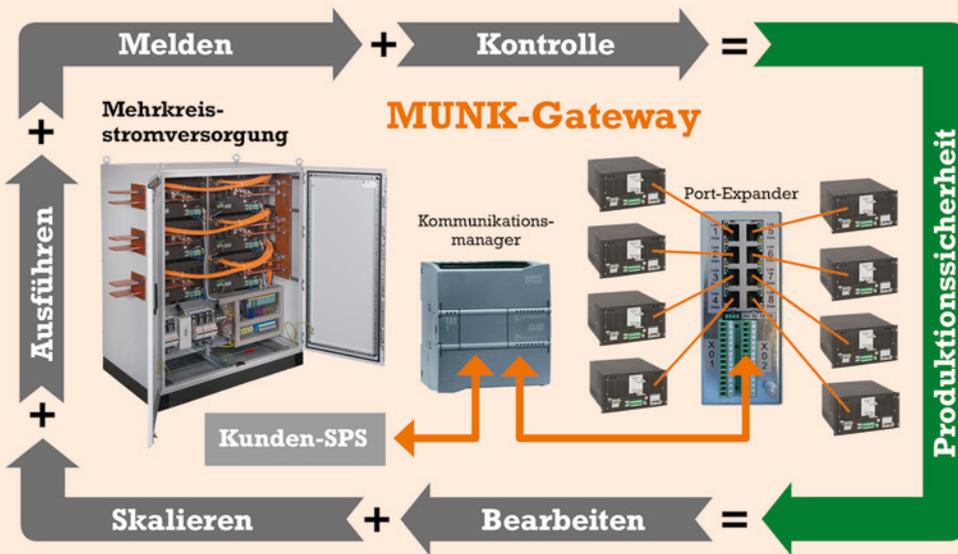


WOMAG

Kompetenz in Werkstoff und funktioneller Oberfläche

Modulare, digitalisierte Galvanikgleichrichter

Der  zu mehr Sicherheit und Produktivität!



- Smartes Kommunikationsmanagement
- Sichere Systemanbindung
- Erfüllung aller Sicherheitsanforderungen (Stichwort „Performance Level“) möglich
- Ein Modultyp für alle Badpositionen
- Schnelle Einsatzbereitschaft



www.munk.de
www.rectifier.com

MUNK

WE HAVE THE POWER!

Gewerbepark 8 + 10 ■ 59069 Hamm / Germany

WERKSTOFFE

Auftragschweißen – Zusatzwerkstoffe und Verarbeitungstechnik

OBERFLÄCHEN

Mit Plasma zu neuen Qualitätsmaßstäben

WERKSTOFFE

Al-Cu-Verbindung – Effizienzsteigerung bei elektrischen Antrieben

OBERFLÄCHEN

Hat der Einsatz von Bleianoden in der Hartverchromung Zukunft?

OBERFLÄCHEN

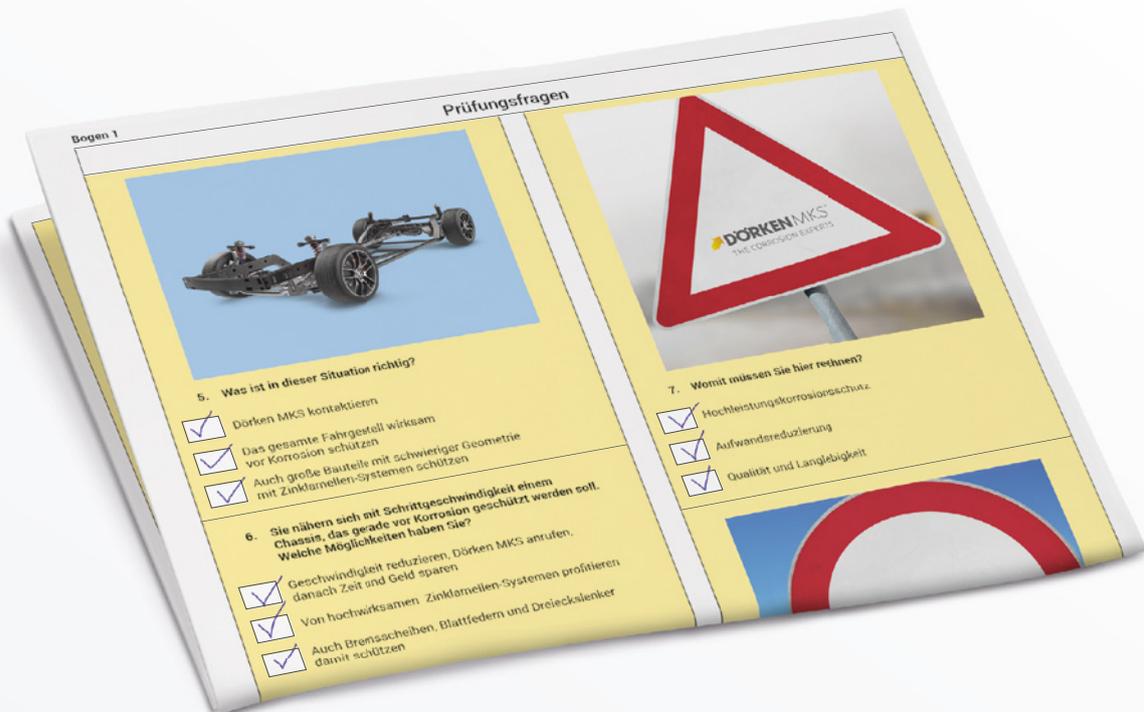
Industrie 4.0 – Sensoren zur Elektrolytüberwachung

SPECIAL

Polymere Barrierschichten für Elektronik in harscher Umgebung

JUNI 2019

Branchen-News täglich: womag-online.de



Prüfung bestanden: Dank innovativem Korrosionsschutz für das gesamte Chassis.

Sicherheit für das gesamte Chassis: Auch große und geometrisch anspruchsvolle Bauteile werden durch unsere Zinklamellensysteme perfekt geschützt – selbst nach Steinschlagbelastung mit anschließendem Salzsprühnebeltest. Das ist Hochleistungskorrosionsschutz auf einem neuen Qualitätslevel: Dörken MKS – The Corrosion Experts. Mehr über unsere Automotive-Kompetenz erfahren Sie unter www.doerken-mks.de

Auf dem langen Weg zur Energiewende



Die jetzt stattgefundenen Wahlen haben es gezeigt: Die Bevölkerung setzt sich zunehmend intensiver mit den Themen des Umweltschutzes auseinander, insbesondere im Hinblick auf die Vermeidung von Emissionen durch die Hinwendung zur E-Mobilität. Allerdings tauchen immer wieder durchaus nachvollziehbare Kritikpunkte auf, die den bisher genutzten Verfahren zur Energiegewinnung nur bedingt eine bessere Umweltbilanz bestätigen - beispielsweise im Hinblick auf die Gesamtbilanz zur Stromgewinnung durch Off-Shore-Windanlagen. Die ohne Zweifel erforderlichen und richtigen Bemühungen

zur Eingrenzung der Schadstoffemission lassen sich wohl nicht ohne Abstriche realisieren. Insbesondere fehlen noch einige wichtige Elemente, um unser gewohntes Leben in gleichem Maße fortführen und trotzdem auf die Verbrennung fossiler Energieträger verzichten zu können.

Zu den noch ungelösten (oder nur teilweise gelösten) Aufgaben zählt neben der Energiegewinnung vor allem die Energiespeicherung. Um auf dem (vermutlich langen) Weg zu besserer Speicherung von Strom hilfreiche Zwischenerfolge verbuchen zu können, bietet es sich an, alle Möglichkeiten zu Einsparung von Strom auszunutzen. Ein Teil dieser Aufgaben besteht darin, Verluste von elektrischer Energie zu minimieren. Hier kann die Werkstoff- und Oberflächentechnik einige Beiträge leisten, beispielsweise durch die Reduzierung von Übergangs- und Leitungswiderständen - ein Thema des in Kürze stattfindenden *Anwenderkongress Steckverbinder*. Neue Ansätze werden aber auch mit einer Entwicklung des Fraunhofer-Instituts IFAM zur Effizienzsteigerung elektrischer Antriebe durch die Verbindung von Aluminium und Kupfer aufgezeigt (Beitrag Seite 11).

In der Galvanotechnik ist in der Regel Strom der Produktionsfaktoren, der die höchsten Kosten verursacht. Vor allem muss von einer stetigen Steigerung der Kosten für Strom in den nächsten Jahren ausgegangen werden. Hier sind die Arbeiten des Förderprojekts *GalvanoFlex* zu nennen, das sich mit der Einsparung von Strom für die galvanische Metallabscheidung befasst (Beitrag Seite 31). Die bisherigen Arbeiten haben gezeigt, dass viele Betriebe sich zunächst mit der genauen Aufzeichnung der Energieverbräuche bei den einzelnen Prozessstufen befassen müssen. Durch den optimalen Einsatz von bereits seit einigen Jahren bewährten Technologien kann der Stromverbrauch bereits erkennbar gesenkt werden. Im zweiten Schritt kommen dann neue Verfahren wie beispielsweise Blockheizkraftwerke zum Einsatz, die wiederum sehr sorgfältig auf die jeweilige Fertigungsbedingungen abzustimmen sind. Im Endergebnis lassen sich damit deutliche Kosteneinsparungen erzielen. Betriebe investieren somit in die Zukunftsfähigkeit und tragen gleichzeitig dazu bei, die Energiewende in die Realität umzusetzen.

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.



Die effektivste Aufbereitung von Prozesslösungen

- **Leistungsstark**
- **Kompakt**
- **Umweltfreundlich**
- **Kostengünstig**



0,6m

0,2m

Optimale Badpflege durch den Einsatz von Membranspiralwickelmodulen!

- kontinuierlicher und stationärer Prozess
- einfach skalierbar durch Parallelverschaltung

90-95% Säurerückgewinnung

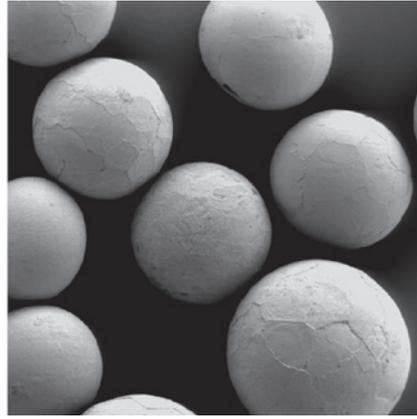
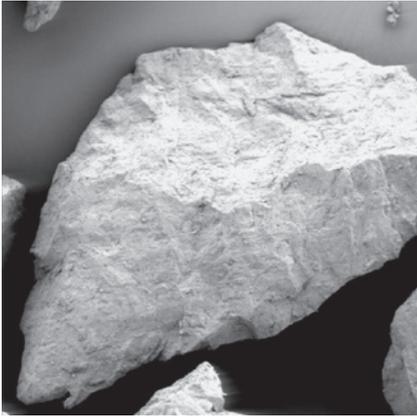


>95% Metallausschleusung

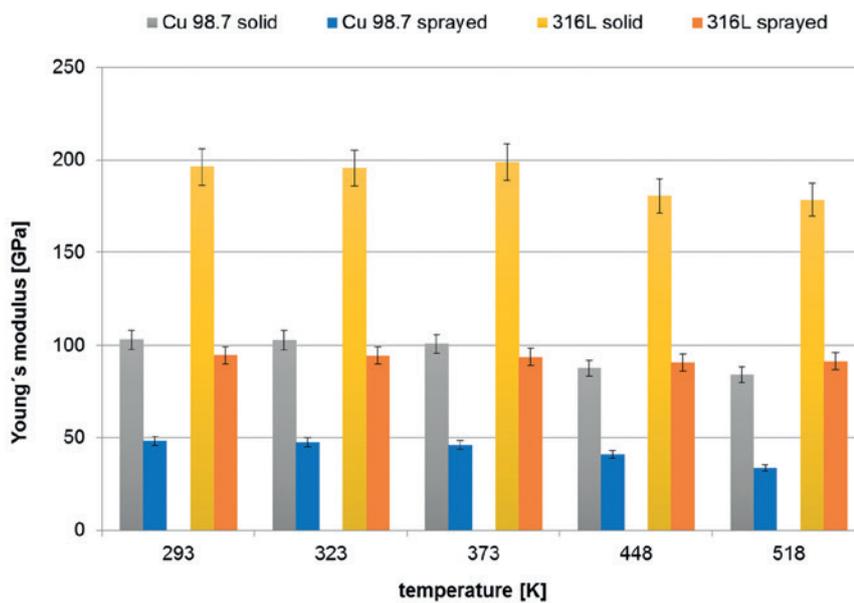
Ob Einzelwickel oder Komplettanlage, wir beraten Sie gerne:

Spiraltec GmbH
Heinzenbergerweg 34
74343 Sachsenheim
+49 7147 / 9670 203
info@spiraltecgmbh.de
www.spiraltecgmbh.de

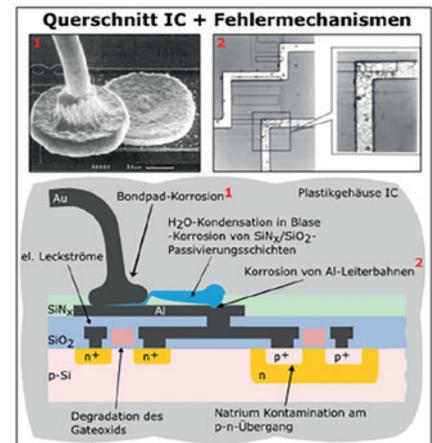
INHALT



4 Charakterisierung von Zusatzwerkstoffen für das Auftragschweißen



7 Beheizbare Oberflächen



34 Einfluss der Temperaturbelastung auf die Festigkeit einer Spritzschicht

16 Belastungen von Elektronik

WERKSTOFFE

- 4 Auftragschweißen verschleißbeständiger Beschichtungen: Zusatzwerkstoffe und ihre Verarbeitungstechnologie
- 6 FKFS und Universität Stuttgart weihen drei neue Fahrzeug- und Motorenprüfstände ein
- 7 Beheizte Oberflächen
- 7 53. Metallographie-Tagung 2019
- 8 Von Netzwerkmanagern, Querdenkern und Technologie-Scouts – Eine Ideenschmiede auf Wachstumskurs
- 9 Moulding Expo als Branchen- und Ideenmarktplatz
- 10 Fraunhofer IPA baut für den Standort – leicht – effizient – sparsam – kommunikativ
- 11 Aluminium und Kupfer: Eine besondere Verbindung zur Effizienzsteigerung von elektrischen Antrieben
- 14 Leichtbau ist Schlüsseltechnologie für die globale Nachhaltigkeit

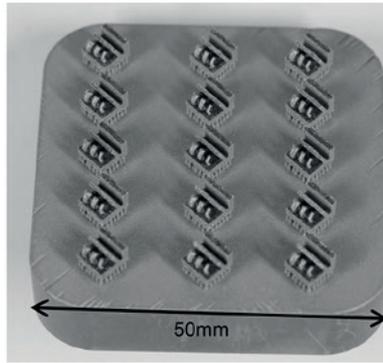
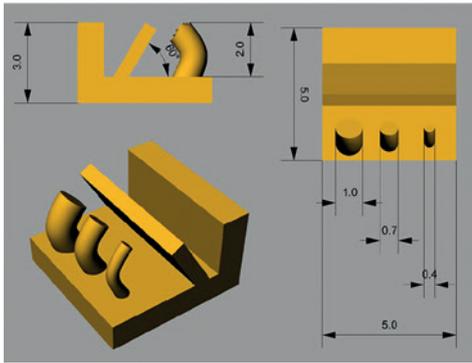
MEDIZINTECHNIK

- 16 Polymere Barrierschichten für Elektronik in harscher Umgebung – Teil 2: Anforderungen von aktiven Implantaten
- 18 Keramikwerkzeuge – biokompatibel und garantiert metallfrei

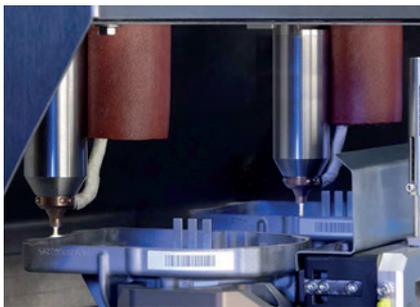
OBERFLÄCHEN

- 19 Fit für Industrie 4.0 – Welche Sensoren zur Elektrolytüberwachung sind die Richtigen?
- 21 Mit Plasma zu neuen Qualitätsmaßstäben
- 23 E4SM – TU Ilmenau startet Forschungsprojekt zur intelligenten Produktion der Zukunft
- 24 Transformation der Galvano- und Oberflächentechnik
- 27 REACH-Verordnung – Langer Atem zahlt sich aus
- 28 Einsatz von Bleianoden in der Hartverchromung – wie sieht die Zukunft aus?
- 30 Optimierte Standzeitverlängerung von galvanischen Prozessmedien

INHALT



24 Prüfkörper zur Bewertung der Qualität additiver Fertigungsverfahren



21 Plasmabehandlung



11 Aluminium-Kupfer-Kontakt

OBERFLÄCHEN

- 31 Energieversorgung und Energietechnik
- 34 Werkstoffentwicklung und Werkstoffverarbeitung – Bericht zum 21. WTK – Teil 2
- 36 Irdischer Schutz für außerirdisches Metall
- 38 Perfekte Oberflächen – gratfrei, sauber und präzise

BERUF + KARRIERE

- 37 EDG-Doktorantenseminar an der TU Ilmenau
- 39 Verformung in Echtzeit messen
- 39 Materialforschung: Kaiserslauterer Professor erhält August-Wöhler-Medaille

VERBÄNDE

- 40 DGO-Arbeitskreis Leichtmetalle – Leitfaden für plasmaelektrolytische Oxidation
- 40 GDA e.V. – Internationaler Aluminium-Druckguss-Wettbewerb 2020

Zum Titelbild: Seit fast 50 Jahren entwickelt und fertigt die Munk GmbH hochqualitative Stromversorgungen im eigenen Haus und mit hoher Fertigungstiefe.

IMPRESSUM

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

Erscheinungsweise

10 x jährlich, wie in den Mediadaten 2019 angegeben

Herausgeber und Verlag

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

Verlagsleitung

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

Redaktion/Anzeigen/Vertrieb/Abo

siehe Verlagsleitung

Bezugspreise

Jahresabonnement Online-Ausgabe:

149,- E, inkl. MwSt.

Die Mindestbezugszeit eines Abonnements beträgt ein Jahr. Danach gilt eine Kündigungsfrist von zwei Monaten zum Ende des Bezugszeitraums.

Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 8

vom 10. Oktober 2018

Inhalt

WOMag berichtet über:

- Werkstoffe, Oberflächen
- Verbände / Institutionen
- Unternehmen, Ausbildungseinrichtungen
- Veranstaltungen, Normen, Patente

Leserkreis:

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

WOMag-Beirat

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

Bankverbindung

BW-Bank, IBAN: DE71 6005 0101 0002 3442 38

BIC: SOLADEST600; (Konto 2344238, BLZ 60050101)

Das Magazin und alle in ihm enthaltenen einzelnen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Bei Zusendung an den Verlag wird das Einverständnis zum Abdruck vorausgesetzt. Nachdruck nur mit Genehmigung des Verlages und ausführlicher Quellenangabe gestattet. Gezeichnete Artikel decken sich nicht unbedingt mit der Meinung der Redaktion. Für unverlangt eingesandte 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

≡ Auftragschweißen verschleißbeständiger Beschichtungen: Zusatzwerkstoffe und ihre Verarbeitungstechnologie

Von F. Schreiber¹, T. Erpel¹, B. Allebrodt¹ und R. Winkelmann²



Zum online-Artikel

Im Bereich des Verschleiß- und Korrosionsschutzes durch Auftragschweißen werden verschiedene Schweißverfahren eingesetzt. Dazu zählen technologisch weniger anspruchsvolle Anwendungen wie das Acetylen-Sauerstoff-Schweißen oder das E-Hand-Schweißen mit Stabelektroden, über klassische Verfahren wie das MIG/MAG- oder WIG-Schweißen bis hin zu jüngeren Verfahren wie dem Plasma-Pulver-Auftragschweißen oder dem Laser-Auftragschweißen. Allen Verfahren ist gemein, dass die charakteristischen Eigenschaften, wie zum Beispiel die erzeugte Schichtqualität, die Abschmelzleistung oder die Wirtschaftlichkeit, erheblich von den einzusetzenden Schweißzusätzen in Form von Stäben, Schnüren, Füll- und Massivdrähten oder Metall- und Mischpulvern abhängen. Anhand der europäischen Norm EN 14700 wird auf die Besonderheiten bei der Auswahl der Schweißzusätze und deren Merkmale aus industrieller Sicht eingegangen.

1 Einleitung

Durch abrasiven und erosiven Verschleiß an Maschinen und Bauteilkomponenten des Anlagenbaus, beispielsweise bei Anlagen im Bergbau und zur Erzaufbereitung, in der Zement- und Ziegelindustrie, bei Straßenbau- und Erdbewegungsmaschinen sowie bei Großraumbaggern, entstehen heute erhebliche volkswirtschaftliche Verluste. Eine wirtschaftliche und effektive Schutzmaßnahme zur Erhaltung von hochabrasiv, adhäsiv und/oder erosiv beanspruchten Funktionsoberflächen stellt hierbei das Thermische Beschichten durch Auftragschweißen dar. Hierbei kommen nahezu alle Schweißverfahren manuell und mechanisiert zum Einsatz, unter anderem Autogen-Auftragschweißen, Elektro-Handschweißen, Metall-Schutzgas(MSG)- und Plasma-Auftragschweißen sowie Laser-Auftragschweißen. An das jeweilige Schweißverfahren mit seinen spezifischen Eigenschaften und vor allem an die Verschleißschutzzusatzwerkstoffe werden aufgrund der Forderung nach Erhöhung der Produktivität und der Durchsatzmengen von leistungstärkeren Maschinen ständig wachsende Anforderungen gestellt. Hinzu kommt, dass die auftretenden Verschleißmechanismen der einzelnen Anwendungsfälle häufig aus Kombinationen wie zum Beispiel Abrasion, Erosion oder Korrosion bestehen, wodurch abgesicherte Kenntnisse über die Auswahl des richtigen Verschleißschutzwerkstoffs als auch über die schweißtechnische Verarbeitung besonders wichtig sind, da diese die Qualität der erzeugten Schutzschicht maßgeblich mitbestimmen [1-5].

2 Übersicht der Auftragschweißverfahren

Nach der Norm DIN 8580 gehört das Auftragschweißen in die Hauptgruppe der Fertigungsverfahren des Beschichtens und wird als *Schweißen* angeführt, wenn bei diesem Prozess ausschließlich durch einen Schweißzusatzwerkstoff, zum Beispiel Draht oder Pulver, ein Volumenaufbau – meist in Form einer Deckschicht – erfolgt [5]. Das Aufbringen einer Schicht auf eine Bauteiloberfläche geschieht beim Auftragschweißen über den Schmelzfluss. Es dient neben dem Instandsetzen von verschlissenen Oberflächen vor allem zum Panzern (Verschleißschutz), Plattieren (Korrosionsschutz) und Puffern (Aufbau- und Zwischenlagen) von Bauteiloberflächen. Während die Beschichtung als Funktionsoberfläche das Bauteil vor Beanspruchungen durch Korrosion, Verschleiß und/oder Temperatur schützen soll, fungiert der Grundkörper des Bauteils als Träger mit ausreichenden elastischen Eigenschaften.

Besondere Vorteile des Auftragschweißens sind eine gute Haftung zwischen Trägermaterial und Beschichtung, eine dichte Schicht sowie eine gute Wärmeleitung von der Auftragschweißung in das Bauteil. Die charakteristische Güte einer Auftragschweißung wird im Wesentlichen vom Grad der Aufmischung bestimmt. Diese gibt das Verhältnis von aufgeschmolzenem Grundwerkstoff zum Gesamtvolumen des aufgeschmolzenen Materials, also der Auftragschicht, wieder, welche mittels eines Querschliffs planimetrisch oder über das Verhältnis der chemischen Analyse von reinem Schweißzusatz, Grundwerkstoff und Schweißgut bestimmt werden kann. Generell wird eine möglichst geringe Aufmischung angestrebt, wobei allerdings noch

eine ausreichende metallurgische Bindung zwischen Beschichtung und Grundwerkstoff gewährleistet sein muss. Spezifische Merkmale des gewählten Auftragschweißverfahrens, welche die Schichtqualität hinsichtlich Aufmischung, Oberflächengüte und Schichtkonstanz, Bearbeitbarkeit der Panzerung oder Plattierung bedingen, müssen ebenso wie die werkstoffbezogenen und metallurgischen Aspekte berücksichtigt werden. Letztlich wird die Auswahl eines geeigneten Auftragschweißverfahrens dann noch durch die Wirtschaftlichkeit und Verfügbarkeit bestimmt [1-4]. Die wichtigsten Verfahren zur wirtschaftlichen, industriellen Herstellung hochverschleißbeständiger Schutzschichten durch Auftragschweißen sind je nach Fertigungsbedingungen und Verfügbarkeit – das Gasschmelzschweißen (Autogen-schweißen)

- das Lichtbogenhandschweißen
- das Metall-Schutzgas(MSG)-Schweißen
- das Open-Arc(OA)-Schweißen
- das Plasmapulver(PTA)-Schweißen sowie
- das Laserpulver(LPA)-Auftragschweißen

mitsamt ihrer unterschiedlichen Leistungsfähigkeit, Automatisierungsgrad sowie charakteristischen Eigenschaften und typischer Hartstoffgröße (Tab. 1) [2, 3].

Das Lichtbogenhandschweißen mit umhüllten Kernstabelektroden (FeCrC- oder Co-Basislegierungen), aber auch mit Wolfram-Schmelzkarbid(WSC)-Pulver gefüllten Röhrenelektroden (z. B. DURMAT E: FeC + 60 % WSC) ist ein manuell geführtes Verfahren und aufgrund seiner einfachen Handhabung sehr verbreitet. Es wird hauptsächlich für Reparaturen oder Nachbesserungen an schlecht zugänglichen Schweißpositionen genutzt.

¹ DURUM Verschleißschutz GmbH, Willich

² BTU Cottbus - Senftenberg, Senftenberg

Tab. 1: Vergleich von Schweißverfahren und dazugehöriger Schweißzusatzwerkstoffe

Schweißverfahren	Auftragsrate	Aufmischung	Zusatzwerkstoff	Korngröße/Draht-Ø	Hartstoffgröße	Beispiele DURMAT
Lichtbogenhandschweißen	1–2 kg/h	15–30 %	Massive & gefüllte Stabelektroden	3,5–8,0 mm	0,25–3,0 mm	60 WSC, A, NIA
Gasschmelzschweißen	1–2 kg/h	0,5 %	Pulver, Stabelektroden	-106/+20µm 4,0–8,0 mm	-160/+45 mm 0,1–3,0 mm	E, NISE
MSG / OA	3–10 kg/h	20–30 %	Fülldrahtelektroden	1,2–4,0 mm	-700/+45 mm	FD 60, DUROLIT 6, NIFD
PTA	< 12 kg/h	5–10 %	Pulver	-200/+45 µm	-150/+45 mm	61 PTA
LPA	< 6	< 5	Pulver	-150/+45 µm	-150/+45 mm	61 PTA

Nach wie vor stellt das manuell geführte Gasschmelzschweißen ein weltweit bedeutendes Beschichtungsverfahren dar; hierbei kommen WSC-Pulver (DURMAT 60 WSC: NiCrBSi + 60 % WSC), WSC-gefüllte Röhrenstäbe (z. B. DURMAT A: FeC + 60 % WSC) oder WSC-umhüllte Schnüre (DURMAT B: NiCrBSi + 60 % WSC) zum Einsatz. Wegen der sehr einfachen Handhabung und des unkomplizierten Aufbaus kommt das Verfahren auch unter schwierigen Fertigungsbedingungen, wie zum Beispiel beim Einsatz in Reparaturstätten auf Ölfeldern, zum Tragen [3, 4]. Über einen hohen Grad an Automatisierung verfügen die MSG-Auftragschweißverfahren, welche primär für das großflächige Auftragschweißen von beispielsweise Schleißplatten oder Walzen eingesetzt werden. Die Berücksichtigung von Lichtbogenstabilisatoren und Schutzgasbildnern in der Drahtfüllung führt zu OA-Fülldrähten, die ohne zusätzliches Schutzgas verschweißt werden. Die Aufmischung zwischen Grundwerkstoff und Beschichtung liegt beim MSG- beziehungsweise beim OA-Schweißen je nach Legierung und Betriebsbedingungen zwischen 20–30 % in der ersten Lage, während sich die Schichtdicke im Bereich zwischen 3 mm bis 5 mm bewegt [1–4].

Neueste Varianten des MSG-Schweißens sind die GKLB- (geregelter Kurzlichtbogen-Schweißprozesse), wie zum Beispiel Cold-Metal-Transfer (CMT), Cold-Arc oder AC-MiG-Pulsschweißen, womit die Aufmischung auf < 5 % gesenkt und die thermische Beanspruchung des Bauteils verringert werden konnte [6,7].

Als weitere wichtige Auftragschweißverfahren industriell durchgesetzt haben sich das PTA- und LPA-Auftragschweißen mit Metallpulver-Schweißzusätzen. Das PTA-Auftragschweißen hat im Zuge der wachsenden Automatisierung sowie der Qualitätssicherung zunehmend an Bedeutung gewonnen. Hiermit können durch die verfahrensspezifischen Vorteile qualitativ hochwertige Schutzschichten mit Vermischungswerten unter 10 % (je

nach Abschmelzleistung und Schweißzusatz) erzielt werden. Die Abschmelzleistungen beitragen bei WSC-haltigen Schweißzusätzen auf Nickelbasis mittlerweile über 12 kg/h. Im Hochleistungsbereich kommen vor allem NiBSi-Legierungen (zum Teil mit Chrom) mit 60 % WSC zum Einsatz [9].

Das LPA-Auftragschweißen steht immer mehr im Wettbewerb zum PTA-Schweißen. Es hat sich industriell durch den Einsatz von Diodenlasern bei höheren Qualitätsanforderungen sowie mechanisch-dynamisch hochbeanspruchbaren Schichten auf schweißtechnisch schwierigen Grundwerkstoffen, die eine geringe Wärmeeinbringung erfordern, gefestigt. Die Vorteile gegenüber konventionellen Lichtbogen-Schweißverfahren entstehen im Wesentlichen durch den geringen und lokal begrenzten Energieeintrag des Lasers [10, 11].

3 Verschleißschutzwerkstoffe für das Auftragschweißen

Die Wahl des Werkstoffes beeinflusst maßgeblich die Auswahl des einzusetzenden Schweißverfahrens. Im Allgemeinen wird der Grundwerkstoff entsprechend den mechanischen Anforderungen an das Bauteil gewählt. Die Definition des Beschichtungswerkstoffes richtet sich nach der zu erwartenden Beanspruchung der Oberfläche, wie zum Beispiel abrasivem Verschleiß, Korrosion, Erosion, Kavitation, oder aber einer Kombination aus diesen, so wie im Realfall üblich. Dementsprechend gilt es hinsichtlich der Werkstoffwahl, folgende Aspekte zu beachten:

- die grundsätzliche Schweißbarkeit
- die Verfügbarkeit
- eventuell erforderliche Wärmebehandlungen
- die metallurgischen Wechselwirkungen der Werkstoffpaarung Substrat/Auftragschicht
- die Aufmischungsempfindlichkeit sowie
- die resultierenden Anforderungen an das Beschichtungsverfahren

Je nach Auftragschweißverfahren und Beanspruchungsprofil müssen die passenden

Werkstoffformen und Legierungstypen so gewählt werden, dass diese zur Herstellung von Verschleißschutzsystemen von der Prototypenfertigung bis hin zur Großserienproduktion beitragen. Gemäß EN ISO 14700 werden Beschichtungswerkstoffe entsprechend des Beanspruchungsprofils und der Verfügbarkeit zur Herstellung von Verschleißschutzbeschichtungen eingesetzt.

3.1 Übersicht anhand DIN EN 14700

Die europäische Norm DIN EN 14700 gilt für Schweißzusätze zum Hartauftragen. Hierin konzentriert sich der Anwendungsbereich auf Oberflächen von neuen Bauteilen, Halbzeugen sowie auf die Reparatur beziehungsweise Wiederherstellung von Oberflächen an Bauteilen, welche mechanisch, korrosiv, thermisch oder kombiniert beansprucht werden. Diese europäische Norm beschreibt die Anforderungen für die Einteilung der Schweißzusätze, die in Form von umhüllten Stabelektroden, Fülldrähten, Füllstäben, Füllbändern, Sinterbändern, Sinterstäben sowie Metallpulvern, Massivdrähten, -stäben, -bändern und Gussstäben vorliegen können, nach der chemischen Zusammensetzung des reinen Schweißgutes. Im Rahmen des vorliegenden Beitrags beschränken sich die Autoren auf die wichtigsten Zusatzwerkstoffe für das Auftragschweißen.

Lesen Sie weiter unter womag-online.de

WOMag-online-Abonnenten steht der gesamte Beitrag zum Download zur Verfügung. Im Weiteren werden die Eigenschaften und Verarbeitungsoptionen für Schweißzusätze auf Basis von Eisen, Nickel und Kobalt detailliert beschrieben sowie deren Einsatzmöglichkeiten als Stäbe, Schnüre und ummantelte Elektroden erläutert.

Der Gesamtumfang des Beitrags beträgt etwa 6 Seiten mit 6 Abbildungen, 3 Tabellen und 21 Literaturhinweisen.

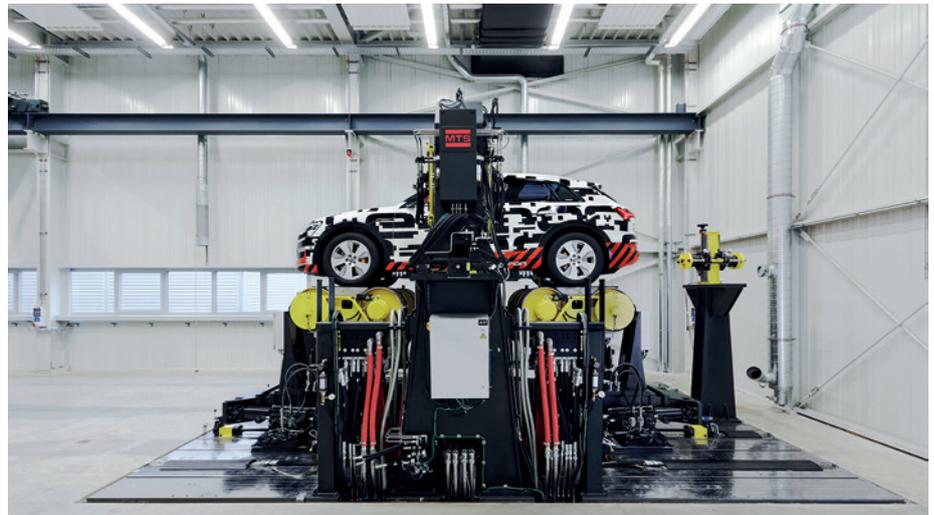
FKFS und Universität Stuttgart weihen drei neue Fahrzeug- und Motorenprüfstände ein

Testen der nächsten Generation: Mit drei neuen Prüfeinrichtungen richten das Forschungsinstitut für Kraftfahrwesen und Fahrzeugmotoren Stuttgart (FKFS) und das Institut für Verbrennungsmotoren und Kraftfahrwesen (IVK) der Universität Stuttgart ihren Fokus konsequent auf Technologien für das Automobil der Zukunft. Im Rahmen einer Festveranstaltung am 23. Mai 2019 wurden die neuen Prüfstände eingeweiht und waren erstmals in Aktion zu erleben.

Elektromobilität, Hybridantriebe, automatisiertes und autonomes Fahren: Zur Entwicklung und Erprobung dieser Technologien für die gegenwärtige und zukünftige Mobilität sind die drei hochmodernen Neuzugänge unter den Instituts-Prüfständen ausgerichtet. Sie wurden gemeinsam von FKFS und IVK entwickelt und realisiert – ein Prozess, in den zahlreiche innovative Ansätze aus beiden Instituten einfließen. Am 23. Mai startete nun offiziell der Forschungs- und Testbetrieb auf den zum Teil europaweit einzigartigen Prüfeinrichtungen. Für die Institute sind diese Investitionen – nach der umfassenden Modernisierung des Windkanals im Jahr 2014 und mehrfachen Erweiterungs- und Neubauten am Stuttgarter Pfaffenwaldring – ein weiterer Meilenstein ihrer strategischen Ausrichtung auf die Mobilität von morgen, so Prof. Dr.-Ing. Hans-Christian Reuss, aktueller Vorstandsvorsitzender am FKFS und geschäftsführender Direktor des IVK.

Hochleistungs-Elektroantriebsstrang-Prüfstand (HEP)

Mit zwei Radmaschinen und einer Antriebsmaschine ist der neue Hochleistungs-Elektroantriebsstrang-Prüfstand zur Erprobung von kompletten E-Antrieben oder einzelnen Komponenten hoch flexibel aufgebaut. Um zukünftige Anforderungen für elektrische Antriebsstränge in Bezug auf Leistung, Drehzahlen und Spannungslage zu erfüllen, wurde der Prüfstand auf wegbereitende Kenndaten ausgelegt. So erfolgt die Energieversorgung der Prüflinge durch einen leistungsfähigen Batteriesimulator für Spannungsebenen bis 1000 Volt. Neben der Antriebsapplikation und Funktionsentwicklung sind auf dem neuen Prüfstand dynamische Belastungstests und Dauererprobungen möglich. Zudem können Wirkungsgrad- und Systemvermessungen mit hochpräziser Leistungsmesstechnik und Parameteridentifikation von E-Maschinen dargestellt werden. Der neue Prüfstand wird außerdem die Erprobung von hoch verfügbaren Antrieben im automatisierten Fahr-



Fahrzeugdynamikprüfstand

(Bild: Ulrich Wittke/FKFS)

zeug unter realistischen Lastkollektiven und Ausfallszenarien ermöglichen.

Hybridmotorenprüfstand

Der Hybridmotorenprüfstand übernimmt eine Doppelrolle und leistet darin einen Beitrag zur Einhaltung der CO₂-Ziele: Einerseits verfügt der neue Hybridmotorenprüfstand über Belastungseinrichtungen, die Verbrennungsmotoren im Hybridbetrieb simulieren, inklusive einer Anlage zur gesetzkonformen Abgasanalyse. Andererseits lässt sich der Antriebsstrang unter Belastung mit leistungsstarken elektrischen Verbrauchern erproben, wobei verschiedenste Messtechniken zur Online-Analyse limitierter Schadstoffkomponenten eingesetzt werden. Mit dem neuen Hybridmotorenprüfstand kann so das Emissionsverhalten von Hybridantriebssträngen in einem sehr frühen Stadium getestet und beurteilt werden. Außerdem sind die Institute damit in der Lage, komplette Entwicklungsprozesse von Hybridsystemen zu beschreiben, von der Funktionsentwicklung über die Modellierung des Rohemissionsverhaltens und der Umsetzungswirkungsgrade des Abgasnachbehandlungssystems bis hin zur Parametrierung und Validierung des fertigen Systems unter stationären Bedingun-

gen sowohl in gesetzlichen als auch in realen Prüfzyklen.

Fahrzeugdynamik-Prüfstand

Der neue Prüfstand für die Fahrzeugdynamik steht für ein modernes, innovatives Testkonzept, das in Europa bislang einzigartig ist: Erstmals lassen sich damit längs-, quer- und vertikaldynamische Fahrzeugeigenschaften unter Laborbedingungen untersuchen – und dies nicht nur isoliert, sondern auch ganzheitlich mit einer detaillierten und reproduzierbaren Betrachtung der Wechselwirkungen. Das eröffnet ein breites Anwendungsspektrum für aktuelle und zukünftige Technologien, von der Unterstützung des klassischen Fahrversuchs bis hin zur Erprobung des Zusammenspiels von neuartigen Antriebs- und Fahrwerkskonzepten. So können beispielsweise Assistenzsysteme, aktive Lenk- und Fahrwerksysteme oder integrierte Fahrdynamikregelsysteme weiterentwickelt, erprobt und zertifiziert werden. Zudem ist auf dem neuen Prüfstand das Testen von Funktionen aus dem Bereich der Advanced Driver Assistance Systems (ADAS) oder dem autonomen Fahren unter sicheren Bedingungen möglich.

➔ www.fkfs.de

Beheizte Oberflächen

Neue Technologie der New Albea ermöglicht sichere Kontaktierung von Heizfolien

Beheizbare, flexible Oberflächen eröffnen der Industrie interessante Möglichkeiten. New Albea hat ein innovatives Heizmodul auf den Markt gebracht, das zum Beispiel im Fahrzeug nicht nur Teile der Karosserie, sondern in Verbindung mit leitfähigen Lacken auch Flächen im Interieur beheizen kann. Das prädestiniert sie, gerade im Hinblick auf so aktuelle Themen wie Elektromobilität und autonomes Fahren, für Anwendungen im Automotive-Bereich. Doch die in Kunststoff eingebetteten, leitfähigen Drähte oder gedruckten Bahnen können auch in anderen Anwendungsfeldern Einzug halten.

3D-Geometrien möglich

Eine der Besonderheiten ist Flexibilität der Flächenheizung. Aufgrund des extrem dünnen Aufbaus im Bereich von 0,250 mm bis 0,375 mm – die eingebetteten Heizdrähte sind dünner als menschliche Haare – lässt sich die Folie auch in eine 3D-Geometrie verformen. Alternativ sind auch statt Heizdrähte leitfähig bedruckte Flächen oder Bahnen möglich. Dadurch kann sie der Kontur der zu beheizenden Oberfläche angepasst und auch hinterspritzt werden. Damit keine Feuchtigkeit in das System eindringt, wurde eine pa-

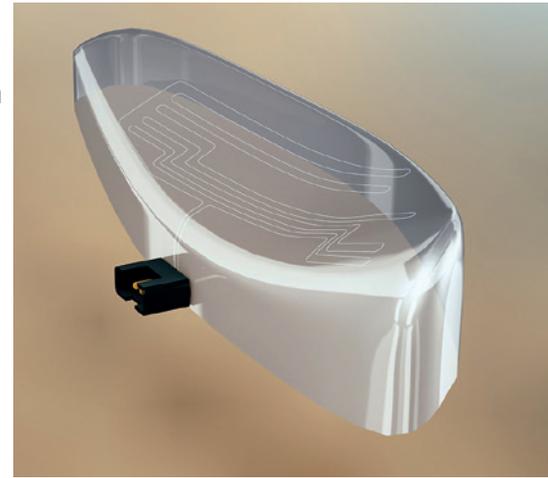
tentierte Kontaktierungslösung entwickelt, bei der die Außenseite der Folie geschlossen bleibt. Je nach Kundenwunsch stehen unterschiedliche Stecker- beziehungsweise Kontaktierungsvarianten zur Verfügung.

Vielseitige Anwendungen im Automobilbereich denkbar

Um die Funktionssicherheit der Systeme beim autonomen Fahren zu gewährleisten, müssen Flächen, hinter denen wichtige Sensoren verbaut sind, im Winterbetrieb eisfrei gehalten werden. Mithilfe des Heizmoduls lassen sich dreidimensionale Konturen oder Radome beheizen, ohne dass das Radarsignal gestört wird. Auch zur angenehmen Temperierung des Innenraums kann die Technologie beitragen. Da im Elektroauto Motorwärme zur Beheizung fehlt, kann die Heizfolie genutzt werden, um Interieurflächen wie Armlehnen oder Türverkleidungen zu erwärmen.

High-End-Kunststoffkomponenten und Oberflächen

New Albea zeichnet eine hohe Wertschöpfungstiefe aus, mit allen Fertigungstechnologien inhouse. Vom Sieb- und Digital-



Neuartige Heiztechnologie durch in Folie eingebetteten Heizdrähte, mit der sich nicht nur individuell gestaltete Flächen beheizen lassen, sondern auch die hochpräzise 3D-Konturierung der Folie möglich ist (Bild: New Albea)

druck über das Stanzen und Verformen bis hin zum Kunststoffspritzen der Folien mittels FIM (Film Insert Molding) sowie eigenem Werkzeugbau. Zu den Kunden zählen Unternehmen der Automobilindustrie ebenso wie namhafte Hersteller aus den Bereichen Informations- und Kommunikationstechnik und Haushaltsgeräte.

New Albea Kunststofftechnik GmbH, Am Sportplatz 6, D-77960 Seelbach
 ☞ www.albea.de

53. Metallographie-Tagung 2019

Die Deutsche Gesellschaft für Materialkunde e. V. veranstaltet vom 18. bis 20. September 2019 die 53. Metallographie-Tagung im Rahmen der WerkstoffWoche in Dresden. Diese Kombination hat sich bereits zur *WerkstoffWoche 2015* bestens bewährt. Dresden ist ein traditioneller Standort für die Ausbildung und Forschung auf dem Gebiet der Materialographie. Die Region hat eine weit zurückreichende Geschichte auf den Gebieten Metallurgie und Montanindustrie. Mit der TU Dresden, den zahlreichen Forschungsinstituten und der nahegelegenen TU Bergakademie Freiberg können hier nur die wichtigsten Vertreter von Forschung, universitärer Ausbildung und technischer Unterstützung von Industrie und Mittelstand genannt werden. Die Metallographie-Tagung ist ein wissenschaftlicher Kongress, der ein breites The-

menspektrum aus allen Bereichen der Materialographie abdeckt und der jährlich stattfindet. Die 53. Metallographie-Tagung in Dresden wird wie immer von einer industriellen Ausstellung und von Workshops ergänzt. Die Besonderheit in diesem Jahr besteht in dem umfangreichen Begleitprogramm, das die WW 2019 auch den Besuchern der Metallographie-Tagung bietet.

Die inhaltliche Ausrichtung mit einem breiten Themenspektrum richtet sich an Fachkolleginnen und -kollegen aus allen Bereichen der Materialographie. Metallographische Methoden von der Probenpräparation, über die Mikroskopie bis zur Materialanalytik werden behandelt. Der Nutzen dieser Untersuchungsmethoden wird an verschiedenen Werkstoffen, von Stählen über Nickelbasis- und Aluminiumlegierungen sowie pulverme-

tallurgischen Werkstoffen bis zu Kunststoffen und Verbundwerkstoffen aufgezeigt. Sowohl klassische und konventionelle als auch neue Fertigungsverfahren, wie zum Beispiel die additive Fertigung, werden im Vortrags-, Poster- und Ausstellungsprogramm eine Rolle spielen. In den letzten Jahren ist es zur Tradition geworden, der Analyse von Schadensfällen eine eigene Sitzung zu widmen.

Auch im Jahr 2019 wird der Programmausschuss dank zahlreicher Beitragseinreichungen ein abwechslungsreiches Programm zusammenstellen. Das Tagungsprogramm wird durch eine Reihe eingeladener Plenarvorträgen hochkarätiger Redner bereichert werden. Weitere Informationen sowie das Vortragsprogramm sind erhältlich unter

<https://met2019.dgm.de/home/>
 ☞ www.dgm.de

Von Netzwerkmanagern, Querdenkern und Technologie-Scouts – Eine Ideenschmiede auf Wachstumskurs

Fahrzeugteile der Bernd Kussmaul GmbH erfüllen die höchsten ästhetischen Ansprüche

Seit ihrer Gründung 1996 versteht sich die Bernd Kussmaul GmbH, Weinstadt, als Technologie- und Design-Dienstleister. Das Unternehmen hat sich im Laufe seiner über 20-jährigen Geschichte zum Spezialisten individueller Lösungen für technische Produkte und Prozesse mit hoher Komplexität und damit auch zu einem gefragten Systempartner entwickelt. Vor allem namhafte Marken aus der internationalen Automobilindustrie wie Audi und Bugatti, aber auch Jaguar Land Rover, Rolls-Royce und Königsegg wurden zu Kunden der schwäbischen Ideenschmiede aus dem Remstal. Aber nicht nur das; auch andere Branchen wie die Medizintechnologie, Luftfahrt, der Yachtbau oder der Sondermaschinenbau greifen auf das technologische Know-how des Unternehmens mit aktuell über 40 Mitarbeitern zurück. Der Lohn: Die Bernd Kussmaul GmbH wurde in den vergangenen Jahren mehrmals als eines der innovativsten Unternehmen Deutschlands ausgezeichnet.



Hochglanzpolierter Tankdeckel für den Porsche 911 DLS

Nach den Worten des geschäftsführenden Gesellschafters Bernd Kußmaul setzt das Bestehen im internationalen Wettbewerb voraus, dass den anspruchsvollen Kunden nicht nur kreative und innovative, sondern auch wirtschaftlich attraktive Lösungen geboten werden. Jeder Mitarbeiter ist deshalb heute Netzwerkmanager, Querdenker und Technologie-Scout in einer Person. Die Premiumpartner der Kussmaul GmbH schätzen die Zuverlässigkeit und Top-Qualität des Unternehmens – von der Produktentwicklung bis



Interieurteil *The Gallery* für das Fahrzeug Phantom VIII von Rolls-Royce

hin zum Serienstart. Dabei legt das Unternehmen selbst die Messlatte sehr hoch. Dass die Strategie *Premium trifft Premium* aufgeht, zeigte sich im Mai 2015: Die Kussmaul GmbH wurde vom Sportwagenhersteller Bugatti nach dem Veyron 2005 zum zweiten Mal als Zulieferpartner ausgewählt. Beim 1500 PS-starken und rund 2,5 Millionen Euro teuren *Chiron* umfasst der Lieferumfang auf Hochglanz polierte und eloxierte Aluminiumzierteile im Interieur und Exterieur. Die ZSB-Spange der Mittelkonsole wurde von Bugatti zum *Masterpiece of Art* geädelt. Im Jahr 2017 wurde die Kussmaul GmbH darüber hinaus auch mit der Fertigung des ultimativen Luxus-Bikes von Bugatti beauftragt. Künftig haben Kunden die Möglichkeit, im sogenannten *Home of Bugatti Bike* in Weinstadt vor den Toren Stuttgarts den Zusammenbau ihres Fahrrads hautnah mitzuerleben.

Höhepunkt im Jubiläumsjahr 2016 war die Weltpremiere des *i-Pace Concept Cars* von Jaguar auf der Auto Show in Los Angeles. Die Kussmaul GmbH wurde vorher zum Exklusiv-Lieferanten für die hochglanzpolierten und zum Teil gebürsteten Aluminiumzierteile im Interieur und Exterieur ausgewählt.

Eine weitere Luxusmarke setzt ebenfalls auf Kussmaul als Serienlieferant: Für den neuen Rolls-Royce Phantom VIII, der im Jahr 2018 seine Weltpremiere auf dem Genfer Auto Salon feierte, fertigt das Unternehmen unter anderem das Zierteil *The Gallery*, bestehend

aus einem hochglanzpolierten Aluminiumträger sowie zwei filigran gelaserten und feinstgebürsteten Edelstahlblechen. Im Armaturenbereich der Beifahrerseite wirkt das Teil mit Licht hinterleuchtet wie ein lebendiger Wasserfall.

Die Vielseitigkeit der Kussmaul GmbH beweist aber auch ein anderes Projekt: Im Vorfeld der Olympischen Spiele 2000 in Sydney meldeten sich die Entwickler des Sportartikelherstellers Adidas in Weinstadt-Großshepach. Der Auftrag lautete, die optimalen Spikes für die Laufschuhe der von Adidas ausgestatteten Athleten zu entwickeln. Die Kussmaul-Experten entschieden sich damals für eine Aluminiumlegierung, die sich bereits in der Luftfahrtindustrie bewährt hatte. Aber nicht nur das: Waren früher die Spikes spitz, so präsentierte man Adidas in z-Form gegossene Spikes. Nach Abschluss der Testphase war eindeutig bewiesen, dass damit die Griffigkeit der Spikes und somit der Halt des Laufschuhs auf der Tartanbahn noch einmal deutlich verbessert werden konnte. Von den insgesamt 254 Medaillengewinnern verdankten vor allem die Leichtathleten dieser Innovation ihren Erfolg.

Heute ist der Blick nach vorn gerichtet, die Kussmaul GmbH will ihre Angebotspalette als Technologie- und Design-Dienstleister erweitern. Neue Geschäftsfelder werden ins Visier genommen. Der Fokus liegt dabei nach Aussage von Bernd Kußmaul auf den Bereichen Mobilität, Health Care und Life Style. Das Ziel ist klar definiert: Das Unternehmen soll damit für die Partner noch attraktiver werden. Die Kooperation *GARIA by KUSSMAUL* auf dem E-Mobilssektor gilt in diesem Hinblick als ein Beispiel für die individuelle Gestaltungs- und Fertigungskompetenz, mit der die neuen Herausforderungen bewältigt werden sollen. In den vergangenen Jahren hat sich das Unternehmen rasant entwickelt – sowohl was die Zahl der Mitarbeiter als auch was die räumlich Ausdehnung am Stammsitz anbelangt. Dieser Schwung soll jetzt für die nächsten fünf Jahre genutzt werden.

➔ www.bernd-kussmaul-gmbh.de

Moulding Expo als Branchen- und Ideenmarktplatz

In der dritten Auflage zieht die Fachmesse eine positive Bilanz

Die Moulding Expo 2019 war in ihrer dritten Auflage erneut ein Treffpunkt des deutschen und europäischen Werkzeug-, Modell- und Formenbaus. Rund die Hälfte der Aussteller stammt dabei aus dem Kernbereich dieser Hightech-Branche. Die Messe bietet somit eine stabile Plattform, auf der sich Aussteller mit Kunden und Zulieferern, aber auch mit ihren Kollegen aus der Branche austauschen können. Damit verankert sich die Moulding Expo auf hohem Niveau als führender Branchentreff; das zeige sich laut Ulrich Kromer von Baerle, Sprecher der Geschäftsführung der Messe Stuttgart, anhand von zwei Aspekten: Die Qualität der Besucher sei hoch, 79 Prozent seien Einkaufs- und Entscheidungsträger. Zudem stammten 30 Prozent der Besucher direkt aus dem Werkzeug- und Formenbau selbst.

Zuhause mitten im Markt

Die Moulding Expo gewinnt auch international immer mehr an Bedeutung. 12 943 Fachbesucher aus 59 Ländern sahen in Stuttgart die Produkt- und Dienstleistungsangebote von 705 Ausstellern. 17 Prozent der Besucher kamen aus dem Ausland, wie der Türkei, Italien und Portugal – allesamt für die Branche relevante Märkte.

Ausländische Aussteller nutzen die Fachmesse unter anderem zur Anbahnung und Koordination von Kooperationsprojekten. So auch Cavalier Tool & Manufacturing aus dem kanadischen Windsor-Cluster, das erstmals auf der internationalen Fachmesse Werkzeug-,

Modell- und Formenbau als Aussteller vertreten war. *Wir sind stärker und effizienter, wenn wir gemeinsam mit Partnern an einem Strang ziehen, anstatt zu konkurrieren*, erklärt Brian Bendig, Inhaber des Hightech-Werkzeug- und Formenbau-Unternehmens mit 150 Mitarbeitern. Diese Philosophie wolle man mit der Präsenz auf der Fachmesse Wirklichkeit werden lassen. Denn der Markt sei groß genug für alle.

Für Kern Microtechnik, Hersteller von CNC-Fertigungszentren, bedeutet die Moulding Expo Chance und Herausforderung zugleich. Nach den Worten von Geschäftsführer Simon Eickholt sind auf der Moulding Expo die Fachleute der Werkzeug-, Modell- und Formenbau-Unternehmen vor Ort, die bei Kern Microtechnik ganz dezidiert auf der Suche nach Lösungen für konkrete Projekte seien. *Die Leads, die wir hier generieren, sind von höchster Qualität*, so Eickholt. Auch weil die Werkzeugmacher maximale Ansprüche an Oberflächengüte, an die präzise Zerspanung



Geschäftsführer Simon Eickholt, Kern Mikro-technik, trifft auf der Moulding Expo die Fachleute des Werkzeug-, Modell- und Formenbaus (Bild: Messe Stuttgart)

von Highend-Materialien und zunehmend auch an automatisierte Lösungen stellten. Die Moulding Expo ist nach Aussage von Marcel Bestenlehrer, Geschäftsführer des gleichnamigen Poliertechnikspezialisten, eine Plattform für Dienstleister und Zulieferer; durch ihren klaren Fokus auf den Werkzeug-, Modell- und Formenbau könnte die Messe für ihn nicht besser ausgerichtet sein.

Die Veranstaltung sei darüber hinaus ein echter Branchentreffpunkt. Die Messe habe genau die richtige Größe, die Wege seien kurz: Werkzeugmacher, deren Kunden und die Dienstleister fänden sich hier zum schnellen, spontanen Austausch zusammen – auch nach Messeende.

Unterschiedliche Akteure finden zusammen

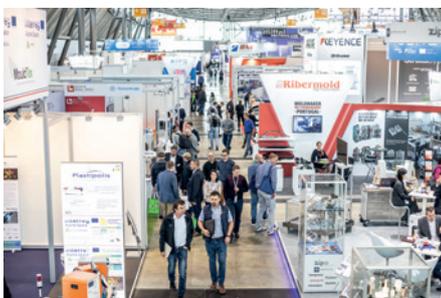
Erneut setzte die diesjährige Veranstaltung einen Schwerpunkt im Bereich Nachwuchsförderung und Weiterbildung. Zum zweiten Mal realisierte Steffen Ritter, Professor an der Hochschule Reutlingen mit einem Studententeam das MEX-Give Away, das auf der Fachmesse live spritzgegossen



Steffen Ritter, von der Hochschule Reutlingen, und sein Studententeam haben die Brotzeitdose MEX BOX realisiert und produzierten sie live auf der Messe (Bild: Messe Stuttgart)

wurde: *Die Brotzeitdose MEX BOX ist der Knaller*. Die Leute seien Schlange gestanden. *Wir bekommen sehr gutes Feedback: Zum einen zu dem Produkt selbst, zum anderen – und das ist viel wichtiger – auf die Art, wie wir es entwickelt haben*. Ideenfindung, Bauteilkonstruktion, Kriterienkatalog, Werkzeugkonzept und -konstruktion: Alles haben die Studenten selbst gestemmt. Die Krönung sei, dass die Studierenden auf der Moulding Expo noch lernten, ihr Produkt zu verkaufen. Für den Professor ein ideales Beispiel dafür, wie verschiedene Akteure auf der Fachmesse zusammengebracht werden.

➔ www.moulding-expo.de



Die Moulding Expo 2019 vereinte wieder die Branche und ihre Zulieferer (Bild: Messe Stuttgart)

Fraunhofer IPA baut für den Standort

- leicht - effizient - sparsam - kommunikativ

Auf dem Gelände des Birkhof in Stuttgart-Vaihingen gegenüber dem Fraunhofer-Institutszentrum starten die Bauarbeiten zum Gebäude U. Dort sollen ab 2021 Bearbeitungstechnologien für den Leichtbau entwickelt werden. Spatenstich war am 20. Mai.

Mit dem Spatenstich beginnen offiziell die Bauarbeiten für das neue Fraunhofer-Forschungsgebäude. Staatssekretärin Katrin Schütz vom Wirtschaftsministerium vertrat die Landesregierung bei der Eröffnung der Baustelle. Mit dem Institutsneubau für Leichtbautechnologien des Fraunhofer IPA entsteht nach ihren Worten ein einmaliges Kompetenzzentrum, das die Expertise und das Know-how im Bereich der Bearbeitungstechnologien im Leichtbau bündeln und erweitern werde. Außerdem stärke es weiter die Zusammenarbeit mit Industrie, kleinen und mittelständischen Unternehmen und weiteren Innovationspartnern im Themenfeld des Leichtbaus. Professor Thomas Bauern-



Staatssekretärin Katrin Schütz vom Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau Baden-Württemberg eröffnet zusammen mit den Institutsleitern Prof. Thomas Bauernhansl (li.) und Prof. Fritz Klocke (re.) des Fraunhofer IPA sowie Henry Pudewill (Mitte) von Gewers & Pudewill Architekten die Baustelle für den Forschungsneubau

(© Fraunhofer IPA/Foto: Rainer Bez)

hansl, der zusammen mit Professor Fritz Klocke das Fraunhofer IPA leitet, erklärte, dass im nun entstehenden Gebäude U das Fraunhofer IPA ab 2021 für und mit der Industrie Verfahren, die den Verbrauch von Energie und Werkstoffen in der Produktion nachhal-



Das geplante Gebäude U für Leichtbautechnologien am Fraunhofer IPA

(Quelle: © Gewers & Pudewill GmbH)

tig senken, entwickeln werde. Die entwickelten Leichtbaumaschinenkomponenten erfordern Professor Bauernhansl zufolge weniger Materialeinsatz und haben ein geringeres Gewicht, sparen im Betrieb also Energie ein. *Die neu entwickelten Verfahren für die effiziente Bearbeitung von Leichtbauwerkstoffen wie CFK, Aluminium oder Multi-Material-Mixen machen darüber hinaus den Einsatz dieser Leichtbauwerkstoffe kostengünstig und wirtschaftlich*, so Bauernhansl.

Für all diese Arbeiten benötigen die Forscher und Forscherinnen Produktionsmaschinen wie Hochleistungs-CNC-Maschinen, die teilweise zusammen mit Unternehmen entworfen werden und entsprechend industrielle Abmessungen haben. Typische Größen und Massen sind für die Aufstellfläche einer Fräsmaschine 40 bis 50 Quadratmeter bei einem Maschinengewicht von rund zwölf Tonnen. Diese Maschinen und Anlagen haben oft eine Höhe von drei Metern.

Der Forschungsbetrieb und eine lange Gebäudenutzung bedeuten, dass es keine feste Bestückung des Labors mit Maschinen geben kann. Vielmehr orientiert sich der Maschinenbestand am Bedarf der Unternehmen und am Stand der Technik. Daher ist eine flexible Aufstellung von Maschinen erforderlich. Maschinen müssen per Kran über bereits aufgestellte Maschinen gehoben werden können. Die Halle muss mit schwerem Gerät befahrbar sein und eine entsprechende Deckenhöhe besitzen. Auch der Boden muss für die hohen Maschinengewichte und Bewegungen geeignet sein.

Klebe- und Lötmaschinen für die Verbindungstechnik für Leichtbauwerkstoffe sind in speziellen Labors unterzubringen, die eine hohe Luftsauberkeit garantieren. Zur Montage von Bauteilen, vor allem zur Feinmontage, braucht es klimatisierte Räume, die von der eher verschmutzten Halle entkoppelt sind. Für Simulationen, Analysen, Konstruktionen, Berichterstellungen etc., die an Bildschirmarbeitsplätzen stattfinden, werden ausreichend Büroflächen benötigt. Ein Transfer der Ergebnisse an ein breites Fachpublikum erfordert insbesondere Besprechungsräume sowie einen Seminarraum, der auch die Durchführung von größeren Tagungen ermöglicht. Der Entwurf der Gewers & Pudewill Architekten aus Berlin fasst all diese Funktionen in einem Gebäude von etwa 37 Metern Breite und 55 Metern Länge auf 5700 Quadratmeter Grundfläche zusammen. Die kompakte Organisation des Gebäudes ermöglicht kurze Wege von den Büros in das Technikum, wodurch ein intensiver Austausch zwischen Büroarbeitsplatz und Maschinenhalle einerseits und den IPA-Forschern und Entwicklern aus der Projektgruppe und den Unternehmen andererseits erfolgen kann.

Die Gesamtkosten des Vorhabens betragen 21 400 000 Euro. Aus dem Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung (EFRE) – Operationelles Programm Baden-Württemberg 2014–2020 *Innovation und Energiewende* fließen 10 700 000 Euro in das Vorhaben; jeweils 5,35 Millionen Euro stammen aus Landes- und Bundesmitteln.

➔ www.ipa.fraunhofer.de

Aluminium und Kupfer: Eine besondere Verbindung zur Effizienzsteigerung von elektrischen Antrieben

Das Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM hat ein gießtechnisches Verfahren entwickelt, mit dem leistungsstarke Spulen für Elektromotoren gefertigt werden können. Eine Kombination aus hohem Nutzfüllfaktor, exzellentem thermischen Verhalten und geringen Stromverdrängungsverlusten kann in der Maschinenauslegung auf vielfältige Weise genutzt werden. Die Erhöhung des Nutzfüllfaktors ermöglicht auch die Verwendung von Aluminium zur Spulenherstellung. Die Herausforderung war bisher die funktionssichere Verschaltung der Aluminiumspulen mit Kupferleitern. In aktuellen Forschungsarbeiten wurde dieser Verfahrensschritt nun optimiert und qualifiziert.

Die mit gießtechnischen Verfahren herstellbare Spulengeometrie mit flacher Leiteranordnung bietet entscheidende Vorteile gegenüber konventionell hergestellten, gewickelten Spulen. Durch diese besondere Fertigung ist eine spezifische und individuelle Anpassung des Leiterquerschnitts realisierbar, wodurch der zur Verfügung stehende Bauraum in elektrischen Maschinen maximal genutzt werden kann. Auf diese Weise sind Nutzfüllfaktoren von über 80 Prozent erreichbar. Bei der Substitution des Kupfers durch Aluminium im Aktivteil kann bei nahezu gleichbleibendem Wirkungsgrad eine Gewichtsreduzierung von bis zu 50 Prozent ermöglicht werden. Aufgrund der flachen Konstruktion erlauben neue Kühlkonzepte darüber hinaus eine zusätzliche Steigerung der Stromdichte. In verschiedenen Anwendungen wurden die Machbarkeit und die technologischen Vorteile gegossener Spulen bereits nachgewiesen.

Aluminiumspulen mit Kupferleiterbahnen

Die Kombination aus hohem Füllfaktor, exzellentem thermischen Verhalten und geringen Stromverdrängungsverlusten kann nun in der Maschinenauslegung auf vielfältige Weise genutzt werden. Wird Kupfer durch Aluminium ersetzt, muss der Querschnitt des Aluminiumleiters gegenüber einem Kupferleiter, aufgrund der geringeren elektrischen Leitfähigkeit (Kupfer $\sim 58 \text{ MS/m}$ und Aluminium $\sim 36 \text{ MS/m}$), erhöht werden. Mit der Verbindung der einzelnen Statorspulen durch den Verschaltungsring führt diese Erhöhung des Leiterquerschnitts jedoch zu einem höheren Bauraum; daraus resultiert ein größerer elektrischer Antrieb und damit eine Reduzierung der volumetrischen Leistungsdichte. Dieser Nachteil wird durch den Einsatz von Kupfer als Leitermaterial im Verschaltungsring kompensiert. Hierdurch können die Leiter für die Verschaltung kleiner ausgeführt werden und die notwendigen Isolations- und Luftstreckenabstände werden eingehalten.

Fügeverfahren entscheidet über erfolgreiche Verbindung

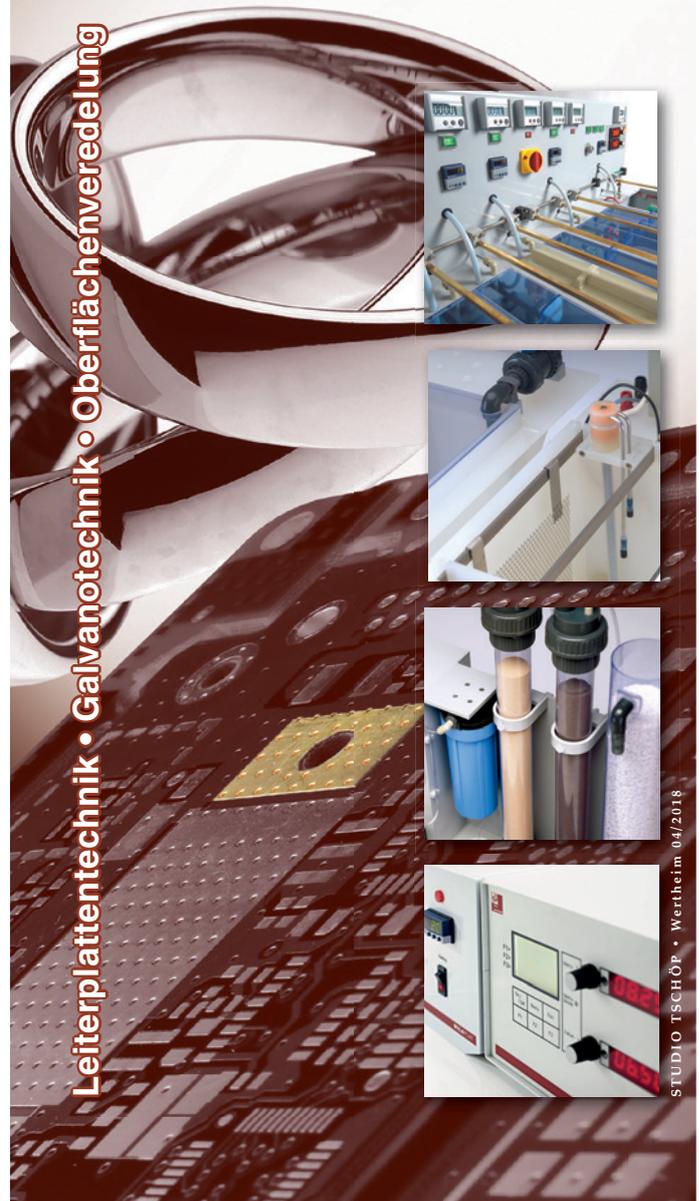
Bisher bestand die Herausforderung darin, die Kontaktierung zwischen den gegossenen Aluminiumspulen und den Kupferleitern funk-

Präzision
im Detail



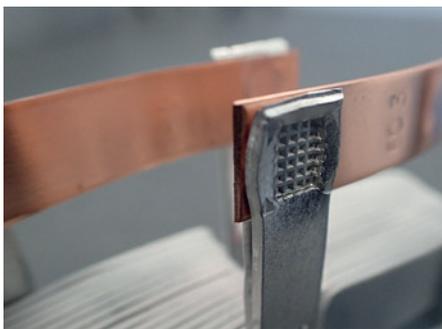
Kompakte Anlagen
für dekorative
und funktionelle
Oberflächen

Leiterplattentechnik • Galvanotechnik • Oberflächenveredelung



Walter Lemmen GmbH
+49 (0) 93 42 - 7851
info@walterlemmen.de
www.walterlemmen.de

STUDIO TSCHÖP • Wertheim 04/2018



Kontaktierte Aluminiumspulen
(Bild: Fraunhofer IFAM)

tionssicher durchzuführen. Eine schlechte Verbindung würde zu einer Erwärmung der Kontaktstelle führen, was somit eine erhöhte Verlustleistung und gegebenenfalls Schädigung bis hin zum Defekt des Antriebs bedeuten würde.

Die elektrische Kontaktierung zwischen Aluminium und Kupfer und der Einsatz dieser Verbindung als elektrischer Leiter ist unter anderem aufgrund der entsprechenden Alterungsmechanismen (Interdiffusion, Reibkorrosion, chemische Korrosion, Entfestigung und Elektromigration) Gegenstand der Forschungsaktivitäten am Fraunhofer IFAM. Die wirkenden Mechanismen bei der Fügung können den Alterungsprozess bereits in der Fertigung anstoßen, was vorwiegend bei stoffschlüssigen Verbindungen der Fall ist. Bei diesen Verbindungen entstehen intermetallische Phasen zwischen Aluminium und Kupfer, welche einen erhöhten elektrischen Widerstand und sprödere Mikrokontakte in der Verbindung zur Folge haben. Die intermetallischen Phasen können bei Erwärmung zum Beispiel durch den elektrischen Strom im skizzierten Anwendungsfall vorwiegend durch die Grenzflächendiffusion wachsen. Aufgrund der zunehmenden *Zwischenschicht*, welche isolierend wirkt, fällt mehr Verlustleistung an. Dies hat wiederum eine

Erhöhung der Wärmeentwicklung zur Folge. Gegenteilig kann eine rein form-/kraftschlüssige Verbindung unter Umständen zu einer Entfestigung und der Bildung von Oxidschichten auf der Oberfläche beider Werkstoffe führen. Somit ist die Auswahl eines entsprechenden Fügeverfahrens für die Kontaktierung der gegossenen Aluminiumspulen und den Kupferleitern für den langfristigen Einsatz des elektrischen Antriebs ausschlaggebend.

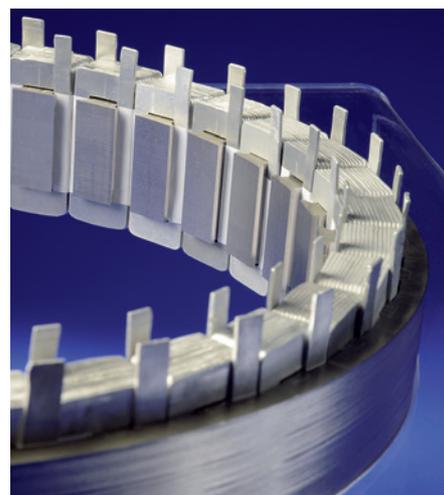
Kontaktierung mit hohem technischen Anforderungsprofil

Für den effizienten Einsatz von Kupferleiterbahnen als Kontaktierungselement haben die Wissenschaftler am Fraunhofer IFAM unterschiedliche Fügeverfahren hinsichtlich ihrer Eignung geprüft. Verglichen wurden hier diverse Löt-, Umform-, Klebe- sowie geschweißte und montierte Verbindungen. Der Fügeprozess musste zudem folgende Anforderungen erfüllen:

- umweltfreundliches Verfahren (z. B. kein Einsatz von gesundheits- oder umweltschädlichen Stoffen)
- minimaler Aufwand (keine Vorbehandlungen oder Prozesszwischenschritte)
- Serienfertigung möglich
- Fügetemperatur sollte der thermischen Klasse H (max. 180 °C) der Isolierstoffklasse nach DIN EN 60085 entsprechen
- Fügung soll im eingebauten Zustand erfolgen, das heißt die Spulen sind bereits auf das Blechpaket montiert.

Ultraschallschweißen überzeugt

Die Ergebnisse der umfangreichen Untersuchungen zeigen, dass Festphasen-Fügeverfahren das hohe Anforderungsprofil erfüllen. Wird die Fügetemperatur unter 300 °C gehalten, werden in der Regel keine Mischphasen erzeugt und die Verbindung weist einen niedrigen elektrischen Widerstand



Gegossene Aluminiumspulen für luftgekühlten Radnabenmotor (Bild: Fraunhofer IFAM)

mit hinreichender Festigkeit auf. Detaillierte Untersuchungen hinsichtlich der Festigkeit mit Zugscherversuchen und dem Übergangswiderstand ergaben, dass die Fügung mittels Ultraschallschweißens als sehr erfolgversprechend anzusehen ist. Dieses Verfahren erfüllt die gestellten Vorgaben und bietet großes Potenzial für weitere Technologieoptimierungen. Die flächige Werkzeuganordnung ermöglicht eine Fügung der beiden Kontaktpartner mit sehr guten Verbindungseigenschaften. Je nach Anwendung kann eine Optimierung hinsichtlich Festigkeit und Bildung von intermetallischen Phasen durch Variation der Prozessparameter erzeugt werden, bei nahezu gleichbleibendem elektrischen Widerstand.

Wissenschaftliche Ansprechpartner

Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM, Markus Hempel M.Sc.
E-Mail: markus.hempel@ifam.fraunhofer.de

➔ www.ifam.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!

Anwenderkongress Steckverbinder



01. – 03. Juli 2019
Vogel Convention Center VCC
Würzburg



**Melden Sie
sich jetzt an!**

Bei Angabe des Codes
„WOMag“ erhalten Sie
10 % Rabatt auf den
aktuellen Preis!

Melden Sie sich jetzt an!

Europas größter Fachkongress zum Thema ist der Pflichttermin für alle, die Steckverbinder entwickeln oder einsetzen und interessante Kontakte knüpfen möchten. Das erwartet Sie: Referenten aus Industrie und Forschung, praxisorientierte Lösungen, Workshops, Grundlagenseminare und Networking mit Experten aus der Industrie.

www.steckverbinderkongress.de

Leichtbau ist Schlüsseltechnologie für die globale Nachhaltigkeit

EMO Hannover 2019 zeigt: Nachhaltigkeit und Leichtbau sind im Maschinenbau fest verankert

Intelligente Leichtbaulösungen fassen im Werkzeugmaschinenbau zunehmend Fuß. Dabei stehen neue Geometrien und Materialien genauso im Fokus wie Simulation und 3D-Druck. Wie Produkte im Kontext von Leichtbau und Nachhaltigkeit konzipiert und gefertigt werden können, wird auf der EMO Hannover vom 16. bis 21. September an Beispielen gezeigt.

Leichtbau ist elementarer Bestandteil einer nachhaltigeren Produktion. Er beginnt bereits weit vor der eigentlichen Herstellung und zieht sich durch die gesamte Wertschöpfungskette – vom Rohstoff bis zum fertigen Bauteil. Entsprechend frühzeitig setzen sich die Unternehmen mit diesem Thema auseinander. *Nachhaltigkeit ist ein zentraler Bestandteil unseres Unternehmens*, sagt Steffen Krause, Technical Sales Manager beim Softwareentwickler Autodesk. Mit Autodesk-Technologie können ihm zufolge Hersteller ihr Ergebnis verbessern und dazu beitragen, eine bessere Welt zu gestalten, indem Material- und Energieeffizienz in ihren Design- und Herstellungsprozessen gesteigert werden. Auch für Hainbuch, den schwäbischen Hersteller von Werkstückspannlösungen aus Marbach, ist Nachhaltigkeit und damit die Verpflichtung zum Umweltschutz selbstverständlich und ein wichtiges Element der Firmenidentität. So ist seit 2016 in den Umweltleitlinien eine Energienorm als so genannte Energiepolitik verankert. Damit reduziert das Unternehmen nach Aussage von Stefan Nitsche, Leiter Produktmanagement bei Hainbuch, Emissionen und Abfälle, erhöht die Energieeffizienz, garantiert den sparsamen Umgang mit Ressourcen und die Reduzierung gefährlicher Stoffe. *Denn wir wollen die Produkte nicht nur qualitativ hochwertig entwickeln und produzieren, sondern auch umweltschonend und nachhaltig.*

Leichtbau ist wesentliche Voraussetzung für Materialeffizienz

Die 3D Micro Print GmbH aus Chemnitz ist spezialisiert auf die Herstellung von Mikrometalteilen durch Mikro-Lasersintern und den Verkauf der zugehörigen Maschinen. Für das sächsische Unternehmen bedeutet Nachhaltigkeit auch, Produkte mit Funktionsintegration zu entwickeln und herzustellen und so einen Mehrwert für die Kunden zu schaffen – ohne Einschränkungen bei den Materialeigenschaften und beim Einsatz der Bauteile. Das Zusammenspiel zwischen neu-

en Geometrien und neuen Materialien ist nach den Worten von Thomas Klotz, Leiter der Qualitätssicherung bei 3D Micro Print, essenziell, um mit Blick auf Leichtbau und Nachhaltigkeit Produkte mit einem Mehrwert zu generieren. An dieser Stelle bedarf es ihm zufolge zudem einer fachgerechten Beratung, um dem Kunden die Stellschrauben für die Produktentwicklung und den Herstellungsprozess aufzuzeigen.

Fest steht: 3D-Druck macht Leichtbau an vielen Stellen erst möglich und ist damit auch eine wesentliche Voraussetzung für Materialeffizienz. Mehrere Teile können dabei bereits im Design zu einer Komponente zusammengefügt werden. Der Generative Design-Ansatz von Autodesk ist laut Steffen Krause ein wichtiges Werkzeug, mit dem oft neue geometrische Formen geschaffen werden. Es hilft den Kunden, Gewicht zu reduzieren und Teile zu konsolidieren. *General Motors nutzte beispielsweise diesen Ansatz und additive Fertigung, um eine Sitzhalterung neu zu gestalten.* Krause zufolge ein Bauteil, das von Beginn an konsequent unter Leichtbauaspekten entwickelt wurde. *Das neue Teil bestand aus einer, statt wie vorher aus acht Komponenten. Es war darüber hinaus 40 Prozent leichter und 20 Prozent stabiler.*

Kostensenkung durch Spannmittel

Hainbuch entwickelte für das Spannen von Werkstücken beim Fräsen, Drehen und Schleifen ultraleichte Spannmittel aus Carbon. Diese sorgen laut dem Unternehmen für eine höhere Produktivität, einen geringeren Energieverbrauch und eine Entlastung des Maschinenantriebs. Dank des Werkstoffs sind die CFK-Spannmittel um bis zu zwei Drittel leichter als die Standardausführung. Das Unternehmen kann nach Aussage von Stefan Nitsche fast alle Spannmittel als Carbonvariante im individuellen Kundenbereich anbieten. Mit der mini-Baureihe habe man zudem Futter entwickelt, die eine geringere Störkontur und geringere Masse haben. Diese beiden Faktoren spielen Nitsche zufolge bei der



In Kooperation mit Autodesk entwickelte GM die erste 3D-gedruckte und funktional optimierte Sitzhalterung (Foto: GM)

Fertigbearbeitung eine immer größere Rolle. *Die Zugänglichkeit der Werkzeuge und ein niedrigerer Energieverbrauch zeichnen ein modernes und zukunftsorientiertes Spannmittel aus.* Durch die dynamischeren Spindelbeschleunigungen verkürzt sich die Taktzeit. Und in Summe sinken die Kosten je Werkstück, beschreibt Nitsche die Lösungsansätze von Hainbuch. Auf der EMO Hannover wird das Unternehmen den manuellen Spannstock Manok CFK Leichtbau ausstellen, ebenso die mini-Futterbaureihe und viele weitere Neuheiten, bei denen Nachhaltigkeitsaspekte zum Tragen kommen.

Mit Blick auf den Leichtbau fertigt 3D Micro Print durch den Einsatz der Mikro-Lasersintern-Technologie hochpräzise Mikrobauteile aus Metall und bietet dem Kunden die Produktherstellung aus einer Hand sowie einen ganzheitlichen Service. Das Portfolio umfasst den Wissensaustausch, die funktionale Bauteilintegration, das prozessgerechte Design, die Fertigung von Serienteilen sowie auf Nachfrage auch Materialentwicklungen. Dabei sind die Verfahren für höchst auflösende und präzise Mikrobauteile im Mikrometerbereich ausgelegt. Entwickelt und gefertigt werden sowohl feine Gitterstrukturen als auch Geometrien mit detaillierten Innenstrukturen. Entsprechende Lösungsansätze für verschiedene Branchen wird das Unternehmen auf der EMO in Hannover vorstellen.

KI, Virtual und Augmented Reality

Für Maschinenbauer und deren Kunden bieten Nachhaltigkeit und Leichtbau klare Wettbewerbsvorteile in der Wertschöpfungskette und sind deshalb essenziell. Dies bestätigt auch Autodesk-Technical Sales Manager Steffen Krause: *Mehr als 60 Prozent unserer Kunden haben Erfolgsfaktoren und Ziele, die an die Nachhaltigkeit geknüpft sind – Tendenz steigend. Dies wird durch die Lieferkette auch auf die Dienstleister übertragen.*

Autodesk hat sich auch vor diesem Hintergrund dafür entschieden, unter dem Dach der Automatisierung auf künstliche Intelligenz, Virtual und Augmented Reality sowie 3D-Druck zu setzen. Damit werden Design, Maschinenbau und Simulation bis hin zu CAM, additiver Fertigung und Fabrikmanagement digital vereint. Diese einheitliche Plattform löst Krause zufolge die Silos zwischen den Disziplinen auf, ermöglicht agileres Arbeiten zwischen den Ingenieurteams und lässt die Hersteller wettbewerbsfähiger werden. Auf dem Autodesk-Messestand zur EMO Hannover werden sich Besucher anhand der Ausstellungsstücke ein Bild von der CAM-Software verschaffen können. So werden anspruchsvolle komplexe Bauteile mit Freiformflächen zu sehen sein, die zeigen, welche hohe Oberflächenqualität sich damit erreichen lässt. Dazu gehören auch Beispiele für die hybride Fertigung, bei der additive und subtraktive Verfahren zusammenspielen. Gezeigt werden zudem Exponate, welche die Möglichkeiten für generatives Design ausloten. Mit den richtigen Entwicklungstools und einer großen Portion Ingenieurwissen ist in puncto Leichtbau viel möglich. Lediglich die Physik setzt Grenzen. Hainbuch konnte nach den Worten von Stefan Nitsche bisher alle Kundenanforderungen erfüllen. Der Leichtbau, auch in Form von reduzierten Störkon-



Mit der Mikro-Lasersinter-Technologie gefertigte hochpräzise Mikrobauteile aus Metall im μm -Bereich (Foto: 3D Micro Print)

turen, stoße nur an seine Grenzen, wenn die Haltkräfte, die Steifigkeit und die Präzision nicht mehr gewährleistet seien. Thomas Klotz von 3D Micro Print ergänzt, dass Leichtbau momentan dann an seine Grenzen stoße, wenn es sich um hochstandardisierte Prozesse und Produkte handele, die keinen Spielraum für eine Steigerung der Performance zulassen.

Mit Messdatenerfassung Geometrieabweichungen entgegenwirken

Der 3D-Metalldruck ist auch ein Kompetenzfeld der Rolf Lenk Werkzeug- und Maschinenbau GmbH in Hamburg. Matthias Otte ist verantwortlich für den Bereich additive Fertigung. Er erklärt, worauf es beim Herstellprozess ankommt: *Das Bauteil muss maßhaltig sein. Das heißt: Dem Verzug und der Schrumpfung durch das additive Fertigungsverfahren muss entgegengewirkt werden. Ein wichtiger Punkt dabei ist die optische Geometrieerfassung. Sie erlaubt uns eine schnelle Überprüfung eventuell vorhandener Abweichungen.* Mithilfe der optischen Messtechnik ist das Unternehmen in der Lage, die komplette Prozesskette der additiven Fertigung zu unterstützen und so passgenaue

Bauteile zu fertigen. Dies beginnt bei der Geometrieerfassung der Komponente, geht weiter über die Erfassung der Abweichungen durch Verzug und Schrumpfung bis hin zur Ergebniskontrolle des fertigen Bauteils. Bereits während der Fertigung können Ungenauigkeiten gegenüber der Sollgeometrie festgestellt werden. Im Bedarfsfall kann darauf dann auch schnell reagiert werden. Zur EMO Hannover wird das Unternehmen seine Kompetenzen im Bereich 3D-Druck anhand von verschiedenen Bauteilen vorstellen.

A. Bose-Munde

EMO – Messe der Metallbearbeitung

Vom 16. bis 21. September 2019 präsentieren internationale Hersteller von Produktionstechnologie zur EMO Hannover 2019 smarte Technologien. Unter dem Motto *Smart technologies driving tomorrow's production!* wird die gesamte Bandbreite moderner Metallbearbeitungstechnik gezeigt. Der Schwerpunkt der EMO Hannover liegt bei spanenden und umformenden Werkzeugmaschinen, Fertigungssystemen, Präzisionswerkzeugen, automatisiertem Materialfluss, Computertechnologie, Industrieelektronik und Zubehör.

➔ www.emo-hannover.de

Customized Solutions

Oberflächenveredelung – Perfektion für Ihren Erfolg!



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

Polymere Barrierschichten für Elektronik in harscher Umgebung

Teil 2: Anforderungen von aktiven Implantaten



Zum online-Artikel

Von Volker Bucher¹⁾, Michael Weinmann²⁾, Michael Bergmann³⁾, Thomas Stieglitz⁴⁾ und Gerald Urban³⁾

Aktive elektrische Implantate finden zunehmend Einsatz, um beispielsweise Signale zu Diagnosezwecken aufzunehmen oder durch Abgabe von elektrischen Impulsen Therapiemaßnahmen auszuführen. Um die sichere Funktion derartiger implantierbarer Geräte zu gewährleisten, müssen die elektrischen und elektronischen Komponenten gegen die dauerhafte Einwirkung von ionischen Bestandteilen der Körperflüssigkeiten und gegen das im Körper vorhandene Wasser geschützt werden. Der Schutz verhindert vor allem die möglichen Effekte einer elektrochemischen Migration, von Korrosion sowie der Delamination der elektronischen Aufbauten, die aus unterschiedlichen Metallen und Kunststoffen bestehen.

Fortsetzung aus WOMag 4/2019

3 Aktive implantierbare medizinische Geräte (AIMD)

Elektrisch aktive Implantate sind aus der heutigen Medizintechnik im Bereich der Diagnose- und Therapieverfahren nicht mehr wegzudenken. Durch ihren Einsatz können Körperfunktionen, die durch Unfälle oder Erkrankungen ausgefallen sind, ersetzt beziehungsweise wiederhergestellt werden. Dadurch wird die Lebensqualität vieler Menschen erheblich verbessert oder es wird sogar menschliches Leben gerettet.

Dabei bezeichnet der Begriff *elektrisch aktives Implantat* ein medizinisches Gerät, dessen Betrieb auf eine elektrische oder eine andere, vom menschlichen Körper unabhängige, Energiequelle angewiesen ist. Dieses wird ganz oder teilweise durch einen medizinischen Eingriff in den menschlichen Körper eingeführt und soll dort verbleiben [1]. Die heutigen elektrisch aktiven Implantate sind mit dem menschlichen Körper über Sensoren beziehungsweise Aktoren (z. B. Ableit- bzw. Stimulationselektroden) verknüpft. Auf diese Weise kann das technische System mit dem Körper interagieren: Die physiologischen Signale aus dem Gehirn, dem peripheren Nervensystem oder von Muskeln können abgeleitet und in elektrische Signale umgewandelt werden. In einer nachgeschal-

teten integrierten Signalverarbeitungseinheit erfolgt die Speicherung, Bewertung und Auswertung der empfangenen Signale. Umgekehrt können neuronale Strukturen (peripheres Nervensystem, Gehirn) durch die Abgabe von Stimulationspulsen angeregt und Muskelkontraktionen gesteuert werden. Sind in einem Implantat sensorische, aktorische und signalverarbeitende Komponenten im Sinne eines automatischen Regelkreises kombiniert, so wird von intelligenten elektrisch aktiven Implantaten [1] gesprochen, welche Diagnose und Therapie miteinander verknüpfen können.

Elektrisch aktive Implantate, die bereits seit einiger Zeit in hohen Stückzahlen in der klinischen Praxis zur Stimulation von neuronalen Strukturen zum Einsatz kommen, werden durch feinwerktechnische Prozessierungsmethoden hergestellt und basieren im Wesentlichen auf der bewährten Herzschrittmachertechnologie. So sind beispielsweise die Rückenmarkstimulatoren, Cochlea-Implantate und Hirnschrittmacher auf den ersten Blick in ihrem Aufbau kaum von einem Herzschrittmacher zu unterscheiden. Der rasche Einsatz dieser Stimulationsimplantate wurde nicht so sehr durch eine Weiterentwicklung der Implantattechnologie ermöglicht, als vielmehr durch das Aufkommen von neuen Ope-

rationstechniken, bildgebenden Diagnostikverfahren und erweiterten Kenntnissen über den menschlichen Organismus.

Es besteht der Wunsch, die Anwendungsmöglichkeiten von aktiven Implantaten auszuweiten und diese für komplexere Anwendungsfelder einzusetzen. Als Beispiele sind Brain-Reader-Implantate für querschnittsgelähmte Patienten und Netzhautimplantate für Blinde zu nennen. Diese neuen Therapieformen erfordern gleichzeitig eine große Anzahl von elektrischen Ableit- beziehungsweise Stimulationskanälen sowie eine signifikante Verminderung des Implantatvolumens, um eine Wiederherstellung der komplexen Körperfunktionen zu ermöglichen. Die derzeit verwendeten Verkapselungsgehäuse können mit der Weiterentwicklung der Elektronikkomponenten hinsichtlich Miniaturisierung nicht Schritt halten und die hermetische Durchführungsichte, welche den Signalaustausch zwischen dem Nervengewebe und der verkapselten Elektronik erlaubt, ist für die angestrebten Anwendungen zu gering. Es müssen neue Verkapselungs- und Durchführungstechnologien entwickelt werden, damit die gesteigerten Anforderungen hinsichtlich Miniaturisierung und hoher Integrationsdichte erfüllt werden können.

Im vorliegenden Artikel werden die bestehenden Verkapselungs- und Durchführungstechnologien zusammengefasst, einander vergleichend gegenübergestellt sowie die sich daraus ergebenden zukünftigen Herausforderungen für die Entwicklung von hermetischen Verkapselungskonzepten für aktive Mikroimplantate dargestellt. Eine ausführlichere Beschreibung der Thematik findet sich zum Beispiel in [2].

1) Furtwangen University, Faculty of Mechanical and Medical Engineering (MME), Villingen-Schwenningen, Germany

2) United Monolithic Semiconductors GmbH, Ulm, Germany

3) Department of Microsystems Engineering IMTEK, Laboratory for Sensors and Freiburg Material Research Center, University of Freiburg, Freiburg, Germany

4) Department of Microsystems Engineering IMTEK, Laboratory for Biomedical Microtechnology, University of Freiburg, Freiburg, Germany

4 Notwendigkeit zur Kapselung von Implantaten

Elektrisch aktive Implantate benötigen für Langzeitanwendungen hermetisch dichte Verkapselungen, um die Passivierungsschichten und integrierten Schaltungen gegen feuchtigkeitsinduzierte Ausfallmechanismen zu schützen. Insbesondere müssen Schwachstellen isoliert werden, um eine Benetzung mit einem Elektrolytfilm zu verhindern. Dies betrifft vor allem die DC-führenden Leiterbahnen, die Drahtbondstellen, die Schaltungsoberflächen zwischen den Metallstrukturen und die aktiven Abschnitte der Schaltungen sowie die Blockierung der Diffusion von Natrium- und Kaliumionen (Na^+ , K^+) und Wasser (H_2O) in die Halbleiterbauelemente [3]. Biokompatible Polymere (z. B. Silikone, Polyimide, Parylene und Epoxide) scheinen auf den ersten Blick ideale Materialien zur Verkapselung von aktiven Implantaten zu sein. Sie sind einfach und kostengünstig herstellbar, weisen hohe elektrische Isolationseigen-

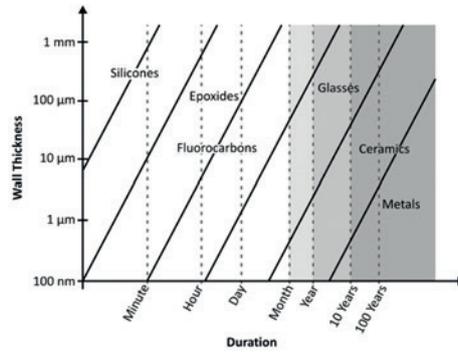


Abb. 5: Wasserdurchlässigkeit verschiedener Materialklassen (links) ausgedrückt als Dauer, bis die Luftfeuchtigkeit in einem geschlossenen Gehäuse 50 % der Außenluftfeuchtigkeit bei den gegebenen Wändicken erreicht (modifiziert nach [14]) sowie erster implantierbarer Herzschritt-macher mit Epoxidharz-Verkapselung (rechts) [6]

schaften bei niedrigem spezifischem Gewicht auf und erlauben eine mechanisch flexible Auslegung des Implantats, wodurch eine gute Anpassung an das umliegende Körpergewebe ermöglicht wird. Polymerverkapselungen stellen jedoch keine langzeitstabile Diffusionsbarriere für eindringende Was-

sermoleküle dar. In der feuchten Umgebung des Körpers wird sich eine Polymerverkapselung bereits nach wenigen Stunden bis Tagen mit Wasser sättigen (Abb. 5). Das absorbierte Wasser kann, wie bei den Herzschrittmachern der ersten Generation oft geschehen, zu korrosionsbedingten Ausfällen der Implantatelektronik und damit zum Funktionsverlust des Implantats führen [4, 5].

5 Feuchteinduzierte Fehlermechanismen polymerverkapselter Implantate

Im Folgenden werden mögliche Fehlermechanismen eines polymerverkapselten Implantats näher beschrieben. Abbildung 6 zeigt Beispiele für Fehler und deren Abläufe.

5.1 Fehlermechanismen in aktiven Bauelementen

Eindringende Feuchte kann eine Instabilität der elektronischen Charakteristika von aktiven Bauelementen verursachen: Chemische Reaktionen von Wasser mit Natrium führen zur Bildung von Wasserstoffatomen, die durch die Passivierungsschichten der Halbleiterbauelemente diffundieren und an der Silizium-Siliziumoxid-Grenzfläche eine Ladungsebene ausbilden.

Lesen Sie weiter unter womag-online.de

Auf WOMag-online steht der gesamte Beitrag zur Ansicht zur Verfügung. Im zweiten Teil des Beitrags werden folgende Fehlermechanismen beschrieben: elektrochemische Migration, galvanische Korrosion, Kriechströme und Delamination. Der Gesamtumfang des Beitrags beträgt etwa 3,5 Seiten mit 3 Abbildungen und 17 Literaturhinweisen.

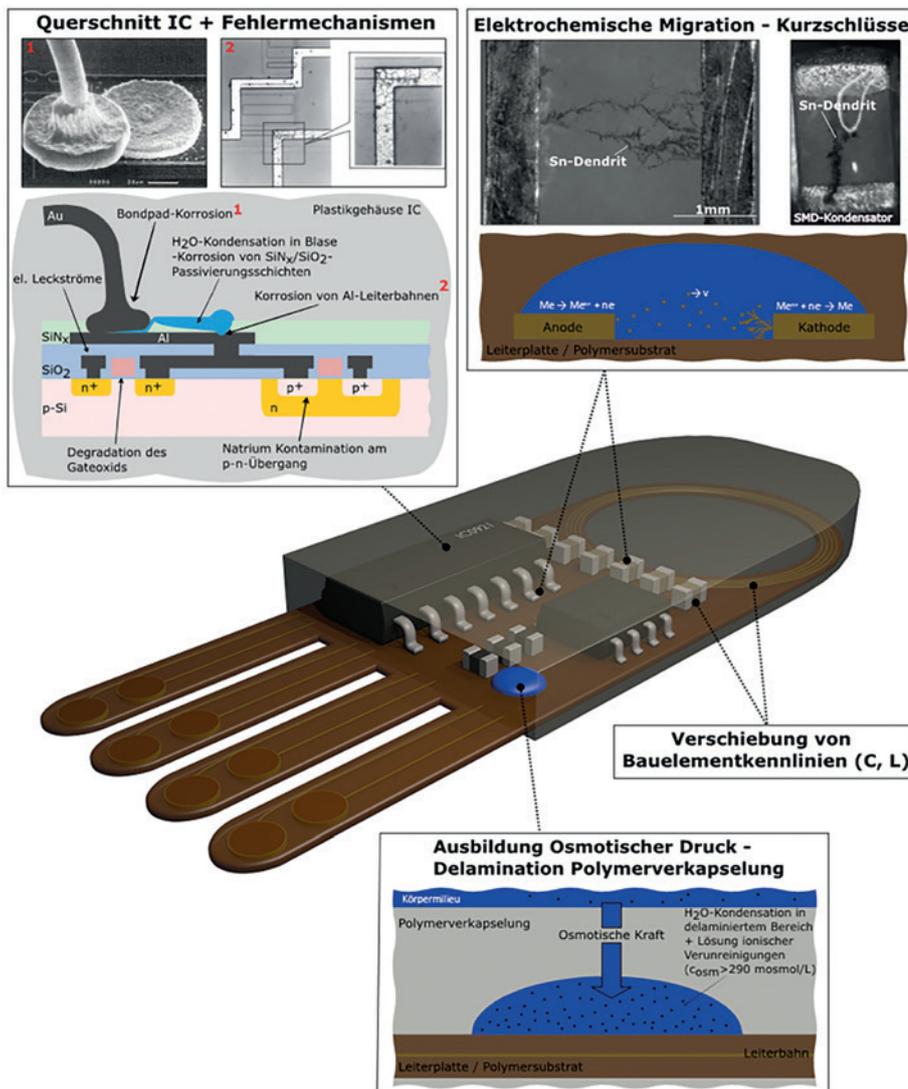


Abb. 6: Polymerverkapseltes Implantat mit möglichen Fehlermechanismen [7-12]

Keramikwerkzeuge – biokompatibel und garantiert metallfrei

Die Verwendung keramischer Schneidwerkzeuge stellt sicher, dass durch die Individualisierung von Implantaten keine Spuren metallischer Werkstoffe in den Körper gelangen können. OxiMaTec hat eine biokompatible Hochleistungskeramik für diese Anwendungen entwickelt, aus der Schneidwerkzeuge für die Resektion von Knochenmaterial herstellbar sind.

Implantate wie Hüftgelenkspfannen werden heute in großem Umfang aus biokompatiblen und gut verträglichen Materialien wie hochvernetztem Polyethylen hergestellt. Damit sie exakt passen und dauerhaft zuverlässig funktionieren, werden sie individuell angepasst. Die Bearbeitung dieser Medizinprodukte erfolgt jedoch häufig mit Hartmetallwerkzeugen. Der dabei entstehende Metallabrieb kann teilweise im Implantat verbleiben und auf diese Weise in den menschlichen Körper gelangen. Um diese Gefahr zu vermeiden, bietet beispielsweise die OxiMaTec GmbH aus Hochdorf Bearbeitungswerkzeuge aus einer biokompatiblen Hochleistungskeramik an.

Der Werkstoff basiert auf einer Aluminiumoxidmatrix, bei dem eingelagerte Zirkoniumdioxidpartikel eine höhere mechanische Festigkeit und Bruchzähigkeit bewirken. Während des Sinterns werden hexagonale Lanthan-Aluminium-Oxid-Plättchen erzeugt, was die Zähigkeit zusätzlich steigert. Praseodymoxid als Haftvermittler erhöht die Festigkeit des Werkstoffs. Die resultierende Hochleistungskeramik ist nicht nur biokompatibel, sondern auch bioinert, das heißt chemische oder biologische Wechselwirkungen zwischen dem keramischen Werkstoff und Körpergewebe sind ausgeschlossen.

Schneidwerkzeuge aus dieser biokompatiblen Keramik eignen sich nicht nur zum Anpassen der Geometrie von Implantaten aus biokompatiblen Kunststoffen, sondern auch für den Einsatz bei orthopädischen Eingriffen, zum Beispiel als Skalpelle und Sägen bei der Resektion von Knochenmaterial. Für Bohrungen in Knochen wurden spezielle Dreikantbohrer entwickelt, die das Material nicht herauschneiden, sondern nur verdrängen und damit verdichten. Sie eignen sich auch für den Einsatz im Dentalbereich, um Zahnimplantate im Kieferknochen zu verankern.

Die 2005 gegründete OxiMaTec GmbH entwickelt und fertigt maßgeschneiderte Hochleistungskeramiken. Als einer von wenigen Herstellern bietet sie eingefärbte und verschleißfeste leitfähige Keramiken an. Dank fundierter chemischer Kenntnisse, jahrzehntelanger Erfahrung und spezieller Ausrüstungen können Werkstoffe aus bis zu neun Einzelkomponenten aufbereitet werden. Das Unternehmen unterstützt seine Kunden zudem bei der Erarbeitung der optimalen Fertigungsstrategien und bei der Herstellung von reproduzierbar hochpräzisen Bauteilen. Das Unternehmen liefert Qualitätsnachweise zu den entwickelten Werkstoffrezepturen und führt werkstoffanalytische Untersuchungen und Schadensanalysen sowohl für Keramiken

Keramikwerkzeuge von OxiMaTec



Biokompatibler, vollkeramischer Bohrer



Säge für die Entfernung von Knochenmaterial



Dreikantbohrer für Dentaloperationen

als auch für Metalle und Polymere aus. Ergänzend zu den Hauptbereichen Werkstoffentwicklung und Bauteilherstellung verfügt OxiMaTec auch über eine kleine mechanische Fertigung. Das ermöglicht, die Fertigungstiefe sehr weit auszubauen und auch spanende Arbeiten wie Fräsen, Drehen oder Schleifen im eigenen Haus auszuführen.

➔ www.oximatec.de



www.steinbeis.de/su/1877



**Steinbeis-Transferzentrum
Oberflächen- und
Beschichtungstechnik**

Dienstleistungsangebot

- Beratung
- Schulung, Weiterbildung
- Beschichtungen mit Plasma-, Dünnschichttechnik
- Angewandte Forschung und Entwicklung

Schwerpunktt Themen

- Maßgeschneiderte Oberflächen
- Oberflächentechnologien für Medizintechnik
- Plasma-, Dünnschichttechnik

Projektbeispiele

- Ultradünne hochspannungsfeste Schichten
- Diffusionsbarrieren für Wasserdampf
- Korrosionsfeste Beschichtungen für Schwimmbadpumpen in Salzwasser-Umgebung
- Langzeitstabile Oberflächen-Funktionalisierungen

Steinbeis-Transferzentrum Oberflächen- und Beschichtungstechnik

Olgastr. 5 | 78628 Rottweil
Prof. Dr. Volker Bucher | volker.bucher@stw.de

Fit für Industrie 4.0 – Welche Sensoren zur Elektrolytüberwachung sind die Richtigen?

Von Dr. Kerstin Dreblow und Daniel Schlak, Deutsche Metrohm Prozessanalytik

Die Verknüpfung von Produktionsabläufen mit Digitaltechnik birgt ein besonders großes Potenzial für Oberflächentechnik. Intelligente Systeme steigern den Automatisierungsgrad und können den Prozess entlang der gesamten Wertschöpfungskette effizienter gestalten. Um die internationale Wettbewerbsfähigkeit auch zukünftig zu erhalten, ist ein frühzeitiges Umdenken notwendig. Somit stellt sich die Frage, wie die Automatisierung der Prozessanalytik gestaltet sein muss, um den Anforderungen von Industrie 4.0 zu genügen.

1 Anforderungen gemäß Industrie 4.0

Der digitale Wandel ist nicht mehr nur eine Zukunftsvision, sondern wird in einer Vielzahl von Unternehmen bereits in seinen Grundzügen umgesetzt. Die Basis dazu ist die Analyse der eigenen Prozesse. Besonders in der Oberflächentechnik müssen hierzu alle prozessrelevanten Parameter der Elektrolyte und Arbeitsmedien verlässlich und kontinuierlich überwacht werden, um ein schnelles Eingreifen zu gewährleisten. Dazu gehört die Erfassung der Elektrolytkonzentrationen sowie seiner Fremd- und Nebenkomponenten. Nur mit einer robusten Messtechnik kann die Abscheidungsgüte zu jeder Zeit sichergestellt werden.

In vielen Betrieben ist allerdings die vollautomatische Analyse mittels moderner Prozessanalytoren noch nicht Stand der Technik. Eine einfache Betriebsanalytik im eigenen oder im Auftragslabor, bei der alle relevanten Parameter der unterschiedlichen wässrigen Lösungen in größeren Zeitabständen erfasst werden, birgt das Risiko, dass Elektrolyte außerhalb der Toleranzen betrieben und die hohen Qualitätsstandards der Produkte nicht eingehalten werden. Analysensysteme, die Industrie 4.0-fähig sind, liefern verlässliche Messwerte und stellen sicher, dass diese direkt in alle gängigen Prozessleitsysteme übertragen beziehungsweise in vorhandene QM-Systeme integriert werden.

2 Von der Probennahme bis zur Analyse

In Abhängigkeit der Anzahl der zu analysierenden Parameter, der Messstellen und der Analysenfrequenz werden verschiedene Analysenformen unterschieden.

Wird die Probe manuell entnommen und im Labor mittels Laboranalysengeräten analysiert, wird von Offline-Analytik gesprochen.

Bei der Atline-Variante werden die Proben zwar auch manuell per Handprobe entnommen, jedoch dem in Prozessnähe stehenden Analysator zugeführt. Der Atline-Analysator ist in der Regel mit einem Probenwechsler für Flaschen mit Barcodeerkennung ausgestattet. Bei einer größeren Anzahl von zu kontrollierenden Lösungen kann die vollautomatische Analyse somit besonders wirtschaftlich gestaltet werden.

Eine direkte Zuführung des Probenstroms zum Analysensystem mittels Ansaugen mit Schlauchpumpen aus dem Becken oder durch Zuführen mittels Bypass-Leitungen ist gemeinhin als Online-Analytik bekannt.

Sowohl Online- als auch Atlineanalytik zeichnen sich durch folgende Vorteile aus:

- engmaschige Überwachung aller relevanten Elektrolytparameter
- 24/7-Betrieb möglich
- Analyse von mehreren Parametern
- Überwachung mehrerer Messstellen (Abb. 1)
- Kombination von Analysemethoden
- einfache Übertragung der Analysenwerte in die Prozesssteuerung
- automatisches Nachdosieren der Lösungen

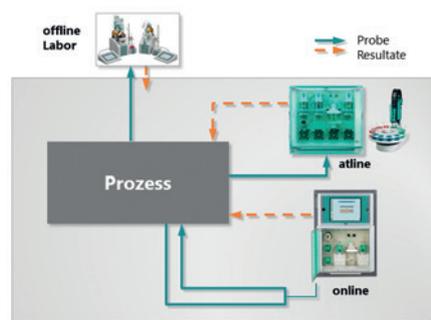


Abb. 1: Je nach Analysenfrequenz und Anzahl der Messstellen können Proben manuell oder vollautomatisch aus dem Prozess entnommen und analysiert werden

3 Prozessanalytoren für die Oberflächentechnik

Die chemische Zusammensetzung der unterschiedlichen wässrigen Lösungen in der Oberflächentechnik variiert von stark korrosiven über hochkonzentrierte Elektrolyte, die zur Auskristallisation neigen, bis hin zu Spüllösungen mit Analytkonzentrationen (Verschleppungen) im ppm-Bereich. Demnach ist es selbsterklärend, dass bezüglich Aufstellungsort sowie Wartungs- und Bedienkonzept besondere Anforderungen an automatisierte Analysensysteme gestellt werden. Um rund um die Uhr verlässliche Analysenwerte zu generieren, müssen Prozessanalytoren im Bereich der Oberflächentechnik folgende Anforderungen erfüllen.

- robuste und chemisch inerte Nassteilkomponenten
 - konsequente Trennung von Nassteil und Elektronikteil
 - wartungsfreie Sensoren
 - einfache Bedienbarkeit
 - direkte Einbindung in die Prozesssteuerung
- Das Herzstück der Analysensysteme sind die Sensoren, deren Robustheit entscheidend für die zuverlässige Generierung von Messwerten ist. Somit kann eine zukunftsfähige Vernetzung der Produktion im Sinne von Industrie 4.0 nur mit qualitativ hochwertigen Sensoren gelingen.

4 Wartungsfreie Sensoren am Beispiel des pH-Wertes

Die Bestimmung des pH-Wertes zählt wahrscheinlich zu den häufigsten Analysemethoden in der Chemie. Auch in der Oberflächenbehandlung ist eine genaue und verlässliche Erfassung des pH-Wertes Voraussetzung, um die gewünschte Vorbehandlungsqualität und Abscheidungsgüte sicherzustellen. Allerdings unterliegt die genaue Messung des pH-Wertes einer Reihe von

OBERFLÄCHEN

chemischen, physikalischen und mechanischen Einflussgrößen, wodurch die Bestimmung mit herkömmlichen Inline-Sensoren oftmals zu ungenau ist und beim Anwender zu teuren Ausfällen führen kann.

Zu den wichtigsten Einflussfaktoren gehören:

- schwankende Messungen durch zum Beispiel Luftblasen, Feststoffe oder hohe Strömungsgeschwindigkeiten
- Beschädigung der Elektroden durch aggressive und hochkonzentrierte Elektrolyte
- Reduktion der Lebensdauer der Sensoren durch hohe Temperaturen
- aufwändige manuelle pH-Kalibration beziehungsweise Reinigung

Wechselarmaturen finden in der Oberflächenindustrie kaum Anwendung, da der pH-Wert meist in offenen Behältern und nicht in geschlossenen Bypassleitungen erfasst wird. Darüber hinaus kann der direkte Kontakt von Glassensoren mit den Elektrolyten zur Schädigung der Sensoren führen, was einen häufigen und kostenintensiven Austausch zur

Folge hätte. pH-Online-Prozessanalysatoren bieten dagegen vollautomatische Kalibrier- und Reinigungssysteme, die eine robuste Messung auch an schwer zugänglichen Messstellen oder in aggressiven Prozessmedien erlauben. Durch die Verlagerung der Messung aus dem Prozess in eine externe Messzelle kann eine langlebige pH-Messung mit einer Genauigkeit erreicht werden, die mit klassischen Inline-Sonden nicht möglich ist.

Eine Anwendung, die eine sehr robuste Messung mit hoher Genauigkeit erfordert, ist die Einstellung des pH-Wertes im chemisch abscheidenden Nickelelektrolyten. Hier ist es notwendig, den pH-Wert möglichst im Bereich von $\pm 0,1$ pH-Wert-Einheiten konstant zu halten. Herkömmliche Inline-Sonden können diese Vorgabe nur mit aufwändigen, regelmäßigen manuellen Kalibriertätigkeiten erfüllen. Ein automatisches System (Abb. 2) konditioniert und kalibriert die Elektrode automatisch und kann auch Nachdosierpumpen ansteuern.

Sensor *Thermoprobe* weder kalibriert noch konditioniert werden. Ebenso ist das Nachfüllen von Elektrolytlösungen nicht erforderlich; der Sensor kann daher als wartungsfrei bezeichnet werden. Mit der Thermoprobe ist ein langlebiger Sensor erhältlich, der nicht nur eine sichere Analyse von hochkorrosiven Ätzlösungen sondern auch eine Differenzierung von Säuregemischen beziehungsweise auch Analysen ermöglicht, bei denen mehrere unterschiedliche Sensoren (wie z. B. pH-, Metall- oder Ionensensitive Sensoren) notwendig waren.

6 Resümee und Blick in die Zukunft

Moderne Prozessanalysatoren erlauben die vollautomatische Probenahme direkt aus dem Prozess in das Messgefäß. Diese Anordnung ermöglicht sowohl eine kontinuierliche Überwachung des Elektrodenzustandes als auch die visuelle Überprüfung aller Analysenschritte. Da die Elektroden nicht permanent mit hochkonzentrierten Elektrolyten in Berührung kommen oder Feststoffe zu Beschädigungen führen können, ist die Lebensdauer der Sensoren deutlich erhöht. Ein weiterer Pluspunkt ist die vollautomatische Reinigung und Kalibration, was in einem Höchstmaß an Zuverlässigkeit resultiert. Ein Stillstand der gesamten Anlage durch umfangreiche Wartungsarbeiten am Sensor gehört der Vergangenheit an.

Der Druck auf Unternehmen der Oberflächentechnik, die beispielsweise gegenüber der Automobilindustrie oder dem Maschinenbau in der Nachweispflicht stehen, sich den Anforderungen an die Digitalisierung in der Fertigung zu stellen, wächst stetig. Allerdings geht es nicht nur um die Sammlung und Erfassung von Daten. Vielmehr müssen diese auch konsequent ausgewertet und entsprechende Rückschlüsse gezogen werden. Dies kann beispielsweise direkt in der Berechnung von Nachdosierolumina und der Ansteuerung von Nachdosierpumpen erfolgen.

Erst dieser Regelkreis ermöglicht eine wirkliche Effizienzsteigerung der Produktion und kann entscheidende Wettbewerbsvorteile sichern. Vollautomatische Prozessanalysatoren mit zuverlässigen und wartungsfreien Sensoren können kontinuierlich Daten generieren. Dadurch werden Prozesse angestoßen, die, bei Betrachtung des gesamten Produktionsprozesses, für kürzere Durchlaufzeiten und die Erhaltung von hohen Qualitätsstandards mit reduziertem Ausschuss sorgen.

➔ www.metrohm.com



Abb. 2: Vollautomatisches Analysensystem beispielsweise zur Bestimmung des pH-Wertes als Einzelparameter, wobei das kompakte System mit Filtrations- oder Rückspüleinheiten kombiniert werden kann

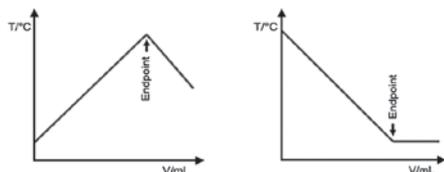


Abb. 3: Schematische Darstellung von thermometrischen Titrations aufgetragen als Temperaturänderung in Abhängigkeit des Volumens des zugegebenen Titriermittels

5 Wartungsfreie Sensoren am Beispiel der Thermoprobe

Die thermometrische Titration (TET) beruht auf der Erkennung des Endpunktes einer Reaktion durch einen sehr empfindlichen Temperatursensor. Jede chemische Reaktion ist mit einer Änderung der Reaktionswärme gekennzeichnet (Abb. 3). Dabei wird entweder Reaktionswärme freigesetzt (Erhöhung der Temperatur) oder Energie aus der Umgebung aufgenommen (Temperatur sinkt). Der bei der thermometrischen Titration verwendete Sensor (Abb. 4) erfasst kleinste Temperaturänderungen schnell und präzise. Durch die Verwendung von chemisch inerten Materialien können auch hochkorrosive Medien wie flusssäurehaltige Lösungen untersucht werden. Dank seines Designs muss der

Abb. 4: Thermoprobe – Sensor für die thermometrische Titration



Mit Plasma zu neuen Qualitätsmaßstäben

TRW Automotive GmbH, Gelsenkirchen, vertraut Plasmadüsenteknologie von Plasmatreteat

Als ein weltweit führender Automobilzulieferer vor über zehn Jahren den Entschluss fasste, ein sicherheitsrelevantes Aluminiumbauteil zwecks besseren Korrosionsschutzes mit Atmosphärendruckplasma zu beschichten, war das eine Sensation. Heute werden bei ihm über eine Million der Teile jährlich mit der umweltfreundlichen Plasmadüsenteknologie vorbehandelt.

Was bis dahin nur im Niederdruck möglich war, kann seit Mitte der 2000er Jahre unter Atmosphärendruck erfolgen: die Erzeugung und Abscheidung funktionalisierter Plasmaschichten. Ob zum Korrosionsschutz oder zur Haftvermittlung, als Barriere-, Trenn- oder Antihafschicht, mit der von der Plasmatreteat GmbH, Steinhagen (Westf.), und dem Fraunhofer IFAM, Bremen, gemeinsam entwickelten und patentierten Plasma-Polymerisationstechnologie *PlasmaPlus* können Anwender ihre Materialoberflächen ohne den Einsatz einer Vakuumkammer funktionsgerecht beschichten.

Der Prozess basiert auf der von Plasmatreteat bereits 1995 entwickelten und heute weltweit in fast allen Industriezweigen genutzten Openair-Plasma-Technik. Das Düsenverfahren dient zur Feinreinigung und Aktivierung von Oberflächen mit dem Ziel, deren Benetzbarkeit und Haftungseigenschaften für Nachfolgeprozesse wie das Kleben, Lackieren oder Bedrucken deutlich zu erhöhen. Die inline-fähigen und roboterkompatiblen Düsen-systeme sind für den Einsatz im kontinuierlichen, vollautomatischen Produktionsprozess konzipiert (Abb. 1).

Bei der atmosphärischen Plasmabeschichtung wird dem in der Düse generierten Plasma zusätzlich ein Prekursor in Form einer siliziumorganischen Verbindung beigemischt. Durch die hochenergetische Anregung im Plasma wird diese Verbindung fragmentiert und scheidet sich auf einer Oberfläche als glasartige Schicht ab (Abb. 2). Die chemische Zusammensetzung kann je nach Anwendungsfall variiert werden, um auf den unterschiedlichen Materialien die jeweils besten Resultate zu erzielen. Der Auftrag erfolgt ortsselektiv, also an genau vordefinierter Stelle. Das trockene Verfahren ist umweltfreundlich, prozesssicher und reproduzierbar. Bei einem Global Player der Auto-

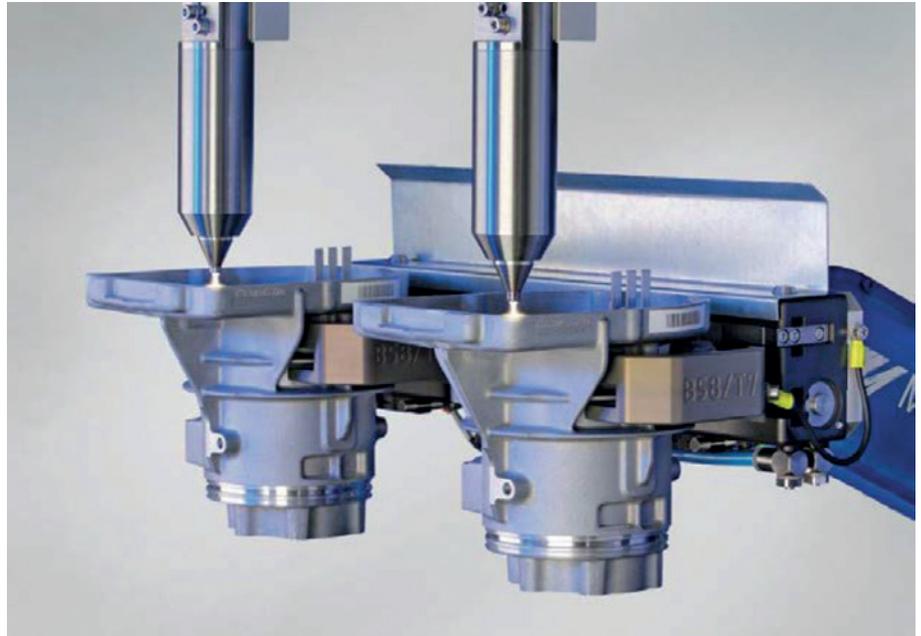


Abb. 1: Zur Feinreinigung von sicherheitsrelevanten Gehäusen aus Aluminium-Druckguss ist bei ZF TRW Automotive seit über zehn Jahren die Openair-Plasma-Technologie im Einsatz

(Foto: Plasmatreteat)

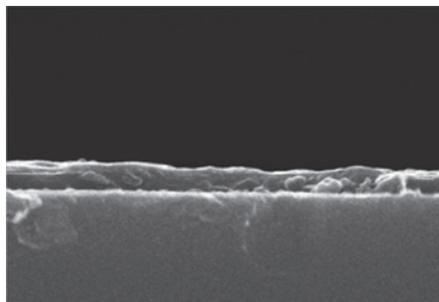


Abb. 2: Querschnitt durch eine etwa 100 nm dicke PlasmaPlus-Schicht (REM 50000-fache Vergrößerung)

(Foto: Saint-Gobain)

mobilizulieferbranche fand die Technologie im Jahr 2007 erstmals Einzug in die industrielle Serienproduktion.

Nachträgliche Integration in die Prozesskette

Sofern bei Neuentwicklungen alle Qualitätsanforderungen bekannt sind, ist eine Umsetzung mittels entsprechender Einflussparameter mit technisch gängigen Lösungen realisierbar. Ungleich schwieriger sind nachträgliche Kundenanforderungen bei bereits bestehenden Projekten, mit existierenden globalen Prozessketten.

Mit einer solchen Forderung sah sich die TRW Automotive GmbH in Gelsenkirchen, heute zur ZF Friedrichshafen AG gehörend, vor über zehn Jahren konfrontiert. Ein namhafter Autohersteller verlangte nachträglich eine höhere Korrosionsbeständigkeit für seine Aluminium-Druckgussgehäuse von Motorpumpenaggregaten. Diese Aggregate sind sicherheitsrelevante Bestandteile von Servolenkungssystemen (Abb. 3) und unterliegen

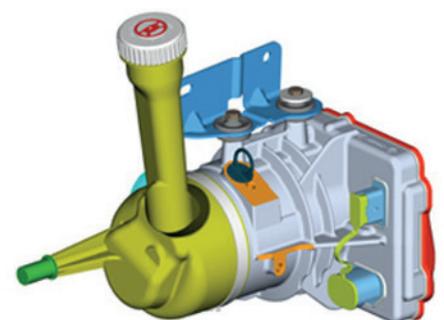


Abb. 3: Das Motorpumpenaggregat liegt in einem Aluminium-Druckgussgehäuse. Damit korrosive Belastungen nicht zu einem Versagen der Klebeverbindungen führen, werden die Klebnähte mit PlasmaPlus korrosionsschützend vorbehandelt

(Foto: ZF TRW Automotive)

OBERFLÄCHEN

höchsten Anforderungen an Beständigkeiten gegen die auftretenden Belastungen im Einsatz, wie Korrosionsbeständigkeit, thermische Widerstandsfähigkeit und Spritzwasserbeständigkeit. Die mechanische, aber vor allem auch die korrosive Belastung, der das Bauteil während seiner Nutzungsdauer unterliegt, darf nicht zum Versagen der Klebeverbindung führen, da ansonsten Elektromotor und Elektronik nicht mehr geschützt wären. Das ursprüngliche Verfahren, bei dem nach dem Verkleben ein fluorpolymerbasiertes Korrosionsschutzmittel manuell von außen auf die Klebnaht aufgesprüht wurde, reichte nicht mehr aus, da der Autobauer nun einen weit anspruchsvolleren Langzeitkorrosionsschutztest verlangte.

Technisch gängige Lösungen sind in solchen Fällen häufig nicht mehr beziehungsweise nur durch massive Änderungen in Verbindung mit hohen Investitionskosten in die vorhandene Prozesskette integrierbar. Darüber hinaus sind Änderungen von Produktionsprozessen inklusive Umbaumaßnahmen mit Stillstandszeiten der Produktion verbunden. Die Möglichkeiten, das Bauteil gegen Umwelteinflüsse beständiger zu gestalten, beschränkten sich einmal auf die drei klassischen Optionen

- Verbesserung des Werkstoffs
- Eloxieren
- Passivieren

Darüber hinaus kam eine Beschichtung im Niederdruckplasma als vierte Option sowie noch eine fünfte hinzu: die erstmalige industrielle Serienanwendung eines frisch entwickelten Korrosionsschutzes aus der Plasmadüse.

Bei der Abwägung der Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Vorbehandlungsverfahren ging TRW Automotive nach dem Ausschlussverfahren vor und kam summa summarum zu folgendem Ergebnis: Den vier ersten Möglichkeiten war eines gemeinsam: Sie waren sehr kostenaufwendig, auch hätten Werkstoffverbesserung und Eloxieren umfangreiche Produktvalidierungen erfordert. Vom Niederdruckplasma abgesehen, hätten die anderen Verfahren außerdem so in die Prozesskette integriert werden müssen, dass die Qualität in der Verantwortung externer globaler Lieferanten gelegen hätte. Eine spätere Qualitätskontrolle an fertigen Komponenten im Lieferzustand wäre extrem aufwendig geworden und hätte die Prozesssicherheit erheblich reduziert. Es verblieb nur noch eine Vorbehandlungsmethode: die atmosphärische Plasma-Beschichtungstechnologie von Plasmatrete.

Ein im Vergleich kostengünstiges Verfahren, das nicht nur alle Voraussetzungen für eine sofortige Integration in die bestehende Fertigungslinie mit sich brachte, sondern auch andere Vorteile aufwies.

Plasmaschichten in der Serienproduktion

Die Entscheidung zum Einsatz der Plasmadüsenteknologie fiel bereits wenige Monate nach den ersten Versuchen. Der Vertrauensvorschuss, den TRW Automotive in den Plasmaanlagenbauer und dessen junge Technologie gesetzt habe, sei enorm und ungemein motivierend für die Gesamtrealisation gewesen, betonte Leonhard Enneking, der zu jener Zeit für das Verfahren zuständige Key Application Engineer bei Plasmatrete.

Anfang 2007 startete der Automobilzulieferer die Serienproduktion der Motorpumpengehäuse unter Einsatz einer ersten – mit sowohl Openair-Plasma wie PlasmaPlus-Düsen ausgestatteten – Plasmaanlage. Die Integration in die Endmontage war mit geringem Aufwand und ohne Produktionsstörungen erfolgt und neue Validierungen waren nicht erforderlich geworden. Die Ergebnisse aus den geforderten Korrosionsschutztests hatten die Erwartungen an das neue Verfahren noch übertroffen.

Laut Gottfried Kühn, dem Leiter der Gesamtproduktion im Werk Gelsenkirchen, konnte der Korrosionsschutz mit der plasmapolymere Schicht fast verdoppelt werden. Die Korrosionsprüfung umfasste einen SWAAT-Test (Sea Water Acedic Acid Test) in Kombination mit einem Klimawechseltest. Dabei konnte die Dauer bis zum Durchbruch (Aufreten erster Korrosionserscheinungen im Gehäuseinneren) bei einer Auslagerung um etwa 50 Prozent gesteigert werden. Selbst bei 750 Stunden zeigte das plasmabehandelte Gehäuse keine Leckagen.

Derartige Bauteile sind ungeschützt immer der Gefahr einer Dichtungsunterwanderung durch Feuchtigkeit ausgesetzt. Die Korrosionsschutzwirkung der von den Steinhagener Plasmaexperten entwickelten Schicht ist besonders effektiv bei den im Automobilbau eingesetzten Aluminiumlegierungen (Abb. 4) und erfüllt die Anforderungen der Norm DIN EN ISO 9227. Die Schicht verbindet sich stoffschlüssig mit dem Metall und gewährleistet optimalen Schutz gegen eindringende Feuchte. Aktuelle Salzsprühtests zeigen, dass mit ihr abhängig von Legierung und Dichtkonzept sogar 960 Stunden bis zum Durch-



Abb. 4: Im Vergleich zwischen einem unbeschichteten (links) und einem im PlasmaPlus-Verfahren beschichteten Aluminium-Druckguss-Prüfkörper AlSi12(Fe) nach jeweils 720 Stunden Salzsprühtest zeigen sich die Vorteile der neu eingesetzten Technologie (Foto: Plasmatrete)

bruch erreicht werden. Gleichzeitig bildet die plasmapolymere Schicht einen exzellenten Haftgrund für sowohl Flüssigdichtungen, wie dem von TRW Automotive verwendeten Loctite-Klebstoff, als auch für Feststoffdichtungen aus beispielsweise EPDM.

Insgesamt vier robotergesteuerte Plasmadüsen sind bei TRW Automotive in die hochautomatisierte Anlage integriert: zwei zum Reinigen, zwei zum Beschichten. Im ersten Schritt werden die Klebflächen von immer zwei Bauteilen gleichzeitig der Feinstreinigung mit dem Atmosphärendruckplasma unterzogen. Hierdurch wird die in der Oberfläche des Metalls vorhandene, aber durch Kontaminationen überlagerte Energie, wieder freigelegt und die Oberfläche homogen benetzbar und haftungsfreundlich. Unmittelbar im Anschluss werden in einem zweiten Schritt diese gereinigten Flächen unter Normaldruck plasmabeschichtet, bevor sofort im dritten Arbeitsschritt der Klebstoff aufgetragen wird.

Neben seiner Inline-Fähigkeit bietet das Verfahren gegenüber konventionellen Beschichtungstechniken einen ganz besonderen Vorteil: Die Düsen arbeiten immer ortsselektiv. Anders als bei Tauchbädern oder einer Vakuumkammer braucht hier nicht das gesamte Bauteil beschichtet werden, sondern unabhängig von der Bauteilgröße nur die Fläche, die auch tatsächlich funktionalisiert werden soll (Abb. 5). Das Verfahren ist schnell: Die Taktzeit pro Bauteil beträgt für die komplette Plasmabehandlung insgesamt nur 30 Sekunden. Anschließend können die Gehäuse sofort weiterverarbeitet werden.

Plasma setzt Qualitätsmaßstäbe

Heute laufen im Werk Gelsenkirchen drei Plasmaanlagen mit insgesamt zehn Plasmadüsen im Dreischichtsystem an fünf Tagen

pro Woche. Investitions- und Unterhaltskosten sind niedrig, Platzbedarf und Wartungsaufwand gering. Über eine Million Teile jährlich werden mit der mittlerweile mit mehreren Preisen ausgezeichneten Plasmatechnik korrosionsschützend vorbehandelt. Während früher die im Atmosphärendruckplasma beschichteten Motorpumpengehäuse hauptsächlich für Pkws bestimmt waren, werden sie heute vor allem bei Light Trucks und Transportern großer Autobauer wie Renault, Mercedes und Fiat, aber auch für SUVs von Porsche eingesetzt. Der Korrosionsschutz aus der Plasmadüse hat sich auf ganzer Linie be-



Abb. 5: Korrosionsschutz aus der Plasmadüse: Die Beschichtung erfolgt millimetergenau nur dort, wo eine Funktionalisierung der Oberfläche auch tatsächlich erforderlich ist (Foto: Plasmateat)

währt. Doch nicht nur das. Wie Entwicklungsingenieur Bertram Schwanitz vom ZF TRW Tech Center Düsseldorf betont, hat der Einsatz der Plasmateat-Beschichtungstechnologie bei den Aluminiumdruckgussgehäusen neue Qualitätsmaßstäbe geschaffen.

Inès A. Melamies

Kontakt

Plasmateat GmbH, D-33803 Steinhagen
www.plasmateat.de

TRW Automotive GmbH, D-45881 Gelsenkirchen
www.zf.com

E4SM – TU Ilmenau startet Forschungsprojekt zur intelligenten Produktion der Zukunft

Die Technische Universität Ilmenau startet ein großangelegtes Forschungsprojekt, das im Zeitalter von Industrie 4.0 Industrieunternehmen innovative Techniken für die intelligente Fertigung und Montage bereitstellen wird. Das auf fünf Jahre angelegte Projekt *Engineering for Smart Manufacturing (E4SM)* wird von der Carl-Zeiss-Stiftung im Rahmen des Förderprogramms zur Erforschung intelligenter Systeme mit drei Millionen Euro finanziert.

In dem E4SM-Projekt werden Wissenschaftler der TU Ilmenau aus sieben Fachgebieten Methoden des Maschinellen Lernens und der Mensch-Roboter-Interaktion erforschen, mit denen neuartige digitale Assistenzsysteme für die intelligente industrielle Fertigung und Montage entwickelt werden können.

Die Techniken der künstlichen Intelligenz und des maschinellen Lernens sollen zwei konkrete Anwendungsszenarien ermöglichen: das roboterassistierte vorrichtungsfreie Laserstrahlschweißen und sogenannte variantenreiche kollaborative Montageprozesse. Bei den innovativen Forschungsarbeiten ist die Anwendung von integrierten und ganzheitlichen Engineering-Methoden für den Einsatz von lernbasierten Assistenzsystemen in der Fertigung eine Besonderheit. Dabei sollen entwickelte Teillösungen aus den Kernbereichen des Vorhabens, der kollaborativen Assistenzrobotik, des Managements und der

Analyse heterogener Datenmengen aus industriellen Fertigungsprozessketten sowie der IT-Security und IT-Safety mithilfe eines ganzheitlichen Software-Entwicklungsprozesses integriert werden.

Bei den Forschungsarbeiten, die von den Ilmenauer Wissenschaftlern Prof. Horst-Michael Groß, Leiter des Fachgebiets Neuroinformatik und Kognitive Robotik, sowie Prof. Günter Schäfer, Leiter des Fachgebiets Telematik/Rechnernetze, koordiniert werden, stehen die Anforderungen und Besonderheiten von Fertigungs- und Montageprozessen kleiner und mittelgroßer Unternehmen (KMU), wie sie im mittelständisch geprägten Thüringen vorwiegend anzutreffen sind, im Mittelpunkt. Damit KMU die neuen digitalen Fertigungs- und Montagetechniken in Zukunft auch tatsächlich einsetzen, werden sie von Anfang an in das Forschungsprojekt eingebunden.

Neben der TU Ilmenau sind an dem Carl-Zeiss-Projekt hochkarätige Unternehmen wie die Robert Bosch GmbH, das Honda Research Institute Europe, der Maschinen- und Anlagenkonstrukteur LASO tech Systems aus Suhl, der Hersteller von Servicerobotern und Roboterplattformen MetraLabs aus Ilmenau, das Maschinenbauunternehmen Henkel und Roth aus Ilmenau sowie der TÜV Thüringen über einen Beirat beteiligt.

Mit dem Projekt *Engineering for Smart Manufacturing* hatte sich die TU Ilmenau erfolgreich am Förderprogramm der Carl-Zeiss-Stiftung zur Erforschung von intelligenten Systemen beteiligt. Dessen Ziel ist es, im Zukunftsthema Digitalisierung innovative und wissenschaftlich vielversprechende Forschungskonzepte voranzubringen und so international exzellente Forschung zu fördern.

www.e4sm-projekt.de
www.tu-ilmenau.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!

Transformation der Galvano- und Oberflächentechnik

Bericht über das 41. Ulmer Gespräch, die jährlich stattfindende Wissenschaftstagung der Deutschen Gesellschaft für Galvano- und Oberflächentechnik e. V. (DGO) am 8. und 9. Mai in Neu-Ulm



[Zum online-Artikel](#)

Die Verfahren der Oberflächentechnik werden auch bei den jetzt stark forcierten Fertigungsverfahren für die Elektromobilität beispielsweise zum Schutz gegen Korrosion eine bedeutende Rolle spielen. Dies ist umso mehr erforderlich, da unterschiedliche Werkstoffe miteinander verbaut werden, die ohne Oberflächenschutz einer erheblichen Korrosion unterworfen wären. Ein erhebliches Augenmerk wird derzeit auch auf die Entwicklungen im Bereich der additiven Fertigung gelegt. Hier trägt die Galvanotechnik zur Herstellung von ressourcensparenden Materialkombinationen bei, indem sowohl Teile aus Metall als auch aus Kunststoff durch galvanotechnische Verfahren eine deutliche Erweiterung der Teileeigenschaften erfahren. Schließlich tragen die Verfahren zur reproduzierenden Strukturherstellung unter Einsatz der Galvanotechnik dazu bei, beispielsweise Brennstoffzellen effizienter zu machen oder Oberflächen mit neuen Eigenschaften auszustatten.

Das nunmehr 41. Ulmer Gespräch wurde wie in den vergangenen Jahren vom langjährigen Leiter des DGO-Fachausschusses Forschung, Prof. Dr. Wolfgang Paatsch, eröffnet. Einleitend wies Prof. Paatsch darauf hin, dass derzeit in der Politik eine große Zahl von Begriffen (Digitalisierung, KI) in den Vordergrund rückt, von denen oftmals nicht klar ist, was sich dahinter verbirgt. Ersichtlich ist aber, dass derzeit ein enormer Technikumbruch im Gange ist. Zugleich besteht jedoch die Befürchtung, dass Deutschland den Anschluss an die Entwicklung von modernen Technologien und deren Einsatz verpasst. Insbesondere sind kleine und mittlere Unternehmen (KMU), die in der Galvanikbranche dominieren, von dieser Situation betroffen.

Eine Herausforderung der letzten Jahre ist die Einführung der digitalen Technologien in der Oberflächentechnik. Durch die Digitalisierung wird vor allem die Abwicklung in der Lieferkette deutlich beschleunigt. Dadurch sind Unternehmen der Galvano- und Oberflächentechnik direkt vom Wandel betroffen und gefordert, sich auf diesem Gebiet zu engagieren.

Oberflächentechnik in der Elektromobilität

Rainer Venz, Coventya International GmbH, eröffnete die Reihe der Fachvorträge mit einem Blick auf die neuen Anforderungen an die Oberflächentechnik durch Elektromobilität. Dazu betrachtete er zunächst die allgemeine Entwicklung der Auslastung der Automobilhersteller, die sowohl in 2008 als auch in 2018 einen deutlichen Rückgang auf unter 75 Prozent aufweist. Die Produktions- und Verkaufszahlen zeigen dagegen in den letzten Jahren einen weitgehend parallelen

Anstieg. Die Produktion selbst erfolgt heute zum großen Teil in Asien, speziell in China, für das in 2024 eine Zahl von etwa 35 Millionen hergestellter Fahrzeuge erwartet wird. Zu den weiteren Spitzenreitern zählen die USA, Indien und Deutschland. Weniger Fahrzeuge werden in Zukunft dagegen in Japan produziert. Unter den Konzernen steht derzeit VW an der Spitze, gefolgt von Renault-Peugeot. Im Bereich der Elektromobilität ist von 2018 auf 2019 ein deutlicher Zuwachs bei den Verkaufszahlen festzustellen; in Zahlen ausgedrückt lag dieser zuletzt bei knapp 300 000 Fahrzeugen. Die Fahrzeugtypen verteilen sich auf Batteriebetrieb, Plug-in-Hybrid und Hybrid. Das Ziel für 2025 sind knapp 27 Millionen verkaufte Fahrzeuge (batteriebetrieben). Bezogen auf die Gesamtzahl an hergestellten Fahrzeugen wären dies dann 25 Prozent E-Fahrzeuge beziehungsweise Hybrid- und Plug-in-Fahrzeuge. Antrieber für diese Entwicklung stellen vor allem die zu erwartenden Strafzahlungen auf Basis der CO₂-Emissionen dar. Darüber hinaus streben die Konzerne danach, Technologieführer zu sein. Die Hersteller haben dabei neben der Nutzung von Strom als Energielieferant auch Alternativen wie Biotreibstoff oder Gas im Blick. Herausforderungen für die Automobilkonzerne stellen die Stromspeicher, deren Lebensdauer, Ladezeit oder die Infrastruktur für das Laden der Speicher dar.

Für Hersteller von Batterien spielt vor allem der Rohstoff Kobalt eine wichtige Rolle. Um die erwarteten Zahlen von 27 Millionen E-Fahrzeugen mittels derzeitiger Technologie realisieren zu können, werden 134 500 Tonnen dieses Rohstoffs benötigt. Die entspricht 112 Prozent der Jahresproduktion 2018. Als Alternative gelten die Hybridfahrzeuge, die

entweder Strom beim Fahren von Oberleitungen abgreifen oder bei denen Strom aus Brennstoffzellen erzeugt wird, die also Wasserstoff als Treibstoff nutzen.

Um dem Problem des großen Gewichts der Batterien bei E-Fahrzeugen begegnen zu können, muss auf unterschiedliche Leichtbauwerkstoffe – an erster Stelle Aluminium – zurückgegriffen werden. In Zukunft wird Aluminium durch hochfesten Stahl ergänzt, sowie durch einen hohen Anteil an Kunststoff und Magnesium. Aufgrund des Materialmixes wird die Oberflächentechnik auch in Zukunft eine wichtige Rolle spielen, vor allem um Kontaktkorrosion zu verhindern oder Reibung ohne Werkstoffschädigung zu gewährleisten. Weniger Bedarf für oberflächentechnische Verfahren wird durch den Rückgang des Verbrennungsmotors, der Abgasanlage oder Teilen des Antriebstrangs bestehen. Wichtigstes Bauteil werden lösbare Verbindungen sein, die durch den Wandel vom Verbrennungs- zum Elektromotor zahlenmäßig steigen werden.

Eine weitere benötigte Eigenschaft, die mittels Oberflächentechnik erzeugt wird, ist die elektrische Leitfähigkeit. Welche Verfahren sich in welcher Weise ändern, lässt sich derzeit aufgrund fehlender Felderfahrungen noch nicht abschätzen. Jetzt schon abzusehen ist, dass die Schichtdicken geringer und die Anforderungen an die Beständigkeit (Korrosion, Reibung) steigen werden.

Zinkbasierte Korrosionsschutzsysteme

Für Eisenwerkstoffe sind Schutzschichten auf Basis von Zink unerlässlich. Dabei besitzen nach Meinung von Dr. Martin Metzner, Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Au-



Spritzverzinkte Schweißnaht

Kombination aus feuerverzinkter und spritzverzinkter Oberfläche

(Bild: H. Mutter / U. Genth / M. Metzner)

tomatisierung IPA, sowohl galvanisch hergestellte als auch nichtgalvanische Zinksysteme eine vergleichbar hohe Bedeutung. Basis für den Einsatz von Zinksystemen ist der Umstand, dass durch Korrosion von Eisenwerkstoffen Schäden in Höhe von etwa drei Prozent des Bruttoinlandsprodukts entstehen. Als grundsätzliche Mechanismen zum Schutz vor Korrosion sind die Herstellung einer elektrischen (chemischen) Barriere, die kathodische Barriere in Form von Lamellenschichten als auch die kathodische Schutzwirkung durch Metalle wie Zink, Cadmium oder Aluminium zu nennen. Häufig vergessen wird, dass bestimmte Stahlsorten (legiert mit Nickel, Mangan) eine sehr beständige Patina bilden, ohne dass ein zusätzlicher Korrosionsschutz aufgebracht wird. Das Aufbringen von Zink erfolgt durch unterschiedliche Verfahren, wie Schmelztauchen, Galvanisieren, Zinkstaub, Spritzverzinken oder Zinklamellenbeschichtung.

Bei Feuerverzinkungen entstehen Mischschichten aus Zink mit Eisen, die deutlich vom Grundwerkstoff abhängen und Dicken zwischen 50 µm und 150 µm haben. Verbesserungen konnten durch das Zulegieren von Aluminium (5 %) erreicht werden. Diese Schichten zeigen bereits bei Dicken von etwa 5 µm bis etwa 15 µm sehr gute Korrosionsbeständigkeiten. Sie besitzen ein vollständig anderes Gefüge im Vergleich zu den bisher üblichen Feuerverzinkungen und sind zudem unabhängig vom Grundwerkstoff. Die bessere Korrosionsbeständigkeit wird vor allem der abweichenden Art der Deckschicht gegenüber klassischem Feuerverzinken zugeschrieben. Dadurch liegt eine Art der Pseudopassivierung vor, die sich beispielsweise in einem deutlich höheren Korrosionswiderstand im Vergleich zur klassischen Feuerverzinkung ausdrückt.

Ein weiteres Verfahren zur Herstellung von hocheffizienten Oberflächen ist das thermische Spritzen, mit dem vor allem sehr korrosionsbeständige Zink-Aluminium-Schichten erzeugt werden. Deutliche Unterschiede bestehen bei den Abkühlraten, die beim thermischen Spritzen wesentlich höher sind. Mit dem Verfahren werden unter anderem Armierungen für Betonkonstruktionen beschichtet und damit Bauwerke deutlich langlebiger und sicherer. Ein weiterer Vorteil liegt darin, dass die Beschichtungstechnik vor Ort - also beispielsweise an fertiggestellten Brücken oder Off-Shore-Windanlagen - aufgebracht werden kann. Zinkspritzschichten besitzen eine gute Schlagbeständigkeit (höhere Duktilität) und eine gute Haftung für organische Deckschichten.

Zum Abschluss wies Dr. Metzner darauf hin, dass Deckschichten neben der Korrosion auch tribologischen Belastungen unterworfen sind. Hier spielen dann Faktoren wie Reibbeständigkeit oder die Nachbildung von Deckschichten eine wichtige Rolle. Die Korrosionseigenschaften der Schichten werden beispielsweise mit der Methode der Tribokorrosion bestimmt.



MAGSON. Durchdacht bis ins letzte Detail

Die neue Generation der dichtungslosen Magnetkreislumpen steckt voller Vorteile, die Ihnen zu jedem Zeitpunkt des Lebenszyklus bares Geld sparen.

Nur einer von vielen Vorteilen:

Geringere Schäden bei Mangelschmierung

Durch Mangelschmierung wird oft der Lagersitz im Innenmagneten und die Achsaufnahme im Pumpengehäuse beschädigt. Nicht so bei MAGSON. Hier ist der Lagersitz durch eine innovative Kunststoffhülse, in der das Lager gefasst ist, geschützt. Und die Achsaufnahme im Gehäuse ist austauschbar. Somit sind die Folgeschäden erheblich reduziert.



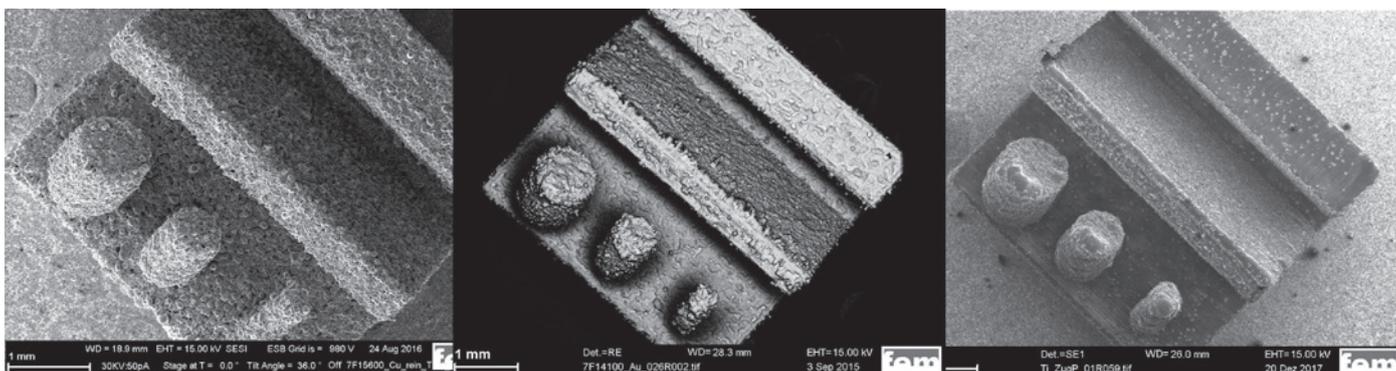
Schnelle Infos unter: www.magson-pumpen.de



SONDERMANN Pumpen + Filter GmbH & Co. KG
August-Horch-Straße 2 • 51149 Köln (Porz)
Tel. +49 2203 9394-0 • info@sondermann-pumpen.de
www.sondermann-pumpen.de

A COMPANY

OBERFLÄCHEN



Pure Cu
Contour 95 W – 600 mm/s
Hatch 95 W – 150 mm/s

18k Au alloy
Contour 95 W – 650 mm/s
Hatch 95 W – 300 mm/s

Ti Grade5
Contour 95 W – 400 mm/s
Hatch 95 W – 900 mm/s

Beispiel für erzielbare Oberflächenrauheiten und Porositäten bei unterschiedlichen Werkstoffen und ähnlichen Arbeitsparametern (Bild: U. Klotz)

Additiv gefertigte Bauteile

Dr. Ulrich Klotz, Forschungsinstitut Edelmetalle + Metallchemie fem, leitete mit seinem Vortrag über den Einfluss von Material- und Fertigungsparametern sowie der Nachbehandlung auf die Oberflächenqualität von additiv gefertigten Metallteilen den Block *Additive Verfahren* ein. Er stellte Teile vor, die durch pulverbettbasierte Verfahren hergestellt werden. Hierbei wird eine Pulverschicht mittels Rakel auf einer Grundplatte aufgetragen und durch Laser die schichtförmig wachsende Struktur des Endteils lokal erschmolzen. Daneben kommt ein Verfahren zum Einsatz, bei dem das Pulver mit Binder versetzt ist. Der aus diesem Pulver erzeugte Rohling wird anschließend verfestigt. Hierbei entsteht allerdings ein relativ poröser Festkörper. Die Qualität des hergestellten Bauteils hängt stark vom Schmelz- und Sinterverhalten sowie von der Wärmeleitfähigkeit und Reflexion des Basismetalls ab.

Die Technologie wurde am fem am Beispiel einer Goldlegierung (75 % Gold, 12,5 % Silber,

12,5 % Kupfer) untersucht, die nach Porosität, Rauheit und Gefüge charakterisiert wurde. Mit der eingesetzten Fertigungstechnologie wurde das Metall durch oszillierende Bahnen (wechselweise senkrecht zueinander) des Lasers erschmolzen. Die Breite des Laserstrahls lag bei 15 µm. Zur Abklärung von unterschiedlichen Geometrieeffekten wurde ein Testobjekt mit unterschiedlich orientierten Flächen und drahtförmigen Elementen konstruiert. Zur Charakterisierung der Werkstoffigenschaften kamen neben Gold eine Kupferlegierung, Stahl und Titan zum Einsatz.

Die beste Oberflächenqualität entstand bei senkrechten Flächen, wogegen die Unterseite sehr rau war und die Oberseite eine raupenförmige Struktur zeigt. Die Rauheit der Oberfläche lässt sich durch die Vorschubgeschwindigkeit des Laserspots variieren. Bei geringen Geschwindigkeiten wird eine größere Zahl an Pulverkörnchen angesintert und damit entsteht eine rauere Oberfläche.

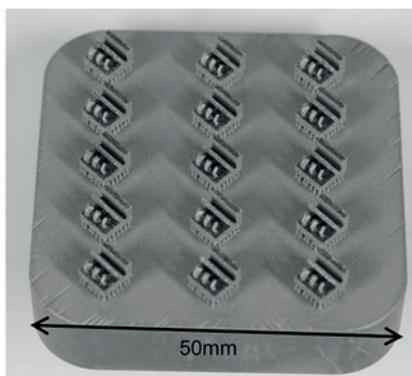
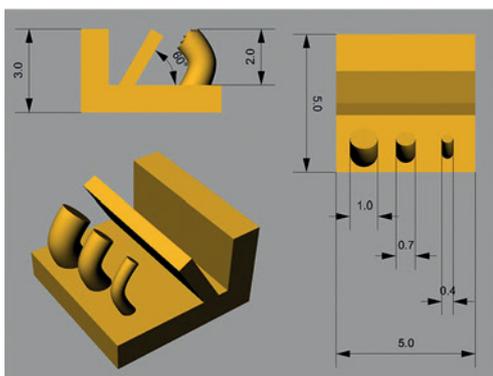
Beim Vergleich der Werkstoffe schneidet beispielsweise Kupfer schlecht ab, Stahl und

Titan ergeben dagegen sehr glatte und dichte Strukturen. Zur Reduzierung der Oberflächenrauheit eignet sich beispielsweise das Strahlen mit Korund oder auch das Elektropolieren. Während der Glanzgrad steigt, verbleiben aber trotzdem raue und fehlerhafte Bereiche an geometrisch ungünstigen Stellen und Unebenheiten.

Fertigung mit polymerbasierten Verfahren

Die polymerbasierten Verfahren zur Herstellung von Kunststoffteilen stehen im Fokus der Arbeiten von Oliver Refle, Fraunhofer IPA. Im Rahmen der Arbeiten wird nicht nur die reine Herstellung der Teile betrachtet, sondern auch der Aufbau und die Funktion von Fertigungssystemen.

Für die Verarbeitung von Kunststoffen bieten sich nahezu alle Arten der additiven Fertigung an; die Verfahren unterscheiden sich nach der Art der Materialbereitstellung oder der Zuführung von Energie. Für Thermoplaste wird in erster Linie das Fused Deposition Modeling (FDM/FLM/FFF) herangezogen.



Testobjekt in der Größe von 5 mm x 5 mm x 3 mm zur Prüfung der Eigenschaften von additiv gefertigten Strukturen (Bild: U. Klotz)

Lesen Sie weiter unter womag-online.de

WOMag-online-Abonnenten steht der gesamte Beitrag zum Download zur Verfügung. Die weiteren Vortragsthemen sind:

- Generative Fertigung und Anforderungen an die Oberflächentechnik
- Galvanoformung
- Innovative Brennstoffzellen
- Mikro- und nanostrukturierte Formen.

Der Gesamtumfang des Beitrags beträgt etwa 5,5 Seiten mit 8 Abbildungen.

REACH-Verordnung – Langer Atem zahlt sich aus

Der Autorisierungsprozess dauert mehrere Jahre: Ein Experte für Galvanotechnik vom Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA empfiehlt Beschichtern und Anwendern von Hartchromschichten, sich bereits jetzt um eine unternehmensspezifische REACH-Zulassung zu bemühen. Die Autorisierung hat dann gute Aussichten auf Erteilung, wenn beispielsweise die Einsatzzwecke der Hartchromschicht klar eingegrenzt werden kann. Dies ist nach den Erfahrungen des IPA-Experten für Produkthersteller gegeben, die eine eigene Betriebsgalvanik unterhalten, also über eine sogenannte In-House-Galvanik verfügen.



Hartverchromte Bauteile

(Quelle: Fraunhofer IPA/Rainer Bez)

Eigentlich ist es eine gute Sache: Die EU-Verordnung *Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals* (REACH) regelt den Umgang mit gefährlichen Stoffen und soll den Schutz von Umwelt und Mitarbeitern gewährleisten. Für die Galvanotechnik bedeutet dies, dass seit dem 21. September 2017 die wichtigen sechswertigen Chromverbindungen als Produktionsmittel der Autorisierungspflicht unterliegen. Seither darf Chrom(VI) nur noch einsetzen, wer selbst einen Autorisierungsantrag bei der European Chemicals Agency (ECHA) in Helsinki eingereicht hat oder diese Stoffe von einem Lieferanten bezieht, der einen solchen Antrag eingereicht hat.

Zu diesem Zweck haben sich Hersteller und Anwender von Hartchromverfahren zu zwei Konsortien zusammengeschlossen und Sammelanträge an die ECHA gerichtet. Der finale Ausgang dieser Vorstöße ist aktuell noch offen; es ist jedoch absehbar, dass eine Laufzeit der Autorisierungen bis maximal September 2024 bewilligt wird. Spätestens zu diesem Zeitpunkt muss der Folgeantrag eingereicht sein. Bei der Antragsstellung sollten

Unternehmen nach Ansicht von Dr.-Ing. Martin Metzner, Leiter der Abteilung Galvanotechnik am Fraunhofer IPA, keine Zeit verlieren, und gibt zu bedenken, dass zwei bis drei Jahre vergehen würden, ehe die Daten erhoben seien für den Stoffsicherheitsbericht, die sozioökonomische Analyse und die Analyse der alternativen Verfahren.

Unternehmensspezifische Angaben verlängern Laufzeit

Jedes dieser drei Dokumente ist umfangreich, kann mehr als 100 Seiten umfassen und sollte sinnvollerweise in juristisch wasserdichtem Englisch geschrieben sein. Zu Beginn stehen Messungen, die zeigen, wie hoch die Emissionswerte in der Produktion sind und wie stark sie die Mitarbeiter belasten. Besonders aber die Analysis of Alternatives (AoA), eine produktspezifische Untersuchung, welche Stoffe und Verfahren anstelle von Chrom(VI) als Produktionsmittel verwendet werden könnten, nimmt viel Zeit in Anspruch und muss für jede Anwendung separat ausgeführt werden. Das Team des Fraunhofer IPA erhebt umfangreiche Daten und führt spezifische Prüfungen der Schichteigenschaften durch. Sei das alles geschafft, müsste ein spezialisiertes Beratungsunternehmen den Antrag formulieren und bei der ECHA einreichen, was erfahrungsgemäß ein weiteres Jahr dauere, wie Dr.-Ing. Martin Metzner erläutert. Zwei weitere Jahre können anschließend vergehen, ehe die EU-Kommission auf Empfehlung der ECHA die REACH-Zulassung erteilt. Es ist also nach den Worten von Dr.-Ing. Martin Metzner dringend geboten, bereits jetzt mit dem spezi-

fischen Autorisierungsprozess zu beginnen, damit bis zum voraussichtlichen Ablauf der Bewilligungsfristen der aktuellen Sammelanträge alles vorliegt. Der Aufwand lohnt sich: Je detaillierter und spezifischer der Antrag, desto höher die Laufzeit der REACH-Zulassung, fasst Metzner seine bisherigen Erfahrungen mit REACH-Zulassungsanträgen zusammen.

Auf Nachfrage der WOMag-Redaktion betont Dr.-Ing. Martin Metzner, dass die klare Darlegung der Einsatzzwecke sowie die notwendigen Betrachtungen der Alternativverfahren für Produzenten mit Betriebsgalvanik (In-House-Galvanik) sehr gut realisierbar ist und deshalb eine eigene Autorisierung derzeit mehr Erfolg in Bezug auf Laufzeiten erwarten lässt, als die Antragstellung mittels eines Sammelantrags. Metzner empfiehlt Einzelanträge und gibt zu bedenken, dass langfristige Zulassungen marktentscheidend für die Unternehmen in der Galvanikbranche und den Anwendern von Schichten sind.

Für Lohnbeschichter ist dagegen die Situation deutlich schwieriger, da bei variierender Zusammensetzung des Kundenkreises und sich ändernden Produktspektren die erforderlichen unternehmensspezifischen Angaben nur mit großem Aufwand erbracht werden können oder lückenhaft bleiben. Die betroffenen Unternehmen müssen sich daher zwangsläufig mit verbleibenden Möglichkeiten, wie beispielsweise der Mitarbeit in Konsortien und Antragstellung mittels Sammelanträgen, beschäftigen.

Kontakt

Dr.-Ing. Martin Metzner, Tel.: +49 711 9701041

➔ www.ipa.fraunhofer.de



Wir schließen Ihren Energiekreislauf

Lufttechnische Anlagen
Abluftreinigung
Ventilatoren

Wärmerückgewinnungssysteme
Prozesskühlung
Modernisierung bestehender Anlagen

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

Einsatz von Bleianoden in der Hartverchromung - wie sieht die Zukunft aus?

Platinierte Titananoden PLATINODE® HC von Umicore Electroplating ermöglichen eine bleifreie und damit nachhaltige Hartchrombeschichtung

Blei wird laut Umweltgiftreport 2015 [1] als das Umweltgift mit den verheerendsten Auswirkungen auf Umwelt und Menschen gesehen. Von Behörden in den USA und Europa wird das Metall nicht erst seit diesem Report in einem immer kritischeren Licht gesehen.

Der Einsatz von Blei wird wohl stetig steigenden zeit- und kostenintensiven Arbeitssicherheits- oder Umweltauflagen unterworfen werden. Für Betriebe der Galvanotechnik kommt erschwerend hinzu, dass für die bei der Produktion entstehenden Abfallprodukte wie Bleichromat oder Bleioxid eventuell mit weiteren Maßnahmen zu rechnen ist. Gerade in der Hartverchromung, in der Bleianoden lange Zeit das Maß der Dinge waren, ist dies ein Thema. Mit großer Wahrscheinlichkeit müssen Bleianoden damit eher früher als später ersetzt werden, um nach vorgegebenen Regulierungen und trotzdem effizient produzieren zu können.

Einen äußerst einfachen Ausweg aus dieser Problematik bieten durch Hochtemperatur-elektrolyse (HTE) mit Platin beschichtete Titananoden der Umicore Electroplating. Deren PLATINODE®, so der Markenname der Anoden, ermöglicht einen nahezu – mit speziellen Zusätzen sogar komplett – bleifreien Prozess und bringt zudem weitere ökologische und wirtschaftliche Vorteile mit sich.

Stärkere Regulierung ist die logische Konsequenz

Blei, ein allgegenwärtiges und vielseitiges Metall, wird seit prähistorischen Zeiten verwendet und ist in vielen industriellen Prozessen fest verankert. Insbesondere seit Ende des 20. Jahrhunderts wird aufgrund seiner nachgewiesenen gesundheits- und umweltschädlichen Auswirkungen die Exposition auf die Umwelt und damit auch auf den Menschen sukzessive eingedämmt. Eine der bekanntesten Maßnahmen ist sicherlich die Einführung des bleifreien Normal- und Superbenzins, beziehungsweise das damit verbundene EU-weite Verbot für verbleites Benzin seit dem Jahr 2000 [2].

Aktuell rücken zusätzlich auch Abfallstoffe aus der Bleiverarbeitung immer mehr in den Fo-

kus dieses Vorhabens. So wurde das bei der Abscheidung von hohen Schichtdicken in der Hartverchromung in großen Mengen entstehende Bleichromat intensiv analysiert. Bleichromat wird in Deutschland ökologisch zum Beispiel als *stark wassergefährdend* kategorisiert, was der höchstmöglichen Einstufung entspricht und demnach Naturkatastrophen auslösen kann [3]. Auch bezüglich der Auswirkung auf den Menschen stuft etwa die Europäische Chemikalienagentur ECHA das Abfallprodukt unter anderem als krebserregend und fortpflanzungsgefährdend ein und prüft eine Zulassung des Stoffes als extrem besorgniserregend in der REACH-Verordnung [4].

Diese Beurteilungen führen weltweit zu einer immer stärkeren Regulierung für bleiverarbeitende Unternehmen. So existieren zeit- und kostenintensive Hürden schon bei der Beschaffung von Blei zur Weiterverarbeitung, wie beispielsweise in den USA durch die Registrierung bei der US-amerikanischen Umweltbehörde EPA. Aber nicht nur aus umweltpolitischen Belangen resultieren immer strenger werdende Verordnungen. Durch die Gesundheitsgefahr halten diese konsequenterweise auch beim Thema Arbeitssicherheit immer stärkeren Einzug, wie es am Beispiel der Handlungen durch die US-Behörde OSHA [5] nachvollzogen werden kann. Das langfristige Ziel aller Maßnahmen ist, durch konzentrierte Anstrengungen auf weltweiter Ebene, Blei immer weiter aus dem industriellen Einsatz zu verdrängen.



Frank Friebel (Vertrieb Elektrokatalytische Elektroden; links) und Thomas Ebert (Betriebsleiter Elektrokatalytische Elektroden)



Platinierte Titananode zur Verchromung einer Druckwalze (oben) sowie von Hydraulikzylindern

Wirtschaftlicher Erfolg wird zunehmend eingeschränkt

Aufgrund der Faktenlage und der zunehmenden medialen Aufmerksamkeit werden Galvanikbetriebe sich zunehmend für ihren Bleieinsatz rechtfertigen müssen. Nicht nur in der Außenkommunikation gegenüber der Öffentlichkeit und Stakeholdern. Gleichmaßen auch intern gegenüber der Belegschaft, die Gefahrstoffen wie Bleichromat bei Reinigungsarbeiten und während der Entsorgung ausgesetzt ist.

Über den erhöhten Kommunikationsaufwand hinaus wird sich also das Festhalten an Bleiprozessen auch zwangsläufig wirtschaftlich negativ auswirken:

- Die Beschaffung von Blei und die Entsorgung von entstehenden Abfallprodukten wie Bleichromat-Schlamm wird sich wohl bis zu einem etwaigen Verbot immer komplizierter und teurer gestalten.



- Die Auflagen zum Schutz der Mitarbeiter (z. B. Reinigungseinrichtungen, Schutzkleidung, medizinische Vorsorgeuntersuchungen) werden stetig ausgebaut und damit kostenintensiver.
- Die Fokussierung auf eine nachhaltige Herstellungskette veranlasst Unternehmen zunehmend nicht ins Konzept passende Zulieferer auszusortieren.
- Die Prozesse sind dank platinierter Titananoden effizienter (bzgl. Wartung, Lebensdauer und Qualität) und werden so auf lange Sicht zu einem wirtschaftlichen Vorteil gegenüber Wettbewerbern in der Hartverchromung führen.

In der Summe kann dies allein aus ökonomischer Sicht bereits mittelfristig das Aus für Bleianoden in der Hartverchromung bedeuten.

Ein Ausweg – HTE platierte Anoden

Bereits seit Jahrzehnten werden platierte Titananoden (Pt/Ti) in der Hartverchromung erfolgreich eingesetzt. Entsprechende Elektrolyte vorausgesetzt, ist damit ein absolut bleifreier Prozess durch einen 1:1-Austausch von Blei- zu platinieren Titananoden sogar meist ohne großen Aufwand möglich.

Neben dem Hauptargument – eine Hartverchromung ohne Blei – bieten durch Hochtemperaturolektrolyse beschichtete platierte Titananoden zwei weitere Vorteile aus ökologischer Sicht:

- Eine Verringerung des einzusetzenden Grundsubstrats (z. B. Titan oder Niob statt Blei) durch eine vielfach längere Lebensdauer aufgrund der hohen Beständigkeit
- Eine sparsame Verwendung von Platin, das langlebig durch Hochtemperaturolektrolyse mit hoher Korrosionsbeständigkeit aufgebracht wird. Bei einer anschließenden Wiederbeschichtung (Replatinierung) des Grundsubstrats wird darauf noch vorhandenes Platin aufgearbeitet und kostensparend wiederverwendet

Dazu kommen die bereits bekannten qualitativen Vorzüge, wie etwa eine sehr gleichmäßige Schichtdickenverteilung auf dem Werkstück, die keiner Nachbesserung im Anschluss bedarf. Diese ist zum einen auf die absolute Formstabilität von platinieren Titananoden zurückzuführen; zum anderen auf die (der wässrigen Abscheidung deutlich überlegenen) Hochtemperaturolektrolyse, welche eine zu 99,99 % reine Platinschicht ermöglicht, sowie unter anderem hohe Haftfestigkeit und Duktilität.

Wirtschaftlich durch kurze Amortisationsdauer

Obwohl gerade aus den genannten Umweltaspekten heraus auch wirtschaftliche Vorteile abzuleiten sind, so zum Beispiel ein deutlich reduzierter Wartungsaufwand (Entsorgung, Rüstzeiten, Nachbesserung) oder eingesparte Ressourcen (Lebenszyklus, Replatinierung, Stromverbrauch), scheuen einige Hartverchromer trotzdem den Umstieg hin zu einem zukunftsgerichteten Workflow.

Auch hier lässt nach Überzeugung von Frank Friebe aus dem Vertriebsteam der Umicore der einmalige Anfangsinvest Unternehmen von der Umstellung Abstand nehmen, trotz der kurzen Amortisationszeit und anschließend günstigeren Produktion. Offensichtliche Prozessverbesserungen, reduzierte Produktionsstillstände und der Imagegewinn werden meist erst gar nicht in die Betrachtung miteinbezogen. Umicore Electroplating rechnet etwa mit einem drei- bis fünffachen Investitionsbetrag im Einführungsjahr im Vergleich zu den jährlichen Kosten für herkömmliche Bleianoden. Die Folge ist, dass der Break-Even nach der Umstellung in etwa drei Jahren erreicht ist. Natürlich sind das nur Durchschnittswerte, die je nach Anforderung und Komplexität der Anoden variieren können. So ist es möglich, dass erst nach fünf Jahren eine Amortisation gegeben ist oder aber auch bereits nach zwei. Damit Interessenten

hier eine fundierte Entscheidung treffen können, bietet Umicore eine kundenspezifische und transparente Wirtschaftlichkeitsberechnung als Entscheidungshilfe an.

Platierte Anoden außerhalb der Hartverchromung

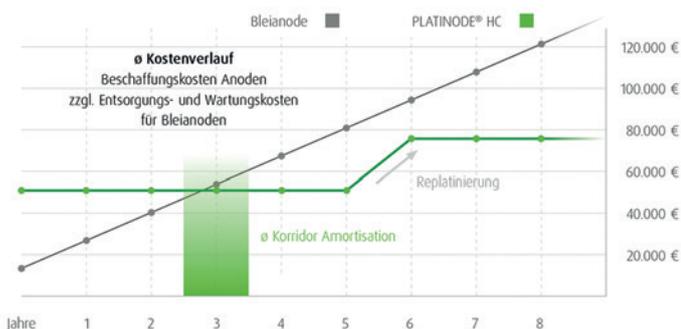
Die Vorteile von mit Hochtemperaturolektrolyse platinieren Anoden kommen natürlich auch in vielen anderen elektrochemischen Galvanotechnikprozessen zum Tragen. In den letzten Jahren ist aus Qualitätsgründen ein immer stärkerer Einsatz in der Halbleiter- und Leiterplattentechnik zu beobachten. Gleichzeitig sind platierte Titananoden seit langer Zeit im Automotive-Sektor oder der Wasseraufbereitung aufgrund der unkomplizierten Handhabung zuhause.

Hinweis

Alle Preise, Preisvergleiche und daraus berechnete Angaben verstehen sich als Durchschnittswerte der Umicore Electroplating mit Stand Mai 2019.

Quellen

- [1] 2015 World's Worst Pollution Problems – The New Top Six Toxic Threats: A Priority List for Remediation Pure Earth & Green Cross Switzerland; <https://greencross.ch/de/news-info/umweltreporte>
- [2] Environmental lead exposure: a public health problem of global dimensions; Bulletin of the World Health Organization; <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2560844/pdf/11019456.pdf>
- [3] Blei(II)chromat in der GESTIS-Stoffdatenbank; Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. (DGUV); [http://gestis.itrust.de/nxt/gateway.dll/gestis_de/002140.xml?f=tem-plates&fn=default-doc.htm\\$3.0](http://gestis.itrust.de/nxt/gateway.dll/gestis_de/002140.xml?f=tem-plates&fn=default-doc.htm$3.0)
- [4] Stoffinformationen zu Bleichromat; Europäische Chemikalienagentur ECHA; <https://echa.europa.eu/de/substance-information/-/substance-info/100.028.951>
- [5] Lead Standards; Bundesbehörde der Vereinigten Staaten zur Durchsetzung des Bundesarbeitssicherheitsgesetzes OSHA; <https://www.osha.gov/SLTC/lead>



Durchschnittlicher Kostenverlauf der platinieren Titananode im Vergleich zu Bleianoden



Verhältnis von durchschnittlichen Anschaffungskosten zur Lebensdauer für platierte Titananoden und Bleianoden

OBERFLÄCHEN

Optimierte Standzeitverlängerung von galvanischen Prozessmedien

Diffusionsdialyse mit Membranspiralwickelmodulen: Neuentwicklung zur kontinuierlichen Pflege von Elektrolyten

Durch die Entwicklung der Spiraltec GmbH, Sachsenheim, ist es möglich, die Pflege von wässrigen Elektrolyten und Lösungen, beispielsweise zur Anwendung in galvanischen Prozessen, effektiv und effizient zu gestalten. Membranspiralwickelmodule, die sich dem Verfahren der Diffusionsdialyse bedienen, ermöglichen eine kontinuierliche und stationäre Prozessfunktion und sichern somit eine hohe Prozessqualität

Diffusionsdialyse

Grundsätzlich basiert das Verfahren der Diffusionsdialyse auf der Durchströmung zweier Kanäle mit zwei verschiedenen konzentrierten Fluiden, die durch eine semipermeable Membran getrennt sind. Ein Stofftransport erfolgt vereinfachend vom konzentrierten zum verdünnten Fluid, bis der Konzentrationsunterschied ausgeglichen ist. So können mit einer selektiven Membran gezielt definierte Bestandteile aus dem konzentrierten Fluid entfernt werden.

Nutzen für den Anwender

Die innovative Technologie der Spiraltec GmbH findet nun seinen Einsatz zum Beispiel bei der Ausschleusung von Metallen und bei der Rückgewinnung von freien Säuren aus verbrauchten Behandlungslösungen. Durch den gewickelten Aufbau weist das Membranspiralwickelmodul des Unternehmens eine hohe Packungsdichte auf, so dass bei gleichem Platzbedarf wesentlich mehr Metall ausgeschleust werden kann, als bei konventionellen Membranmodulen.

Das Modul WD-AR 10 von Spiraltec ermöglicht beispielsweise eine über 90-prozentige Rückgewinnung von freier Säure bei mehr als 95 Prozent Rückhalt von gelösten Metallionen. Dabei kann jedes Wickelmodul bei einem Gesamtvolumen unter 20 Liter bis zu 12 l/h einer wässrigen Lösung regenerieren. Das praktische 10er-Modul (PP10), das speziell für die Aufnahme der Spiralwickelmodule konstruiert wurde, erlaubt dem Anwender eine individuelle, anwendungsorientierte und

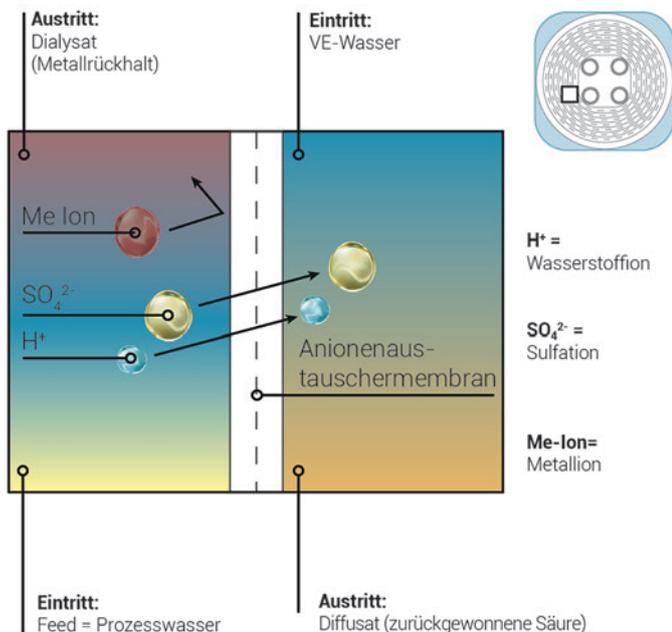


10er-Modul für Spiralwickelmodule PP10

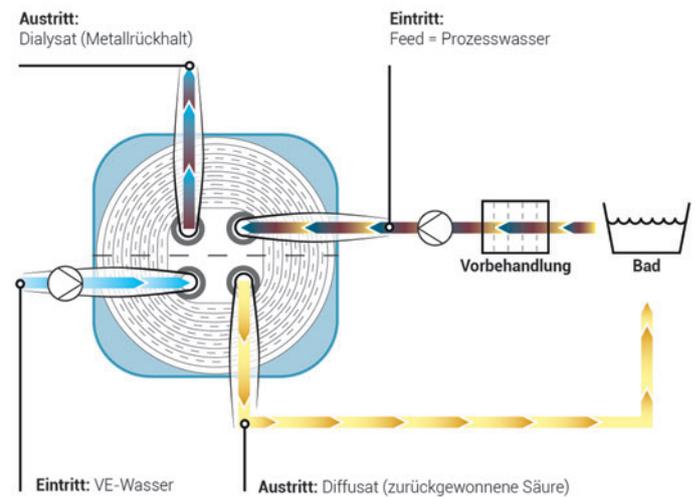
kostenoptimierte Bestückung der 10er-Module von einem bis zu zehn Spiralwickelmodulen. Eine einfache Parallelverschaltung mehrerer Module, leichte Handhabung der Einzelwickel und ein kompaktes, stapelbares Design machen das 10er-Modul zur optimalen Lösung für größere Einsatzgebiete.

Kontakt

Spiraltec GmbH, Franz Kruft, E-Mail: FK@spiraltecgmbh.de
www.spiraltecgmbh.de



Verfahrensschema der Diffusionsdialyse



Wickelmodul der Spiraltec GmbH im Prozess

AKTUELLES

aus Wirtschaft, Wissenschaft und Technik

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

Umfassend und immer auf dem neuesten Stand!

Energieversorgung und Energietechnik

Tagung des Arbeitskreises GalvanoFlex am Fraunhofer IPA in Stuttgart

Das Land Baden-Württemberg fördert im Rahmen des Projekts *GalvanoFlex* im Programm *Trafo BW* einen Arbeitskreis, der sich mit dem Aufbau und der Optimierung einer flexiblen Energieversorgung und effizienten Energietechnik in der galvanotechnischen Industrie befasst. Ansatzpunkte ergeben sich aus der Tatsache, dass galvanotechnische Verfahren hohe Energiemengen in Form von Strom benötigen, sowohl für die erforderlichen elektrochemischen Prozesse als auch zur Heizung der Prozessmedien, für die Trocknung und dementsprechend auch für die Kühlung von Bauteilen oder Prozessmedien. Federführende Einrichtungen innerhalb des Arbeitskreises sind die Einrichtungen REZ (Reutlinger Energiezentrum für Dezentrale Energiesysteme und Energieeffizienz), eiffo eG (Ostfildern), die Universität Stuttgart sowie das Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA in Stuttgart.

Die Sitzung des Arbeitskreises am 11. April beim Fraunhofer IPA eröffnete Prof. Dr. Bernd Thomas, REZ. Er zog eine kurze Bilanz zu den bisherigen Arbeiten des Arbeitskreises und wies zunächst darauf hin, das zum Ende des Jahres die Förderung des Projekts durch das Land Baden-Württemberg endet.

Stromoptimierte KWK

Tobias Müller, REZ, stellte die Ergebnisse der entwickelten Simulation zur Erarbeitung einer Prognose für den Energiebedarf in einem Unternehmen vor. Auf Basis der gewonnenen Daten wird ein Fahrplan entwickelt mit

dem Ziel, die Kosten für die benötigte Energie zu minimieren. Für die Kostenermittlung gehen neben Strom-, Gas- und Leistungspreis auch die Wartungskosten für ein Blockheizkraftwerk (BHKW) sowie die EEG-Umlage ein. Die Kosten werden den Erträgen für die Einspeisung oder die Energierückerstattung gegenübergestellt. Zur Bewertung werden der tatsächliche Stromverbrauch sowie der Wärmeverbrauch herangezogen. Insbesondere für die Ermittlung der Wärme wurden neue Erfassungsmethoden benötigt, da bisher in der Regel nur Durchschnittswerte über große Zeiträume verfügbar sind.

Die Daten fließen in die Simulation für das Blockheizkraftwerk ein, wobei unterschiedliche Speichergrößen zu unterschiedlichen Ergebnissen führen. In einem Praxisfall konnte durch die Simulation die Senkung der Lastspitzen um etwa 25 Prozent erzielt werden (bei Vorliegen geringer Lastspitzen). In einem anderen Fall mit hohem Stromverbrauch und ausgeprägten Lastspitzen erreichten die Einsparungen Werte von etwa 20 Prozent. Zwischen den Variationen aus wärmegeführt, stromoptimiert ohne und stromoptimiert mit Lastspitzenberücksichtigung sind deutliche Unterschiede zu erkennen.

Einfluss haben darüber hinaus die Speichergrößen, die zwischen etwa 2,5 Kubikmeter und 20 Kubikmeter variiert wurden. Es zeigt sich für die Wahl der Größe sowie bei der generellen Entscheidung für ein Blockheizkraftwerk, dass das Verhältnis zwischen Strom- und Wärmebedarf eine entscheidende Größe ist.

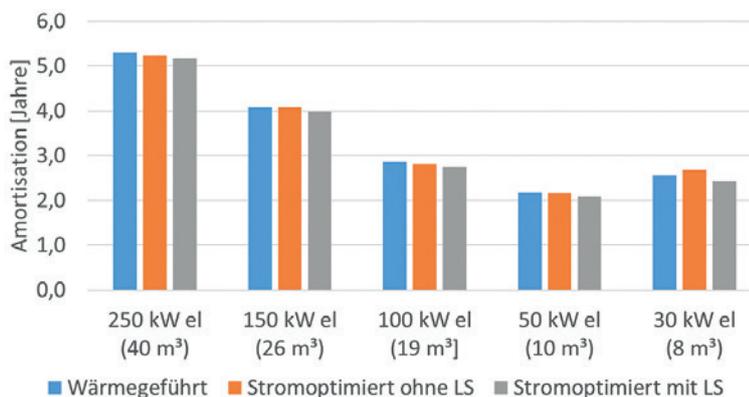
Simulation zu Energieverbrauch in Galvanikbetrieben

Im zweiten Beitrag ging Ekrem Köse, Uni Stuttgart, auf die simulative Darstellung des Energieverbrauchs zur Erhöhung der Energieeffizienz im Bereich der Galvanotechnik ein. Im ersten Schritt der Untersuchungen wurde eine Prozessfolge mit verschiedenen Parametern zu einem Modell zusammengestellt. Neben den Kenngrößen der Prozesse wurden hierbei auch die Werkstücke und deren Kenngrößen, wie Wärmeaufnahme oder Verdunstung über die Werkstückoberfläche, berücksichtigt. Unter Einbeziehung des kompletten Energieverbrauchs eines realen Unternehmens wurde das Modell an die tatsächlichen Betriebsbedingungen angepasst, wobei auch Sondereffekte berücksichtigt werden können.

Aus dieser Simulation wurden Verläufe mit kürzeren Zeitabschnitten, sogenannte *Typ-Wochen* und *Typ-Tage*, erarbeitet und mit den vorhandenen Messwerten verglichen. Im Endeffekt können damit auch einzelne Positionen, beispielsweise ein Elektrolytbehälter einer galvanischen Prozesslinie, simuliert und so unter anderem der Einfluss einer Beckenabdeckung oder der Absaugung aufgezeigt werden.

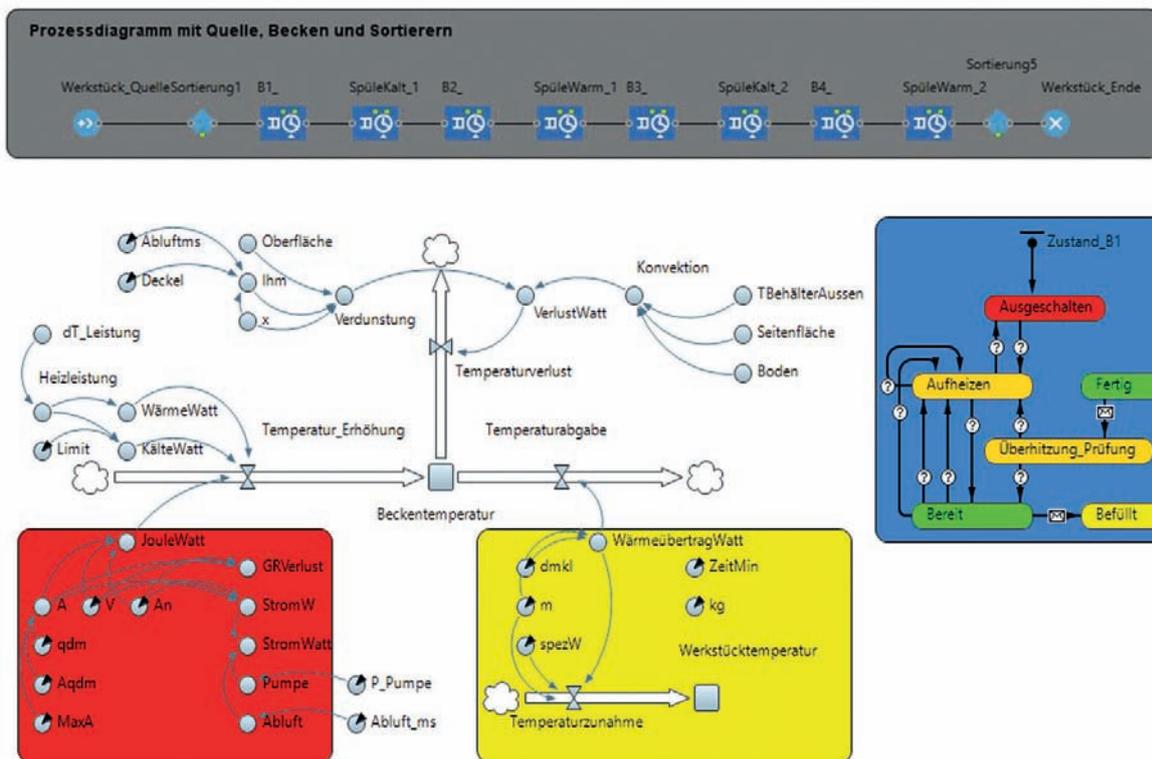
Effizienzbewertung

Christian Dierolf, Universität Stuttgart, erläuterte die Ergebnisse eines Projekts, das er in Zusammenarbeit mit Peter Schwanzler und Dr.-Ing. Stefan Kölle, beide vom Fraunhofer IPA, durchgeführt hat. Zunächst stellte er die genutzte Bewertungsmethode der Effizienzmaßnahmen vor. Hier kommen die Entscheidungsgrundlagen für das jeweilige Unternehmen zum Tragen, beispielsweise in Bezug auf geplante Investitionsentscheidungen. Dazu wurde im Rahmen einer Bewertungsmaßnahme mit etwa 35 unterschiedlichen Einzelmaßnahmen die Effizienz der Einzelmaßnahmen bewertet. Aus der Bewertung ergeben sich Interpretationen für die Maßnahmen wie *Aktiv*, *Träge*, *Kritisch* oder *Passiv* und deren Einflussstärken auf das Gesamtergebnis. Dabei zeigt es sich, dass die unterschiedlichen Maßnahmen sich gegenseitig verstärken oder abschwächen können. Dieses System wurde in Zusammenarbeit mit zwei



Beispiel für erzielbare Energieeinsparungen durch Verwendung eines Blockheizkraftwerks bei unterschiedlichen Speichergrößen (LS = Lastspitzen) (Bild: REZ)

OBERFLÄCHEN



Aufbau des Simulationsmodells mit der gewählten Prozessabfolge und den Wirkparametern auf die einzelnen Behälterpositionen (Bild: Köse)

Unternehmen mit Angaben aus der Praxis gefüllt.

Ein interessanter Ansatz für die Simulation richtet sich auf die Reduzierung der elektrischen Lastspitzen und den Einsatz eines Spitzenlastmanagements. Des Weiteren wurde die Änderung des Energiebedarfs durch die Nutzung eines thermischen Speichers erreicht. Vorteilhaft ist die Bemühung, eine konstantere Nutzung der thermischen Energie zu erreichen.

Im zweiten Teil des Vortrags befasste sich Peter Schwanger detaillierter mit den Energieflüssen in der galvanischen Produktion, also mit dem Einfluss der Wärmeabstrahlung, dem Wärmeaustrag durch Teile, Verdunstungen, die elektrischen Verluste durch Zuführungselemente oder die Leitfähigkeit von Elektrolyten. Einen hohen Wert nimmt hierbei die Verdunstung ein, die durch entsprechende Deckelsysteme verringert werden kann. Die geringere Verdunstung mindert auch die Menge an zugegebenem, kaltem Wasser zum Ausgleich der Flüssigkeitsverluste. Die ermittelten Daten verdeutlichen den Effekt verschiedenen Maßnahmen; so wird der Energiebedarf bereits durch eine gute Isolierung um bis zu 40 Prozent verringert.

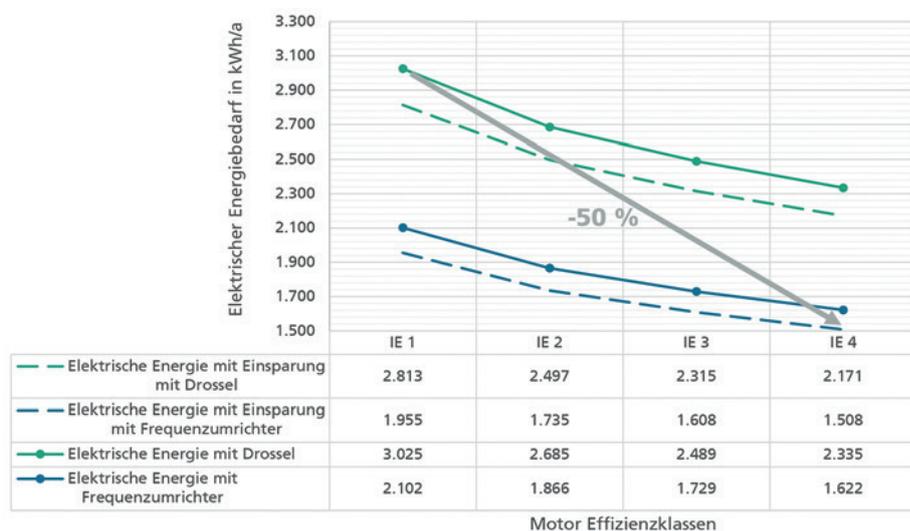
Ähnlich liegen die Verhältnisse bei den Spannungsverlusten durch hohe Übergangswiderstände oder den Querschnitt der strom-

führenden Komponenten. Neben den Anlagenparametern wurden aber auch Überbeschichtungen betrachtet. Im Falle von Hartchrom mit standardmäßigen Überbeschichtungen von mehr als zehn Prozent lässt sich durch eine Optimierung der Ausstattung von Gestellen und Elektroden die Überbeschichtung auf etwa drei Prozent reduzieren. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass eine geringere Überbeschichtung einer Qualitätsverbesserung gleichkommt.

Besonders gravierend ist die Situation beim Hartanodisieren durch unerwünschten Wär-

meeintrag. Die Optimierung des Prozesses in Form einer intelligenten Stromsteuerung führt zu einer verfahrenstechnischen Gesamteinsparung von bis zu 40 Prozent. Beim Hartverchromen bieten insbesondere günstigere Kontaktierungsmöglichkeiten Stromeinsparungen. Des Weiteren lässt sich beispielsweise durch besser leitende Elektrolyte die Stromausbeute in der Größenordnung von etwa 20 Prozent erhöhen.

Um für Unternehmen auf Basis der Simulationen Hilfestellungen anbieten zu können, wird derzeit eine Online-Plattform mit



Beispiel für mögliche Energieeinsparungspotentiale bei Umwälzpumpen

(Bild: Kölle)

einer bedarfsgerechten Bewertungsmatrix erarbeitet. Hilfreich für die Praxis wäre es, wenn den Unternehmen Anhaltspunkte und Verfahren zur Messung der Energieverbräuche bei den einzelnen Prozessstufen angeboten werden würden. Dies betrifft vor allem neben Arten der Stromzählung an Einzelgeräten auch die Erfassung von Wärmemengen an Teilen der Produktion oder die Erfassung von kontinuierlichen Gasmengenverbräuchen.

Entscheidung für KWK

Mit den Einflussfaktoren und Hemmnissen für eine Investition in die KWK-Nutzung in Unternehmen setzte sich Werner König, REZ, unter sozialwissenschaftlichen Gesichtspunkten auseinander. Er wies darauf hin, dass eine große Zahl an Einzelentscheidungen mit größerer oder kleinerer Relevanz die Basis für die maßgebliche Entscheidung in Unternehmen darstellt. Hierzu zählen beispielsweise die technische Kompetenz der Entscheider, das Streben nach positiver Darstellung im Umfeld, der Zugang zu Netzwerken oder die personelle Ausstattung sowie Standort und Ausstattung des Unternehmens. Abschließend lassen sich die Entscheidungsgrundlagen auf die Punkte Betriebswirtschaft, technische Machbarkeit, Zugang zu externer Unterstützung oder betriebspezifische Faktoren zusammenfassen. So macht der Einsatz der KWK-Technik kaum Sinn, wenn ein Unternehmen bisher keinerlei (einfachere) Maßnahmen zur Erhöhung der Energieeffizienz in Angriff genommen hat, insbesondere keinerlei Energiemonitoring betreibt. In der Weiterführung des Projekts befasst sich der Vortragende mit den Beweggründen, durch die sich der Einsatz von KWK fördern lässt.

Entwicklungskonzepte zur Energiespeicherung

Der Einsatz von Stromspeichern in der Galvanotechnik wird zunehmend interessant, um schwankende Strompreise zu nutzen oder auf erneuerbare Energien umzustellen. Hier könnte die Redox-Flow-Batterie interessant werden. Auf diesem Gebiet betreibt das Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT in Pfinztal bei Karlsruhe Entwicklungsarbeiten und deren Umsetzung in die Praxis.

Der Ladungsaustausch erfolgt vor allem zwischen unterschiedlichen Ionenformen des Vanadiums und aufgrund hoher Kosten zunehmend auch auf Basis von Zink in Kombination mit Brom oder Mangan. Für die Galvanotechnik würde sich das Prinzip unter anderem aufgrund der Tatsache lohnen, dass mit Gleichstrom im Bereich von etwa 10 V bis 15 V gearbeitet wird und vor allem die erforderliche Handlingtechnik mit Elektrolyten in größeren Volumina erfolgt.

Prozesskette für eine nachhaltige Produktion

Andreas Leiden zeigte auf, wie an der TU Braunschweig an der ganzheitlichen Betrachtung einer Produktion gearbeitet wird. Dazu werden die Elemente ausgehend von der einzelnen Maschine bis hin zur gesamten Produktionskette betrachtet und Optimierungsansätze erarbeitet. Hierbei spielen Faktoren wie Energieeffizienz, Rohstoffeinsparung oder Qualitätssteigerung eine wichtige Rolle. Zu diesem Zweck werden umfangreich Sensoren eingesetzt, um die notwendigen Daten aus der Produktion zu ermitteln. Dazu wurden beispielsweise Simulationen erarbeitet, die bei der Optimierung der Prozesse sehr gute Hilfestellungen leisten. Anwendung fand eine derartige Simulation im Projekt *Meman*, bei dem die Herstellung von Kolbenstangen von der Rohteilherstellung über die mechanische Umformung und Verarbeitung bis hin zur galvanischen Beschichtung

betrachtet wurde. Daraus wird beispielsweise ersichtlich, welche Effekte Änderungen bei den einzelnen Zwischenschritten auf das Endprodukt haben.

Fazit

Die bisherigen Ergebnisse des Arbeitskreises zeigen klar, an welchen Stellen in einer galvanotechnischen Fertigung deutliche Einsparpotentiale für Energie zu finden sind und welche Wege sich zur Verbesserung der Situation anbieten. Allerdings müssen die jeweiligen Maßnahmen sehr sorgfältig auf den Gesamtprozess abgestimmt werden. Dafür ist es nicht ausreichend, sich nur mit den Technologien zur Energiegewinnung zu befassen. Insbesondere müssen im ersten Schritt alle klassischen Möglichkeiten des Energieeinsparens, wie beispielsweise der Einsatz von energieeffizienteren Fertigungsverfahren, die Verringerung von Energieverlusten sowie die detaillierte Erfassung der Energieverbräuche zum Einsatz kommen. Im zweiten Schritt können dann auf Basis der verbesserten Zahlen für den Energieverbrauch Anlagen wie Blockheizkraftwerke in optimaler Ausstattung eingesetzt werden. Hierfür ist es erforderlich, dass die Prozessbetreiber eng und intensiv mit den Energieberatern zusammenarbeiten.

➤ www.eiffo.de

Eine saubere Sache

www.ecoclean-group.net



Besuchen Sie uns auf der

- EMO Hannover
Halle 11 Stand F55
- parts2clean Stuttgart
Halle 7 Stand B31

Effiziente Lösungen für die Bauteilreinigung und Oberflächenbearbeitung

Von der Automobilindustrie und ihren Zulieferern bis hin zu Herstellern von mechanischen Komponenten aller Art bietet Ecoclean immer die richtige Lösung.



Zum online-Artikel

Das Werkstofftechnische Kolloquium (WTK) in Chemnitz hat sich als eine der wichtigen Plattformen zur Darstellung der Ergebnisse aus Forschung und Entwicklung auf den Gebieten der Werkstoff-, Fertigungs- und Oberflächentechnik etabliert. Geboten wurden auch in diesem Jahr Arbeiten der Bereiche Additive Fertigung und Wärmebehandlung, Fügen durch Löten, Galvanotechnik und thermisches Spritzen, Stähle und Leichtmetalle, Werkstoffverbunde und Verbundwerkstoffe sowie Werkstoffprüfung. Im zweiten Teil des Berichts zur Tagung werden Inhalte zu Beschichtungsverfahren und den erzielbaren Schichteigenschaften wiedergegeben. Neben der galvanotechnischen Beschichtung standen hier vor allem die unterschiedlichen Technologien des thermischen Spritzens zur Herstellung von hochbelastbaren funktionellen Oberflächen im Vordergrund.

Freistrahilverfahren zur lokalen, elektrolytischen Anodisation

Das Anodisieren mit einem geschlossenen elektrolytischen Freistrahler ermöglicht die ressourcenschonende, lokale Änderung der tribologischen Eigenschaften bei Aluminiumwerkstoffen. Dafür wurde ein Verfahren zur Anwendung bei der hochfesten Legierung EN AW-7075 T6 entwickelt und erprobt. Die lokale Anodisation wurde durch die Optimierung der lokalen Stromdichte auf der Probenoberfläche erreicht. Dazu wurden die Verarbeitungsparameter Arbeitsabstand, Spannung und Prozessdauer systematisch variiert. Basierend auf dem Brechungsindex des porösen Oxids und der Laser-Scanning-Mikroskopie wurden die maximalen Dicken der anodisierten Bereiche bestimmt. Die Ergebnisse zeigen, dass durch die Reduzierung des Arbeitsabstandes zwischen Anode und Kathode von 2,5 mm auf 0,1 mm und die Reduzierung der Arbeitsspannung von 230 V auf 40 V die selben Schichtdicken herstellbar sind wie durch Anodisation bei 230 V und 2,5 mm Abstand.

Der Unterschied der Oxidschichtdicke sowie die laterale Eingrenzung der Schichtdickenerhöhung kann beispielsweise durch eine taktile Vermessung nachgewiesen werden. Die Verringerung der Breite auf 67 % und die Erhöhung der Höhe auf 150 % führen zu einem erhöhten Aspektverhältnis von 225 %, was eine signifikante Verbesserung in Bezug auf die angestrebte tribologische Anwendung darstellt.

Die Ergebnisse der REM-Untersuchungen zeigen, dass poröse Mikrostrukturen erzeugt werden. Weitere Untersuchungen sollten durchgeführt werden, um genauere Informationen über die Gesamtporosität sowie

die mechanischen und tribologischen Eigenschaften der anodischen Oxidschichten zu erhalten.

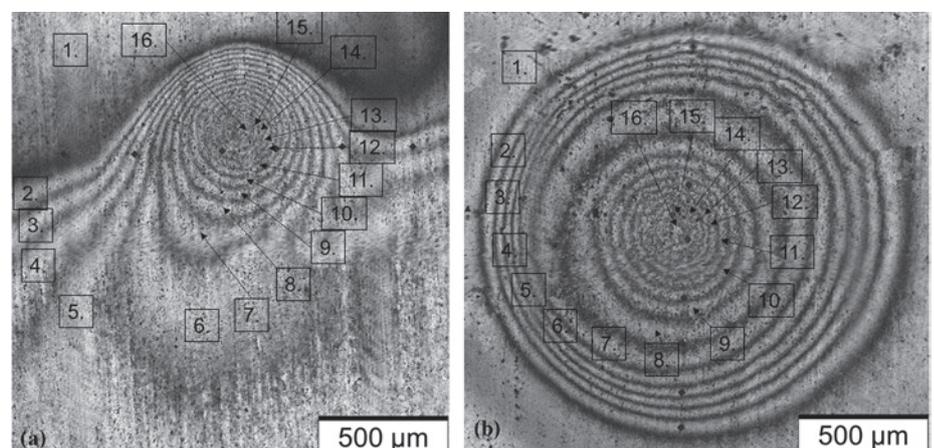
(R. Morgenstern, A. Martin, N. Lehnert, I. Scharf, M. Harkert-Oschätzchen, A. Schubert, T. Lampeke)

Nickel-Bor-Dispersionsschichten

Durch die REACh-Verordnung ist es erforderliche, nach Alternativverfahren zur bisherigen Herstellung von Hartchromschichten unter Einsatz von Chromat zu suchen. Sinnvoll ist der Ersatz der bisherigen Technologien allerdings auch aufgrund der geringen Energieeffizienz der Abscheidung aus Chrom(VI)systemen von etwa 20 %. Eine Alternative ist die nasschemische Abscheidung von Nickel-Bor-Dispersionsschichten. Nickel und Bor können gemeinsam eine intermetallische Phase (Ni₃B) ausbilden. Diese Phase wird durch eine thermische Nachbehandlung erzeugt und weist hohe Härtewerte auf, wie durch chemisch-reduktiv abgeschiedene Ni-

ckel-Bor-Schichten bekannt ist. Die erreichbare Härte liegt mit 1200 HV_{0,01} im Bereich der Werte von Hartchromschichten.

Der bekannte Beschichtungsprozess auf Basis des Reduktionsmittels Natrium-Borhydrid hat sich aufgrund des hohen pH-Werts (< 12) und der hohen Temperatur (ca. 97 °C), die für eine akzeptable Abscheidegeschwindigkeit (ca. 15 µm/h) benötigt wird, nicht durchsetzen können. Durch Nickel-Bor-Dispersionsschichten, die sowohl mittels chemisch-reduktiver als auch mittels galvanischer Abscheidung hergestellt werden können, könnte eine wirtschaftliche Alternative verfügbar gemacht werden. Beim chemisch reduktiven Prozess wird das Reduktionsmittel Natriumhypophosphid zum Einsatz kommen, mit dem Abscheideraten von 12 µm/h bis 16 µm/h (pH 4,5-5,5, Arbeitstemperatur T = 88 °C) erreicht werden. Bei galvanischen Abscheidungsverfahren können Geschwindigkeiten von 20 µm/h und mehr erzeugt werden. Eine



Laser-Scanning-Aufnahme der Oxidschicht bei 40 V und 0,1 mm Abstand zwischen Anode und Kathode (links) und bei 230 V und 2,5 mm Abstand, jeweils nach 20 min Anodisation

(Bild: R. Morgenstern)

Härtesteigerung auf Basis der Borpartikel wurde durch eine thermische Nachbehandlung realisiert.

(M. Markus, F. Köster)

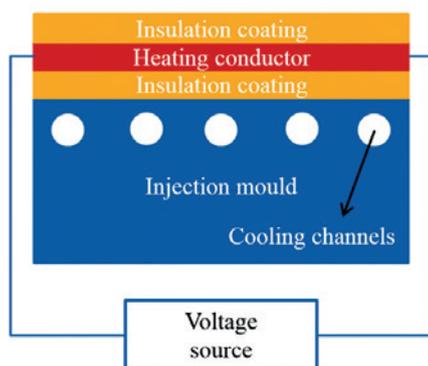
Galvanische Iridiumabscheidung für PEM-Katalysatoren

Die hohen Kosten für PEM-Elektrolyseure unter anderem aufgrund des Einsatzes von Edelmetallen wie Platin oder Iridium verhinderten bisher den industriellen Einsatz. Ansätze zur Verbesserung der Situation ergeben sich durch die Entwicklung von kostengünstigen Elektrodensystemen auf Basis optimierter Iridium/Titanoxid-Schichten für den anodischen Einsatz in der PEM-Wasserelektrolyse. Dafür werden neuartige Träger für Iridium-Nanopartikel mit erhöhter Stabilität untersucht, um die elektrochemisch aktive Oberfläche des aufgetragenen Katalysatormaterials und damit die Edelmetallnutzung zu erhöhen. Zu diesem Zweck wurden Elektrokatalysator-Nanopartikel mit Iridium galvanisch auf eine gesinterte Titanelektrode aufgebracht, die zuvor mit Titanoxid-Nanopartikeln beschichtet worden war. Erste Ergebnisse deuten auf eine Verbesserung der Aktivität und Stabilität von PEM-Elektrolyseuren hin.

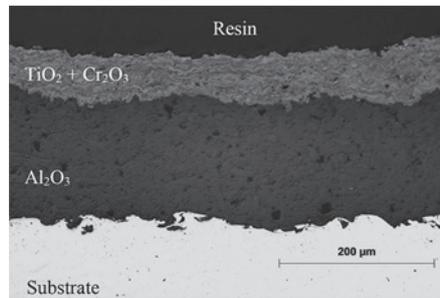
(J. Näther, F. Köster, T. Hülser, U. Rost, M. Brodmann, D. Pascal, L. Holtkotte)

Temperaturverteilung auf thermisch gespritzten Heizleiterbeschichtungen

Kavitäten in Spritzgusswerkzeugen werden beschichtet, um Korrosions- und Verschleißfestigkeit zu erhöhen oder den Wärmefluss durch die Hohlraumwand anzupassen. Die Erhöhung des Wärmeflusses soll durch thermisches Spritzen einer Mischung aus Titan- und Chromoxid mit einer Dicke von etwa 100 µm auf die Oberfläche und thermischer Behandlung unter Nutzung eines elek-



Schematischer Aufbau des Spritzwerkzeugs mit lokal heizbarem Oberflächenbereich
(Bild: K. Bobzin)



Querschnitt durch eine Heizleiterschicht auf einem Spritzgusswerkzeug

(Bild: K. Bobzin)

trischen Stroms erreicht werden. Eine thermisch gespritzte Schicht aus Aluminiumoxid dient als elektrischer Isolator zwischen dem Stahlsubstrat und der Titan-/Chromoxid-Beschichtung, die den Heizleiter darstellt.

Zur Bestätigung der Machbarkeit einer homogenen Oberflächenerwärmung wurde das Heizverhalten mittels Thermografie analysiert. Abhängig von den Prozessparametern während des Beschichtungsprozesses und dem verwendeten elektrischen Strom zeigte sich eine inhomogene Temperaturverteilung. Diese war in linearen Mustern in Form von *heißen Linien* senkrecht zum elektrischen Strom verteilt. Um die Grundursache der beobachteten Inhomogenität zu identifizieren, wurde eine numerische Modellierung herangezogen und die Ergebnisse wurden durch experimentelle Messungen untermauert. Es wurde festgestellt, dass die Risse in der Beschichtungsmikrostruktur die Hauptursache für den Temperaturanstieg und die linienfö-

mige Verteilung der Temperaturverteilung ist. Allerdings zeigte die Rissverteilung keine Vorzugsrichtung.

(K. Bobzin, M. Öte, M. A. Knoch, I. Alkhasli)

Partikelaufrall beim thermischen Spritzen

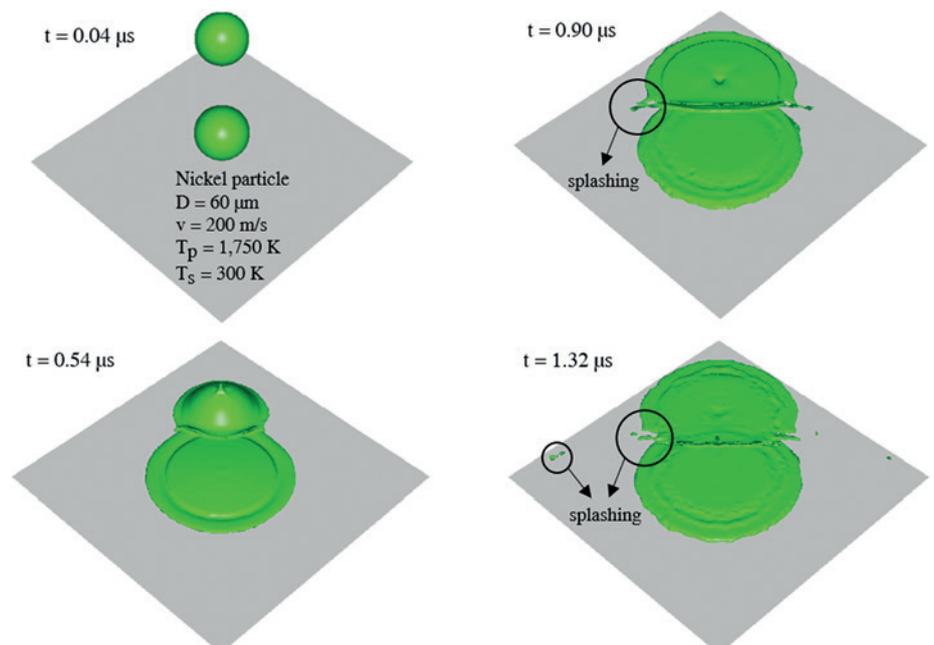
Das thermische Spritzen ist ein Beschichtungsverfahren, bei dem das Ausgangsmaterial beschleunigt wird und in Form von geschmolzenen oder halbgeschmolzenen Partikeln auf ein Substrat auftrifft. Die Simulation des Partikelaufralls ist hilfreich, um den Aufbau der Beschichtung während des thermischen Spritzens zu verstehen. Basierend auf dem VOF-Ansatz (Volume of Fluid) wird für die Simulation ein CFD-Modell (Computational Fluid Dynamics) verwendet. Dies ermöglicht es, den Einfluss und die Verfestigung von Nickelpartikeln auf einem flachen Substrat in 2D und 3D zu modellieren.

Lesen Sie weiter unter womag-online.de

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

- Einfluss des Ausgangsmaterial auf die Phasenverteilung in Spritzschichten
- HVOF-ID-Spritzen mit WC-Co/Cr-Einsatzpulver
- Thermisch induzierte Morphologieänderungen von drahtgespritztem Kupfer und Stahl.

Der Gesamtumfang des Beitrags beträgt etwa 3,5 Seiten mit 7 Abbildungen.



3D-Modell des Partikelaufralls unter Anwendung der modifizierten Teilchenverfestigung

(Bild: K. Bobzin)

Irdischer Schutz für außerirdisches Metall

Im Rahmen eines geförderten Projektes werden bei Innovent reversible Schutzschichten, basierend auf nachwachsenden Rohstoffen, für metallische Kulturgüter entwickelt. In diesem Zusammenhang wurde deren Eignung für die Konservierung von Eisenmeteoriten untersucht. Damit lassen sich Korrosionserscheinungen infolge von Lagerung und Zurschau-stellung an den Fundstücken vermeiden, ohne deren Oberfläche und Optik zu verändern. Bei Bedarf können diese Schutzschichten wieder rückstandsfrei und ohne Einfluss auf die Oberflächen der Objekte entfernt werden.

Eisenmeteoriten neigen unter Einfluss von Feuchtigkeit sehr stark zur Korrosion. Durch die starke thermische Belastung beim Atmosphäreneintritt weisen diese Mikrorisse auf, an deren Kanten die Korrosion besonders stark voranschreitet. Durch die größere räumliche Ausdehnung der Korrosionsprodukte in den Rissen führt dies oft zum Zerfall und gegebenenfalls zum Verlust der Fundstücke. Viele Meteoriten weisen charakteristische Muster (Widmannstättensche Strukturen) auf, die sich über lange Zeiträume bilden und anhand derer die Fundstücke identifiziert werden. Hierfür und für weitere Analysen, aber auch zur Ausstellung, werden die Fundstücke in der Regel zerteilt, wodurch die freigelegten blanken Metalloberflächen dem korrosiven Angriff ausgesetzt sind. Eine Versiegelung zum Schutz vor Korrosionserscheinungen sollte, gerade für museale Ausstellungsstücke, das äußere Erscheinungsbild nicht verändern und auch keinen mechanischen und chemischen Einfluss auf die Oberfläche des Objekts ausüben. Zudem ist eine rückstandslose Entfernbarkeit wünschenswert.

Transparent - reversibel - nachhaltig

Hierfür bietet sich ein Beschichtungsverfahren an, das von Innovent bereits an archäologischen Fundstücken erprobt wurde. Bei den hierbei untersuchten archäologischen Fundstücken aus Eisen ebenso wie bei den Meteoriten spielt die Erhaltung des kulturbeziehungsweise naturhistorischen Werts die entscheidende Rolle. Bei dem Beschichtungsmaterial handelt es sich um eine thermoplastische Polysaccharid-Ester-Verbindung, die sich durch eine hohe Transparenz auszeichnet. Analog einer klassischen Pulverbeschichtung wird das fein gemahlene Material elektrostatisch geladen auf den metallischen Probekörper aufgetragen und anschließend durch Aufschmelzen zu einer umhüllenden Schicht verbunden. Bei der Synthese der Esterverbindung aus biobasierten nachhaltigen Rohstoffen kann der Schmelzpunkt in einem Bereich von 50 °C bis etwa 200 °C eingestellt werden, so dass auch temperaturempfindliche Substrate gut damit behandelt werden können. Da das Material während des Auftragsprozesses nicht

quervernetzt, kann es durch Schmelzen mit sanftem mechanischem Abtrag oder mittels Lösemittel wieder von der Oberfläche entfernt werden. Die Polysaccharidester sind wasserabweisend und frei von Weichmachern und Lösungsmitteln. Durch Einstellung der Viskosität und des Spreitverhaltens der Schmelze lassen sich unterschiedliche Glanzgrade erzeugen und damit der ursprüngliche optische Eindruck erhalten.

Tests am außerirdischen Metall

Für derartige Versuche sollte man es mit Bruchstücken des Eisenmeteoriten aus dem Campo del Cielo Kraterfeld in Argentinien versuchen, da dieser aufgrund seiner Rissigkeit die Ausbreitung von Rost gut erkennen lässt, empfahl Dr. Benno Baumgarten, stellvertretender Direktor des Naturkundemuseums Südtirol, der bei den Versuchen beratend tätig war. Das circa 42 Gramm schwere Fragment des Meteoriten wurde trocken zerteilt, um eine Test- und eine Referenzprobe zu erhalten (Abb. 1). Bei dem Material handelt es sich um eine Eisen-Nickel-Legierung, welche in normaler Raumluft schnell zu oxidieren beginnt und daher entweder sehr trocken gelagert oder gesondert geschützt werden muss. Zur Überprüfung der Beständigkeit der Beschichtung und ihrer Schutzwirkung wurde eine der beiden Hälften mit der Pulverschicht versehen und zusammen mit der unbehandelten Hälfte für fünf Tage in einer feuchten



Abb. 1: Meteoriten-Schnitthälften, unbewittert (oben) und bewittert (unten); das rechte Fragment wurde vor Korrosion geschützt (Foto: Innovent e.V.)

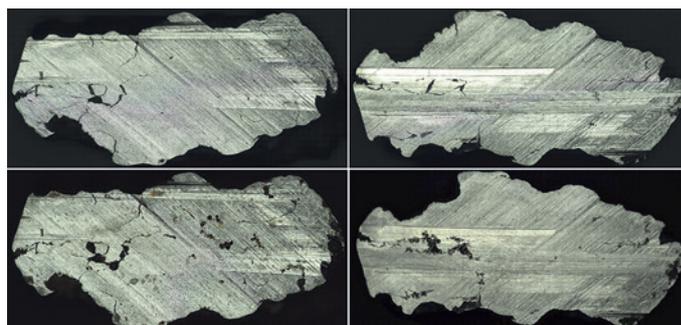


Abb. 2: Vergleich der bewitterten und unbewitterten Schnittflächen (oben/unten) der ungeschützten Probe (links) und geschützten Probe (rechts) (Foto: Innovent e.V.)

Atmosphäre (40 °C, mindestens 95 % r. h.) gelagert. Nach dieser Zeit ist bereits mit bloßem Auge (Abb. 1) und ganz besonders mikroskopisch (Abb. 2) ein deutlicher Unterschied zwischen den beiden Probestücken zu erkennen. Nicht nur auf den Außenflächen, sondern vor allem an den frischen Schnittflächen ist die Wirkung des Schutzmantels sehr gut erkennbar.

Insbesondere an den Mikrorissen, die sich aufgrund der thermischen Belastung beim Atmosphäreneintritt bis in die inneren Bereiche des Meteoritenkörpers bilden, sind die Korrosionserscheinungen besonders ausgeprägt. An diesen Stellen besteht noch Optimierungsbedarf bei der Beschichtung hin-

sichtlich der Abdeckung. Zusätzlich konnten Röntgenfluoreszenzanalysen der korrodierten Stellen, besonders der Ausblühungen, an diesen Rissen, die Anwesenheit von Chlor belegen. Dieser Umstand lässt vermuten, dass während der circa 5000 Jahre Lagerung im Erdboden salzhaltige Verbindungen in die Mikrorisse eingedrungen sein könnten und daher, durch Bildung von Lösungen in feuchter Atmosphäre, die Korrosion im Umfeld der Risse beschleunigen. Die korrosive Wirkung von Salzwasser ist weithin bekannt. Dennoch ist die Korrosion an den vollständig ungeschützten Rissen deutlich stärker. Dieses Resultat ebnet den Weg, mit einer weiteren Optimierung des Auftragsverfahrens als auch

des Beschichtungsmaterials selbst, zu einer vollständigen Schutzwirkung zu kommen.

Über Innovent

Die Industrieforschungseinrichtung Innovent e.V. analysiert, forscht und entwickelt seit 25 Jahren in den Bereichen Oberflächentechnik, magnetisch-optische Systeme und Biomaterialien. Das Institut aus Jena beschäftigt etwa 130 Mitarbeiter, leitet verschiedene Netzwerke und führt bundesweit Fachtagungen durch. Innovent ist Gründungsmitglied der Deutschen Industrieforschungsgemeinschaft Konrad Zuse.

➔ www.innovent-jena.de

ECG-Doktorandenseminar an der TU Ilmenau

Vom 14. bis 17. März waren die Doktorandinnen und Doktoranden des Fachgebiets Elektrochemie und Galvanotechnik (ECG) der TU Ilmenau zum vierten Male zum Doktorandenseminar, dieses Mal in Ilmenau, geladen. Das Fachgebiet, geleitet von Professor Andreas Bund, umfasst eine große Anzahl von Promovierenden, die sowohl an der TU Ilmenau als auch extern in Unternehmen und Instituten an ihren jeweiligen Themengebieten forschen. Wie in den vergangenen Doktorandenseminaren, wurden auch dieses Jahr Kontakte untereinander gefördert, zum fachlichen Austausch angeregt und Synergien erzeugt.

Neben der Vorstellung von Promotionsthemen sowie fachlichen Vorträgen zu verschiedensten Themen, wie beispielsweise Komplexchemie oder auch Simulation, hatten die Doktoranden die Möglichkeit, in Laborkursen Neues über verschiedene Verfahren zu lernen und Anknüpfungspunkte für ihre eigene Forschung zu finden. Professor Andreas Bund stand darüber hinaus den Promovierenden für Fragen rund um die Dissertation zur Verfügung und gab dabei wichtige Hinweise für das erfolgreiche Promovieren.

Über den fachlichen Anteil hinaus bot sich für die Teilnehmer auch die Möglichkeit, in entspannter Atmosphäre ins Gespräch zu kom-

men. Beim gemeinsamen Abendessen und Frühstück konnten Erfahrungen, Meinungen und Tipps ausgetauscht und diskutiert werden, was den jeweiligen Einblick in Industrie und Institutsarbeit ermöglichte.

Das Feedback der Promovierenden über die Veranstaltung war sehr positiv und untermauert die Bedeutung des Doktorandenseminars für alle Teilnehmer. Das nächste Treffen wird voraussichtlich Ende 2019 bei der Collini AG in Dübendorf, Schweiz, stattfinden. Auf diesem Wege geht ein herzlicher Dank für die Organisation des Seminars an René Böttcher (TU Ilmenau), Lisa Büker (Kiesow Dr. Brinkmann GmbH & Co KG) und Martin Leimbach (TU Ilmenau).

René Böttcher

➔ www.tu-ilmenau.de/wt-ecg



Laborkurse ermöglichten Einblicke in die Welt der elektrochemischen Quarzkristallmikrowaage (links), Teilnehmer des vierten Doktorandenseminars des Fachgebietes Elektrochemie und Galvanotechnik an der TU Ilmenau (rechts)



Perfekte Oberflächen – gratfrei, sauber und präzise

DEBURRING EXPO

Ob bei nachfolgenden Fertigungsschritten oder für eine einwandfreie Funktion, die Oberflächeneigenschaften entscheiden über die Teile- und Produktqualität. Prozesse wie das Entgraten und die Herstellung von Präzisionsoberflächen gewinnen dabei zunehmend an Bedeutung – unabhängig davon, ob die Teile abtragend, umformend, urformend oder additiv hergestellt werden. Mit der DeburringEXPO findet auf dem Karlsruher Messegelände vom 8. bis 10. Oktober 2019 die weltweit einzige Fachmesse statt, die sich ausschließlich der Entfernung von Graten und der Herstellung von präzisen Oberflächen widmet.

Die Eigenschaften von Oberflächen und Randzonen entscheiden über die Weiterverarbeitbarkeit beziehungsweise die Funktion von Bauteilen. Beispiele dafür sind unter anderem die Beschichtungs- und Klebefähigkeit, Reibung, Verschleißfestigkeit, Dichtungsverhalten, Geräusentwicklung, Glätte, Rauigkeit, Leistungssteigerung, Optik und Verletzungsgefahr. Die geforderten Werkstückoberflächen lassen sich nach den Worten von Hartmut Herdin, Geschäftsführer der fairXperts GmbH & Co. KG, Veranstalter der DeburringEXPO, in keinem Fertigungsverfahren gratfrei herstellen. Dies mache zwischen- und nachgelagerte Bearbeitungsverfahren wie das Entgraten, Verrunden und die Herstellung von Präzisionsoberflächen für Teilehersteller zu einem zunehmend wichtiger werdenden Bereich, der maßgeblich die Wertschöpfung und Produktqualität beeinflusst. Gleichzeitig stellen zunehmend strengere Spezifikationen sowie höhere Anforderungen an die Prozesssicherheit und Wirtschaftlichkeit Fertigungsunternehmen vor neue Herausforderungen.

Als einzigartige Informations-, Kommunikations- und Beschaffungsplattform für das Entgraten, Verrunden und die Herstellung von Präzisionsoberflächen bietet die DeburringEXPO vom 8. bis 10. Oktober 2019 einen kompletten Überblick über aktuelle und neue Lösungen sowie Trends in der Entwicklung.

Branchen- und technologie- übergreifendes Portfolio

Bis Mitte Januar 2019 haben laut Hartmut Herdin bereits über 100 Aussteller aus zehn Ländern ihren Standplatz fest gebucht. Das Lösungsangebot der Unternehmen ist ihm zufolge darauf ausgelegt, aktuelle und zukünftige Anforderungen beim Entgraten, Verrunden und der Herstellung von Präzisionsoberflächen in unterschiedlichsten Branchen reproduzierbar und effizient zu erfüllen. Die Ausstellerpräsentationen werden ergänzt durch das vielschichtige und an die Verän-



(Bildquelle: fairXperts GmbH & Co. KG)

derungen im Markt angepasste Rahmenprogramm der DeburringEXPO.

Prozesskette Blech-Entgratung

Der gemeinsam mit Marktführern und Experten der Branche initiierte Themenpark *Prozesskette Blech-Entgratung* präsentiert den Fertigungsschritt Entgraten sowie vor- und nachgelagerte Prozesse wie das Richten, Vermessen und Beschichten von Blechteilen live in Aktion. Besucher können dabei ein zur Verfügung gestelltes Referenzteil den einzelnen Bearbeitungsschritten, wie zum Beispiel Entgraten, Verrunden und Abkanten, selbst zuführen. Darüber hinaus wird über Themen wie den Zusammenhang zwischen Kantenverrunden und Korrosionsschutz, Methoden zur Vermessung von Radien an verrundeten Blechbauteilen, Entwicklungstrends bei Werkzeugen zur Blechentgratung, automatisiert erzeugbare Oberflächen und einiges mehr informiert.

AM Parts Finishing

Die additive Fertigung rückt in der Industrie zunehmend in den Fokus. Additive Manufacturing bietet kreative Möglichkeiten in der Bauteilproduktion hinsichtlich Formgebung, Flexibilität und Individualität. Speziell die metallisch additiv hergestellten Bauteile haben vielfach bereits das Niveau industrieller Fertigung erreicht und können so mit traditionellen Verfahren konkurrieren. Die Anforderungen an die Qualität der Oberflächen von 3D-gedruckten Teilen steigen dadurch. Die

Durchführung der erforderlichen Nachbearbeitungsprozesse, wie beispielsweise Reinigen, Entgraten oder Beschichten, ist deshalb ein wesentlicher Kostenfaktor und maßgeblich entscheidend für den industriellen Einsatz additiv gefertigter Teile. Die Aussteller der DeburringEXPO unter anderem des Themenparks *AM Parts Finishing* präsentieren Lösungen für anforderungsgerechte und perfekte Oberflächen.

Reinigen nach dem Entgraten

Selbst wenn ein Bauteil optimal entgratet, verrundet oder poliert ist, haften aus den Bearbeitungsprozessen daran meist noch Öle, Fette oder Emulsionen, Späne, Schleifstaub oder Läpppasten. Eine Reinigung ist daher unverzichtbar. Denn die Bauteilsauberkeit hat maßgeblichen Einfluss auf die bestimmungsgemäße Funktion und die Qualität von nachfolgenden Prozessen wie Kleben, Schweißen, Beschichten oder Montage. Im Themenpark *Reinigen nach dem Entgraten* präsentieren Experten Lösungen und das erforderliche Wissen, um Reinigungsprozesse bedarfsgerecht und wirtschaftlich auszulegen und zu optimieren.

Zweisprachiges Fachforum

Durch seinen Charakter als Fortbildungsveranstaltung hat sich das in die DeburringEXPO integrierte, dreitägige Fachforum als gefragte Wissensquelle etabliert. Die simultan (Deutsch <> Englisch) übersetzten Vorträge bieten Besuchern umfangreiches Wissen aus den Bereichen Entgraten und Verrunden sowie Herstellung von Präzisionsoberflächen und zu den speziellen Inhalten der Themenparks. Praxisbeispiele und Benchmark-Lösungen ermöglichen, Ideen und Anregungen für die Optimierung eigener Prozesse mitzunehmen. Weitere Informationen, das komplette Ausstellungsprogramm und die vorläufige Ausstellerliste sind zu finden unter Doris Schulz

➔ www.deburring-expo.de.

Materialforschung: Kaiserslauterer Professor mit August-Wöhler-Medaille ausgezeichnet

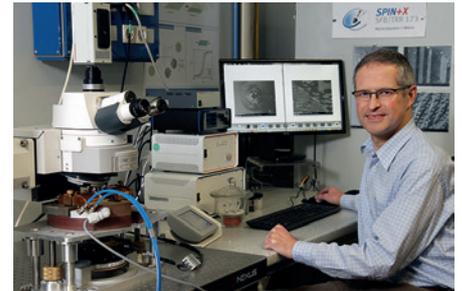
Professor Dr. Tilmann Beck von der Technischen Universität Kaiserslautern (TUK) ist mit der August-Wöhler-Medaille geehrt worden. Damit zeichnet der Deutsche Verband für Materialforschung und -prüfung (DVM) Persönlichkeiten für herausragende Leistungen in Werkstoffmechanik, Schwingfestigkeit und Bruchmechanik aus. Beck erforscht unter anderem die Grundlagen der Materialermüdung metallischer Werkstoffe. Ziel ist es hierbei zum Beispiel, Ausfallwahrscheinlichkeiten von Materialien besser berechenbar zu machen. Wichtig ist das vor allem für Industrieunternehmen, die eine hohe Zuverlässigkeit ihrer Produkte gewährleisten müssen.

Am Lehrstuhl für Werkstoffkunde an der TU Kaiserslautern untersuchen Professor Beck und sein Team Ermüdungserscheinungen bei unterschiedlichen Materialien. Dazu nutzen sie verschiedene zerstörungsfreie Prüfverfahren, um zu testen, wann und wie Werkstoffe ermüden. Wechselnde Temperaturen oder Spannungen können nach Aussage von Professor Beck zum Beispiel auf Dauer dazu führen, dass das Material geschwächt wird. Dies ist beispielsweise bei Kugellagern und Zahnrädern der Fall, wie sie in Autos und Fahrrädern vorkommen. *Mit unseren Methoden tragen wir dazu bei, Ausfallwahrscheinlichkeiten berechenbar zu machen*, so Beck. Das sei wichtig für Hersteller, die eine hohe Zuverlässigkeit ihrer Produkte gewährleisten müssen.

Im Fokus der Arbeiten stehen Materialien wie Stahl, aber auch Werkstoffe, die aus zwei Komponenten bestehen, etwa Metall-Faser-verbundkunststoff-Verbindungen. Die Forscher nutzen dazu verschiedene Methoden, die sie ständig weiterentwickeln. Mit dem

Elektronenmikroskop gelingt ihnen beispielsweise der Blick auf den Werkstoff bis in den Nanometerbereich. Dabei können sie ihre Proben auch unterschiedlich starken Belastungen aussetzen, um zu sehen, ab wann sich etwa mikroskopisch kleine Risse bilden. Darüber hinaus nehmen sie die Eigenschaften von Werkstoffen mit Ultraschalltechniken und elektrischen Widerstandsmessungen genau unter die Lupe.

Wie verhält sich zum Beispiel Gusseisen, das in einem Verbrennungsmotor verbaut werden soll, bei hohen Temperaturen? Kann es bei Bauteilen, die aus karbonfaserverstärkten Kunststoffen und Metall bestehen, an deren Schweißverbindungen zu Ermüdungsprozessen kommen? Solchen Fragen gehen die Wissenschaftler mit ihren Techniken auf den Grund. *Wir möchten Werkstoffe derart gestalten, dass sie möglichst gutmütig auf unvermeidliche Materialdefekte reagieren*, fährt der Kaiserslauterer Materialforscher fort. Nur auf diese Weise lassen sich ihm zufolge kostengünstige Bauteile für Autos, Flugzeuge



Professor Beck und sein Team erforschen Ermüdungserscheinungen bei unterschiedlichen Materialien (Foto: Koziel/TUK)

und Maschinen bewerkstelligen. Höchstreine Materialien wären schlichtweg zu teuer und ließen die Produktionskosten enorm steigen. Für seine herausragenden Verdienste auf dem Gebiet der Materialforschung ist Professor Tilmann Beck nun von der DVM mit der August-Wöhler-Medaille geehrt worden. Die Auszeichnung wurde dem Kaiserslauterer Professor im Rahmen des DVM-Tages am 27. März 2019 in Berlin verliehen.

➔ www.uni-kl.de

Verformung in Echtzeit messen

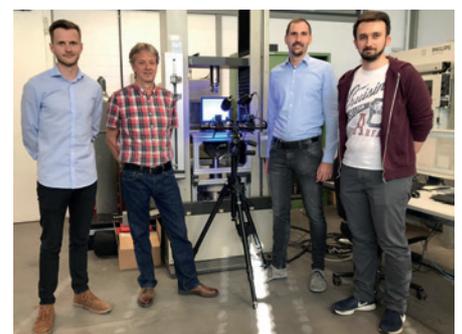
Neues optisches 3D-Messsystem an der Hochschule Aalen

Das Team des Technologiezentrum Leichtbau um Leiter Dr. Wolfgang Rimkus nahm kürzlich das berührungslos arbeitende optische 3D-Verformungsmesssystem GOM ARAMIS 3D in Betrieb. Das System ist ideal für die Produktentwicklung, Materialforschung und Bauteilprüfung.

Die dynamischen optischen Messergebnisse geben den Forschern Aufschluss über Materialeigenschaften sowie das Verhalten von Bauteilen unter Belastungen – beispielsweise Verformungen und Dehnungen. Der Bereich der messbaren Verformungen kann sich dabei von 0,05 % bis zu mehreren 100 % be-

wegen. Die Messergebnisse werden grafisch dargestellt und vermitteln somit ein optimales Verständnis des Messprobenverhaltens. Mit dem dreidimensionalen Bewegungs- und Verformungssensor von ARAMIS 3D können Objekte mit wenigen Millimetern bis hin zu Strukturbauteilen von mehreren Metern vermessen werden. ARAMIS 3D wurde im Rahmen des SmartPro-Forschungsprojekts TRICLA beschafft. *Das Messsystem ist aber durchaus für alle Themen der Materialprüfung von Interesse*, erklärt Rimkus.

➔ www.hs-aalen.de



Dr. Wolfgang Rimkus (2.v.l.) mit den Mitarbeitern Michael Schmiedt (l.), Julian Schlosser (2.v.r.) und Student Serkan Mouchtar am GOM ARAMIS 3D (Bild: © HS Aalen/Axel Kansy)

Leitfaden für die plasmaelektrolytische Oxidation (PEO) – Bedarfsermittlung

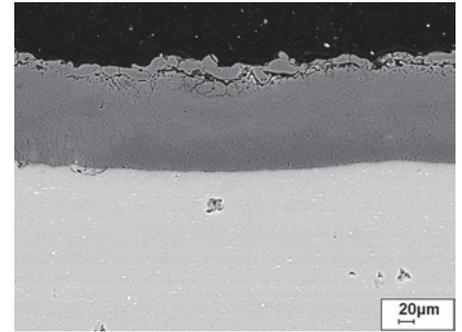
Die plasmaelektrolytische Oxidation (PEO), auch bekannt unter den Bezeichnungen MAO (micro arc oxidation), PCO (plasma chemical oxidation), ANOF (anodische Oxidation unter Funkenentladung) oder ASD (anodic spark deposition), ist ein oberflächentechnisches Verfahren zur anodischen Konversionsschichtbildung, bei dem die Schichtbildung primär durch komplexe thermochemische Reaktionen in einem Gasphasen-Festkörper-Plasma erfolgt. Die keramischen PEO-Schichten erreichen eine Dicke von üblicherweise 50 nm bis 200 µm und aufgrund einer kristallinen Mikrostruktur sehr hohe Mikrohärtens (bis zu 2000 HV). Die Anwendungsfelder erstrecken sich von hochverschleißfesten sowie hitzebeständigen Schutzschichten auf Aluminiumbauteilen über optisch ansprechende oder korrosionsschützende Schichten für Magnesium bis hin zu bioinerten und bioaktiven Beschichtungen für medizinische Titanimplantate.

Im Vergleich zur konventionellen anodischen Oxidation (Hartanodisation) wird die PEO in

der industriellen Praxis jedoch viel seltener angewendet, was auf die deutlich komplexeren Zusammenhänge zwischen den eigenschaftsbestimmenden Prozessparametern und dem damit notwendigen Know-how, aber auch auf die vergleichsweise hohen Investitions- und Betriebskosten, zurückzuführen ist. Eine höhere Marktdurchdringung wird zudem durch das Fehlen einer offiziellen Verfahrensnorm verhindert.

Die DGO-Geschäftsstelle ist daher bemüht, in gemeinsamer Initiative mit dem DGO-Arbeitskreis Leichtmetalle den Bedarf für die Erarbeitung eines Verfahrensleitfadens, der auch als Vorstufe zu einer Verfahrensnorm angesehen werden kann, zu ermitteln. Mit einem solchen Leitfaden kann mittel- und langfristig eine stärkere Marktdurchdringung des Verfahrens angeregt und das Einsatzspektrum von PEO-Schichten erweitert werden.

Wer aktuell oder perspektivisch Anwender/Nutzer/Entwickler/Wissensträger im Bereich des PEO-Verfahrens ist, grundsätzlich Bedarf an einem solchen PEO-Verfahrensleitfaden sieht und gegebenenfalls auch



Mittels plasmaelektrolytischer Oxidation hergestellte Schicht im Querschliff

an einer gemeinsamen Erarbeitung interessiert ist, ist aufgerufen, sich in der DGO-Geschäftsstelle bei Sabine Groß (Tel.: +49 2103 255650; E-Mail: s.gross@dgo-online.de) oder bei Dr. Daniel Meyer (Tel.: +49 2103 255635; E-Mail: d.meyer@dgo-online.de) zu melden. Bei angemessenem Bedarf ist perspektivisch die Bildung einer entsprechenden Arbeitsgruppe vorgesehen.

➔ www.dgo-online.de

Gesamtverband der Aluminiumindustrie e. V. (GDA)

Internationaler Aluminium-Druckguss-Wettbewerb 2020

Der GDA Gesamtverband der Aluminiumindustrie e. V., Düsseldorf, schreibt zum vierten Mal den internationalen Wettbewerb für Aluminium-Druckguss aus. Partner bei der Durchführung des Wettbewerbs ist der Bundesverband der Deutschen Gießereindustrie (BDG). Der Wettbewerb wird durch den Fachverband der Nichteisenmetallindustrie der Wirtschaftskammer Österreich (WKO) sowie dem Schweizer Aluminium-Verband unterstützt. Einreichungen für den Wettbewerb können bis zum **2. Oktober 2019** erfolgen.

Der Aluminium-Druckguss-Wettbewerb ist seit vielen Jahren eine bewährte Plattform, um den hohen Qualitätsstand von Aluminium-Druckguss zu zeigen. Ziel des Wettbewerbs ist, das Interesse am vielseitigen Werkstoff Aluminium zu verstärken und weitere Anwendungsbereiche aufzuzeigen. Kriterien für die Bewertung der eingereichten Gussstücke beim Aluminium-Druckguss-Wettbewerb 2020 sind die druckgussgerechte und ressourceneffiziente Konstruktion. Gießereien können beliebig viele Gussstücke einreichen. Das Gussstück sollte aus einer gängigen Aluminiumgusslegierung herge-

stellt sein. Die Gussstücke, die den Anforderungen an Qualität, Aktualität, innovativen Lösungsansätzen und technischem Fortschritt entsprechen, werden durch Urkunden ausgezeichnet. Die Preisverleihung der besten Einsendungen erfolgt anlässlich der Euroguss 2020, die vom 14. bis 16. Januar 2020 in Nürnberg stattfinden wird. Die prämierten Gussstücke werden dort und auf weiteren Messen ausgestellt. Die Wettbewerbsunterlagen stehen auf der GDA-Website zum Download bereit.

➔ www.aluinfo.de

INSERENTENVERZEICHNIS

Airtec MUEKU GmbH	27	Walter Lemmen GmbH	11	Vogel Verlag	13
B+T Technologies GmbH	15	Gebr. Liebisch GmbH & Co. KG	U3	STZ Oberflächentechnik	18
Dörken MKS	U2	Munk GmbH	Titelbild	ZVO e.V.	Beilage
Ecoclean Group	33	Sondermann	25		
ELB Zerrer	U4	Spiraltec GmbH	1		

Korrosion

im Zeitraffer



55 Jahre 1963 2018
Liebisch
LABORTECHNIK

KORROSIONSPRÜFGERÄTE

nasschemische Qualitätsprüfung

Je nach Prüfanordnung können die Betriebssysteme Salznebel [S], Kondenswasser [K], Raum- [B], Warmluft [W] und Schadgas [G] sowie geregelte relative Luftfeuchte [F] einzeln oder kombiniert (Wechseltestprüfungen) in über 70 Varianten kombiniert werden. Optional sind Prüfklimare bis **-20°C** (niedrigere Temperaturen auf Anfrage) und Beregnungsphasen z.B. Volvo STD 423, Ford CETP 00.00-L-467 möglich. Die Geräte sind intuitiv bedienbar, wahlweise als praktische manuelle bzw. komfortable automatische Lösung.



Im Zeichen der Zukunft

Gebr. Liebisch GmbH & Co.KG

Eisenstraße 34

33649 Bielefeld | Germany

Fon +49 521 94647-0

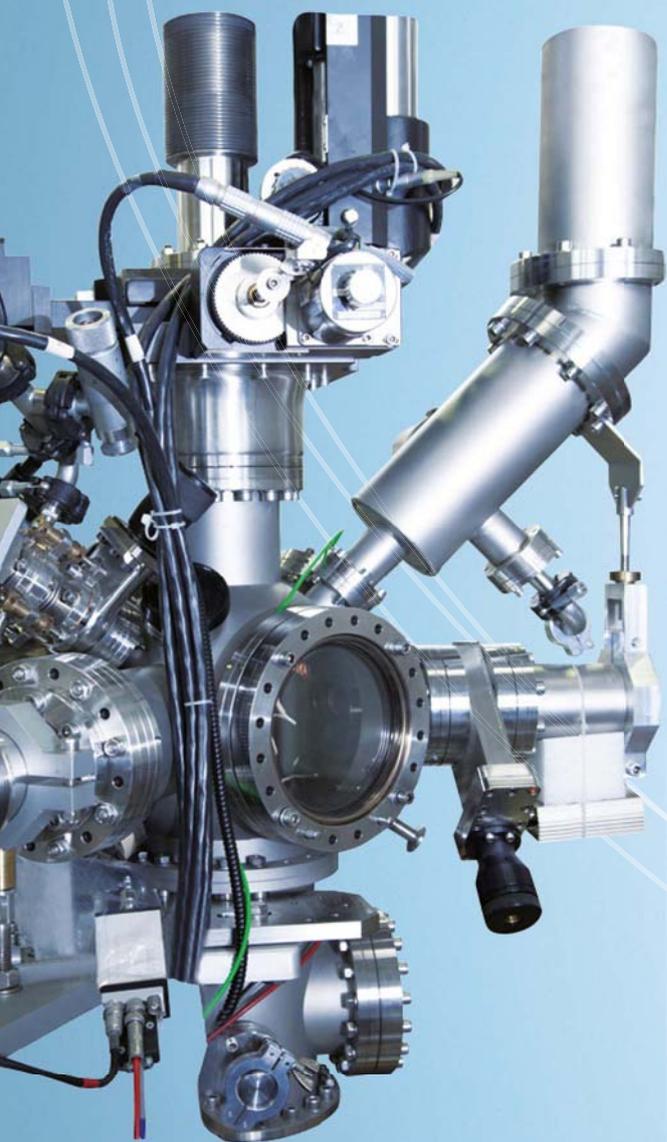
Fax +49 521 94647-90

www.liebisch.de
sales@liebisch.com

ELB

CERANOD® outside
Oberflächen für Al, Mg, Ti

FORSCHUNG HÖCHSTLEISTUNG BESTÄNDIGKEIT



CERANOD® classic
plasma ceramics
hybrid

CERANOD®-Leichtbau-Oberflächentechnologie für Aluminium, Magnesium und Titan
Konkurrenzlos langlebiger und verlässlicher Komponentenschutz sowie dekorative High-End-Oberflächen für Leichtmetalle.



CERANOD®

Oberflächentechnologie der Zukunft