi1 vor und nach der Verschleißprüfung (a) zeigen, sowie vergleichende Darstellung der Masseverluste für plasmaelektrolytisch oxidierte Proben der untersuchten hochfesten Legierungen (b)

dunklen Bereiche sind Kavitäten, amorphen Anteilen sowie sonstigen kristallinen Phasen zuzuordnen.

3.1 Technologische Eigenschaften

Die Härtemessungen zeigen Ergebnisse von 6 kN/mm² bis 12 kN/mm², was etwa 900 HV bis 2000 HV entspricht. Damit werden die beim konventionellen Hartanodisieren erreichbaren Härten (bis zu 400 HV gemäß [1]) deutlich übertroffen. Die Werte variieren in Abhängigkeit des Substratabstands und korrelieren mit der Verteilung der besonders harten Korundphase und der erhöhten Defektdichte im äußeren Schichtbereich. *Abbildung 4a* zeigt beispielhaft eine PEO-Schicht auf AlMgSi1 vor und nach der Verschleißprüfung im Querschliff. In *Abbildung 4b* sind die Masseverluste nach unterschiedlichen Verschleißwegen im RW-Test für die verschiedenen plasmaelektrolytisch oxidierten Substrate aufgeführt.

Es zeigt sich, dass trotz der intensiven tribologischen Beanspruchung lediglich die äußere technologische Schicht der PEO-Überzüge abgetragen wurde. Dies wird auch in den sehr geringen Masseverlusten, die in erster Linie während der Einlaufphase stattfinden, deutlich. Die Ergebnisse der Stromdichte-Potential-Messung sind in *Abbildung 5* vergleichend dargestellt.

Es ist gut erkennbar, dass die Korrosionsstromdichte und somit auch die Korrosionsanfälligkeit mit steigendem Legierungsgehalt zunimmt, was auf eine erhöhte Anzahl von Lokalelementen in der Substratmikrostruktur

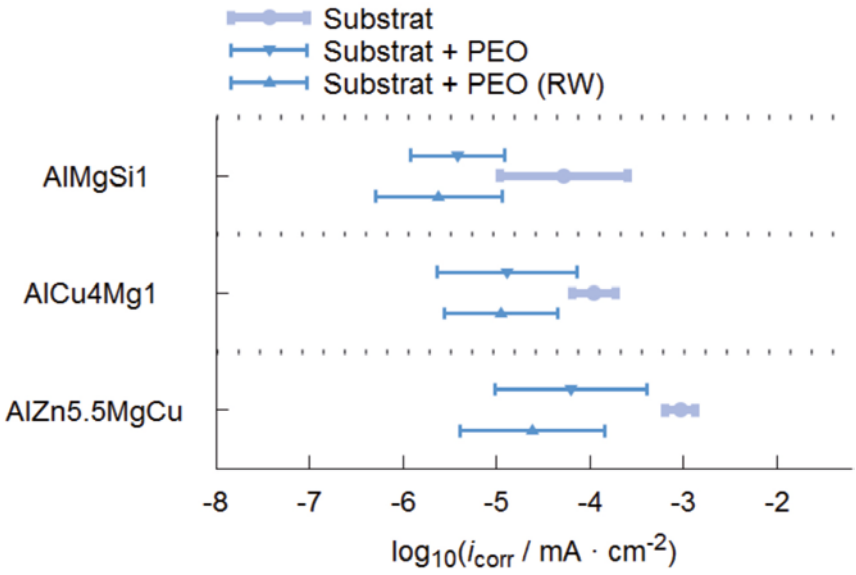


Abb. 5: Gegenüberstellung der Korrosionsstromdichten i_{corr} für die untersuchten Legierungen im unbehandelten Zustand (Substrat), nach der plasmaelektrolytischen Oxidation (Substrat + PEO) und auf der durch RW-Test verschleißgeprüften PEO-Schicht (Substrat + PEO (RW))

POWER PULSE

PULSE-REVERSE-Stromquellen für plasmaelektrolytische Oxidation (PEO / PCO / MAO)

POWER PULSE
pe86HV

› effiziente Schaltnetzteiltechnologie
› präzise Regelung
› komplexe Pulsformen
› schnelle Anstiegs- und Abfallzeiten

MADE IN GERMANY

Neuer Produktfinder:
Finden Sie Ihre passende Stromquelle.

Besuchen Sie die neue
plating.de

plating electronic
we care for power

plating electronic GmbH · 79350 Sexau
Tel. 07641 93500-0
www.plating.de

zurückzuführen ist. Durch die PEO-Behandlung werden die Werte für i_{corr} im Schnitt um etwa eine Größenordnung reduziert. Daraus lässt sich auf eine Reduzierung der Korrosionsgeschwindigkeit auf ein Zehntel schließen. Weiterhin geht aus *Abbildung 5* hervor, dass das Korrosionsschutzvermögen der PEO-Schichten nicht durch die tribologische Beanspruchung beeinträchtigt wird.

4 Schlussfolgerung

Die plasmaelektrolytische Oxidation ist ein geeignetes Verfahren zur Erzeugung von verschleißbeständigen keramischen Konversionsschichten mit hohem Korrosionsschutzvermögen auf hochfesten, ausscheidungshärtbaren Aluminiumlegierungen. Der Prozess stellt somit nicht nur eine vielversprechende Alternative zum konventionellen Hartanodisieren dar. Aufgrund der überragenden Abrasionsbeständigkeit sind darüber hinaus neue Anwendungsgebiete für Aluminiumlegierungen erschließbar.

Hinweis

Eine ausführliche Dokumentation der in diesem Artikel vorgestellten Untersuchungen wurde im Open-Access-Journal Metals veröffentlicht [7].

Danksagung

Die Autoren bedanken sich bei der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) für die Förderung der vorgestellten Arbeiten im Rahmen des Projekts LA 1274/37-1.

Literatur

[1] ISO 10074:2010(E).

[2] B. Wielage, G. Alisch, T. Lampke, D. Nickel: Anodizing – a key for surface treatment of aluminium; Key Engineering Materials, Juni 2008

[3] R. Morgenstern, M. Sieber, T. Lampke: Plasma electrolytic oxidation of AMCs; IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering, Bd. 118 (2016), S. 012031

[4] D. E. 485-2, Aluminium und Aluminiumlegierungen – Teil 2: Mechanische Eigenschaften

[5] M. Sieber, T. Mehner, D. Dietrich, G. Alisch, D. Nickel, D. Meyer, I. Scharf, T. Lampke: Wear-resistant coatings on aluminium produced by plasma anodising - A correlation of wear properties, microstructure, phase composition and distribution; Surface & Coatings Technology (2014)

[6] ASTM G65 Standard Test Method for Measuring Abrasion Using the Dry Sand/Rubber Wheel Apparatus

[7] M. Sieber, F. Simchen, R. Morgenstern, I. Scharf, T. Lampke: Plasma Electrolytic Oxidation of High-Strength Aluminium Alloys - Substrate Effect on Wear and Corrosion Performance; Metals (2018)5

DOI: 10.7395/2019/Simchen2

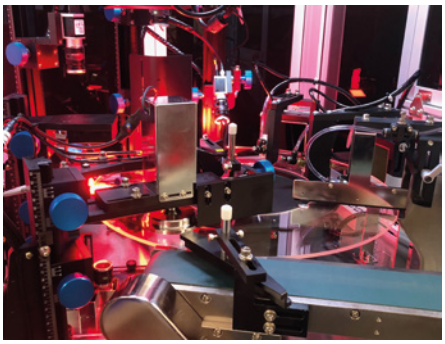
Messendes Prüfen von Muttern

Um die Wertschöpfungskette ihrer Kunden im Bereich Zinklamellenbeschichtung noch einfacher und effizienter zu gestalten, hat die Benseler-Firmengruppe nach Markgröningen nun auch am Standort Lüdenscheid das automatisierte optisch messende Prüfen von Gewindeteilen ins Portfolio aufgenommen. Seit Frühjahr 2019 wird dort der Bereich der 100-prozentig maschinellen Sortierung vor allem von Muttern, aber auch Schrauben und Co. konsequent auf- und ausgebaut.

Durch den Ausbau des Bereichs *Automatisiertes Messendes Prüfen* von Schüttware verdreifacht die Benseler-Firmengruppe ihre Sortierkapazitäten am Standort Lüdenscheid. Mit dieser Kapazitätserweiterung und der anschließenden effizienten Abwicklung der Logistik bietet das Unternehmen nach den Worten von Kerstin Genz, Leiterin Vertrieb der Benseler Oberflächentechnik GmbH & Co. KG, Markgröningen, seinen Kunden ein Komplettpaket aus Korrosionsschutz, hoher Qualität mit 0-ppm-Fehlerziel und projektspezifischer Lösung. *Für unsere Kunden sind wir damit hinsichtlich unserer Position in der Lieferkette ein starker Partner*, ergänzt Johan-Adriaan De Hek, der als Leiter Produktion der Benseler Oberflächentechnik NRW GmbH auch für *Automatisiertes Sortieren* verantwortlich ist.

In diesem Bereich bietet Benseler jetzt schwerpunktmäßig die 100-prozentig messende Sortierung von Muttern im Messbereich M6 bis M16 an. Mithilfe von drei Glastellermaschinen, die jeweils mit einem komplexen Kamerasystem in Kombination mit einer entsprechenden Bildverarbeitungssoftware ausgestattet sind, können die Gewindeteile auf Oberflächenfehler, Schlüsselweite, Innen- und Außendurchmesser, Mittigkeit und Aufplatzungen sowie die Stimmigkeit von Fasen und Gewinde geprüft werden. Die ober- und unterhalb sowie seitlich der Glasteller angeordneten Kameras machen auch den Blick in die Gewinde möglich. Die beiden automatischen Rollensortieranlagen ermöglichen wiederum das Aussortieren von Fremdteilen mit Abmessungen zwischen 3 mm und 25 mm Durchmesser. Alle als *iO* (in Ordnung) identifizierten Muttern kann Benseler entsprechend den Kundenwünschen verpacken und versandfertig machen.

Mit dem Ausbau des Bereichs *Automatisiertes Messendes Prüfen* in Lüdenscheid wird die steigende Nachfrage der Hersteller nach Lieferungen mit 0-ppm-Fehlerziel bedient. Dieser Service umfasst jedoch weit mehr als das reine Sortieren in Gut- und Schlechtteile: Bei Bedarf wird der gesamte anschließende Dispositions- und Logistikaufwand zum Endabnehmer übernommen. Dazu zählen Lagerung, stückzahlgenaue Verpackung in den gewünschten Losgrößen mit entsprechender Labelung und den korrespondierenden Begleitpapieren sowie das am individuellen Produktionsbedarf ausgerichtete Losschicken der Teile direkt ins jeweilige OEM-Werk.



Glastelleranlagen bei der Benseler Oberflächentechnik NRW (Bild: Benseler)

Bei ihrem neuen automatisierten Sortierservice hat die Benseler zwar den Schwerpunkt auf Muttern gelegt. Doch selbstverständlich werden auf Kundenwunsch auch Drehteile und Scheiben von 10 mm bis 35 mm Durchmesser oder Befestigungselemente mit einer Länge von 10 mm bis 140 mm geprüft. Auch die Kontrolle des Außendurchmessers bei Stiften und Kolben, des Kopfdurchmessers bei Schrauben und Bolzen oder des Gewindeaußendurchmessers bei Gewindeteilen ohne Kopf ist optional machbar.

➲ **www.benseler.de**

Haftfestigkeitsprüfungen an elektrischen Steckkontakten

Von Prof. Dr. Dietmar Schorr, Steinbeis Transferzentrum Tribologie in Anwendung und Praxis, Karlsruhe

Für die Haftfestigkeitsprüfung von Beschichtungen auf elektrischen Steckkontakten existiert kein genormtes Prüfverfahren. Zum einen gelten die genormten Prüfverfahren nur für Hartstoffschichten und zum anderen funktionieren diese aufgrund der geometrischen Verhältnisse nicht auf Steckkontakten. Deshalb wurde im Steinbeis Transferzentrum Tribologie in umfangreichen Untersuchungen ein sehr präzises Prüfverfahren für die Haftfestigkeitsprüfung von Beschichtungen auf Steckkontakten entwickelt. Die dafür herangezogene instrumentierte Eindringprüfung erlaubt auch bei weichen Schichten eine sichere Beurteilung der Schichthaftung auf einem Sustrat.

Die wichtigsten Merkmale von Beschichtungen sind deren Schichthärte, die Schichtdicke und die Haftfestigkeit. Die Haftfestigkeit einer Beschichtung ist eine wichtige Eigenschaft einer Beschichtung, denn eine zu geringe Haftfestigkeit kann zum Spontanversagen des Schichtsystems führen. Die Messung der Schichthaftung ermöglicht die Optimierung von Parametern des Beschichtungsprozesses, wie zum Beispiel der Beschichtungsrate, der Reinigung des Beschichtungsmaterials und der Beschichtungstemperatur. Die Streuung der Haftfestigkeit ist in der Regel über die beschichtete Oberfläche betrachtet sehr unterschiedlich, wozu eine spezielle Analytik benötigt wird.
Die Bestimmung der Haftfestigkeit einer Beschichtung dient der Bewertung der Verbindungsfestigkeit zwischen Beschichtung und Substrat (adhäsive Haftfestigkeit) oder des inneren Zusammenhaltes der Schicht (kohäsive Haftfestigkeit). Das Verfahren für die Haftfestigkeitsprüfung einer Beschichtung hängt vom Schichtwerkstoff, der Schichtdicke und dem Substrat ab.

Prüfverfahren

Für die Haftfestigkeitsprüfung von Hartstoffschichten gibt es international genormte Verfahren. Üblicherweise erfolgt die Haftfestigkeitsprüfung mit dem Rockwell-Eindringtest gemäß ISO 26443 oder mit dem Ritztest (Scratchtest) nach ISO 20502. Darüber hinaus wurden für Kunststoffe zudem Kratzbeständigkeitstests entwickelt.

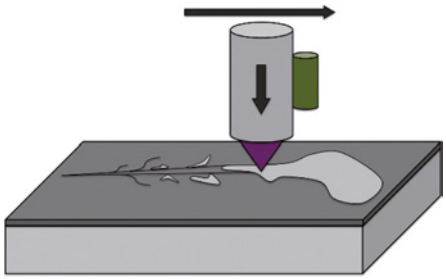


Abb. 1: Schematischer Aufbau des Ritztests

Beim Rockwell-Eindringtest wird ein Prüfkörper senkrecht zur Oberfläche eingedrückt, um das Adhäsionsversagen des Systems aus Schicht und Grundwerkstoff zu begünstigen. Die Bewertung der Schichthaftungsqualität erfolgt anhand des Beschädigungsbildes mit einer Einteilung in vier Schichthaftungsklassen. Beim Ritztest (*Abb. 1*) wird der Prüfkörper mit konstanter Geschwindigkeit und zunehmender Normalkraft entlang der Oberfläche bewegt, um Adhäsions- und/oder Kohäsionsversagen des Systems Schicht/Grundwerkstoff zu begünstigen. Während des Prüfverlaufs werden die Tangentialkraft, die Eindringtiefe und die Ultraschallemissionen registriert. Die Qualität der Schichthaftfestigkeit wird anschließend anhand der kritischen Lastwerte des Schichtversagens bestimmt.

Anwendung der Verfahren

Die Haftfestigkeitsprüfverfahren Rockwell-Eindringtest und Ritztest funktionieren nur bei Hartstoffschichten und auch nur bis zu einer bestimmten Schichtdicke. Bei *weichen* Schichten, wie diese beispielsweise auf elektrischen Steckverbindungen vorliegen, funktionieren diese Prüfverfahren nicht.
Die Härte von galvanisch abgeschiedenen Silberschichten auf elektrischen Kontakten liegt im Bereich von etwa 35 HV0,002; es handelt sich also um eher weiche Schichten, während die Werte für Hartstoffschichten bei deutlich über 2000 HV liegen. Zudem steht in der Regel auf den Steckkontakten nicht genug Platz für den erforderlichen Ritzweg zur Verfügung. Des Weiteren verursacht der Prüfkörper beim Ritzen von *weichen* Schichten überwiegend ein Pflügen mit Materialverschiebungen. Dadurch lässt sich keine Schichthaftung bewerten. Diese Arten von Schichten zeigen überwiegend ein kohäsives

Customized Solutions
Oberflächenveredelung – Perfektion für Ihren Erfolg!

B + T
Unternehmensgruppe

Wir sind eine hochinnovative Unternehmensgruppe mit viel Erfahrung: Wir sind Mit- und Vorausdenker, Präzisionsexperte, Prozessoptimierer, Prüfspezialist, Problemlöser, Qualitätsmaximierer, Rundum-Dienstleister und Mehrwert-Erbringer.

Gern auch für Sie.

B+T Unternehmensgruppe

B+T Unternehmensgruppe | Telefon: +49 (0) 6441 7806-0 | info@bt-unternehmensgruppe.de | www.bt-unternehmensgruppe.de

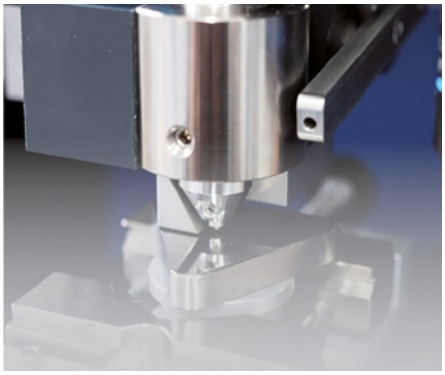


Abb. 2: Messvorrichtung für die instrumentierte Eindringprüfung

Versagen bei mechanischer Beanspruchung, also eine Auflösung des inneren Zusammenhaltes der Schicht.

Instrumentierte Eindringprüfung

Durch umfangreiche Versuchsreihen wurde die instrumentierte Eindringprüfung als geeignete Analytik ermittelt, um Beschichtungen auf Steckkontakten bezüglich der Haftfestigkeit zu untersuchen. Bei der instrumentierten Eindringprüfung werden während eines Belastungs- und Entlastungsvorgangs mit einem Prüfkörper die Kraft und die Eindringtiefe kontinuierlich gemessen - daher die Bezeichnung *instrumentierte* Eindringprüfung (*Abb. 2*). Aus der daraus gewonnenen Kraft-Weg-Kurve werden die Härte, der oberflächennahe E-Modul, die Streckgrenze und weitere Materialkennwerte bestimmt (*Abb. 3*).

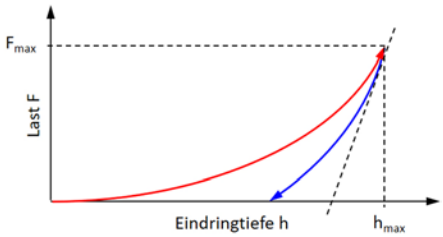


Abb. 3: Lastverlauf und Eindringtiefe bei der instrumentierten Eindringprüfung

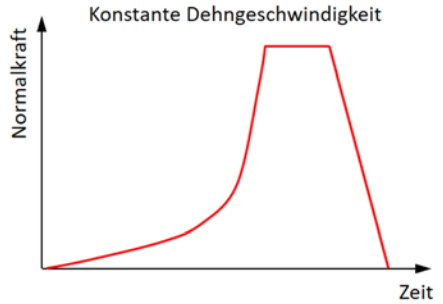


Abb. 4: Kraftverlauf der instrumentierten Eindringprüfung aufgrund einer konstanten Dehngeschwindigkeit

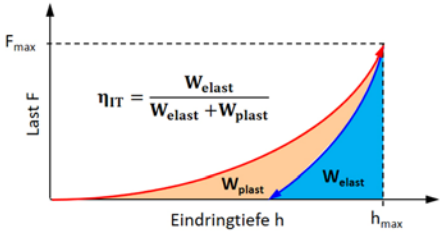


Abb. 5: Bestimmung des elastischen Anteils der Verformungsarbeit

Um die kohäsive Haftfestigkeit von Beschichtungen zu charakterisieren, hat sich die instrumentierte Eindringprüfung als geeignetes Verfahren erwiesen. Der Prüfkraftverlauf ist weichen Beschichtungen so anzupassen, dass dieser mit einer konstanten Dehngeschwindigkeit aufgebracht wird (*Abb. 4*). Somit werden den Relaxationsvorgängen im Werkstoff genügend Zeit zur Verfügung gestellt.

Zu Bestimmung der kohäsiven Schichthaftung werden die elastische Verformungsarbeit W_{elast} und die plastische Verformungsarbeit W_{plast} aus dem Eindringvorgang des Prüfkörpers berechnet. Aus diesen kann anschließend der elastische Anteil der Verformungsarbeit η_{IT} berechnet werden (*Abb. 5*). Diese Größe dient dazu, zwischen elastischen und plastischen Werkstoffverhalten einer Beschichtung zu differenzieren (*Abb. 6*).

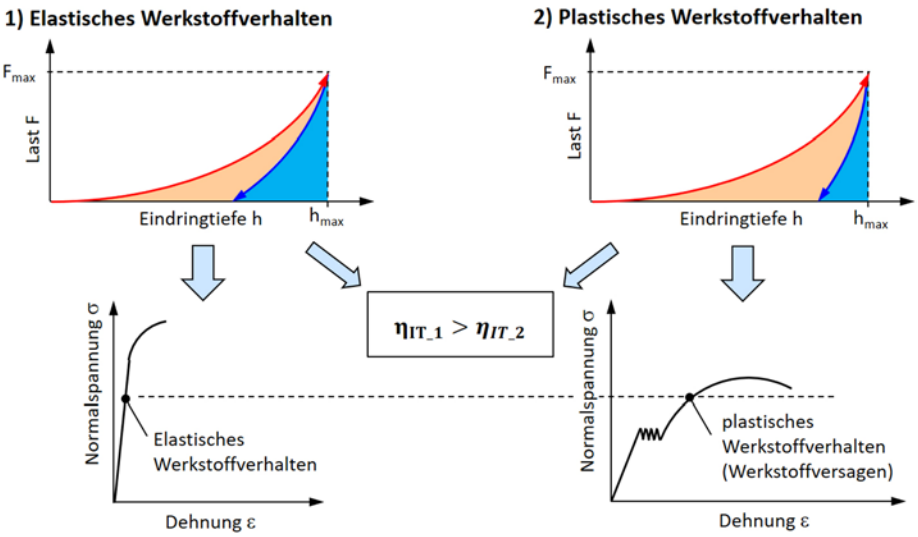


Abb. 6: Kenngrößen für das elastische und plastische Werkstoffverhalten

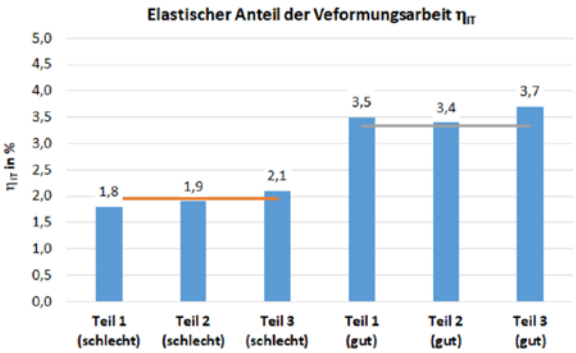


Abb. 7: Messungen an Steckkontakten belegen die Unterschiede zwischen guter und unzureichender Schichthaftung

Je kleiner der elastische Anteil der Verformungsarbeit η_{IT}, desto eher zeigt der Beschichtungswerkstoff plastisches Werkstoffverhalten und weist daher eine geringere kohäsive Haftfestigkeit der Beschichtung auf.

Abbildung 7 zeigt beispielhaft Ergebnisse von Messungen an Steckkontakten, die durch unterschiedliche Haftfestigkeit auffällig wurden. Das beschriebene Analyseverfahren durch Bewertung des elastischen Anteils der Verformungsarbeit η_{IT} differenziert sehr gut zwischen den festgestellten unterschiedlichen Qualitäten der Schichthaftung.

Das Steinbeis Transferzentrum Tribologie, Oberflächenanalyse und Materialprüfung an der Dualen Hochschule in Karlsruhe ist ein Dienstleister für Analysen für Industrie und Forschungseinrichtungen von Oberflächen, Materialien und Verschleiß. Hierzu gehören auch Analysen und Beratungen rund um die Themen Reibung und Verschleiß. Verschleißanalysen werden so durchgeführt, dass die grundlegenden Ursachen für das Reibungs- und Verschleißverhalten bestimmt werden. Hierbei werden alle Eigenschaften eines Tribosystem analysiert und durch tribologisches Wissen bewertet.

➲ www.steinbeis-analysezentrum.com

DeburringEXPO überzeugt mit Qualität und hochwertigen Kontakten

Entgraten und die Herstellung von Präzisionsoberflächen sind sehr spezielle Fertigungsthemen, die für Unternehmen jedoch immer wichtiger werden. Dies zeigte sich bei der dritten DeburringEXPO vom 8. bis 10. Oktober 2019: Nahezu jeder der rund 2100 Besucher war mit einer konkreten Aufgabenstellung in Form von Musterteilen oder Zeichnungen zur Messe angereist. Für die 183 Aussteller ergaben sich daraus erstklassige Kontakte und der direkte Einstieg in Lösungsgespräche mit der Chance auf hochwertige Projekte. Das zweisprachige Expertenforum verzeichnete mit 49 Prozent der Besucher ebenfalls eine große Nachfrage nach Wissen und Lösungsangeboten zur Prozessoptimierung.

Die Besucher waren mit konkreten Aufgabenstellungen zur Messe angereist, so dass intensive Fachgespräche geführt werden konnten, die ein gutes Nachmessegeschäft erwarten lassen (Bild: fairXperts)

Dass Spezialmessen auch in einem von gedämpften Konjunkturerwartungen und Unsicherheit geprägten Wirtschaftsumfeld punkten können, zeigte die DeburringEXPO vom 8. bis 10. Oktober 2019. Mit 2082 Besuchern aus 27 Ländern knüpfte die dritte Leitmesse für Entgrattechnologien und Präzisionsoberflächen an das Ergebnis der Veranstaltung 2017 an. Der Anteil ausländischer Fachbesucher lag bei 20 Prozent. Die am stärksten vertretenen Besuchernationen waren nach Deutschland die Schweiz, Frankreich, Österreich und Italien. Bei der Verteilung nach Branchen zeigte sich, dass die Automobil- und Zulieferbranche schwächer vertreten war als in den Vorjahren; dafür hat der Besucheranteil aus anderen Industriebereichen wie dem Maschinen- und Anlagenbau, der Metallbe- und -verarbeitung, der Medizintechnik, dem Werkzeug- und Formenbau, der Luft- und Raumfahrt, Elektronik/Elektrik und Pharma/Kosmetik zugelegt.
Für eine gute Stimmung beim größten Teil der 183 Aussteller (ein Plus von 20 Prozent gegenüber 2017) aus 14 Ländern sorgten die konkreten Problemstellungen und Projekte, mit denen die Fachbesucher zur Messe angereist waren. Die Qualität der Gespräche ist nach Aussage von Christian Höhn, Product Management Mass Finishing bei der Rösler Oberflächentechnik GmbH sehr gut. *Während man bei anderen, größeren Messen viel Publikum hat, das sich nur generell informieren möchte, hatten wir hier ausschließlich Besucher mit realen Aufgaben am Stand, für die sie Lösungen suchen*, berichtet Höhn.

Besucher mit hoher Qualifikation und Investitionsbereitschaft

Begeistert von der hohen Besucherqualifikation war auch Maria Loula, Geschäftsführerin der Perfect Finishing GmbH: *Für uns ist die DeburringEXPO eine der wichtigsten Messen. Aus rund 40 Prozent der Kontakte der letzten beiden Veranstaltungen haben wir Aufträge generieren und neue Kunden gewinnen können, was eine sehr gute Quote ist.* Außerdem laufen ihr zufolge mit verschiedenen Unternehmen noch Versuche. In diesem Jahr habe das Unternehmen ebenfalls wieder viele hochwertige Kontakte knüpfen können, bei denen es um präzise Anwendungen gehe. Das zeige sich unter anderem daran, dass rund 90 Prozent der Besucher mit Bauteilen oder Zeichnungen an den Stand gekommen seien.

Zum online-Artikel

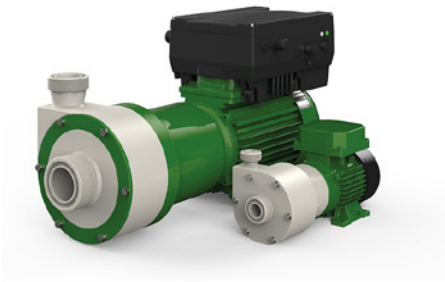
Die hohe Entscheidungskompetenz und Investitionsbereitschaft der Besucher wird auch durch die Besucherbefragung belegt: Über 94 Prozent sind in betriebliche Beschaffungsentscheidungen involviert. Dies leistet einen wichtigen Beitrag dabei, dass die Aussteller ihre Messeziele erreichen, wie Stefano De Antoni, CCO der italienischen Dan Technology, Dan di De Antoni S. r. l. bestätigt: *Die Messe ist sehr spezialisiert und wir bekommen hier sehr substanzielle Kontakte. Die Besucher kommen mit Problemen, für die sie Lösungen suchen und wir konnten bereits für den Tag nach der Messe einen Besuchstermin bei einem Unternehmen in der Messeregion vereinbaren*. Sehr zufrieden äußerte sich auch Thoms Magnussen, Head of Sales & Marketing, SHL AG, über seinen ersten Auftritt auf der DeburringEXPO. (weiter auf **www.womag-online.de**)

30 Jahre Sager + Mack GmbH – ein großes Plus für den Kunden

Vor über 30 Jahren begann eine spannende Reise für die Sager + Mack GmbH. Was damals in einer kleinen Werkstatt begann, mauserte sich über die Jahrzehnte zu einem mittelständischen Unternehmen und kompetenten Lieferanten für die Galvanobranche. Innerhalb der ersten 5 Jahre nach Unternehmensgründung bringt der Inhaber Peter Mack mehrere Innovationen auf den Markt: ein Röhrenlaufrad aus Vollkunststoff, komplett spanend gefertigt – eine Edelstahltauchpumpe zur zuverlässigen Förderung unter anderem von Kaliumpermanganatlösungen – und die erste magnetgekuppelte Kreiselpumpe aus komplett spanabhebender Fertigung mit SiC-Gleitlager. Bei der Fertigung dieser Produkte wird komplett auf Spritzgussteile verzichtet. Mit der Fertigung aus Vollmaterial entsteht ein langlebiges, störungsfreies Produkt.

2019 sind im Unternehmen immer noch keine Anzeichen des Stillstandes zu erkennen. Im Gegenteil: die Anforderungen bei Anlagenproduzenten sind durch wirtschaftliche, sowie ökologische Faktoren gestiegen. Die Sager + Mack GmbH liefert daher immer effizientere und umweltfreundlichere Lösungen. Ein Plus für den Kunden: das Unternehmen ist stets informiert über die aktuellen Bedürfnisse am Markt, sowie über die kommenden Anforderungen. Die Sager + Mack GmbH ist mit ihren Produkten immer einen Schritt voraus und ist dabei, diesen Vorsprung weiter auszubauen.

Petra und Peter Mack



Seit nunmehr 30 Jahren verfeinert die Sager + Mack GmbH das Produktportfolio. So werden neben diversen Industriepumpen auch Filterstationen als Kerzen,- Platten,- Beutel oder Highflowfilter sowie Adsorber produziert.

Bei allen Produkten legt das Unternehmen sehr viel Wert auf das Handling. Durch eine durchdachte Performance bei Wartung und Filtermediumtausch wird der Arbeitsvorgang erleichtert und somit schneller erledigt.

Ein weiterer positiver Effekt aus der spanabhebenden Fertigung ist eine deutliche Verbesserung des Filtrationsergebnisses. Es kommen keine verunreinigten Teile mit dem Medium der Anlagenbetreiber in Kontakt. Dabei ist die Herstellung in vielen Versionen für unsere Produktion machbar. Erhältlich sind die robusten Ausführungen in PP, PE, PVDF und Edelstahl.

Für kundenspezifische Prozesse gibt es immer eine perfekte Lösung, wie beispielsweise:

- Die jüngste Entwicklung aus dem Hause Sager + Mack: Die ***MackNICKEL*** Station. Dieses Filter-/Regenerationssystem ist optional mit vollautomatischer Prozessteuerung realisierbar.
- Der ***BIGMack***: Mit einem Volumenstrom von bis zu 120 m^3/h mit Kerzenfiltereinsatz die stärkste Filterstation von Sager + Mack (mit Plattenfilter bei 80 m^3/h). Trotz seiner Power ist der BIGMack sehr leise und effektiver als zwei Filterstationen mit der gleichen Fördermenge.
- Die Sager + Mack ***Tauchpumpen*** sind mit einer Antriebsleistung von 0,12 kW bis 7,5 kW erhältlich. Durch ihre lagerlose Konstruktion erlangt der Kunde höchste Betriebssicherheit und eine zuverlässige Sicherheit bei Trockenlauf. Für den individuellen Einsatz sind die Tauchpumpen in drei Eintauchtiefen erhältlich.
- Das Spektrum der Sager + Mack ***Magnetkreiselpumpen*** erstreckt sich von 0,09 kW bis 9,2 kW. Diese Pumpen sind zur Förderung aggressivster oder reinster Stoffe geeignet. Alle Pumpen sind dichtungslos, umweltsicher und wartungsarm konstruiert.

Die Jubiläumsfeier

Die Festlichkeiten zum 30. Geburtstag starteten am Freitagnachmittag, 27. September, für Kunden, Mitarbeiter und Freunde des Unternehmerpaares Peter und Petra Mack. Location war das Betriebsgelände selbst. Die Gäste durften sich nach einer kleinen Stärkung einem Firmenrundgang anschließen. Peter Mack führte seine Gäste durch seine Produktionshallen, in welchen nahezu alle Teilkomponenten noch selbst hergestellt werden. Dies ist eines der Alleinstellungsmerkmale des Unternehmens. Durch die hohe Fertigungstiefe können die Produkte individuell für jeden Kunden gefertigt werden. Es kann also eher von einer Qualitätsproduktion, als von schlichter Massenproduktion gesprochen werden. Der Ilshofener Bürgermeister Martin Blessing, sowie David Schneider von der Wirtschaftsförderungsgesellschaft Schwäbisch Hall ließen es sich nicht nehmen, dem Unternehmen persönlich ihre Glückwünsche auszusprechen. Martin Blessing überreichte Peter und Petra Mack einen Gutschein für einen Baum. Dieser soll gemeinsam auf dem Gelände gepflanzt werden. Martin Blessing verglich das Unternehmen Sager + Mack mit diesem Baum, welcher mit der Region verwurzelt ist und mit der richtigen Pflege wächst und sich immer weiter entwickelt.

Kunden und Geschäftspartner unterstrichen mit dem Erscheinen ihre Wertschätzung

David Schneider von der Wirtschaftsförderungsgesellschaft Schwäbisch Hall brachte in diesem Zuge ein paar interessante Fakten zu den Unternehmen im Landkreis vor. Er stellte fest, dass die Sager + Mack GmbH mit seinen 50 Mitarbeitern bereits zu den größeren im Landkreis zählt. Frank Munk, Geschäftsführer der Munk GmbH und Gerd Lippert von der Linnhoff und Partner GmbH, rundeten mit ihren Grußworten den offiziellen Teil ab. Anschließend gingen Gäste und Gastgeber zum gemütlichen Teil der Veranstaltung über.
Der darauffolgende Samstag war ausschließlich den Mitarbeitern und deren Familien vorbehalten. Peter Mack legt großen Wert auf einen guten Kontakt zu den Mitarbeitern und bedankte sich in seiner Rede auch bei den Angehörigen für den Rückhalt, den diese in arbeitsreichen Zeiten geben. Die Sager + Mack GmbH ist ein familiengeführtes Unternehmen, welches nun durch den Einstieg der Tochter Nina Mack weiteren Zuwachs erlebt. Ein wichtiger und fairer Arbeitgeber im Landkreis Schwäbisch Hall mit viel Potenzial und Visionen für ein solides Firmenwachstum.

Familie Mack – gerüstet für die Zukunft!

Sager + Mack®
Leading the way in pumps and filters
30 Jahre | 30 years | 30年

Qualitätssicherung und Schadensprävention bei Metallbauteilen

Schadensfälle an Bauteilen und Halbzeugen verursachen hohe wirtschaftliche Verluste durch Produktionsausfall, Folgeschäden sowie notwendige Reparaturmaßnahmen und können darüber hinaus durch Materialversagen Menschen gefährden. Die neue Richtlinie VDI 3822 Blatt 1.6 gibt Hinweise für die Abklärung von Schadensfällen im Bereich des Stückverzinkens.

Die Richtlinie VDI 3822 Blatt 1.6 wertet systematisch Erfahrungen aus Schadensanalysen an metallischen Bauteilen aus, bei denen Rissbildungen durch Einwirkung von Flüssigmetallen aufgetreten sind, und vereinheitlicht diese.

Herausgeber der Richtlinie *Schadensanalyse - Flüssigmetallinduzierte Rissbildung* ist die VDI-Gesellschaft Materials Engineering (GME). Die Richtlinie erschien im Juni 2019 als Weißdruck und ersetzt den Entwurf von August 2017. Sie kann beim Beuth Verlag bestellt werden. VDI-Mitglieder erhalten zehn Prozent Preisvorteil auf alle VDI-Richtlinien. Onlinebestellungen sind unter *www.beuth.de* oder *www.vdi.de/3822* möglich.

➲ www.vdi.de

Bremsscheiben effektiv schützen durch neues Beschichtungsverfahren

Zu den am stärksten beanspruchten Teilen eines Autos gehören Bremsscheiben. Sie erzeugen durch den hohen Verschleiß eine Umweltbelastung durch Feinstaub. Ein neues Beschichtungsverfahren des Fraunhofer ILT und der RWTH Aachen University reduziert diese Nachteile signifikant. Mit dem Extremen Hochgeschwindigkeits-Laserauftragschweißen (EHLA) können schnell und wirtschaftlich Verschleiß- und Korrosionsschutzschichten aufgebracht werden.

Herkömmliche Bremsscheiben bestehen aus Gusseisen mit eingelagertem Graphit, das sich durch eine gute Temperaturleitfähigkeit und ein gutes Wärmespeichervermögen bei gleichzeitig geringem Preis auszeichnet. In Kauf genommen wird dabei aber eine starke Korrosionsneigung und hoher Materialverschleiß im Betrieb, der zu beträchtlichen Feinstaubemissionen führt. Die üblichen Beschichtungsprozesse – etwa galvanotechnische Verfahren oder thermisches Spritzen – können die Bremsscheiben bislang nicht effektiv schützen. Denn sie ermöglichen nicht eine direkte Verbindung der Schutzschichten mit dem Gusseisen und sind material- und kostenintensiv.

Ein neues Verfahren kann nun diese Nachteile vermeiden: das Extreme Hochgeschwindigkeits-Laserauftragschweißen (EHLA) – entwickelt vom Fraunhofer ILT, Aachen, gemeinsam mit dem Lehrstuhl Digital Additive Production DAP der RWTH Aachen University. Das EHLA-Verfahren eignet sich nach Aussage von Thomas Schopphoven, wissenschaftlicher Mitarbeiter und Teamleiter *Produktivität und Systemtechnik* in der Gruppe Laserauftragschweißen am Fraunhofer ILT, besonders für die Automobilindustrie – zum Beispiel für die Beschichtung von Bremsscheiben, die bisher wegen der großen Belastungen und hohen Anforderungen an Wirtschaftlichkeit und Umweltfreundlichkeit nur schwierig beschichtet werden konnten. Durch EHLA lassen sich ihm zufolge erstmalig gut haftende Schichten auf Bremsscheiben auftragen, die fest mit dem Grundstoff verbunden und im Gegensatz zu den mit herkömmlichen Verfahren erzeugten Schichten nicht abplatzen können.

Beschichtung einer Bremsscheibe mit EHLA (©Fraunhofer ILT, Aachen/Volker Lannert)

Während die Schichten herkömmlicher Verfahren Poren und Risse aufweisen, sind die mit dem EHLA-Verfahren erzeugten Schichten dicht und schützen das Bauteil wesentlich effizienter und langfristiger. Dies erhöht die Lebensdauer und verhindert frühzeitige Ausfälle durch Oberflächenschäden der Reibflächen. Da mit diesem Verfahren eine große Materialpalette verarbeitet werden kann, wird eine an die jeweilige Anwendung angepasste Beschichtung mit umweltfreundlichen Materialien möglich.

Die Innovation basiert auf einem bekannten Verfahren, dem Laserauftragschweißen, das sich als Reparaturverfahren, beispielsweise für Turbinenschaufeln, bewährt hat. Gegenüber diesem bietet EHLA allerdings entscheidende Vorteile.

Beim EHLA-Verfahren werden die Pulverpartikel des Beschichtungswerkstoffes direkt im Laserstrahl aufgeschmolzen und nicht erst im Schmelzbad auf der Oberfläche des Bauteils. Da so flüssige Materialtropfen statt feste Pulverpartikel in das Schmelzbad gelangen, kann die Prozessgeschwindigkeit von bisher 0,5 bis 2 Metern pro Minute beim herkömmlichen Laserauftragschweißen um mehrere Größenordnungen auf bis zu 500 Meter pro Minute gesteigert werden. Dies führt dazu, dass die Wärmeeinwirkung auf das zu beschichtende Material deutlich sinkt. Statt wie beim herkömmlichen Laserauftragschweißen bis in den Millimeterbereich wird durch EHLA das Material nur im Mikrometerbereich thermisch beeinflusst. So werden vollkommen neue Materialkombinationen möglich, zum Beispiel die Beschichtungen von Aluminium- oder Gusseisenlegierungen – wie nun bei den Bremsscheiben.

So wird nun auch vermieden, dass sich der Kohlenstoff aus der Bremsscheibe in der Schmelze löst, wodurch sonst spröde Phasen, Poren, Bindefehler und Risse in der Beschichtung beziehungsweise der Anbindungszone entstehen. Damit können Bremsscheiben aus Grauguss erstmalig effektiv und stoffschlüssig, das heißt mit direkt verbundenen Schichten geschützt werden.

Normalerweise können mit Auftragschweißverfahren nur dicke Schichten ab einem halben Millimeter hergestellt werden, wodurch viel Material eingesetzt werden muss und die Nachbearbeitung sehr aufwändig ist. Das EHLA-Verfahren ermöglicht es nun, sehr dünne Schichten mit Dicken von 25 bis 250 Mikrometern aufzutragen. Die Schicht wird reiner und glatter – die Rauheit konnte auf etwa ein Zehntel bisheriger Werte reduziert werden. Zudem werden beim neuen EHLA-Verfahren rund 90 Prozent des Materials genutzt. Dadurch ist das Verfahren extrem ressourcenschonend und wirtschaftlicher.

Die Voraussetzungen für den serienmäßigen, industriellen Einsatz sind damit gegeben. Und dieser steht kurz bevor. Erste erfolgreiche Untersuchungen beweisen, dass das EHLA-Verfahren mittlerweile die reproduzierbare Herstellung von beschichteten Bremsscheiben auf der Basis konventioneller Grauguss-Scheiben mit unterschiedlichen Materialkombinationen ermöglicht. Eine serientaugliche Anlagentechnik mit angepasster Endbearbeitung durch Schleifen wird gerade in Aachen durch die Firma HPL Technologies aufgebaut.

Die Vorteile des Verfahrens überzeugten im Übrigen gleich drei Jurys renommierter Innovationspreise: Bereits mit dem Joseph-von-Fraunhofer-Preis 2017 ausgezeichnet, erhielt EHLA den Berthold Leibinger-Innovationspreis 2018 und wurde im gleichen Jahr als umweltfreundliche Laseralternative zur Chrom(VI)-Beschichtung mit dem 2. Preis des Stahl-Innovationspreises in der Kategorie *Stahl in Forschung und Entwicklung* ausgezeichnet.

➲ **www.ilt.fraunhofer.de**

Vernetzung von Forschung und Praxis in der Oberflächentechnik

Bericht über die ZVO-Oberflächentage 2019 in Berlin – Teil 2

Zum online-Artikel

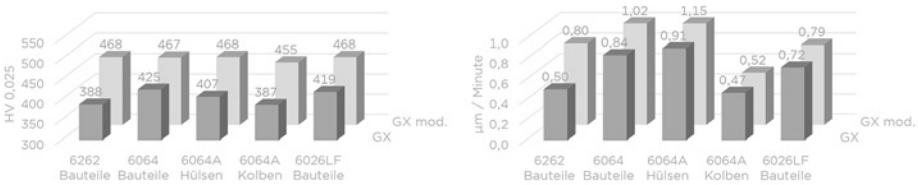
Der Einsatz von Aluminium, insbesondere im Fahrzeugbau, erfordert neue Arten der Oberflächenbehandlung zur Erhöhung des Korrosionsschutzes von Aluminium. Dabei sind Verbesserungen hinsichtlich der Energieeffizienz ebenso gefragt wie solche zur Reduzierung der Abfallmengen insbesondere beim Einsatz von Chemie. Einige Neuentwicklungen im Zusammenhang mit Stromleitung und Kontaktierungen für Fahrzeuge verleihen den Verfahren der Beschichtung und Oberflächenbehandlung zunehmend Gewicht, ebenso wie bei der Herstellung von Elektroden für Akkumulatoren. Hier werden neben geringeren Herstellkosten auch Verbesserungen bei der Nutzungsdauer von Akkus erwartet.

Fortsetzung aus WOMag 10/2019

Neuentwicklungen bei der Anodisation

Anodisation in Oxalsäure

Die Erhöhung der Standzeit und die Verkürzung von Produktionszeiten spielen heute in vielen Bereichen der Produktion eine wichtige Rolle. Julia Dukwen, Aalberts Surface Treatment, betrachtete unter diesen Aspekten die Verwendung und Anodisation von technischen Aluminiumlegierungen. Zu den konventionellen Legierungen zählen beispielsweise die Werkstoffe 6082, 2024 oder 7075 mit höheren Anteilen an Silizium, Magnesium, Kupfer oder Zink oder die Legierungen 5083 und 5754 mit höheren Magnesiumanteilen. Oxidschichten für den funktionellen Einsatz werden bislang vor allem in schwefelsauren Elektrolyten hergestellt. Die Härten der Schichten liegen hier bei etwa 500 HV0,025 mit Schichtbildungsraten von ca. 1 µm/min;



Härte (links) und Schichtbildungsraten bei Einsatz eines modifizierten Oxalsäureelektrolyten für das Anodisieren (Bild: J. Dukwen)

die Schichtbildungsrate ist in Bezug auf die Anodisationskosten ein wichtiges Kriterium. Nachteilig bei der Anodisation in Schwefelsäure ist die Rauheitszunahme. Bei der Anodisation in Oxalsäure lässt sich die Erhöhung der Rauheit erkennbar verringern. Allerdings liegt die Schichtbildungsrate bei konventioneller Bearbeitung mit etwa 0,5 µm/min deutlich niedriger; dadurch steigen die Kosten zur Herstellung der üblichen Schichtdicken.

Zur Erzielung der gewünschten kurzbrüchigen Späne wird Legierungen vor allem Blei zugegeben. Im Falle von Aluminiumlegierungen sind dies zwischen 0,2 % und bis zu 0,7 % Blei; bei der sogenannten bleifreien Legierung 6026LF, die als gut zerspanbar gilt, liegt der Anteil unter 0,05 % Blei. Für diese Legierungen wird die Anodisation in Oxalsäure eingesetzt, die bei klassischer Arbeitsweise zwar eine geringere Härte von etwa 400 HV0,025 und eine geringere Korrosionsbeständigkeit aufweist, aber höhere Schichtbildungsraten besitzt. Wie Untersuchungen zeigen, kann durch Absenkung der Elektro-

MAZURCZAK THERMOPROZESSE

Wir sind Komplettanbieter für Wärmetauscher zum Heizen und Kühlen!

Metallische Plattenwärmetauscher
- Geringer Platzbedarf
- Hohe thermische & mechanische Stabilität
- Einfache Reinigung

Beschichtete Plattenwärmetauscher
- Kundenindividuelle Abmessungen
- Wärmeleitfähige Beschichtung
- Anti-adhäsiv → geringe Inkrustationsneigung

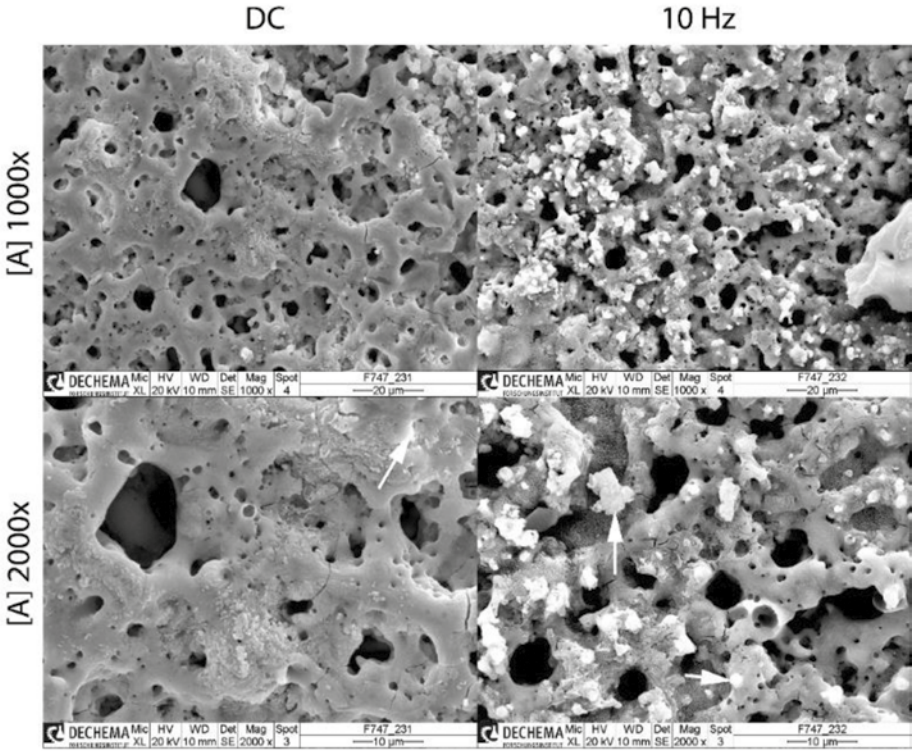
Kunststoff-Wärmetauscher
- Große Wärmeübertragungsfläche
- Höchste chemische Beständigkeit
- Schläuche aus PFA
  → Hohe Temperatur- und Druckbeständigkeit

SYNOTHERM® WÄRMETAUSCHER

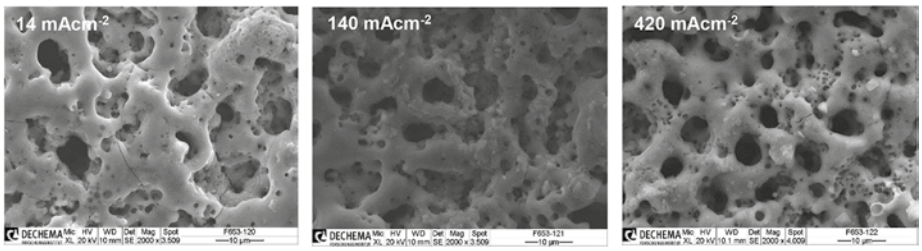
info@synotherm.de | www.synotherm.de

Mazurczak GmbH
D-91126 Schwabach
Tel. +49 / 9122 / 98 55 0

SYNOTHERM



Einfluss der Frequenz auf die Porenstruktur der hergestellten Oxidschichten (Bild: St. Lederer)



Abhängigkeit der Rauheit von der angewandten Stromdichte (Bild: St. Lederer)

lyttemperatur beim Anodisieren eine höhere Härte zwischen etwa 430 HV0,025 und 460 HV0,025 erzielt werden, allerdings mit dem Nachteil geringerer Schichtbildungsraten. Durch eine Modifikation der Elektrolytzusammensetzung konnten diese Nachteile beseitigt und Schichthärten von konstant etwa 465 HV0,025 bei allen geprüften Legierungen (6064, 6064A, 6026LF, 6262) mit gleichzeitig höheren Schichtbildungsraten erzielt werden.

Derzeit wird die Umsetzung der Verfahren in Produktionsanlagen angegangen, bei der mögliche Variationen bei der Bearbeitung erwartet werden.

Plasmaelektrolytische Oxidation bei Titanimplantaten

Bisher für Implantate eingesetzte Titanlegierungen enthalten Vanadium und Aluminium; Vanadium wirkt zelltoxisch und Aluminium steht im Verdacht, Alzheimer-Krankheit auszulösen. Daher wird angestrebt, für diese Anwendungen unkritische Legierungselemente einzusetzen und durch geeignete Oberflächenbehandlungen eine vergleichbare Biokompatibilität und Korrosionsbeständigkeit zu erzielen. Dr. Stephan Lederer, Dechema, befasst sich mit dem Plasmaanodisieren als Oberflächenbehandlung von alternativen Titanlegierungen. Neben der Biokompatibilität und Korrosionsbeständigkeit müssen derartige Beschichtungen einen niedrigen E-Modul, eine hohe mechanische Festigkeit und gute Verschleißbeständigkeit aufweisen.

Das Plasmaanodisieren entspricht im ersten Ansatz dem konventionellen Anodisieren zum Aufbau einer Oxidschicht auf Titan. Durch Erhöhung der Anodisationsspannung auf Werte von mehr als 100 Volt wird eine Funkenentladung ausgelöst. Diese führt zum lokalen Aufschmelzen der Oxidschicht, wodurch sich deren Struktur ändert. Ab einer bestimmten, systemabhängigen Maximalspannung findet eine heftige Funkenentladung statt, die zum partiellen Abtragen beziehungsweise zur Zerstörung der Oberfläche führen kann. Die Herausforderung besteht also darin, die optimalen Strom-Spannungsverhältnisse zur Bildung einer Schicht zu ermitteln. Neben dem Strom-Spannungsverhältnis spielen die Zusammensetzung und Leitfähigkeit des verwendeten Elektrolyten sowie eine Modulation des Stroms (geringe Frequenz von 1 Hz) eine Rolle.

Lesen Sie weiter unter womag-online.de

WOMag-online-Abonnenten steht der gesamte Beitrag zum Download zur Verfügung. Im Weiteren werden die Inhalte zur Vorträgen folgender Themenbereiche zusammengefasst:
– Elektrische Eigenschaften
– Anwendungsnahe Zukunftstechniken
– Beschichtung hochfester Polymere
Der Gesamtumfang des Beitrags beträgt etwa 5 Seiten mit 10 Abbildungen.

	Ohne Aufbereitung (OA)	Diffusionsdialyse (DD)	DD/OA in %	Retardation (RD)	RD/OA in %
Al Ausschleussung in kg/h	1	1	100	1	100
H_2SO_4 Bedarf in kg/h	20	2,1	10,5	3,4	17
H_2SO_4 Kosten in €/h	8	0,8	10	1,4	17,5
VE-Wasser Bedarf in l/h	100	105	105	170	170
VE-Wasser Kosten in €/h	1	1,1	110	1,7	170
Variable Betriebskosten in €/h	9	1,9	21	3,1	34
Invest	0	20.000 - 25.000		20.000 - 25.000	
ROI in h	0	2.817 - 3.521		3.390 - 4.230	
Abwasserneutralisierung					
CaO zur Neutralisation und Fällung in kg/h	11,4	1,2	10,5	1,9	17
Trockene, feste Abfälle in kg/h $CaSO_4 + Al^2(SO_4)^3$	34	9,2	27	11	32

Vergleich zwischen Diffusionsdialyse und Retardation für Anodisierelektrolyte (Bild: R. Klein)

Energiesch trocknen?

FST DRYTEC
TROCKNEN UND TEMPERN MIT SYSTEM

- Haftwassertrockner nach Maß für die Galvano- und Reinigungstechnik.
- Kammer- und Durchlauftrockner für Beschichtungen
- Temperöfen zur Wärmebehandlung

www.fst-drytec.de

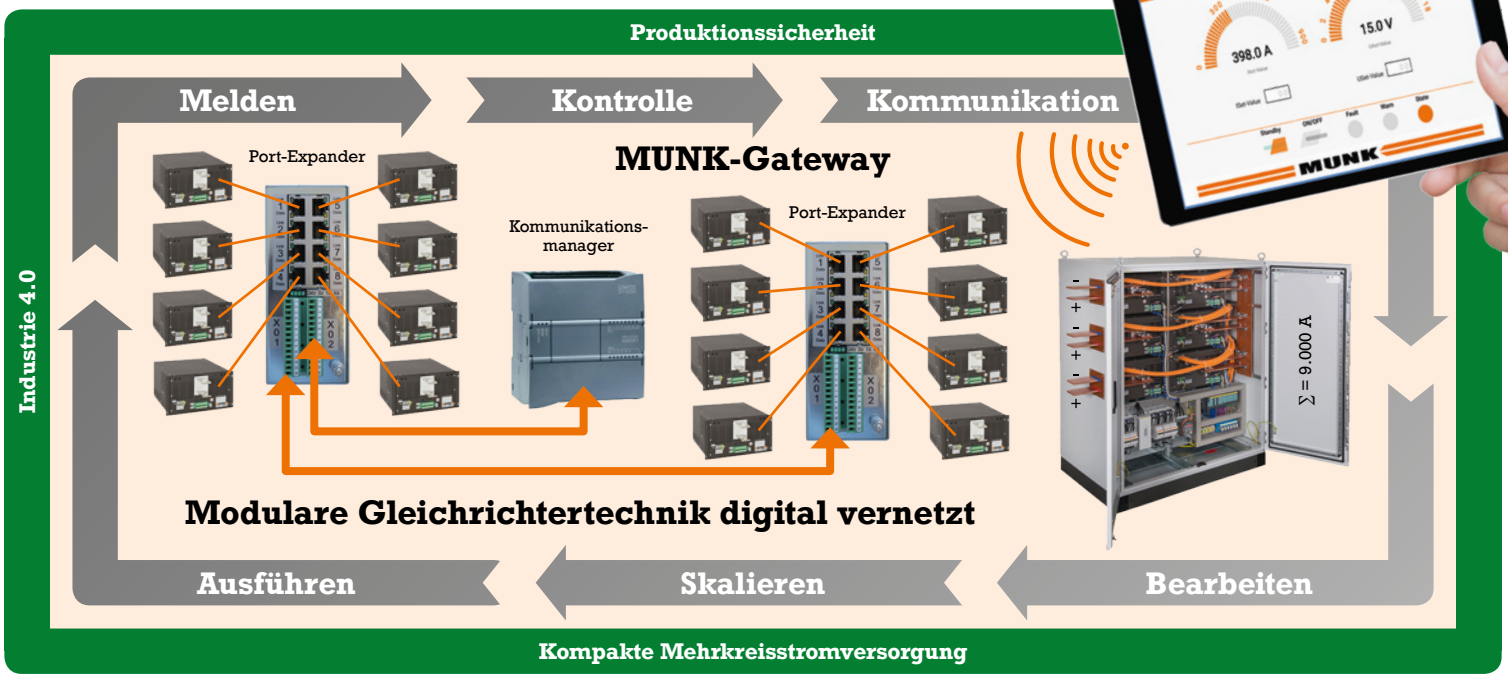
Was Sie wollen, wie Sie wollen.

innovativ
präzise
engagiert

FST Drytec GmbH
Ferdinand-von-Steinbeis-Ring 43 · 75447 Sternenfels · Fon 07045–203620 · E-mail: info@fst-drytec.de

Digitale Gleichrichtertechnik PSP family

Der Schlüssel zu mehr Sicherheit und Produktivität!



MUNK
WE HAVE THE POWER!
Gewerbepark 8 + 10 ■ 59069 Hamm/Germany

www.munk.de
www.rectifier.com

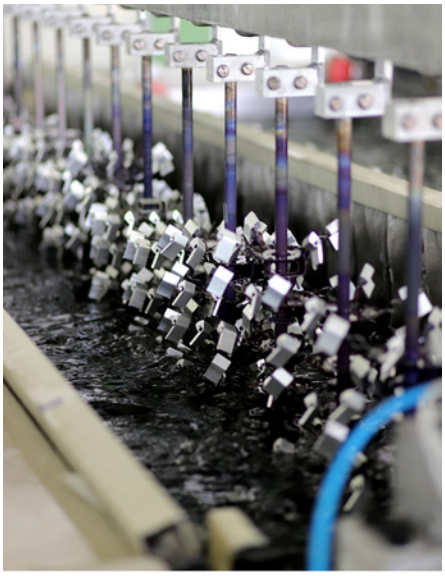
50 Jahre Stark Eloxal

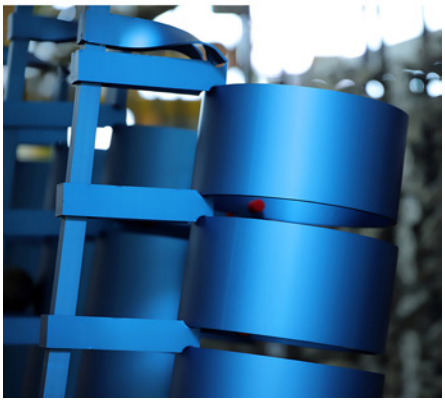
Ein wichtiger Anbieter von hochwertigen Verfahren der Aluminiumoberflächenbehandlung feierte 50-jähriges Jubiläum

Vertreter der süddeutschen Aluminium verarbeitenden Industrie und aus dem benachbarten Ausland kamen zum 50-jährigen Betriebsjubiläum der Stark Eloxal GmbH nach Lottstetten. Alleine die Vielzahl der über 170 geladenen Gäste zeigt die Bedeutung, die der Familienbetrieb inzwischen gewonnen hat. Das Unternehmen wurde 1969 von dem Maschinenschlosser Walter Stark und seiner Frau Käthe, einer Chemielaborantin, im Grenzgebiet zwischen Deutschland und der Schweiz gegründet.

Mit mehr als fünf Millionen bearbeiteten Aluminiumteilen im Jahr ist aus den bescheidenen Anfängen im Laufe der Jahrzehnte ein wichtiges mittelständisches Unternehmen geworden, das zur Zeit über 30 Mitarbeiter beschäftigt. Im Zuge mehrerer Erweiterungen wuchs die Produktionsfläche der Stark Eloxal GmbH bis heute auf über 2.000 m².

Zahlreiche Kunden feierten mit der Stark Eloxal ihr 50-jähriges Jubiläum (Bild: Katja Hanoldt)





Produkte in der Bearbeitung bei Stark Eloxal (Bild: Katja Hanoldt)

Uwe Böhm, Geschäftsführer bei der IHK Hochrhein-Bodensee, hob in seiner Ansprache die Bedeutung der Jubiläumsfirma hervor, indem er die erfolgreiche Arbeitsweise in Bezug auf Qualität, Umweltschutz und den Umgang mit den Mitarbeitern lobte.

Geschäftsführer Markus Stark, der das Unternehmen 1998 von seinen Eltern übernommen hatte, dankte den Kunden und Lieferanten für deren Treue, was letztlich zum Erfolg des Unternehmens mit beiträgt. Stark präsentierte sein Unternehmen als flexibel und sehr vielseitig; Kundenwünsche können so individuell umgesetzt werden. Als weitere Stärke sieht er die eigene Logistik, wodurch Kunden optimal versorgt werden können. Die Besucher der Jubiläumsveranstaltung konnten sich von der hohen Qualifizierung des eingespielten Mitarbeiterteams überzeugen, bei denen Handarbeit ein essenzieller Bestandteil der Tätigkeit ist. Gepaart mit dem hohen Fachwissen in mechanischer und elektrochemischer Oberflächenbehandlung verfügt das Unternehmen Stark Eloxal über den Grundstock, die steigenden Anforderungen des anspruchsvollen Marktes auch in Zukunft erfüllen zu können.

Der Werkstoff Aluminium

Nicht erst durch den stark zunehmenden Trend in Richtung Leichtbaufahrzeuge spielt Aluminium in der Technik eine bedeutende Rolle. Auch schon davor war Aluminium ein wichtiger Werkstoff für dekorative und funktionelle Bauteile – vom Maschinenbau über Anlagenbau, Architektur, Möbel bis hin zu Geräten für den täglichen Bedarf. Durch die sich bildende natürliche Oxidschicht auf dem Metall ist Aluminium gegen Oxidation oder leichte Korrosion bereits geschützt. Wirklich zum Allroundmetall mit hervorragenden Gebrauchseigenschaften wird Aluminium aber erst durch eine elektrochemische Oberflächenbehandlung. Ein Anbieter verschiedener Verfahren für die Herstellung von hochqualitativen Aluminiumschichten für den funktionellen und dekorativen Einsatz ist die Stark Eloxal GmbH in Lottstetten.

STARK ELOXAL

Unser Dienstleistungsprogramm
– eloxieren – färben
– glänzen – harteloxieren
– gleitschleifen – strahlen
– schleifen – sägen
– montieren – versenden

Aluminiumteile aller Art!

www.stark-eloxal.de

50 Jahre Erfahrung in der Oberflächenbehandlung

Die Stark Eloxal GmbH befasst sich mit der Herstellung von hochqualitativen, vielfältig einsetzbaren Aluminiumoberflächen. Der Betrieb führt dazu alle relevanten Arbeitsgänge durch, von der mechanischen Oberflächenbehandlung durch Gleitschleifen, Schleifen, Strahlen (3D-Satelliten-Strahlen, Schleuderradstrahlen) zur Beseitigung von mechanischen Unebenheiten und zur Erhöhung des optischen Erscheinungsbildes bis zur Montage der Aluminiumteile. Durch das Chemische Glänzen von Aluminiumteilen, vor allem mit einer vorab gestrahlten Oberfläche, wird den Produkten ein hochwertiges, dekoratives glänzendes Aussehen verliehen. Neben unterschiedlichen Glanzgraden lassen sich auch definierte Rauheiten durch Mattieren - eine definiert gerichtete Struktur - oder Strahlen mit beispielsweise Glasperlen herstellen.

Die Mitarbeiter erläuterten und demonstrierten Abläufe ihrer Arbeit (Bild: Katja Hanoldt)

Nachfrage für dekorative und funktionelle Einsatzzwecke

Durch anodische Oxidation - auch als Eloxieren bezeichnet - wird auf die vorbehandelte Aluminiumoberfläche eine definierte Oxidschicht aufgebracht. Die Oxidschicht schützt das darunter liegende Aluminium vor Oxidation und Korrosionsangriffen.

Markus Stark im Kreise der Mitarbeiterinnen (Bild: Katja Hanoldt)

Die anodisch erzeugte Oxidschicht besitzt direkt nach dem Erzeugen eine mikroporöse Struktur, in die Farbstoffe eingelagert werden können und so den Farbeffekt erzeugen. In einem zweiten Folgeschritt werden diese Poren verschlossen. Damit wird einerseits der Farbstoff konserviert und zum anderen wird die Korrosionsbeständigkeit der Oxidschicht nochmals erhöht.

Für mechanisch hochbeanspruchte Aluminiumoberflächen auf funktionellen Teilen wird eine besonders dicke und dichte Oxidschicht aufgebracht, das sogenannte Harteloxal, das heute bei vielen Aluminiumteilen in Maschinen oder Fahrzeugen Anwendung findet. Harteloxal kann in Dicken bis zu 100 µm (1 µm = 0,001 mm) hergestellt werden und zeichnet sich durch Eigenschaften wie sehr hohe Oberflächenhärte, gute Verschleiß- und Abriebfestigkeit, ausgezeichneten Korrosionsschutz, hohe elektrische Isolationseigenschaften sowie geringe Wärmeleitfähigkeit und hohe thermische Beständigkeit aus. Da im Harteloxal in der Regel keine Farbstoffe eingelagert werden, sind die Oberflächen physiologisch unbedenklich und damit für die Lebensmittelindustrie geeignet.

Die große Zahl an positiven Eigenschaften zeigt das hohe Potential an Einsatzfeldern für Aluminiumoberflächen. Auch wenn der höhere Preis des Grundwerkstoffs gegenüber beispielsweise Stahl oder auch manchem Kunststoff als Nachteil erscheint, ergibt sich durch die positiven Eigenschaften infolge einer Oberflächenbehandlung ein positiver Gesamtnutzen. Unterstützt wird dies durch die sehr gute Recyclingfähigkeit von Aluminium, die durch die unterschiedlichen Oberflächenbehandlungen in keiner Weise beeinträchtigt wird. Dies wird in stetig steigendem Maße von den Kunden erkannt, so dass die Nachfrage aus der Automotivindustrie und dem Maschinenbau durch die Abnehmerbereiche Chirurgie, Labortechnik, Elektro- und Möbel-industrie in steigendem Maße erweitert wird.

➲ **www.stark-eloxal.de**

WOMag-App

Online und offline auf mobilen Geräten

- ➲mobil und bequem nutzen
- ➲Suche nach Stichworten und mit Kategorien
- ➲Schnellsuche mit Bildgalerien
- ➲umfangreiche Verlinkungen nutzen
- ➲Nachrichtendienst zu interessanten Neuheiten
- ➲... und mehr

Laden bei Google play

Laden im App Store

erhältlich bei amazon appstore

Dunkle Edelmetallschicht hat Potenzial, Lücke im dekorativen Markt zu schließen

Umicore Electroplating überrascht mit für nicht möglich gehaltenen Schichteigenschaften bei dunkler Edelmetalllegierung durch ein neues leistungsfähiges Elektrolytsystem, vorgestellt von Martin Stegmaier und Joachim Grimm

Farbmuster Ring und Armreif, beschichtet mit RHODUNA®-Alloy Black 1

Dunkle Edelmetalloberflächen – seit jeher eine der anspruchsvollsten Aufgaben in der Galvanotechnik mit einem bis heute aus verschiedensten Gründen eher unbefriedigendem Ergebnis. Ein Elektrolyt, der Schichten sowohl mit einem ansprechend dunklen Farbton als auch mit einer hohen Abriebbeständigkeit erzeugt und gleichzeitig wirtschaftlich tragbar ist, existiert nach Meinung vieler Experten nicht. Trotzdem, oder gerade deswegen, steht der Wunsch nach solchen Elektrolyten bei allen großen Produzenten auf der Agenda. Dies verwundert kaum, gerade im Schmucksegment wird dunklen Edelmetalloberflächen ein hohes Potential zugesprochen, welches mangels zufriedenstellender Lösungen nicht ausgeschöpft werden kann.

Umicore Electroplating ist es nun mit dem zum Patent angemeldeten RHODUNA®-Alloy Black 1 gelungen, einen Elektrolyt zu entwickeln, der diese Lücke im dekorativen Markt schließen kann. Beeindruckende Schichteigenschaften und ein durch seine Zusammensetzung attraktiver Preis rechtfertigen diese Einschätzung.

Legierung verbindet Vorteile aus zwei Platinmetallen

Nach heutigem Kenntnisstand eignen sich nur wenige Metalle, um das Ziel der Abscheidung einer dunklen Edelmetallschicht zu erreichen. Das am häufigsten hierfür eingesetzte ist Ruthenium, welches sich aber aufgrund seiner geringen Abriebbeständigkeit und des oftmals leicht bräunlichen Farbtons nur bedingt für Alltagsgegenstände eignet.

Alternativ kann Rhodium eingesetzt werden. Aufgrund des ungebrochen hohen Preises des Edelmetalls, ist eine breit angelegte Massenproduktion für die meisten Hersteller nur bedingt von Interesse.

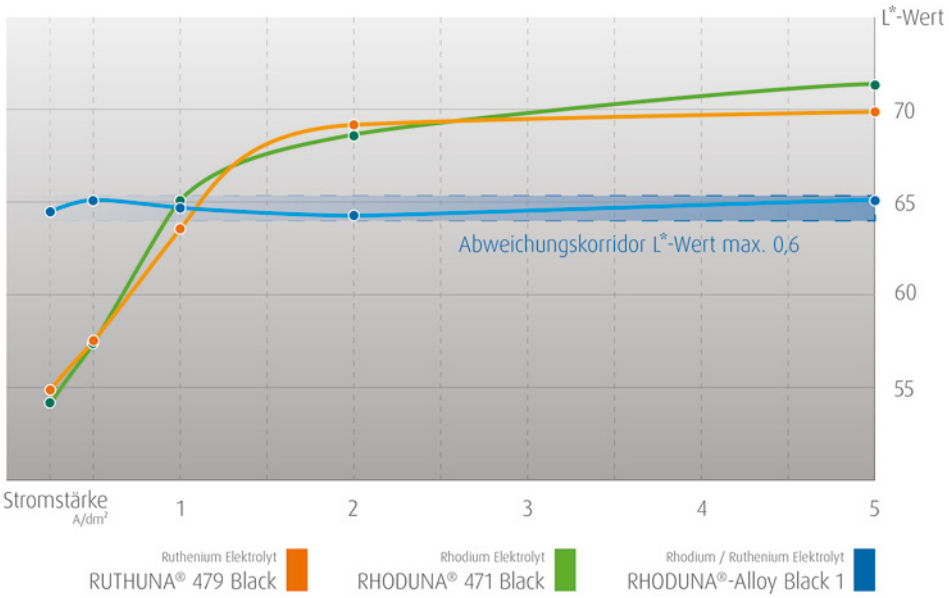
Als Spezialist für die Entwicklung von Legierungselektrolyten – belegt durch weltweit etablierte Produkte wie die MIRALLOY®-Reihe – hat Umicore Electroplating beide Metalle zu gleichen Teilen in einem Elektrolyt vereint, mit dem herausfordernden Ziel, die jeweiligen negativen Schichtcharakteristiken zu eliminieren.

Elegantes Anthrazit schlägt mögliches Tiefschwarz

Die Messungen mit dem Spektralphotometer (L*a*b*-Farbraum) bestätigen den optisch edlen, dunklen, anthrazitfarbenen Eindruck der Legierung aus dem Elektrolytsystem RHODUNA®-Alloy Black 1. Basis hierfür sind die niedrigen a*- und b*-Werte (Farbwerte) von durchschnittlich 0,6 im L*a*b*-Farbraum. Insbesondere wenn Stromstärken von mehr als 1 A/dm² zur Beschichtung zum Einsatz kommen ist kein Farbstich in der Schicht auszumachen. Gerade im b*-Wert haben hier viele reine Rhodium- und Rutheniumschichten Probleme. Werte unter 3 sind fast nicht zu erreichen und damit werden Farbstiche (gelb bzw. bräunliche Verfärbung) deutlich sichtbar.

Mit einem L*-Wert (Helligkeit) von 65 besitzt die Schicht einen gängigen Grauton, wie von vielen reinen Schwarzrhodiumschichten aus der Praxis bekannt. Ein weiterer Beleg für die edle Anmutung der Schicht ist die Konstanz des Wertes – unbedeutend welche Stromstärke dem Elektrolyt zur Abscheidung zugeführt wurde. Die Abweichung von maximal 0,6 auf der Neutralgrauachse bedeutet auch hier Tonverschiebungen in der Helligkeit, die für das menschliche Auge nicht wahrnehmbar sind.

Um zum einen den breiten Stromkorridor und damit das einfache Handling nicht zu verlieren und zum anderen die nahezu perfekte Farbneutralität zu wahren, verzichtet Umicore auf die Möglichkeit einer noch dunkleren Abscheidung. Sollen L*-Werte von < 65 erreicht werden, empfiehlt sich die Legierung aber als korrosionsbeständige Zwischenschicht und ist damit perfekte Basis für eine



Durch minimale Abweichung der Tonalität im L*-Wert (L*a*b*-Farbraum) bei schwankenden Stromstärken garantiert RHODUNA®-Alloy Black 1 ein absolut gleichmäßiges Anthrazit in der Produktion

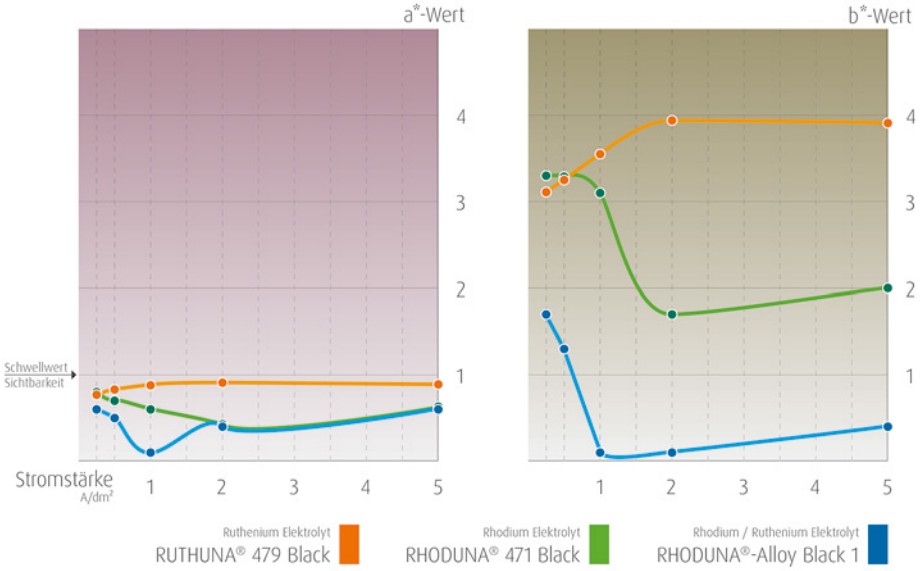
final dunklere Endschicht zum Beispiel aus dem Elektrolytsystem RHODUNA® 471 Black.

Geringe Kosten vereint mit exzellenter Abriebbeständigkeit

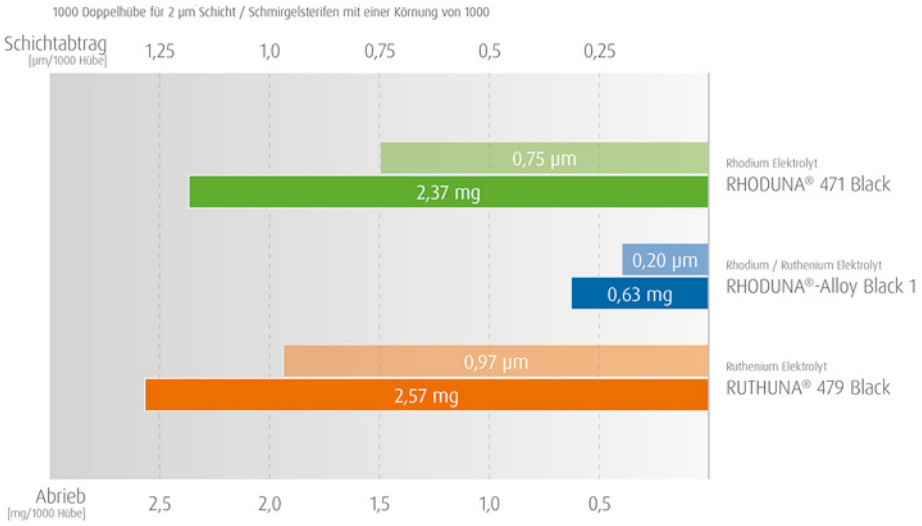
Gerade die Schmuckindustrie stellt in puncto Abrieb mit die höchsten Anforderungen an eine dekorative Oberfläche. Auch hier kann sich RHODUNA®-Alloy Black 1 mehr als empfehlen. Nicht nur im Vergleich zu reinen, im L*-Wert ähnlichen Schwarzrhodium- und Schwarzrutheniumschichten schneidet die Legierung um ein etwa 4-faches besser ab. Vielmehr spielt die Schicht mit einem Abtrag von 0,2 µm (gemessen nach Bosch-Weinmann) in einer Liga mit so widerstandsfähigen, hellen Schichten wie die aus dem hauseigenen Produkt RHODUNA®-Alloy 1.

Durch den hohen Anteil des vergleichsweise günstigen Ruthenium im Elektrolyten RHODUNA®-Alloy Black 1 entsteht ein etwa 45-prozentiger Preisvorteil im Vergleich zu reinen Rhodiumschichten. Eine Preisersparnis, die nach Aussage von Martin Stegmaier (Bereichsleiter Dekorative Anwendungen) ohne eigene Vorteile an die Kunden durchgereicht wird.

Nicht nur für Produzenten, die bereits jetzt mit Schwarzrhodium beschichten, ist der neue Elektrolyt damit auch wirtschaftlich interessant. Gerade Produzenten, welche dunkle Edelmetalloberflächen bisher aufgrund des hohen Preises ausschließen mussten, haben jetzt eine neue Ausgangsbasis. Passend dazu bietet Umicore als Entscheidungshilfe eine individuelle Preiskalkulation und Farbmuster an.



Die im a*- und b*-Wert (L*a*b*-System) gegen 0 gehenden Farbabweichungen von RHODUNA®-Alloy Black 1 belegen den optischen Eindruck eines edlen Anthrazit-Farbtons ohne Farbstich



Der Bosch-Weinmann-Test belegt die sehr hohe Abriebbeständigkeit der RHODUNA®-Alloy Black 1-Schichten im Vergleich mit ebenso dunklen, reinen Rhodium- und Rutheniumschichten

Meilenstein in der Veredelung mit Edelmetallen

Diese elegante Legierung übertrifft bisherige Vorstellungen an eine dunkle Edelmetallschicht. Gerade ihre hohe Abriebbeständigkeit lässt sie für ein breites Anwendungsfeld attraktiv werden – so können auch Steckkontakte, Schreibgeräte, Armaturen oder auch das Interieur in Automobilen in Zukunft in elegant dunklem Edelmetall erstrahlen.

Joachim Grimm (Vertrieb, Technische Kundenberatung) stellt fest, dass das Angebot der Umicore Elektroplating, den Elektrolyt auf eigenen Werkstücken zu testen, von Interessenten dankend angenommen wird. Die Rückmeldungen bestätigen die Meinung des Elektrolytherstellers aus Schwäbisch Gmünd hier optisch, qualitativ und im Handling neue Maßstäbe zu setzen. Dies bestärkt das Unternehmen in der Überzeugung, dass das Verfahren RHODUNA®-Alloy Black 1 das Potential hat, nicht nur im Schmuckbereicheinen neuen Trend einzuläuten.

➲ **http://rhoduna.com**
➲ **http://ep.umicore.com**

AIRTEC MUEKU GMBH
ENERGIE EFFIZIENZ
Wir schließen Ihren Energiekreislauf
Lufttechnische Anlagen
Abluftreinigung
Ventilatoren
Wärmerückgewinnungssysteme
Prozesskühlung
Modernisierung bestehender Anlagen
AIRTEC MUEKU GmbH
Im Ganzacker 1
56479 Elsoff / Germany
+49 (0) 2664 / 997386-0
info@airtec-mueku.de
www.airtec-mueku.de

Deutsche Gesellschaft für Galvano- und Oberflächentechnik e.V. (DGO)

DGO-Nachwuchsförderpreis 2020

Seit 29 Jahren zeichnet die DGO hervorragende Arbeit auf dem Gebiet der Oberflächentechnik aus. Auch 2020 wird in Düsseldorf anlässlich der ZVO-Oberflächentage wieder ein Förderpreis an einen jungen Kollegen übergeben. Noch bis zum **31. Januar 2020** können geeignete Kandidaten – in der Regel Absolventen einer deutschen Hochschule – vorgeschlagen werden. Dem Vorschlag sollte eine kurze Begründung beiliegen. Der Gewinner erhält einen Geldbetrag von 1000 Euro, eine einjährige kostenlose DGO-Mitgliedschaft sowie eine Einladung zu den ZVO-Oberflächentagen 2020, die vom 16. bis 18. September in Düsseldorf stattfinden.

Vorschläge für den Nachwuchsförderpreis 2020 nimmt Sabine Groß von der DGO-Geschäftsstelle unter dem Betreff *Förderpreis 2020/Junge Kollegen* per E-Mail entgegen: *s.gross@dgo-online.de*.

Ebenfalls bis zum **31. Januar** können sich interessierte Referenten für den Vortragsblock *Ergebnisse aus der Forschung – Junge Kollegen berichten* auf den ZVO-Oberflächentagen 2020 anmelden. Anmeldung an Sabine Groß per E-Mail mit Vortragsabstract, Referentenvita und Porträtbild (separate Bilddatei mit Bildrechtsnachweis) mit dem Betreff *Förderpreis 2020/Junge Kollegen* an: *s.gross@dgo-online.de*.

➲ **www.dgo-online.de**

DGO-Bezirksgruppe Thüringen

Von Industrie 4.0 zu Galvanik 4.1

Die DGO-Bezirksgruppe Thüringen wandte sich in ihrer Vortragsreihe an der Technischen Universität Ilmenau dem aktuellen Thema *Von Industrie 4.0 zu Galvanik 4.1* zu. Die Referenten Frank Benner und seine Tochter Annalina Benner von der Geschäftsführung der B+T Unternehmensgruppe mit Hauptsitz in Hüttenberg-Rechtenbach stellten den Teilnehmern neue Kundenanforderungen, die weit über die normale Beschichtungstätigkeit hinaus gehen, vor. Das Familienunternehmen wurde 1952 in Cölbe gegründet und ist seit 2015 unter dem Namen B+T (Benner und Töchter) bekannt. Galvanische Beschichtungen, Phosphatieren, Beizen und andere Verfahren, vorrangig für Produkte der Autoindustrie, sind die Hauptbetätigungsfelder des Unternehmens. Auch Service-Leistungen wie optoelektronische- und Härteprüfungen sowie Schulungen werden angeboten.

Um den neuen Anforderungen in der Galvanotechnik gerecht zu werden, wurde 2018 das neue Werk in Hüttenberg in Betrieb genommen, das mit moderner Technik bestückt ist. Die Vernetzung von Anlagen und Maschinen trägt zu einer effizienten Fertigung und Logistik entscheidend bei.

Mit dem neuen Werk konnte eine Vernetzung entlang der Lieferkette und innerhalb des Unternehmens realisiert werden. Der Kunde kann zeitnah über den aktuellen Stand der Arbeiten und über eventuell auftretende Störungen im Produktionsablauf informiert und bei nachträglichen Wünschen kann flexibel reagiert werden. Der für den Kunden wichtige Fertigstellungstermin des Auftrags lässt sich über ein Web-Interface einsehen.

Die B+T Unternehmensgruppe geht mit *Galvani 4.1* neue Wege, die in der Realisierung einen nicht unerheblichen IT-technischen und personellen Aufwand erfordern. So wurden mehrere IT-Spezialisten eingestellt. Diese entwickeln und pflegen das System, spielen neue Software auf, garantieren dem Kunden einen Einblick in den aktuellen Auftragsstatus und liefern so wichtige Informationen für die benötigten Ladekapazitäten bei der Abholung der Ware. Intern können visuelle Rückmeldungen von Störungen per Mail an die Meister und das Qualitätswesen versandt werden. Damit ist ein schneller Eingriff in den betreffenden Prozess durch den Anlagenführer möglich. Außerdem werden automatisch alle Leistungsdaten der Produktionsanlagen pro Tag/Woche/Monat dargestellt.

Die Umstellung auf Galvanik 4.1 in der Oberflächentechnik führt auch zu neuen Kundenanforderungen, über die Annalina Benner berichtete. Unternehmen und besonders das Personal müssen sich auf diese Umstellung einstellen. Anlagen, Programme zur Steuerung der Anlagen, umweltrelevante Prozessindikatoren und Prozessparameter sind auf die speziellen Kundenanforderungen anzupassen. Dazu wurde in der B+T ein Entwicklungsteam geschaffen, das Kundenanforderungen im Betriebsablauf einfügt als auch gerätetechnische Entwicklungen durchführt.

Die neu gegründete B+T K-Alpha GmbH entwickelt zur Zeit für das bestehende Röntgengerät RF 200 CF eine komplett neue Gerätesoftware auf Basis von Windows 10. Hiermit können die Metallkonzentrationen der Elektrolyte und Aktivlösungen nicht nur gemessen und geregelt, sondern auch in einer eigenen Datenbank dokumentiert und zielspezifisch exportiert werden. Das darauf basierende Inline-Analysesystem ist somit erweiterbar, zukunftssicher und kundenorientiert. Die Daten können in einer Cloud abgelegt und so dem Meister, Techniker, Betriebslabor und der Fachfirmen zugänglich gemacht werden. Durch die veränderten Arbeitsbedingungen erfolgte der weitere Ausbau der B+T Unternehmensgruppe mit dem Ergebnis einer Standortentwicklung, veränderten Mitarbeiterzahlen, angepassten Kundenanforderungen sowie der Einstellung neuer Berufsgruppen (Informatiker, Elektrotechniker, BWL-Fachlogistiker).

Außerdem fanden in den beiden Werken 2018 Mitarbeiterbefragungen statt. Trotz der deutlich komplexeren Aufgaben im Werk 2 sind die Mitarbeiter dennoch zufriedener, als im Werk 1. Der höhere Informationswunsch konnte durch die Digitalisierung der Arbeitsprozesse gestillt werden. Mit der Vorstellung der *3d Pro Flow-2020-Vision*, die solche Veränderungen wie die Reduzierung der Durchlaufzeiten für Härten, Oberflächenbeschichten, Prüfen/Sortieren, Auftragsbearbeitung und Logistik beinhaltet, endete der richtunsweisende Vortrag.

Nach einer kurzen Diskussion dankte DGO-Bezirksgruppenleiter Jens Heinze Frank Benner und Annalina Benner für ihre interessanten Vorträge. Dr. Peter Kutzschbach

Inserentenverzeichnis

Airtec MUEKU GmbH	39	Gebr. Liebisch	U3	Renner GmbH	Titel
B+T Technologies GmbH	27	Mazurczak GmbH	33	Stark Eloxal GmbH	21
ELB Zerrer	U4	Munk GmbH	35	Steinbeis Transferzentrum	29
FST Drytec GmbH	35	plating electronic GmbH	25	Umicore electroplating	U2
Walter Lemmen GmbH	19	Reisner Cooling Solutions	1	Weber Ultrasonics	11

KORROSIONSPRÜFGERÄTE

nasschemische Qualitätsprüfung

Je nach Prüfanordnung können die Betriebssysteme Salznebel [S], Kondenswasser [K], Raum [B], Warmluft [W] und Schadgas [G] sowie geregelte relative Luftfeuchte [F] einzeln oder kombiniert (Wechsel testprüfungen) in über 70 Varianten kombiniert werden. Optional sind Prüfklimate bis **20°C** (niedrigere Temperaturen auf Anfrage). und Beregnungsphasen z.B. Volvo STD 423, Ford CETP 00.00L467 möglich. Die Geräte sind intuitiv bedienbar, wahlweise als praktische manuelle bzw. komfortable automatische Lösung.

Gebr. Liebisch GmbH & Co. KG

Eisenstraße 34
33649 Bielefeld | Germany

Tel: +49 521 94647 -0
Fax: +49 521 94647 -90

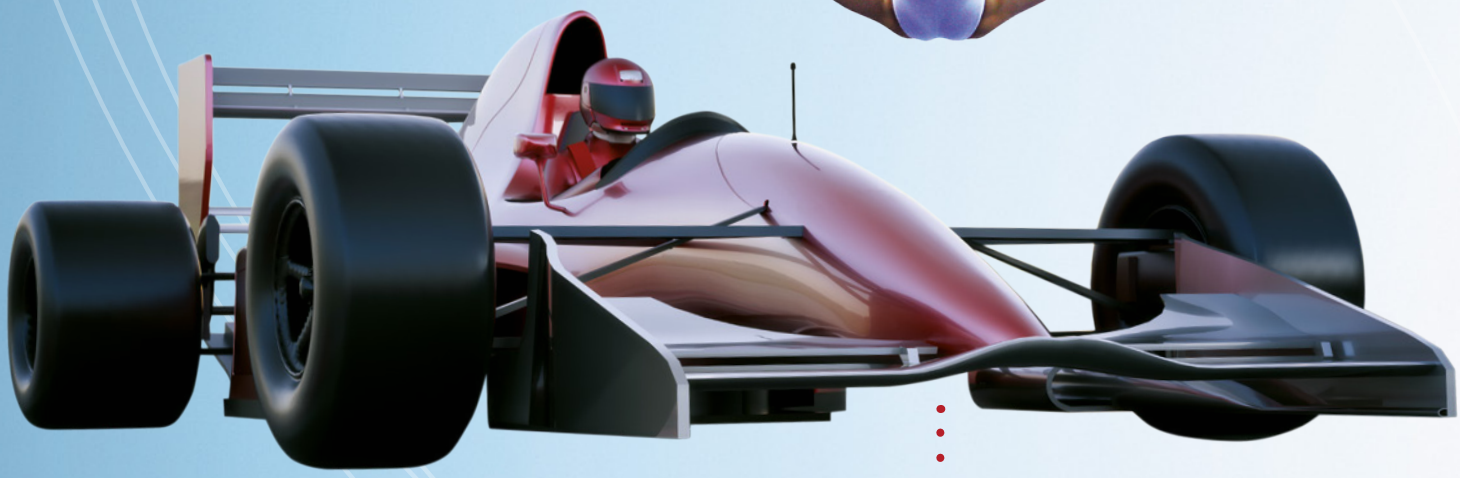
sales@liebisch.com
www.liebisch.de

Liebisch® LABORTECHNIK

Made in Germany since 1963

ELB
CERANOD® outside
Oberflächen für Al, Mg, Ti

PERFEKTION
KRAFT
AUSDAUER



CERANOD® nano
resist
nowear
pure

Individuelle Lösungen für spezielle Anforderungen
CERANOD®-Leichtbau-Oberflächentechnologie für Aluminium, Magnesium und Titan

CERANOD®
Oberflächentechnologie der Zukunft

ELB® – Eloxalwerk Ludwigsburg Helmut Zerrer GmbH · +49 (0)7141 5615-0 · info@ceranod.de · www.ceranod.de