

WOMAG

≡ Kompetenz in Werkstoff und funktioneller Oberfläche

#artificialintelligence



40JAHRE
RENNER
#dasoriginal

Made in Germany.

renner-pumpen.de

„Unser neuester Clou: Prozessschutz mit AI.“

Dipl. Ing. (FH) Ulrich Renner, GF und Inhaber/Produktion

Mit RENNER hält Künstliche Intelligenz jetzt auch Einzug in den Prozessschutz. So lernt unsere neueste Entwicklung, das System RPR-Sense 4.0, mit jedem Tag hinzu und hebt damit die vorbeugende Wartung durch automatisierte Prozessschutz-Systeme auf ein ganz neues Niveau. RENNER – Intelligente Lösungen aus einer Hand!

RENNER
INNOVATIVE PUMPEN-
UND FILTERTECHNOLOGIE

WERKSTOFFE

Korrosionsbeständigkeit von diffusionsgeschweißtem Hastelloy

MEDIZINTECHNIK

Adhäsive Eigenschaften mikrostrukturierter Polymeroberflächen

OBERFLÄCHEN

Abscheidung von Aluminiumlegierungen als Cadmiumersatz

OBERFLÄCHEN

Verbesserung der Ressourceneffizienz und Chemikalienmanagement

OBERFLÄCHEN

Zukunft verchromter Oberflächen im Automobil

SPECIAL

Abscheidung von Hartchrom aus Chrom(III)elektrolyten

JANUAR-FEBRUAR 2021

Branchen-News täglich: womag-online.de



Schlötter
Galvanotechnik



So glänzend wie die Natur...

Chrombad SLOTOCHROM DR 1140

Das auf Sulfatbasis aufgebaute dreiwertige Chrombad besteht durch konstante Abscheidebedingungen und durch seine optisch besonders hellen Schichten.

Die Vorteile sind:

- ansprechender Farbton nahe am Chrom (VI)
- konstante Schichtdicken bis 0,3 µm möglich
- praxiserprobt, bereits 40.000 ltr. im Einsatz
- volle Analysierbarkeit der Zusätze
- keine PFOS-haltigen Zusätze
- hohe Wirtschaftlichkeit



DIN EN ISO 9001: 2015 /
14001: 2015 / 50001: 2011

Verfahren · Forschung
Service · Anlagentechnik

Ein positives Signal für Chromoberflächen



Zu den besonderen Vorzügen der galvanotechnischen Metallabscheidung zählt, dass unter geringstem Werkstoffeinsatz Oberflächen mit zusätzlichen, in der Regel vorteilhaften Eigenschaften versehen werden können. Dies gilt vor allem für den Fall, eine Metall- oder Kunststoffoberfläche mit Chrom zu beschichten. Das dafür bisher ausschließlich eine Verbindung in der Chrom(VI)modifikation, die gesundheitlich kritisch zu sehen ist, eingesetzt wurde, hat die Zukunft des galvanischen Verchromens in Frage gestellt. Auf der Grundlage der europäischen Chemikalienverordnung REACH wird deshalb seit einigen Jahren ein

Ersatz von Chrom(VI)verbindungen gefordert und von der betroffenen Industrie mit umfangreichen Entwicklungsaktivitäten daran gearbeitet.

Im Bereich der dekorativen Verchromung stehen seit einiger Zeit entsprechende Lösungen zur Verfügung, die bereits Eingang in die Industrie finden, wie beispielsweise die BIA in dem kürzlich stattgefundenen Online-Forum zum Ausdruck brachte - ein Bericht hierzu findet sich auf Seite 31ff in der vorliegenden Ausgabe. Im Rahmen der Veranstaltung wurde zudem darauf hingewiesen, dass für den Ersatz von Chrom(VI)verbindungen für die Vorbehandlung von Kunststoffen vor dem galvanischen Beschichten Entwicklungen laufen, aber noch einige Jahre in Anspruch nehmen werden.

Als zweites sehr breites Anwendungsfeld für Chrom gilt die Herstellung von funktionellen Schichten, dem sogenannten Hartchrom. Im Rahmen einer praxisorientierten Entwicklungskooperation zwischen der Coventya GmbH und der Betz-Chrom GmbH (Berichte der beiden Unternehmen auf Seite 26ff) liegen jetzt auch belastbare Daten zum Hartverchromen vor. Sie zeigen klar, dass ein Elektrolyt auf Basis von gesundheitlich unbedenklichen Chrom(III)verbindungen einige der benötigten Eigenschaften erreicht, bei anderen ist ein weiterer Entwicklungsbedarf notwendig.

Gefordert sind jetzt die Kunden für Hartchromschichten, die zusammen mit dem Beschichter definieren, welche Eigenschaften ein Bauteil aufweisen muss - und dann mit gutem Ergebnis die neuen Alternativverfahren nutzen. Der Vorteil des bestmöglichen Werkstoffeinsatzes durch dünne Metallschichten auf einem Bauteil - also ein hoch ökologischer Gedanke - kann so auch in Zukunft gewährleistet bleiben!

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.



Sager + Mack®

Leading the way in pumps and filters

STRONG | CLEAN | DURABLE |

| **SMART** |

SMART Mack®

Sager + Mack



IMMER AUF DEM LAUFENDEN...

- Alle wichtigen Daten auf einen Blick
- Effektivere Wartungsintervalle führen zu weniger Stillstand
- Ferndiagnose über die P-Cloud direkt mit dem Hersteller
- Planbare Wartung
- Effektive Ausnutzung der Filtermedien
- Anbindung eines Online Shops für Filtermedien

SOFTWARE BY **QUCOS**



P-Cloud®
Sager + Mack



PUMPEN
PUMPS | 泵



FILTER
FILTERS | 过滤器



FILTER MEDIEN
FILTER MEDIA | 过滤耗材



DAS PLUS
THE PLUS | 服务



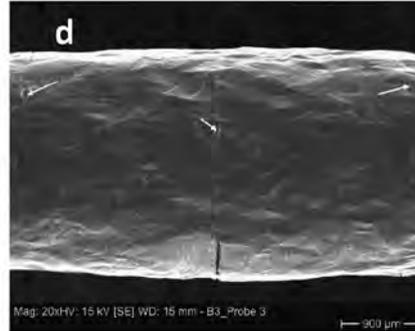
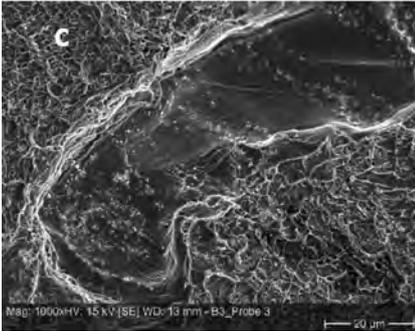
Sager + Mack GmbH

Max-Eyth-Str. 13/17 |

74532 Ilshofen-Eckartshausen

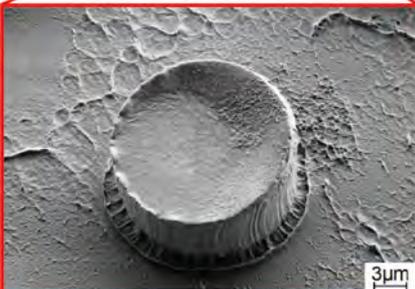
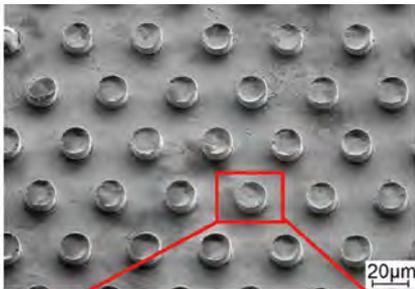
info@sager-mack.com | +49 7904 9715-0

INHALT



4 Diffusionsschweißen von hoch-molybdänhaltigem Hastelloy

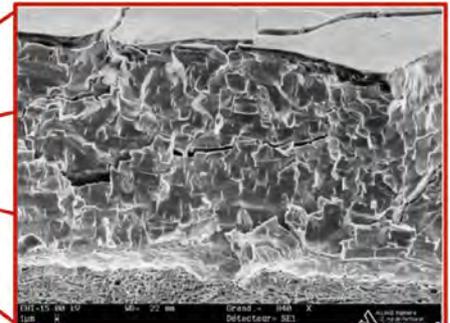
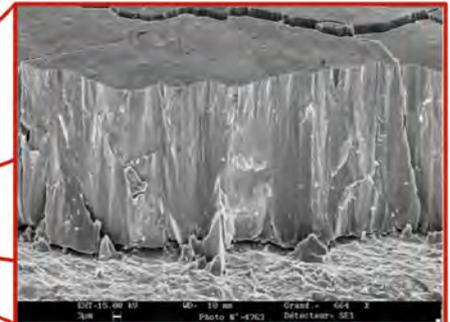
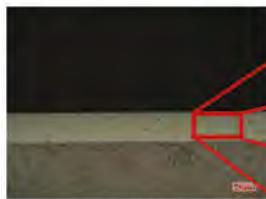
6 3D-Druck von Metallen



DURATRI 240



CHROME 450



18 Mikrostrukturierter Kunststoff

26 Galvanische Abscheidung von Hartchrom aus Chrom(III)elektrolyten

WERKSTOFFE

- 4 Diffusionsschweißen und Bestimmung der mechanischen Eigenschaften der hoch-molybdänhaltigen Legierungen Hastelloy BC-1 und B3 sowie ihrer Korrosionsbeständigkeit in heißer 70%iger Schwefelsäure
- 6 Fraunhofer-Leitprojekt futureAM macht metallischen 3D-Druck fit für den industriellen Einsatz
- 7 Additive Fertigung von multifunktionalen Bauteilen
- 8 Mehr Sicherheit, Effizienz und Sauberkeit beim automatisierten Entpulvern und Reinigen von AM-Kunststoffteilen
- 10 Automobilproduktion: Gewicht und Kosten sparen durch Funktionsintegration
- 11 Adaptive Prozessplanung von Fünf-Achs-Fräsprozessen mit Hilfe maschineller Lernmethoden
- 12 Werkzeugstandzeit und Prozesssicherheit erhöht
- 13 Schwingfestigkeit hybrid gefügter Materialverbindungen
- 14 Stifterverbandspreis für Multistrahl-Laserverfahren

2 1-2|2021 WOMAG

16 Oxid-Tuning durch Ionentransfer

17 Brexit hat Folgen für Chemiehandel

MEDIZINTECHNIK

18 Biocompatible Micro-structured Adhesive-Free Self-Sticking Polymer Surfaces for Medical Wearables

OBERFLÄCHEN

21 Abscheidung von Aluminiumlegierungen als Cadmiumersatz

23 Synergetische Analyse und Verbesserung von Ressourceneffizienz und Chemikalienmanagement in der Oberflächentechnik

26 Dem galvanischen Verchromen eine Zukunft geben – REACH-konforme Beschichtungsprozesse

28 Hartverchromung aus dreiwertigen Elektrolyten

31 Verchromte Oberflächen – nach wie vor unverzichtbar im Automobil

INHALT



21 Galvanische Abscheidung von Aluminiumlegierungen als Cadmiumersatz



31 Neue Galvanoanlage der BIA am Standort in Mexiko

OBERFLÄCHEN

- 33 Intermediates – Klärung der deutschen Rechtslage durch Feststellungsanträge
- 34 Mit Fördergeldern zu neuester Trocknungstechnik
- 36 Damit wir endlich wissen, was wir tun!
- 37 Elektrochemie am fem: Neue Abteilungsleitung und neue inhaltliche Ausrichtung
- 38 Kess Stigter als neuer Vertriebsleiter bei Hendor – Pumps & Filters
- 38 SurTec erweitert Kapazitäten der Analytik und Qualitätskontrolle

UNTERNEHMENSINFORMATIONEN

- 39 Nachruf auf Klaus Frischmann – Aus Voigt & Schweizer wird ZINQ – fem - Zukunftsprojekt am fem

VERBÄNDE

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

Zum Titelbild: Die Vorteile der Renner-Technologie werden besonders in Einsatzbereichen mit hohen Qualitätsansprüchen geschätzt; www.renner-pumpen.de

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 2021 angegeben

Herausgeber und Verlag

WOTech – Charlotte Schade –
Herbert Käzmann – 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 Käzmann
Mobil 0151/29109892
kaezmann@wotech-technical-media.de

Redaktion/Anzeigen/Vertrieb/Abo

siehe Verlagsleitung

Bezugspreise

Jahresabonnement für WOMag-Online:

149,- €, 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. 10 vom 10. Oktober 2020

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 Manuskripte 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

Diffusionsschweißen und Bestimmung der mechanischen Eigenschaften der hoch-molybdänhaltigen Legierungen Hastelloy BC-1 (2.4708) und B3 (2.4600) sowie ihrer Korrosionsbeständigkeit in heißer 70%iger Schwefelsäure

Von Thomas Gietzelt¹, Mario Walter², Volker Toth¹, Florian Messerschmidt¹ und Melina Blem²



Zum online-Artikel

Schwefelsäure ist eine Grundchemikalie in der chemischen Industrie. Ihr Korrosionsverhalten variiert abhängig von Verunreinigungen, Temperatur und Konzentration in weiten Grenzen. Besonders für mikroverfahrenstechnische Apparate mit sehr geringen Wandstärken ist daher die Verwendung von unter allen Bedingungen beständigen Werkstoffen essentiell, insbesondere für die häufig angewandte Verbindungstechnologie des Diffusionsschweißens. Dies gilt umso mehr, als Diffusionsschweißen die Mikrostruktur von Werkstoffen erheblich verändert. Zwei hoch-molybdänhaltige Werkstoffe, Hastelloy B3 und BC-1, wurden hinsichtlich Diffusionsschweißbarkeit, mechanischer Eigenschaften sowie Korrosion in 100 °C heißer, 70%iger Schwefelsäure nach einer Auslagerungsdauer von 1000 h untersucht.

1 Einleitung

1.1 Korrosion – Einflussfaktoren, Abtragsraten und interkristalliner Angriff

Korrosion ist eine Systemeigenschaft und hängt von vielen Einflussfaktoren ab (Abb. 1). Gerade Schwefelsäure unterschiedlicher Konzentration und Temperatur zeigt ein variantenreiches Korrosionsverhalten.

In der chemischen Industrie werden für die Auslegung von Anlagen von den Werkstoffherstellern die für verschiedene Medien angegebenen Abtragsraten in Millimetern pro Jahr herangezogen. Umfangreiche Daten für verschiedene Werkstoffe, Medien, Konzentrationen und Temperaturen sind zum Beispiel in [1, 2] zu finden. Dabei kann sich eine Annahme auch als nicht zutreffend erweisen, was erhebliche ökonomische Schäden verursachen kann.

Eine besondere Herausforderung sind Schweißprozesse. Durch Wärmeeinwirkung kann es zu lokalen Werkstoffveränderungen und stärkerer Korrosion kommen. Oft schreiben Hersteller eine nachgelagerte Wärmebehandlung und Abkühlgeschwindigkeiten vor, die nicht unterschritten werden dürfen, um zugesicherte Korrosionseigenschaften sicherzustellen [3].

Bei Angaben zur Korrosionsbeständigkeit sind zudem die zugrundeliegenden Testbe-

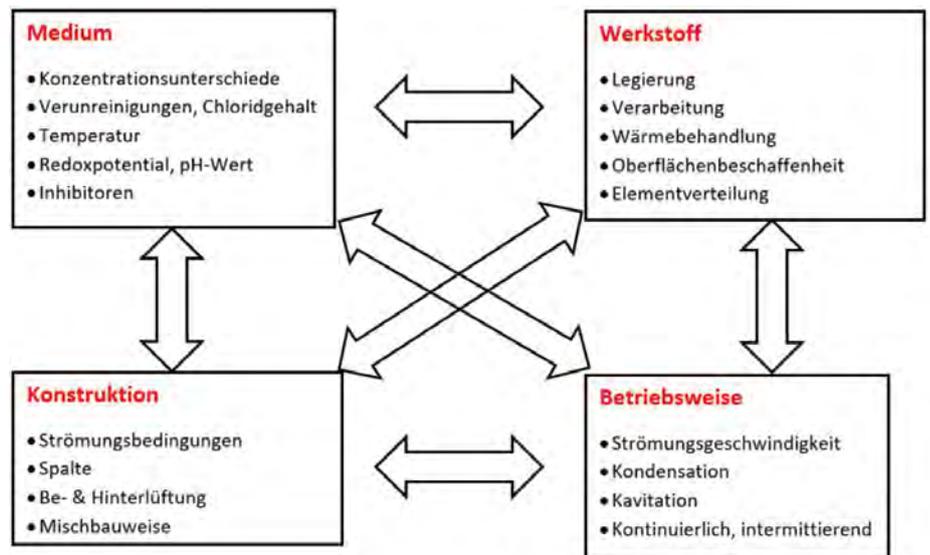


Abb. 1: Einflussfaktoren auf die Korrosion

dingungen zu berücksichtigen; Im Fall von ASTM G-28, einem Test auf Anfälligkeit für interkristalline Korrosion, beziehen sich die Sensibilisierungskurven verschiedener Werkstoffe für Methode A

- in der Literatur meist auf eine Angriffstiefe von 50 µm
- in einer Korrosionslösung mit 50 % Schwefelsäure und 42 g pro 100 ml Eisensulfat
- kochende Schwefelsäure (ca. 125 °C) sowie
- eine Versuchsdauer, die je nach Legierung nur 24 h oder 120 h beträgt [4].

Aus diesen Werten lässt sich die Eignung eines Werkstoffs zur Herstellung von mikroverfahrenstechnischen Apparaten nicht abschätzen, da diese Apparate nur sehr geringe Wandstärken aufweisen.

Zu berücksichtigen ist, dass korrosionsbeständige Werkstoffe diese Eigenschaft einer dünnen, fest haftenden Passivschicht verdanken. Ihre Dicke beträgt normalerweise nur einige Nanometer. Sie besteht aus Oxiden des Grundmaterials und weist je nach Legierungszusammensetzung unterschiedliche Zusammensetzungen und Beständigkeiten auf. Durch thermische Behandlungen wie Rekristallisationsglühen zwischen verschiedenen Stichen beim Kaltwalzen zur Herstellung dünner Bleche kann sie erheblich verstärkt werden, ohne dass dies farblich am Halbzeug kenntlich wird [5].

In einem vorhergehenden AiF-Forschungsprojekt wurden bereits die Korrosionseigenschaften von vier verschiedenen Werkstoffen

* KIT, Institut für Mikroverfahrenstechnik, PF 3640, D-76021 Karlsruhe; E-Mail: thomas.gietzelt@kit.edu

1 Institut für Mikroverfahrenstechnik

2 Institut für Angewandte Materialforschung

Tab. 1: Ergebnis der Korrosionstests aus [6] in 70%iger und 95-97%iger Schwefelsäure bei 100 °C nach 1000 h Versuchsdauer

| Material | H ₂ SO ₄ -Konzentration | Zustand | Ausgangsgewicht | Endgewicht | Gewichtsverlust | | |
|----------|---|---------------|----------------------------|------------|-----------------|---------|-------|
| 2.4602 | 95-97 % | Lieferzustand | 45,464 g | 43,867 g | 1,597 g | 3,5 % | |
| 2.4605 | 95-97 % | | 38,796 g | 37,823 g | 0,973 g | 2,5 % | |
| 2.4692 | 95-97 % | | 47,094 g | 46,385 g | 0,709 g | 1,5 % | |
| 2.4700 | 95-97 % | | 38,124 g | 37,776 g | 0,348 g | 0,9 % | |
| 2.4602 | 70 % | | 41,444 g | 36,345 g | 5,099 g | 12,3 % | |
| 2.4605 | 70 % | | 35,025 g | 31,586 g | 3,439 g | 9,8 % | |
| 2.4692 | 70 % | | 49,217 g | 48,748 g | 0,469 g | 1 % | |
| 2.4700 | 70 % | | 35,594 g | 35,164 g | 0,43 g | 1,2 % | |
| 2.4602 | 95-97 % | | Wärmebehandelt 1100 °C/4 h | 38,672 g | 37,115 g | 1,557 g | 4 % |
| 2.4605 | 95-97 % | | | 34,652 g | 33,355 g | 1,297 g | 3,7 % |
| 2.4692 | 95-97 % | 44,701 g | | 44,095 g | 0,606 g | 1,4 % | |
| 2.4700 | 95-97 % | 37,594 g | | 36,489 g | 1,105 g | 2,9 % | |
| 2.4602 | 70 % | 40,332 g | | 36,03 g | 4,302 g | 10,7 % | |
| 2.4605 | 70 % | 37,42 g | | 32,636 g | 4,784 g | 12,8 % | |
| 2.4692 | 70 % | 46,404 g | | 39,763 g | 6,641 g | 14,3 % | |
| 2.4700 | 70 % | 41,436 g | | 38,56 g | 2,876 g | 6,9 % | |

in 70%iger Schwefelsäure bei 100 °C nach einer Auslagerungszeit von sechs Wochen untersucht (Tab. 1). Die Befunde waren uneinheitlich, was auch daran lag, dass teilweise interkristalline Korrosion auftrat, weshalb ein prozentualer Masseverlust nicht aussagekräftig ist. Insgesamt erfüllte kein Werkstoff die Beständigkeitsanforderungen in 70%iger Schwefelsäure, die für mikroverfahrenstechnische Apparate gestellt werden müssen. Der Abschlussbericht ist unter [6] einsehbar.

1.2 Werkstofftechnische Betrachtungen - Besonderheiten des Diffusionsschweißens

Diffusionsschweißen ist ein Sonderfügeverfahren: Einerseits ist es das einzige Verfahren, mit dem innenliegende Querschnitte verbunden werden können und ein monolithischer Apparat homogener Zusammensetzung entsteht [7]. Bei Lötverbindungen hingegen liegt immer ein zweiphasiger Aufbau vor, was im Hinblick auf Korrosions- und Temperaturbeständigkeit problematisch sein kann. Daher wird das Diffusionsschweißen häufig zur Herstellung von mikroverfahrenstechnischen Apparaten verwendet. Aufgrund sehr kleiner Kanalquerschnitte entstehen Bauteile, die höchsten Drücken standhalten. Außerdem wirken diese als Flammensperre. Es können sehr große Wärmemengen in kleinen Bauteilvolumina übertragen werden. Dies führt zu großer inhärenter Anlagensicherheit. Starke Wärmetönungen exothermer Prozesse, die typischerweise im Batch gefahren

werden müssen, können kontinuierlich betrieben werden. Auch Selektivität und Umsatz können mit mikroverfahrenstechnischen Apparaten gesteigert und Abfallströme reduziert werden [8].

Andererseits wird beim Diffusionsschweißen das komplette Bauteil meist für mehrere Stunden hohen Temperaturen von etwa 80 % der Schmelztemperatur ausgesetzt. Der Fügeprozess läuft durch Diffusion von Atomen über die Fügeebenen mehrerer Lagen dünner Bleche unter Hochvakuum ab. Selbst bei der Einleitung von Inertgas sind nur geringe Abkühlgeschwindigkeiten erzielbar, die von der thermischen Masse von Bauteil und

Ofen abhängen (Abb. 2). Dies ist insbesondere hinsichtlich unterschiedlich stark ausgeprägter Neigung zur Sensibilisierung von Nickelbasiswerkstoffen problematisch, was zu interkristalliner Korrosion führt [9-12].

Zur Ökonomie des Diffusionsschweißprozesses ist anzumerken, dass er batchweise erfolgt, die Zykluszeiten lang und die Investitionskosten in die Anlagentechnik hoch sind. Die Kosten je Teil lassen sich nur durch gleichzeitiges Prozessieren mehrerer Bauteile geringer Größe reduzieren.

Hinderlich für den Diffusionsschweißprozess bei der Herstellung von mikroverfahrenstechnischen Apparaten ist die oxydische Passivschicht auf der Oberfläche der verwendeten Materialien, da sie die Diffusion von Atomen über die Fügeebenen sehr erschwert. Zusammensetzung, Dicke und Beständigkeit der Passivschichten unterscheiden sich für verschiedene Werkstoffe und Halbzeugchargen sehr stark.

Lesen Sie weiter unter womag-online.de

WOMag-online-Abonnenten steht der gesamte Beitrag zum Download zur Verfügung. Weitere Abschnitte sind:

- Versuche zur Korrosion und zum Diffusionsschweißen
- Ergebnisse zum Diffusionsschweißen, zur Korrosion und zur Festigkeit der Werkstoffe Hastelloy B3 und BC-1

Der Gesamtumfang des Beitrags beträgt etwa 9 Seiten mit 13 Abbildungen, 7 Tabellen und 17 Literaturhinweisen.

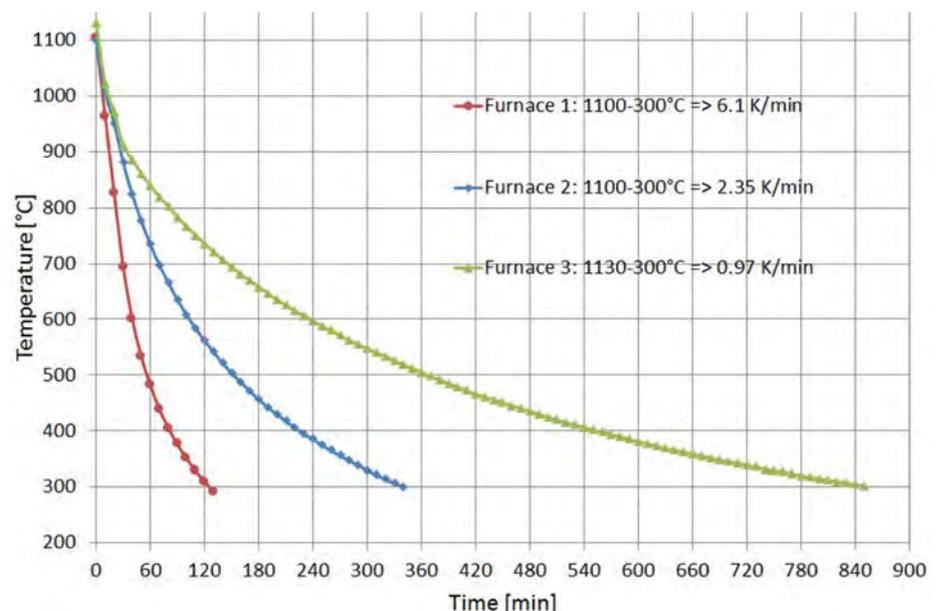


Abb. 2: Abkühlverläufe von 20-kN-, 200-kN- und 2-MN-Diffusionsschweißöfen ohne Bauteile

Fraunhofer-Leitprojekt futureAM macht metallischen 3D-Druck fit für den industriellen Einsatz

Beschleunigung der additiven Fertigung von Metallbauteilen mindestens um den Faktor 10 – mit diesem Ziel startete 2017 das Fraunhofer-Leitprojekt *futureAM – Next Generation Additive Manufacturing*. Sechs Fraunhofer-Institute erreichten nun bis zum Projektende im November 2020 gemeinsam Technologiesprünge in der Systemtechnik, bei den Werkstoffen und in der Prozessführung sowie bei der durchgängigen Digitalisierung und steigerten so Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit des Metal Additive Manufacturing entlang der gesamten Prozesskette.

Im Mittelpunkt der Aktivitäten von *futureAM* steht zum einen die ganzheitliche Sicht auf die digitale und physische Wertschöpfung vom Auftragseingang bis zum fertigen metallischen 3D-Druck-Bauteil, zum anderen der Sprung in eine neue Technologiegeneration der additiven Fertigung. Eine wichtige Rolle spielt dabei das Virtual Lab, welches Kompetenzen digital bündelt und den gesamten AM-Prozess für alle beteiligten Partner transparent macht. *Wir stehen jetzt an der Schwelle zur industriellen Umsetzung*, sagt Christian Tenbrock, Gruppenleiter am Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT und *futureAM*-Projektleiter. Die gemeinschaftlich gewonnene Expertise solle nun in die industrielle Anwendung überführt werden.

Virtual Lab bündelt Kompetenzen

Eine große Herausforderung bei *futureAM* war das institutsübergreifende Zusammenspiel aller Teilnehmer, die teilweise sehr unterschiedliche Bereiche der gesamten Prozesskette abdecken. Bewährt hat sich dabei das Virtual Lab, das als digitale Plattform den Austausch über alle AM-Aufgabenfelder und -Akteure sicherstellt. In diesem Kontext hat die Fraunhofer-Einrichtung für Additive Produktionstechnologien IAPT beispielsweise verschiedenste Softwaretools zur Auslegung

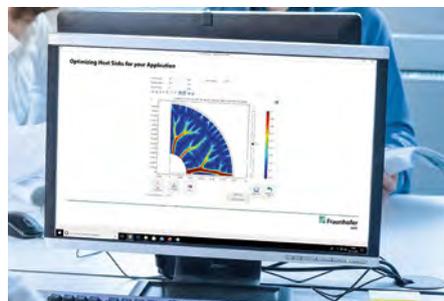
von AM-Bauteilen entwickelt. Auf diese Weise entstehen webbasierte Simulations-Tools für Metall AM, mit denen auch Einsteiger arbeiten können.

Multi-Material-Bauteile ohne nachgelagertes Fügen

Im Handlungsfeld *Werkstoffe* erforschte das Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik IWS, welche Materialien sich in einem Bauteil miteinander kombinieren lassen und welche Probleme dabei auftreten. Unter anderem behandelten die Dresdner die Erweiterung des einsetzbaren Spektrums additiv verarbeitungsfähiger Hochtemperaturwerk-



Am Fraunhofer IWS in Dresden wird das einsetzbare Spektrum von additiv verarbeitbaren Werkstoffen erweitert. Mittels maßgeschneiderter Laserauftragschweißprozesse lassen sich metallische Multi-Material-Bauteile realisieren (© Fraunhofer)



Bauteilkonstruktion mit Hilfe von Multiphysik-Simulationen zur Erzeugung von fertigungsgerechten 3D-Modellen am Fraunhofer IAPT, Hamburg (© Fraunhofer)

stoffe und erforschten, wie diese in einer Multi-Material-Bauweise vereint werden können. Ein spannendes Ergebnis brachte das Zusammenspiel von Laserauftragschweißen (Laser Material Deposition, LMD) und Künstlicher Intelligenz (KI) zutage: Mit Hilfe KI-gestützter Prozessanalysen lassen sich verschiedenste Einflussfaktoren analysieren und so der Fertigungsprozess optimieren. Wie gut dies bereits funktioniert, demonstriert das Fraunhofer IWS an Multi-Material-Bauteilen aus Nickel und Aluminium. Je nach Bauteilanforderungen nehmen die Forschenden wahlweise ein drittes oder viertes Element hinzu, um die Eigenschaften exakt an den jeweiligen Anwendungsfall anzupassen.

Bauteil im XXL-Format: Take-off mit Faktor 10

Die Wissenschaftler vom Fraunhofer ILT aus Aachen entwickelten ein Demonstratorsystem, das ein Maschinenhersteller gebaut hat. Es ist eine Anlage zum 3D-Druck von Bauteilen im XXL-Maßstab: Per Laser Powder Bed Fusion (LPBF) entstand dank des großen Bauraums (1000 mm x 800 mm x 400 mm) ein Demonstratorbauteil für zukünftige Triebwerksgenerationen von Rolls-Royce. Möglich wird dies durch ein neues Maschinensystem

Fraunhofer-Leitprojekt futureAM – Next Generation Additive Manufacturing

Mit *futureAM* treibt die Fraunhofer-Gesellschaft die Weiterentwicklung der additiven Fertigung von metallischen Bauteilen systematisch voran. Im Bereich additive Fertigung gingen folgende Institute dazu eine strategische Projektpartnerschaft ein:

- Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT, Aachen (Projekt-Koordination)
 - Fraunhofer-Einrichtung für Additive Produktionstechnologien IAPT, Hamburg
 - Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM, Bremen
 - Fraunhofer-Institut für Graphische Datenverarbeitung IGD, Darmstadt
 - Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik IWS, Dresden
 - Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU, Chemnitz, Dresden
- Projektlaufzeit: Juli 2017 bis November 2020

➤ www.futuream.fraunhofer.de



Mehrere Laser am Fraunhofer ILT, Aachen, verwandeln Metallpulver per 3D-Druck in ein Demonstratorbauteil für die künftige Triebwerks-genera-tion von Rolls-Royce (© Fraunhofer)

mit mobilem Optiksyste-m. Ähnliche Erfolge gab es auch beim Extre-men Hochgeschwin-digkeits-Laserauf-trags-schweißen (EH-LA), mit dem sich nun auch 3D-Bauteile her-stellen lassen. Der neu entwickelte Pro-zess erlaubt extreme Auf-tragsgeschwindig-keiten bei gleich-zeitig hoher Detailauflö-sung.

Automatisierte Nachbearbeitung spart Ressourcen

Großes Optimierungspotenzial identifizierten die Forscherinnen und Forscher auch in der Nachbearbeitung. Das Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU in Chemnitz entwickelte daher im Rah-



Automatische, bauteilspezifische Nachbearbeitung durch einen Roboter mit anschließender Verifizierung durch 3D-Scan am Fraunhofer IWU in Chemnitz (© Fraunhofer)

men des Projekts futureAM dafür eine auto-matisierte Lösung. Um das physische Bauteil zunächst zweifelsfrei identifizieren und stets nachverfolgen zu können, wird bei der Ferti-gung ein Code eingearbeitet und später aus-gelesen. Dieser sorgt zudem für einen effzi-enten und störungsfreien Kopierschutz. Im nächsten Schritt wird die Ist-Geometrie des eingespannten Bauteils von Laserscannern erfasst und durch den Abgleich von Soll- und Ist-Geometrie wird die optimale Bearbei-tungsstrategie abgeleitet. Die Bearbeitung erfolgt anschließend automatisch durch ei-nen Roboter und wird im Prozess durch er-neute 3D-Scans verifiziert.

Kontakt:

Christian Tenbrock M.Sc., M.Sc., futureAM-Projekt-leiter,
Gruppenleiter Laser Powder Bed Fusion,
E-Mail: christian.tenbrock@ilt.fraunhofer.de
➔ www.ilt.fraunhofer.de

Additive Fertigung von multifunktionalen Bauteilen

Die additive Fertigung gehört zu den derzeit wichtigsten Trends in der Industrie. Nun hat ein Team des Fraunhofer-Instituts für Keramische Technologien und Systeme IKTS eine Anlage für das Multi Material Jetting entwickelt, mit der sich unterschiedliche Werkstoffe zu einem einzigen additiv gefertigten Bauteil vereinen lassen. Dadurch sind Produkte mit kombinierten Eigenschaften oder Funktionen realisierbar. Besonders leistungsfähige Materialien wie Keramik und Metall kommen in dieser Anlage zum Einsatz.

Bei der additiven Fertigung, beziehungsweise dem 3D-Druck, wird das gewünschte Produkt nicht aus einem Stück geformt, sondern Schicht für Schicht aufgetragen. Das ermöglicht die präzise und individuelle Fertigung mit genau definierten Produkteigenschaften. Und die Technologie wird ständig weiterentwickelt. Waren es anfangs hauptsächlich Kunststoffe, werden seit einiger Zeit auch Metalle oder Keramik-basierte Werkstoffe verarbeitet.

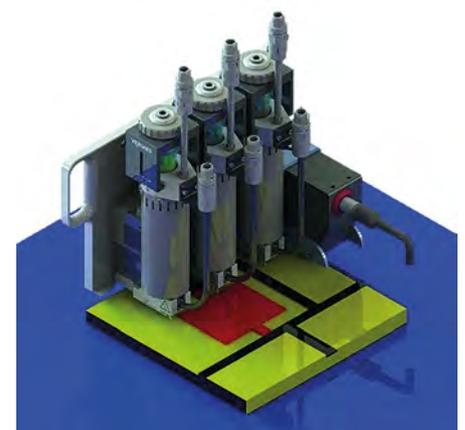
Einen großen Schritt weiter geht nun das Fraunhofer IKTS. Die Forschenden haben eine Anlage entwickelt, mit der die additive Fertigung von Multimaterial-Bauteilen basierend auf thermoplastischen Bindersystemen möglich wird. Beim sogenannten Multi Material Jetting (MMJ) werden verschiedene Materialien mit ihren jeweils unterschiedlichen Merkmalen zu einem Produkt zusammengefügt. *Wir können derzeit bis zu vier Stoffe gleichzeitig verarbeiten*, erklärt Uwe Scheit-

hauer, Wissenschaftler am IKTS. Die Einsatzgebiete sind vielfältig und liegen überall da, wo Unternehmen hochintegrierte multifunktionale Bauteile mit individuell definierten Eigenschaften herstellen wollen.

Produktion: Vom Tropfen zum Werkstück

Die Fertigung geschieht in einem fortlaufenden Prozess. Zunächst erfolgt die homogene Verteilung der pulverförmigen keramischen oder metallischen Ausgangsmaterialien in einer thermoplastischen Bindersubstanz. Die so hergestellten Massen werden in Mikrodosiersysteme (MDS) eingefüllt, worauf der eigentliche Fertigungsprozess startet. In den MDS werden die Massen bei rund 100 °C aufgeschmolzen, wodurch sie sehr fein dosierbar sind. Um eine präzise Positionierung der Tröpfchen zu realisieren, entwickelten die IKTS-Wissenschaftler eine entsprechende Software: Die Dosiersysteme legen computer-gesteuert hochpräzise Tropfen für Trop-

Hochpräziser Material-auftrag von bis zu 1000 Tropfen pro Sekunde (© Fraunhofer IKTS)



Schematische Darstellung der Mikrodosiersysteme (© Fraunhofer IKTS)

WERKSTOFFE



Anlage für das Multi Material Jetting von Hochleistungskomponenten mit kombinierten Eigenschaften oder Funktionen

(© Fraunhofer IKTS)

fen an der richtigen Stelle ab, wodurch sich das Bauteil punktweise aufbaut – bis zu 60 mm und 1000 Tropfen pro Sekunde. Die Anlage arbeitet mit einer Tropfengröße zwischen 300 µm und 1000 µm, was zu einer Höhe der aufgetragenen Schichten zwischen 100 µm und 200 µm führt. Maximal

lassen sich derzeit Bauteile der Größe 20 cm × 20 cm × 18 cm herstellen. Das Entscheidende ist nach den Worten von Scheithauer die individuelle Dosierung der Metall- oder Keramikmassen. Diese Dosierung sorgt dafür, dass das additiv gefertigte Endprodukt während der abschließenden Sinterung im Ofen die gewünschten Eigenschaften und Funktionen wie Festigkeit, thermische und elektrische Leitfähigkeit erhalte.

Keramisches Satellittriebwerk mit integriertem Zünder

Ein hochkomplexes Bauteil, wie zum Beispiel der Zünder in einem Satellittriebwerk aus Keramik, kann mit der neuen IKTS-Anlage realisiert werden. In der Brennkammer eines solchen Triebwerks herrschen extrem hohe Temperaturen. Die hitzebeständige Keramik ist dafür ein ideales Material. Mit MMJ lässt sich ein Zünder für das Triebwerk herstellen, der direkt integriert ist und zudem elektrisch leitfähige und elektrisch isolierende Bereiche in einem einzigen, extrem robusten Bauteil vereint. Nötig sind dazu drei Dosiersysteme: eins für ein stützendes Supportmaterial, das während der Wärmebehandlung im Ofen zersetzt wird, ein zweites für die elektrisch leitfähige und ein drittes für die elektrisch

isolierende Komponente. Auch im Bereich Consumerprodukte sind zahlreiche Anwendungen denkbar, etwa eine zweifarbige keramische Uhrenlunette, die als individuelles Einzelstück für einen Kunden produziert wird. Aufgrund der hohen Präzision und Flexibilität der Anlage taugt sie nicht nur für die Herstellung von multifunktionalen Komponenten. *Wir könnten beispielsweise auch die Rohlinge für Werkstücke aus Hartmetall fertigen.* Da die Dosiersysteme extrem präzise arbeiten, seien die Rohlinge schon sehr nahe an der Endkontur und müssten anders als bei herkömmlichen Verfahren kaum mehr aufwendig nachgeschliffen werden. *Das ist bei Hartmetall ein großer Vorteil, so Scheithauer.*

Validierung und Kommerzialisierung

Das Projekt am IKTS hat gezeigt, dass die Technik auch in der Praxis funktioniert und skalierbar ist. Im nächsten Schritt folgt die Validierung für den Industrieinsatz. Neben der Hardware bietet das IKTS Industriekunden auch die Material- und Softwareentwicklung für die Prozessüberwachung und -automatisierung an. Der Kunde erhält so alles aus einer Hand und nach seinen Anforderungen maßgeschneidert.

➔ www.ikts.fraunhofer.de

Mehr Sicherheit, Effizienz und Sauberkeit beim automatisierten Entpulvern und Reinigen von AM-Kunststoffteilen

Ausstattungsdetails wie der schwenkbare Drehkorb für ergonomisches und verschmutzungsfreies Be- und Entladen, Schwenkdüsen, die eine Rekontamination verhindern oder die ATEX-konforme Ausrüstung der neuen Generation der S1 von AM Solutions – 3D post processing technology setzen neue Maßstäbe beim Entpulvern und Reinigen von additiv gefertigten Kunststoffkomponenten. Zudem gewährleisten die zuverlässige Strahlmittelaufbereitung oder der einfache Wechsel zwischen automatischem und manuellem Betrieb im industriellen Einsatz höchste Effizienz und Qualität.

Das Entfernen von Pulverresten ist ebenso wie die Oberflächenvorbereitung für die nachfolgenden Prozesse, wie beispielsweise Lackieren oder Beschichten, ein essentieller Schritt in der Fertigungskette pulverbettbasiert hergestellter Kunststoffteile. Mit der neuesten Generation der S1 hat AM Solutions – 3D post processing technology, der auf Nachbearbeitungslösungen für additiv gefertigte Komponenten spezialisierte Unternehmensbereich der Rösler-Gruppe, eine kosteneffiziente Plug-and-Play-Anlage für das automatisierte Entpulvern und Reinigen von kleinen und mittleren Bauteilserien entwickelt.

Darüber hinaus ermöglicht die neue Anlage, ohne sonst übliche, zeitaufwendige Umrüst- oder Umbauarbeiten von automatischen auf manuellen Betrieb umzustellen, beispielsweise für die Bearbeitung von größeren Einzelteilen. Dazu lässt sich, nach vorheriger Entriegelung per Knopfdruck, der Drehkorb ganz einfach in den hinteren Bereich der Strahlkammer bewegen, sodass die Eingriffe sowie die Arbeitsfläche für das manuelle Arbeiten freigegeben werden. Dieses durchdachte Konzept stellt sicher, dass der Mitarbeiter nicht in bewegliche Teile greifen kann, sodass keine zusätzliche Absicherung erforderlich ist.

Automatisiertes Entpulvern r

Der für die automatisierte Chargenbearbeitung integrierte Drehkorb ist für ein Chargenvolumen von bis zu 25 Liter und ein maximales Chargengewicht von 50 Kilogramm ausgelegt. Sein spezielles Design sorgt für eine optimale Verteilung und Umwälzung der Bauteile während des Strahlvorgangs. Dies gewährleistet, in Kombination mit den schwenkbaren Strahldüsen, eine effektive und gleichzeitig schonende Bearbeitung der Komponenten in kurzen Durchlaufzeiten. Der Strahlprozess kann je nach Aufgabenstellung mit Glasperlen oder einem abgestimm-

ten Strahlmittel aus Kunststoff erfolgen. Danach bewegen sich die Strahldüsen der S1 im Gegensatz zu herkömmlichen Anlagen nicht nach oben, sondern schwenken vollständig und automatisch aus dem Strahlbereich heraus. Dies verhindert, dass beim anschließenden Nachtrommeln Pulver von der Strahldüsenhalterung auf die gereinigten Teile fällt und eine Rekontamination verursacht.

Für das Be- und Entladen schwenkt der Korb zur großzügigen, frontseitigen Öffnung, verbleibt dabei aber komplett in der Anlage. Der Drehkorb kann dadurch ergonomisch befüllt beziehungsweise entleert werden, ohne dass die Umgebung um die Anlage mit Pulver verschmutzt wird.

In der SPS-Steuerung der Anlage können verschiedene Strahlprogramme mit teilespezifischen Parametern wie Strahldruck und Drehzahl des Korbs hinterlegt werden. Sie werden während des Prozesses automatisch überwacht und können gespeichert oder auch an ein übergeordnetes System übertragen werden. Bei Abweichungen vom Ist- zum Sollwert wird automatisch eine Warnung ausgegeben.



Die neue S1 für automatisiertes Entpulvern und Reinigen kleinerer bis mittlerer Serien von AM-Kunststoffteilen verfügt über Ausstattungen, die die Nachbearbeitung schnell, effizient, sicher und reproduzierbar machen

(Bild: Rösler Oberflächentechnik GmbH)

Gesundheits-, Arbeits- und Teileschutz

Zu den Besonderheiten zählt, dass sowohl die Anlage als auch der Drehkorb mit einer antistatischen PU-Beschichtung ausgestattet ist. Die abgestimmte Shore-Härte der für den Korb eingesetzten Beschichtung verhindert Abfärbungen auf die Teile. Da das Pulver während des Prozesses aufgewirbelt wird, kann eine explosive Atmosphäre entstehen. Dieses Problem wird von Anlagenherstellern häufig durch einen Hinweis, dass nur eine bestimmte Menge Pulver in die Maschine eingebracht werden darf, auf den Anlagenbetreiber übertragen. AM Solutions hat es dagegen so gelöst, dass alle relevanten Komponenten wie Motoren und Ventile ATEX-konform ausgeführt sind.

Durch die vergleichsweise geringe Geräuschemission von maximal 80 dB(A) – beim Strahlprozess mit 3 bar – sowie dem hermetischen Verschluss der Anlage während des Prozesses, können Mitarbeiter ohne Schutzbrille und Gehörschutz arbeiten.

Effektive Strahlmittelaufbereitung für gleichbleibend gute Ergebnisse

Neben Schaltschrank, Steuerung, Filtereinheit und einfach austauschbarem Behälter für Strahlmittel, verfügt das kompakte Post Processing-System auch über eine integrierte Strahlmittelaufbereitung. Sie ist mit einem Zyklon und einem Vibrationssieb ausgestattet, über das Staub und verschlissenes Strahlmittel aus dem Kreislauf ausgetragen werden. Eine gleichbleibend hohe Qualität des Strahlmittels und damit auch des Strahlergebnisses ist dadurch sichergestellt.

Zur weiteren Ausstattung der Anlage zählen zwei Sichtfenster (automatisches und manuelles Strahlen), bei denen ein *Luftvorhang* das Auftreffen von Strahlmittel auf die Scheiben verhindert. Durch ihre Flexibilität und durch ihr durchdachtes Konzept erfüllt die neue Anlage nicht nur höchste Anforderungen an Prozesssicherheit und Effizienz, sondern auch hinsichtlich Arbeits- und Gesundheitsschutz.



Für das Be- und Entladen schwenkt der Korb der Anlage zur frontseitigen Öffnung, verbleibt dabei aber komplett in der Anlage; der Korb kann so ergonomisch befüllt und entleert werden, ohne dass die Umgebung um die Anlage mit Pulver verschmutzt wird

(Bild: Rösler Oberflächentechnik GmbH)

Seit über 80 Jahren ist die Rösler Oberflächentechnik GmbH als inhabergeführtes Unternehmen im Bereich der Oberflächenbearbeitung tätig. Als einer der internationalen Marktführer bietet das Unternehmen ein umfassendes Portfolio an Anlagen, Verfahrensmitteln und Dienstleistungen rund um die Gleitschliff- und Strahltechnik für unterschiedlichste Branchen an. Auch die Auswahl aus etwa 15 000 Verfahrensmitteln, die speziell in den weltweiten Testzentren und Laboren entwickelt werden, folgt der spezifischen Kundenanforderung.

Unter der Marke AM Solutions bietet Rösler zudem vielfältige Lösungen und Dienstleistungen speziell für das Thema 3D-Druck/Additive Fertigung an. Als zentrales Trainingscenter vermittelt die Rösler Academy praxisorientierte Seminare zu den Themen Gleitschliff- und Strahltechnik, Lean Management und Additive Manufacturing. Zur Rösler-Gruppe gehören neben den deutschen Werken in Untermerzbach/Memmelsdorf und Bad Staffelstein/Hausen 15 Niederlassungen und etwa 150 Handelsvertretungen weltweit.

➤ www.solutions-for-am.com

➤ www.rosler.com



Lufttechnische Anlagen
Abluftreinigung
Ventilatoren



Wärmerückgewinnungssysteme
Prozesskühlung
Modernisierung bestehender Anlagen

Wir schließen Ihren Energiekreislauf

AIRTEC MUEKU GmbH
Im Ganzacker 1
56479 Elsoff / Germany
+49 (0) 2664 / 997386-0
info@airtec-mueku.de
www.airtec-mueku.de

Automobilproduktion:

Gewicht und Kosten sparen durch Funktionsintegration

Tools und Prozesse für funktionsintegrierte hybride Bauteile in der Fahrzeuggroßserie

Funktionsintegration ermöglicht im Automobilbau die Reduzierung von Gewicht, notwendigem Bauraum und Kosten durch entfallende Komponenten. Zudem kann der Montageaufwand – durch den Wegfall von Teilen oder die Verlagerung des Fügeprozesses in den Herstellungsprozess – reduziert werden. Die Integration etwa von elektrischen Leitungen ermöglicht aber zum Teil auch erst die integrale Zusammenfassung von Teilen, da Zugänglichkeiten für Montageschritte nicht mehr nötig sind. Im Verbundprojekt *TechnoHyb* des LeichtbauCampus Open Hybrid LabFactory forscht das Institut für Konstruktionstechnik der Technischen Universität Braunschweig im Forschungsschwerpunkt Mobilität an Prozess- und Werkzeugtechnologien für funktionsintegrierte hybride Bauweisen. Ziel ist die Entwicklung der Technologie, sodass sie sich für den Einsatz in der Fahrzeuggroßserienproduktion einsetzen lässt. Das übergeordnete Ziel von *TechnoHyb* ist die Entwicklung von wirtschaftlichen funktionsintegrierten Karoseriesystemen in Hybridbauweise. In diesem Zuge sollen Werkzeug- und Prozesstechnologien entstehen, die eine Umsetzung in der Großserienfertigung sicherstellen. Hierfür werden Ansätze zur Funktionsintegration mit Blick auf ihre Fertigbarkeit und ihre Auswirkungen auf das Werkzeug analysiert und ausgewählt. Die Umsetzbarkeit wird stufenweise von einer Probekörper- über eine Funktionsmuster- (Ausschnitte des finalen Bauteils) bis hin zur Demonstrator-Ebene (gesamtes Bauteil) untersucht. Konkret geht es im Projekt um die Produktion von Fahrzeugheckklappen. Die so gewonnenen Erkenntnisse sind jedoch auch auf andere Anwendungsfälle übertragbar.

TU Braunschweig: Anforderungen an neue Bauweise und Entwicklung eines Greifersystems

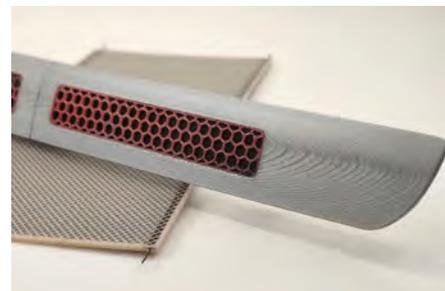
Im Rahmen von *TechnoHyb* leitet das Institut für Konstruktionstechnik (IK) der TU Braunschweig die Analyse der Anforderungen an die funktionsintegrierte Heckklappe. Das IK zeigt Ansätze zur Funktionsintegration sowie zur Erarbeitung von Werkzeugen und Methoden für die Entwicklung funktionsintegrier-

ter Bauteile auf. Außerdem sind die Braunschweiger Forscherinnen und Forscher an der Konzeptentwicklung für unterschiedliche Integrationsstufen beteiligt. Im Bereich Fertigung wird das IK in Zusammenarbeit mit den Projektpartnern ein Greifersystem entwickeln und aufbauen, das das Handling der für die Funktionsintegration benötigten Halbzeuge im Fertigungsprozess übernimmt.

Funktionsintegration, Hybridbauweise und Großserientauglichkeit

Funktionsintegration beschreibt zahlreiche konstruktive Vorgänge. So werden entweder mehr Funktionen unter gleichbleibender oder geringerer Bauteilanzahl oder gleiche Funktionsanzahl bei weniger Bauteilen erzielt. Zum Beispiel können mehrere Bauteile zu einem Bauteil zusammengefasst oder funktionale Komponenten wie Sensoren und Leitungen in Materialien eingebettet werden. Hier kommt die Hybridbauweise ins Spiel, bei der Materialien mit unterschiedlichen Eigenschaften kombiniert werden. Dieses Vorgehen bietet viele Möglichkeiten, nicht-strukturelle Funktionen in Strukturbauteile zu integrieren. Strukturbauteile im Automobilbau sind Bauteile, die maßgeblich mechanische Aufgaben erfüllen. Dies betrifft hauptsächlich die Karosserie samt Tragstrukturen der Türen und Klappen. Nicht-strukturelle Funktionen sind dabei Funktionen, die keine aussteifende beziehungsweise mechanische Bedeutung haben. Dazu gehören zum Beispiel Stromkabel und Medienleitungen für gasförmige und flüssige Stoffe, Sensorik, Bedienelemente sowie Heizstrukturen.

Die Funktionsintegration kann also einen großen Beitrag zur breiten Anwendung der Hybridbauweise leisten. Allerdings sind bis dahin noch einige Herausforderungen zu bewältigen. Beispielsweise müssen Funktionalität, Reparatur- und Recyclingfähigkeit weiterhin vollständig sichergestellt sein. Zudem müssen die Bauteile in Serienprozessen umsetzbar sein, um einen breiten Einsatz erreichen zu können. Dazu muss analysiert werden, wie sich Funktionsintegration und die Fertigungsprozesse sowie Werkzeuge gegenseitig beeinflussen.



Funktionsmuster einer additiv gefertigten Infrarot-Heizstruktur sowie deren Weiterentwicklung als funktionsintegrierte Fahrzeugzierleiste (Bild: Tim Fröhlich/TU Braunschweig)

Die Eignung für die Großserie wird dadurch sichergestellt, dass großserientaugliche Herstellungsverfahren angewendet werden. Eine Schwierigkeit besteht dabei zum Beispiel darin, dass die Komponenten auftretende Prozessdrücke oder Prozesstemperaturen aushalten müssen. Hinreichende Oberflächenqualitäten der Außenhaut sind zu gewährleisten. Hier darf es beispielsweise nicht zu Abzeichnungen integrierter Komponenten durch unterschiedliche Wärmeausdehnungskoeffizienten kommen.

Über TechnoHyb

Das Projekt *TechnoHyb* ist am 15. November 2020 gestartet und endet am 31. Dezember 2024. Das Gesamtprojektvolumen liegt bei rund 6,2 Millionen Euro, wobei die Förderung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung 3,3 Millionen Euro beträgt. Die TU Braunschweig erhält davon 856 000 Euro. Partner sind neben der Technischen Universität Braunschweig die C-CON GmbH, das Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik der Fraunhofer Gesellschaft, die Invent GmbH, die Porsche AG und die Volkswagen AG.

Kontakt:

Prof. Dr.-Ing. Thomas Vietor (Projektleitung), TU Braunschweig, Institut für Konstruktionstechnik
E-Mail: t.vietor@tu-braunschweig.de

➤ www.tu-braunschweig.de

➤ www.open-hybrid-labfactory.de

Adaptive Prozessplanung von Fünf-Achs-Fräsprozessen mit Hilfe maschineller Lernmethoden

Formabweichungen beim Fünf-Achs-Fräsen bereits vor der Fertigung vorhersagen, um ihnen entgegenwirken zu können – das ist das Ziel des DFG-geförderten Projekts HEPHAESTUS. Beim Drei-Achs-Prozess konnte die Projektmitarbeitenden vom Institut für Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen (IFW) der Leibniz Universität Hannover Formfehler mit einer Kompensationsmethodik erheblich reduzieren. Für das Fünf-Achs-Fräsen sind Kompensationsmethoden bislang kaum erforscht. Zusammen mit Mitarbeitenden des L3S der Leibniz Universität will Projektmitarbeiterin Julia Huuk ein Framework zur Reduzierung der Formabweichung erstellen. Für die Prozesssimulation setzen die Projektmitarbeitenden maschinelle Lernmethoden ein.

Mit dem Trend zu steigender Bauteilkomplexität bei gleichzeitig kleineren Losgrößen steigen die Anforderungen, die an die Prozessplanung spanender Fertigungsprozesse gestellt werden. Gerade für Fünf-Achs-Fräsprozesse werden verstärkt Prozesssimulationen eingesetzt. Ein entscheidendes Qualitätsmerkmal bei so hergestellten Bauteilen ist die geometrische Genauigkeit, die normalerweise in direktem Zusammenhang mit der Bauteilfunktionalität steht. Besonders der Schlichtoperation kommt hierbei eine besondere Bedeutung zu. Sie stellt den finalen Schritt in der Bearbeitung dar und beeinflusst somit die Bauteilqualität maßgeblich. Obgleich dem Prozessplaner Simulationssoftware zur Verfügung steht, müssen während der Inbetriebnahme eines neuen Fräsprozesses oft noch manuelle Anpassungen vorgenommen werden. Diese Anpassungen basieren dabei auf Expertenwissen, um maschinenspezifische Abweichungen, variierende Werkzeugsteifigkeiten oder die Maschinendynamik zu kompensieren. Im ihrem Forschungsprojekt HEPHAESTUS forschen die Mitarbeitenden an einer lernenden Methode für die Fünf-Achs-Kompensation von

Formfehlern. Hierzu sollen ausgefeilte Machine-Learning-Strategien zur Anwendung kommen. Eine der größten Herausforderungen hierbei ist nach den Worten von Julia Huuk die Übertragbarkeit von gebildeten Modellen auf weitere Prozesse. *Wir untersuchen, inwiefern das Modell eines Prozesses auf Prozesse mit anderen Werkstückgeometrien, Werkzeugen und Werkzeugmaschinen übertragen werden kann.*

Für die Modellierung der Zusammenhänge zwischen der Formabweichung am Werkstück und den prozessabhängigen Größen werten die Projektmitarbeitenden drei verschiedene Datenströme aus: die Prozess-, Simulations- und Qualitätsdaten. Die Pro-

zessdaten werden hierfür direkt aus der Maschinensteuerung entnommen und beibehalten beispielsweise Achspositionen und Spindelströme. Diese Daten reichern die Projektmitarbeitenden mit zusätzlichen Simulationsdaten, wie zum Beispiel dem Zeitspanvolumen oder der Eingriffstiefe, an. Über Messungen der Formabweichung in der Werkzeugmaschine wird dann die Bauteilqualität evaluiert.

Übergeordnetes Ziel ist es, die so gewonnenen Daten zu nutzen, um die Formabweichung bereits vor der Fertigung vorhersagen und ihr somit entgegenwirken zu können. In vergangenen Projekten hat das IFW bereits an einer Drei-Achs-Kompensationsmethodik geforscht, die den Formfehler durch eine zusätzliche Zustellung in Richtung der Flächennormalen deutlich reduziert. Für die Reduktion des Formfehlers beim Fünf-Achs-Fräprozess beziehen die Projektmitarbeitenden das Anstellen des Werkzeugs in ihre Kompensationsmethodik mit ein. *Durch den Einsatz der neuen Methode besteht das Potenzial, den Formfehler erneut deutlich zu reduzieren,* sagt Huuk.

J. Huuk



Fünf-Achs Bearbeitungszentrum HSC30 mit Kopplung an Prozesssimulation (© IFW)

➔ www.ifw.uni-hannover.de

Customized Solutions

Oberflächenveredelung – Perfektion für Ihren Erfolg!

B + T
Unternehmensgruppe

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

Gern auch für Sie.

B+T Unternehmensgruppe

Werkzeugstandzeit und Prozesssicherheit erhöht

Im Rahmen der kontinuierlichen Prozessoptimierung ersetzte die voestalpine Rotec GmbH als weltweit agierender Hersteller von Präzisionsstahlrohrprodukten die manuelle Bearbeitung der Kanten von Stanzwerkzeugen durch einen automatisierten Gleitschliffprozess mit dem Schleppfinisher R 4/700 SF von Rösler. Durch die exakte Einzelteilbearbeitung, die trocken erfolgt, wird eine mindestens doppelte und bei verschiedenen Werkzeugen sogar bis zu zehnfache Standzeit erreicht. Der Return on Investment liegt daher deutlich unter zwei Jahren.

Die voestalpine Rotec ist eine international agierende Unternehmensgruppe mit elf Produktionsstandorten in Europa, Nordamerika und Asien, die sich auf die Herstellung, Weiterverarbeitung und den Vertrieb von Präzisionsstahlrohrprodukten spezialisiert hat. Durch die Einbettung in den weltweit tätigen Stahl- und Technologiekonzern voestalpine steht Kunden das komplette Know-how vom Flüssigstahl bis zur fertigen Rohrkomponente zur Verfügung. Die Entwicklung von innovativen Produkten und Fertigungstechnologien erfolgt in vier Divisionen, wobei die voestalpine Rotec-Gruppe, mit Hauptsitz im steirischen Krieglach, zur Metal Forming Division gehört. Hier werden neben Präzisionsstahlrohren überwiegend sicherheitsrelevante Komponenten wie Gurtstrafferrohre für die Automobilindustrie gefertigt. Die hochkomplexen Anlagen für die Herstellung der Rohrteile werden hier ebenfalls konstruiert und gebaut. Dabei werden nach Aussage von Hannes Winkler, Assistent der Werksleitung bei voestalpine Rotec und zuständig für die Prozessoptimierung, kontinuierliche Prozessoptimierungen genutzt, um auch in Österreich zu international wettbewerbsfähigen Kosten produzieren zu können.



Der kompakte und universell einsetzbare Schleppfinisher R 4/700 SF verfügt über ein Karussell mit vier Arbeitsspindeln für jeweils drei Werkstücke. Separate Antriebe von Arbeitsbehälter und Spindeln ermöglichen, dass deren Bewegungen individuell und unabhängig voneinander einstellbar sind. Für eine ergonomische, einfache und schnelle Bestückung der Arbeitsspindeln kann der Schleppfinisher per Knopfdruck zur Beladeposition gefahren werden

(Bild: Rösler Oberflächentechnik GmbH)

Kostensenkung durch Erhöhung der Werkzeugstandzeit

Noch bevor sich an Stanzwerkzeugen wie Dornen und Matrizen Verschleiß einstellte, mussten diese aufgrund von Kantenbrüchen ersetzt werden. Die Kanten wurden zwar immer wieder manuell nachbearbeitet, was aber nicht zum gewünschten Erfolg führte. Bei rund 50 Millionen gefertigter Teile pro Jahr war die Werkzeugbeschaffung daher ein erheblicher Kostenfaktor. Der Prozessoptimierer suchte deshalb einen reproduzierbaren, automatisierten Prozess für die Ver rundung der Kanten, durch die eine längere Standzeit der Werkzeuge erreicht wird.

Schleppfinishen in kosteneffizienter Trockenbearbeitung

Der Wunsch nach einer Trockenbearbeitung ist eine Aufgabenstellung, bei der das Schleppfinishen Stärken ausspielen kann. Dieses spezielle Verfahren der Gleitschlifftechnik ermöglicht es, komplex geformte, hochwertige Werkstücke präzise und gezielt zu bearbeiten. Exakt wiederholbare Prozessparameter gewährleisten dabei reproduzierbare Ergebnisse. *Da ich aus einer früheren Tätigkeit bei einem Motorsport-Zulieferer wusste, dass die Rösler Oberflächentechnik solche Anlagen anbietet, wandte ich mich zuerst an dieses Unternehmen. Selbstverständ-*

lich haben wir auch mit anderen Herstellern von Gleitschlifftechnik gesprochen und Tests durchgeführt, erklärt Hannes Winkler. Ausschlaggebend bei der Entscheidung für den Schleppfinisher R 4/700 SF war, dass Rösler die Bearbeitung der Werkzeuge in einem trockenen Prozess anbieten konnte. Diese Lösung macht nach Aussage von Hannes Winkler die bei einer Nassbearbeitung erforderlichen Komponenten für die Aufbereitung des Prozesswassers überflüssig. Sie ist seiner Überzeugung zufolge daher sowohl im Invest als auch bei den laufenden Betriebskosten günstiger. Die Qualität und Lebensdauer der Anlagen sowie ihre hohe Verfügbarkeit haben ebenfalls eine Rolle gespielt.

Automatisierte, an Werkzeuge anpassbare Bearbeitung

Der kompakte, nach dem Plug-and-Play-Konzept gestaltete Schleppfinisher verfügt über ein Karussell für vier Arbeitsspindeln mit jeweils drei Teileaufnahmen. Das Karussell und die Arbeitsspindeln sind mit separaten Antriebsmotoren ausgestattet, sodass deren Bewegungen individuell und unabhängig voneinander einstellbar sind. Unter dem schnell mit einem Flurfördergerät wechselbaren Arbeitsbehälter befindet sich ein Vibrationsmotor, der für eine optimale Durchmischung des Bearbeitungsmediums – hier Walnusschalengranulat und Korund – sorgt. Für den Prozess werden die zu bearbeitenden Werkzeuge manuell in teilespezifische Werkstückhalterungen gespannt und an die Aufnahmen der Arbeitsspindeln angekoppelt. Der Mitarbeiter fährt die Spindeln dafür per Knopfdruck direkt zur Be- und Entladeposition, sodass die Bestückung ergonomisch, einfach und schnell durchgeführt werden kann. Nach dem Start des entsprechenden Bearbeitungsprogramms, das in der frei programmierbaren Anlagensteuerung hinterlegt ist, fahren die Spindeln rotierend in das Bearbeitungsmedium. Karussell und Spindel bewegen sich jeweils in der definierten Drehzahl gegenläufig. Nach etwa der Hälfte der Bearbeitungszeit – sie liegt je nach Werkzeug

zwischen 15 und 45 Minuten – erfolgt üblicherweise eine Drehrichtungsumkehr. Dies gewährleistet, dass die Kanten der Werkzeuge von allen Seiten gleichmäßig bearbeitet werden.

Steigendes Bearbeitungsspektrum verkürzt Amortisationszeit

Anfänglich war der Einsatz der Anlage für etwa fünf Highrunner-Werkzeuge vorgesehen. Durch die sehr guten Ergebnisse der maschinellen Bearbeitung hat sich nach Aussage von Hannes Winkler die Standzeit dieser Komponenten mindestens verdoppelt und bei einigen Werkzeugen sogar verzehnfacht. Inzwischen wird seit mehreren Monaten mit der Anlage gearbeitet und das zu bearbeitende Werkzeugspektrum wurde auf rund 20 Teile erhöht. Die Amortisationszeit liege daher mittlerweile bei deutlich unter zwei Jahren und verkürze sich mit jedem Teil, das hinzukommt, so Winkler. Dies hat

auch dazu geführt, dass Rösler in der Unternehmensgruppe als Anlagenlieferant für diese Anwendung gelistet ist.

Neben der Bearbeitung von weiteren Werkzeugen hat der Prozessoptimierer auch eine Polieranwendung im Blick. Sollten die Ergebnisse der weiteren Versuche positiv sein, wird bei voestalpine Rotec ein zweiter Arbeitsbehälter für das dafür erforderliche Bearbeitungsmedium beschafft. *Das ist auch ein Vorteil dieser Anlage, dass der Behälter einfach ausgetauscht werden kann und wir so unkompliziert von einer zur anderen Anwendung wechseln können*, so Winkler.

Über Rösler Oberflächentechnik

Seit über 80 Jahren ist die Rösler Oberflächentechnik GmbH als inhabergeführtes Unternehmen im Bereich der Oberflächenbearbeitung tätig. Als einer der internationalen Marktführer wird ein umfassendes Portfolio an Anlagen, Verfahrensmitteln und Dienst-

leistungen rund um die Gleitschliff- und Strahltechnik für unterschiedlichste Branchen geboten. Auch die Auswahl aus etwa 15 000 Verfahrensmitteln, die speziell in den weltweiten Testzentren und Laboren entwickelt werden, folgt der spezifischen Kundenanforderung.

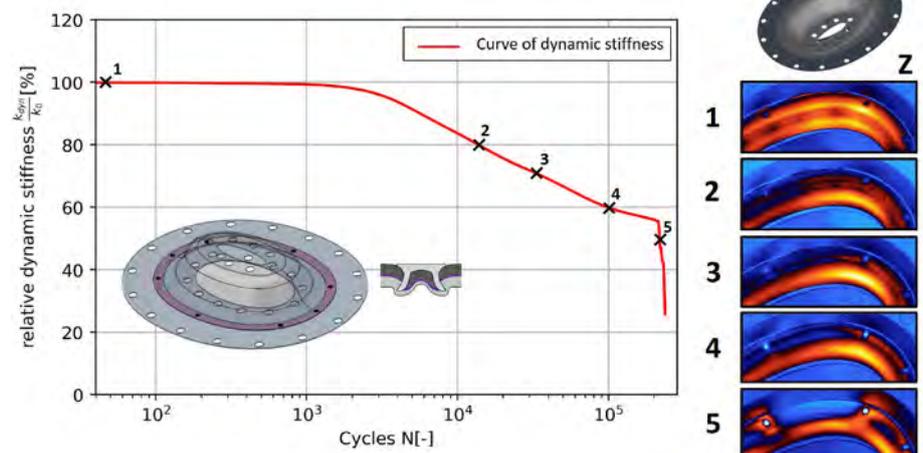
Unter der Marke AM Solutions bietet die Rösler-Gruppe zudem vielfältige Lösungen und Dienstleistungen speziell für das Thema 3D-Druck/Additive Fertigung an. Darüber hinaus vermittelt die Rösler Academy als zentrales Trainingscenter praxisorientierte Seminare zu den Themen Gleitschliff- und Strahltechnik, Lean Management und Additive Manufacturing. Zur Rösler-Gruppe gehören neben den deutschen Werken in Untermerzbach/Memmelsdorf und Bad Staffelstein/Hausen 15 Niederlassungen und circa 150 Handelsvertretungen weltweit.

➤ www.rosler.com

Schwingfestigkeit hybrid gefügter Materialverbindungen: Fraunhofer LBF ermittelt hohes Potenzial für Leichtbau

Zunehmend schärfere gesetzliche Emissionsgrenzwerte drängen die Automobilindustrie zu innovativen Leichtbaulösungen. In diesem Kontext gewinnt die Schwingfestigkeit von gefügten Feinblechverbindungen, insbesondere an Multi-Materialverbindungen, an Bedeutung. Im Rahmen des von der EU geförderten Forschungsprojekts **ALLIANCE** hat der Automobilhersteller Opel Automobile GmbH zusammen mit dem Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF und dem Fachgebiet SAM der Technische Universität Darmstadt innovative numerische Methoden auf Basis von Schwingfestigkeitsversuchen von Scherzug- und Schälzugproben zur Lebensdauerabschätzung für Multi-Material-Fügetechniken entwickelt. Die Validierung der Methode erfolgte durch die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Fraunhofer LBF mit Schwingfestigkeitsversuchen an bauteilähnlichen Tellerproben mit der Materialpaarung Stahl-Aluminium.

Der Einsatz von bauteilähnlichen Tellerproben liefert praxisnahe Erkenntnisse über die Schwingfestigkeitseigenschaften von Strukturbauteilen, die sich in dieser Art nicht an den üblichen einfach überlappenden Standardproben ermitteln lassen. Die Schwingfestigkeitsversuche dienen als Grundlage zur Validierung von numerischen Methoden zur Lebensdauerabschätzung und ermöglichen Einblicke in real auftretende Schädigungsmechanismen. Erste Einblicke in die komplexe Welt der Schwingfestigkeit von hybrid gefügten Strukturbauteilen bieten nun die Versuchsergebnisse aus dem Fraunhofer LBF. Das Potenzial dieses Fügeverfahrens, insbesondere für zukünftige Leichtbau-



Beispielhafte Darstellung eines Steifigkeitsverlaufs in Korrelation mit thermoelastischer Spannungsanalyse
(Quelle, Graphiken: Fraunhofer LBF)

WERKSTOFFE

konzepte der Automobilindustrie, ist nach den Worten von Dr. Jörg Baumgartner, der das Forschungsprojekt am Fraunhofer LBF betreut, viel versprechend. Um es voll ausschöpfen zu können und für eine industrielle Anwendung zu nutzen, sei es jedoch zwingend erforderlich, Fertigungsprozesse weiter zu optimieren.

Schwingfestigkeitseigenschaften möglichst praxisnah untersucht

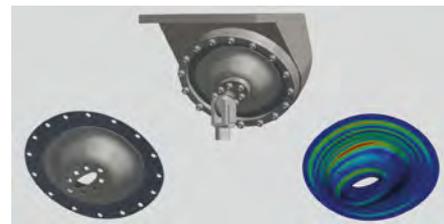
Bei der Tellerprobe wird ein tiefgezogener Napf im Bereich des umgeformten Flansches mit einer fest eingespannten ebenen Grundplatte verbunden. Der große Vorteil: Sowohl Kräfte als auch Momente lassen sich im Versuchsaufbau in beliebiger Richtung in den Napf einleiten und so ein definierter Beanspruchungszustand als Kombination aus Scherzug und Schälzug einstellen. Somit ermöglicht diese Probenform, die Schwingfestigkeitseigenschaften von strukturellen Bauteilen möglichst praxisnah und dennoch im Labormaßstab untersuchen zu können.

Um das Leichtbaupotenzial von Strukturbauteilen in Multi-Materialbauweise zu ermitteln, führten die Darmstädter Forschenden Schwingfestigkeitsversuche an geklebten, genieteten und hybrid gefügten Tellerproben durch. Dabei zeigten die geklebten Tellerproben deutlich höhere zyklische Beanspruchbarkeiten gegenüber den genieteten Tellerproben.

Ähnliches war bei den Versuchsergebnissen der Scherzugproben zu sehen. Die hybriden Tellerproben zeigen jedoch, anders als bei den Scherzugproben, geringere zyklische Beanspruchbarkeiten gegenüber den geklebten Tellerproben. *Einen der möglichen Gründe für dieses Verhalten vermuten wir in dem noch nicht optimierten hybriden Fertigungsprozess, wodurch eine unsachgemäße Verklebung beider Fügepartner resultiert*, sagt Baumgartner. Dies lässt sich ihm zufolge ebenfalls im Vergleich zwischen den untersuchten unterschiedlichen Chargen der hybriden Tellerproben erkennen.

Als hilfreicher Ansatz zeigte sich eine zusätzliche Fixierung der Bleche beim Setzen der Niete. Hierdurch konnte das Aufklaffen der beiden Bleche während des Fügeprozesses reduziert und somit eine Erhöhung der Fügequalität und Steigerung der Schwingfestigkeit erzielt werden.

Die viel versprechenden Ergebnisse des ALLIANCE-Projekts betont auch Dr.-Ing. Boris Künkler, Manager CAE Methods, Expertise and Support (CMES) Opel/Vauxhall, Opel Automobile GmbH, Rüsselsheim: *Eines der Ziele im Projekt ALLIANCE war die Entwicklung einer anwendungsorientierten Simulationsmethode zur zuverlässigen Betriebsfestigkeitsbewertung geklebter und stanzgenieteter Blechverbindungen*. Dabei seien die Testergebnisse der am Fraunhofer LBF entwickelten und geprüften Tellerproben zur Va-



Bauteilähnliche Napfprobe CAD- und CAE-Modell
(Quelle: Fraunhofer LBF)

lidierung der Methode bei kombinierten Belastungszuständen extrem hilfreich gewesen.

Förderer und Partner

Zum Konsortium ALLIANCE (Affordable Lightweight Automobiles Alliance) haben sich die Automobilhersteller Daimler, Volkswagen, Fiat-Chrysler Forschungszentrum, Volvo, Opel und Toyota, die vier Zulieferer Thyssenkrupp, Novelis, Batz und Benteler sowie die Wissenschaftspartner Swerea, Inspire, Fraunhofer LBF, RWTH-IKA, KIT-IPEK, Universität Florenz, Bax & Company und Ricardo zusammengeschlossen. Die Initiative ALLIANCE wird von EUCAR und EARPA unterstützt. Sie wird gefördert durch European Union Horizon 2020.

Kontakt:

Dr.-Ing. Jörg Baumgartner,
E-Mail: joerg.baumgartner@lbf.fraunhofer.de
➔ www.lbf.fraunhofer.de

Stifterverbandspreis für Multistrahl-Laserverfahren

Der Ultrakurzpulslaser als Werkzeug für die Präzisionsfertigung findet eine immer breitere Akzeptanz unter den industriellen Anwendern. Insbesondere wird diese Entwicklung bedingt durch systemtechnische Neu- oder Weiterentwicklungen, welche eine signifikante Steigerung der Produktivität zulassen. Eine deutliche Produktivitätssteigerung war auch das Ziel eines Teams aus Industrie und Forschung, das auf der Jahrestagung der Fraunhofer-Gesellschaft am 9. Oktober 2020 den Wissenschaftspreis des Stifterverbands für Verbundforschung erhielt. Das Team hat eine Technologie entwickelt, bei der ein Laserstrahl in bis zu 16 Teilstrahlen aufgeteilt wird. Das sind 16 Werkzeuge, die parallel und individuell gesteuert für die Herstellung funktionaler Oberflächen eingesetzt werden können.

Vorangetrieben wird die Lasermaterialbearbeitung heute auch durch umwelttechnische Aspekte. So werden feine Oberflächenstrukturen häufig mittels Prägwerkzeugen abgeformt. Die Fertigung von Prägeplatten zum Beispiel erfolgt traditionell durch nasschemische Ätzprozesse. Die Frage, wie sich diese Verfahren durch einen laserbasierten Direktabtrag umweltfreundlich verändern lassen, beschäftigt die Experten schon seit langem.

Die nötige Präzision in der Bearbeitung von wenigen Mikrometern ist heute mit dem Laser problemlos umsetzbar. Im Unterschied zum Ätzprozess arbeitet der Laser die Strukturen jedoch sequentiell ab; ein einzelner Laser ist bei großen Flächen zu langsam. Mehrere Lasersysteme parallel einzusetzen wäre machbar, aber noch zu teuer.

Mit Blick auf dieses ungelöste Problem *feine Strukturen mit hoher Produktivität zu fertigen*

haben sich vor einigen Jahren die Maschinenbauer Dr. Stephan Brüning von der Schepers GmbH & Co. KG und Dr. Gerald Jenke von der Matthews International GmbH mit den Laserforschern vom Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT zusammengesetzt. Im Verbund mit Dr. Keming Du von EdgeWave GmbH Innovative Laser Solutions und Dr. Manfred Jarczyński von der LIMO GmbH beantragten sie Fördermittel beim Bun-



Dr. Arnold Gillner nahm stellvertretend für die Partner im Verbundprojekt *Multisurf* den Wissenschaftspreis des Stifterverbands für Verbundforschung entgegen
(© Fraunhofer/Banczerowski)

des Ministeriums für Bildung und Forschung BMBF im Rahmen der Förderinitiative *Die Basis der Photonik: funktionale Oberflächen und Schichten*.

Nachhaltige Entwicklung geht entlang der ganzen Wertschöpfungskette

Dr. Arnold Gillner, der mit Martin Reininghaus und Dr. Johannes Finger vom Fraunhofer ILT an dem Verbundprojekt *MultiSurf* arbeitete, fasst den Lösungsansatz so zusammen: *Wer derart komplexe Technologien erfolgreich entwickeln will, der schaut sich am besten die ganze Wertschöpfungskette an.* Da seien ganz unterschiedliche Kompetenzen gefragt, das bedeute intensives Teamwork. Dementsprechend wurde die Lösung für eine effiziente Oberflächenstrukturierung mit dem Laser im Team über Firmen-, Fach- und Institutsgrenzen hinweg entwickelt. Das technische Herzstück ist dabei ein neuer Ultrakurz-pulslaser mit 500 W Durchschnittsleistung. Dessen Licht wird in einer Spezialoptik auf bis zu 16 Teilstrahlen verteilt. Inzwischen wurde



Großformatige (1 m x 1,5 m) Prägeplatte, die mit dem neuen Multistrahlschneidsystem erzeugt wurde
(© Fraunhofer ILT, Aachen)

die Technik sogar auf 64 Strahlen erweitert. Sie werden mit speziellen Kristallen einzeln gesteuert. Die Strahlmatrix wird über die zu strukturierenden Oberflächen geführt, wobei alle Strahlen einzeln nach Bedarf schnell an- und abgeschaltet werden. Die genauen Parameter für einen optimalen Materialabtrag wurden simuliert und mit Prozesswissen abgeglichen, dass sich die Experten am Fraunhofer ILT über Jahre erarbeitet haben.

Nach oben keine Grenze gesetzt

Die einzelnen Komponenten sind in ein neues Maschinensystem auf der Basis der Schemper-Maschine *Digilas* integriert. Diese Maschine übertrifft mit ihrer Kombination von Bearbeitungsqualität und -geschwindigkeit alle gängigen Systeme zur Walzenstrukturierung. Es ist vermutlich die erste Maschine der Welt, die so eine komplexe ultrakurz-gepulste Lasermikrostrukturierung von Metallen mit Abtragraten von bis zu 100 mm³/min ermöglicht.

Die Anwendungsfelder der Technologie reichen natürlich noch viel weiter: Werkzeuge für andere Roll-to-Roll-Prozesse stehen zur Debatte, ebenso wie spezielle Arbeitsschritte in der Batterie und Wasserstofftechnik.

Am Fraunhofer ILT wurden auch schon Systeme mit wesentlich mehr parallelen Strahlen entwickelt, die dann allerdings nicht einzeln steuerbar sind. Das alles ist Teil einer neuen Technologiegeneration zur Herstellung von funktionalen Flächen. Mit einer weiteren Leistungsskalierung lassen sich in Zukunft auch noch größere Flächen bearbeiten. So ließe sich zum Beispiel der Windwiderstand von Windrädern oder Flugzeugtragflächen mit einer geeigneten Oberflächenbearbeitung reduzieren.

Die Preisverleihung fand am Abend des 9. Oktober 2020 in Berlin statt. Dr. Arnold Gillner vom Fraunhofer-Institut für Lasertechnik nahm stellvertretend für die Partner im Verbund den Preis entgegen. Die anderen Partner haben im Rahmen der hybriden Veranstaltung über das Internet an der Verleihung des mit 50 000 Euro dotierten Preises teilgenommen.

Kontakt:

Dr.-Ing. Arnold Gillner, Kompetenzfeld Abtragen und Fügen, Fraunhofer ILT
E-Mail: arnold.gillner@ilt.fraunhofer.de

➔ www.ilt.fraunhofer.de

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!

Oxid-Tuning durch Ionentransfer

Jülicher Forschende entdecken neue Formel zur Veränderung elektronischer und magnetischer Eigenschaften von Oxid-Grenzflächen. Sie veröffentlichten ihre Ergebnisse in der Fachzeitschrift *Advanced Materials*.

Die meisten Materialien sind entweder magnetisch, oder sie sind es nicht. Wissenschaftler des Forschungszentrums Jülich haben nun einen neuen Mechanismus entschlüsselt, der es ermöglicht, die elektronischen und magnetischen Eigenschaften eines Materials gezielt und umkehrbar zu verändern. Der Effekt beruht auf dem Transfer von Ionen an der Grenzfläche zweier Oxide – die Forschenden konnten die Existenz dieses Prozesses erstmalig experimentell nachweisen. Beide Oxide allein zeigen typischerweise weder Magnetismus noch eine signifikante elektrische Leitfähigkeit. Erst in Kombination treten beide Eigenschaften an ihrer Grenzfläche auf. Die genauen Ursachen für deren Stärke sind noch unklar. Den Forschenden gelang es aber, die magnetische Ordnung an der Grenzfläche durch die Verschiebung von Ionen zu verändern. Das Material wird dadurch magnetischer. Über die Elektronenverteilung konnten sie zudem auch die elektrischen Eigenschaften kontrollieren.

Derartig flexible Materialsysteme sind für verschiedene neuartige IT-Konzepte wie das neuromorphe Computing oder spintronische Ansätze relevant. Eine mögliche Anwendung wäre etwa ein *multifunktionaler* Transistor, der nicht nur elektrischen Strom sondern möglicherweise auch *Spin-Ströme* steuern kann (Spintronics). Ein solches Bauteil könnte dann sowohl durch das Anlegen einer Spannung als auch eines Magnetfeldes gesteuert werden.

Das untersuchte *elektronische* Grenzflächensystem aus den Oxiden LaAlO_3 und SrTiO_3 wurde bereits 2004 entdeckt und hat weltweites Interesse hervorgerufen. Beide Materialien tauschen an der Kontaktfläche sowohl Elektronen als auch atomare Bestandteile in Form geladener Ionen aus, wie die Jülicher Forschenden nun erstmalig zeigen konnten. An der Grenzfläche bilden sich dadurch neue elektronische Eigenschaften aus. Ein ähnliches Phänomen ist klassischerweise auch von Halbleitern bekannt. Der rein elektronische Effekt ist dort aber ausschließlich auf den Austausch von Elektronen beschränkt. Die Forschenden des Jülicher Peter Grünberg Instituts (PGI-7/PGI-6) konnten erst-

mals experimentell nachweisen, dass neben dem Austausch von Elektronen auch der *ionische* Ladungstransfer für die Veränderung der elektronischen Eigenschaften des $\text{LaAlO}_3/\text{SrTiO}_3$ -Systems verantwortlich ist. Das Konzept macht es möglich, die Leitfähigkeit der Grenzfläche einzustellen und gleichzeitig magnetische Eigenschaften zu generieren.

Über verschiedene *Mischungen* von elektronischem und ionischem Ladungstransfer konnten sie verschiedene Grenzflächen herstellen, die sich hinsichtlich ihrer elektronischen und atomaren Struktur unterscheiden. Die Forschenden konnten beispielsweise Grenzflächen erzeugen, die eine hohe Leitfähigkeit und schwachen Magnetismus aufweisen oder aber eine niedrigere Leitfähigkeit und stärkeren Magnetismus.

Der experimentelle Nachweis gelang mittels Röntgen-Photoelektronenspektroskopie unter atmosphärischen Bedingungen (near-ambient pressure X-ray photoelectron spectroscopy, NAP-XPS). Die Methode ist noch recht neu und erlaubt, wie jetzt nachgewiesen wurde, direkten Zugriff auf die ionischen Prozesse an atomar definierten Grenzflächen. Im Experiment kann so die Bewegung von Kationen über die Grenzfläche hinweg untersucht und dynamisch über Temperatur und Sauerstoffatmosphäre gesteuert werden. Aus diesen Daten können gezielt

Rückschlüsse über den Zusammenhang von ionischer Struktur und den resultierenden elektrischen und magnetischen Eigenschaften gezogen werden.

Prozess-Steuerung durch Sauerstoff-Kontakt

Die Kontrolle des Ionentransfers erfolgt über den Kontakt mit Sauerstoff. Dieser führt dazu, dass sich Strontiumionen aus der Grenzfläche hinausbewegen. Jedes fehlende Strontiumion bindet zwei Elektronen, die dann nicht mehr zur elektrischen Leitfähigkeit beitragen können, so dass die elektrische Leitfähigkeit sinkt. Gleichzeitig entstehen bei diesem Prozess Kristalldefekte, die die magnetische Ordnung der übrigen Elektronen beeinflussen. Somit wird das System magnetischer, während es an Leitfähigkeit verliert. Dass sich diese Kationen derart frei bewegen können, wurde vorher schon von Forschern postuliert, mehrheitlich allerdings für praktisch nicht möglich gehalten. Der experimentelle Nachweis dieses Prozesses in der vorliegenden Studie setzt daher einen Meilenstein im Verständnis ionischer Prozesse an Oxid-Grenzflächen.

Das Forschungsprojekt wurde unter Federführung des PGI-7 und PGI-6 unter Beteiligung der RWTH Aachen, des PGI-1 sowie internationaler Kooperationen mit Forschern der Charles University in Prag, Advanced Light Source (ALS) in Berkeley und des Pacific Northwest National Laboratory (PNNL) in Richland durchgeführt.

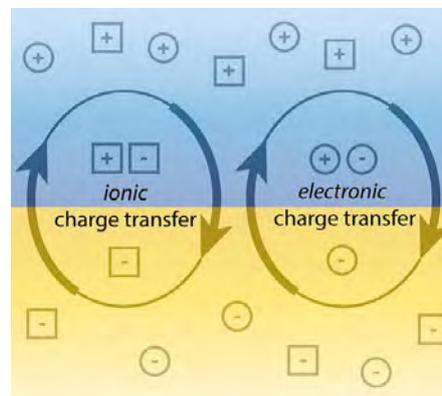
Kontakt:

Dr. Felix Gunkel, Peter Grünberg Institut, Elektronische Materialien (PGI-7)
E-Mail: f.gunkel@fz-juelich.de

Originalpublikation:

M. Rose, B. Šmíd, M. Vorokhta, I. Slipukhina, M. Andrä, H. Bluhm, T. Duchoň, M. Ležaić, S. A. Chambers, R. Dittmann, D. N. Mueller*, F. Gunkel*: Identifying Ionic and Electronic Charge Transfer at Oxide Heterointerfaces; *Advanced Materials* 2004132 (published online 2 December 2020), doi: 10.1002/adma.202004132

www.fz-juelich.de



Kontrolle elektronischer Eigenschaften durch Elektronen- und Ionentransfer (©Rose et al., *Advanced Materials* (2020), doi: 10.1002/adma.202004132 (CC BY-NC-ND 4.0))

Brexit hat Folgen für Chemiehandel

Großbritannien startet ein eigenes Chemikalienrecht UK-REACH

Mit dem Austritt des Vereinigten Königreichs aus der EU und dem Ende des Übergangszeitraums endet auch die Gültigkeit der EU-Verordnung Nr. 1907/2006 (REACH) in Großbritannien. Dann soll ein entsprechendes britisches Gesetz (UK-REACH) in Kraft treten. Unternehmen, die grenzüberschreitend mit Chemikalien handeln, sollten sich schnell auf die neuen Regeln einstellen, raten die Experten von Dekra.

Die britische Regierung hat das *REACH etc. (Amendment etc.) (EU Exit) Regulations 2019* (UK-REACH) erlassen. Es ist weitgehend mit dem EU-REACH (EU-VO Nr. 1907/2006) deckungsgleich, aber auf Großbritannien beschränkt. EU-REACH-Registrierungen haben laut der Experten von Dekra keine Gültigkeit in Großbritannien mehr. Nordirland hingegen zählt weiterhin zum Wirtschaftsraum der EU, dort gilt das EU-REACH weiter.

Somit sind einerseits Unternehmen in Großbritannien betroffen, die von ihrer EU-Lieferkette abgeschnitten werden und zum Export in die EU keine EU-REACH-Registrierung mehr haben. Andererseits sind Unternehmen in der EU betroffen, die keinen direkten Zugang mehr zum britischen Markt haben oder von ihren britischen Lieferanten abgeschnitten sind.

Im UK-REACH sind zwei Regelungen für britische Unternehmen enthalten:

- Hersteller, die eine EU-REACH-Registrierung haben, bekommen über das sogenannte *Grandfathering* eine UK-REACH-Registrierung zugeteilt.

- Nachgeschaltete Anwender, die ihre Produkte aus der EU beziehen, können über eine DUIN-Meldung (DUIN – Downstream User Import Notification) Übergangsfristen von zwei bis sechs Jahren erhalten, bis sie eine UK-REACH-Registrierung einreichen müssen.

Für EU-Unternehmen, die weiterhin den britischen Markt beliefern wollen, gibt es keine Regelungen im UK-REACH. Sie haben die Möglichkeit, einen britischen Alleinvertreter zu beauftragen, der die DUIN-Meldung für die Empfänger übernimmt und damit existierende Lieferbeziehungen schützt. Auf diesem Weg muss der Lieferant auch nicht die Zusammensetzung seiner Produkte gegenüber seinen Kunden offenlegen. Die Akquisition von neuen Kunden ist allerdings erst nach Abschluss einer vollständigen UK-REACH-Registrierung möglich.

Dekra unterstützt Unternehmen bei der Umsetzung dieser neuen Anforderungen. EU-Lieferanten können Dekra UK zum Alleinvertreter ernennen und somit ihre existierenden Lieferbeziehungen sicherstellen. Dekra ist Gründungsmitglied des Verbandes der Alleinvertreter (ORO) und unterstützt seit 2010 Unternehmen in vielen Teilen der Welt bei ihren REACH-Pflichten.

Kontakt:

Jochen Dettke, E-Mail: jochen.dettke@dekra.com

➤ www.dekra.de/de/newsroom

Precision
in detail



electroplating units
for decorative and
functional surfaces

PCB technology • Electroplating • Metal finishing • Medical technology







Walter Lemmen GmbH

+49 (0) 93 42 - 7851

info@walterlemmen.de

www.walterlemmen.de

STUDIO TSCHÖP • Wertheim 03/2020

Biocompatible Micro-structured Adhesive-Free Self-Sticking Polymer Surfaces for Medical Wearables

Franz Selbmann^{1,2}, Nooshin Saeidi^{1,3}, Markus Guttman⁴, Marc Schneider⁴, Stefan Hengsbach⁴, Markus Wissmann⁴, Maik Wiemer¹, Yvonne Joseph² and Thomas Otto^{1,3}

The trends of miniaturization and increasing performance of electronics and sensors enable new fields of applications. Especially in the medical context, a variety of different examples for the monitoring of vital functions on the base of intelligent implants and plasters can be found. However, the currently used materials for adhesives and plasters often cause impairments of the normal skin function as well as severe skin irritations. To address this issue, a new approach is presented, which targets the realization of adhesive properties by micro-structuring biocompatible materials, and hence, avoid the usage of chemical adhesives at all. A particular advantage of this new approach is the structuring of materials that simultaneously meet the requirements given by the application as a functionalized medical plaster as well as the ones given by the use as a substrate for flexible electronics, namely the compatibility with established fabrication technologies.

Die Trends der Miniaturisierung und Funktionserweiterung im Bereich der Elektronik und Sensorik eröffnen neue Anwendungsgebiete. Insbesondere im Bereich Medizin finden sich vielfältige Beispiele für die Messung von Vitalfunktionen mit Hilfe von intelligenten Implantaten und Pflastern. Jedoch beeinträchtigen die dabei für Kleber und Pflaster eingesetzten Materialien häufig die Funktion der Haut und führen insbesondere beim Entfernen der Pflaster nicht selten zu Hautirritationen und -schäden. Um dieses Problem zu adressieren wird der neue Ansatz vorgestellt, durch Mikrostrukturierung von biokompatiblen Materialien adhäsive Eigenschaften zu realisieren und dadurch gänzlich auf die Verwendung von Klebern zu verzichten. Besonders vorteilhaft ist dabei die Strukturierung von Materialien, die durch ihre Eigenschaften sowohl als funktionalisiertes medizinisches Pflaster als auch – bedingt durch ihre Kompatibilität mit den etablierten Technologien – als Substrat für flexible Elektronik dienen können.

1 Introduction

Medical wearables, such as sensory plasters, that need direct contact with the human body to monitor patients' vital signals require a biocompatible, reliable and long-term stable attachment to the skin. The attachment layer of a medical wearable is expected to be skin friendly, i. e. it would not impede normal functions of human skin (e. g. sweating, shedding and breathing) or provoke skin reactions, would stay conformal to the skin and can be easily attached and removed. Some strong adhesives that are currently used in medical plasters are painful to remove and their frequent removal may cause severe discomfort, skin reaction and allergic response. These symptoms are summarized as Medical Adhesive-Related Skin Injuries (MARS). The long-term reliability of the attachment layer is a key subject because some sensory plasters are expected to remain functional on the skin for a long period for monitoring chronic conditions. Beside the major advan-

tage of having an adhesive-free attachment layer, the sensory plasters built upon these layers, which is in direct contact to the body, would benefit from a higher sensitivity and reduced noise due to the absence of an intervening medium in the signal path. An adhesive-free skin complaint and flexible attachment layer is an ideal solution for such issues. Beside the requirement for biocompatibility and biostability, the ideal material for these applications should also be able to act as a substrate material for flexible electronics and hence, need to be compatible with the established fabrication technologies and microsystem technologies, respectively. Parylene refers to the thermoplastic polymer family of Poly(p-xylylene), which combines a variety of unique properties: biostability and biocompatibility according to ISO 10993, chemical inertness against all common acids, bases and solvents, optical transparency, a high flexibility as well as a comparably good thermal stability and barrier properties. Due

to its chemical inertness, Parylene is particularly compatible with established microsystem technologies and can act as a substrate material for flexible electronics and sensors (Fig. 1 and Fig. 2). Utilizing the biocompatibility of flexible Parylene based electronics medical wearables can be realized, e. g. for monitoring vital signals of patients. Hence, it

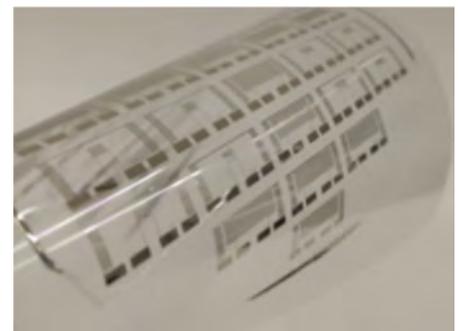


Fig. 1: Metal electrodes on a free-standing Parylene substrate



Fig. 2: Flexible Parylene based pH sensor

¹ Fraunhofer Institute for Electronic Nano Systems, Chemnitz, Germany
² TU Bergakademie Freiberg, Institute for Electronic and Sensor Materials, Freiberg, Germany
³ TU Chemnitz, Center for Microtechnologies, Chemnitz, Germany
⁴ Institute of Microstructure Technology and Karlsruhe Nano and Micro Facility, Karlsruhe Institute of Technology, Karlsruhe, Germany

would be highly beneficial to realize an adhesive-free flexible attachment layer directly on Parylene.

2 Experimental

Within a joint research project with the Institute of Microstructure Technology as part of the Karlsruhe Nano and Micro Facility (KNMF) located at the Karlsruhe Institute of Technology (KIT), the surface of Parylene is rendered by hot-embossing to various forms that enable a physically driven attachment. The hot-embossing process, which is

chosen utilizing the thermoplastic properties of the polymer, is depicted in *Figur 3*. Doing so, a movable traverse containing the substrate to be patterned is pressed against a fixed frame containing the micro-structured mold insert (shim) at a defined temperature and pressure. The required shims with the inverted pattern are fabricated using the flow of microsystem technologies given in *Figure 4*. Particularly, direct laser writing of the inverted pattern into negative tone photoresist is used followed by subsequent metallization (Cr/Au evaporation) and thick nickel

electroforming. After substrate removal (by wet chemical etching or lift-off) end resist removal (by plasma etching), microstructured nickel shims of 94 mm diameter and 0.8 mm to 1.0 mm thickness are fabricated and fixed on steel plates afterwards.

The hot-embossing process is demonstrated for several variations of the column dimensions. Different shims are realized, particularly varying the diameter of and the pitch between these columns. The hot-embossing process itself is optimized with respect to the embossing temperature, embossing force and pressure, respectively, as well as the demolding temperature. The obtained samples are characterized by Scanning Electron Microscopy (SEM) and profilometry in order to investigate their shape, morphology and dimensions, respectively.

The micro-patterning is demonstrated on Parylene C thin films which are deposited at room temperature on blocks of stainless steel (*Fig. 5*) using a Plasma Parylene LC 300 RW (Plasma Parylene Systems GmbH) equipment. Therefore the backside of the blocks is masked in order to obtain a coating on one side. The Parylene thickness is varied between 10 μm and 30 μm .

3 Results and discussion

SEM images of the hot-embossing results of Parylene C are depicted in *Figure 6* for the realized Parylene pillars. Their dimensions are > 10 μm in width, height and pitch, respectively. The aspect ratio of the pillars is 0 to 1. For the hot-embossing process, an embossing temperature of 310 $^{\circ}\text{C}$ is identified to produce good results. Other process parameters to vary are the force and the demolding temperature, respectively. The process is performed in vacuum in order to avoid degeneration or oxidation of the Parylene C. Different challenges such as non-uniform patterning, delamination (*Fig. 7*) and tearing-off (*Fig. 8*) or cracking the Parylene layer on the stainless steel blocks are overcome by optimizing the hot-embossing process. Additionally, a dependency of the hot-embossing result on the Parylene thickness is noticed.

The profilometer measurements given in *Figure 9* reveal the dimensions of the hot-embossing process. The micro-structured pillars show different forms at their top end: simple conic shapes (a), step-wise tops (b) and suction-cup like structures. The latter are helpful for the targeted adhesion properties, i. e. to obtain self-sticking (adhesive-free) polymer layers. Particularly, the successfully micro-

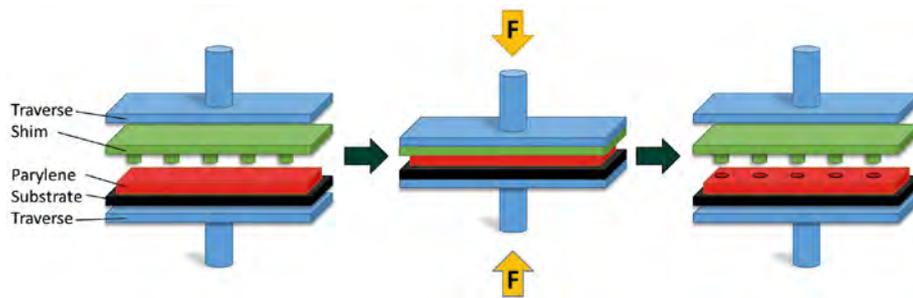


Fig. 3: Process flow for micro structuring by hot-embossing

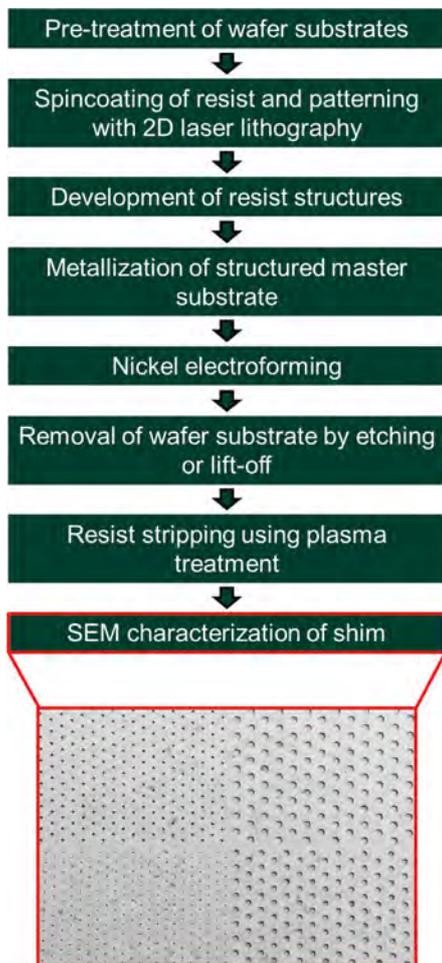


Fig. 4: Process flow for the fabrication of a Nickel shim with the inverted pattern

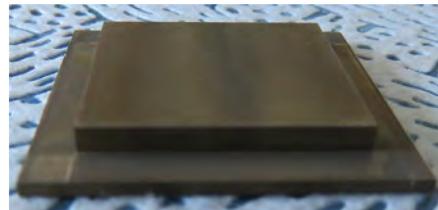


Fig. 5: Block of stainless steel used as an insert for the hot-embossing process

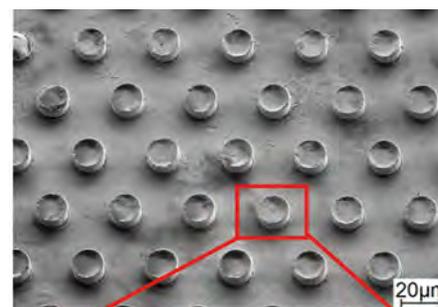


Fig. 6: SEM image of the hot-embossed pillars on Parylene C

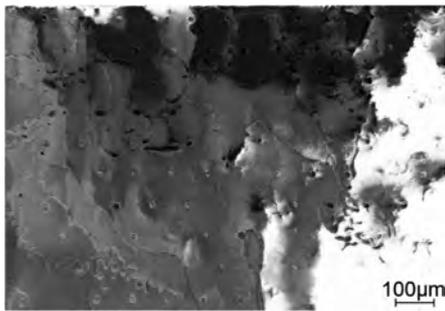


Fig. 7: SEM image of delaminated Parylene C due to not fully optimized demolding process

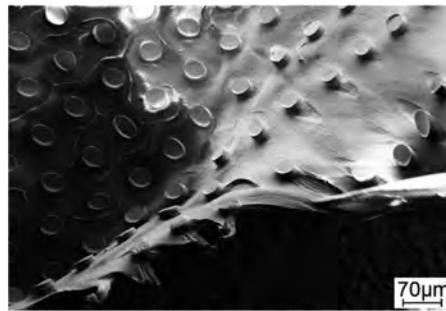


Fig. 8: SEM image of torn-off Parylene C due to not fully optimized demolding process

structured layers fabricated by the hot-embossing process can be used as a generic adhesion layer for medical plasters and wearables in long-term use, or can be integrated with functional layers. Furthermore, the approach can be transferred to other materials such as Poly-dimethylsiloxan (PDMS).

4 Conclusion

In conclusion, the feasibility of the realization of Parylene micro-structures by hot-embossing is confirmed and, hence, the way is paved for further process optimization. Nevertheless, unsolved issues remain with respect to the adhesion of Parylene to the shim, and the substrate as well as to the reproducibility. Within a new and subsequent KNMF project, currently the partners focus on further optimizing the process and a detailed character-

ization of the sticking properties of the fabricated structures. Furthermore, inspired by nature, research is carried out on the realization of hair-like sub-structures on top of the pillars in similarity to a Gecko's foot.

Acknowledgements

This work was supported by the Karlsruhe Nano and Micro Facility (KNMF) at the Karlsruhe Institute of Technology (KIT), which is part of the Helmholtz Association of German Research Centers. Furthermore, this work was supported by the Fraunhofer Society. The authors thank all involved colleagues for their support and fruitful discussions.

Corresponding author

Franz Selbmann, Fraunhofer ENAS, Technologie-Campus 3, D-09126 Chemnitz
E-Mail: franz.selbmann@enas.fraunhofer.de

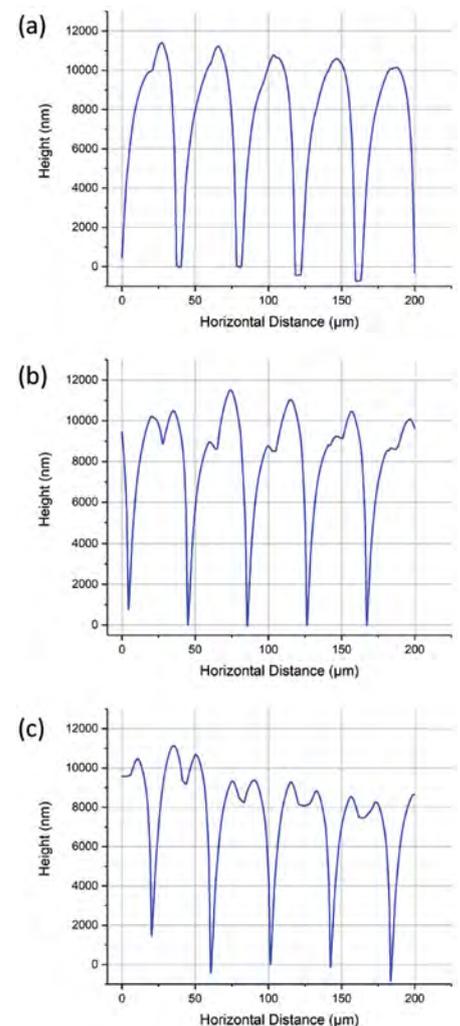


Fig. 9: Results of profilometer scans on hot-embossed Parylene pillars: (a) simple pillars, (b) step-wise pillars, (c) suction cups

KNMF and ENAS – Short Overview

The Karlsruhe Nano and Micro Facility (KNMF) located at the Karlsruhe Institute of Technology is part of the Helmholtz Association of German Research Centers. KNMF is a high-tech platform for structuring and characterizing a multitude of functional materials at the micro and nano scale and offers access to a uniquely complete set of fabrication and characterization technologies. External users from national and international academia and industry can apply for open and – if the results are published – free access. Following the corporate philosophy of open innovation, the large-scale user facility provides users free access to a dedicated set of multimaterial state-of-the-art micro and nano technologies. The worldwide unique technology portfolio and leading expertise stimulates the users' current needs and expectations.

↳ www.knmf.kit.edu

Fraunhofer Institute for Electronic Nano Systems ENAS was founded in 2008 from the parts of Fraunhofer IZM located in Chemnitz, Paderborn and Berlin. The particular strength and research focus of Fraunhofer ENAS is the development of smart systems for various applications. These systems combine electronic components with nano and micro sensors as well as actuators, communication units and self-sufficient power supply. Fraunhofer ENAS develops single components, manufacturing technologies and system concepts, system integration technologies and transfers them into production and application. The offered research and development services cover all stages from the idea, design, technology development, or realization based on established technologies up to demonstrators and tested prototypes including their reliability investigations.

↳ www.enas.fraunhofer.de

Abscheidung von Aluminiumlegierungen als Cadmiumersatz

Von Thomas Linckh, Julia Eckert und Klaus Schmid, Fraunhofer-Institut IPA, Stuttgart



Zum online-Artikel

Aluminiumlegierungsschichten könnten zukünftig eine interessante Alternative für Cadmiumschichten darstellen. Cadmierte Bauteile kommen derzeit vorwiegend für den kathodischen Korrosionsschutz in der Luft- und Raumfahrtindustrie zum Einsatz. Aufgrund des negativen Normalpotentials von Aluminium lässt sich dieses nicht aus wässriger Lösung abscheiden, weshalb aprotische Elektrolytssysteme zum Einsatz kommen müssen. Basierend auf einem Lösemittel, entwickelt das Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA ein Verfahren zur Abscheidung von Aluminiumlegierungsschichten, mit dem Ziel, diese als möglichst vollständigen Ersatz von Cadmium einsetzen zu können.

1 Motivation

Cadmium wurde lange Zeit für den kathodischen Korrosionsschutz branchenübergreifend eingesetzt [1]. Da Cadmium allerdings giftig ist und die unter Itai-Itai-Krankheit bekannte Vergiftung hervorrufen kann, wurde der Einsatz mit der EU-Altautoverordnung und der RoHS-Richtlinie (Restriction of the use of Hazardous Substances in Electronic and Electrical Equipment) größtenteils untersagt [2-4]. Einzig in der Luft- und Raumfahrtindustrie ist der Einsatz aufgrund noch nicht vorhandener gleichwertiger Alternativen er-

laubt. Diesbezüglich haben sich auch keine Änderungen aufgrund der Neuregelung des Chemikalienrechts innerhalb der EU durch die REACH-Verordnung (Registration, Evaluation, Authorization and Restriction of Chemicals) ergeben, in der Cadmium und Cadmiumsalze als besonders besorgniserregende Stoffe eingestuft werden [5]. Dennoch wird seitens der verschiedensten Industriezweige aus Umwelt- und Gesundheitsaspekten seit langem nach einem Ersatz für Cadmium geforscht, ohne dass sich hierbei ein breit einsetzbares System durchsetzen konnte.

2 Grundlagen

2.1 Anwendungen von Cadmium in Luft- und Raumfahrt

Anwendung finden cadmierte Bauteile in der Luft- und Raumfahrtindustrie vor allem an Verbindungselementen und Fahrwerkskomponenten, die zum Teil aus hoch- und höchstfesten Stählen gefertigt werden. Aufgrund ihres negativeren Korrosionspotentials im Vergleich zu Stahl, fungiert die Cadmiumschicht als kathodischer Korrosionsschutz. Hierbei wird die Cadmiumschicht zur Anode

Digitale Gleichrichtertechnologie

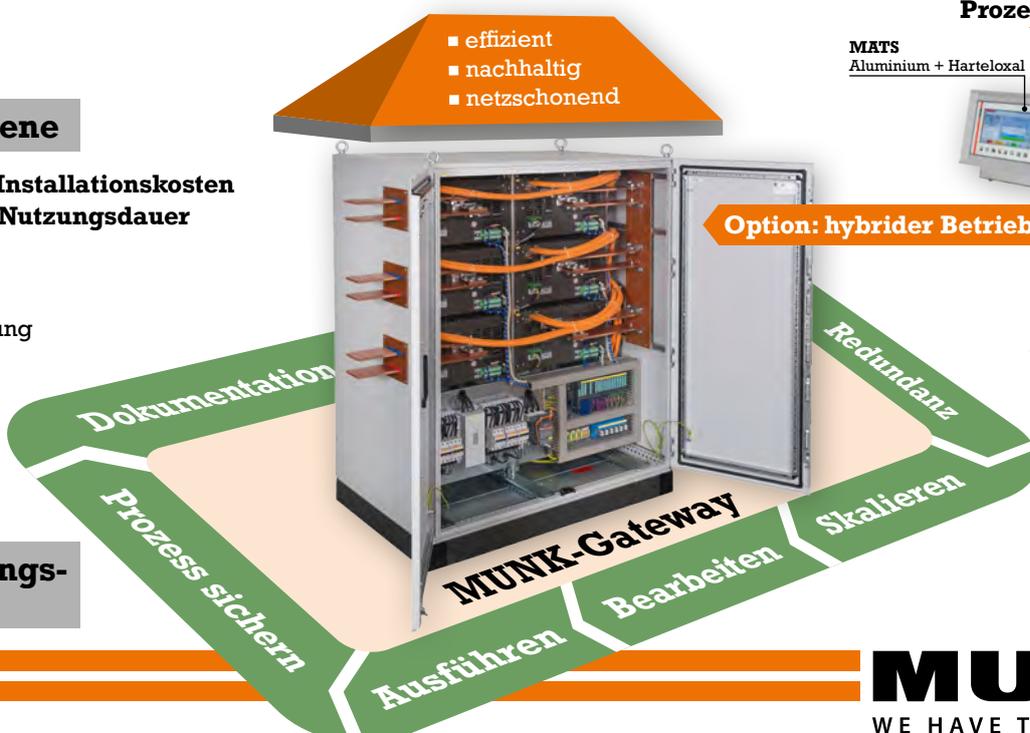
Messbare Vorteile „unter einem Dach“!

- 19"-Magazintechnik ■ Hochstrommodule (1.800 A) mit Netzfilter ■ Sicherheit nach DIN EN 17059
- Smartes Kühlkonzept vermeidet Betauung ■ Höchster Wirkungsgrad zur Reduzierung Ihrer Energiekosten
- M·A·N (MUNK-Area-Network) der Weg zu mehr „artificial intelligence“ (KI)

Benefitebene

- ▶ Minimale Installationskosten
- ▶ Maximale Nutzungsdauer
- ▶ Zentrale ...
 - Einspeisung
 - Kühlanbindung
 - Schnittstelle

Ausführungsebene



Prozess-Steuergeräte Serie 1200



Lassen Sie sich beraten!

Telefon 02385 74-0
 vertrieb@munk.de
 www.munk.de

OBERFLÄCHEN

und löst sich bevorzugt auf. Das Bauteil aus Stahl wird zur Kathode und ist somit vor Korrosion geschützt. Aufgrund dieser herausragenden physikalischen und chemischen Eigenschaften der Cadmiumschichten konnte bisher kein adäquater Ersatz gefunden werden, was auch auf die sehr hohen Sicherheitsstandards in der Luft- und Raumfahrtindustrie zurückzuführen ist.

2.2 Anforderungen an die Aluminiumlegierungsschicht

Die Anforderungen an neu zu entwickelnde Aluminiumlegierungsschichten entsprechen im Wesentlichen den Eigenschaften der bisherigen Cadmiumschicht. Hierbei sind vor allem drei Eigenschaften hervorzuheben.

Zum einen sollte die Gefahr einer Wasserstoffversprödung des Bauteils vermieden werden. Insbesondere bei Bauteilen aus hoch- und höchstfesten Stählen besteht die Gefahr eines wasserstoffinduzierten Bruchs. Da beim galvanisch abgeschiedenen Cadmium wässrige Elektrolyte eingesetzt werden, muss das beschichtete Bauteil nach dem Prozess einer zusätzlichen Wärmebehandlung unterzogen werden. Für die Abscheidung werden hierfür meist zusatzfreie Elektrolyte verwendet [6]. Für die Aluminiumlegierungsabscheidung sind wasserfreie aprotische Lösemittel erforderlich. Aus diesem Grund kann es hier zu keiner Wasserstoffentwicklung und somit auch zu keiner wasserstoffbedingten Versprödung während der Abscheidung kommen. Eine nachfolgende Wärmebehandlung kann somit entfallen.

Damit die Schicht als kathodische Korrosionsschutzschicht wirkt, ist ein geringeres (negativeres) Korrosionspotential im Vergleich zum zu schützenden Stahl erforderlich. In künstlichem Meerwasser gemessen besitzt niedrig legierter Stahl, abhängig vom Legierungsgehalt, ein Korrosionspotential von etwa -335 mV (vs. NHE). Gemessen bei denselben Versuchsbedingungen hat Cadmium ein Korrosionspotential von -519 mV (vs. NHE) und reines Aluminium von -667 mV (vs. NHE) [7]. Sowohl Cadmium als auch Aluminium sind somit unedler als der zu schützende Stahl und können daher als kathodische Korrosionsschutzschicht wirken. Nachteil beim reinen Aluminium ist die starke Passivitätsneigung, weshalb im Rahmen des Projekts ein weiteres Element zulegiert wird, das als Aktivator fungiert. Ziel ist somit, eine Schutzschicht zu entwickeln, die einerseits eine ausreichende kathodische Fernwirkung aufweist, gleichzeitig aber auch eine akzeptable Eigenkorrosionsbeständigkeit besitzt.

Projekt-Steckbrief

Titel: Nickel- und Cadmiumfreier Oberflächenschutz – NiCO
Laufzeit: Juli 2016 bis September 2020
Partner: Aero-Coating GmbH, Airbus Operations GmbH, Airbus Defence and Space GmbH, Fairschild Fasteners Europe – VSD GmbH, GfE Fremat GmbH, Helmholtz-Zentrum Geesthacht, Technische Universität Ilmenau
Förderung: 350.000 €, gefördert vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), Förderkennzeichen: ZOW1523E

Gefördert durch:
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Ein herausragendes Merkmal von Cadmiumschichten sind die selbstschmierenden Eigenschaften, die vor allem für den Einsatz an Verbindungselementen im Flugzeugbau von enormer Bedeutung sind. Auch die neu entwickelte Aluminiumlegierungsschicht muss diese Eigenschaft aufweisen, was vor allem durch eine relativ weiche, duktile Schicht erreicht werden kann. Sowohl das elektrochemisch abgeschiedene Cadmium als auch elektrochemisch aus aprotischen Elektrolyten abgeschiedenes Aluminium kann mit Härten von unter 100 HV als duktil bezeichnet werden.

Ein herausragendes Merkmal von Cadmiumschichten sind die selbstschmierenden Eigenschaften, die vor allem für den Einsatz an Verbindungselementen im Flugzeugbau von enormer Bedeutung sind. Auch die neu entwickelte Aluminiumlegierungsschicht muss diese Eigenschaft aufweisen, was vor allem durch eine relativ weiche, duktile Schicht erreicht werden kann. Sowohl das elektrochemisch abgeschiedene Cadmium als auch elektrochemisch aus aprotischen Elektrolyten abgeschiedenes Aluminium kann mit Härten von unter 100 HV als duktil bezeichnet werden.

2.3 Grundlagen der Aluminiumabscheidung

Aufgrund des negativen Normalpotentials von Aluminium kann dieses nicht aus wässriger Lösung abgeschieden werden, da sich bei der Elektrolyse einer wässrigen Lösung mit Aluminium bevorzugt Wasserstoff an der Kathode bildet. Lediglich aus aprotischen Lösemitteln oder lösemittelfreien Elektrolytsystemen lässt sich Aluminium elektrochemisch abscheiden.

Für die Aluminiumabscheidung gibt es hierzu prinzipiell zwei bekannte Elektrolytsysteme, die in *Abbildung 1* gezeigt sind. Zum einen ist dies die Aluminiumabscheidung aus ionischen Flüssigkeiten. Ionische Flüssigkeiten sind meist organische Aluminiumsalze, die nahe Raumtemperatur flüssig sind. Das heißt

diese Salze kommen ohne zusätzliches Lösemittel aus. Neben den ionischen Flüssigkeiten sind lösemittelbasierte Elektrolytsysteme verfügbar. Hierfür werden aprotische Lösemittel mit großem Potentialfenster verwendet, die keinen Wasserstoff beziehungsweise Protonen abspalten können. Bekannte aprotische Lösemittel für die Aluminiumabscheidung sind beispielsweise Toluol, Benzol, Xylol oder Tetrahydrofuran (THF).

Zwei bekannte Verfahren für die Abscheidung von Reinaluminium, die bereits industriell umgesetzt wurden, sind das Sigal®-Verfahren der Siemens AG [8] sowie das REAL-Verfahren von Philips [9]. Für beide Verfahren sind jedoch keine Legierungsabscheidungen mit Aluminiumbasis entwickelt worden.

2.4 Experimentelles

Im Projekt wird ein Elektrolyt auf Basis eines Lösemittels verwendet. Es wurden Abscheidungen mit verschiedenen Legierungselementen durchgeführt. Diese wurden jeweils als Salz hinzugegeben. Die Abscheidung erfolgt bei einer Elektrolyttemperatur deutlich oberhalb der Raumtemperatur und es sind abhängig von der Konvektion Stromdichten bis zu 2 A/dm² möglich. In *Abbildung 2* sind der Versuchsaufbau und eine beschichtete Blechprobe abgebildet.

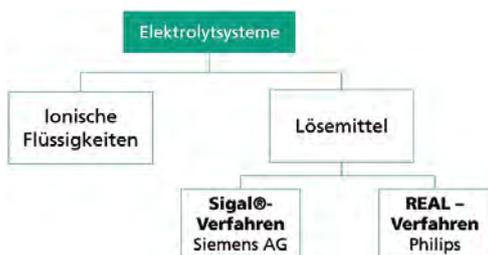


Abb. 1: Elektrolytsysteme für die Aluminiumabscheidung

Lesen Sie weiter unter womag-online.de

WOMag-online-Abonnenten steht der gesamte Beitrag zum Download zur Verfügung. Im Weiteren wird der Einfluss der Vorbehandlung auf den Bedeckungsgrad des Substrats und die Struktur der Beschichtung sowie die Haftung der abgeschiedenen Aluminiumlegierung gezeigt. Der Gesamtumfang des Beitrags beträgt etwa 3,5 Seiten mit 7 Abbildungen, 1 Tabelle und 9 Literaturhinweisen.

Synergetische Analyse und Verbesserung von Ressourceneffizienz und Chemikalienmanagement in der Oberflächentechnik

Von Dr. Uwe König, Alexander Leiden, Berthold Seßler und Ernst-Udo Sievers



Zum online-Artikel

Die Analyse von Prozessdaten einschließlich Energie- und Stoffströmen ist für heutige Unternehmen essenziell, um umweltfreundlich und kostengünstig produzieren zu können. Dazu wurden eine Methodik und ein Software-Tool entwickelt, in dem Ressourceneffizienzanalysen (für einen nachhaltigen Einsatz von Roh-, Hilfs-, Betriebsstoffen und Energie) sowie Chemikalienmanagement (mit dem Ziel einer minimalen Belastung und Risiken für Umwelt und Mensch) für Unternehmen der Oberflächentechnik gemeinsam durchgeführt werden können. Während für die Analyse und Verbesserung der Ressourceneffizienz bereits etablierte Verfahren verfügbar sind, stehen Verfahren zum Chemikalienmanagement und zur Risikobewertung noch nicht ausreichend zur Verfügung. Die entwickelte Lösung baut auf einer detaillierten Material- und Energieflusssimulation auf, welche die Fertigungsprozesse dynamisch abbildet und Konsequenzen unterschiedlicher Handlungsoptionen prognostiziert. Dies ermöglicht eine hohe Transparenz hinsichtlich Energie- und Stoffflüssen in den Produktionsprozessen und daraus abgeleitet die individuelle Bewertung und Prognose der Chemikalienbelastung von Mitarbeitern und Umwelt sowie die Verbesserung der Ressourceneffizienz und des Chemikalieneinsatzes. Zum Aufbau und zur Validierung der zugrundeliegenden Modelle und des Tools wurden Daten in Industrieunternehmen erhoben und der Einsatz in Unternehmen erprobt. Mit der entstandenen Software können auch alternative Handlungsoptionen zum Einsatz von Chemikalien im virtuellen Modell erprobt und bewertet werden, bevor diese in der Praxis umgesetzt werden. Für die Unternehmen ergeben sich insgesamt verringerte Emissionen und Umweltwirkungen sowie eine auch im internationalen Vergleich gesteigerte Wettbewerbsfähigkeit

Der vorliegende Beitrag basiert auf dem Abschlussbericht zum Entwicklungsprojekt SynARCO. In dem von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt geförderten Projekt wurde von der eiffo eG und dem Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik der TU Braunschweig das Software-Tool SynARCO entwickelt. Die Ergebnisse des Entwicklungsprojekts werden in dieser und den nächsten Ausgaben der WOMag vorgestellt.

1 Ausgangslage und Motivation

Für eine umweltfreundliche und kostengünstige Produktion ist die laufende Erfassung und Analyse von Prozessdaten notwendig, um daraus die Energie- und Stoffströme der Prozesse abbilden, überwachen und mit Hilfe von Simulationen vorausschauend optimieren zu können. Die zunehmende Digitalisierung der Industrie wird in diesem Zusammenhang als eine wichtige Triebkraft für ein höheres Maß an Ressourceneffizienz gesehen. Sie bietet Möglichkeiten für eine gezieltere Steuerung und effizientere Ausgestaltung des Ressourceneinsatzes in Unternehmen und entlang ganzer Wertschöpfungsketten [1]. Für viele Unternehmen, insbesondere kleine und mittlere Unternehmen (KMU) wie sie im Bereich der Oberflächentechnik überwiegend zu finden sind, stellt die effiziente Erfassung und Verarbeitung von größeren Datenmengen jedoch eine erhebliche Herausforderung dar. Einerseits werden aufwendige Messsysteme benötigt, um relevante Daten zu erfassen. Andererseits werden menschliche Ressourcen für die Datenauswertung und Dateninterpretation benötigt. Die Auf-

wände für Datenerfassung und Datenanalyse übersteigen dabei gegebenenfalls sogar die positiven Effekte der daraus abgeleiteten Handlungen. Aus diesem Grund ist es erstrebenswert, maximalen Nutzen aus erhobenen Daten zu ziehen.

Vor diesem Hintergrund wurden im geförderten Entwicklungsprojekt SynARCO zwei für KMU essenzielle Themenkomplexe mit dem Ziel verknüpft, die Prozessdaten synergetisch für eine Optimierung der Produktionsprozesse hinsichtlich beider Themenkomplexe zu ermöglichen:

- Analyse und Optimierung der Ressourceneffizienz mit dem Ziel eines ökologisch und wirtschaftlich nachhaltigen Einsatzes von Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffen sowie Energie in der Produktion,
- Chemikalienmanagement mit dem Ziel, die Risiken für Mensch und Umwelt, resultierend aus dem Chemikalieneinsatz in der Produktion, zu minimieren.

Dabei stellt gerade die Möglichkeit, Funktionen wie die Risikominimierung des Chemikalieneinsatzes, die aufgrund gesetzlicher Vorgaben erforderlich sind, mit Funktionen zur

Rohstoff- und Energieeinsparung verknüpfen zu können, die bisher freiwillig beziehungsweise zur Kostenminderung durchgeführt werden, für KMU einen hohen Nutzen und Anreiz dar, entsprechende Maßnahmen tatsächlich anzuwenden und umzusetzen. Im Projekt wurden dazu Methoden und digitale Tools entwickelt, die insbesondere für den Einsatz in kleinen und mittleren Unternehmen in der Oberflächentechnik geeignet sind. Ressourceneffizienz und Chemikalienmanagement sind aufgrund der hohen Energieintensität und des Einsatzes von kritischen Chemikalien in den Prozessen der Oberflächentechnik für diese Unternehmen von besonderer Bedeutung. So beträgt der Anteil der Energiekosten in der Oberflächentechnik zwischen acht Prozent und bis zu 15 Prozent der Gesamtkosten der Unternehmen [2]. Dies ist im Vergleich zum Mittelwert der verarbeitenden Industrie von zwei Prozent ein sehr hoher Wert, vergleichbar mit der Energieintensität in der Metallherzeugung. Gleichzeitig ist der Stoff- und Chemikalieneinsatz sehr hoch: Nach Angaben des Zen-

OBERFLÄCHEN

tralverbandes Oberflächentechnik e. V. (ZVO) finden in den Produktionsprozessen bis zu 400 verschiedene Einsatzstoffe (Stoffe und Formulierungen) Verwendung [3]. Der Einsatz kritischer Chemikalien soll dabei aus Sicht der Umwelt und des Arbeitsschutzes zukünftig deutlich reduziert werden; die europäische Chemikalienverordnung REACH führt hier zu laufend steigenden Aufwendungen und Zulassungsaufgaben. Zudem sind Chemikalienverbräuche für die meisten Unternehmen auch ein wesentlicher Kostenfaktor.

Als wirtschaftlich wichtiges Beispiel sei hier auf die Verwendung von Nickelsalzen verwiesen. Der Anteil der Nutzung zur Beschichtung (galvanisch und chemisch Nickel) beträgt über die Jahre kontinuierlich rund fünf Prozent bis sechs Prozent des Gesamtnickelverbrauchs in Deutschland bei einem Jahresverbrauch von circa 7000 Tonnen bis 8000 Tonnen pro Jahr [4]. Dieses Beispiel ist auch insofern von Bedeutung, da die produktbezogene Recyclingrate von Nickel auf über 80 Prozent geschätzt wird, sodass 25 Prozent der Nachfrage nach Nickel durch Recycling gedeckt werden können. Damit hat Recycling bereits einen hohen Stellenwert in der Oberflächentechnik, was durch die genauere Kenntnis der Ressourcenverwendung und entsprechendes Chemikalienmanagement noch weiter verbessert werden kann. Die Integration von Ressourceneffizienzanalyse (Energie- und Stoffeinsatz) und Chemikalienmanagement, wie im vorliegenden Projekt konzipiert, birgt somit auch in dieser Hinsicht sehr hohes Nutzenpotenzial für die Unternehmen. Eine solch integrierte Datenerfassung, Analyse und darauf aufbauende Optimierung der Ressourceneffizienz, verknüpft mit einer Risikoüberwachung des Chemikalieneinsatzes ist nach dem Stand der Technik nicht verfügbar.

Etabliert sind insbesondere vielfältige Methoden und Tools für die Durchführung von Ressourceneffizienzanalysen und ökonomisch-ökologischen Bewertungen; diese umfassen zum Beispiel Materialflusssimulation (MFS), Material- und Energieflussanalysen (MEFA), Materialflusskostenrechnung (MFCA), Ökobilanzierung/Life Cycle Assessment (LCA) oder Lebenszykluskostenrechnung/Life Cycle Costing (LCC). Je nach Analyseziel bietet sich die Anwendung einer einzelnen oder die Kombination von mehreren dieser Methoden an [5]. Für eine ganzheitliche Betrachtung der Ressourceneffizienz kommt insbesondere lebenswegübergreifenden Verfahren wie LCA eine besondere Bedeutung zu. Die Metho-

dik ist international anerkannt und genormt (DIN EN ISO 14040) [6]; sie betrachtet Umweltaspekte und potentielle Umweltwirkungen eines Produkts oder einer Dienstleistung von der Rohstoffgewinnung bis zur Entsorgung – also von der *Wiege bis zur Bahre* (cradle to grave). Die LCA-Methode basiert allerdings grundsätzlich auf statischen Daten, das heißt zeitabhängige Wechselwirkungen in Produktionsumgebungen (z. B. dynamische Verbrauchsprofile von Maschinen und Anlagen oder produktindividueller Materialfluss in flexiblen Produktionssystemen) werden von ihr nicht berücksichtigt. Falls diese Aspekte im Sinne der Zielstellung betrachtet werden sollen, bieten sich Simulationsansätze wie MEFA an, welche Dynamiken im Produktionssystem erfassen und bewertbar machen. Sie ermöglichen insbesondere die Verbesserung von operativen Kennzahlen (z. B. Durchlaufzeiten und Anlagenauslastungen) und sind deshalb zur Erreichung einer kostenoptimierten Produktion fast unerlässlich.

Grundsätzlich erfordert die Anwendung der genannten Methoden geeignete Expertentools und ein entsprechend umfangreiches Methoden- und Softwarewissen. Die damit einhergehende Komplexität sowie der resultierende Aufwand stellen für kleine Unternehmen eine signifikante Herausforderung dar. Insbesondere für diese Unternehmen sind deshalb effiziente, kostengünstig anzuwendende Tools für die Ressourceneffizienzanalyse erforderlich; hierfür sind aktuell noch keine Lösungen etabliert.

Die gleiche Anforderung gilt auf der anderen Seite für Methoden und Tools des Chemikalienmanagements; hierfür sind bisher keine dem Ressourcenmanagement vergleichbaren Methoden und Tools verfügbar.

Die Anforderungen an ein Chemikalien- und Risikomanagement-Tool werden hier insbesondere durch die EU-Chemikalienverordnung REACH bestimmt, die den Chemikalieneinsatz in produzierenden Unternehmen regelt. Gefordert wird hierbei eine sichere Verwendung von Chemikalien in der Produktion. Dies beinhaltet unter anderem die Analyse von Arbeitsszenarien, um die Exposition und somit das Risiko für die Mitarbeiter zu ermitteln [7]. Schwerpunkt der Bewertungen sind die Auswirkungen von Chemikalien auf Mensch und Umwelt, zum Beispiel hinsichtlich Mutagenität/Genotoxizität, pränataler Entwicklungstoxizität, Reproduktionstoxizität, Karzinogenität und Bioakkumulation. Wenn Mitarbeiter in der Produktion mit gesund-

heitsgefährdenden Stoffen in Kontakt kommen, nehmen sie diese über verschiedene Wege auf. Die sogenannte Inkorporation erfolgt dabei insbesondere inhalativ (durch die Atmung) oder dermal (durch Hautkontakt). Der Einfluss der Stoffe hängt primär von der Exposition der Mitarbeiter ab, die durch den Anlagenbetrieb beeinflusst werden kann.

In der Oberflächentechnik, die aufgrund ihrer mittelständischen Prägung und der Art der Prozesse noch einen hohen Anteil manueller Arbeitsschritte mit hohem Personaleinsatz erfordert, kommt dem sicheren Chemikalienmanagement daher besondere Bedeutung zu. Aufgrund einer immer strikteren Reglementierung des Chemikalieneinsatzes, um Schäden für Mensch und Umwelt durch die Freisetzung von chemischen Stoffen möglichst gering zu halten, müssen Unternehmen der Oberflächentechnik dabei einen stetig wachsenden Aufwand betreiben. Stand der Technik sind dabei Maßnahmen entsprechend der technischen Beschreibungen der DGUV [8] beziehungsweise der Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS) 561; aus ihnen lassen sich bei chemischen Gefährdungen wie in der Oberflächentechnik beispielsweise folgende technische und organisatorische Maßnahmen ableiten:

- geschlossene Anlagen bei Einsatz von Gefahrstoffen (z. B. Chromtrioxid bei Verchromungsanlagen) mit einer mechanischen Abdeckung und Absaugung
- technische Funktionsüberwachung der Absauganlage mit Rückkopplung zum Prozess
- Überwachung technischer Lüftung durch Vorrichtungen nach TRGS 722 2.3.1 (3)
- regelmäßige Kontrolle und Funktionsprüfung der Absauganlagen

Im Rahmen des ART-Projekts (Advanced REACH Tool) wurde ein Bewertungswerkzeug zur Risikoanalyse entwickelt [9, 10] und in die Richtlinien der Europäischen Chemikalienagentur (ECHA) integriert [11, 13]. Gleichzeitig werden in den deutschen Technischen Regelwerken Zusammenhänge zwischen operativen Daten aus dem Anlagenbetrieb (z. B. Chemikalienkonzentration, Prozessstemperatur, Prozessdauer, Absaugleistung) und Risikobewertungen entwickelt und eingesetzt [12]. Werkzeuge für die Bewertung von Umwelteinflüssen werden ebenfalls entwickelt, mit den operativen Daten verbunden und in die Bewertung integriert (z. B. European Union System for the Evaluation of Substances – EUSES [13]).

Insgesamt besteht jedoch Einigkeit darüber, dass die derzeit genutzten Verfahren für be-

SEMINAR

Grundlagen der Galvano- und Oberflächentechnik

Bild: WHW Hillebrand



Anmelde-
schluss:

31.03.2021
30.09.2021

26. bis 28. Oktober 2021 in Schwäbisch Gmünd

Die moderne Oberflächentechnik kommt in allen Segmenten des produzierenden Gewerbes zum Einsatz. Daher ist es nicht verwunderlich, dass die Oberflächentechnik in Deutschland eine der am dynamischsten wachsenden Branchen ist.

Zielgruppen sind Abnehmer von Oberflächen

- Entwickler und Konstrukteure
- Technische Kaufleute
- Einkäufer

sowie aus der Galvano- und Oberflächentechnik

- Projektingenieure und Vertriebsingenieure Anlagenbau
- Projektingenieure und Vertriebsingenieure Verfahrenchemie
- Seiten- und Wiedereinsteiger in die Galvano- und Oberflächentechnik

Über diesen QR-Code erhalten Sie alle Informationen, sowie das Anmeldeformular.



triebliche Anwendungen zum Chemikalienmanagement und zur Risikobewertung noch nicht ausreichend sind [14]. Laut Bundesinstitut für Risikobewertung liegen die Ursachen für die unzureichende Umsetzung in Betrieben vor allem in der mangelnden Verfügbarkeit und Genauigkeit von Messdaten. Verlässliche Messungen der Chemikalienfreisetzung liegen aufgrund des Messaufwands (wenn überhaupt) nur für längere Zeiträume vor, sodass kurzfristige Aussagen, zum Beispiel in dynamischer Abhängigkeit vom Produktionsprogramm, nicht möglich sind. Rückschlüsse auf die Belastung einzelner Mitarbeiter oder Arbeitsplätze sind kaum möglich. Die (dynamische) Wirkung von Verbesserungsmaßnahmen kann dementsprechend bisher nur sehr eingeschränkt bewertet werden. Bestehende Tools ermöglichen zudem keine automatisierte Ermittlung von Risikodaten aus gemessenen Prozessdaten und sind in der Nutzung relativ aufwendig und somit kostenintensiv. Insbesondere für KMU ist ein dynamisches Monitoring – die Verfügbarkeit entsprechender Sensorik vorausgesetzt – aufgrund der damit verbundenen Kosten derzeit nicht realisierbar. Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass Methoden und Werkzeuge sowohl für Analysen der Ressourceneffizienz als auch für das Chemikalienmanagement grundsätzlich zur Verfügung stehen. Deren Anwendung stellt KMU jedoch einerseits vor große Herausforderungen hinsichtlich zu bewältigender Komplexität und Ressourceneinsatz. Andererseits sind wünschenswerte Funktionen zur dynamischen und individuellen Bewertung der Wirkung eingesetzter Chemikalien nicht ausreichend integriert. Insbesondere ist eine Verknüpfung der Funktionen zur Verbesserung der Ressourceneffizienz einerseits und des sicheren Chemikalienmanagements andererseits, die sich aufgrund der gemeinsamen Datenbasis und Stoffflussmodelle anbietet und für die Unternehmen einen entsprechend hohen Nutzen bieten kann, bisher nicht realisiert.

Hier setzte das Projekt SynARCO an mit dem Ziel, ein Software-Tool für die Erfüllung beider Funktionen in einfacher Weise zu entwickeln. Etwas plakativ formuliert galt es, ein Werkzeug zu schaffen, mit dem KMU einerseits die gesetzlichen Anforderungen beim Einsatz gefährlicher Chemikalien sicher erfüllen beziehungsweise den Stand der Technik an dieser Stelle sogar deutlich übertreffen können und dabei gleichzeitig durch eine Verbesserung ihrer Ressourceneffizienz die dafür anfallenden Kosten reduzieren können.

Bei der Entwicklung des SynARCO-Tools setzten die Partner auf eigene Vorentwicklungen, insbesondere arbeiteten beide Partner gemeinsam bereits in einem EU-geförderten Projekt MEMAN (2015 bis 2018) an der ressourceneffizienten Gestaltung von betrieblichen und unternehmensübergreifenden Prozessketten im metallverarbeitenden Gewerbe.

Lesen Sie weiter unter womag-online.de

WOMag-online-Abonnenten steht der gesamte Beitrag zum Download zur Verfügung. Im Weiteren werden die Zielsetzungen im Hinblick auf Ressourceneffizienz und die Arbeitssicherheit detailliert erläutert und die Vorgehensweise zur Erreichung des Ziels dargelegt.

Der Gesamtumfang des Beitrags (Teil 1) beträgt etwa 4 Seiten mit 1 Abbildung.

Kontakt:

E-Mail
mail@zvo.org
Telefon
02103 25 56 10



Dem galvanischen Verchromen eine Zukunft geben – REACH-konforme Beschichtungsprozesse

Von Sven Pörschke, Gütersloh



Zum online-Artikel

Die europäische Chemikalienverordnung REACH fordert, auf den Einsatz von toxischen Chemikalien soweit als möglich zu verzichten. Dies führt dazu, dass sechswertiges Chrom für die Vorbehandlung von Kunststoffen und die galvanische Abscheidung von Chrom für dekorative und funktionelle Anwendungen langfristig zu ersetzen ist. Für die Kunststoffvorbehandlung sind erste alternative Verfahren in der Testphase. Galvanische Verfahren auf Basis von Chrom(III)verbindungen sind für dekorative Oberflächen bereits in breiterem Umfang in der Anwendung. Jetzt steht auch ein Verfahren zur Herstellung von Hartchromschichten vor dem Einsatz in die Praxis. Während die Härte der daraus hergestellten Schichten mit 800 HV bis 900 HV der der bisher gebräuchlichen Schichten aus Chrom(VI)elektrolyten entspricht, ist zur Erzielung einer hohen Korrosionsbeständigkeit eine Kombinationsschicht aus Nickel und Chrom erforderlich. Mit höheren Verfahrenskosten ist derzeit noch aufgrund der kostenintensiveren Chemie und der teureren Ausstattung der Abscheideeinrichtungen zu rechnen.

1 Einleitung

Seit dem Inkrafttreten der REACH-Verordnung 2007 sehen sich Anbieter und Anwender von galvanischen Verfahren, allen voran der galvanischen Chromabscheidung, einem hohen Druck zur Entwicklung neuer Verfahren ausgesetzt. Hierbei wird einmal mehr die hohe Relevanz der Chrom(VI)verbindungen für die Herstellung von hochwertigen Oberflächen auf den unterschiedlichsten Produkten ersichtlich. Zum anderen zeigt es sich auch, dass je nach Art der Verwendung von Chrom(VI) die Suche nach Ersatzstoffen unterschiedlich schwierig ausfällt.

Neben den Chemieanbietern und den Beschichtungsbetrieben für galvanische Metallabscheidung waren bisher vor allem die Automobil- und Sanitärhersteller als zwei Kundenbereiche stark in die Suche nach alternativen Beschichtungsverfahren einbezogen. So bereiten sich die ersten Automobilhersteller bereits auf eine Zukunft ohne Chrom(VI) vor und verlangen in der Regel auch eine chromtrioxidfreie Lieferkette – auch für gefertigte Bauteile aus Nicht-EU-Ländern.

Inzwischen sind eine Reihe von Systemen in Gebrauch, die ohne sechswertige Chromverbindungen auskommen. Allerdings ist eine direkte Umsetzung mit hohen Investitionen in die Anlagentechnik verbunden. Hinzu kommt, dass die europäischen Behörden bezüglich der vorgesehenen Fristen und Verfahren für eine Zulassung keine verlässlichen Entscheidungen getroffen haben. Daraus folgend herrscht ein großes Maß an Planungsunsicherheit, durch fehlende Entscheidungen der ECHA beziehungsweise der Europäischen

Kommission. Da akuter Handlungsbedarf für die Umstellung besteht, sollten Chemielieferanten und Beschichter zusammenarbeiten, um so neue, REACH-konforme Beschichtungsprozesse optimal in der Praxis implementieren zu können. Hier sind insbesondere auch die Endabnehmer gefragt, da die Lieferkette für die Herstellung von Automobilteilen ohne die Akzeptanz und den Bedarf der OEMs eine Umstellung auf neue Verfahren nicht realisieren kann.

Im Falle der Forderung nach einem Ersatz von Chrom(VI) sind drei Fertigungsbereiche betroffen. So unterscheiden sich die Verfahren zur Abscheidung von dekorativen (meist sehr dünnen) Chromschichten von den Verfahren für funktionelle, sogenannte Hartchromschichten. Darüber hinaus wird Chromsäure (Chromtrioxid in wässriger Lösung) zur Vorbehandlung von Kunststoffen für eine nachfolgende galvanische Metallisierung benötigt. Für jede dieser Arten der Oberflächenbehandlung werden neue Verfahren entwickelt und in Zukunft eingesetzt werden.

2 Beizprozesse für die Kunststoffbeschichtung

Die Vorbehandlung von ABS-Kunststofftypen mit einem Beizprozess auf der Basis von Chromtrioxid und Schwefelsäure ist ein industriell etablierter Prozess. Hierbei wird das im ABS enthaltene Butadien aus dem Kunststoff herausgebeizt und die Oberfläche dadurch in Form von Mikrokavernen aufgeraut. Anschließend wird in die gebildeten Kavernen Palladium eingelagert, sodass das Kunststoffbauteil elektrisch leitfähig wird und somit im weiteren Verlauf galvanisch be-

schichtet werden kann, wobei durch die Füllung der Kavernen mit Metall eine sehr gute mechanische Haftung erzeugt wird.

Ein Ersatzverfahren für das bisher übliche Beizen mit Chrom und Schwefelsäure muss einerseits eine vergleichbare Aufräumung der Kunststoffoberfläche erzeugen. Andererseits sollte der Alternativprozess über eine ähnliche Abfolge der Schritte verfügen, um in die bestehende Beschichtungsanlage ohne größere Änderungen integriert werden zu können. Aus den Entwicklungstätigkeiten der Coventya Gruppe ist ein chrom(VI)freier Beizprozess (Silken Bond) auf der Basis von Kaliumpermanganat und Phosphorsäure hervorgegangen. Die Funktion der Beize basiert auf demselben Prinzip wie die chrom(VI)haltige Variante und ermöglicht es, Kunststoffbauteile aus ABS und ABS-PC in bestehenden Anlagen ohne einen zusätzlichen Prozessschritt zu beschichten (Abb. 1). Einschränkungen gibt es lediglich bei der Beschichtung von mehrkomponentigen Kunststoffbauteilen, sogenannten 2K- und 3K-Substraten. Auch der Ringversuch zu chrom(VI)freien alternativen Beizprozessen des Fachverbands galvanisierter Kunststoffe (FGK), einem Zusammenschluss von mehreren Kunststoffbeschichtern, kam im Jahre 2018 zu einem vergleichbaren Ergebnis. Die als selektiv bezeichnete Beschichtung von 2- und 3K-Bauteilen erfordert daher noch einige Anpassungen der Prozessschritte, die momentan in der Entwicklungsabteilung der Coventya Gruppe im Fokus stehen.

Die Einführung des Prozesses auf industrieller Ebene zur Beschichtung von ABS und ABS-PC erfolgte bereits 2017 in Koopera-



Abb. 1: Prozess-Sequenzen Silken Bond

tion mit dem Unternehmen Synchotec in Spanien. Darüber hinaus besteht eine Partnerschaft mit Bossini in Italien, die im vergangenen Jahr bereits auf eine serienmäßige, REACH-konforme Beschichtungssequenz umgestellt haben. Derzeit läuft hier die gemeinsame Erarbeitung der Freigaben zur Beschichtung von Bauteilen für den Automobilsektor.

3 Dekorative Glanzchromabscheidung

Dekorative Oberflächen mit Chrom als Endbeschichtung werden in hohem Umfang in der Möbel-, Sanitär- und Automobilindustrie eingesetzt. Hierbei steht der optische Eindruck der Chromoberfläche im Vordergrund, insbesondere auch aus Gründen der Kombination von verchromten Bauteilen, dem sogenannten Mischverbau. Die Farbcharakterisierung erfolgt durch Vermessung im $L^*a^*b^*$ -Farbraum, wobei der L-Wert und der b-Wert die relevanten Kenngrößen liefern. Die abgeschiedene Chromschicht aus hexavalenten Elektrolyten erscheint bläulich, was einen negativen b-Wert von etwa -1,0 ergibt. Bei einem b-Wert von dreiwertigen Schichten unter -0,5 ist die Möglichkeit eines Mischverbaus mit Teilen aus einem

Chrom(VI)elektrolyten gewährleistet. Die Coventya bietet zum Beispiel mit Tristar 330 AF einen Elektrolyten zur Abscheidung von dekorativen Chromschichten mit entsprechender Farbe an. Für den Einsatz in entsprechenden Verchromungsprozessen spielt des Weiteren die Abscheidegeschwindigkeit eine wichtige Rolle. Diese liegt beim genannten System bei etwa $0,07 \mu\text{m}/\text{min}$, sodass der Prozess auch in Beschichtungsanlagen mit fester Taktzeit integriert werden kann. Auf eine Vergrößerung des Volumens des Chromelektrolyten kann damit im Betrieb verzichtet werden. Die abgeschiedenen Schichtstärken sind zuverlässig mittels X-Ray oder Couloscope messbar. Die Abwässer des Elektrolyten und der Spülen können der herkömmlichen Behandlung problemlos zugeführt werden.

Neben der Farbe müssen Korrosions- und Abriebbeständigkeit der Chromschicht mit den bisher üblichen Schichten aus Chrom(VI)-verfahren vergleichbar sein. Im CASS-Test nach DIN EN ISO 9227 weist die neu entwickelte Schicht in Kombination mit einer mikroporösen Nickelschicht nach 60 Stunden keine Korrosion auf. Die Salzsprühbeständigkeit nach DIN EN ISO 9227 beträgt bei der Verwendung der zum Patent angemelde-

ten chrom(VI)freien Nachbehandlung (Tristar Shield) bis zu 1000 Stunden. Die Nachbehandlung erfolgt in einem Arbeitsschritt und hat eine spezielle Beschichtungssequenz, durch welche die Chromoxidschicht signifikant erhöht wird (Abb. 2 und 3). Diese Erhöhung bewirkt die Steigerung des Korrosionsschutzes und sorgt zusätzlich für eine Passivschicht mit deren Hilfe der Nickellässigkeitstest nach DIN EN 1811 bestanden wird. Die vielfach nach herstellerepezifischen Normen geforderten Reiniger- und Abriebtests zeigten ebenfalls positive Ergebnisse.

Nach erfolgreich abgeschlossenen Tests in Pilotanlagen wird das TRISTAR 330 AF-Verfahren in Deutschland derzeit bei zahlreichen Anwendern erprobt. Im europäischen Ausland wird der neue Prozess bereits in industriellen Großanlagen erfolgreich eingesetzt.

4 Hartchrom

Per Definition werden Chromschichten oberhalb von $1 \mu\text{m}$ als Hartchromschicht bezeichnet. Eine Hartchromschicht erfüllt größtenteils technische Ansprüche, wie zum Beispiel hohe Härte, gute Verschleißfestigkeit, hohe Temperaturbeständigkeit und geringe Klebneigung.

Lesen Sie weiter unter womag-online.de

Unter WOMag-online.de steht der gesamte Beitrag zur Ansicht zur Verfügung. Im Weiteren wird die Abscheidung von Hartchrom aus einem Chrom(III)elektrolyten sowie die Eigenschaften der hergestellten Schichten vorgestellt. Der Gesamtumfang des Beitrags beträgt etwa 4 Seiten mit 9 Abbildungen und 1 Tabelle.

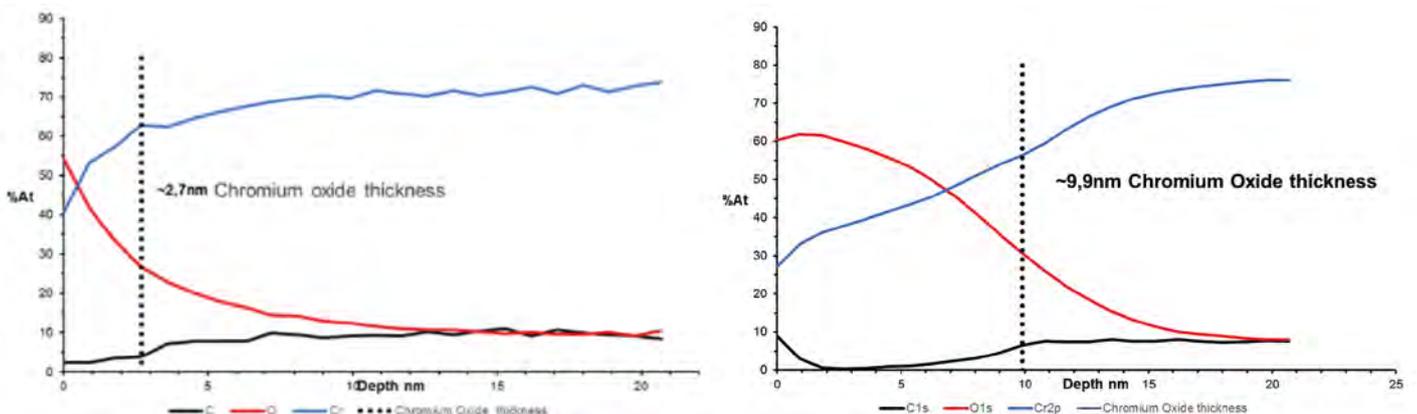


Abb. 2: Oxidschicht konventionell abgeschiedener Schichten aus einem dreiwertigen Chromelektrolyten (links) und Oxidschicht mit erhöhter Chromoxidschichtdicke nach spezieller Beschichtungssequenz (rechts)

Hartverchromung aus dreiwertigen Elektrolyten

F&E-Kooperation zwischen Coventya und Betz-Chrom – ein Bericht von H. Betz und M. Farahani

Die Hartverchromung zeichnet sich durch eine Vielfalt an positiven Eigenschaften in Bezug auf die Schicht selbst als auch in Bezug auf die Handhabung des Beschichtungsprozesses aus. Die Chromschicht brilliert in Härte, Festigkeit sowie Verschleiß- und Reibbeständigkeit. Darüber hinaus ist sie beständig gegenüber Oxidation und bietet einen guten Korrosionsschutz. Ferner ermöglichen die Bioverträglichkeit und Wirtschaftlichkeit den Einsatz von Hartchrom in den verschiedensten Industriebereichen.

Das Verfahren der Hartverchromung basiert bisher auf Chromtrioxid (CrO_3), das im April 2013 in den Anhang XIV der EU-Verordnung REACH (Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals) aufgenommen wurde. Seit dem 21. September 2017 erfordert der Einsatz von Chrom(VI)-verbindungen eine Zulassungsgenehmigung. Diese Genehmigung zur Verwendung wird von der Europäischen Kommission allerdings nur für einen begrenzten Zeitraum von maximal zwölf Jahren gewährt. Aus industrieller Sicht ist das oftmals ein zu kurzer Zeitraum, um die nötige Umstellung auf ein chrom(VI)-freies Verfahren zu ermöglichen. Daher verschärft sich die Unsicherheit über zukünftige Geschäftstätigkeiten bei den Anwendern. Insbesondere kleinere mittelständische Unternehmen, die die Mehrheit in der Galvanikbranche darstellen, sehen sich in einer Existenz bedrohenden Lage.

Aufgrund der von Chrom(VI) ausgehenden Gefahren für die menschliche Gesundheit setzt sich die Branche intensiv mit möglichen Alternativen zur sechswertigen Verchromung auseinander. Während für dekorative Zwecke bereits die Chrom(III)technologie zum Einsatz kommt, konnte dieses Verfahren bisher nicht auf die funktionelle Hartverchromung übertragen werden. In einer gemeinsamen Forschungskoooperation ist Coventya und Betz-Chrom nun die Entwicklung eines stabilen Pilotprozesses zur funktionellen Beschichtung unter Einsatz eines Chrom(III)elektrolyten gelungen. Der Prozess liefert reproduzierbare Hartchromschichten mit hoher Qualität.

Das bei Betz-Chrom unter der Bezeichnung *BeGreen Chrome* geführte Verfahren scheidet aus dem Elektrolyten Duratri 240 eine

funktionelle Hartchromschicht auf Basis von dreiwertigen Chromverbindungen ab. Erste Kundenbauteile konnten bereits erfolgreich beschichtet werden und befinden sich derzeit in der Beprobung hinsichtlich ihrer Tauglichkeit im entsprechenden Anwendungsfall.

BeGreen Chrome – warum grün?

Wie stolze Eltern hat Betz-Chrom dem neuen Verfahren einen Namen gegeben: *BeGreen Chrome*. *Be* kennzeichnet hierbei die Zugehörigkeit zur Betz-Chrom-Familie und *Chrome* informiert über die Art der Beschichtung. Aber was bedeutet *Green*? Damit wird die Hartverchromung auf Basis von dreiwertigen Chromverbindungen hervorgehoben. Während Chrom(VI)oxid rotviolett ist, weist Chrom(III)oxid eine grüne Farbe auf (Abb. 1). Die Vermeidung sechswertiger Chromverbindungen stellt zudem einen umweltverträglicheren Prozess dar, was im heutigen Sprachgebrauch durch das Wort *Grün/Green* zum Ausdruck gebracht wird.



Abb. 1: Chrom(III)oxid ist ein grünes Salz

Eigenschaften der Hartchromschicht

In der Testphase wurden Stabilität und Handhabung des Elektrolyten sowie die technischen Eigenschaften der abgeschiedenen

Schicht untersucht. Dafür hat Betz-Chrom verschiedene Materialien mit Duratri 240 verchromt und diverse Oberflächengüten erzeugt. Für die Analyse der Schichteigenschaften hat Betz-Chrom das unabhängige Institut für Galvano- und Oberflächentechnik Solingen (IGOS) beauftragt. An den Prüfkörpern führte IGOS eine 1008 Stunden-Salzsprühnebelprüfung nach der Norm DIN EN ISO 9227 NSS:2017-07, eine Schichtdickenmessung nach DIN EN ISO 2178:2016-11, eine Verschleißprüfung mit dem Reibradverfahren nach DIN EN ISO 7784-2:2016-12 sowie eine Härteprüfung nach Vickers gemäß DIN EN ISO 4516:2002-10 durch. Darüber hinaus wurde die Rissbildung der Chromschicht dargestellt.

Die technischen Eigenschaften der funktionellen Hartchromschicht auf Basis dreiwertiger Chromverbindungen sind in *Tabelle 1* zusammengestellt.

Mit dem Prozess *BeGreen Chrome* können aus dem Elektrolyten Duratri 240 reproduzierbare Hartchromschichten abgeschieden werden, die eine gute Schichthftung aufweisen. Eine vorherige Unternickelung ist für die Schichthftung nicht notwendig.

Im Gegensatz zur metallisch-blauen Färbung der herkömmlichen Hartchromschichten weist die aus dem dreiwertigen Elektrolyten abgeschiedene Chromschicht eine metallisch-graue Farbe auf. Dieser leichte Farbunterschied sollte jedoch im Bereich der funktionellen Beschichtung vernachlässigbar sein.

Punkten kann die mit dem Verfahren *BeGreen Chrome* erzeugte Schicht in der hohen Härte, die mit einer Nachbehandlung bis auf

Tab. 1: Eigenschaften einer Hartchromschicht aus einem Chrom(III)elektrolyten

| | |
|--|--|
| Farbe | Halbglänzend gräulich |
| Härte | 800 HV _{0,05} – 900 HV _{0,05} Mit Nachbehandlung sind Härten bis 1600 HV erzielbar. |
| Verschleißbeständigkeit (Reibradverfahren) | Taber Abraser Test: 1,6 mg/1000 Umdrehungen |
| Rissanzahl sowie Struktur | 8 µm: 20 Risse/mm mit 200–250 nm Rissgröße 35 µm: 10 Risse/mm mit 800–900 nm Rissgröße 110 µm: 3 Risse/mm mit 1,5 µm Rissgröße |
| Korrosionsbeständigkeit nach DIN EN ISO 9227-NSS | Chrom 50 µm: 120 h Rp 9 Hybridbeschichtung mit chem. Nickel High Phos. 30 µm + Chrom 20 µm: < 1008 h Rp 10 |

1600 HV erhöht werden kann. Entsprechend überzeugen kann die Abriebbeständigkeit mit einer Gewichtsverlustdifferenz von 1,6 mg/1000 Umdrehungen im Taber Abraser-Test.

Als problematisch ist die Rissbildung anzusehen. Schichten aus sechswertigen Hartchromelektrolyten weisen kleinste Risse auf, die nicht durchgängig sind (Mikrorisse). Die Schicht bietet einen Korrosionsschutz, da Korrosionsmedien nicht bis zum Grundwerkstoff durchdringen können. Darüber hinaus erzeugen Mikrorisse ein antiadhäsives Verhalten und tribologische Vorteile. Im Gegensatz dazu weist der Querschleif der Hartchromschicht aus dem dreiwertigen Elektrolyten der Coventya GmbH (Duratri 240) (Abb. 2) vereinzelte breite und durchgängige Risse auf (Makrorisse). Ein Korrosionsschutz kann mit einer vorherigen Unternickel-

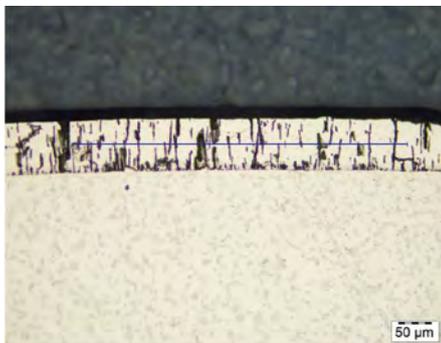


Abb. 2: Die Darstellung der Rissigkeit der Chromschicht wurde durch eine entsprechende Ätzung des Querschleiffs mit anschließender Auswertung am Lichtmikroskop durchgeführt; dabei wurde eine Rissanzahl von 27 Risse auf einer Messstrecke von 500 µm ermittelt

lung erzeugt werden. Die Ergebnisse der Salzsprühnebelprüfung bestätigen eine sehr gute Korrosionsbeständigkeit für das hybride Schichtsystem chemisch Nickel (High Phos) und Hartchrom aus dem dreiwertigen Elektrolyten. Hierbei sollte erwähnt werden, dass chemisch abgeschiedenes Nickel unbeständig gegenüber nitrosen Gasen ist und sich daher nicht für alle Anwendungen eignet.

Für Anwendungsbereiche, die besondere tribologische Eigenschaften erfordern und/oder eine vorherige Unternickelung nicht erlauben, ergibt sich weiterer Forschungsbedarf. Idealerweise wird die Steuerbarkeit der Rissbildung bis hin zu einer rissfreien Schicht angestrebt, um die tribologischen Eigenschaften und die Korrosionsbeständigkeit gezielt zu lenken. Ob und wann dies möglich ist, ist jedoch noch nicht absehbar.

Handhabung des Elektrolyten

Der Elektrolyt Duratri 240 erfüllt die Anforderungen der Oberflächenindustrie an einen umweltverträglicheren Prozess durch Vermeidung von sechswertigen Chromverbindungen. Im Gegensatz zu einigen alternativen dreiwertigen Chromelektrolyten enthält Duratri 240 zudem keine Borsäure.

Das Verfahren BeGreen Chrome ist im Vergleich zur herkömmlichen Hartverchromung deutlich aufwendiger. Es bedarf einer mehrteiligen Vorbehandlungsreihe, da der Elektrolyt nicht über die reinigende Wirkung sechswertiger Chromsäure als Hauptbestandteil eines klassischen Hartchromelektrolyten verfügt. Gemessen an herkömmlichen



Abb. 3: Beispiele für Bauteile mit BeGreen Chrome Beschichtung

Chromelektrolyten gestaltet sich die Elektrolytführung anspruchsvoller, da die Eingriffsgrenzen enger sind und der Elektrolyt sensibler auf Verunreinigungen reagiert. Für eine Langzeitstabilität wird die Steuerung der Fremdmittelkonzentration mittels eines Ionenauschers empfohlen. Eine Membranelektrolyse ist nach bisheriger Erfahrung der Autoren nicht notwendig. Durch den Einsatz von nicht löslichen Anoden (Mischoxidanden, Graphit oder Edelstahl) lässt sich eine der Hauptquellen für Verunreinigungen im Elektrolyten ausschalten. Diese sind im Vergleich zu Bleianoden kostenintensiver und zudem schwieriger mechanisch formbar. Dadurch erschwert sich die Beschichtung von Innenflächen und komplexen Geometrien. In der ganzheitlichen Betrachtung sollte auch die Entsorgung angesprochen werden. Bisher gibt es in der Abwasserbehandlung von

DIAPRODUCTS – PREMIUM PLATING CHEMICALS

IPT CHEMICAL INTELLIGENCE

IPT International Plating Technologies bietet ein komplettes Sortiment an Verfahrenstechnologie für moderne Schichtsysteme.

Moderne Vorbehandlung für alle Substrate. Biologisch abbaubare Reiniger für die umweltbewusste Oberflächenbehandlung mit optimalen Kosteneffekten in der Entsorgung.

Innovative Kupfer-, Nickel-, Chrom- und Dispersionsverfahren ergeben ein extrem breites Spektrum für die Herstellung funktionaler Schichten für

- > Reibwerterhöhung,
- > Reibwertreduzierung,
- > Verschleißschutz &
- > Korrosionsschutz.



IPT INTERNATIONAL PLATING TECHNOLOGIES GMBH
 Tel. +49 (0)711 / 914 02 50-0
 Fax. +49 (0)711 / 914 02 50-9
 E-Mail sales@ipt-gmbh.com
 www.ipt-gmbh.com

OBERFLÄCHEN

Betz-Chrom GmbH



Die Betz-Chrom GmbH wurde 1952 gegründet und vereint an den beiden Standorten bei München rund 55 Mitarbeiter. Das inhabergeführte Unternehmen ist auf die funktionelle Veredelung und mechanische Bearbeitung von Metalloberflächen spezialisiert. Verschiedene technische Eigenschaften werden mit den Beschichtungssystemen Hartchrom und chemisch Nickel erzeugt und so Bauteile für einen sicheren Einsatz vor Korrosion und Verschleiß geschützt. Ihr Know-how setzt Betz-Chrom auch für die Beschichtung von Bauteilen mit komplexen Geometrien oder großen Abmessungen ein. Eine Schlüsselfunktion stellt dabei der intelligente Vorrichtungsbau dar, der langjährige Praxiserfahrung mit moderner CAD- und 3D-Druck-Technologie verbindet. Die Präzisionsbearbeitung von Oberflächen erfolgt mit den mechanischen Verfahren Rundscheifen, Strahlen, Superfinish und Polieren.

Betz-Chrom kombiniert nahezu 70 Jahre Erfahrung in der Oberflächentechnik mit einer innovativen und wissbegierigen Unternehmenskultur. Forschungsk Kooperationen, der Einsatz von neuen Technologien und die Schulung von Fachkräften sollen das Qualitätsversprechen garantieren. Dies ist ebenso in den Leitlinien des Unternehmens verankert wie die Verantwortung gegenüber der Umwelt sowie der Gesundheit der Mitarbeiter. Entsprechend sind das Qualitätsbewusstsein, Arbeitsschutzmanagement sowie die Maßnahmen zum Umweltschutz und zur Energieeinsparung nach Norm geprüft und zertifiziert.

➔ www.betz-chrom.de

dreiwertigen Elektrolyten wenig Erfahrung, weshalb häufig nur eine thermische Entsorgung möglich ist. Coventya arbeitet intensiv an einer nachhaltigen Lösung zur internen Behandlung von Abwässern.

Als Alternative zur herkömmlichen Hartverchromung stellt die Beschichtung mit einem Chrom(III)elektrolyten aufgrund der benötigten Infrastruktur sowie der teureren Chemie und Anodentechnik einen deutlich kostenintensiveren Prozess dar. Weitere Forschung zielt darauf ab, die Stabilität des Elektrolyten und insbesondere die Robustheit gegenüber Verunreinigungen durch Fremdmetalle weiter zu verbessern. Mittelfristig wird zudem eine Lösung zur internen Abwasserbehandlung angestrebt.

Ausblick

Aufgrund der vielen technischen Eigenschaften der sechswertigen Hartverchromung gestaltet sich die Entwicklung einer Alternativtechnologie sehr langwierig. Aktuell ist keine Alternative absehbar, die die Kombination aller technischer Eigenschaften gewährleistet

und somit die funktionelle Beschichtung mit Chrom(VI) substituieren kann. BeGreen Chrome zeigt allerdings erste positive Resultate hinsichtlich der oben genannten Schichteigenschaften.

Alternativtechnologien abseits der galvanischen Verfahren stellen für viele Beschichter keine praktikable Option aufgrund fehlenden Know-hows oder mangelnder Infrastruktur dar. Diesbezüglich machen die positiven Ergebnisse der Forschungskoope ration zwischen Coventya und Betz-Chrom Hoffnung auf ein galvanisches Verfahren als mögliche zukünftige Alternative. Bis dahin ist es jedoch noch ein weiter Weg. Die positiven Eigenschaften sowie die noch bestehenden Defizite des Beschichtungssystems BeGreen Chrome mit dem Elektrolyten Duratri 240 haben die bisher durchgeführten Versuche, wie hier dargestellt, aufgezeigt. Die Weiterentwicklung der dreiwertigen Hartverchromung wird von den Kooperationspartnern auch zukünftig gemeinsam vorangetrieben.

Eine Substitution von Chrom(VI) kann jedoch nicht allein aus der Galvanotechnik betrieben

werden. Hierfür benötigt es die Bereitschaft des Maschinenbaus, etablierte Verfahren zu hinterfragen und neue Beschichtungssysteme zu testen. Die Betz-Chrom GmbH freut sich über weitere interessierte Pioniere, die eine funktionelle Verchromung mit Chrom(III)systemen für ihren Einsatzbereich testen wollen. In enger Zusammenarbeit wird im ersten Schritt analysiert, welche technischen Eigenschaften die Beschichtung in dem konkreten Anwendungsfall benötigt. Anhand dessen werden die optimale Vor- und Nachbehandlung im Prozess umgesetzt. Während der kundenseitigen Testphase steht Betz-Chrom durchgehend als Ansprechpartner und für weitere Optimierungen zur Verfügung. Deshalb die Aufforderung der Betz-Chrom GmbH: *Kontaktieren Sie uns für eine Projektierung und werden Sie Teil unserer Forschungskoope ration.*

Kontakt:

Mohammad Farahani
m.farahani@betz-chrom.de



AKTUELLES

aus Wirtschaft, Wissenschaft und Technik

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

Umfassend und immer auf dem neuesten Stand!

≡ Verchromte Oberflächen – nach wie vor unverzichtbar im Automobil

BIA Forum mit Neuigkeiten und Entwicklungen der BIA Kunststoff- und Galvanotechnik GmbH & Co. KG aus Solingen, situationsbedingt als Online-Veranstaltung



Jörg Püttbach, BIA-Geschäftsführer, begrüßt Interessenten im neuen Format (Bild: BIA)

Da Präsenzveranstaltungen dieser Tage kaum möglich sind, nutzte der Automobilzulieferer BIA Ende November erstmals ein digitales Format, um seine Geschäftspartner über aktuelle Entwicklungen im Unternehmen und der Branche zu informieren. Jörg Püttbach, Geschäftsführer der BIA Gruppe, begrüßte die Teilnehmer online zur digitalen Tagung mit Informationen zu aktuellen Themen bei BIA sowie Neuerungen auf dem Gebiet der Herstellung und Beschichtung von Kunststoffteilen. Eingangs stellte der Geschäftsführer die für die BIA Gruppe wichtige neue Schlüsselposition eines Technologie-managers Automotive vor. Gewonnen wurde für diese Stelle mit Dr. Markus Häp ein erfahrener Fachmann der Galvanotechnik, der ein kompetenter Ansprechpartner für neue Ideen der Kunden und die dafür erforderlichen technischen Lösungen sein wird. Zu seinen wichtigen Aufgaben gehört derzeit die Koordination und Kommunikation mit den Kunden, um die im Zusammenhang mit den REACh-Anforderungen erforderlichen Alternativerfahren zu implementieren.

BIA ist nach den Worten von Jörg Püttbach weltweit an allen wichtigen Standorten der Automobilindustrie vertreten. Alle Werke verfügen über die modernsten Anlagen zur Herstellung von Kunststoffteilen – derzeit mit insgesamt 150 Spritzgussmaschinen –, für die Beschichtung und für die Prüfung der Verfahren und Oberflächen. Neben den alternativen Beschichtungsverfahren treibt BIA

auch die chrom(VI)freie Vorbehandlung voran. Zu den neuesten Verfahrenstechniken zählt das Lackieren von Kunststoffoberflächen. An allen Standorten stehen neben der Produktion von höchster Qualität auch der bestmögliche Umweltschutz sowie eine hohe Ressourceneffizienz im Mittelpunkt. Nahezu alle Standorte betreiben bereits Anlagen zur Abscheidung von Chromoberflächen aus Chrom(III)verfahren. Die Vorbehandlung ohne Chromat wird derzeit in Ringversuchen des Fachverband Galvanisierte Kunststoffe (FGK) erprobt. Für die Realisierung wird allerdings nach Einschätzung von BIA noch einige Zeit erforderlich sein.

Das neueste Werk wurde von kurzem in Mexiko eröffnet und betreibt die inzwischen zwölfte und derzeit größte Galvanoanlage innerhalb der BIA Gruppe. Die Serienproduktion wird dort im April 2021 aufgenommen.

Dr. Markus Dahlhaus und Jörg Püttbach gaben den Teilnehmern einen Einblick in die Umsetzung der Forderungen aus REACh zur Autorisierung von Chrom(VI). Hier wird seit kurzem seitens der Behörden die Erstellung eines Substitutionsplans für die Alternativen zu Chrom(VI) gefordert. Daraus resultierend wird BIA bis 2025 alle Verchromungen vom bisher üblichen System auf Basis von Chrom(VI) auf Chrom(III)systeme um-

stellen. Bei den Verfahren zur Vorbehandlung von Kunststoffen konnte bisher nach Aussage von Dr. Dahlhaus noch keine wirkliche Lösung entwickelt werden. Für die Umstellung sind ihm zufolge noch etwa acht bis zehn Jahre erforderlich. Dabei spielen auch die Genehmigungsverfahren mit den Kunden aus der Automobilindustrie eine wichtige Rolle. Dies gilt vor allem im Hinblick auf die laufenden Artikel in der Serie. Bei der Vorbehandlung können einige Bauteile bereits recht erfolgreich in anderen Verfahren



Das neue Werk in San Luis Potosi in Mexiko (Bild: BIA)



Blick auf die neue Anlage im BIA-Werk in Mexiko

(Bild: BIA)

OBERFLÄCHEN

konditioniert werden, aber nicht das gesamte Spektrum an Materialkombinationen und Bauteilgeometrien.

BIA arbeitet derzeit an der Erstellung einer neuen Galvanikanlage in Solingen, mit der eine Umstellung sukzessive erfolgen kann. Diese neue Anlage erlaubt es, in der laufenden Serie auf eine neue Vorbehandlung umzustellen und alle dafür notwendigen Produktionsparameter zu erarbeiten und zu optimieren. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse fließen in die Umstellung aller weiteren Anlagen bei BIA ein. Auch alternative Verfahren zur Erzeugung chromähnlicher Oberflächen kommen bei BIA immer wieder auf den Prüfstand, um im Hinblick auf die Marktlage das Portfolio entsprechend zu erweitern.

Dr. Felix Heinzler, Leiter Entwicklung und Prozesstechnik, stellte die neueste Beschichtungsvariante der BIA, eine Lackierung von Kunststoffteilen, vor. Dazu wurde am Standort Solingen eine Lackieranlage aufgebaut, mit der die hochwertigen Teile der BIA mit Hochglanzschwarz – zukünftig sehr wahrscheinlich auch Schwarzmatt – und Chromeffektlack beschichtet werden können. Darüber hinaus sollen auch laserstrukturierte Teile, zum Beispiel in Art des Nachtdesigns, mit zusätzlicher Lackierung aufgenommen werden. Für die Lackierung werden Handlings- und Lackierroboter eingesetzt, wodurch in Verbindung mit einem Rondelltrockner eine sehr kompakte Anlage zur Herstellung von Ein- und Mehrschichtlackierungen zur Verfügung steht. Mit der Technologie können sehr komplexe 3D-Geometrien bearbeitet werden,



Dr. Felix Heinzler, Jörg Püttbach und Dr. Markus Dahlhaus stellen sich den Fragen der Teilnehmer am BIA Online-Forum (Bild: BIA)

ebenso Teile für Hinterleuchtung. Die Teile selbst werden für die Lackierung auf Gestellen fixiert. Die Teilegröße richtet sich nach den Abmessungen der erstellten Lackieranlage, die bei einer maximalen Höhe von 200 mm einen Aufnahmeraum von 1400 mm x 800 mm bietet. Mit der neuen Anlage ist es BIA damit möglich, Teile sowohl mit Galvanik als auch mit Lackoberfläche anzubieten. Dadurch werden die notwendigen Werkzeugkosten für die Herstellung der Kunststoffteile gering gehalten und das Portfolio der BIA deutlich erweitert. Verarbeitbar sind wasserbasierte und lösemittelbasierte Lacke. Das Unternehmen legt selbstverständlich sowohl beim Lackieren als auch bei der galvanischen

Beschichtung hohen Wert auf den Umweltschutz.

Die Zukunft bei beschichtetem Kunststoff aus Sicht der BIA

Dr. Markus Dahlhaus ist der Ansicht, dass mit unterschiedlichen Autorisierungszeiträumen für die galvanische Beschichtung auf Basis von Chrom(VI) und für die Vorbehandlung von Kunststoff mit dem Einsatz von Chromsäure zu rechnen ist, insbesondere, weil für die galvanische Verchromung heute bereits Alternativen verfügbar sind, während diese für die Vorbehandlung noch in einem frühen Entwicklungsstadium sind.

Beim Mischverbau von Teilen mit Schichten aus Chrom(III)- und Chrom(VI)verfahren sind nach Aussage von Dr. Dahlhaus heute bereits kaum mehr Unterschiede im Aussehen zu verzeichnen. Dies ist vor allem auch auf eine sehr hilfreiche Festlegung der Toleranzen durch die OEMs möglich. Hier verweist er auf erfolgreiche Ansätze bei VW, die eine gute Basis für die zukünftige zuverlässige Herstellung von galvanisierten Kunststoffteilen darstellen.

Nach Meinung von Dr. Markus Dahlhaus ist durchaus eine deutliche Verunsicherung in der Automobilbranche mit den Zulieferern bezüglich der zu erfüllenden REACH-Auflagen für Chromoberflächen erkennbar, insbesondere aufgrund der ausstehenden Entscheidung der Behörden. Allerdings sind vor allem im Automobilinnenbereich nach wie vor Echtchromoberflächen gefragt und aufgrund der Wertigkeit auch unverzichtbar.

Im Hinblick auf das neue BIA-Angebot des Lackierens betont Dr. Felix Heinzler, dass die

Strategische Erweiterung des Managements – BIA besetzt Technologiemanager Automotive



Dr. Markus Häp (Bild: BIA)

Mit dem Technologiemanager Automotive hat die BIA Gruppe eine neue, strategisch wichtige Stelle geschaffen. Besetzt wurde diese Schlüsselposition nun mit Dr. Markus Häp (49). Der promovierte Chemiker war viele Jahre bei einem Fachchemie-Lieferanten für Entwicklung und Produktmanagement im Bereich Galvanochemie verantwortlich. Anschließend wechselte er auf die Seite der Verchromer und arbeitete mehrere Jahre als Experte und Technischer Leiter für die Galvaniken eines Zulieferers für Chrombauteile.

Mit seiner ausgewiesenen Erfahrung und Expertise im Bereich der galvanischen Veredelung und guter Kenntnis der Automotive-Branche soll Dr. Häp in Zukunft Schnittstelle und Sprachrohr des international agierenden Automobilzulieferers BIA zu und für die Automobilhersteller und die sogenannten 1st TIERs sein. Als solcher wird er Ansprechpartner für Designer, Entwickler und Konstrukteure sein und diese mit neuen Ideen und technische Lösungen aus dem Hause BIA unterstützen. Dr. Häp wird zudem neue Trends im Bereich des Oberflächendesigns identifizieren und so eigene Impulse für die Produktentwicklung im Hause BIA geben.

BIA die Technologie primär als Möglichkeit sieht, ihr Paket an Teilen für die Automobilindustrie zu erweitern und so ihre Attraktivität für die Kunden zu steigern. Sollte das Angebot in starkem Maße angenommen werden, so können bei Bedarf die Kapazitäten deutlich ausgeweitet werden. Die neue Anlage wurde unter anderem auf diesen Gesichtspunkt hin konzipiert. Zudem wird nach

Aussage von Dr. Heinzler der neue Technologiemanager Automotive Entwicklungen für innovative Neuheiten unter Einbeziehung von lackierten Oberflächen den Kunden unterbreiten und zusammen mit diesen entwickeln. Einer der Gesichtspunkte zur Einrichtung der Lackieranlage richtet sich auf den Einsatz von Chromeffektlackierungen. Diese können als Alternativen für einige Tei-

le gesehen werden, die beispielsweise nicht auf den Cool-Touch-Effekt, den eine metallische Oberfläche aufweist, Wert legen oder auch kleine Flächen aufweisen. Darüber hinaus bietet Lack die Möglichkeit, weitere Farbnuancen einer chromartigen Oberfläche zu erzeugen.

↳ www.bia-group.com

Intermediates – Klärung der deutschen Rechtslage durch Feststellungsanträge

Bereits seit zwei Jahren kämpft der ZVO e. V., Zentralverband Oberflächentechnik, darum, dass die Rechtsprechung der europäischen Gerichte zum Thema Zwischenprodukt (*Intermediate*) durch die Überwachungsbehörden umgesetzt wird. Mittlerweile wurde auch in Deutschland durch ein Oberverwaltungsgericht bestätigt, dass die Ansichten der EU-Kommission nicht der Interpretation der REACH-Verordnung seitens des Europäischen Gerichtshofes (EuGH) entsprechen.



Kurz zur Erinnerung: Zwischenprodukte sind grundsätzlich von der Autorisierungspflicht nach REACH ausgenommen. Dies würde die Oberflächenbranche, vor allem die Galvanikunternehmen, sofort massiv entlasten, denn die Ausgangsprodukte zur Metallisierung von Oberflächen entsprechen nach Meinung des ZVO der Zwischenproduktdefinition in REACH. ECHA und EU-Kommission teilen diese Auffassung jedoch nicht. Bereits seit 2010 wird ein Leitfaden angewandt, der eine zusätzliche Bedingung für die Anerkennung einer Verwendung als Zwischenprodukt aufstellt. Danach darf die Verwendung nicht der Veredelung von Erzeugnissen, sondern nur der reinen Gewinnung des Stoffes, also des Metalls dienen.

Dieser Interpretation hat der EuGH bereits 2017 eindeutig widersprochen. Das OVG Rheinland-Pfalz erklärte den oben genannten Leitfaden mit Bezug auf das Urteil des EuGH als veraltet und nicht mehr anwendbar. Der ZVO wendete sich daraufhin bereits im August 2020 an die Bundesanstalt für Arbeitssicherheit und Arbeitsmedizin (BAuA). Sie wurde aufgefordert, entsprechend der deutschen Rechtslage den Leitfaden der ECHA von ihrer Website zu nehmen, auf der

dieser weiterhin als maßgebliches Dokument beschrieben wird. Gleichzeitig wurde die BAuA aufgefordert, die regionalen Vollzugsbehörden darauf hinzuweisen, dass sich die aktuelle Rechtsprechung von diesem bisher angewandten Leitfaden distanziert.

Die Antwort der BAuA umfasste im Wesentlichen folgende Punkte:

- die Auswirkungen der Rechtsprechung müsse auf europäischer Ebene diskutiert werden
- die Auslegung der gerichtlichen Entscheidungen müsste in jedem Anwendungseinzelfall separat analysiert werden;
- die nationalen Überwachungsbehörden müssten nicht explizit auf die aktuelle Rechtsprechung hingewiesen werden, da die Frage der Anwendung und Auswirkung allein in ihrem Entscheidungsbereich läge.

Auch wenn der ZVO schriftlich sein Befremden darüber ausgedrückt hat, dass die BAuA mit Bedacht die eindeutige europäische und deutsche Rechtsprechung unberücksichtigt lassen will, griff er die Anregung auf, Klärung bei den regionalen Vollzugsbehörden zu suchen.

Ein geeignetes rechtliches Mittel zur Klärung der Situation im konkreten Einzelfall ist

ein Antrag auf Erlass eines sogenannte positiven Feststellungsbescheides. Dadurch soll seitens der örtlich zuständigen Behörde positiv entschieden (festgestellt) werden, dass auf der Grundlage der Rechtsprechung des EuGH und des Oberverwaltungsgerichts in Koblenz Chromtrioxid im Rahmen der Verwendung bei der Verchromung als Zwischenprodukt zu behandeln ist. Die Behörden haben die Verpflichtung, über solche Anträge mit Begründung zu entscheiden. Die Ausarbeitung eines Muster-Feststellungsantrags erfolgte im Ressort Umwelt- und Chemikalienpolitik des ZVO.

Da die Entscheidung des OVG Rheinland-Pfalz streng genommen nur in Rheinland-Pfalz unmittelbar bindend ist, erklärten sich verschiedene Mitgliedsfirmen des ZVO aus verschiedenen Bundesländern bereit, einen solchen Antrag bei den für sie zuständigen Überwachungsbehörden zu stellen.

Laufende Aktualisierungen zu diesem wichtigen und weiteren Themen sind auf der Internetseite des ZVO e.V. zu finden, zum Beispiel unter dem Überbegriff **Publikationen**:

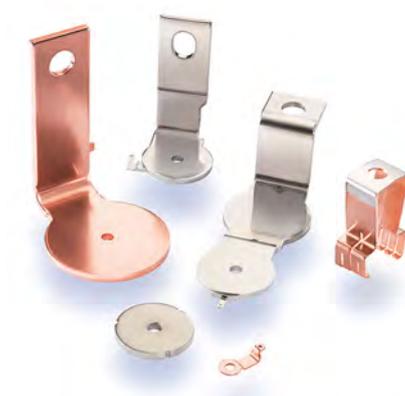
↳ zvo.org/publikationen/positionspapiere

↳ www.zvo.org

Mit Fördergeldern zu neuester Trocknungstechnik

Die Investition in eine energiesparende Wärmepumpentechnik löst Flecken- und Qualitätsprobleme und wird noch staatlich gefördert.

Die Rudi Göbel GmbH & Co. KG stellt Spritzguss-, Stanz- und Hybridbauteile aus Kunststoff, Metall und Silikon her. Diese werden geformt, verbunden und veredelt. Seit der Gründung 1957 ist das Unternehmen aus dem oberfränkischen Helmbrechts zu einem breitgefächerten Spezialisten mit Kunden aus aller Welt herangewachsen.



Metallteile, wie sie bei der Rudi Göbel GmbH & Co. KG hergestellt werden

(Quelle: Rudi Göbel GmbH & Co. KG)

Werden Bauteile beschichtet, so ist natürlich im Anschluss eine Trocknung notwendig. Dafür hatte Göbel, wie viele andere Hersteller auch, seit vielen Jahren ein einfaches Heißluftgebläse im Einsatz. Bei 85 °C verdampfte das auf den Metallteilen anhaften-

de Wasser. Dabei erhitzen sich die Bauteile sehr stark, entwickelten Flecken und wurden überdies in der Taktzeit von sieben Minuten nicht vollständig trocken. Der anschließende Lötprozess konnte mitunter nicht oder nur bedingt durchgeführt werden, denn dazu ist eine absolute Fleckenfreiheit erforderlich. Zudem mussten die Mitarbeiter bei der Weiterverarbeitung der stark erhitzten Teile wegen der thermischen Belastung sehr umsichtig arbeiten. Und natürlich war der in die Jahre gekommene Heißlufttrockner ein hoher Energieverbraucher. Es war und ist die Maxime des Seniorchefs Franz Pichler, immer technisch auf dem neuesten Stand zu sein und so hält es auch sein Sohn, Geschäftsführer Frank Pichler, in allen Werken der Rudi Göbel-Gruppe bis heute. *Es war an der Zeit, auch in Sachen Trocknung eine neue, effiziente und ökologisch sinnvolle Technologie ins Haus zu holen*, erläutert Betriebsleiter Reinhard Schneider. Die entsprechende Empfehlung bekam der Werkstoffspezialist von einem Anlagenbauer.

Tests und Taktzeiten

Für den Trocknungsanlagenbauer Harter aus Stiefenhofen im Allgäu nahm dieses Projekt seinen normalen Gang. Bei Trocknungsversuchen mit Originalteilen von Göbel im hauseigenen Technikum testete Harter das Trocknen der Teile bei unterschiedlichen Parametern. Im Beisein der Projektleiter von

Göbel zeigte sich, dass die Kriterien des Kunden problemlos erfüllt werden konnten. Die Kondensationstrocknung von Harter kann aufgrund ihres alternativen physikalischen Ansatzes in einem niedrigeren Temperaturbereich arbeiten. Dieser liegt variabel zwischen 40 °C und 75 °C. Durch seine in allen Trocknern integrierte Wärmepumpentechnik arbeitet das System extrem effizient. Dadurch liegen die Trocknungszeiten sehr oft deutlich unter den vorgegebenen Taktzeiten. Auch der Energieeinsatz ist erheblich geringer als bei herkömmlichen Trocknern: 60 °C, vier Minuten Trocknungszeit und keine Flecken – dieses Endergebnis konnte sich sehen lassen.

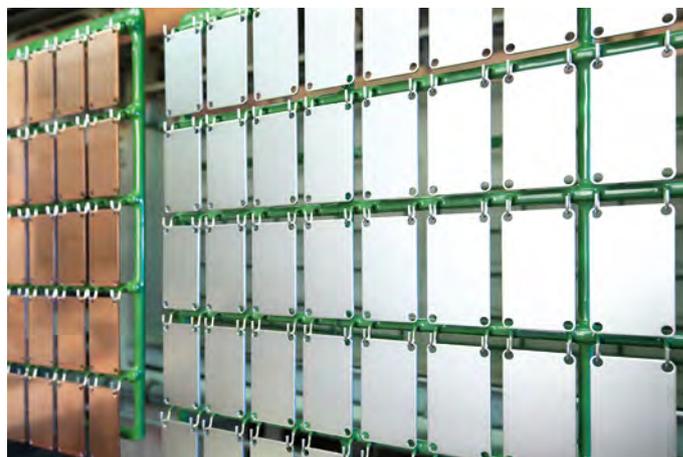
Kein Hitzeschlag

Heute hat Göbel zwei Gestelltrockner von Harter im Einsatz. Ihre Innenmaße in Laufrichtung betragen (L x B x H) 350 mm x 1400 mm x 1600 mm beziehungsweise 350 mm x 2250 mm x 1600 mm. Beide Trockner sind aus Polypropylen gefertigt und verfügen über ein automatisches Deckelsystem, das sich nur zum Ein- und Ausfahren der Warenträger öffnet. So bleibt die wertvolle Wärme während der Trocknung im System. Es gibt keine Abluft- und damit keine Feuchtebelastung der Mitarbeiter in den Produktionshallen. Die Trocknung findet als Resultat der Vorversuche bei 60 °C statt. Nach der extrem kurzen Trocknungszeit von nur



Das Gestell beim Einfahren in den Trockner, dessen Energieeffizienz staatlich gefördert wird

(Quelle: Rudi Göbel GmbH & Co. KG)



Nach vier Minuten bei 60 °C sind die Teile vollständig trocken und fleckenfrei

(Quelle: Rudi Göbel GmbH & Co. KG)

vier Minuten sind die Bauteile vollständig trocken und weisen keinerlei Flecken auf. Zudem haben sie sich in dieser kurzen Zeit lediglich auf etwa 45 °C erwärmt und können somit sofort weiterverarbeitet werden.

Geschlossener Luftkreislauf

Harter-Trockner haben stets ein integriertes Umluftsystem mit einer individuellen Luftführung. Bei Göbel wurden vier beziehungsweise sechs Umluftventilatoren pro Trockner eingebaut, die für den passenden Luftvolumenstrom sorgen. Überdies wurden die Trockner mit speziellen Abblasdüsen ausgestattet, die beim Einfahren des Warenträgers die erste große Wasserfracht von den Bauteilen abblasen. Sie arbeiten druckluftfrei und damit energiesparend. Diese Option setzt der Allgäuer Trocknerhersteller gerne für sehr komplexe Geometrien oder extrem kurze Trocknungszeiten ein.

Ein Trocknungssystem besteht grundsätzlich aus dem Trockner an sich und einem Airgenex®-Entfeuchtungsmodul. In diesem Modul wird die erforderliche Prozessluft auf-

bereitet: extrem trockene Luft, die dann mit an die Teile angepasster hoher Geschwindigkeit über die Teileoberfläche geführt wird. Physikalisch bedingt nimmt die trockene Luft die Feuchte sehr schnell auf. Zurück im Entfeuchtungsmodul wird diese Luft gekühlt, das Wasser kondensiert aus. Die Luft wird wieder erwärmt und im Kreislauf zurück in den Trockner geführt. Harter-Trockner sind nachweislich die einzigen Systeme auf dem Markt, die mit einem lufttechnisch geschlossenen System und dadurch abluftfrei arbeiten.

Viel Geld für wenig Energie

Auch energetisch ist die Kondensationstrocknung mit ihrer Wärmepumpentechnologie interessant. Die Airgenex®-Entfeuchtungsmodul haben eine Nennleistung von je 4 kW. Bei den Umluftventilatoren, Spezialanfertigungen für Harter, die über die Jahre immer wieder optimiert wurden, beträgt sie lediglich 0,7 kW. Die Nennleistung im Produktionsbetrieb beträgt dann für die bei Göbel eingerichtete Anlage je System insgesamt

6,8 kW beziehungsweise 8,2 kW. *Ein enorm niedriger Wert*, befindet Schneider.

Aufgrund dieser hohen Effizienz können Kunden staatliche Zuschüsse in Höhe von 40 Prozent des Investitionsvolumens bei der BAFA (Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle) beantragen. Um die bürokratischen Hürden einfach zu meistern, hat Harter hier ein Energieberatungsunternehmen als Partner gefunden, das sich auf Kundenwunsch um die Abwicklung der Förderanträge kümmert; bisher stets mit hundertprozentigem Erfolg. Zufrieden kommt Schneider zu diesem Fazit: *Mit den Zuschüssen für die innovative Technologie haben wir neben der hohen Qualitätsverbesserung ein weiteres großes Plus erhalten.*

Kontakt

Harter GmbH, D-88167 Stiefenhofen

➔ www.harther-gmbh.de

Rudi Göbel GmbH & Co. KG, D-95233 Helmbrechts;

Reinhard Schneider, E-Mail: schneider@rgoebel.de

➔ www.rgoebel.de



TROCKEN!

#ENERGIESPAREND #PROZESSSICHER #ABLUFFTFREI #STAATLICH GEFÖRDERT

Damit wir endlich wissen, was wir tun!

Fachleute der Oberflächentechnik befassen sich im Rahmen eines Workshops, organisiert vom Zentralverband Oberflächentechnik e.V., mit Ansätzen zu einer optimalen Entscheidungsfindung und tragen damit dazu bei, die größer werdenden Herausforderungen in Wirtschaft, Wissenschaft und Gesellschaft zu meistern

Täglich treffen wir Entscheidungen. Diese münden in Maßnahmen, die ein bestimmtes Ziel realisieren sollen. Doch erreichen wir dieses Ziel direkt? Die meisten dieser Entscheidungen ziehen zahlreiche Konsequenzen nach sich - und ein großer Teil davon unvorhergesehen. Auf diese unerwarteten Konsequenzen muss wieder reagiert werden, was weitere, häufig ungeahnte Folgen nach sich zieht. Je umfangreicher und komplexer das System ist, in dem Maßnahmen getroffen werden, desto öfter sind wir von den Auswirkungen unseres Handelns oder Unterlassens überrascht. Wer kennt nicht die Situation, in der man vom Planer immer mehr zum Getriebenen seiner eigenen Entscheidungen in Projekten oder anderen Vorhaben wird?

Beispiele finden wir täglich, im privaten, ökonomischen, ökologischen und auch gesellschaftlichen Bereich. Es sind immer die Situationen, in denen man leicht die Übersicht verlieren kann.

Nehmen wir die Chemikalienregulierung am Beispiel Nickel. Es ist leicht zu propagieren, dass ein angeblich zu Allergien führendes Metall nicht mehr genutzt werden soll - manche erinnern sich an die abstruse Regel: Nicht mehr als 3 x 10 min in zwei Wochen oder nicht mehr als 1 x 30 min in zwei Wochen berühren - wissenschaftlich kaum zu begründen und in den Folgen offensichtlich massiv unterschätzt. Was ist mit der Handbrause in der Dusche? Was ist mit der Edelstahlspüle? Was mit Schlüsseln, die jeder jeden Tag in der Hand hat? Nickel ist als Legierungsbestandteil und Reinform aus der modernen Welt nicht wegzudenken. Sollte Nickel tatsächlich in dieser Art verbannt werden, hätte es Konsequenzen auf das private und soziale Umfeld, die sich jene, die so leichtfertig mit Verboten umgehen, nicht hätten träumen lassen.

Ein anderes Beispiel sind die zahlreichen Ausnahmen von der Biozid-Verordnung, die während der Covid-Monate erlassen werden mussten. Regulierung ist einfach - die Konfrontation mit der Pandemierealität hat sie jedoch innerhalb kürzester Zeit in Frage gestellt, wie mittlerweile auch öffentlich bekannt sein sollte (siehe z. B. D.A.Z., die online Apotheker Zeitung).

Mittlerweile ließ sich die EU-Kommission zur notwendigen Reparatur dieser kurzsichtigen und nicht in ihren weitreichenden Folgen untersuchten Regulierungsmonstern neben vielem anderen einen ganz speziellen Ansatz einfallen: Den sogenannten *essential use*. Was für die Gesellschaft überlebenswichtig ist, soll erhalten bleiben. Natürlich entscheiden darüber die Kommission und ihre hochgelobten Experten. Doch sind das nicht genau die Leute, die gerade eben diese Reparatur nötig gemacht hatten?

Es wird Zeit für ein Umdenken! Es wird Zeit, dass wir anders denken!

Wie sollen Entscheidungen getroffen werden, wenn mit vielen Nebenwirkungen und Rückwirkungen zu rechnen ist? Lineares, eindimensionales und statisches Denken führt zu Tunnelblick-Maßnahmen der beschriebenen Art; oft mit katastrophalen Folgen. Die unzweifelhaft sinnvollen Ziele werden dadurch

gleich von Beginn an verfehlt. Nur durch ganzheitliche Betrachtung aller wesentlichen Folgen in einem gegebenen System können ökonomische und ökologische Nachhaltigkeit und Stabilität erreicht werden. Und nur dann sind unter Abwägung der unterschiedlichen zu erwartenden Folgen tatsächlich informierte Entscheidungen möglich.

Wir benötigen ganzheitliche ergebnisoffene Ansätze, die nur durch fachübergreifendes Zusammenwirken kompetenter Personen erfolgreich sein können. Und diese kompetenten Personen (die bewusst nicht als über alle Zweifel erhabenen *Experten* anzusehen sind) müssen sich der öffentlichen Diskussion stellen, sich mit anderen Fachleuten auseinandersetzen.

Es dürfte mittlerweile klar geworden sein, dass die angesprochenen Herausforderungen an unsere gesellschaftlichen, ökologischen und ökonomischen Systeme nicht

Workshop: Nachhaltig planen und entscheiden

Denken und Handeln für stabile Lösungen in komplexen Umgebungen

Zielgruppen: Studierende aller Fachrichtungen, Lehrkörper, dazu zum praxisbezogenen Austausch Industrievertreter/innen, Behördenvertreter/innen

Hauptreferent: Dr. Malte Zimmer (Zentralverband Oberflächentechnik e.V.)

Fachreferenten: Prof. Dr. Bund (TU Ilmenau), Mario Wehner (Geschäftsführer Anke GmbH und Strötzel GmbH), Dr. Baer (Vopelius GmbH), Dr. Bartz (Rolls-Royce), Dr. Heermann (Schlötter GmbH)

Zeit und Ort: 22.-26. März 2021, TU Ilmenau als **Präsenzveranstaltung**

Die Teilnahme ist kostenlos.

Verbindliche Anmeldung bis 26. 02. 2021 per formloser E-Mail an fgceg@tu-ilmenau.de

| | Mo, 22.03.21 | Di, 23.03.21 | Mi, 24.03.21 | Do, 25.03.21 | Fr, 26.03.21 |
|---------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| 09 - 10 | Modul 0 | Modul 3 | Modul 4/2 | Modul 5/2 | Modul 5/4 |
| 10 - 11 | Modul 1 | | | | Modul 6 |
| 11 - 12 | | | | | |
| 12 - 13 | | | | | |
| 13 - 14 | Mittagspause | Mittagspause | Mittagspause | Mittagspause | Workshop-Ende |
| 14 - 15 | | | | | |
| 15 - 16 | Modul 2 | Modul 4/1 | Modul 5/1 | Modul 5/3 | |
| 16 - 17 | | | | | |

Modul 0: Unsere Regeln für unbeschränktes Denken; **Modul 1:** Worum geht es? Komplexe Systeme; **Modul 2:** Wechselwirkungen; **Modul 3:** (Aus-)Wirkungen; **Modul 4:** Kybernetischer Umgang mit Systemen; **Modul 5:** Analyse und Wirkungsabschätzung an einem konkreten Beispiel; **Modul 6:** Schlussfolgerungen, Erkenntnis, Ausblick

durch Einschätzungen fachlich spezialisierter Experten aus Einzeldisziplinen lösbar sind – egal ob Virologe, Klimaforscher oder gar Politiker. Meist werden mehr Probleme aufgeworfen als gelöst. Es braucht Erfahrung im Umgang mit den alltäglichen komplexen Systemen, die sich entwickeln, nur in Tendenzen vorhersagbar und nur interdisziplinär begreifbar sind. Es braucht Menschen, die wissen, dass die Antwort nicht in der Anhäufung immer detaillierterer Daten zu finden ist, denn: *Wer von immer weniger, immer mehr weiß, der weiß am Ende alles – von Nichts.*

Die TU Ilmenau will zusammen mit dem Zentralverband Oberflächentechnik einen Anfang machen, sich aus dem Blick durch Scheuklappen zu befreien und zu Folgeanalysen zu kommen, die diesen Namen auch verdienen. In einem pilotartigen Workshop über eine Woche sollen Studenten, Industrievertreter, Wissenschaftler und Behördenvertreter den Umgang mit komplexen Situationen erarbeiten. Wichtig ist, diese Situationen zu erkennen, sie konkret anzugehen und ohne unzulässige Vereinfachung zu beurteilen. Die Betrachtungen werden von Beispi-

len verschiedener Disziplinen ausgehen, unter anderem der elektrochemischen Oberflächentechnik, um sich dann auf weitere Fachbereiche, wie zum Beispiel Betriebswirtschaft oder Energiewirtschaft auszudehnen. Was wird zur Teilnahme benötigt? Nichts als Offenheit, Unvoreingenommenheit, gesunder Menschenverstand und die Bereitschaft, einmal über den Mainstream-Tellerrand hinaus zu blicken!

➔ www.zvo.org

Elektrochemie am fem:

Neue Abteilungsleitung und neue inhaltliche Ausrichtung

Nach 20 Jahren an der Spitze der Abteilung Elektrochemie hat Dr. Renate Freudenberger zum Jahresbeginn 2021 die Leitung an Dipl.-Ing. Heidi Willing und Dr. Şeniz Sörgel übergeben.

Freudenberger promovierte im Fachbereich Chemie an der Universität Karlsruhe und war mehrere Jahre in der Galvanobranche mit der Entwicklung industrieller elektrochemischer Prozesse befasst, bevor sie 1996 ans Forschungsinstitut Edelmetalle + Metallchemie fem kam. Die Funktion als Abteilungsleiterin der Abteilung Elektrochemie hatte sie seit 2001 inne und füllte diese mit großem Engagement und hoher Professionalität aus. Ihre Forschungsgebiete reichten von der klassischen Elektrolyt- und Schichtentwicklung, der Abscheidung aus ionischen Flüssigkeiten über Themen aus der Elektronik und Mikrostrukturtechnik bis hin zu Elektrolysethemen sowie zur Brennstoffzellen- und Batterietechnik. Parallel dazu pflegte Dr. Freudenberger zahlreiche Industriekontakte, aus denen wichtige Projekte für die Auftragsforschung des fem hervorgingen, war in verschiedenen Verbänden aktiv und als Gutachterin von Forschungsprojekten für die vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie geförderte Industrielle Gemeinschaftsforschung (IGF) tätig.

Mit der Übergabe der Abteilungsleitung geht eine inhaltliche Neuausrichtung einher, die sich auch im Namen der Abteilung widerspiegelt: Neben die klassische Galvanotech-

nik, die bereits seit 2019 von Dipl.-Ing. Heidi Willing verantwortet wird, tritt die Energietechnik, repräsentiert von Dr. Şeniz Sörgel. Ein konsequenter Schritt, denn die Themen der elektrochemischen Energietechnik haben in den letzten Jahrzehnten kontinuierlich an Bedeutung gewonnen; sie sind Schlüsseltechnologien für eine erfolgreiche Energiewende und für die Elektromobilität. Seit über zehn Jahren werden am fem im Rahmen von Forschungsprojekten innovative Konzepte für Brennstoffzellen, Elektrolyse und Batterien entwickelt.

Dr. Şeniz Sörgel studierte zunächst Chemie in Ankara und erhielt nach ihrem Master-Abschluss in Elektrochemie ein Stipendium für ihre Doktorarbeit am Max-Planck-Institut für Festkörperforschung in Stuttgart. Nach der Promotion war sie drei Jahre lang als Projektleiterin beim Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt im Institut für Technische Thermodynamik in Stuttgart tätig. Sie leitete dort die Batterieaktivitäten zum Thema Lithium/Schwefel. 2013 kam sie ans fem in Schwäbisch Gmünd und baute dort mit Unterstützung des Ministeriums für Finanzen und Wirtschaft Baden-Württemberg und Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) das neue Labor für



Dipl.-Ing. Heidi Willing (li.) und Dr. Şeniz Sörgel (Bildquelle: fem)

Batterietechnik grundlegend auf. Mittlerweile konnten vier Batterie-Projekte erfolgreich abgeschlossen werden, drei weitere sind derzeit in Bearbeitung.

Eine meiner wichtigsten Aufgaben als Abteilungsleiterin wird der weitere Ausbau unserer Aktivitäten auf dem Gebiet der Energietechnik sein. Dr. Sörgel freut sich auf die Zusammenarbeit mit Heidi Willing – zwischen der Galvanotechnik und der Energietechnik gebe es große Synergien. *Die Forschungsergebnisse aus unseren Projekten sollen einen wichtigen Beitrag für die Energiewandler der nächsten Generation leisten und dabei vor allem den deutschen Mittelstand stärken,* so Sörgel.

➔ www.fem-online.de

≡ Kees Stigter als neuer Vertriebsleiter bei Hendor – Pumps & Filters

Ein neues Gesicht im Hendor-Team: Kees Stigter ist seit kurzem als Sales Director für den weltweiten Vertrieb der Produkte verantwortlich. Mit seiner mehr als 25-jährigen Berufserfahrung als Vertriebs- und Serviceleiter für chemische Prozesse in der Galvanotechnik und Leiterplattenproduktion ist Kees Stigter kein Unbekannter in dieser Branche. Nach seiner Ausbildung als Chemietechniker und seinem Wehrdienst begann er seine berufliche Laufbahn beim internationalen Spezialchemie-Unternehmen Atotech.

Hier hat er sich vom Vertriebs- und Servicetechniker Elektronik zum Geschäftsführer von Atotech Niederlande hochgearbeitet. Wie Kees betont, sieht er sich als ein Allrounder mit Fokus auf die chemische Industrie und einem guten Gefühl für das Geschäft sowie die Menschen. Mit seinen Kenntnissen der angewandten Chemie zur Oberflächenbehandlung wird er auch zur Optimierung von Filter- und Pumpensystemen der Hendor Pumpen BV beitragen, um die Qualität und Effizienz der Prozesse bei bestehenden und potentiellen Kunden von Hendor weiter zu steigern. *Natürlich bringe ich auch ein star-*

kes Netzwerk innerhalb der galvanotechnischen Industrie und der Leiterplattenfertigung mit, so Kees Stigter.

Nach seiner erfolgreichen Karriere bei Atotech entschied sich Kees Stigter für den Wechsel zu Hendor. Für ihn liegt dieser Schritt ganz klar auf der Hand: Hendor steht für ihn beispielhaft als erfolgreiches Familienunternehmen mit eigenen Weltklasseprodukten und einer klaren Zukunftsvision. Das gut organisierte Unternehmen hat sowohl seine Kunden als auch die eigenen Mitarbeiter und deren Bedürfnisse stets im Blick. Für Stigter ist das eine wichtige Erfolgsformel für ein gesundes und dynamisches Unternehmen mit einem hochmotivierten Team. *Genau die Art von Unternehmen, für das ich gerne arbeiten möchte, wie Kees Stigter zusammenfasst.*

Die Verstärkung durch Kees Stigter bedeutet nach Aussage des kaufmännischen Direktors Paul van Ham eine weitere Professionalisierung des Teams. Stigter bringt umfangreiche Marktkenntnisse und wertvolles Fachwissen mit. Das Wichtigste ist jedoch, dass er in seinem Denken und seinen Werten zur



Neues Gesicht im Hendor-Team: Kees Stigter
(Fotoquelle: Hendor BV)

Kultur des Familienunternehmens passt. Mit seiner Vision könne das Hendor-Vermächtnis weiter ausgebaut werden, so Paul van Ham. Kees Stigter wiederum möchte zum einen natürlich eine gewinnbringende Ergänzung des bestehenden und sehr erfahrenen Verkaufsteams von Hendor sein. *Zum anderen sehe ich es als meine Herausforderung, die Effizienz des Teams nochmals zu steigern – nicht durch direkte Auferlegung von Aufgaben, sondern durch gegenseitiges Teilen und Lernen von Best Practices.*

➔ www.hendor.com

≡ SurTec erweitert Kapazitäten der Analytik und Qualitätskontrolle

Das Analytiklabor des Oberflächenspezialisten SurTec in Bensheim ist die entscheidende Schnittstelle zwischen der Abteilung Forschung und Entwicklung und der Zusammenarbeit mit den Kunden. Ausgestattet mit den modernsten Analysetechnologien befasst sich die Analytik und Qualitätskontrolle daher nicht nur mit der Kontrolle der eigenen Produktion, sondern insbesondere auch mit der Analyse der von Kunden eingeschickten Proben, bearbeiteten Bauteilen und Werkstücken. Um weiterhin einen optimalen technischen Service anbieten zu können, wurde das Labor komplett umgebaut und erweitert, um die Kapazitäten der Analytik zu erhöhen. Die Laboranfragen von Anwendern in Richtung Analytik nehmen nach Aussage von Dr. Corinna Weigelt, Leitung Analytik und Qualitätskontrolle bei SurTec Deutschland GmbH, weiter zu; darüber hinaus führe die gestiegene Produktion von Chemikalien zu zunehmend mehr Qualitätskontrollen. Das habe

eine räumliche Erweiterung des Labors erforderlich gemacht. *Zudem ermöglicht uns der zusätzliche Laborraum auch Platz für neue analytische Verfahren, so Corinna Weigelt.*

Im SurTec-Analytiklabor kommen nasschemische Analyseverfahren wie Volumetrie und Photometrie ebenso zur Anwendung wie spezielle Verfahren instrumenteller Analytik (ICP-OES oder HPLC). Die Fehleranalyse von Kundenbauteilen erfolgt je nach Fall mittels 3D-Lichtmikroskop oder Rasterelektronenmikroskop. Dabei gehört auch die Anfertigung von Querschliffen zum Knowhow der Analytikspezialisten von SurTec. Durch den Umbau konnten die Laborbereiche Nasschemie und Instrumentelle Analytik räumlich getrennt werden. Neben einer ganz neuen Laborausstattung wurden auch die elektrischen Leitungen neu verlegt. Der Umbau erfolgte in zwei mittlerweile abgeschlossenen Teilabschnitten, während derer der laufende Betrieb aufrechterhalten werden konnte.

SurTec entwickelt, produziert und vertreibt chemische Spezialitäten für die Oberflächenbehandlung. Mit seinen vier Anwendungsfeldern Industrielle Teilereinigung, Metallvorbehandlung, Funktionale und Dekorative Galvanotechnik deckt SurTec das volle Portfolio in diesem Bereich ab. Das Unternehmen ist nach der internationalen Norm ISO 9001 (Qualitätsmanagement) zertifiziert. Die zusätzlichen Zertifizierungen nach OHSAS 18001 beziehungsweise ISO 45001 und ISO 14001 unterstreichen die wichtigen Unternehmensziele Arbeits- und Gesundheitsschutz wie auch Umweltverträglichkeit und Ressourcenschonung. Die SurTec-Gruppe mit Sitz in Bensheim, Deutschland, gehört zur Freudenberg Chemical Specialities SE & Co. KG und ist in 22 Ländern mit eigenen Gesellschaften und in mehr als 20 Ländern über Partnerunternehmen vertreten.

➔ www.surtec.com

Klaus Frischmann († 9.1.2021)

Klaus Frischmann (*3.8.1959 / † 9.1.2021) ist nach kurzer und schwerer Krankheit von uns gegangen. Mit ihm haben wir einen ganz besonderen und außergewöhnlichen Menschen, Kollegen und Freund verloren. Jeder, der ihn während seiner 35-jährigen Tätigkeit bei uns kennengelernt hat, weiß, welch einen Verlust dies für uns bedeutet. Bei der Mazurczak GmbH in Schwabach hat Klaus Frischmann als Prokurist und Leiter der Entwicklungsabteilung wesentlichen Anteil an der strategischen Ausrichtung des Unternehmens gehabt. Mit seinem umfassenden Fachwissen konnte er immer optimale technische Lösungen finden. Bei Lieferanten und Kunden war Klaus Frischmann ein sehr geschätzter und beliebter Ansprechpartner. Wir bedanken uns bei ihm für sein vorbildliches Engagement und seinen unermüdlichen Einsatz, der wesentlich zum Erfolg der Mazurczak Thermoprozesse beigetragen hat. Er wird uns stets in guter Erinnerung bleiben. Unser tiefes Mitgefühl gilt seiner Familie.

Ein Nachruf der Mazurczak GmbH

➔ www.mazurczak.de

Aus Voigt & Schweitzer wird ZINQ

Seit 1. Januar 2021 firmieren alle Standorte und Verwaltungsfirmen der deutschen Unternehmensgruppe Voigt & Schweitzer unter dem Dach der Marke ZINQ. Im Laufe des Kalenderjahres 2021 folgen die belgischen, französischen und niederländischen Standorte. Das Unternehmen reagiert damit auf vermehrte Anfragen aus der Kundschaft nach einer einheitlichen Firmierung unter der Dachmarke ZINQ. Mit der Umfirmierung wird nicht nur die Kommunikation in Richtung Kundschaft und Markt vereinfacht; sie schließt auch den vor 20 Jahren begonnenen Prozess der Markenentwicklung ab.

Dieser Schritt ist von unseren Kunden und Geschäftspartnern getrieben, erläutert der geschäftsführende Gesellschafter Lars Baumgürtel. Aus vielen Gesprächen sei klar geworden, dass es ein konsequenter weiterer Schritt sei, ZINQ auch zur Firma zu machen. Das bestätige die Kraft der Marke und sei gleichzeitig Anerkennung und Wertschätzung für alle Kunden und Geschäftspartner, aber besonders für die Mitarbeiter, die die Marke jeden Tag mit Leben füllten. Die Dachmarke ZINQ beinhaltet nicht nur die Firmie-

rung, sondern auch die bereits vor 20 Jahren eingeführten Produktmarken wie beispielsweise duroZINQ, microZINQ und colorZINQ, die Nachhaltigkeitsmarke Planet ZINQ und die Arbeitgebermarke Mach Dein ZINQ.

Mit ZINQ ist nicht nur die erste Marke im Bereich des Stückverzinkens etabliert worden; sie ist nach wie vor der Rahmen für die Vermarktung der Produkt-, System- und Servicemarken. In ihr vereint sich das gesamte Leistungsbündel, Werte und Haltung gegenüber den Kunden, Geschäftspartnern und Mitarbeitern.

Dabei betont Baumgürtel, dass die Wurzeln keinesfalls vergessen werden und an der Tradition von Voigt & Schweitzer festgehalten wird. So werden die Werte der Gründerväter auch mit der Umfirmierung im Unternehmen bestehen bleiben. Heutzutage ist die Zielsetzung von Unternehmensgründer Robert Voigt, Feuerverzinken als professionelle industrielle Dienstleistung auf Grundlage handwerklicher Präzision und Qualität zu betreiben, Realität geworden. Darauf aufbauend gilt es laut Baumgürtel, die Zukunft zu gestalten und jedem Stahl das Recht auf einen individuellen, optimalen Korrosionsschutz mit ZINQ zu bieten.

➔ www.zinq.com

Zukunftsprojekt am fem

Das Forschungsinstitut Edelmetalle + Metallchemie fem in Schwäbisch Gmünd hat sich in den letzten drei Jahrzehnten kontinuierlich weiterentwickelt – thematisch, methodisch, personell und auch baulich. Anfang der 1990er Jahre wurde das Institutsgebäude in der Katharinenstraße aufwändig renoviert und erstmals ausschließlich vom fem genutzt; zehn Jahre später kam mit dem Verwaltungsgebäude die erste Erweiterung hinzu; weitere zehn Jahre später folgte mit dem Applikationstechnikum die bislang letzte Ergänzung mit rund 2500 Quadratmetern Büro- und Laborflächen. In dieser Zeit verdreifachte das Institut seine Mitarbeiterzahl von 30 auf heute rund 90, die Einnahmen aus Industrieaufträgen und Forschungsprojekten konnten um ein vielfaches gesteigert werden. Heute ist das fem ein national und international renommiertes außeruniversitäres Forschungsinstitut, das im Rahmen seiner praxisorientierten Forschungs- und Entwicklungsarbeit direkt mit der Industrie sowie klein- und mittelständischen Unternehmen kooperiert.

In den letzten Jahren hat sich im wissenschaftlichen, wirtschaftlichen und politischen Umfeld des fem viel getan: Themen wie



Institutsgebäude des fem (Bild: fem)

Energietechnik (Batterieforschung und Wasserstofftechnologie), Leichtbau und die Digitalisierung der Fertigungstechnik (Stichwort additive Fertigung) haben rasant an Bedeutung gewonnen. Durch seine große Erfahrung auf den Gebieten der Materialwissenschaft und Oberflächentechnik und sein Gespür für wichtige Zukunftstrends konnte das fem frühzeitig Forschungsgruppen für die genannten Themen aufbauen. Mittlerweile aber stoßen Forschung und Entwicklung in den bestehenden Laborräumen an ihre Grenzen, sodass eine Erweiterung des Instituts zwingend erforderlich ist. Das neue Innovationslabor mit direkter Anbindung an die bestehende Infrastruktur des Instituts wird es ermöglichen, die wirtschaftsnahen Forschungsarbeiten zu intensivieren und den Technologietransfer auszuweiten und zu beschleunigen.

Mit dem Programm REACT-EU, der europäischen Investitionsinitiative zur Bewältigung der Coronavirus-Krise, ist nun die Chance gekommen, dieses Vorhaben kurzfristig zu realisieren. Das fem ist darauf bestens vorbereitet: Bereits 2017 wurde ein Strategiepapier veröffentlicht, in dem die Entwicklung des Instituts über das einhundertjährige Jubiläum im kommenden Jahr hinaus bis 2027 detailliert beschrieben ist. Das Konzept liegt also vor, nun heißt es, das Bauvorhaben rasch umzusetzen. Das Nachbargrundstück in der Katharinenstraße hat das fem kürzlich erworben, bereits im Januar beginnen bei günstiger Witterung die Vorbereitungen zur Herrichtung des Baufelds. *Für das fem und die Stadt Schwäbisch Gmünd ist das eine einmalige Gelegenheit, die wir jetzt unbedingt ergreifen müssen*, betont Dr. Andreas Zielonka, Leiter des fem. Bis zu fünfzig hochqualifizierte Arbeitsplätze werden im neuen Innovationslabor entstehen, das auch ein wichtiger Baustein im Großprojekt H2-Aspen der Stadt Schwäbisch Gmünd sein wird: Ziel sei eine direkte Anbindung an den von der Stadt geplanten Technologiepark und die dort ansässigen Firmen, mit denen das fem auf dem Gebiet der Wasserstoffforschung sehr eng kooperieren werde.

➔ www.fem-online.de

FuE-Projektförderung über ZIM: erweitertes Dienstleistungsangebot für kleine und mittlere Unternehmen

Der Weg von einer ersten Idee bis zur erfolgreichen Vermarktung eines neuen Produkts, Prozesses oder einer Dienstleistung ist meist von finanziellen, wissenschaftlichen oder technischen Risiken geprägt. Insbesondere die finanziellen Risiken lassen sich jedoch durch die Inanspruchnahme staatlicher Förderprogramme minimieren, die überwiegend auf kleine und mittlere Unternehmen ausgerichtet sind. In den Unternehmen werden diese Förderprogramme aber oft mangels Erfahrung bei der Antragstellung oder fehlender Personalkapazität im Tagesgeschäft nicht in Anspruch genommen, was mittel- und langfristige Innovationsprozesse verlangsamt und die Unternehmensentwicklung negativ beeinträchtigt.

Mit einem jährlichen Fördervolumen von mittlerweile rund 500 Millionen Euro hat sich das ZIM – Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand – seit seiner Gründung im Jahr 2008 zu einer tragenden Säule der deutschen Innovationspolitik entwickelt. Es unterstützt anwendungsnahe Projekte mit Fokus auf experimenteller Entwicklung und ist für Unternehmen insbesondere durch den niedrigschwelligen Ansatz hinsichtlich Innovationshöhe und Projektgröße sehr interessant. Außerdem schließt das ZIM durch seine Marktnähe die Lücke zwischen der vorwettbewerblich ausgerichteten industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) und einem marktfähigen Produkt.

Mit Blick auf die Bedürfnisse der Branche hat die DGO-Geschäftsstelle ihr Dienstleistungsangebot erweitert und bietet interessierten Unternehmen umfassende fachliche und administrative Kompetenz bei der Realisierung von ZIM-Vorhaben an. Die Unter-

nehmen versetzt dieses Angebot in die Lage, den erforderlichen Personalaufwand für die Erstellung eines detaillierten Forschungsantrags zu minimieren, die Bewilligungschancen signifikant zu steigern und sich ganz auf den eigentlichen Innovationsprozess konzentrieren zu können.

Ansprechpartner in der DGO-Geschäftsstelle ist Dr. Daniel Meyer unter der E-Mail:

➔ d.meyer@dgo-online.de

DGO tritt der AiF-Forschungs- und Transferallianz Wasserstoff bei

Eine der Hauptaufgaben der Forschungs- und Transferallianz Wasserstoff ist die Akquise und die Bereitstellung von Bundesmitteln im Rahmen der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF). Um die Brancheninteressen der Galvano- und Oberflächentechnik in dieser Allianz zu repräsentieren, ist die DGO im Oktober 2020 stellvertretend für alle DGO-Mitgliedsunternehmen der AiF-FTAW beigetreten.

Wasserstoff hat in den zurückliegenden Jahren weltweit wieder deutlich an Bedeutung gewonnen. Er gilt als eine vielversprechende Alternative zu den derzeit noch eingesetzten fossilen Energieträgern, um die langfristig gesteckten Klimaschutzziele überhaupt erreichen zu können. Insbesondere grüner, das heißt unter Einsatz regenerativer Energien synthetisierter Wasserstoff, birgt praktisch unerschöpfliches Potenzial und soll ein wesentlicher Faktor bei der Dekarbonisierung der Industriegesellschaften werden. Die Mitte 2020 veröffentlichte nationale Wasserstoffstrategie der Bundesregierung sowie weitere Initiativen auf Länderebene haben diesen Transformationsprozess eingeleitet und sollen perspektivisch eine möglichst hohe Innovations- und Wertschöpfungsquote für Deutschland in diesem Bereich sicherstellen.

Vor diesem Hintergrund hat die mittelstandsorientierte AiF, Arbeitsgemeinschaft indu-

strieller Forschungsvereinigungen, die Forschungs- und Transferallianz Wasserstoff (AiF-FTAW) ins Leben gerufen. Die Aktivitäten der AiF-FTAW zielen auf eine Befähigung deutscher mittelständischer Unternehmen, sich in diesem zukunftssträchtigen Technologiefeld erfolgreich zu positionieren und ihre nationale und internationale Wettbewerbsfähigkeit zu stärken.

Mit Blick auf die gesamte Wertschöpfungskette des Wasserstoffs – von der Erzeugung über den Transport und die Speicherung bis hin zur Verwendung in beispielsweise Brennstoffzellen oder synthetischen Kraftstoffen – zeigt sich, dass die Unternehmen und Forschungseinrichtungen im Netzwerk der DGO durch ihre umfangreiche Expertise grundsätzlich einen wichtigen Beitrag zur Gestaltung dieses Transformationsprozesses leisten können. So hat sich zum Beispiel der DGO-Arbeitskreis Wasserstoffversprödung bereit erklärt, in allen Aspekten zu wasserstoffinduzierten Materialveränderungen seine langjährige Expertise in die AiF-FTAW einzubringen. Darüber hinaus eröffnen sich mittelfristig potenzielle Forschungsfelder, beispielsweise zu korrosionsresistenten Diffusionssperrschichten, Beschichtungen für Elektrodenmaterialien oder zu neuen Katalysatoren- und Elektrodenkonzepten.

Die DGO-Geschäftsstelle möchte deshalb dazu anregen, sich dem Thema Wasserstoff inhaltlich zu nähern und dabei mögliche Forschungsansätze aus dem Umfeld der Galvano- und Oberflächentechnik auszuloten. Die Geschäftsstelle wird darüber informieren, sobald die AiF-FTAW Fortschritte bei der Mittelbereitstellung vorweisen kann.

Ansprechpartner in der DGO-Geschäftsstelle zum Thema AiF-FTAW ist Dr. Daniel Meyer unter der E-Mail:

➔ d.meyer@dgo-online.de

www.dgo-online.de

INSERENTENVERZEICHNIS

| | | | | | |
|------------------------|----|--------------------|-------|------------------------|----|
| Airtec MUEKU GmbH | 9 | IPT GmbH | 29 | Sager + Mack GmbH | 1 |
| B+T Unternehmensgruppe | 11 | Walter Lemmen GmbH | 17 | Dr.-Ing. Max Schlötter | U2 |
| ELB Zerrer | U4 | Munk GmbH | 21 | TU-Ilmenau / ZVO e.V. | U3 |
| Harter GmbH | 35 | Renner GmbH | Titel | ZVO e.V. | 25 |

Masterstudiengang

Elektrochemie und Galvanotechnik

Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

Elektrochemie und Galvanotechnik (M.Sc.)

Abschluss
Master of Science

Regelstudienzeit
4 Semester

Zulassungsvoraussetzung
verwandter Bachelorabschluss

Studienbeginn
1. April oder 1. Oktober

Die Entwicklung und Optimierung von Prozessen und Technologien für leistungsfähige und nachhaltige Beschichtungstechniken, die Erforschung neuer Technologien für Energiespeicher und -wandler oder der Test und die Verbesserung von Korrosions- und Verschleißschutzschichten sind typische Arbeitsfelder von Ingenieuren*innen der Elektrochemie und Galvanotechnik. Ein deutschlandweit einmaliger Masterstudiengang mit einzigartigen Berufsaussichten.

Informationen zum Studiengang:
Studienfachberatung:

www.tu-ilmenau.de/studieninteressierte/
Univ.-Prof. Dr. rer. nat. habil. **Andreas Bund**
andreas.bund@tu-ilmenau.de

Kein Verschleiß...

Keine Korrosion...

**Innovative Lösungen für Ihre Anwendungen,
Ihr Wettbewerbsvorteil.**

ELB® – Eloxalwerk Ludwigsburg
Helmut Zerrer GmbH · www.ceranod.de

 **CERANOD®**
Oberflächentechnologie der Zukunft