

WOMAG

Kompetenz in Werkstoff und funktioneller Oberfläche

50
JAHRE
IMO

IMO OBERFLÄCHENTECHNIK GMBH

**50 JAHRE INNOVATION &
HÖCHSTE QUALITÄT IN DER
OBERFLÄCHENTECHNIK**



Besuchen Sie uns auf der BLECHEXPO:
07. - 10. November 2023 in Stuttgart
Halle 6 | Stand 6405

IMO Oberflächentechnik GmbH
Remchinger Str. 5
75203 Königsbach-Stein
www.imo-gmbh.com



WERKSTOFFE

Partikeldesign für neuartigen Eisen-Slurry/Luftspeicher

WERKSTOFFE

Digitalisierung in der Metallbranche

MEDIZINTECHNIK

Film aus Luft schützt Werkstoffe vor Flüssigkeiten und Erregern

OBERFLÄCHEN

Potential von Chrom(III)elektrolyten für Hartchromschichten

OBERFLÄCHEN

Schliffbilder von gebogenen Oberflächen vermessen

SPECIAL

Extrem homogene und dekorative Farbschichten durch ALD

OKTOBER 2023

Branchen-News täglich: womag-online.de



FÜR EINE KARRIERE NACH PLAN. WILLKOMMEN BEI RENNER.
renner-pumpen.de



Die effiziente Art der Wasserbehandlung.

Steigern Sie die Qualität Ihrer Produkte und Sparen
Sie mit unseren eigens entwickelten Verfahren.

Wir **beraten** Sie gerne persönlich über die

- Langfristige Verhinderung von **Bakterien-, Algen- und Pilzwachstum** in wässrigen Lösungen: VE-Wasser, Kühlkreislauf, Luftwäscher, u.v.m.
- mit der **42. BImSchV** verbundenen Maßnahmen. Auch ob Ihr Betrieb überhaupt betroffen ist.
- **Reinigung, Entkeimung und Entkalkung** wasserführender Systeme: Kiesfilter, Ionenaustauscher, Wasserkreisläufe, Module, Tauchanlagen u.a.
- **Abwasserbehandlung/-reinigung**
Fällen und Flocken, Komplexspalten, Entgiften und verschiedene Spezialbehandlungen.

Besuchen Sie uns auf www.guschem.de



GusChem® - Qualität, die überzeugt!

Motivation für die Branche



Viele Branchen und noch mehr Unternehmen stehen derzeit aus verschiedenen Gründen unter erheblichem Druck bezüglich der Weiterentwicklung in den nächsten Jahren. Als Gründe dafür werden unter anderem steigende Preise für Rohstoffe, Energie und Kapital, Schwierigkeiten bei der Anwerbung von dringend benötigtem Fachpersonal oder auch eine ausufernde Bürokratie genannt – Herausforderungen, die sich auch negativ auf die unternehmerische Motivation auswirken. Eine Möglichkeit, sich positiven Input zu holen und zu motivieren, kann ein intensiver Informationsaus-

tausch sein. Und hier hat der Zentralverband Oberflächentechnik mit den diesjährigen Oberflächentagen in Berlin eine sehr gute Arbeit geleistet. Es wurden nicht nur drängende Themen in zahlreichen Fachvorträgen angesprochen, sondern auch Diskussionen mit wichtigen und erfahrenen Vertretern der Fachwelt angeboten. Darüber hinaus ist es den Veranstaltern gelungen, einen hohen Anteil an jungen Nachwuchskräften zur Teilnahme an den Oberflächentagen zu bewegen. Dies zeugt von regem Interesse bei den Nachwuchskräften, mit ihrer künftigen Arbeit gute Oberflächen für die unterschiedlichsten Produkte herzustellen. Und wer mit den Abnehmerkreisen der Oberflächentechnik intensiven Kontakt pflegt, kann erkennen, dass der Bedarf an zukunftssträchtigen Oberflächen in allen Industriebereichen und für nahezu jedes Produkt eher zu- als abnimmt!

Ein Kompliment an die Tagungsorganisatoren muss auch für den neuen Tagungsort ausgesprochen werden: Die Räumlichkeiten sind für die Tagung mit unterschiedlichen Vortragsarten – ob Festvortrag mit großer Beteiligung, spezieller Fachvortrag oder Diskussionsrunde – ausgezeichnet geeignet. Zudem liegen im Tagungshotel die Räumlichkeiten sehr nahe beieinander, so dass ein Wechsel nach jedem Vortrag ohne Probleme möglich war. Auch der Besuch der Industrieausstellung war mit wenigen Schritten garantiert. Alles in allem ergibt sich damit ein Gesamturteil: gelungene, motivierende Veranstaltung!

WOMAG – VOLLSTÄNDIG ONLINE LESEN

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




Sager + Mack GmbH & Co. KG
Max-Eyth-Str. 17

74532 Ilshofen-Eckartshausen
info@sager-mack.com | +49 7904 9715-0

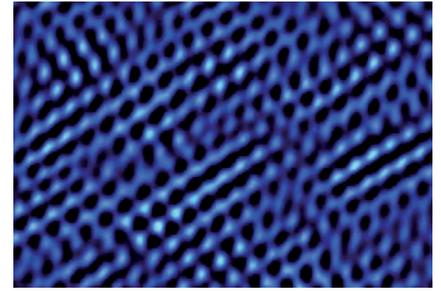
INHALT



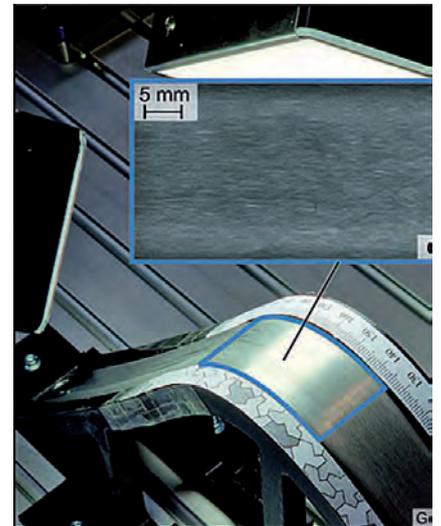
25 ZVO-Oberflächentage 2023 in Berlin erfahren großes Interesse



21 ALD-Technologie ergibt sehr gleichmäßige, dekorative Farbeschichtung



8 Monolage Molybdänen



33 Neue Schlibbildvermessung

WERKSTOFFE

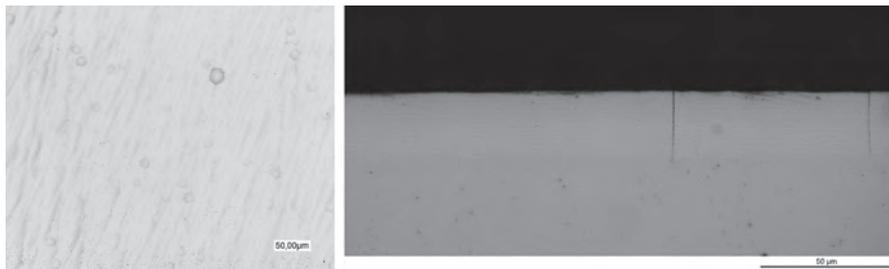
- 4** Spezielles Partikeldesign soll neuartigen Eisen-Slurry/Luftspeicher verbessern
- 6** Eine Abkürzung zum fertigen Bauteil
- 7** Längeres Leben für organische Solarzellen
- 8** Molybdänen – der metallische Verwandte von Graphen
- 9** Seltenerd-Materialien für magneto-optische Anwendungen
- 10** Neues Verfahren: Edelmetalle aus Elektrokatalysatoren zurückgewinnen
- 11** Sauerstofffreie Titanzerspannung erhöht Bauteillebensdauer
- 12** Fokussierte Temperierung von Kaltumformwerkzeugen
- 13** Nachhaltigkeit in der Fertigung
- 14** Digitalisierung in der Metallbranche
- 16** Recycling von Feuerfestmaterialien

MEDIZINTECHNIK

- 18** Raffinierte Oberfläche
- 19** Neue Metallschweißverbindungen verbessern Mittelohrimplantate

OBERFLÄCHEN

- 20** Hartchromschichten der Zukunft – Das Potential von Chrom(III)elektrolyten
- 21** Extrem homogene und dekorative Farbschichten durch ALD-Beschichtung
- 25** Technologische Fortschritte und Kampf gegen die Bürokratie – Oberflächentechniker informieren aus Forschung und Industrie



20 Herstellung von Hartchromschichten aus Chrom(III)elektrolyten



14 Neue Tinten ermöglichen die Herstellung von Datencodes auf Metall

OBERFLÄCHEN

- 32 acp systems erhält Green Screen-Zertifikat für Reiniger und Entfetter
- 33 Schliffbilder von gebogenen Oberflächen vermessen
- 34 Oberflächenbearbeitung mit Gleitschleifen

BERUF + KARRIERE

- 35 Nachwuchs trifft Branchenpraxis
- 35 Schichtvermessung und Verschleiß kombiniert

VERBÄNDE

- 36 Neueste Entwicklungen beim Qualitätszeichen Qualicoat
- 37 Zentralverband Oberflächentechnik e. V. (ZVO) – Deutsche Gesellschaft für Galvano- und Oberflächentechnik e. V. (DGO) – Aluminium Deutschland e.V. (AD) – Deutscher Verband für Schweißen und verwandte Verfahren e. V. (DVS) – Verband für die Oberflächenveredelung von Aluminium e. V. (VOA)

Zum Titelbild: Die IMO Oberflächentechnik beschichtet Bandmaterial und Stückgut für den Einsatz in der Elektronik und Elektrotechnik. www.imo-gmbh.com

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 2023 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 für WOMag-Online:
149,- €, inkl. MwSt.

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

Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 12 vom 25. Oktober 2022

Inhalt

WOMag berichtet über:

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

Leserkreis:

WOMag ist die Fachzeitschrift für Fachleute aus dem Bereich 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 Verlags 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

Spezielles Partikeldesign soll neuartigen Eisen-Slurry/Luftspeicher verbessern

In dem vor Kurzem gestarteten, vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Gemeinschaftsprojekt *FeEnCap Gekapselte Eisenmaterialien für Eisen-Slurry/Luft-Akkumulatoren zur stationären Energiespeicherung mit hoher Kapazität* (Förderkennzeichen 03XP0188A-F) beschäftigen sich vier Unternehmen und zwei Forschungsinstitute mit der Weiterentwicklung von Eisen-Slurry/Luftspeichern.

Als eine aussichtsreiche Alternative zu herkömmlichen Batteriekonzepten hat sich der Eisen-Slurry/Luftspeicher herausgestellt, in dem Eisen als umweltfreundliche, kostengünstige und leicht verfügbare Batteriemasse im Slurry genutzt wird. Anstelle einer herkömmlichen festen Eisenelektrode wird bei diesem neuartigen Speicher eine eisenhaltige Batteriemasse während des Betriebs in Form eines Slurrys durch die Batteriezelle gefördert. Auf diese Weise ist die zusätzliche Speicherung von Energie in einem Reservoir außerhalb der Zelle möglich, was dieses Batteriekonzept für die stationäre Speicherung von großen Energiemengen interessant macht.

Der Slurry besteht aus aktiven Partikeln auf Eisenbasis in einer alkalischen Lösung und zusätzlichen Additiven zur Verbesserung der elektrischen Leitfähigkeit. Eine der größten Herausforderungen des neuartigen Batteriekonzepts besteht darin, eine zufriedenstellende Wiederaufladbarkeit zu erreichen. Grund für die unzureichende Wiederaufladbarkeit sind die erheblichen Kontaktwiderstände, die durch die geringe Leitfähigkeit der entladenen Eisenpartikel und die Eisen-

ablagerungen auf der stromableitenden Elektrode entstehen.

Im Gemeinschaftsprojekt *FeEnCap* befassen sich die Unternehmen VARTA, IBU-tec, inprotec und Walter Lemmen mit den Herausforderungen, die mit Eisen-Slurry/Luft-Akkumulatoren verbunden sind. Dabei werden sie vom Institut für Energie- und Klimaforschung (IEK-9) des Forschungszentrums Jülich und dem VDEh-Betriebsforschungsinstitut wissenschaftlich unterstützt. Ein im Rahmen des Forschungsprojekts vielversprechender Lösungsansatz ist die Verwendung von Kern/Schale-Partikeln, die aus einem Kern auf Eisenbasis und einem elektrisch leitfähigen Schalenmaterial bestehen. Dieser Ansatz zielt darauf ab, den Kontaktwiderstand zwischen den Partikeln zu verringern und die Bildung von Ablagerungen auf der Entladungselektrode zu verhindern.

Darüber hinaus wird erwartet, dass die Erforschung von alternativen Verbundmaterialien und die Weiterentwicklung der Slurry-Zelle zu einer erheblichen Leistungssteigerung der Eisen-Slurry-Speicher beiträgt. Das deutlich verbesserte Lade- und Entladeverhalten der Slurrys mit neuem Materialdesign soll in ei-

nem kleinen fortgeschrittenem Akkumulatorsystem demonstriert werden.

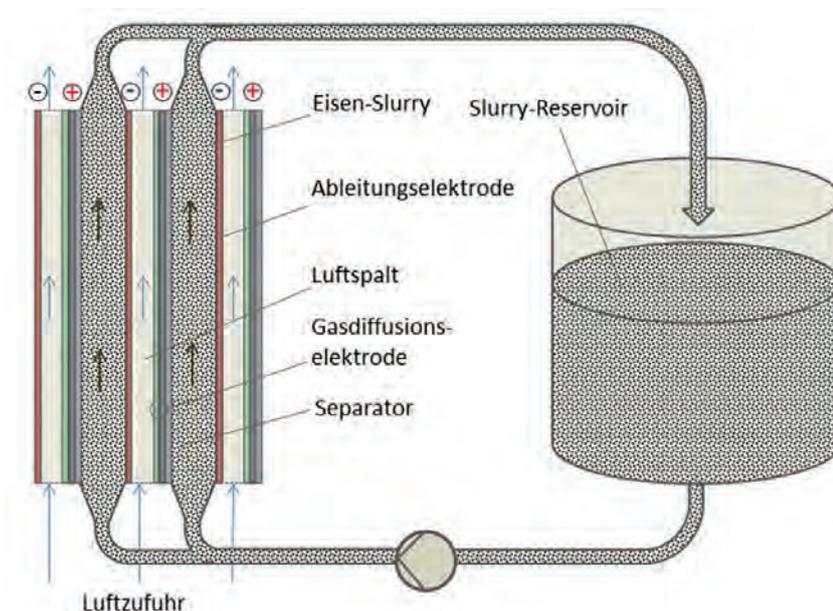
In den letzten Jahren hat die zunehmende Nutzung von erneuerbaren Energiequellen wie Solar- und Windenergie den Bedarf an nachhaltigen stationären Energiespeichersystemen erheblich gesteigert. Das gesamte Potenzial der erneuerbaren Energien kann erst dann ausgeschöpft werden, wenn überschüssige Energie in großem Umfang gespeichert und dann bei Bedarf genutzt werden kann.

Zur Vermeidung von zusätzlichen Umweltbelastungen und Verringerung der Ressourcenabhängigkeit wurde in den letzten Jahren die Entwicklung von Batterien, die umweltfreundliche, kostengünstige und leicht verfügbare Elektrodenmaterialien verwenden, vorangetrieben. Aus diesen Gründen bieten unter anderem eisenhaltige Elektrodenmaterialien für die stationäre Speicherung von großen Energiemengen Vorteile. Der Eisen-Slurry/Luftspeicher wurde als neuartiges Batteriekonzept im Rahmen des BMBF-Verbundprojekts *FeEnergy* eingeführt. Ein Proof-of-Concept hat die prinzipielle Funktion des Eisen-Slurry/Luftspeichers bewiesen. Das kürzlich gestartete und vom BMBF geförderte Gemeinschaftsprojekt *FeEnCap* widmet sich daher der Weiterentwicklung dieses Speichers.

Über die Projektteilnehmer

VARTA AG

Die VARTA AG produziert und vermarktet ein umfassendes Batterieportfolio von Mikrobatterien, Haushaltsbatterien, Energiespeichersystemen bis hin zu kundenspezifischen Batterielösungen für eine Vielzahl von Anwendungen und setzt als Technologieführer in wichtigen Bereichen die Industriestandards. Als Muttergesellschaft der Gruppe ist sie in die Segmente Micro Batteries, Lithium-Ion CoinPower, Consumer Batteries, Energy Storage Systems und Sonstige unterteilt. Das Segment *Micro Batteries* umfasst Mikro- und Hörgerätebatterien, *Lithium-Ion CoinPower* kleinformatige Lithium-Ionen-Rundzellen



Schematische Darstellung der Eisen-Slurry/Luft-Zelle mit Slurry-Reservoir (Bild: BFI)

für OEM-Anwendungen. *Consumer Batteries* bildet das Geschäft mit Haushaltsbatterien, Akkus, Ladegeräten, Portable Power (Power Banks) und Leuchten ab. Unter *Energy Storage Systems* fallen Speicherlösungen für vorrangig private, aber auch für kommerzielle Anwendungsbereiche. Das Segment *Sonstige* umfasst die Geschäftsbereiche *Lithium-Ion Battery Packs* und *Lithium-Ion Large Cells* (hochleistungsfähige Lithium-Ionen-Rundzellen für industrielle Anwendungen im Automotive- und Non-Automotive-Bereich).

Durch intensive Forschung und Entwicklung setzt das Unternehmen in vielen Bereichen der Lithium-Ionen-Technologie und bei Mikrobatterien weltweite Maßstäbe und ist so anerkannter Innovationsführer in den wichtigen Wachstumsmärkten der Lithium-Ionen-Technologie sowie bei primären Hörgerätebatterien. Der Varta AG-Konzern beschäftigt derzeit rund 4200 Mitarbeiter. Mit fünf Produktions- und Fertigungsstätten in Europa und Asien sowie Vertriebszentren in Asien, Europa und den USA sind die operativen Tochtergesellschaften der Varta AG derzeit in über 100 Ländern weltweit tätig.

IBU-tec advanced materials AG

Die IBU-tec ist als Spezialist für Drehrohröfen, Pulsationsreaktoren und thermische Verfahrenstechnik im Allgemeinen ein unabhängiger Dienstleister für die chemische Industrie mit Möglichkeiten von der Prozessentwicklung über Scale-up-Versuche bis zur Lohnfertigung. Aus über 40 Jahren Erfahrung ist ein umfassendes Know-how erwachsen, zum Beispiel bei der Verarbeitung von Batteriematerialien, seltenen Erden, Hochleistungskeramiken oder (Edelmetall-)Katalysatoren.

inprotec AG

Die inprotec AG ist ein führender Dienstleister mit mehr als 20 Jahren Erfahrung in der Herstellung individueller, kundenspezifischer Granulate und Pulver. Das Unternehmen setzt innovative Produktionsverfahren ein, um Produkte höchster Qualität für verschiedene Anwendungsbereiche wie Wasch- und

Reinigungsmittel, Futtermittelzusätze, Kunststoffadditive, Baustoffe, Kosmetik, Batteriematerialien und Feinchemikalien herzustellen. Die Einsatzmöglichkeiten werden durch Technologien wie Wirbelschicht- und Sprühtrocknungstechnologie erweitert, einschließlich Sprühgranulation, Sprühtrocknung, Sprühagglomeration, Coating, Matrixverkapselung, Wirbelbettrocknung und Sprüherstarrung. Das Unternehmen mit Hauptsitz in Heitersheim zeichnet sich durch kundenorientierte Lösungsfindung, modernste Technologieanwendungen, schnellen und direkten Kundenkontakt sowie fundiertes Expertenwissen aus. In den letzten Jahren wurden in unterschiedlichen Branchen über 2800 verschiedene Ausgangsstoffe und Zwischenprodukte verarbeitet.

Eine der größten Stärken der inprotec AG ist die enge Zusammenarbeit mit den Kunden, beginnend bei Machbarkeitstests über Labor- und Pilotversuche bis hin zu mehreren tausend Tonnen Produktionskampagnen. Ein Expertenteam bietet den gesamten Prozess von der Entwicklung innovativer Produkte über das Up-Scaling bis hin zur Produktion aus einer Hand an. Das Unternehmen beschäftigt derzeit über 260 Mitarbeiter an zwei Standorten in Deutschland. Die gesamte Jahreskapazität liegt bei 160 000 t/Jahr.

Walter Lemmen GmbH

Die Walter Lemmen GmbH produziert seit über 50 Jahren eine umfangreiche Auswahl an Produkten der Galvano- und Leiterplattentechnik für Industrie, Forschung und Lehre. Die verschiedenen Anlagen werden am Produktionsstandort Kreuzwertheim konstruiert, gefertigt und weltweit vertrieben.

Das Unternehmen bietet als Systemlieferant neben der Entwicklung, Konstruktion und dem Bau von Geräten und Anlagen für die Leiterplatten-, Galvano- und Medizintechnik ein komplettes Produkt- und Serviceprogramm an: Lieferung von kundenspezifischen Anlagen- und Anlagenkomponenten, Prozesschemie sowie Service und Umweltkonzepte für verschiedene Industriezweige.

Neben der Leiterplattenindustrie und Medizintechnik zählen zu den Hauptkunden die Automobilindustrie, Elektronik- und Unterhaltungsindustrie, Luft- und Raumfahrt, Telekommunikation, Steuerungs- und Kontrollsysteme und Photovoltaikindustrie.

Forschungszentrum Jülich

Als Mitglied der Helmholtz-Gemeinschaft erforscht das Forschungszentrum mit derzeit rund 7120 Beschäftigten Optionen für die digitalisierte Gesellschaft, ein klimaschonendes Energiesystem und Ressourcen schützendes Wirtschaften. Natur-, Lebens- und Technikwissenschaften in den Bereichen Information, Energie und Bioökonomie werden mit besonderer Expertise im Höchstleistungsrechnen verbunden und einzigartige wissenschaftliche Infrastrukturen eingesetzt.

Die Jülicher Forschung zielt auf ein Energiesystem, das auf erneuerbaren Energien beruht und dazu beiträgt, den Klimawandel zu begrenzen. In Jülich werden Energiewandlung und -speicherung, Energietransport und Rückverstromung beim Verbraucher multidisziplinär erforscht. Die Arbeit erstreckt sich über die gesamte Wertschöpfungskette – von den Grundlagen bis hin zu Fragen des Energiesystems. Sie bezieht auch die Wechselwirkung zwischen Energiesystem, Luftqualität und Klima ein.

VDEh-Betriebsforschungsinstitut (BFI)

Das BFI mit seinen derzeit rund 100 Forschenden betreibt seit mehr als 50 Jahren angewandte Spitzenforschung für die Industrie. Als privatwirtschaftliches und gemeinnütziges Institut setzt das BFI innovative Ideen in maßgeschneiderte, betriebliche Lösungen um, die für die Zukunft der Prozessindustrie entscheidend sind. Schwerpunkte sind dabei Industrie 4.0 und künstliche Intelligenz, CO₂-Reduktion und Energieeffizienz, Prozessoptimierung und Kreislaufwirtschaft. Durch seinen Gesellschafter, dem Stahlinstitut VDEh, ist es insbesondere der Stahlindustrie, deren Vereinigungen und Verbänden verbunden.



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

≡ Eine Abkürzung zum fertigen Bauteil

Ein Wissenschaftler vom Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA hat einen Weg gefunden, wie sich einige der zahlreichen Prozessschritte von der ersten Skizze bis zum fertigen Bauteil einsparen lassen. CAD-Modell, technische Zeichnung und die Einstellungen an der Maschine entfallen. Alles, was Konstrukteure und Fertiger noch brauchen, sind nach Mitteilung des IPA neun einfache Zeichen.

Zwischen der ersten Skizze und dem fertigen Bauteil liegen zahlreiche fehleranfällige Prozessschritte und viel Arbeitszeit: Zunächst fertigt eine Konstrukteurin ein dreidimensionales CAD-Modell an. Daraus leitet sie dann eine zweidimensionale technische Zeichnung ab und ergänzt sie um zusätzliche Angaben: Toleranzen, Passungen, Parallelitäten, die Rauigkeit der Oberfläche und dergleichen mehr. CAD-Modell und technische Zeichnung übergibt sie dem Fertiger. Dieser nimmt bei einfachen Bauteilen die entsprechenden Einstellungen direkt an der Maschine vor. Bei komplexeren Geometrien hingegen empfiehlt es sich, die Daten in eine CAM-Software zu laden, die daraus dann automatisiert Maschinenbefehle generiert. Welche Fräser und Bohrer geeignet sind, um das Rohmaterial zu bearbeiten und wie das Rohteil am besten eingespannt werden muss, muss der Fertiger aber selber entscheiden.

Tobias Herrmann von der Abteilung Leichtbautechnologien am Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA hat nun einen Weg gefunden, wie in Konstruktion und Fertigung einige dieser vielen Prozessschritte eingespart werden können. CAD-Modell und technische Zeichnung werden dabei ersetzt durch eine Nomenklatur aus neun grundlegenden Zeichen, mit denen alles angegeben werden kann, was eine Fräsmaschine umsetzen soll. Diese Zeichen schreibt eine Werkerin oder ein Werker mit einem Stift direkt auf das Rohmaterial: R5 steht zum Beispiel für eine Rundung mit einem Radius von fünf Millimetern, F20 für

eine 20 Millimeter breite Fase oder E10 für eine Ausfräsung von zehn Millimetern, deren exakte Form und Abmessung anhand von Linien auf dem Rohmaterial vorgegeben sind.

Ein Mittel gegen den Fachkräftemangel

Hinzu kommen neun Konventionen, etwa dass beim Zeichnen von Konturen und Features nur Linien in einem Winkel von 0°, 45° oder 90° zulässig sind oder dass sich der Werkstücknullpunkt aus Sicht des Maschinenbedieners immer in der linken oberen Ecke befindet. Ist das Rohmaterial beschriftet und eingespannt, wird es von einem Laserscanner abgetastet, werden die Zeichen interpretiert und daraus eine Vektorgrafik abgeleitet. Danach übersetzt eine Software binnen weniger Sekunden die Vektorgrafik in Maschinenbefehle (NC-Code) und erstellt ein Soll-Bauteil als CAD-Modell. In den Maschinenbefehlen enthalten sind nicht nur genaue Angaben darüber, an welcher Stelle die Maschine mit welchem Werkzeug was tun soll, sondern die Software sieht auch Werkzeugwechsel vor. Sie schreibt also vor, an welcher Stelle die Maschine andere Fräser oder Bohrer zu verwenden hat.

Mit diesen Eigenschaften wäre *EasyCNC*, wie Tobias Herrmann seine Entwicklung nennt, nicht nur eine Abkürzung zum fertig bearbeiteten Bauteil, sondern auch ein Mittel gegen den grassierenden Fachkräftemangel. Denn EasyCNC überträgt das Fachwissen erfahrener Konstrukteure und Fertiger in Softwarebefehle. *Das Know-how zur Bearbeitung ist damit nicht mehr in den Köpfen der Konstruk-*

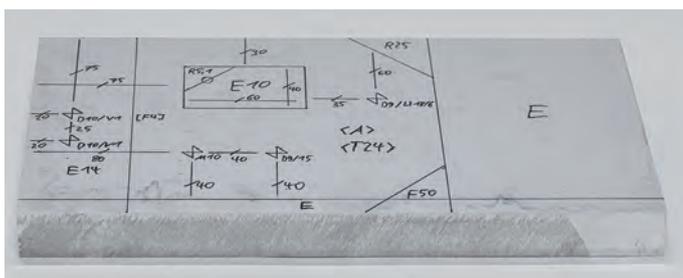


So sieht das fertige Bauteil aus, wenn die CNC-Maschine die Zeichen interpretiert und das Rohmaterial entsprechend bearbeitet hat (Bild: IPA / Rainer Bez)

teure und Fertiger, sondern in der Maschine und Software gespeichert, sagt der Forscher.

Zwischensteuerung soll Zugriff auf Bestandsmaschinen ermöglichen

Bis es soweit ist, sind allerdings noch ein paar offene Fragen zu klären. Allen voran: Wie bekommt man Zugriff auf alte CNC-Maschinen? Denn Bestandsmaschinen sind häufig nicht auf die Digitalisierung ausgelegt. Es ist nicht vorgesehen, dass externe Systeme auf sie zugreifen und ihr Befehle erteilen. Herrmann versucht nun, die Maschinenbefehle über eine Zwischensteuerung zu beeinflussen. Darüber könnten CNC-Maschinen dann auch auf Netzwerke und Datenbanken zugreifen. Zusätzlich können damit Anleitungen und Anweisungen an den Maschinenbediener weitergegeben werden. Um dies umzusetzen, sind jedoch noch viele Tests zur Maschinenkommunikation und Systemintegration notwendig.



Neun grundlegende Zeichen, die direkt auf das Rohmaterial geschrieben werden, könnten künftig genügen, um einer CNC-Maschine einen Produktionsauftrag zu erteilen (Bild: IPA / Rainer Bez)



Mit blauer Anreißfarbe kommt die Beschriftung besser zur Geltung und der Laserscanner nimmt sie leichter wahr (Bild: IPA / Rainer Bez)

Unterdessen verfeinern Herrmanns Projektpartner bei der EVT Eye Vision Technology GmbH, einem Anbieter von Machine-Vision-Lösungen, ihre Deep-Learning-Algorithmen weiter. Denn die Algorithmen, welche die Linien und Zeichen auf dem Rohteil in Verbindung mit einem von EVT entwickelten

Laser-Scanning-System erkennen und klassifizieren, sind essentiell für die weiteren Verarbeitungsschritte. Die Reuss Maschinenbau GmbH & Co. KG, ein weiterer Projektpartner, entwickelt derzeit den Prototyp einer Fräsmaschine, in den das Laser-Scanning-System von EVT zusammen mit Einrichtungen zur

Bauteilreinigung und der zusätzlichen Steuerungsanbindung integriert werden sollen.

Kontakt:

Tobias Herrmann,

E-Mail: tobias.herrmann@ipa.fraunhofer.de

➔ www.ipa.fraunhofer.de

≡ Längeres Leben für organische Solarzellen

Photovoltaikzellen aus organischen Verbindungen sind leicht und biegsam, weshalb sie als sehr vielversprechend gelten. Ein internationales Forschungsnetzwerk unter Leitung der TU Graz möchte nun die Stabilität der Materialien erhöhen.

Solarzellen aus Silizium gibt es seit rund 70 Jahren. Solarzellen aus organischen Verbindungen sind hingegen recht neu, eröffnen für die emissionsfreie Stromproduktion aber neue Möglichkeiten. Organische Solarzellen erreichen Wirkungsgrade von bis zu 19 Prozent, sind aber extrem dünn, leicht und biegsam. Aufgebracht auf transparente Folie können sie in verschiedensten geometrischen Formen und Farben in Bereichen eingesetzt werden, für die siliziumbasierte Solarzellen ungeeignet sind. Ein Problem ist bislang aber deren kurze Lebensdauer: Organische Solarzellen verwittern recht schnell, weshalb sie kommerziell noch kaum eine Rolle spielen. Das soll sich nun ändern: Unter der Leitung der TU Graz vereint das Netzwerk *OPVStability* internationale Partner aus Wissenschaft und Industrie, die in den kommenden vier Jahren daran forschen, die Lebensdauer von organischen Solarzellen zu erhöhen. Die Europäische Kommission fördert das Vorhaben mit rund 2,7 Millionen Euro.

Zehn Forschungsinstitute in sieben Ländern

Es gibt nach Aussage von Projektleiter Gregor Trimmel vom Institut für Chemische Technologie von Materialien der TU Graz, Tausende Materialkombinationen, mit denen man organische Solarzellen herstellen kann. *Wir wollen herausfinden, welche davon am besten geeignet sind: also besonders langlebig und dennoch effizient in der Stromausbeute.* Zehn Forschungsinstitute in sieben Ländern werden in den kommenden Monaten je eine Doktorandenstelle schaffen, um die Entwick-

lungsarbeit in Kooperation mit den Industriepartnern InfinityPV, ASCA und Sunnybag voranzutreiben. Prinzipiell haben Trimmel zufolge organische Photovoltaikzellen das Potenzial, Strom ähnlich günstig zu produzieren wie siliziumbasierte Produkte.

Analyse der Verwitterung

Die Forschenden wollen die Verwitterungsprozesse verschiedener potenziell geeigneter Materialien im Detail untersuchen. Dazu werden die organischen Verbindungen im Labor künstlichem Sonnenlicht ausgesetzt, aber auch unter realen Witterungsbedingungen in Europa sowie der Negev-Wüste getestet. Die genaue Analyse der schleichenden Degradation ist eine Herausforderung: *Organische Solarzellen sind maximal 200 Nanometer dick. Um darin Zersetzungsprodukte isolieren zu können, braucht es sehr spezielle Methoden und Instrumente*, erläutert Trimmel. Weiters werden auf künstliche Intelligenz und maschinelles Lernen gestützte Ansätze genutzt, um die großen Datenmengen zu analysieren, die in Hochdurchsatzverfahren generiert werden.

Die Ergebnisse der Untersuchungen sollen es erlauben, detaillierte Rückschlüsse auf die chemischen Verwitterungsprozesse zu ziehen. Mit diesem Wissen werden die Forschenden dann genauer bestimmen können, wie die Moleküle beschaffen sein müssen, um diesen Zersetzungsprozessen besser standzuhalten. Neben den praktischen Tests werden auch digitale Simulationen chemischer Verbindungen durchgeführt, um optimal geeignete Materialien für die organischen Pho-



Organische Solarzellen in einer sogenannten Glovebox, in der sie mit künstlichem Sonnenlicht bestrahlt werden

(Bild: Lunghammer/TU Graz)

tovoltaikzellen der nächsten Generation zu finden.

Die Partner im Netzwerk OPVStability

Zum OPVStability-Netzwerk gehören neben der TU Graz die Johannes Kepler Universität Linz, der Consejo Superior de Investigaciones Científicas, die Ben-Gurion-Universität des Negev, die Universität Potsdam, die Universität Karlstad, das Central European Research Infrastructure Consortium, die Universität Bayreuth, die Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, die Süddänische Universität sowie die assoziierten Partner InfinityPV, die ASCA GmbH, die Autonome Universität Barcelona, die Sunnybag GmbH, das Zentrum für Elektronenmikroskopie und der Forschungsverbund Berlin e. V. Philipp Jarke

Kontakt:

Gregor Trimmel, Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn., TU Graz,

E-Mail: gregor.trimmel@tugraz.at

➔ www.tugraz.at

Molybdänen – der metallische Verwandte von Graphen

Zweidimensionale Materialien wie Graphen faszinieren mit erstaunlichen Eigenschaften. Wie das Forschungszentrum Jülich mitteilt, haben Jülicher Forschende nun gemeinsam mit Partnern des indischen Instituts für Technologie in Patna und der australischen Universität Newcastle ein besonderes Material dieser Art hergestellt, das einen metallischen Charakter aufweist. Es besteht aus einer Schicht aus Molybdänatomen, die gerade einmal eine Atomlage dünn ist, und wird auch als *Molybdänen* bezeichnet.

Den Wissenschaftlern gelang es, aus dem Metall Molybdän eine Schicht zu fertigen, die gerade einmal eine Atomlage dünn ist. Das neue Material ist somit ähnlich dünn wie Graphen, das wohl bekannteste 2D-Material. Letzteres besteht aus Kohlenstoff und wurde erstmals im Jahr 2004 isoliert. Die Entdeckung erregte großes Aufsehen, weil Graphen Strom und Wärme weitaus besser leitet als Kupfer und dabei hundertmal stabiler ist als Stahl. Gleichzeitig ist es außergewöhnlich leicht und flexibel. Aufgrund seiner besonderen 2D-Struktur weist Graphen zudem einige ungewöhnliche elektromagnetische Effekte auf, die im Bereich der Quantentechnologie bahnbrechende Innovationen ermöglichen könnten.

In den letzten Jahren kamen weitere 2D-Materialien wie Phosphorene oder Germanene hinzu. Sie weisen – wie Molybdänen – einige beeindruckende Eigenschaften auf, wobei sich letzteres noch in einigen Aspekten von anderen 2D-Materialien unterscheidet. Viele 2D-Materialien sind nach Aussage von Prof. Ilia Valov vom Peter Grünberg Institut (PGI-7) des Forschungszentrums Jülich, empfindlich gegenüber Hitze, aber Molybdänen ist das nicht. Das sei auch das erste freistehende 2D-Metall, dass man überhaupt synthetisieren konnte, so Prof. Valov.

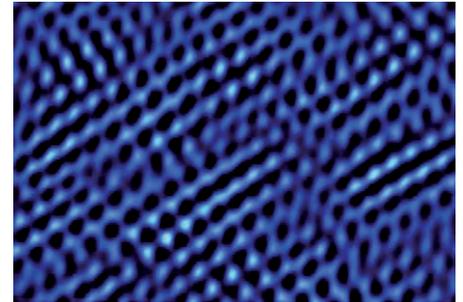
Die Forschenden erzeugten das neue 2D-Material mithilfe einer Mikrowelle, in der sie eine Mischung aus Molybdänsulfid (MoS_2) und Graphen bei einer Temperatur von rund $3000\text{ }^\circ\text{C}$ zum Glühen brachten. In einer durch das elektrische Mikrowellenfeld getriebenen Reaktion bildeten sich fein verästelte Haarstrukturen, in denen die spitz zulaufenden Molybdänenschichten zu finden sind. Diese werden auch als *whiskers* bezeichnet, was so viel wie *Schnurrbarthaare* bedeutet.

In ersten Tests konnten die Wissenschaftler bereits eine Vielzahl nützlicher Eigenschaften beobachten. Molybdänen ist Ilia Valov zufolge mechanisch äußerst stabil. Es könnte etwa als Beschichtung für Elektroden eingesetzt werden, um Batterien noch leistungsfähiger und widerstandsfähiger zu machen. Die Forschenden vermuten, dass das Material



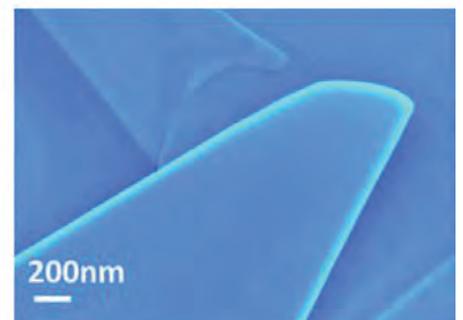
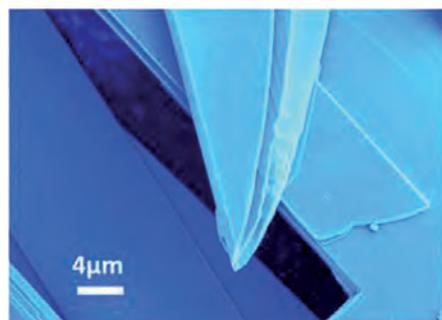
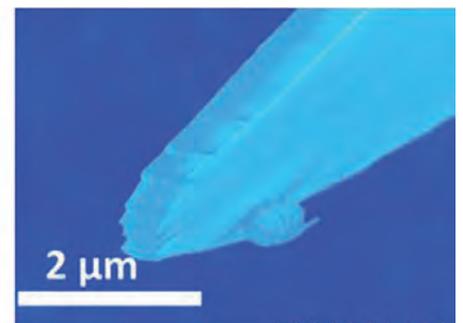
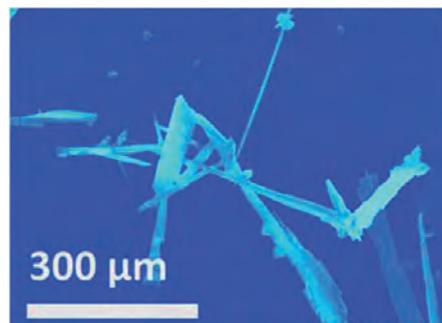
In der Mikrowelle entstehen haarförmige Strukturen aus Molybdänen (rechts)

(©T. K. Sahu, N. Kumar, S. Chahal et al., <https://doi.org/10.1038/s41565-023-01484-2>)



Hochaufgelöste elektronenmikroskopische Aufnahme der Molybdänenoberfläche

(©T. K. Sahu, N. Kumar, S. Chahal et al., <https://doi.org/10.1038/s41565-023-01484-2>)



Elektronenmikroskopische Aufnahmen der haarförmigen Strukturen, die auch als *whiskers* bezeichnet werden und die dünnen Molybdänenschichten enthalten

(©T. K. Sahu, N. Kumar, S. Chahal et al., <https://doi.org/10.1038/s41565-023-01484-2>)

wegen seiner besonderen 2D-Struktur weitere exotische elektronische Eigenschaften besitzt, ähnlich wie Graphen. Aufgrund seines metallischen Charakters verfügt es außerdem über frei bewegliche Elektronen. Diese sammeln sich auf den beiden Seitenflächen des Molybdänens an, was das Material als Katalysator zur Beschleunigung von chemischen Reaktionen interessant macht.

In Zusammenarbeit mit dem indischen Institut für Technologie in Patna und der australischen Universität Newcastle konnten die Forschenden bereits eine praktische wissenschaftliche Anwendung für Molybdänen erschließen. Aufgrund seiner Stabilität sowie seiner hervorragenden elektrischen und thermischen Leitfähigkeit eignet es sich ideal als Messspitze für die Rasterkraftmikroskopie

(AFM) und die oberflächenverstärkte Raman-spektroskopie (SERS). Erste Probeaufnahmen zeigen, dass Molybdänen gegenüber etablierten Materialien verschiedene Vorteile bietet und mit seiner dünnen, flachen Form

besonders gut vor ungewünschten Störsignalen schützen kann.

Kontakt:

Prof. Dr. Ilia Valov, E-Mail: i.valov@fz-juelich.de

Originalpublikation

T. K. Sahu, N. Kumar, S. Chahal, et al: Microwave synthesis of molybdenene from MoS₂; Nat. Nanotechnol. (2023), <https://doi.org/10.1038/s41565-023-01484-2>

➔ www.fz-juelich.de

≡ Seltenerd-Materialien für magneto-optische Anwendungen

Die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) fördert interdisziplinäres Projekt zu neuartigen Seltenerd-Materialien für magneto-optische Anwendungen

Seltenerd-Materialien sind sowohl für die grundlagenorientierte als auch die industrielle Forschung hochinteressant, da ihre einzigartigen physikalischen und chemischen Eigenschaften ein breites Anwendungsspektrum von der Solarforschung über opto-elektronische Bauelemente bis hin zum Opto-Magnetismus bieten. So hat sich in den letzten Jahren gezeigt, dass ihre faszinierenden Eigenschaften auf der speziellen 4f-Elektronenschalenkonfiguration basieren, die sich erheblich auf das optische, magnetische und elektrische Verhalten auswirkt. Daher liegt in der Entwicklung von Seltenerd-Materialien ein enormes Potenzial, insbesondere im Hinblick auf moderne Technologien, wie der Quantensensorik und der Verarbeitung und Speicherung von Quanteninformationen.

Ein von der DFG gefördertes interdisziplinäres und interuniversitäres Projekt zielt sowohl auf die Entwicklung von neuen Wachstumsprozessen für Seltenerd-Sulfide als auch auf die Entschlüsselung ihrer magneto-optischen Eigenschaften ab. Die anspruchsvollen Forschungsfragen des Projekts werden durch die komplementären Expertisen von Prof. Dr. h. c. Anjana Devi (Chemie anorganischer Materialien, Ruhr-Universität Bochum) und Dr. Jörg Debus (Experimentelle Physik, Technische Universität Dortmund) beantwortet. Während Anjana Devi die Seltenerd-Sulfid-Schichten mit maßgeschneiderten Eigenschaften synthetisiert, untersucht Jörg Debus die magneto-optischen Phänomene mittels laserspektroskopischer Methoden. Die synergetische Kooperation von Anjana Devi und Jörg Debus, aus der

bereits eine gemeinsame Veröffentlichung [1] in einem renommierten Journal hervorgegangen ist, wird wesentlich zum Verständnis der Molekülchemie und -physik von Seltenerdstrukturen und damit zu ihrem technologischen Erfolg beitragen.

Die Herausforderungen, die mit den derzeit begrenzten physikalisch-chemischen Eigenschaften der reaktiven Ausgangsmoleküle für die Seltenerd-Schichten verbunden sind, werden in dem Projekt zwischen den beiden Universitäten der Universitätsallianz Ruhr adressiert und durch einen rationalen Ansatz für das Schichtdesign verbessert. Neben der kristallographischen Struktur, Zusammensetzung und Morphologie der synthetisierten Seltenerd-Sulfid-Schichten, wird insbesondere die Schichtdicke bis hinunter in den Sub-Nanometerbereich skaliert, um zweidimensionale Seltenerdsulfide zu erzeugen.

Die Schichtdickenvariation ist eine wesentliche Stellschraube, die magneto-optischen und magneto-elastischen Eigenschaften der Seltenerdsulfide einzustellen. Dieses Maßschneidern erlaubt das Erforschen von optisch-hellen und optisch-dunklen elektronischen Übergängen sowie ihre Kopplung an ein äußeres Magnetfeld und an das Atomgitter, die mit sogenannten Magnon-Phonon-Wechselwirkungen einhergeht. Fortschrittliche Methoden der resonanten Laserspektroskopie, entwickelt in der experimentellen Physik 2 der TU Dortmund, kommen dabei zum Einsatz. Ein für magneto-optische Anwendungen besonders interessantes Phänomen ist die laserbasierte Erzeugung von kollektiven Zuständen mit einer riesigen Ma-



Anjana Devi und Jörg Debus freuen sich auf die Treffen zum Ideenaustausch und die gemeinsame interdisziplinäre Zusammenarbeit (Bild: TU Dortmund)

gnetisierung, die mehrere 1000-mal größer als die Magnetisierung des Ausgangsmaterials ist. Diese optisch-induzierten ferromagnetischen Zustände können für die quantenbasierte Informationsverarbeitung genutzt werden. Hierfür sollen ihre Formation, Manipulierbarkeit und zeitliche Stabilität untersucht werden.

Die neu entwickelten Seltenerdsulfide mit maßgeschneiderten funktionalen Eigenschaften in Kombination mit der resonanten Laserspektroskopie werden einen umfassenden Einblick in das Potenzial dieser Seltenerd-Materialien für opto-elektronische und magneto-optische Anwendungen geben.

Literatur

[1] Beer, S.M.J., Muriqi, A., Lindner, P., Winter, M., Rogalla, D., Nolan, M., Ney, A., Debus, J., Devi, A.: Ferromagnetic Europium Sulfide Thin Films: Influence of Precursors on Magneto-Optical Properties; Chem. Mater. 34 (2022) 1, 152-164, <https://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/acs.chemmater.1c02958>

➔ <https://physik.tu-dortmund.de/>

AKTUELLES

aus Wirtschaft, Wissenschaft und Technik

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

Umfassend und immer auf dem neuesten Stand!

Neues Verfahren: Edelmetalle aus Elektrokatalysatoren zurückgewinnen

Forschungsprojekt *Recycalyse* untersucht umweltschonende Methoden für das Recycling von Edelmetallen aus Elektrokatalysatoren

Wasserstoff aus der Elektrolyse mit erneuerbaren Energien gilt als Schlüsselement der Energiewende. Mittels Katalysatoren wird Wasser in seine Bestandteile Wasserstoff und Sauerstoff gespalten. Für die elektrochemische Reaktion sind Edelmetalle wie Platin, Iridium oder Ruthenium als Katalysatoren notwendig. Wie das Recycling dieser Metalle verbessert werden kann, prüft ein europäisches Forschungsprojekt mit Beteiligung der TU Bergakademie Freiberg seit drei Jahren. Da die teuren Edelmetalle in Elektrolysezellen noch nicht vollständig durch andere ähnlich effiziente Materialien ersetzt werden können, besteht nach Aussage von Projektleiter Prof. Alexandros Charitos die Herausforderung, sie verlustfrei zurückzugewinnen; und dies idealerweise mit umweltschonender Aufbereitung.

Umweltschonendere Aufbereitung der verwendeten Katalysatormaterialien

Der Fokus des Forschungsteams lag auf sogenannten hydrometallurgischen Recyclingmethoden. Dabei wird das Katalysatormaterial in eine wässrige Lösung überführt und im Anschluss als Salz oder Metall in fester und möglichst reiner Form zurückgewonnen. Die Rückgewinnung der verschiedenen Katalysatorschichten aus Edelmetallen, das Herzstück des Protonen-Austausch-Membran-Elektrolyseurs (PEM-Elektrolyseur), benötigt laut Dr. Lesia Sandig-Predzymirska bislang einen energieaufwändigen und potenziell umweltschädlichen Verfahrensschritt. Im Projekt *Recycalyse* verfolgen die Forschenden einen Recyclingprozess, bei dem die Katalysatorschichten von der fluorhaltigen Membran getrennt werden. Die Edelmetalle der vorkonzentrierten Katalysatorschichten können dann mit mildereren und umweltschonenderen Laugungsmitteln recycelt werden. So werden Ausgangsstoffe hergestellt, die direkt für die Produktion neuer Elektrokatalysatoren verwendet werden können, um den Materialkreislauf zu schließen, sagt die wissenschaftliche Mitarbeiterin im Forschungsprojekt.

Neue Recyclingmethode für Edelmetall Ruthenium patentiert

Ein neu entwickelter Katalysator aus Iridium und Ruthenium erwies sich als der effizienteste für die Sauerstoffentwicklungsreaktion auf der Anodenseite der Zelle. Als Trägermaterial für die Edelmetalle fungierte ein Antimon-dotiertes Zinnoxid statt Kohlenstoff. *Wir haben ein hydrometallurgisches Verfahren zur Rückgewinnung von Ruthenium entwickelt und patentiert, bei dem kostengünstige Chemikalien eingesetzt werden, um die für die Industrie wertvollen Rutheniumkomplexe effizient zu gewinnen*, sagt Dr. Lesia Sandig-Predzymirska. Rutheniumkomplexe werden nicht nur in der chemischen Industrie für die Herstellung von Katalysatoren verwendet, sondern auch in vielen anderen Bereichen wie der Elektronikindustrie, der Medizin, der Biologie, den Nanowissenschaften und der Solarzellenherstellung eingesetzt. Zusammen mit einem neu entwickelten Trennverfahren der einzelnen Metallionen erreichte das Team eine Metallrückgewinnung von über 90 Prozent der enthaltenen Edelmetalle.

Hintergrund: Aufbau einer PEM-Elektrolysezelle

Eine dünne Membran in der Mitte der PEM-Elektrolysezelle ist für Protonen (H^+) durchlässig, verhindert jedoch den Transport von Sauerstoff (O_2) und Wasserstoff (H_2). Diese Membran wird mit einer Anoden- und gegenüber mit einem Kathodenkatalysator beschichtet. Die Schicht besteht aus dem Katalysator auf dem Trägermaterial, das für eine gleichmäßige elektrochemische Reaktion mit einem ionenleitenden plastischen Kunststoff (Ionomer) vermischt ist. Sobald eine elektrische Spannung an die Elektroden angelegt wird, bildet sich Wasserstoff an der Kathode und an der Anode Sauerstoff. Zuerst wird auf der Anodenseite Wasser zugeführt, dann führt die katalytische Wirkung des Edelmetallkatalysators zur Zersetzung des Wassers. Es entstehen Sauerstoff (O_2), Elektronen (e^-) und Protonen (H^+). Die Protonen fließen



Dr. Lesia Sandig-Predzymirska im Technikum; im Forschungsprojekt werden umweltschonende Methoden für das Recycling von Edelmetallen aus Elektrokatalysatoren untersucht (Foto: TU Bergakademie Freiberg/C. Mokry)

durch die protonenleitende Membran zur Kathodenseite, wo sie mit den Elektronen Wasserstoff erzeugen.

Elektrolyse im Fokus der Forschung

Da die Speicherung von Wasserstoff aus der Wasserelektrolyse ein wichtiger Baustein für die Energiewende ist, stehen die Elektrodenmaterialien aktuell im Fokus der Forschung. Neben der Effizienz und Verfügbarkeit der Materialien konzentriert sich das Projekt *Recycalyse* besonders auf deren Recyclingfähigkeit im Sinne der Kreislaufwirtschaft. Es wird vom Dänischen Technologischen Institut geleitet und von neun weiteren Partnern (TU Bergakademie Freiberg, Fraunhofer ICT, Sustainable Innovations, TWI, Blue World Technologies, Universität Bern, Prüfreflex, HyCentA Research GmbH und Accurec) getragen. Noch bis Ende September 2023 wird *Recycalyse* mit insgesamt 5,5 Millionen Euro aus dem Forschungs- und Innovationsprogramm Horizont 2020 der Europäischen Union im Rahmen der Zuschussvereinbarung Nr. 861960 unterstützt.

Patentschrift

L. Sandig-Predzymirska, T. V. Barreiros, A. Thiere, A. Weigelt, M. Stelter, A. Charitos: Verfahren zur Rückgewinnung von Ruthenium aus einem Ruthenium-haltigen Material; 2022, DE10 2022 111 440

➔ <https://tu-freiberg.de>

Sauerstofffreie Titanzerspanung erhöht Bauteillebensdauer

Inertgaszufuhr zur Reduzierung des Sauerstoffgehalts

Die Fragen, wie sich eine sauerstofffreie Zerspanung realisieren lässt und welche Vorteile sie bietet, will das Institut für Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen (IFW) der Leibniz Universität Hannover im Rahmen des Sonderforschungsbereichs 1368 *Sauerstofffreie Produktion* beantworten. Wie Projektmitarbeiter Florian Schaper erläutert, zeigten die Untersuchungen der Forschenden bei der sauerstofffreien Titanzerspanung, dass dadurch ein ressourcenschonenderes Recycling der Späne ermöglicht wird und Bauteile eine höhere Lebensdauer aufweisen.

Der Werkstoff Titan ist aufgrund seines Eigenschaftsprofils höchst attraktiv für eine Vielzahl an technischen Anwendungen. In der Produktion von Bauteilen aus Titan nimmt die spanende Bearbeitung einen hohen Stellenwert ein. Dabei führen die positiven Materialeigenschaften der Anwendung zu einer erschwerten Zerspanbarkeit in der Produktion. Insbesondere die niedrige thermische Leitfähigkeit und die hohe chemische Affinität gegenüber Sauerstoff führen zu einer hohen thermischen und chemischen Beanspruchung von Werkstoff und Werkzeug. Laut Florian Schaper sind dies wesentliche Gründe, eine sauerstofffreie Titanzerspanung zu untersuchen.

Bekannt sei, dass der Sauerstoff die Zerspanung beeinflusst und Oxidationsverschleiß an den Zerspanwerkzeugen auftreten kann. *Nicht bekannt ist jedoch, wie der Einfluss des Sauerstoffs zu quantifizieren ist und unter welchen Randbedingungen die entsprechenden Wechselwirkungen mit Schneidstoff und Werkstoff auftreten*, so Schaper weiter. Um eine sauerstofffreie Titanzerspanung zu erreichen, verwendet der Wissenschaftler ein Gasgemisch aus Argon und Silan in einer speziellen Prozesskammer innerhalb einer Dreh- und Fräsmaschine. Das Inertgas Argon verdrängt den Luftsauerstoff und reduziert den Sauerstoffgehalt damit signifikant. Silan reagiert mit dem restlichen atmosphärischen Sauerstoff zu Siliziumdioxid, wodurch eine Atmosphäre geschaffen wird, die hinsichtlich des Sauerstoffgehalts einem extrem hohen Vakuum (XHV) entspricht. Ein solch hohes Vakuum herrscht im interstellaren Raum, sodass sich ein Sauerstoffmolekül in einem Volumen von 1 cm³ befindet.

Die Projektmitarbeitenden konnten ermitteln, dass der Sauerstoffgehalt den Oxidationsverschleiß direkt beeinflusst. Insbesondere bei hohen Schnittgeschwindigkeiten könne durch die Abwesenheit des Sauerstoffs eine signifikante Reduzierung des Oxidationsverschleißes und somit auch des Gesamtverschleißes erzielt werden, erläutert Schaper. Aber auch bei niedrigen Schnittgeschwindigkeiten wechselwirkt der Sauerstoff in starkem Maße mit dem Prozess. Die für die Titanzerspanung typische Scherspanbildung konnte unter sauerstofffreier Atmosphäre stark homogenisiert werden. Damit gehen niedrigere Kontaktzonentemperaturen sowie geringe Prozesskräfte einher.

Aber auch Späne und Werkstückrandzonen werden durch die Abwesenheit des Sauerstoffs stark beeinflusst. So weisen in sauerstofffreier Atmosphäre erzeugte Späne einen signifikant niedrigeren Sauerstoffgehalt auf, sodass diese für ressourcenschonendes

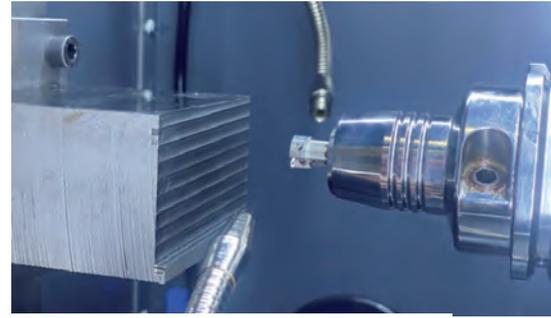
Recycling verwendet werden können. In sauerstofffreier Atmosphäre bearbeitete Werkstücke weisen zudem im Vergleich zu Bauteilen, die herkömmlich in Luft gefertigt werden, deutlich höhere Druckeigenstressungen auf. Dies bietet damit das Potenzial, dass zyklisch beanspruchte Bauteile eine höhere Lebensdauer aufweisen, sofern diese in sauerstofffreier Atmosphäre gefertigt werden. Florian Schaper

Kontakt:

Florian Schaper, Institut für Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen,

E-Mail: schaper@ifw.uni-hannover.de

➔ www.ifw.uni-hannover.de



(Bild: IFW)

WALTHER
TROWAL!

BEWÄHRT IN
DER KÖNIGSKLASSE.

Starten Sie mit unserer Gleitschleiftechnik
von der Pole-Position.

walthertrowal.com



WE IMPROVE SURFACES!

Fokussierte Temperierung von Kaltumformwerkzeugen

Hotset und Dornbusch realisieren neue Systemlösung zur partiellen Temperierung von Werkzeugen für die Umformung von Aluminiumblechen

Im Rahmen eines ZIM-Projekts mit der Uni Kiel haben der Thermodynamik-Spezialist Hotset und der Werkzeugbauer Dornbusch ein innovatives System zur partiellen Temperierung von Werkzeugen für die Blechumformung entwickelt. Es wird derzeit in den Markt eingeführt und ermöglicht Qualitäts- und Prozessoptimierungen bei der Herstellung kaltgeformter Aluminiumblechteile mit komplexen Geometrien.

Qualitätssteigernd, ressourcenschonend und wirtschaftlich – das sind die drei entscheidenden Vorteile der neuen Systemlösung zur partiellen Temperierung von Kaltumformwerkzeugen, die der deutsche Thermodynamik-Spezialist Hotset in enger Zusammenarbeit mit dem Werkzeugbauer Dornbusch entwickelt hat. Die Innovation aus Lüdenscheid und Buchholz erschließt den Blechverarbeitern enormes Potenzial zur Reduzierung der Material- und Stückkosten und ermöglicht es ihnen, die Prozesse in der Kaltumformung effizienter, schlanker und nachhaltiger zu gestalten. Auf Seiten der OEMs dürfte sich durch die damit einhergehende Aussicht auf sinkende Teilepreise neuer Spielraum für weitere Investitionen auftun. Insbesondere bei der Herstellung glatter oder kallottierter Alublech-Formteile mit verdrehten Wölbungen, anspruchsvollen Konturen und engen Radien eröffnet das neue Temperier-

system vielversprechende Perspektiven, sagt Andreas Filler, Leiter Kundenprojekte und Innovationen von Hotset.

Was das konkret bedeutet, ließ sich bereits beim Tiefziehen von Hitzeschutzblechen zeigen, wie sie im Automobilbau, in der Abgas-technik oder in der Luftfahrttechnik benötigt werden. Bis dato ist es eine Herausforderung, diese mitunter geometrisch anspruchsvollen Blechformteile wiederholischer, makellos und ohne Inkaufnahme erheblicher Ausschussquoten zu fertigen. Allzu oft werfen eine übermäßige Faltenbildung, unakzeptable Ausdünnungen oder gar Risse im Material das fehlerhafte Bauteil aus der Wertschöpfungskette. Mit ihrem neuen Temperiersystem bieten Hotset und Dornbusch nun aber eine Systemlösung an, die es ermöglicht, intelligente Kaltumformwerkzeuge zur fehlerarmen und ressourcenschonenden Serienfertigung von hochwertigen Hitzeschutz-

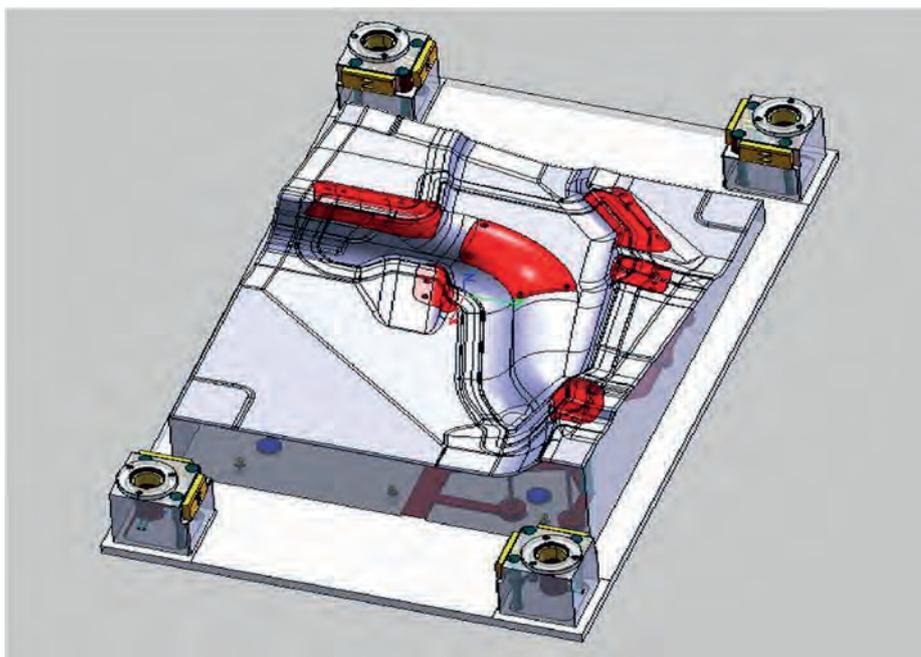
blechen aus Aluminium und ähnlichen Dünoblechteilen herzustellen.

Partiell und fokussiert

Die Wirkungsweise und Effizienz der neuen Temperierlösung basieren auf der schnellen, zielgenauen und nur partiellen Erhitzung des Werkzeugs im Moment der Umformung. Es handelt sich um ein in das Tiefziehwerkzeug integriertes System aus dreidimensional beheizten Thermosegmenten, die über ein fein abgestimmtes Regelmodul stufenlos auf Temperaturen von bis zu 400 °C gefahren werden. Die nur teilweise und auf wenige Bereiche oder Punkte fokussierte Temperierung des Werkzeugs führt dann nach Aussage von Sven Braatz, Vertriebsleiter und Prokurist von Hotset, dazu, dass das Blechgefüge während des Tiefziehens genau und nur dort entstresst und erwärmt wird, wo es nötig oder beabsichtigt ist. Das Ergebnis sind Blechformteile mit reduziertem Faltenwurf und geringer Neigung zu Rissen und Ausdünnungen. Dies reduziert die Anzahl der Fehlteile, was wiederum Ressourcen schont und die Kosten der Materialbeschaffung sinken lässt. Als zusätzlichen Pluspunkt führt Andreas Filler an, dass sich weiteres Einsparpotenzial dadurch ergibt, dass beim Einsatz der partiellen Temperierung unter Umständen nur noch ein oder zwei Werkzeugsätze benötigt werden – statt drei oder mehr.

Flexibilität vereinfacht Nachrüsten

Der Integration der neuen Temperierlösung in das Umformwerkzeug geht eine detaillierte Problemzonenbetrachtung voran. Diese Analyse sowie auch die Auslegung und die Konstruktion des Systems gehören zum Leistungsumfang von Hotset, wobei hier stets auch die Werkzeugbaukompetenzen von Dornbusch miteinfließen. Dabei hat sich schon während der Erprobungsphase gezeigt, dass das neue Temperiersystem sich so flexibel gestalten lässt, dass sich damit im Rah-



Hotset und Dornbusch haben ein innovatives System zur partiellen Temperierung von Werkzeugen für die Blechumformung entwickelt, das erhebliche Qualitätsverbesserungen bei der Herstellung kaltgeformter Blechteile ermöglicht (Bild: Hotset GmbH)

men von Retrofitting-Projekten sogar ältere Tiefziehwerkzeuge optimieren lassen. Seine optimale Wirkung entfaltet es insbesondere bei Aluminiumblechen mit Dicken zwischen 0,6 mm und 0,8 mm.

Im Bereich der Kunststofftechnik hat Hotset in den letzten Jahren mit verschiedenen Werkzeugbau-Innovationen von sich Rede gemacht, die inzwischen zur Standardausrüstung vieler Spritzgießer gehören. *Mit diesen Entwicklungen folgen wir der ganzheitlichen Zielsetzung, unseren Kunden zukunftsichere Systemlösungen bereitzustellen, mit denen sie sowohl die Energieeffizienz und Wirtschaftlichkeit ihrer Prozesse verbessern als auch ihren CO₂-Fußabdruck reduzieren können*, sagt Sven Braatz. Mit der neuen Lösung zur partiellen Temperierung von Werkzeugen der Kaltumformung stellt das Unternehmen sein Knowhow nun erstmals auch in den

Dienst der Blechverarbeitung. Dabei präsentiert es in Kooperation mit den erfahrenen Werkzeugbauern von Dornbusch ein System, das die Aspekte Prozessoptimierung, Qualitätsverbesserung und Nachhaltigkeit miteinander in Einklang bringt. Julius Moselweiß

Über die Hotset GmbH

Die Hotset GmbH mit Hauptsitz in Lüdenscheid zählt nach eigenen Angaben international zu den führenden Herstellern von industriellen Heizelementen, Temperatursensoren und Temperaturregeltechnik. Das Unternehmen wurde 1973 gegründet und beschäftigt heute insgesamt 350 Mitarbeitende an den Standorten in Lüdenscheid (Hauptsitz), auf Malta sowie in Georgia (USA), Singapur, Suzhou (China) und Bidadi (Indien). Die Hotset GmbH ist nach DIN EN ISO 9001:2015 zertifiziert. Vor dem Hintergrund seines erfolgrei-

chen Komponentengeschäfts bedient Hotset viele Kunden mit innovativen Produkt- und Systemlösungen rund um die industrielle Heizungs- und Wärmetechnik. Zu den Hauptabsatzgebieten des Unternehmens gehören hierbei die Kunststoffverarbeitung, der Werkzeugbau, das Gießereiwesen, die Lebensmittel- und Verpackungstechnik sowie die Heizkanaltechnik. Das Leistungsspektrum des Unternehmens erstreckt sich von der Entwicklung über die Produktion bis zum After-Sales-Service. Neben der Fertigung von zahlreichen Standard- und Serienprodukten steht dabei die Realisierung von intelligenten kunden- und anwendungsspezifischen System- und Sonderlösungen im Mittelpunkt. Seit 2020 betreibt Hotset in Lüdenscheid das Systemcenter für Industrielle Temperiertechnik (SIT).

➔ www.Hotset.com

Nachhaltigkeit in der Fertigung

Die Bedeutung der Energieeffizienz von Werkzeugmaschinen nimmt weiterhin zu. Abseits der hohen Energiepreise ist der ressourcenschonende Einsatz von Energie unabdingbar, um den CO₂-Fußabdruck des produzierenden Gewerbes zu senken. Ein Ansatzpunkt zur Energiereduktion der Werkzeugmaschine ist die Anpassung der Kühlschmierstoffversorgung. In einer starken Partnerschaft des Instituts für Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen (IFW) mit der DMG MORI AG wurden daher die Potenziale einer volumenstromgeregelten Kühlschmierstoffzufuhr untersucht. Das Ergebnis: 90 Prozent Energieeinsparung und verbesserte Bauteilqualität.

Zu den elektrischen Verbrauchern einer Werkzeugmaschine gehören neben Spindel und Vorschubantrieben auch die Aggregate zur Kühlschmierstoffversorgung. Am Beispiel einer DMU65 mB sind diese sogar für bis zu 55 Prozent des gesamten Stromverbrauchs verantwortlich. Eine der Hauptursachen für diesen hohen Energieverbrauch liegt darin, dass insbesondere beim Einsatz von Hochdruck-Kühlschmierung der gesamte verfügbare Druck eingesetzt wird. *Viele Anwender nutzen Kühlschmierstoff nach der Maßgabe ‚Viel hilft Viel‘ und setzen die maximale Pumpenleistung ein*, erläutert Arnd Heckemeyer, der die Abteilung Zerspanung am IFW leitet. Um diesem entgegenzuwirken, haben die Forschenden in einem gemeinsamen Projekt mit DMG MORI drei wesentliche Fragestellungen beantwortet: Welcher Kühlschmierstoff-Volumenstrom kommt am Werkzeug überhaupt an, wie viel Kühlschmierstoff benötige ich für einen spezifischen Prozess und

wie kann ich diese Erkenntnisse als Anwender an der Maschine nutzen?

Es wurden Untersuchungen durchgeführt, um die Abhängigkeiten zwischen der Pumpenleistung, dem Kühlmitteldruck und dem resultierenden Volumenstrom aufzuzeigen. Die Reduzierung des Volumenstroms um 30 Prozent erfordert 50 Prozent weniger Druck beziehungsweise 90 Prozent weniger elektrische Energie. Basierend auf diesen Kenntnissen wurde daher ein Regelkreis für die Kühlmittelpumpe ausgelegt und in Betrieb genommen, der nicht wie üblich auf einen konstanten Kühlmitteldruck, sondern auf einen definierten Kühlmittelvolumenstrom regelt. Der Nutzen dieser Technologie konnte anschließend in Zerspanuntersuchungen nachgewiesen werden.

Durch die Regelung auf einen definierten und reduzierten Kühlmittelvolumenstrom konnte nicht nur der Energiebedarf der Werkzeugmaschine reduziert, sondern auch das Werk-



Kühlschmierstoffversorgung: Ansatzpunkt zur energetischen Optimierung einer Werkzeugmaschine (Bild: IFW)

zeugeinsatzverhalten optimiert werden. So konnte beim Fräsen von Titan der Werkzeugverschleiß signifikant reduziert und die Bohrlochqualität beim Bohren von Edelstahl deutlich verbessert werden. Arnd Heckemeyer

Kontakt:

Arnd Heckemeyer, Institut für Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen, Leibniz Universität Hannover, E-Mail: heckemeyer@ifw.uni-hannover.de

➔ www.ifw.uni-hannover.de

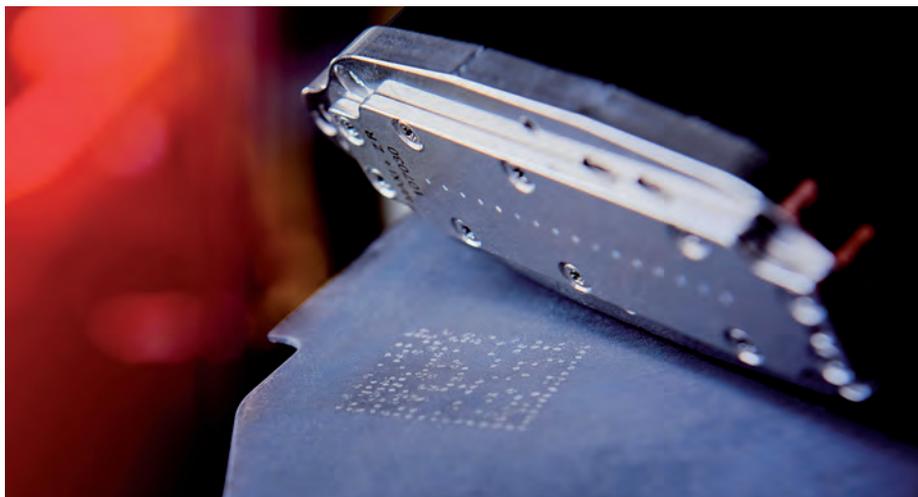
Hitzebeständige Keramik-Tinte für den Datencode auf Metallbauteilen

Fraunhofer-Forschende haben eine extrem hitzeresistente Tinte auf Keramikbasis entwickelt. Damit lassen sich nach Mitteilung von Fraunhofer erstmals Metallbauteile, die in der Automobilindustrie bei Temperaturen von über 1000 °C bearbeitet werden, mit einem Code kennzeichnen. Der via Scanner ausgelesene Code führt zu einer Datenbank, in der alle Herstellungsparameter des jeweiligen Bauteils hinterlegt sind. Damit sind nicht nur Pannen in der Produktion und fehlerhafte Bauteile frühzeitig erkennbar. Es eröffnen sich weitreichende Möglichkeiten, die Prozessketten in der Branche effizienter zu gestalten und deren CO₂-Fußabdruck deutlich zu verringern. Sogar Fälschungen von Bauteilen lassen sich durch spezielle Zusätze in der Tinte verhindern.

Die Kennzeichnung von Bauteilen zur individuellen Nachverfolgung ist eine wichtige Voraussetzung für die Digitalisierung der Prozesse in der produzierenden Industrie. In den metallverarbeitenden Branchen scheitert dies bisher daran, dass viele Metallbauteile bei einzelnen Arbeitsschritten erhitzt werden müssen. Konventionell aufgedruckte Codes werden dabei zerstört und sind nicht mehr lesbar. Prof. Thomas Härtling, Gruppenleiter Optische Prüfverfahren und Nanosensorik, und sein Team am Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS haben nun eine Tinte entwickelt, die auch Temperaturen von mehr als 1000 °C im Ofen schadlos übersteht. Die Ceracode[®]-Tinte besteht aus hitzeresistenten Keramikpartikeln und einer Glaskomponente. Im Ofen sorgt das schmelzende Glas dafür, dass die Kennzeichnung sich fest mit dem Metall verbindet und trotzdem gut lesbar bleibt. Die Ceracode[®]-Tinte macht es jetzt erstmals möglich, Metallbauteile, die gerade in der Automobilindustrie während der Produktion erwärmt werden, mit der hochstabilen Kennzeichnung auszustatten. Bei der Entwicklung nutzten die Fraunhofer-Forschenden ihre jahrzehntelange Expertise im Umgang mit Keramik und keramikbasierten Materialien.



Gedruckter Data-Matrix-Code auf einem Metallbauteil (© Senodis Technologies GmbH)



Data-Matrix-Code auf Warmumformblech, gedruckt mit Industriedrucker

(© Senodis Technologies GmbH)

Hitzebeständige Tinte für Metall

Ein Anwendungsszenario: Bei einer Stichprobe in der Automobilproduktion entdeckt der Werker ein fehlerhaftes Metallbauteil. Die Geometrie entspricht nicht den Spezifikationen, die Umformung ist nicht passend. Auf dem Bauteil ist eine Kennzeichnung, der sogenannte Data-Matrix-Code aufgebracht, der es über eine laufende Nummer eindeutig identifiziert. Der Werker lässt diesen Code durch einen Scanner auslesen. Im Display öffnet sich eine Datenbank, die für das Bauteil alle Parameter des Herstellungsprozesses anzeigt: Temperatur und Verweildauer im Ofen, Geometriedaten, Pressendruck usw. Der Fehler ist jetzt schnell erkannt: Bei einem Arbeitsschritt war der Pressendruck nicht groß genug. Mit wenigen Mausklicks lässt sich der Werker alle weiteren Bauteile anzeigen, die mit dem inkorrekten Pressendruck bearbeitet wurden und daher fehlerhaft sind. Diese werden anschließend schnell aussortiert, bei Bedarf auch vollautomatisch mit einem Arbeitsroboter. Das zeitraubende Prüfen aller

möglicherweise betroffenen Bauteile sowie das manuelle Aussortieren entfallen und der Produktionsprozess geht sofort weiter.

Digitalisierung der Prozessketten

Die Kombination aus Ceracode[®]-Tinte und dem in der Industrie weitverbreiteten und standardisierten Data-Matrix-Code gibt der Digitalisierung von Produktionsabläufen in metallverarbeitenden Branchen einen neuen Schub. Jedes Bauteil oder Werkstück kann nach Aussage von Härtling entlang der Wertschöpfungskette jederzeit in seiner Qualität erfasst und Fehler können schon am Anfang der Produktion erkannt und gezielt behoben werden. *Auf diese Weise sparen die Betriebe nicht nur Energie, sie verschwenden keine Rohstoffe und senken ihre CO₂-Emissionen*, erklärt Härtling. Die Produktion wird insgesamt deutlich effizienter und kostensparender. Die in der Datenbank hinterlegten Prozessdaten erleichtern daneben den Aufbau adaptiver Prozessketten. Wenn ein Hersteller weiß, mit welchen physikalischen Parametern

ein Produkt hergestellt wurde, kann er darauffolgende Arbeitsschritte und Prozesse flexibel anpassen und optimieren.

Je nach Anwendungsszenario lässt sich die Datenbank beliebig mit weiteren Informationen füllen. So könnten für jeden Bearbeitungsschritt Daten zum Stromverbrauch und der Stromquelle einfließen und dann genutzt werden, um für jedes Bauteil die Treibhausgasemissionen zu berechnen. *Es gibt immer mehr Hersteller, die im Sinne einer transparenten und ressourcenschonenden Fertigung solche Features nachfragen*, erklärt Härtling. Das Projekt ist auch das Ergebnis einer erfolgreichen Kooperation. Während das Fraunhofer IKTS-Team die Tinte entwickelt hat und fortlaufend weiter optimiert, übernimmt der Projektpartner Senodis Technologies GmbH aus Dresden das Programmieren der Software und die Vermarktung. Senodis Technologies ist eine Ausgründung des Fraunhofer IKTS, die sich darauf fokussiert, das vielfältige Potenzial der keramikbasierten Tinte zu nutzen, um neue Anwendungen für Industriekunden zu realisieren und die Digitalisierung ihrer Wertschöpfungsketten voranzutreiben. Adressiert werden in erster Linie Kunden aus der Metall-, Automobil- oder Keramikbranche.

Datenaustausch über Catena-X

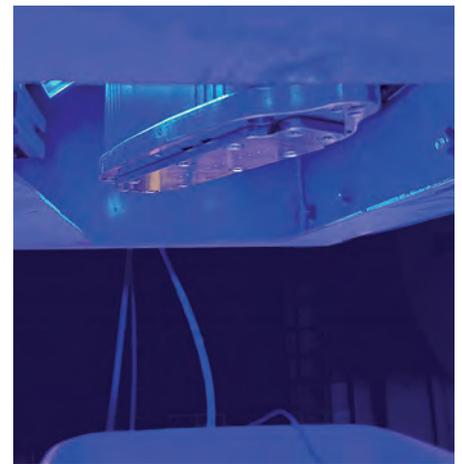
Neben der Optimierung der Produktion ebnet die Technologie aus dem Fraunhofer IKTS auch den Weg zu einem noch umfassenderen Informationsaustausch zwischen Herstellern, Zulieferern und Subunternehmen. Diese sind in der Automobilindustrie bereits durch ein komplexes Netzwerk miteinander ver-

bunden. Realisiert werden soll der Austausch künftig durch die gerade im Aufbau befindliche Verbundplattform Catena-X. Als kooperatives Datenökosystem der Automobilindustrie soll sie den sicheren und unkomplizierten Datenaustausch zwischen den Herstellern ermöglichen, gleichzeitig aber auch jedem Teilnehmer die Hoheit über die eigenen Daten garantieren. Die teilnehmenden Firmen tauschen also nur diejenigen Daten aus, die sie tatsächlich preisgeben wollen.

Mit Ceracode® können nun zum ersten Mal auch bei Metallbauteilen detaillierte Infos zu ihren Prozessparametern ins Catena-X-Netzwerk einfließen. Auch hier gilt: Daten, die der Hersteller nicht weitergeben will, beispielsweise betriebsinterne Details zum Herstellungsprozess oder zur Materialzusammensetzung eines Bauteils, verbleiben weiterhin geschützt im internen Netzwerk des Unternehmens.

Fälschungssicher mit Ceracode®

Das System aus hitzefester Tinte und Data-Matrix-Code ist ausgereift und wird vom Projektpartner Senodis Technologies GmbH auf dem Markt angeboten. Produzierende Unternehmen können das System leicht installieren und in Betrieb nehmen, auch die Nachrüstung von bestehenden Maschinenparks ist kein Problem. Die Data-Matrix-Drucker und ebenso die Scanner sind kompatibel zu vorhandenen Industriestandards. Darüber hinaus lässt sich die Tintentechnologie weitgehend auf die Bedürfnisse und das Anwendungsszenario des Kunden anpassen. Ein Beispiel ist der Schutz der Produkte



Industriedrucker und Ausleseeinheit in Produktionsumgebung

(© Senodis Technologies GmbH)

vor Fälschungen. *Dazu ergänzen wir die Rezeptur der keramikbasierten Tinten mit speziellen Pigmenten, die unter UV-Licht in einer definierten Farbe leuchten*, erklärt Fraunhofer-Forscher Härtling. Für Industriekunden, die Bauteile mit besonders teuren Metall-Legierungen oder Komponenten für sicherheitsrelevante Systeme einkaufen, sei das eine interessante Option.

Im nächsten Schritt arbeiten die Fraunhofer-Forschenden daran, auch gekrümmte oder verformte Metallbauteile bedrucken zu können. Weiter entwickelte Bilderkennungsalgorithmen wären dann in der Lage, auch Codes auf unregelmäßigen oder gekrümmten Metalloberflächen exakt auszulesen.

➔ www.ikts.fraunhofer.de

I know where ...



Aufträge

Chemikalien

Maschinenmanagement

Wannen

... do you?

Mit RFID ganz einfach den Überblick behalten!



ID Solutions GmbH

**Customized Solutions
for Your Success**

B+T ID Solutions GmbH

Am Surbach 5

D-35625 Hüttenberg

Telefon +49 6441 780620

info@bt-unternehmensgruppe.de



Recycling von Feuerfestmaterialien

Im europäischen Forschungsprojekt **ReSoURCE** arbeiten nach Mitteilung des Fraunhofer ILT Expertinnen und Experten aus neun unterschiedlichen Unternehmen und Instituten zusammen, um gemeinsam nachhaltige Lösungen für das Recycling von Feuerfestmaterialien zu entwickeln. Die deutschen Projektpartner liefern vor allem Laser-Know-how.

Feuerfestmaterialien halten hohen Temperaturen jenseits von 1500 °C stand. Sie sind unverzichtbar für Industrieöfen, mit denen zum Beispiel Glas oder Keramik, Leichtmetalle und Stähle produziert werden. Die Einsatzdauer für feuerfeste Produkte reicht von wenigen Tagen bis zu vielen Jahren – abhängig von den Materialien, der Temperatur im Prozessgefäß und anderen Betriebsparametern. So fallen weltweit jährlich etwa 32 Millionen Tonnen gebrauchte Feuerfestmaterialien an, von denen nur ein Bruchteil recycelt wird. Die Herstellung von feuerfesten Werkstoffen aus Primärrohstoffen verursacht erhebliche Mengen CO₂, vor allem, weil den anorganischen, nichtmetallischen Materialien Kohlendioxid entzogen werden muss. Zudem werden die Rohstoffe zum großen Teil nach Europa importiert. Darin sind auch kritische Rohstoffe mit risikobehafteten Lieferketten enthalten. Genug Gründe, genutzte Feuerfestmaterialien wieder aufzubereiten und ei-

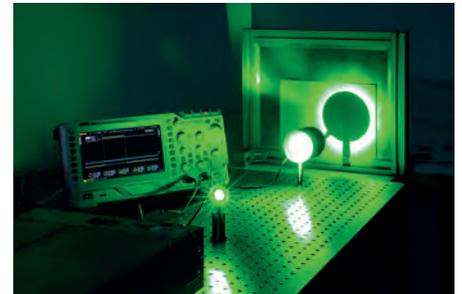
ner Kreislaufwirtschaft zuzuführen, denn es gibt derzeit keine nennenswerten Alternativen zu diesen Rohstoffen.

Automatische Sortieranlage mit Hilfe von Lasertechnik

Feuerfestprodukte werden exakt an die Anforderungen der Kundinnen und Kunden angepasst, erklärt ReSoURCE-Projektkoordinator Alexander Leitner von RHI Magnesita. Die optimale Zusammensetzung der hochtemperaturbeständigen Materialien hängt vom geplanten Anwendungszweck ab, von den Herstellungsprozessen und den chemischen Eigenschaften der Medien. Das bedeutet, dass unsere Produkte sehr unterschiedliche Zusammensetzungen haben, so Leitner. Vor dem Recyceln müssten sie daher möglichst genau voneinander getrennt werden.

Im Zentrum des Projekts steht daher eine automatische Sortieranlage für gebrauchte Feuerfestmaterialien. Eine Lasereinheit soll die Inhaltsstoffe des gebrauchten Materials auf einem Förderband berührungslos bestimmen. Die Lasertechnik kommt vom mittelständischen Unternehmen Laser Analytical Systems & Automation GmbH (LSA) aus Aachen, einem Spin-off des Fraunhofer-Instituts für Lasertechnik ILT. Das Fraunhofer ILT ist ein Pionier in der Erschließung neuartiger Anwendungen für die Laserspektroskopie, unter anderem zur sortenreinen Trennung im werkstofflichen Recycling mit Laser-induced Breakdown Spectroscopy (LIBS).

Wir haben am Fraunhofer ILT bereits eine Inline-Messtechnik entwickelt, die eine Di-



Sichtbares Streulicht vom 532 nm-Laserausgang eines Lasers im Labor der InnoLas Laser GmbH in Krailling (© InnoLas Laser GmbH)

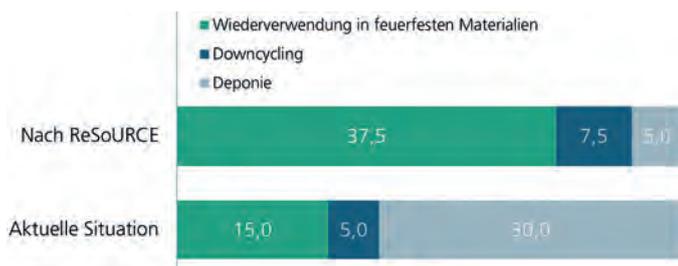
rektanalyse von Metallschrotten auf einem Förderband durchführt und die Zusammensetzung jedes Schrottstücks erkennt, erläutert Dr. Cord Fricke-Begemann, Leiter Materialanalytik am ILT. Mit dieser Multielementanalyse erkennen die Forschenden nach Aussage von Fricke-Begemann eine große Anzahl von Legierungen. Die Erkenntnisse übertragen die Fraunhofer-Forschenden ihm zufolge nun auf die Feuerfestmaterialien.

Datenanalyse mit künstlicher Intelligenz

Die LSA Laser Analytical Systems & Automation GmbH hat sich auf die Entwicklung und Produktion echtzeitfähiger Laseranalyse-systeme für Industrieanwendungen spezialisiert. Die Systeme nutzen gepulste Laserstrahlung, um berührungslos über Abstände von bis zu einem Meter chemische Informationen in Bruchteilen einer Sekunde zu gewinnen. Unsere Laseranalyse-systeme sind unmittelbar an den Verarbeitungslinien im Einsatz – wir



Gebrauchte Feuerfestmaterialien werden mit Lasermessungen erkannt und CO₂-sparend wiederverwendet (© Fraunhofer ILT, Aachen)



Verwendung von gebrauchten feuerfesten Materialien in Prozent; durch die Kombination neuester Analysetechnik mit modernster Software wollen die Forschungspartner den potenziellen Recyclinganteil erhöhen (© RHI Magnesita/Fraunhofer ILT, Aachen)



Im Projekt ReSoURCE kooperieren Fachleute von neun unterschiedlichen europäischen Unternehmen und Instituten; gemeinsam widmen sie sich der Entwicklung von nachhaltigen Recyclinglösungen für feuerfeste Materialien (© RHI Magnesita)

bringen die Messtechnik zum Produkt und nicht das Produkt zum Labor, sagt Dr. Joachim Makowe, Geschäftsführer der LSA. Per Lichtblitz messen wir am bewegten Produkt dessen chemische Zusammensetzung. Unser Tempo ist die Lichtgeschwindigkeit.

Die Firma InnoLas Laser GmbH aus Krailing in Deutschland entwickelt im Verbundprojekt die Laserstrahlquelle, die spezielle Pulsgruppen emittiert, um nicht-repräsentative Oberflächenschichten auf den gebrauchten Feuerfeststeinen schnell zu durchdringen. Erst damit ist es möglich, das darunter liegende Material zu analysieren. Die Laserquelle für das ReSoURCE-Projekt wird laut Dorian-David Percheron von InnoLas Laser gezielt für LIBS entwickelt. Fragen und Herausforderungen, die dabei entstehen, werden wir in enger Zusammenarbeit mit LSA und Fraunhofer ILT bearbeiten, erklärt Percheron.

LSA integriert die optische Messtechnik mit der Materialhandhabung zu einem industrietauglichen Gesamtsystem. Das Fraunhofer ILT wertet die Daten des LIBS-Systems aus. Dafür werden die gemessenen Spektren mit den chemischen Informationen mit weiteren optischen Sensordaten kombiniert und mit Hilfe künstlicher Intelligenz analysiert. So ermittelt das System die genaue Zusammensetzung der Feuerfestprodukte und sortiert die einzelnen gebrauchten Feuerfeststeine in verschiedene Materialklassen.

Die Forschungspartner gehen davon aus, durch die Projektergebnisse die Grundlage dafür zu schaffen, den möglichen Recyclinganteil der Branche von bislang 7 % bis 30 % auf 90 % steigern zu können. Vermutlich könne man damit die europäischen CO₂-Emissionen um bis zu 800 000 Tonnen pro Jahr reduzieren. Das sei ein wunderbares Beispiel, wie Technik und Innovationen und ein Gemeinschaftsprojekt im Kampf gegen den Klimawandel helfen können.

Das Projekt ReSoURCE

Das Projektziel von ReSoURCE (Refractory Sorting Using Revolutionizing Classification Equipment) ist die Entwicklung eines effizienten, sensorbasierten Systems zur Sortierung von feuerfesten Abfällen und zum Umgang mit feinkörnigen Feuerfestsubstanzen. Wenn das Projekt erfolgreich ist, wird es die Konstruktion einer automatisierten Sortieranlage ermöglichen, die das Recycling von feuerfestem Ausbruchmaterial von derzeit sieben bis 30 % (plus 10 % Downcycling) auf insgesamt 90 % steigern wird. Bei global jährlich etwa 32 Millionen Tonnen erzeugten Feuerfestmaterialien ist der ökologische und gesellschaftliche Nutzen beträchtlich.

Das Projekt wird von der European Health and Digital Executive Agency (HaDEA) im Rahmenprogramm Horizon Europe unter der Förderungsnummer 101058310 gefördert. Das Gesamtbudget beträgt 8,5 Millionen Euro. Sechs Millionen Euro werden von der EU finanziert, eine Million Euro vom Vereinigten Königreich. Die Projektlaufzeit ist von Juni 2022 bis November 2025. Das Konsortium besteht aus neun Mitgliedern, vier aus der Forschung und fünf Partner aus der Industrie. Die Partner kommen aus Österreich, England, Deutschland, Irland und Norwegen. Das Projekt wird von RHI Magnesita geleitet. Weitere am Projekt beteiligte Partner sind LSA GmbH (D), das Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT (D), SINTEF AS (NOR), die Montanuniversität Leoben (AT), InnoLas Laser GmbH (D), NEO Norsk Elektro Optikk AS (NOR), CPI Centre for Process Innovation Ltd (UK) und CrowdHelix Ltd (IRE).

Kontakt

Dr. rer. nat. Cord Fricke-Begemann, Leiter der Gruppe Materialanalytik,

E-Mail: cord.fricke-begemann@ilt.fraunhofer.de

➔ www.ilt.fraunhofer.de

Galvanikanlagen für dekorative und funktionelle Oberflächen.



Visit us!
Hall B3,
Booth 321

productronica 2023
November 14-17, 2023,
Messe München



Gestellanlagen
Trommelanlagen
Tischgalvanikanlagen
Einzelwannen
Ionenaustauscheranlagen



Walter Lemmen GmbH
Birkenstraße 13
97892 Kreuzwertheim
Tel.: +49 (0) 9342 240977 - 0
info@walterlemmen.de

Leiterplattentechnik
Wafer Technologie
Galvanotechnik
Medizintechnik
Filtertechnik
Apparatebau

Raffinierte Oberfläche

Ein dünner Film aus Luft schützt Werkstoffe vor Flüssigkeiten und Erregern

Mit einem Trick tauchen verschiedene Insekten ins Wasser, ohne dabei nass zu werden: Winzige Strukturen auf ihrer Oberfläche halten einen dünnen Film aus Luft fest, der die Tiere schützt. Dieses Prinzip konnten Dr. Alexander B. Tesler vom Lehrstuhl für Korrosion und Oberflächentechnik und Prof. Dr. Wolfgang H. Goldman vom Lehrstuhl für Biophysik der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU) gemeinsam mit einem internationalen Forschungsteam jetzt auf Werkstoffe übertragen. In Zukunft könnten solche Materialien zum Beispiel künstliche Gelenke in der Medizin oder Schiffsrümpfe in der Technik erheblich verbessern, weil sie Schmutz und Mikroorganismen abweisen.

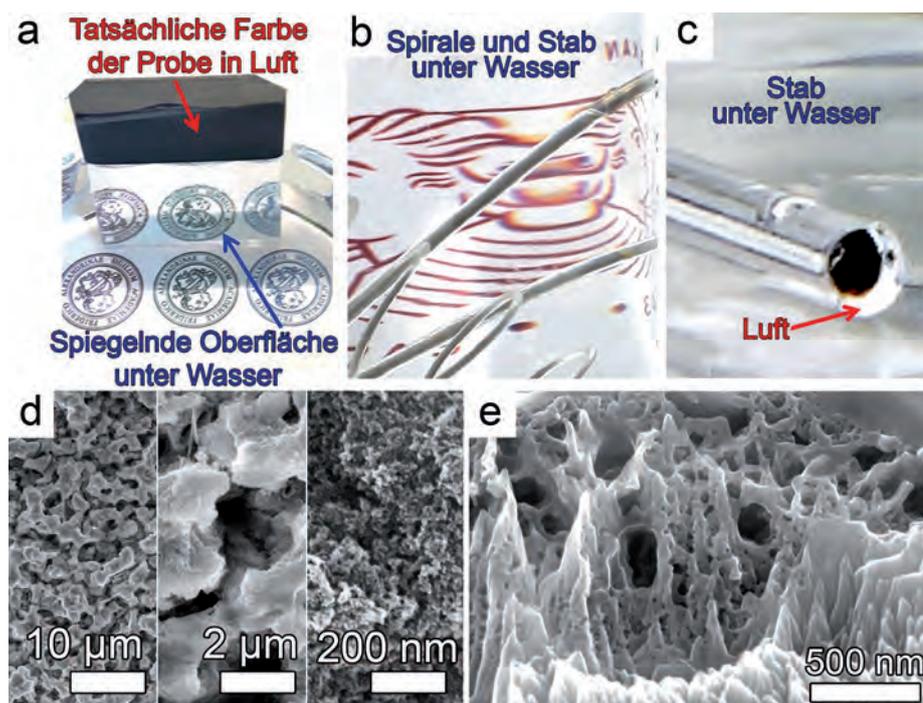
Auf dem Weg dorthin erreichten Forschungsgruppen an der FAU, der Harvard University im US-amerikanischen Cambridge, der Aalto University im finnischen Espoo und an der North Dakota State University im US-amerikanischen Fargo jetzt einen Durchbruch, über den sie in der Fachzeitschrift *Nature Materials* (<https://doi.org/10.1038/s41563-023-01670-6>) berichten: Koordiniert von den FAU-Wissenschaftlern Alexander B. Tesler und Wolfgang H. Goldman konnten sie solche bisher nicht dauerhaft haltbaren Oberflächen erheblich stabilisieren. Während diese Werkstoffe den dünnen Luftfilm an ihrer Oberfläche sonst rasch wieder verlieren, war diese schützende Hülle in den FAU-Experimenten auch noch nach 208 Tagen unter Wasser intakt. *Wir vermuten, dass sie noch viel länger hält und möchten das in weite-*

ren Studien auch zeigen, erklärt Alexander B. Tesler.

Für ihre Untersuchungen verwendet die Gruppe eine in der Medizintechnik häufig genutzte Legierung, die zu 90 % aus Titan, zu 6 % aus Aluminium und zu 4 % aus Vanadium besteht. Die Oberfläche dieses Werkstoffs wird mit einer Kombination aus ebenfalls gut bekannten elektrochemischen Reaktionen und einer basischen Flüssigkeit behandelt, die noch dazu häufig wiederverwendet werden kann und so das Verfahren sehr nachhaltig macht. Dabei wird ein Teil der Oberfläche entfernt und es bleibt eine extrem raue Struktur zurück, in der einzelne Teile von etwa einem Tausendstel Millimeter Höhe herausragen, während der Abstand zwischen diesen Mikrometeregebilden sogar im Nanometerbereich von Millionstel Millimetern liegt.

So behandelte Materialien haben verblüffende Eigenschaften: Wird ein Plättchen aus einer unbehandelten Titanlegierung ein einziges Mal in Blut getaucht und wieder herausgezogen, klebt an der Oberfläche ein kräftiger roter Film. An der gleichen Legierung mit der mikro- und nano-rauen Oberfläche haften dagegen nach etlichen Malen Eintauchen immer noch keine sichtbaren Blutreste. Noch faszinierender ist ein weiteres Demonstrationsexperiment: Während Blutstropfen auf einer herkömmlichen Aluminiumlegierung zwar ablaufen, aber rasch auch einen schmierigen roten Film hinterlassen, schießen solche Tröpfchen auf einer superrauen Oberfläche im Blitztempo davon und hinterlassen keine sichtbaren Blutspuren.

Ähnliches passiert auch mit Bakterien und anderen Zellen, die sich an die Oberfläche der unbehandelten Titanlegierung gut anheften können, während sie auf einem mikro- und nano-rauen Plättchen kaum auftauchen. FAU-Forscher Wolfgang H. Goldman ist der Überzeugung, dass die Mikroorganismen sich normalerweise an eine feste Oberfläche heften, die jedoch unter der Lufthülle verborgen bleibt. Ohne festen Untergrund überleben diese Winzlinge nicht lange. Das ist eine gute Nachricht für Patientinnen und Patienten, die ein künstliches Hüft- oder Kniegelenk brauchen oder deren Herzkranzgefäße mit Stents offengehalten werden. Bestehen solche Implantate aus herkömmlichen Titanlegierungen, benötigen sie eine Antibiotikabehandlung, um Infektionen vorzubeugen. Beim gleichen Material mit einer mikro- und nanorauen Oberfläche kann nach Aussage von Wolfgang H. Goldman in Zukunft auf Antibiotika vermutlich verzichtet werden. Bis es soweit ist, dürften aber noch einige Forschungs- und Entwicklungsjahre vergehen. Das gilt auch für eine Anwendung unter Wasser. Luftbeschichtete Oberflächen spielten den Erkenntnissen von Stefan Kollé zu-



Die aerophilen Titanproben wurden auf (a) Blechen, (b-c) Spulen und Stäben mit eingeschlossenem Luftfilm unter Wasser hergestellt; die rasterelektronenmikroskopischen Aufnahmen zeigen die aerophile Titanoberfläche in der Draufsicht (d) und im Querschnitt (e) (Bild: FAU)

folge bisher keine große Rolle für die Entwicklung von Schiffbeschichtungen und anderen maritimen Anwendungen. Der Forscher von der Harvard University ist der Meinung, dass mit der hier demonstrierten Stabilität des Luftfilms und dem Verständnis der fundamentalen Prinzipien, sich nun neue Möglichkeiten für umweltfreundliche und reibungsarme Oberflächen für den Einsatz im Meer eröffnen.

Mit ihrer Studie hat die Gruppe nämlich auch gezeigt, dass Muscheln und Seepocken an der mikro- und nano-rauen Oberfläche der Titanlegierung kaum Chancen haben. Allerdings wäre dieser Werkstoff für einen Schiffsrumpf viel zu teuer. Harvard-Forscher Stefan Kolle geht davon, dass mit anderen Methoden ähnlich raue Oberflächen auch bei anderen Metallen und ihren Legierungen geschaffen werden können. Solche Materialien sind

zwar noch Zukunftsmusik. Die Tür zu solchen Werkstoffen aber haben die von der FAU koordinierten Experimente weit aufgestoßen.

Kontakt:

Dr. Alexander B. Tesler, Lehrstuhl für Korrosion und Oberflächentechnik; E-Mail: alexander.tesler@fau.de

Prof. Dr. Wolfgang H. Goldmann, Lehrstuhl für Biophysik;

E-Mail: wolfgang.goldmann@fau.de

➔ www.fau.de

Neue Metallschweißverbindungen verbessern Mittelohrimplantate

Schweißverbindungen zwischen Titan beziehungsweise nichtrostenden Stählen und sogenannten Nickel-Titan-Formgedächtnislegierungen sind bislang noch anfällig für die Entstehung von Rissen. Die Werkstoffkombinationen weisen daher häufig geringe Festigkeiten auf. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern der Universität Kassel ist mit den biokompatiblen Zusatzwerkstoffen Niob, Tantal und Hafnium hier nun ein neues Verfahren gelungen – das eröffnet Möglichkeiten beispielsweise in der Medizintechnik. In einem ersten Projekt verbesserten sie nach eigenen Angaben die Materialfestigkeit eines Mittelohrimplantats um den Faktor 3.

Titanlegierungen, Nickel-Titan-Formgedächtnislegierungen (kurz: NiTi) und nichtrostende Stähle zeichnen sich unter anderem durch hervorragende Korrosions- und Medienbeständigkeit aus und zählen deshalb zu den am häufigsten genutzten Metallen in der Medizintechnik. Wegen der spezifischen Materialeigenschaften ist es jedoch aus funktionellen, fertigungstechnischen sowie aus wirtschaftlichen Gründen gewünscht, sogenannte artfremde Verbindungen zu anderen Werkstoffen herzustellen und somit deren Vorteile in Bauteilen mit maßgeschneiderten Eigenschaften zu vereinen. Eine beispielhafte Anwendung aus dem Bereich der Medizintechnik sind Stapesprothesen, die als Ersatz für Steigbügel, die kleinsten Knochen im menschlichen Körper, eingesetzt werden. Mit einer Länge von fünf Millimetern ist ein Steigbügel dreimal kleiner als der Durchmesser einer 1-Cent-Münze.

Im Rahmen des von Januar 2021 bis Dezember 2022 durchgeführten Forschungsprojekts *MeTiWeld – Artfremdes Mikro-Strahlschweißen von Titan mit Nitinol und nichtrostenden Stählen zur Herstellung eines biokompatiblen Materialverbunds und Verwendung von Zusatzwerkstoffen* untersuchten die Forscherinnen und Forscher um Prof. Dr.-Ing. Prof. h.c. Stefan Böhm, Leiter des Fachgebiets Trennende und Fügende Fertigungsverfahren,

artfremde Strahlschweißverbindungen bei Titanlegierungen, nichtrostenden Stählen und NiTi unter Nutzung biokompatibler Zusatzwerkstoffe wie Niob, Tantal und Hafnium. Zum Einsatz kamen sowohl das Mikro-Elektronenstrahlschweißen als auch das Laserstrahlschweißen. Bei der Verwendung der Zusatzwerkstoffe konnten nach Aussage von Michael Wiegand, wissenschaftlicher Mitarbeiter des Fachgebiets und Leiter des Projekts, herausragende Zug- und Biegefestigkeiten erzielt werden, die die Ergebnisse bisheriger Studien zum artfremden Strahlschweißen der Grundwerkstoffe deutlich übertreffen.

Auch ein zweites Medizinprodukt verbesserte das Forschungsteam: Am Beispiel eines Führungsdrahts, der bei einer Herzkatheteruntersuchung benötigt wird, zeigt das Forschungsteam, dass etwa die Zusatzwerkstoffe Niob oder Tantal zwischen nichtrostendem Stahl und NiTi-Draht zu einer fast doppelt so hohen Zugfestigkeit der Materialverbindungen gegenüber der des Strahlschweißens ohne Zusatzwerkstoffe führt. Im Falle der Stapesprothese, deren Schaft aus reinem Titan und das Ankopplungselement aus superelastischem NiTi besteht, konnte die Zugfestigkeit durch das Einschweißen einer dünnen Niobfolie um mehr als das Dreifache gesteigert werden. *Die Forschungsergebnisse bestätigen auch im Hinblick auf die Biokompa-*

tibilität, dass mit dem Forschungsvorhaben eine essentielle Basis für die Übertragung auf medizintechnische Bauteile geschaffen wurde, so das Resümee von Prof. Böhm.

Die Kasseler Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler arbeiten im Projekt *MeTiWeld* mit dem naturwissenschaftlichen und medizinischen Institut an der Universität Tübingen/Reutlingen zusammen. Das Forschungsprojekt wurde vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie und der Arbeitsgemeinschaft industrieller Fördervereinigungen „Otto von Guericke“ e. V. mit rund 400 000 Euro gefördert.

Die Universität Kassel legt einen ihrer Forschungsschwerpunkte auf molekulare Komponenten und multifunktionale Materialien. Das Institut für Werkstofftechnik wiederum beschäftigt sich intensiv mit metallischen Werkstoffen. Hierzu werden nach eigenen Angaben regelmäßig zukunftsweisende und mit hohen Fördersummen bedachte Projekte als Teil des Forschungsclusters *BitWerk – Biologische Transformation technischer Werkstoffe* gestartet.

Kontakt

Prof. Dr.-Ing. Prof. h.c. Stefan Böhm, Universität Kassel, Trennende und Fügende Fertigungsverfahren;

E-Mail: s.boehm@uni-kassel.de

➔ www.uni-kassel.de

≡ Hartchromschichten der Zukunft – Das Potential von Chrom(III)elektrolyten

Von Andreas Waibel und Katja Feige

Die Hartchromschicht bringt eine Vielzahl an positiven Eigenschaften mit sich, was sie zu einem wahren Multitalent macht. In Folge der Aufnahme von Chromtrioxid in Anhang 14 der REACH-Verordnung dürfen industriell eingesetzte Chrom(VI)elektrolyte jedoch nur noch mit einer entsprechenden Zulassung betrieben werden. Als relevante Alternative zeigen Chrom(III)elektrolyte großes Potential.

Im Rahmen mehrerer Forschungsprojekte wurden am Fraunhofer IPA in den letzten Jahren eine Vielzahl an Untersuchungen mit chrom(III)basierten Hartchromelektrolyten durchgeführt; angefangen vom 600-mL-Bescherglasaufbau bis hin zur 400-Liter-Technikumsanlage, die seit 2022 in Betrieb ist. Die am Markt verfügbaren Elektrolyte zeigen in den Untersuchungen, dass Elektrolyteigenschaften wie Abscheidengeschwindigkeit, Streufähigkeit und der anwendbare Stromdichtebereich vergleichbar zu Elektrolyten auf Basis von Chrom(VI) sind.

Wird aus Chrom(VI)elektrolyten jedoch nahezu reines Chrom in kristalliner Form abgeschieden, so sind es bei Chrom(III)elektrolyten Chrom-Kohlenstoff-Legierungsschichten mit röntgenamorpher Kristallstruktur. Die sich daraus ergebenden Schichteigenschaften machen eine anwendungsspezifische Prüfung erforderlich. Eine der größten Herausforderungen stellt das ausgeprägte Makrorissnetzwerk der Schicht dar, das zu einer unzureichenden Korrosionsbeständigkeit führt und die tribologischen Eigenschaften der Schicht beeinflusst.

Im Zuge eines Fraunhofer-internen Forschungsprojekts wurde am IPA der Ansatz verfolgt, durch Anwendung eines modulierten

Stroms die Eigenschaften der Schicht gezielt zu optimieren. So konnten auf diesem Wege das Risswachstum beeinflusst und nahezu rissfreie Schichten abgeschieden werden (Abb. 1). Im Querschliff der Schicht waren vereinzelt Risse zu erkennen, die möglicherweise bei der Schliffpräparation entstanden sind und auf hohe innere Schichtspannungen zurückschließen lassen. Darüber hinaus konnte eine zeitversetzte und temperaturinduzierte Rissbildung festgestellt werden. Abhängig von den Verfahrensparametern trat die Rissbildung erst einige Stunden beziehungsweise Tage nach der Abscheidung auf. Im Vergleich zu Hartchromschichten aus Chrom(VI)elektrolyten müssen weitere Rissbildungsmechanismen berücksichtigt und untersucht werden, um die Rissbildung gezielt zu steuern.

Die Anwendung von moduliertem Strom ermöglicht zudem die Abscheidung kristalliner Chromschichten mit deutlich höherer Verschleiß- beziehungsweise Abriebbeständigkeit. Dem Elektrolyten mussten hierzu keine organischen Additive zugesetzt werden. Im Taber-Abraser-Test war die Abriebbeständigkeit von kristallinen Chromschichten um mehr als das Fünffache höher als bei Chromschichten mit röntgenamorpher Kristallstruktur.

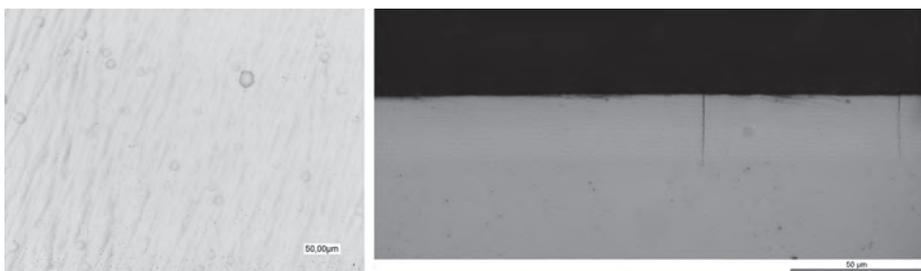


Abb. 1: Topographie (l.) und Querschliff (r.) einer mittels modulierten Stroms abgeschiedenen Hartchromschicht aus einem Chrom(III)elektrolyten

**Fraunhofer**
IPA
Wir produzieren Zukunft
Das Fraunhofer IPA entwickelt und implementiert nachhaltige Produktionstechnologien. Die Abteilung Galvanotechnik forscht und berät zu Fragestellungen entlang der gesamten industriellen Produktionskette – von der Entwicklung neuer Schichtwerkstoffe und den dazugehörigen Prozessketten über die Umsetzung der industriellen Anlagentechnik bis hin zu Dienstleistungen wie der Schadensfallanalyse.
In dieser Serie zeigen Forscher der Abteilung, wie den Herausforderungen der Branche in Zukunft begegnet werden kann.
Ansprechpartner
Dr.-Ing. Martin Metzner
Abteilungsleiter Galvanotechnik,
Fraunhofer IPA, Stuttgart
www.ipa.fraunhofer.de/galvanotechnik

Die Untersuchungen zeigen das große Potential von Elektrolyten auf Basis von Chrom(III)-verbindungen und die Ansätze und Möglichkeiten, die Schichteigenschaften weiter zu optimieren, um eine industrielle Anwendung mit einem breiten Anwendungsfeld zu erzielen. Ein 1:1-Ersatz der heutigen Hartverchromung aus Chrom(VI)elektrolyten ist zwar aktuell nicht möglich, aber die Entwicklungsarbeiten verdeutlichen, dass zukünftig dreiwertige Hartchromelektrolyte in der Galvanotechnik Anwendung finden können.

Extrem homogene und dekorative Farbschichten durch ALD-Beschichtung

Von Volker Bucher^{1,2}, Wolfram Kintzel¹ und Nicolai Simon¹

Auf einigen Metallen lassen sich transparente Deckschichten erzeugen, bei denen aufgrund von Interferenzeffekten die Schichten farbig erscheinen. Bei der Herstellung durch PECVD-Verfahren treten aufgrund von elektrischen Feldeffekten an Kanten oder engen Vertiefungen deutliche Farbabweichen durch Änderung der Schichtdicke auf. Der Einsatz der ALD-Beschichtung umgeht diese Nachteile und erlaubt die Abscheidung von Schichten mit exakter Dicke, zum Beispiel von Titan- oder Aluminiumoxid. Auf glatten metallischen Untergründen entstehen so sehr dekorative und aufgrund der Härte beständige farbige Schichten. Das Verfahren kann sowohl für Gestell- als auch für Schüttware eingesetzt werden.

1 Motivation

Die Abscheidung dünner Schichten im Plasma mit CVD-Verfahren (PECVD, plasma enhanced chemical vapor deposition) ist seit längerem bekannt und findet in vielen verschiedenen industriellen Anwendungen ein breites Einsatzspektrum. Auch Farbschichten auf reflektierenden Oberflächen sind über Interferenzeffekte möglich. Bedingt durch die ungleichmäßige Verteilung der elektrischen Aufladung von Oberflächen an Bauteilen mit komplexerer Geometrie im Plasma lassen sich jedoch nur flache Bauteile gleichmäßig homogen beschichten. In diesem Fall wird ein gleichmäßiger Farbeindruck erzielt. Das Prinzip der Entstehung von Interferenzfarben sorgt dafür, dass sich variierende Schichtdicken visuell als Regenbogenfarben manifestieren, was in den allermeisten Anwendungsfällen unerwünscht ist. Kleine Strukturen, wie sie in der Medizintechnik oder Uhrenindustrie zum Einsatz kommen, können mit PECVD oft nicht konturtreu beschichtet werden.

Eine interessante Alternative dazu bietet das ALD-Verfahren (ALD – Atomic Layer Deposition, Atomlagenabscheidung), bei dem sich die Schichtdicke im sub-Nanometerbereich genau einstellen lässt. Dadurch ist es möglich, auch Bauteile mit komplexen Geometrien und großen Aspektverhältnissen völlig gleichmäßig und auch reproduzierbar zu beschichten. Damit kann ein völlig homogener Farbeindruck erzielt werden. Auch bei größeren Chargen mit hoher Packungsdichte ist die Beschichtung aller Bauteile gleich, wodurch praktisch kein Ausschuss entsteht. Da das Verfahren im Vergleich zu PECVD teurer ist,

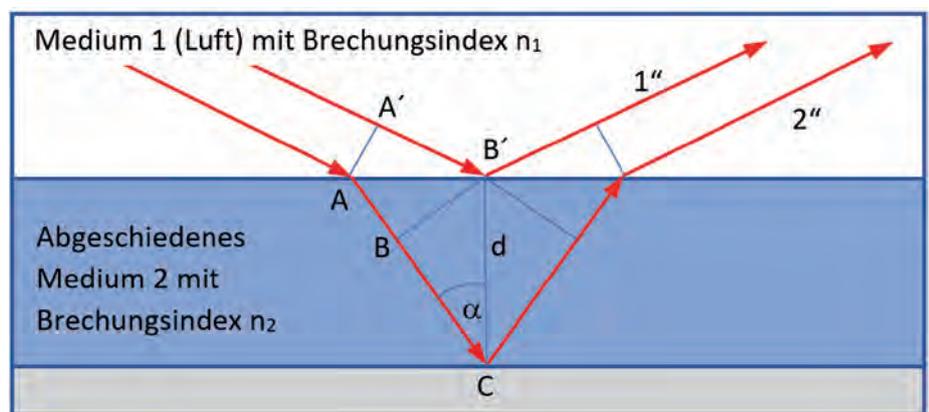


Abb. 1: Physikalische Zusammenhänge bei der Interferenz an einer dünnen Schicht

wird es bevorzugt bei kleinen Komponenten, wie zum Beispiel Uhrenbauteilen, wirtschaftlich angewendet.

2 Optische Interferenzeffekte

Interferenzfarben sind unter anderem von schwebenden Seifenblasen in der Sonne bekannt. Weitere Beispiele sind schillernde Flügel von Insekten. Die Farbeffekte entstehen durch Verstärkung und Auslöschung von Lichtwellen. *Abbildung 1* zeigt die physikalischen Zusammenhänge der Interferenz an einer dünnen Schicht [1].

Eine ebene Lichtwelle fällt aus einem Medium der optischen Brechzahl n_1 auf eine dünne Schicht der Dicke d und der Brechzahl n_2 . Ein Teil der Welle wird direkt an der ersten Grenzfläche zwischen den Medien reflektiert (B'), ein anderer Teil an der zweiten (unteren) Grenzfläche (C). Im Medium 2 haben die Lichtwellen eine andere Ausbreitungsgeschwindigkeit. Die reflektierten Strahlen

$1''$ und $2''$ unterscheiden sich durch einen Gangunterschied g . Selbstverständlich gibt es zahlreiche weitere reflektierte Wellen ($3''$, $4''$, ...); sie spielen aber nur für Intensitätsbetrachtungen eine Rolle und sollen hier nicht weiter diskutiert werden.

Zwischen den Wellen besteht der Gangunterschied:

$$g = 2 d n_2 \cos \alpha \quad \langle \text{Gl. 1} \rangle$$

Nach dem Fermatschen Prinzip (Licht legt zwischen zwei Punkten immer den zeitlich kürzesten Weg zurück) ist die Laufzeit des Lichtes von A nach B gleich wie von A' nach B' . Hinzu kommt ein Phasensprung von π (halbe Periode) an der Grenzfläche Medium 1 / Medium 2 wenn $n_2 > n_1$ ist (obiges Beispiel). Eine Auslöschung von Lichtwellenlängen λ (Farben) tritt auf, wenn die Phasendifferenz = π ist (entspricht Gangunterschied $\lambda/2$).

Abbildung 2 zeigt anschaulich zu einem bestimmten Zeitpunkt $t = t_1$, wie sich zwei Wellen mit Gangunterschied $\lambda/2$ auslöchen. Es kann leicht gezeigt werden, dass bei gleichbleibender Phasenverschiebung die Auslöschung zu allen Zeitpunkten t stattfindet. Die resultierende Welle (blau dargestellt)

¹ Hochschule Furtwangen, Forschungszentrum Rottweil, D-78628 Rottweil

² Steinbeis-Transferzentrum Oberflächen- und Beschichtungstechnik, D-78628 Rottweil

OBERFLÄCHEN

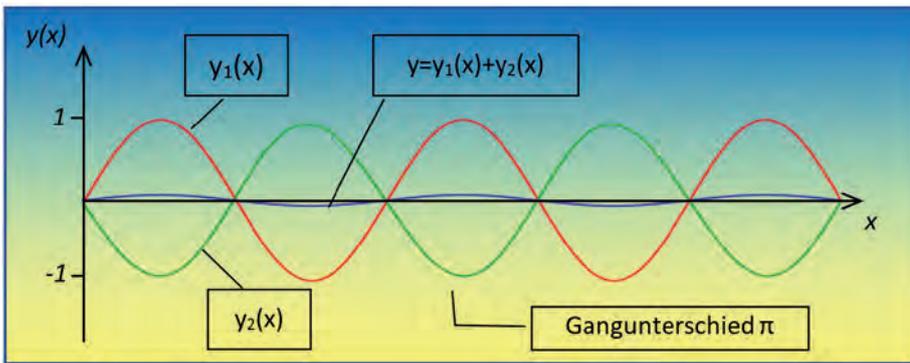


Abb. 2: Bei Gangunterschieden im Bereich von $\lambda/2$ (hier mit der Entsprechung π bezeichnet) löschen sich zwei überlagerte Wellen aus

ist hier zum besseren Verständnis mit einer Restamplitude dargestellt. Im Idealfall eines Gangunterschieds von exakt einer halben Periode ($g = \lambda/2$) erfolgt eine vollkommene Auslöschung der Welle.

Unterschiedliche Schichtdicken d sorgen also dafür, dass verschiedene Wellenlängen (Farben) aus dem reflektierten Licht fehlen. Das ursprünglich weiße, alle Farben enthaltende Beleuchtungslicht verliert einige Farbanteile und erscheint in einer Restfarbe. Der beschichtete Gegenstand erhält unter Beleuchtung somit eine Interferenzfarbe. Jeder Schichtdicke entspricht im Prinzip eine andere Farbe, wobei die Farben sich bei wachsender Schichtdicke periodisch wiederholen. Denn Auslöschung tritt nicht nur bei einem Gangunterschied von $\lambda/2$ auf, sondern auch bei $3\lambda/2$, $5\lambda/2$ und weiteren ungeraden Vielfachen von λ .

3 Inhomogene Farben aufgrund von Feldeffekten

Wenn mit PECVD (Plasma-unterstützter chemischer Gasphasenabscheidung) transparente Interferenzschichten auf Metallen abgeschieden werden, entsteht jedoch fast immer eine inhomogene Farbgebung als Ergebnis [2], da die Interferenzschichten auf 3D-Teilen in gewissem Umfang inhomogen aufwachsen. Selbst wenige Nanometer Schichtdickenunterschied führen bereits zu einem unterschiedlichen Farbeindruck.

Der Grund für die inhomogenen Schichtdicken liegt in der unterschiedlichen elektrischen Feldverteilung auf den Substraten. Vor allem an Kanten oder in Vertiefungen besitzen die Schichten unterschiedliche Dicken. Die inhomogene Feldverteilung lässt sich wie folgt erklären.

Metallische Oberflächen sind elektrisch leitend und somit elektrische Äquipotentialflächen. Für den einfachen Fall einer elektrisch

leitenden und geladenen Kugel gilt, dass eine gleichmäßige Verteilung der Oberflächenladung vorliegt. Überschussladungen fließen sofort an eine beliebige Stelle auf der Kugeloberfläche, wodurch ein Potentialausgleich folgt (Faraday-Käfig). Für das elektrische Potential U einer geladenen Kugel mit dem Radius r gilt:

$$U = Q / (4 \pi \epsilon_0 r) \quad [\text{V}] \quad <\text{Gl. 2}>$$

mit: Q : Gesamtladung der Kugel [C]

$$\epsilon_0: \text{Influenzkonstante } (8,8542 \cdot 10^{-12} \text{ As/Vm})$$

Für das elektrische Feld E einer Kugel gilt:

$$E = Q / (4 \pi \epsilon_0 r^2) \quad <\text{Gl. 3}>$$

Für zwei Kugeln mit den Radien r_1 und r_2 und dem gleichen Potential U muss gelten:

$$Q_1 / Q_2 = r_1 / r_2 \quad <\text{Gl. 4}>$$

Für die Flächenladungsdichten

$$\delta_1 = 4 \pi \epsilon_0 r_1^2 \quad <\text{Gl. 5}>$$

gilt somit das Verhältnis:

$$\delta_1 / \delta_2 = r_2 / r_1 \quad <\text{Gl. 6}>$$

Je kleiner der Radius einer Kugel beziehungsweise einer durch eine Kugel angenäherte Ausbuchtung oder Spitze einer metallischen Fläche ist, desto höher sind also die Flächenladungsdichte und die Feldstärke auf diesem Flächenstück des zu beschichtenden Bauteils (Abb. 3). Dieses vereinfachte Modell berücksichtigt keine Abschirmeffekte des Plasmas oder den Dunkelraum. Es macht aber plausibel, wie erhöhte Abscheideraten an Ecken und Kanten auftreten. Im Extremfall kann die

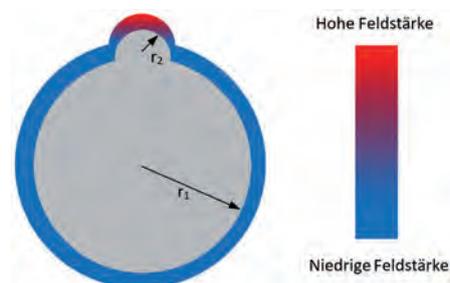


Abb. 3: Feldüberhöhung an kleinen Radien (Spitzen/Kanten) einer metallischen Fläche

Feldüberhöhung zu Spitzenentladung führen: Plasmatechniker kennen die gefürchteten elektrischen Überschläge, die von scharfen Kanten und Spitzen ausgehen können. Falls es sich aber um nicht zu spitze Geometrien handelt, kann hier über die höhere Feldstärke eine größere Abscheiderate der Schicht erreicht werden. In Vertiefungen erfolgt demzufolge aufgrund der Abschirmung des Felds (Faraday-Käfig-Effekt) eine verringerte Abscheidung (Abb. 4).

Je nach benötigter Anwendung lässt sich diese inhomogene Abscheiderate zur Erzeugung von Effekten ausnutzen, beispielsweise in Form bunter regenbogenfarbiger Fahrradketten oder Zahnkränze (Abb. 5) [6]. Eine Möglichkeit zur Herstellung von diesen Farbverläufen ist die PECVD-Beschichtungsmethode, welche schillernde Interferenzfarben erzeugt.

Ist diese erhöhte Abscheiderate unerwünscht, kann versucht werden, über Hilfselektroden das elektrische Feld um das zu beschichtende Bauteil zu homogenisieren. Allerdings ist diese Art, eine gleichmäßige Schichtdickenverteilung an Kanten zu erzielen, mit einem sehr hohen apparativen und regelungstechnischen Aufwand verbunden und führt bei zunehmender Komplexität der Bauteile schnell an die Grenzen des Verfahrens.

Weiterhin ist bei PECVD die Schichtabscheidung in kleine Vertiefungen im sub-Millimeterbereich sehr schwer zu erreichen oder gar nicht möglich. Dies bedeutet, dass zum Bei-

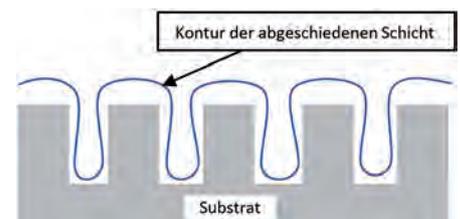


Abb. 4: Erhöhung der Schichtdicke an Kanten und verringerte Abscheidung in Vertiefungen

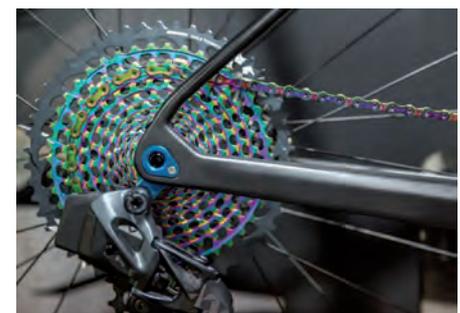


Abb. 5: Inhomogene Farbschichten wie sie zum Beispiel durch die Feldeffekte bei der PECVD-Abscheidung entstehen können [6]

spiel für die Beschichtung von Uhrenbauteilen ein anderes Verfahren benötigt wird. Die Atomlagenabscheidung kann dafür eine gangbare Lösung darstellen.

4 Atomlagenabscheidung

Im Gegensatz zu CVD- oder PECVD-Verfahren ist die Atomlagenabscheidung (Atomic Layer Deposition, ALD) ein zweistufiges Verfahren [3, 4]. Dabei wird eine Oberfläche nacheinander zwei verschiedenen Reaktanden ausgesetzt. Der erste Reaktand bildet durch Adsorption an der Oberfläche zunächst eine Monolage. Dabei ist entscheidend, dass sich keine weiteren Moleküle des ersten Reaktanden an die Monolage binden, sobald diese vollständig ist. Der Prozess ist damit selbstlimitierend. Nach einem Spül- und Abpumpschritt wird ein zweiter Reaktand eingeleitet, der mit der gebildeten Monolage zu einem festen Reaktionsprodukt in Form einer dünnen, monomolekularen oder monoatomaren Schicht reagiert (Abb. 6).

Bei thermischen ALD-Prozessen sind für eine erfolgreiche Abscheidung spezifische Grenzen bezüglich der anwendbaren Temperatur zu beachten. Wenn die Temperatur niedrig ist (Abb. 7), sinkt die Reaktionsgeschwindigkeit deutlich und die Zeit für einen Zyklus wird sehr lange (z. B. Stunden statt Sekunden). Bei zu niedriger Temperatur kann es zudem zur Kondensation kommen, hervorgerufen durch Adsorption von mehr als einer Moleküllage an der Oberfläche, und damit zu einer höheren Abscheiderate als erwartet. Auf der anderen Seite führt eine zu hohe Temperatur entweder zu einer Desorption des Präkursors von der Oberfläche (Abscheiderate niedriger als erwartet) oder, falls dies nicht eintritt, zu einer thermischen Zersetzung an der Oberfläche (Abscheiderate höher als erwartet).

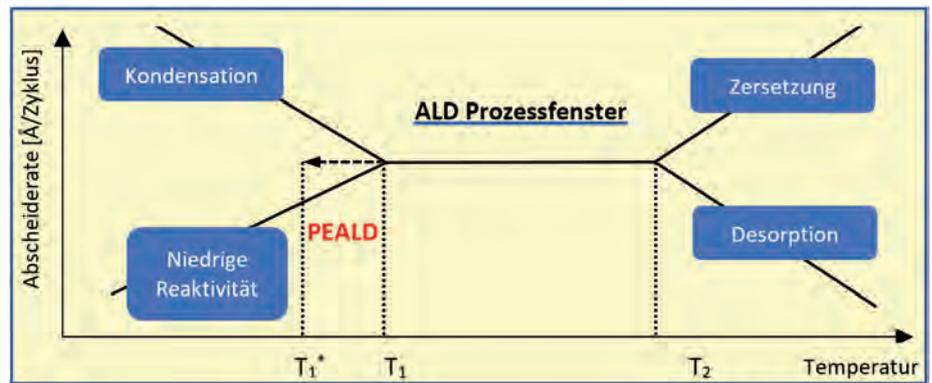


Abb. 7: Bei Verwendung von Plasma für einen Teilzyklus (PEALD) kann das ALD-Prozessfenster zu kleinen Temperaturen (T_1^*) hin erweitert werden

In einigen Fällen ist damit kein praktikables Prozessfenster zu finden.

Um diese Einschränkung zu umgehen beziehungsweise grundsätzlich einen ALD-Prozess zu ermöglichen, kann die Reaktivität eines Präkursors erhöht werden, zum Beispiel durch Aktivierung beziehungsweise Ionisierung in einem Plasma [5]. Diese Technologie wird als PEALD (plasmaunterstützte Atomlagenabscheidung) bezeichnet. Dadurch ist eine Abscheidung bei deutlich niedrigeren Temperaturen möglich und es können temperaturempfindliche Werkstoffe, beispielsweise viele Kunststoffe, beschichtet werden. Die so erzeugten Schichten sind defektfrei und äußerst homogen. Wichtig dabei ist, dass das Plasma nur zur Aktivierung des Co-Reaktanden verwendet wird und der zweistufige Charakter des Verfahrens somit erhalten bleibt. Es ist naheliegend, dass PEALD-Verfahren klare Vorteile gegenüber reinen PECVD-Verfahren haben, wenn Bauteile mit komplexeren Geometrien beschichtet werden sollen.

5 Aufbau einer ALD-Beschichtungsanlage

Der Hauptbestandteil der Anlage ist die Prozesskammer, in der das Substrat auf Prozess Temperatur gehalten wird und die Prozessgase eingeleitet werden. Ein Pumpstand, beispielsweise bestehend aus Drehschieber- und Turbomolekularpumpe, dient zum Evakuieren der Kammer. Ziel ist hier, Reaktionen mit Molekülen aus der Restgas-Atmosphäre zu vermeiden. Der optimale Basisdruck dieses Vakuums liegt üblicherweise im Bereich von etwa 0,002 mbar. Zur Drucküberwachung werden in der Regel zwei Sensoren (Pirani und Baratron) eingesetzt. Zum Einleiten der Ausgangschemikalie (Präkursor) und des Spülgases dienen Hochgeschwindigkeits-ALD-Ventile. Flüssige und feste Präkursor werden geheizt, gasförmige Präkursor und das Spülgas werden zusätzlich mit einem MFC geregelt. Zur Erzeugung des Plasmas wird ein Hochfrequenz-Plasmagenerator verwendet, dessen Elektrode sich über dem Substralthalter befindet. Abbildung 8 zeigt den schematischen Aufbau einer geeigneten ALD-Beschichtungsanlage.

6 Herstellung dekorativer und beständiger ALD-Interferenzschichten

Die Abscheidung von farbigen dekorativen Schichten ist nur auf metallisch glänzenden Grundwerkstoffen möglich. Bei matten absorbierenden Substraten tritt nicht genügend Reflexion an der unteren Grenzfläche auf (Punkt C in Abb. 1). Kunststoffe müssen also zur Herstellung einer Interferenzschicht in einem ersten Schritt mit Metall beschichtet werden. Je glänzender die jeweilige Oberfläche ist, auf der die Schicht abgeschieden

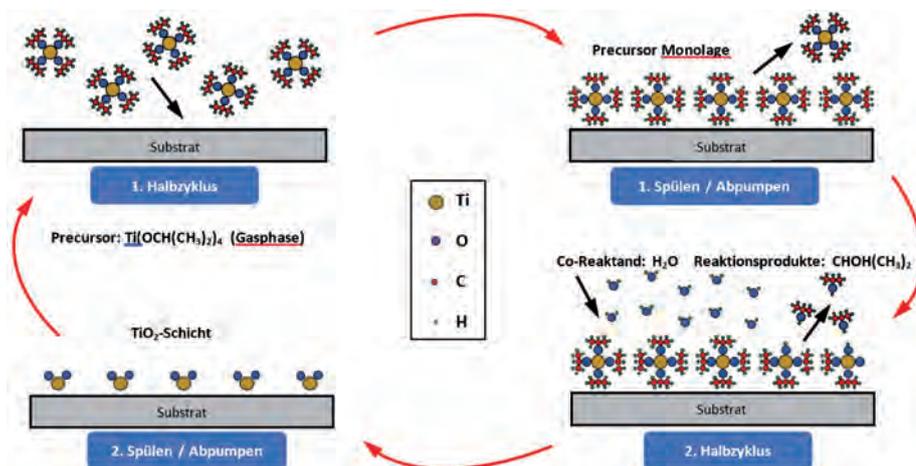


Abb. 6: ALD-Prozess am Beispiel einer TiO_2 -Abscheidung mit Titan-Isopropoxid als Präkursor

OBERFLÄCHEN

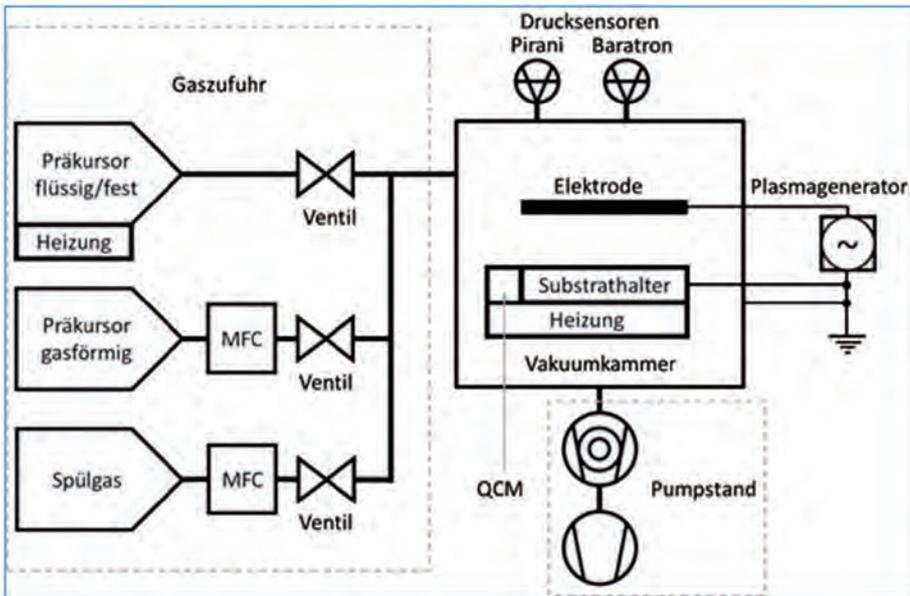


Abb. 8: Allgemeiner Aufbau einer plasmaunterstützten ALD-Beschichtungsanlage, mit den grundlegenden Komponenten

wird, desto brillanter erscheint die Interferenzfarbe.

Die besten Effekte werden auf verchromten Oberflächen erreicht, aber auch Edelstahl oder Titan liefern sehr gute Resultate. Auf Aluminium werden die Farben in der Regel geringfügig matter.

Die bei Niedertemperatur ($T < 100\text{ °C}$) abgeschieden ALD-Schichten bestehen in der Regel aus Metalloxiden wie Titandioxid oder Aluminiumoxid. Die Schichtdicken bewegen sich im Bereich zwischen etwa 20 nm und 100 nm. Diese Oxidschichten sind thermodynamisch stabil und zeigen eine hervorragende Beständigkeit gegen Säuren, Laugen und Organika. Sie bieten somit einen optimalen Korrosionsschutz. Weiterhin ist bei geeigneter Wahl der Schicht auch die dermatologische Verträglichkeit oder Biokompatibilität gegeben. Wenn der Untergrund eine ausreichende Härte aufweist, können selbst dünne ALD-Oxidschichten sehr kratzfest sein.

Uhrenteile, wie zum Beispiel Federn oder Schrauben, werden mit einer ALD-Metalloxidschicht in unterschiedlicher Dicke beschichtet. Die homogene Farbgebung in den Gewindegängen und in der Vertiefung der Schlitze auf dem Schraubenkopf ist im Vergleich zu anderen Verfahren beeindruckend.

Uhrenfedern mit einem Durchmesser von wenigen Millimetern können als Schüttgut homogen blau beschichtet werden (Abb. 10 und 11). Hier kommt eine Interferenzschicht zum Einsatz, welche aus einem korrosionsfesten Metalloxid besteht. Sämtliche Flächen weisen die gleiche Beschichtungsdicke mit einer Genauigkeit im sub-Nanometerbereich auf. Das Ergebnis ist auch hier auf allen Flächen ein exakt gleicher blauer Farbton. Im Prinzip können auch andere Farben wie Rot oder Grün erzeugt werden. Für eine hohe Brillanz sind hier aber aufgrund der bereits



Abb. 10: Uhrenfedern mit einem Durchmesser von wenigen Millimetern können als Schüttgut mit ALD-Verfahren homogen blau beschichtet werden; sämtliche Flächen weisen die gleiche Beschichtungsdicke auf



Abb. 11: Mittels ALD blau beschichtete Federn, eingebaut in eine Uhr (Bild: Carl Haas GmbH)

vorhandenen nativen Oxidschicht auf Metallen komplexere ALD-Multilagentechnik in Rottweil bietet Versuche zur Erprobung der Einsatzfähigkeit auf kleinen komplex geformten Bauteilen an.

➔ www.steinbeis.de/su/1877

Literatur

- [1] Ch. Gerthsen, H. Vogel: Gerthsen Physik; 20. Auflage, Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York, 1999, S. 529
- [2] V. Bucher: Vakuum in Forschung und Praxis 18 (2006), Nr. 2, 27–31, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim; DOI:10.1002/vipr.200600281 27
- [3] A. Sherman: Atomic layer deposition for nanotechnology; Ivoryton Press, Ivoryton 2008
- [4] T. Kääriäinen, D. Cameron, M.-L. Kääriäinen, A. Sherman: Atomic Layer Deposition, Principles, Characteristics, and Nanotechnology Applications; Scrivener Publishing 2013
- [5] J. Geng, D. Hähnel: PEALD-Atomlagenabscheidung mit Plasmaunterstützung erschließt neue Anwendungsfelder; WOMag (4/2013); DOI: 10.7395/2013/GENG1
- [6] N.N.; https://www.lvr-cycles.com/de/ketten-kassetten-mtb/2605-9719-sram-cassette-xx1-eagle-12s-rainbow-xg-1299-10-50t.html#/168-farbe_oil_slick/440-zahne-10_50, abgerufen 19.09.2023



Abb. 9: Miniaturschrauben mit verschiedenen Schichtdicken einer ALD-Metalloxidschicht; die rechte Schraube ist unbeschichtet

Technologische Fortschritte und Kampf gegen die Bürokratie – Oberflächentechniker informieren aus Forschung und Industrie

Bericht von den ZVO-Oberflächentagen vom 13. bis 15. September in Berlin

Die ZVO-Oberflächentage haben sich in den letzten Jahren zu der wichtigsten Veranstaltung der Oberflächentechnikbranche entwickelt. Auch in diesem Jahr bot der Veranstalter ZVO, Zentralverband Oberflächentechnik e. V., wieder ein beeindruckendes Programm mit 90 Fachvorträgen sowie einer umfangreichen Industrieausstellung. Belohnt wurde die Arbeit des Veranstalters mit einer hohen Teilnehmerzahl; der hohe Anteil an jungen Fachleuten zeigte das große Interesse am Fachgebiet Oberflächentechnik und stimmt hoffnungsvoll, dass die Branche die hohen Erwartungen aus allen Teilen der Industrie auch in den nächsten Jahren erfüllen wird. Dies spiegelt sich auch in den Themen der Fachvorträge wieder, die sich mit neuen Entwicklungen für die Herstellung von Brennstoffzellen oder Energiespeichern, aber auch mit Verfahren zur Einsparung von Ressourcen und Energie befassten. Auf der anderen Seite sind Möglichkeiten zur Bewältigung der enormen bürokratischen Anforderungen oder zur Erfüllung der zahlreichen gesetzlichen Vorgaben im Hinblick auf Umwelt- und Arbeitsschutz oder weiteren politischen Ziele gefragt. In dieser und der nächsten Ausgabe der WOMag werden die Inhalte der Fachvorträge zusammengefasst wiedergegeben.



Zum online-Artikel

ZVO-Vorstandsvorsitzender Jörg Püttbach eröffnete die ZVO Oberflächentage 2023 am neuen Veranstaltungsort, dem Mercure Hotel MOA in Berlin, und freute sich, etwa 540 Teilnehmer und Teilnehmerinnen zur Tagung begrüßen zu können. Er versprach dem Fachpublikum ein interessantes Tagungsprogramm mit 90 Fachvorträgen zu verschiedenen Themen aus dem Gebiet der Oberflächentechnik sowie eine umfangreiche Industrieausstellung mit 70 Unternehmen und Facheinrichtungen. Als Ehrengäste begrüßte er Prof. Dr. Möbius und Prof. Dr. Steinhäuser. Er zeigte sich zudem erfreut, dass Studierende der Universität Ilmenau und der Fachschule für Galvano- und Oberflächentechnik Schwäbisch Gmünd den Weg nach Berlin gefunden hatten. Seinem Vorgänger Walter Zeschky sprach Püttbach, der seit Beginn des Jahres das Amt des ZVO-Vorsitzenden innehat, sei-

nen Dank für dessen langjährige Arbeit für den ZVO aus.

Weniger positiv äußerte sich Jörg Püttbach zur Lage der Unternehmen aus dem Bereich Galvano- und Oberflächentechnik. Die gesetzlichen Herausforderungen – beginnend bei den Anforderungen aus REACH über die Verminderung von Kohlenstoffdioxidemissionen, den verstärkten Einsatz von regenerativen Energien in Verbindung mit der Reduzierung klassischer Energieträger oder den Vorgaben zu Lieferketten – sind inzwischen zur Gefahr für die wirtschaftliche Weiterentwicklung geworden. Zur Erfüllung der Gesetze und Auflagen fallen in zunehmendem Maße bürokratische Arbeiten von kaum mehr zu bewältigendem Umfang an. Darüber hinaus nehmen steigende Zinsen, unkalkulierbare Kosten für Rohstoffe, fehlende Fachkräfte oder unzureichende Infrastruktur den Unter-



Jörg Püttbach

(Bild: ZVO/OT2023/S. Hobbiesiefken)

nehmen den Spielraum, um der stärker werdenden globalen Konkurrenz Paroli zu bieten. Ganz besonders ärgerlich ist dies, da die Regierung in Deutschland angeblich davon überzeugt ist, dass der Mittelstand das Rück-

IHRE STARKEN PARTNER IN DER METALLVEREDELUNG

- Verzinken – Chrom-6-frei
- Dickschichtpassivierung
- Passivieren von Aluminium
- Elektropolieren von Edelstahl
- Versiegelungen
- Gleitbeschichtungen
- Edelstahl beizen
- Reinigen und Entfetten



STRÄHLE + **MVB**
METALLVEREDELUNG



Strähle-Galvanik GmbH + MVB Metallveredelung Bretten GmbH
Zentrale: Gewerbestraße 16 -18 • 75059 Zaisenhausen
Telefon + 49 (0) 72 58 91 32 - 0 • info@straehle-galvanik.de
Web: www.straehle-galvanik.de • www.mv-bretten.de



Die Preisträger Dr. Stich (links), Prof. Dr. Reinhold (Mitte) und Dr. Zielonka

Eröffnungsabend zu den ZVO-Oberflächentagen 2023 in Berlin



(Bilder: ZVO/OT2023/S. Hobbiesiefken)

grat der deutschen Industrie darstellt. Die Unternehmen der Oberflächentechnikbranche sind nahezu vollständig in diesen Bereich einzuordnen und liefern zudem ein Produkt beziehungsweise eine Dienstleistung, die bei fast jedem Produkt zu finden ist und unersetzbare Aufgaben übernimmt: Schutz wertvoller Rohstoffe, Gewährleistung ausreichend langer Lebensdauern, Minimierung von Rohstoffverbrauch oder Erzielung notwendiger Eigenschaften – was sich besonders eindrucksvoll an allen Produkten im Bereich der Datenverarbeitung und IT zeigt. Zu Recht fordert der Zentralverband Oberflächentechnik e. V. (ZVO) von der Politik bessere Rahmenbedingungen für die Wirtschaft, sei es beim Energiepreis, der Regulierung von chemischen Produkten oder der Gewinnung von Fachkräften.

Ehrungen

Im Rahmen der ZVO-Oberflächentage wurden auch in diesem Jahr wieder der traditionelle Nachwuchsförderpreis der DGO vergeben sowie weitere Ehrungen vorgenommen. Der Nachwuchsförderpreis 2023 der Deutschen Gesellschaft für Galvano- und Ober-

flächentechnik e. V. (DGO), überreicht durch Dr. Klaus Wojczykowski ging an Dr. Maria del Carmen Stich von Technischen Universität Ilmenau für ihre Dissertation mit dem Thema *Analysis of the physical properties and photoelectrochemical behavior of c-Si/a-SiC:H(p) photocathodes for solar water splitting*. Die Arbeit beschäftigt sich mit Fragen zur Energieerzeugung unter Nutzung von galvanotechnischen Verfahren und der Möglichkeit, hierdurch der Galvanotechnik neue Anwendungsfelder zu eröffnen. Die von Dr. Stich untersuchten Systeme bestehen aus amorphem Siliciumcarbid auf kristallinem Silicium. In ihrer Arbeit hat sie den Einfluss des Dotierungsgrads und der Oberflächenterminierung von Siliziumcarbid auf die Dynamik der Ladungsträger sehr sorgfältig untersucht. Die Arbeit ist ein sehr gut abgestimmter Dreiklang aus Herstellung, Charakterisierung und konkreten Anwendungen der Schichten. Die so entstandenen Schichten mit großer Oberfläche haben ein hohes Anwendungspotential für die photolytische Wasserersetzung. Das stromlose Verfahren steht in unmittelbarer Konkurrenz zur elektrolytischen Wasserersetzung.

Prof. Bertram Reinhold, Audi AG, Ingolstadt, erhielt den Heinz-Leuze-Preis für das Jahr 2023 für seinen Beitrag mit dem Titel *Herausforderungen für die Oberflächentechnik: Mischbauweise im Automobilbau*, erschienen in der Zeitschrift *Galvanotechnik*. In seinem didaktisch sehr gut gestalteten Artikel geht Prof. Reinhold auf die wissenschaftlich-technischen Herausforderungen ein, die sich aus Anforderungen an die Gewichtsreduktion im modernen Automobilbau durch den Einsatz von verschiedenen Materialien, wie zum Beispiel hochfeste Stähle, Aluminium und CFK kombiniert (Mischbau), ergeben. Sehr gut nachvollziehbar erläutert er das Spannungsfeld zwischen Sicherheit, Gewichtsreduktion und Materialstabilität, letztere vor allem im Hinblick auf Korrosionsprozesse. Die verschiedenen Fügeverfahren im Mischbau werden kritisch gegeneinander abgewogen. Ein zentraler Aspekt des Artikels sind Korrosionsschutzsysteme und die entsprechenden Vorbehandlungen. Das Korrosionsverhalten der verschiedenen Materialien wird sehr gut nachvollziehbar anhand von elektrochemischen Polarisationskurven diskutiert und in Bezug zum Mischbau gesetzt. Ausführun-

JETZT INVESTIEREN UND FÖRDERUNG SICHERN!

MUNK
WE HAVE THE POWER!



- + EFFIZIENZSTEIGERUNG
- + MEHR ZUVERLÄSSIGKEIT
- + REDUZIERUNG DES CO₂-AUSSTOßES

MUNK GmbH

Gewerbepark 8+10 | D-59069 Hamm-Rhynern | Tel.: +49 2385 74-0 | Mail: vertrieb@munk.de | www.munk.de | [f](#) [in](#) [v](#)

OBERFLÄCHEN

gen zu konstruktionstechnischen Aspekten wie Wasserablauf, Anordnung von Dichtungen und Einstellung von Reibwerten runden die Diskussion ab. Es wird eindrucksvoll klar, dass Korrosion eine Systemeigenschaft ist.

In Anerkennung seiner herausragenden Leistungen in Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Galvano- und Oberflächentechnik verlieh die Deutsche Gesellschaft für Galvano- und Oberflächentechnik e. V. (DGO) Dr. Andreas Zielonka den *Jacobi-Preis 2023*, überreicht durch DGO-Vorsitzenden Dr. Martin Metzner. Nach dem Studium der Elektrotechnik, Elektrochemie und Galvanotechnik sowie der Promotion an der TU Ilmenau hat Dr. Zielonka während der Leitung des fem Forschungsinstitut Edelmetalle + Metallchemie in Schwäbisch Gmünd von 1993 bis 2022 die Galvanotechnik auf wichtigen Gebieten in Forschung und Entwicklung maßgeblich gefördert. Zu nennen sind vor allem die Verfahren zur galvanischen Hochgeschwindigkeitsabscheidung, elektrochemische Methoden zur Online-Prozessüberwachung oder die Entwicklung und Einführung neuer funktionaler Oberflächen auf Basis von Legierungs- und Dispersionsschichten, Multilayersystemen, Gradientenschichten sowie Nanosystemen. Arbeiten zu diesen Themen wurden in mehr als 200 Fachbeiträgen in nationalen und internationalen Fachzeitschriften sowie in Form von Vorträgen auf nationalen und internationalen Kongressen veröffentlicht.

Besondere Bedeutung für die Galvanotechnik hat die in den letzten Jahren erfolgte Erweiterung seiner Forschungsschwerpunkte auf die aktuellen Themenfelder Brennstoffzellen, Batterieforschung und Wasserstofftechnik. Zentrale Themen sind dabei materialsparende, etwa nanoskalige Strukturen für die katalytisch wirksamen Edelmetalle und deren Legierungen sowie effiziente und leicht verfügbare Alternativen. Im Rahmen der Neugliederung des fem durch Dr. Zielonka im Schwerpunkt *Elektrochemische Energiesysteme* kommt dem Institut international eine besondere Bedeutung zu. Die Entwicklung galvanotechnischer Verfahren für diese bedeutenden Zukunftsfelder ist für die Branche von zentraler Bedeutung.

Festvortrag

Zum Abschluss der feierlichen Eröffnung zeigte Regina Halmich, Pionierin und eine der erfolgreichsten Frauenboxerinnen weltweit, dem Publikum mit ihrer Keynote *Bloß nicht in den Seilen hängen* was Erfolg im Ring und im Business gemeinsam haben.



Regina Halmich

(Bild: ZVO/OT2023/S. Hobbiesiefken)

Sie gab einen Einblick in ihr Leben und ihre einzigartige Karriere mit den erlebten Höhen und Tiefen. Dabei zog sie Parallelen zu den Herausforderungen, mit denen jeder Einzelne sich täglich konfrontiert sieht. Wie sie betonte, ist Weltmeister zu werden eine Sache, es zu bleiben, eine andere. Vom Verfolger wird man zum Verfolgten. Alle wollen einem den Weltmeistertitel – oder in der Wirtschaft – die Marktführerschaft streitig machen. Wie sie mehrmals betonte, wird man Weltmeister mit Kopf und Kampfgeist. Und, wie Halmich ausdrückte: Wer nicht topfit und hundertprozentig konzentriert an eine Sache herangeht, der geht k.o., im Boxen und anderswo.

Fachvorträge

Nachfolgend sowie in der nächsten Ausgabe der WOMag werden Inhalten der Fachvorträge zusammenfassend wiedergegeben.

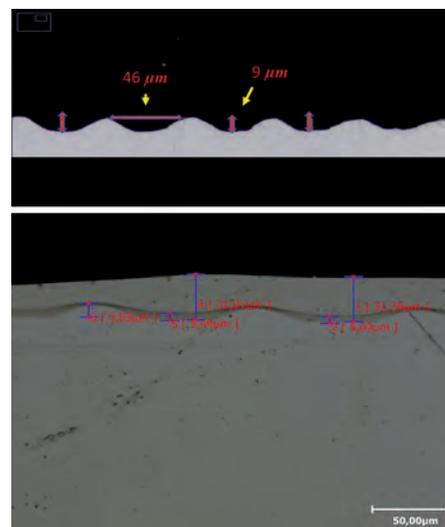
Funktionsschichten

Einerbung in galvanisch Nickelschichten

Wie Dr. Adriana Ispas, Technische Universität Ilmenau, einleitend betonte, spielt die Einerbung für viele galvanische Schichten eine wichtige Rolle, beispielsweise zur Einerbung von Mikrorauheiten einer Oberfläche, aber auch zum Ausgleich der unterschiedlichen lokalen Stromdichten bei komplex geformten Teilen. Der zweitgenannte Effekt lässt sich auch durch den Einsatz von Hilfsanoden lösen, allerdings mit einem hohen manuellen Aufwand. Ausschlaggebend ist hier die Diffusionsschicht, die bei Makroprofilen der Struktur folgen kann, während dies für Mikroprofile nicht gilt. Das Resultat ist eine schlechte Mikrostruktur. Von Mikroprofilen wird bei Rautiefen beziehungsweise Rauhheiten von weniger als 0,5 mm gesprochen. Zur Bestimmung der Wirkungsweise der Einerbung dient die Größe mit der Bezeich-

nung *Leveling*, bei welcher der Ausgleich einer spaltartigen Vertiefung bestimmt wird.

Für die Untersuchung dieser Art der Einerbung wurde ein standardmäßiger Elektrolyt auf Basis von Nickelsulfat eingesetzt. Als Zusatz dienten unter anderem Stoffe wie Saccharin, Natrium-Allyl-Sulfonat oder Natriumdodecylsulfat. Saccharin reduziert die Spannungen, Natriumdodecylsulfat ist Netzmittel und Natrium-Allyl-Sulfonat ist ein Glanzbildner. Während primäre Glanzbildner nicht allein helle glänzende Schichten erzeugen, können sekundäre Glanzbildner dies leisten. Allerdings erhöhen sekundäre Glanzbildner auch die inneren Spannungen der Schicht, weshalb der Einsatz der Stoffe auf die zu erzielenden Eigenschaften der Schicht abgestimmt werden sollte.



Struktur des verwendeten Substrats (Schallplattenmatrize, oben) und ein Beispiel für die Einerbung durch PPS (150 mg/l) (Bild: A. Ispas)

Als Kathode für die durchgeführten Untersuchungen wurde eine Matrize für Schallplatten herangezogen. Bei diesen liegt der Abstand zwischen den Höhen bei etwa 45 µm bis 50 µm und die Rillentiefe bei etwa 5 µm. Bei der Verwendung dieses Substrats ist durch die kombinierte Zusatzzugabe eine drastische Reduzierung der Rauheit erzielbar. Durch XRD-Messungen lässt sich zudem der Einbau der Zusätze feststellen. Des Weiteren wurde die Farbe als Kennwert für die Lichtreflexion genutzt. Auch hier lässt sich eine Aussage zur steigenden Helligkeit der Schichten nachweisen, beispielsweise einer Farbverschiebung von Gelb nach Blau. In weiteren Untersuchungen wurde zum Beispiel die Änderung der Stromausbeute durch die Zugaben bestimmt. Wichtig ist in diesem Hinblick

vor allem auch die passende Kombination der Zusätze.

Nickel-Phosphor-Abscheidung mit hohen Stromdichten

Einen Einblick in die praktische Umsetzung bei der Abscheidung von Nickel-Phosphor bei hohen Stromdichten bot Steffen Habekuß, Technic Deutschland GmbH. Besonders begehrt ist die Eigenschaft, dass Nickel durch das eingebaute Phosphor von magnetisch zu nicht-magnetisch wechselt sowie eine hohe Verschleiß- und Korrosionsbeständigkeit besitzt. Wie REM-Untersuchungen zeigen, weist eine Nickel-Phosphor-Schicht mit 6 % Phosphor laminare Strukturen auf wie gewöhnliches Nickel, bei 11 % hat sich diese Erscheinung deutlich gewandelt. Zur Beurteilung der Beständigkeit der Schichten werden die Verschleiß- und die Korrosionsbeständigkeit als wichtigste Eigenschaften herangezogen. Dabei wird in der Regel eine Mehrschicht, zum Beispiel mit Nickel als Unterschicht, eingesetzt. Als weitere positive Eigenschaft ist die Lötbarkeit von Nickel-Phosphor zu nennen. Auch wenn die Eigenschaften der Schichten sehr positiv sind, findet das System bisher kaum Einsatz. Vorteilhaft wäre es zum Beispiel für die Bandbeschichtung, bei der jedoch die üblichen Stromdichten zu gering sind. Bei einer Erhöhung der Stromdichte beim Einsatz eines üblichen Nickel-Phosphor-Elektrolyten nimmt der Anteil an eingebautem Phosphor deutlich ab. Um höhere Stromdichten zu nutzen, kann einem standardmäßigen Elektrolyten auf der Basis von Nickelsulfat Phosphorsäure oder eine vergleichbare Phosphorquelle zugegeben werden. Untersucht wurde bei einem derartigen Elektrolyten zum Beispiel der Einfluss der Umwälzung des Elektrolyten sowie des pH-Werts. Sowohl der steigende pH-Wert als auch die erhöhte Stromdichte führen zu einem höheren Anteil an Phosphor in der Schicht.

Allerdings ist zu berücksichtigen, dass die Erhöhung der Parameter den Einbauanteil des Phosphors verändert. Bei einer Stromdichte von 25 A/dm² konnten mit dem angepassten Elektrolyten Phosphorgehalte von etwa 12 % mit geringer Streuung hergestellt werden. Neu ist inzwischen auch die mögliche Vermessung der Schicht im Hinblick auf deren Zusammensetzung aus Nickel und Phosphor mittels Röntgenfluoreszenz.

Chemische Nickelabscheidung bei 75 °C

Dr. Iulia-Cornelia Baciu, Atotech Deutschland, stellte ein neues, chemisches Abscheidesystem für Nickel-Phosphor vor, das aufgrund einer niedrigeren Elektrolyttemperatur von 75 °C umweltfreundlich und weniger kostenintensiv ist. Dieses Systems wurde bereits bei einigen Kunden in der Betaphasenversion getestet und wird in Kürze offiziell in den Markt eingeführt. Durch die geringere Temperatur lassen sich etwa 20 % bis 30 % Energie einsparen. Zugleich werden weniger Nickel und Ammoniak durch Aerosole in die Umgebung abgegeben.

Zum Einsatz kommt der Elektrolyt für Phosphorgehalte von 5 % bis 10 %. Zudem geht aufgrund der niedrigeren Arbeitstemperatur während Stillstandszeiten auch weniger Energie verloren, woraus sich eine Energieeinsparung von aufsummiert 30 % ergibt. Diese Einsparung lässt sich für die Verringerung des CO₂-Fußabdrucks heranziehen. Mit dem neuen System hat die Atotech nach Eliminierung von Blei als Stabilisator einen weiteren Schritt beim Angebot an chemischen Abscheideverfahren vollzogen.

Zum Einsatz kommt das System vor allem zur Beschichtung von Nichtleitern. Dafür musste für das System der optimale Arbeitsbereich aus Temperatur, pH-Wert und Zusätz-

ze ermittelt werden. Mit dem Prozess können etwa 15 µm pro Stunde abgeschieden werden. Bei 3 MTO wird eine Abscheiderate von 13 µm bis 14 µm pro Stunde erzielt, wobei lediglich geringe Mengen an Ammoniak zugegeben werden müssen. Die Phosphorgehalte bleiben über die Lebensdauer relativ konstant bei 5 % bis 6 %.

Zur Analyse eignet sich vor allem die Bestimmung des TOC-Gehalts. Anfangs wurde eine Abnahme des Glanzgehalts über das Alter des Elektrolyten festgestellt. Inzwischen konnte das System so verbessert werden, dass von einer glanzhaltenden Eigenschaft gesprochen werden kann. Die Härte der Schichten liegt bei etwa 600 HV und der Verschleiß liegt bei den für mittelposphorhaltigen Schichten üblichen Werten. Die Korrosionstests entsprechen den Anforderungen des Markts. Zum Einsatz kommt der Elektrolyt bei allen üblichen metallischen Substraten. Bügeltests werden ohne Einschränkungen bestanden.

Plasmaelektrolytische Oxidation von Stählen

Dr.-Ing. Roy Morgenstern, Technische Universität Chemnitz, stellte sich der Frage, auf welche Weise die Deckschichtbildung zu Beginn der plasmaelektrolytischen Oxidation von Stählen in Elektrolyten erfolgt – ob es sich um Passivierung oder Fällung handelt. Für diesen Prozess untersuchte der Vortragende alkalische Elektrolyte mit Aluminiumverbindungen. Während die plasmaelektrolytische Oxidation als Verfahren zur Herstellung von Schutzschichten bereits seit längerem im Einsatz ist, könnte diese Technologie auch bei Stahl als Haftgrund für Stahl-Kunststoffverbunde geeignet sein. Die erzeugte Oxidschicht auf Stahl zeichnet sich durch eine ge-



Je nach Phosphorgehalt in der Nickel-Phosphor-Schicht ändert sich die Struktur der Schicht, links mit 6 % Phosphor, rechts mit 11 % (5000fach) (Bild: S. Habekuß)



SERFILCO®

Pumpen & Filter

chemiebeständig · robust · langlebig

Der starke Partner für Industrie & Anlagenbau!

- Pumpen & Filtersysteme für die Prozessstufen: Reinigung, Entfettung, Phosphatierung, Passivierung u. galvanische Beschichtungen (Metall & Kunststoff)
- Pumpen für Eloxal-/Harteloxalverfahren
- Filtersysteme f. Elektrolyte-, Beize-, Spül- und Versiegelungsbäder
- SerDuctor®-Düsensystem zur Badbewegung ohne Luft
- Badheizer und Wärmetauscher

OBERFLÄCHEN

ringere thermische Ausdehnung, Erzielung einer guten Haftschrift für Kunststoff sowie einen besseren Korrosionsschutz aus.

Als Vorteil der plasmachemischen Oxidation gilt unter anderem, dass bei den höheren elektrischen Spannungen in Verbindung mit einer Gasbildung aufgrund von elektrischen Funken ein Aufschmelzen der Oberflächenzone stattfindet, im Falle von Aluminium als Substrat mit sehr guten Ergebnissen. Bei Stahlsubstraten kann eine Oxidschicht bei Einsatz von silikathaltigen Elektrolyten erzeugt werden.

Auf Eisenwerkstoffen lässt sich unter Einsatz von aluminiumhaltigen Elektrolyten eine Deckschicht aus Aluminiumoxid herstellen. Im Gegensatz zu Aluminiumsubstraten sind Spannungen von wenigen 100 mV ausreichend, um die gewünschte Plasmaoxidation in Gang zu setzen. Zur Aufklärung der Vorgänge wurde mit einer speziellen Versuchsvorrichtung ein Stahl in alkalischen, phosphathaltigen Elektrolyten untersucht. Dafür wurden pH-Werte von 12 und 11,5 gewählt. Mit dem Verfahren wurden dünne, nicht sichtbare Schichten erzeugt, bei denen es sich sehr wahrscheinlich um eine Oxidschicht handelt. Das Verfahren eignet sich für eine gezielte Vorpasivierung von hochfesten Stählen.

Galvanische Schichten und Gasphasenschichten im Verbund

Häufig werden entweder galvanische oder Gasphasenschichten für die unterschiedlichen funktionellen Einsatzfälle genutzt. Mit der Kombination der beiden Schicht- beziehungsweise Verfahrenstypen befasst sich Lukas Grohmann von der Technischen Universität Ilmenau. Die Motivation zur Herstellung der Schichtkombination liegt für Grohmann beispielsweise in einer geforderten hohen Temperaturbeständigkeit unter hohen Belastungen, wobei die Temperaturen über 1000 °C liegen. Bisher sind Gasphasenschichten vor allem als Reib- und Verschleißschutz mit Dicken von deutlich unter 1 µm gebräuchlich, ohne den Einsatz galvanischer Schichten.

Für eine Kombination der beiden Schichtvarianten wurde Stahl mit Nickel beschichtet, darauf wurden zwei Varianten an PVD-Schichten sowie eine CVD-Schicht aufgebracht. Die Gasphasenabscheidung wurde zur Herstellung von Titanitrid (TiN) genutzt. Die verschiedenen Schichttypen zeigen deutlich unterschiedliche Morphologien wobei die Dicken zwischen 1 µm und 8 µm liegen. Auf die Titanitridschicht wurde zusätzlich eine Goldschicht galvanisch abgeschieden. Hier-

bei wurde festgestellt, dass die Goldschicht unterschiedlich gut die PVD/CVD-Schicht abdecken konnte.

Die so hergestellten Schichten wurden auf die Haftfestigkeit der Goldschicht hin geprüft. Einflussgröße für die Haftung war unter anderem die eingesetzte Stromdichte beim Vergolden, aber auch die Schichtdicke. Die Schichtkombination wurde zudem einer Wärmebehandlung unterzogen, bei der eine Diffusion von Gold in Titanitrid festzustellen war. Eine durchgeführte Phasenanalyse (XRD) zeigt für die CVD-Technik die beste Abdeckung der Goldschicht.

TLP-Fügeverfahren

Dr. Heidi Willing vom fem Forschungsinstitut Edelmetalle + Metallchemie, stellte ein schonendes TLP-Fügeverfahren bei Temperaturen unter 150 °C vor; TLP steht für Transient Liquid Phase. Dieses Fügeverfahren kommt zum Beispiel in der Mikrosystemtechnik oder der Kunststofftechnik bei Bauteilen zum Einsatz, die temperaturempfindlich sind. Die Technologie steht in Konkurrenz zum Weichlöten, Kleben oder Sintern, die alle bei Temperaturen unter 300 °C arbeiten. Bei dieser Technik geht der zuerst schmelzende Werkstoff in den flüssigen Zustand über und der höher schmelzende Werkstoff diffundiert in den geschmolzenen; bei den schmelzenden Werkstoffen handelt es sich um Indium oder Zinn.

Durch Silber als Legierungspartner kann der Schmelzpunkt zum Beispiel gesenkt werden. Ein ternäres System ist Indium-Zinn-Silber, mit dem dann Schmelztemperaturen von 150 °C erzielt werden. Damit werden eine gute Formschlüssigkeit sowie ein deutlicher Vorteil durch geringeren Energiebedarf erzielt. Das ternäre System zeichnet sich zudem durch Phasen mit hoher Wärmebeständigkeit aus. Die gesamten Untersuchungen und

Entwicklungen wurden im Rahmen eines institutsübergreifenden Projekts durchgeführt. In dem Projekt wurde daran gearbeitet, Folien aus den Werkstoffen durch galvanische Abscheidung herzustellen beziehungsweise auch Bauteile direkt mit den Lotwerkstoffen zu beschichten.

Neben Legierungsschichten wurden Einzelschichten aus den Metallen erzeugt, die sich im Falle von Indium und Zinn auch ohne Wärmeeinfluss vermischen. Mit den hergestellten Folien beziehungsweise Schichten wurden Bondversuche durchgeführt, um Chips auf Leiterplatten zur befestigen. Die gebondeten Bauteile wurden unter Einsatz der Computertomografie und durch Haftfestigkeitsmessungen charakterisiert. Mit den Untersuchungen konnte die Eignung der galvanischem Metallabscheidung zur Herstellung der Fügeflächen und der Verbindung belegt werden.

Neue Anforderungen an die Oberflächentechnik

Normung – aktueller denn je

Auch wenn Normen häufig als verpflichtende Anweisungen wahrgenommen werden, die das Leben schwer machen, so stellen sie doch eine wichtige Grundlage dar, um Produzenten ihre Arbeit deutlich zu erleichtern oder den Verbrauch an wertvollen Ressourcen und Energie einzuschränken, um nur einige Fakten zu nennen. Im Bereich der Oberflächentechnik befassen sich Tina Gläsel und Karl Morgenstern mit dem Normenwesen. Normen dienen unter anderem dazu, Vertragssicherheit zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer oder abgestimmte Produktions- und Arbeitsabläufe zu gewährleisten. Schließlich unterstützen sie den Transfer von technisch-wissenschaftlichen Erkenntnissen. Aktuell sind nach Aussage der Vortragenden insbesondere in Europa abnehmende Zahlen

Niederschmelzendes Metall	Hochschmelzendes Metall	Intermetallische Phasen	Schmelztemperatur in °C
In $T_{\text{Schmelz}} = 157 \text{ °C}$	Au	AuIn, AuIn ₂	> 495
	Ag	Ag ₂ In, Ag ₃ In	> 660
Sn $T_{\text{Schmelz}} = 232 \text{ °C}$	Au	Au ₅ Sn, AuSn ₂	> 278
	Ag	Ag ₃ Sn, Ag ₄ Sn	> 480
	Cu	Cu ₉ Sn ₅ , Cu ₃ Sn	> 415
	Ni	Ni ₃ Sn ₄ , Ni ₃ Sn ₂	> 409
Bi $T_{\text{Schmelz}} = 271 \text{ °C}$	Ni	Bi ₃ Ni, BiNi	> 470

In Frage kommende binäre TLP-Systeme

(Bild: H. Willing)

an Mitwirkenden im Normenwesen zu verzeichnen. Dadurch besteht die Gefahr, dass der Einfluss der europäischen Unternehmen auf die Gestaltung von Produkten deutlich sinkt und damit die Wettbewerbsfähigkeit der Industrie abnimmt. Aus diesem Grund ist es notwendig, mehr Unternehmen und deren Mitarbeitende für die Arbeit im Normenwesen zu begeistern.

Das Galvanik-Management-System der BGS

Eine durchdachte Betriebsorganisation sollte für jedes Unternehmen eine Selbstverständlichkeit sein. Die gängigen Managementsysteme wie Qualitätsmanagement, Umweltmanagement oder zahlreiche andere eignen sich nach Aussage von Oliver Brenscheidt, Brenscheidt Galvanik Service (BGS), zur Selbstvergewisserung. Es ist aber nicht für jedes Unternehmen klar erkennbar, dass sich der Aufwand dieser Systematiken wirklich lohnt, das heißt, es sich für das Unternehmen rechnet. Insbesondere kleinere Inhouse-Galvaniken, die vielleicht schon seit vielen Jahren ihre Dienste anbieten, unterliegen häufig einem Management nach dem Motto *Das war schon immer so*. Die Unternehmensleitung sieht dann oft keinen Bedarf, sich mit Themen wie Wissenssicherung zu beschäftigen. Durch die Erfahrung im Bereich des Qualitätsmanagements konnte die BGS die Essenz aus den Anforderungen all dieser Systeme destillieren. Herausgekommen ist ein schlankes, theoretisch analog umsetzbares System, das den Betrieb einer Galvanik beschreibt und Werkzeuge zur Verfügung stellt, um das Produktionsergebnis auf einem definierten Niveau zu halten. Das System ist so angelegt, dass es jederzeit zu einem vollwer-

tigen Managementsystem ausgebaut werden kann. Wichtige Grundlagen, zum Beispiel zum Umgang mit Behörden, bilden die Basis für die Dokumentation. Dabei ist es so konzipiert, dass es analog oder mit einfachen Office-Anwendungen funktioniert.

Grundprinzip ist immer die strikte Trennung von Produktion und Wartung. Die Produktion kann auch ohne tiefere Kenntnisse der Beschichtungstechnologie aufrechterhalten werden, während die Instandhaltung ganz oder teilweise durch eigenes oder externes Fachpersonal abgebildet wird. Dies ist insbesondere im Hinblick auf den sich verschärfenden Fachkräftemangel auch strategisch eine wichtige Basis für die Zukunft. So kann theoretisch auf den Einsatz von Fachpersonal ganz oder teilweise verzichtet werden. Redundanzen können vermieden werden.

Materialverträglichkeit bei Wasserstoffanwendung

Neue Herausforderungen ergeben sich derzeit durch die zunehmende Anwendung von Wasserstofftechnologien, mit denen sich Patricia Preikschat, presch matters GmbH, befasst, speziell der Wasserstoffverträglichkeit von Werkstoffen. In welchem Umfang die Wasserstofftechnologie unter Einsatz der Elektrolyse in den nächsten Jahren voraussichtlich zunehmen wird, kann ihren Ausführungen zufolge Daten der Einrichtung IRENA (International Renewable Energy Agency) entnommen werden. Die dort enthaltenen Zahlen zum Einsatz von grünem Wasserstoff bei der Energiewende gehen von starken Steigerungsraten aus. Interessant ist hierbei die Feststellung, dass der größte Teil des Wasserstoffs in Afrika erzeugt wird. Ebenfalls beeindruckend ist die Feststellung, dass die

prognostizierte Menge an Wasserstoff der 20-fachen Energie dessen entsprechen, was aktuell verbraucht wird.

Für die Erzeugung, Verteilung und Lagerung von Wasserstoff werden zahlreiche Komponenten eingesetzt, die in Berührung mit Wasserstoff kommen. Problematisch ist hierbei nicht die Wasserstoffversprödung, sondern ein latente Explosionsgefahr; hinzu kommt eine hohe Neigung zur Diffusion. Nachteilig ist hier die niedrige volumenbezogene Energiedichte. Dies macht den Einsatz von Drucktanks erforderlich, die im Idealfall mit einer Barriere für die Materialoberfläche aus Wolfram ausgestattet werden könnten. Aktuell sind auf dem Markt vier unterschiedliche Typen von Tanks in unterschiedlichen Ausführungen für Drucke zwischen 200 bar und 700 bar erhältlich.

Die erhältlichen Varianten von Tanks basieren auf unterschiedlichen Kombinationen; meist handelt es sich um Kunststoffmantel mit Beschichtungen, aber auch Schichtkombinationen mit elektrochemisch arbeitenden Kombinationen für vollständige Diffusionsperren. Als Barrieren kommen des Weiteren MAX-Phasen zur Anwendung.

In einem neuen Projekt werden Verfahren der Galvanotechnik in Form der Metallabscheidung und Anodisation auf deren Einsatzfähigkeit hin untersucht.

Lesen Sie weiter unter womag-online.de

WOMag-online-Abonnenten steht der gesamte Beitrag zum Download zur Verfügung. Der erste Teil des Berichts enthält die Übersicht über insgesamt 24 Vorträge. Der Gesamtumfang des Beitrags beträgt ca. 12 Seiten mit zahlreichen Abbildungen.

BRW
CHEMIE

SEIT 2020 MIT EINEM NEUEN TEAM
UND EINER STARKEN GRUPPE
DAHINTER.

WIR LEBEN OBERFLÄCHENTECHNIK

- + **Metarox** – Entfettung
- + **Avant / Amex Elcid** – saure Zinksysteme
- + **Royal** – cyanidische Zinksysteme
- + **Nickofan** – Nickelsysteme
- + **Cobre/Cuprofan** – cyanidische und alkalisch cyanfreie Kupfersysteme
- + **Colorchrom** – Passivierungen
- + **Metastrip** – Beizentfetter und Entmetallisierungen
- + **Cynex** – alkalische Zinksysteme
- + **Quimi** – chemische Nickelsysteme
- + **Cuprocid** – saure Kupfersysteme
- + **RSI-Produktreihe** – Produktlösungen für Eloxalbetriebe
- + **Avant Guard** – Top Coats
- + **Metallfärbungen**
- + **Zink-Nickel Verfahren**
- + **Weißbronze**
- + **Mechanische Verzinkung** – Produktlösungen und Anlagenbau

acp systems erhält Green Screen-Zertifikat für Reiniger und Entfetter

Als erster Hersteller einer nicht nasschemischen Reinigungstechnologie hat die acp systems AG nach eigenen Angaben für die quattroClean-Schneestrahntechnologie in Kombination mit CO₂-Gas von Linde das Green Screen-Zertifikat für Reiniger und Entfetter der Clean Production Action (CPA) erhalten. Die unabhängige, gemeinnützige Organisation identifiziert und zertifiziert auf Basis wissenschaftlich fundierter, transparenter Kriterien grüne Reinigungsmedien mit für Mensch und Umwelt sicheren chemischen Eigenschaften.

Seit Mitte April kann acp nachweisen, dass das für die ganzflächige oder partielle, trockene Reinigung mit dem quattroClean-Schneestrahilverfahren eingesetzte, flüssige Kohlendioxid von Linde ein grünes Reinigungsmedium ist. Das Unternehmen erhielt als erster Hersteller einer trockenen Reinigungstechnologie das Green Screen-Zertifikat für Reiniger und Entfetter, das für alle industriellen Anwendungen gilt, insbesondere für die Elektronikfertigung. Es bestätigt, dass im Prozessgas keine chemischen Stoffe enthalten sind, die Mensch und Natur schädigen.

Sichere Reinigungsmedien zum Schutz von Arbeitnehmern und Umwelt

Green Screen ist ein weltweit anerkanntes Tool zur Bewertung und zum Benchmarking von Chemikalien auf Grundlage ihrer Gefährlichkeit. Mit dem Green Screen-Zertifikat für Reiniger und Entfetter hat Clean Production Action einen Maßstab speziell für Reinigungs-

medien geschaffen, die als Prozesschemikalien in der Fertigung eingesetzt werden. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der Elektronikindustrie. Hintergrund ist der gemeinsam von der IPC (Association Connecting Electronics Industries), Apple und anderen internationalen Unternehmen erarbeitete Standard IPC-1402 – Standard for Green Cleaners Used in Electronics Manufacturing (Standard für Grüne Reiniger für die Elektronikfertigung), der seit Mitte 2022 verfügbar ist. Er definiert, welche Kriterien ein grüner Reiniger in der Elektronikindustrie erfüllen muss. Namhafte Hersteller zählten auch zu den Partnern der CPA bei der Entwicklung der Zertifizierung für Reinigungsmedien. Die Zertifizierung gewährleistet, dass die von einer unabhängigen Organisation entsprechend wissenschaftlich fundierter und frei zugänglicher Kriterien untersuchten Produkte frei von PFAS (per- und polyfluorierte Alkylverbindungen) und anderen bedenklichen Chemikalien sind. Die Testgrenzen betragen dabei 100 ppm.

Sicherheit für Anwender aus allen Industriebereichen

Bei der skalierbaren quattroClean-Schneestrahntechnologie wird recyceltes, flüssiges Kohlendioxid, das bei chemischen Herstellungsprozessen und der Energiegewinnung aus Biomasse entsteht, durch eine verschleißfreie Zweistoffringdüse geführt. Beim Austritt entspannt das CO₂ zu feinen Schneepartikeln, die gebündelt durch einen Mantelstrahl aus Druckluft mit Überschallgeschwindigkeit gezielt auf die zu reinigende Oberfläche geleitet werden. Dabei entfaltet der Strahl vier Wirkmechanismen, die partikuläre Verunreinigungen bis in den Sub-Mikrometerbereich und filmische Kontaminationen zuverlässig entfernen. Das Verfahren wird in der Elektronik- und Halbleiterindustrie sowie Kommunikationstechnologie ebenso eingesetzt wie in der Medizin- und Pharmatechnik, der Batterie- und Brennstoffzellenfertigung, der Mikrosystemtechnik und weiteren Branchen. Die Green Screen-Zertifizierung stellt dabei sicher, dass beim Einsatz des Verfahrens die



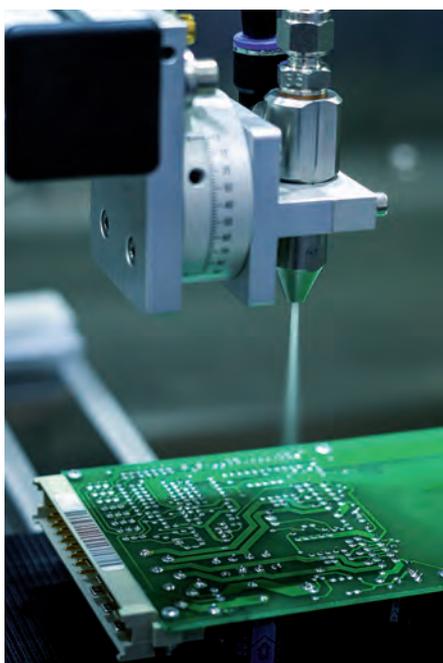
Das Green Screen-Zertifikat der unabhängigen CPA für die acp Systems AG
(Bild: acp systems/acp_PCB-Cleaning)

Gesundheit des Personals und die Umwelt geschützt werden.

Über acp systems

Die acp systems AG zählt mit ihren Lösungen zu den globalen Technologieführern für advanced clean production inklusive Prozessautomation und Systemintegration. Kerntechnologien des 1997 gegründeten Unternehmens mit Hauptsitz in Deutschland sind die ressourcenschonende quattroClean-Schneestrahlsreinigung, hochpräzise Mikrodosierung und intelligente Handhabungslösungen, beispielsweise für flexible Materialien und Folien. acp unterstützt Unternehmen, unter anderem aus der Elektronik- und Automobilindustrie, Medizin- und Pharmatechnik, Halbleiter-Zulieferindustrie, bei der Entwicklung, Planung, Konzeption und Integration von hochautomatisierten, nachhaltigen Fertigungsprozessen.

➔ www.acp-systems.com



Die quattroClean-Schneestrahls-technologie erfüllt in Kombination mit Prozessgas von Linde die Anforderungen an grüne Reinigungsmedien in der Elektronikfertigung
(Bild: acp systems)

Schliffbilder von gebogenen Oberflächen vermessen

Die Qualitätsprüfung von dekorativen Bauteilen erfolgt typischerweise durch einen manuellen Sichtvergleich zwischen Bauteil und Prüfmuster. Durch die manuelle Durchführung der Qualitätsprüfung entsteht ein zeit- und kostenintensiver Prüfvorgang. Die Ermittlung von messbaren Qualitätsmerkmalen ermöglicht die Automatisierung des manuellen Prüfvorgangs. Zusammen mit der A&T Manufacturing GmbH und der SHL AG forscht das Institut für Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen (IFW) der Leibniz Universität Hannover deshalb an einem Messsystem zur Bewertung von subjektiven Qualitätsmerkmalen auf dekorativen Schliffoberflächen.

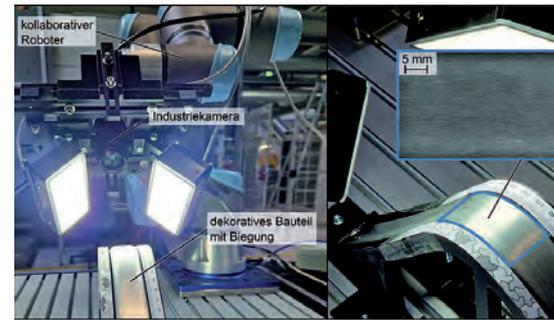
Bauteile mit dekorativen Schliffoberflächen werden beispielsweise für Abdeckungen in Inneneinrichtungen oder Armaturen in Automobilen verwendet. An die Ausprägung des Schliffbilds werden hohe Anforderungen gestellt, die vom Auftraggeber mit einem Prüfmuster definiert werden. Nach der Fertigung der dekorativen Bauteile erfolgt die Anforderungsüberprüfung durch einen manuellen Sichtvergleich mit dem Prüfmuster. Dieser Prüfvorgang unterliegt der subjektiven Wahrnehmung des verantwortlichen Fertigungspersonals, sodass keine messbaren Qualitätsmerkmale dokumentiert werden können. Die Sichtprüfung erschwert zum einen die Festlegung von Fertigungstoleranzen sowie die Nachvollziehbarkeit des Prüfvorgangs. Zudem führt der manuelle Prüfvorgang zu hohen Personalkosten und zu einer Belastung des Personals durch repetitive Prüfabläufe. Durch die Automatisierung des manuellen Prüfvorgangs können zum einen die Kosten gesenkt, als auch Prozesse transparent gestaltet werden. Zudem ist die Automatisierung des Prüfvorgangs notwendig, um einen vollautomatisierten Prozess zur Herstellung von dekorativen Schliiffbauteilen zu realisieren.

Für die Automatisierung der Qualitätsprüfung sind objektive Qualitätsmerkmale zu definieren. In dekorativen Anwendungen sind diese Merkmale häufig unzureichend bekannt, da durch den Auftraggeber nur ein Prüfmuster bereitgestellt wird. Aufgrund der fehlenden Merkmalsdefinition sind zudem keine Messprinzipien untersucht, die eine zuverlässige Ermittlung der Merkmale ermöglichen. Da die Bewertung des Schleifprozesses dekorativer Bauteile ohne messbare Merkmale nicht möglich ist, existiert nur unzureichendes Prozesswissen. Eine weitere Herausforderung entsteht durch die zunehmende Variantenvielfalt von dekorativen Bauteilen, welche

die Generalisierbarkeit eines automatisierten Messsystem voraussetzen.

Im Forschungsprojekt *AuDeko* wird durch die A&T Manufacturing GmbH, die SHL AG und das IFW die automatisierte Fertigung dekorativer Bauteile untersucht. Ein wesentlicher Bestandteil der Prozessautomatisierung ist die Erforschung eines Messsystems für die Qualitätsprüfung von dekorativen Schliffoberflächen. Am IFW erfolgte zunächst die Ermittlung von messbaren Qualitätsmerkmalen, welche die dekorativen Schliffoberflächen objektiv beschreiben. Hierzu wurden an einem Versuchsstand die Stellgrößen Arbeitseingriff, Schleifhubanzahl, Schnitt- und Vorschubgeschwindigkeit systematisch variiert und die subjektive Veränderung der Schliffoberfläche erfasst. Die beobachteten Merkmale sind Mattheit, Welligkeit, sowie die Länge, Tiefe und Richtung der Schliiffriefen. Im nächsten Schritt wurde ein Messsystem für die Erfassung der Oberflächenmerkmale untersucht. Die Aufnahme der Schliiffmerkmale erfolgt hierzu mit einer Industriekamera. Die erfassten Bilddaten werden schließlich mithilfe von Algorithmen der Bildverarbeitung in Abhängigkeit der Grauwertverteilung in Kenngrößen umgewandelt.

In der Abbildung ist dargestellt, dass die Industriekamera am Versuchsaufbau des IFW mit einem kollaborativen Roboter geführt wird. Hierdurch erfolgt eine Anpassung des Messsystems an die hohe Variantenvielfalt von dekorativen Bauteilen. Die Industriekamera nimmt durch entsprechende Bahnplanung orthogonal und mit gleichbleibendem Abstand zur Bauteiloberfläche Bilddaten auf. Der Abstand zur Oberfläche wird dabei gering gewählt, sodass die Form des Bauteils auf den Bilddaten nicht erkennbar ist. Anschließend werden die Einzelbilder zu einem Gesamtbild zusammengefügt. Durch die beschriebene Bahnplanung ist die Form des



Robotergeführtes Messsystem zur Bewertung von dekorativen Schliffoberflächen

(Bild: IFW)

Bauteils im Gesamtbild nicht mehr erkennbar. Hiermit ist es möglich, die Algorithmen der Bildverarbeitung von ebenen Oberflächen auf alle anderen Oberflächenformen zu transferieren und die Qualitätsprüfung somit generalisierbar zu gestalten.

Zukünftig wird das robotergeführte Messsystem im Projekt *AuDeko* in eine automatisierte Fertigungszelle zur Herstellung von dekorativen Bauteilen integriert, um den anwendungsnahen Einsatz zu demonstrieren. Hierzu werden Handlungsabfolgen definiert, die in Abhängigkeit der Messergebnisse den Prozessablauf in der Fertigungszelle bestimmen. Für die Nachvollziehbarkeit der Messdaten wird zudem eine Visualisierung der Kenngrößen realisiert.

Das Projekt *Adaptive Roboterschleifzelle zur Herstellung von Dekorschliiffen auf komplex geformten Aluminiumprofilen* wird vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestags gefördert. Jan Geggier

Kontakt:

Jan Geggier, Institut für Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen, E-Mail: geggier@ifw.uni-hannover.de

➔ www.ifw.uni-hannover.de

OBERFLÄCHEN

Oberflächenbearbeitung mit Gleitschleifen

Walther Trowal: gezielt, aber schonend entgraten

Auf der Deburring Expo 2023 zeigt Walther Trowal seine neuen Gleitschleifmaschinen für das Entgraten und die Oberflächenbearbeitung hochwertiger Werkstücke aus Metall. Für kleine Teile stellt das Unternehmen eine vollautomatische Anlage für das kombinierte Schleifen, Polieren und Trocknen vor, für große Komponenten den größten Multivibrator der mehr als 90-jährigen Firmengeschichte. Typische Anwendungen der Gleitschleifanlagen von Walther Trowal sind zum Beispiel das Entgraten von Turbinenschaufeln für die Luftfahrtindustrie, von Stanzteilen für die Automobilindustrie oder von Implantaten in der Medizintechnik.

Kleinteile: schleifen, polieren und trocknen in einem System

Die neue TT-Fliehkraftanlage des Unternehmens vereint das Schleifen und das Polieren von Kleinteilen in einer einzigen Anlage und vereinfacht so die Oberflächenbearbeitung deutlich. Vom Einfüllen der gerichteten Teile bis zum Entnehmen der polierten und getrockneten Teile arbeitet die TT 280-A/2C-Bearbeitungslinie vollautomatisch. Ein typisches Anwendungsgebiet für die Anlage ist die Oberflächenbehandlung von Kolbenstangen für Dämpfersysteme in Scharnieren von Backöfen, Spülmaschinen oder Möbeln.

Der Multivibrator für große Werkstücke

Der neue Multivibrator MV 50 ist der größte, den Walther Trowal je gebaut hat. Er redu-

ziert die Bearbeitungsdauer von großen Werkstücken von mehreren Tagen auf wenige Stunden. Mit einem Innendurchmesser von 1600 mm bearbeitet er die Oberfläche von Werkstücken mit einem Durchmesser von bis zu 1300 mm vollautomatisch in einem Arbeitsgang. Er eignet sich zum Beispiel für Komponenten von Flugzeugtriebwerken und Windkraftanlagen, außerdem für Turbinenlaufräder oder Presswerkzeuge in Gensenschmiedepressen. Die erste Anlage der neuen Baureihe wird nach Mitteilung des Unternehmens in Kürze an einen Kunden in der Luftfahrtindustrie ausgeliefert.

Lösungen für die Oberflächenbehandlung

Das Spektrum der Gleitschleifanlagen von Walther Trowal reicht vom Stand-alone-Rundvibrator bis zu Anlagen, die einschließlich der Peripherie für das Zu- und Abführen der Teile vollständig in kontinuierliche Fertigungsprozesse integriert sind. Die speziell für das Entgraten entwickelten Schleifkörper tragen Grate ab, ohne dass auf der Oberfläche der Werkstücke zu viel Material entfernt wird. Besonders bei komplex geformten Bauteilen erreichen die Schleifkörper Bereiche, die beim manuellen Entgraten kaum zugänglich sind.

Über Walther Trowal

Walther Trowal entwickelt und produziert seit 1931 Verfahrenslösungen für die Bearbei-



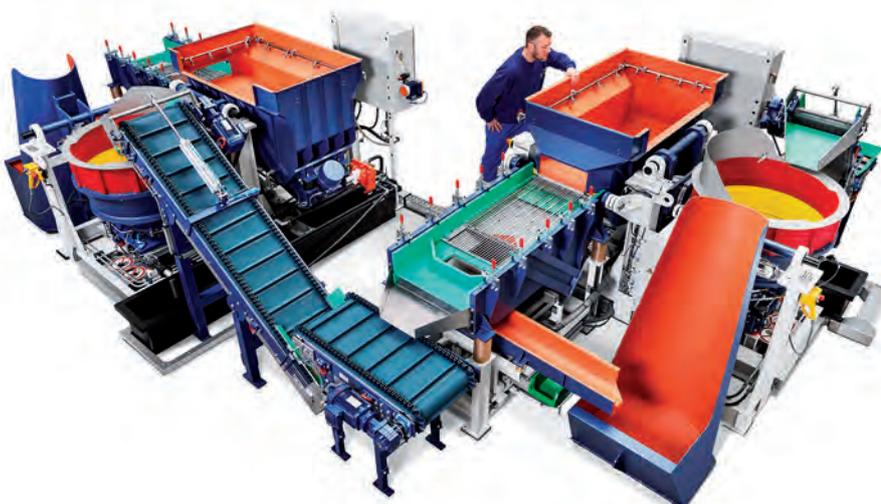
Der Arbeitsbehälter des neuen Multivibrators MV 50 für große Werkstücke hat einen Innendurchmesser von 1600 mm

(Bild: Walther Trowal)

tung von Oberflächen. Das Unternehmen realisiert vollständige Systemlösungen, die sich nahtlos in verkettete Produktionsabläufe der Kunden integrieren. Das umfasst die gesamte, an die spezifischen Anforderungen der Werkstücke angepasste Verfahrenstechnik. Die erfahrenen Spezialisten der Versuchsabteilung erarbeiten gemeinsam mit den Kunden die jeweils optimale Verfahrenstechnik. Walther Trowal entwickelt und stellt sowohl die Maschinen als auch alle Verfahrensmittel für die Gleitschleiftechnik selber her, zum einen die Schleifkörper aus Kunststoff oder Keramik, zum anderen die Compounds. Das Produktspektrum umfasst auch Peripherieeinrichtungen für das Handling der Werkstücke wie Hebe- und Kippgeräte, Förderbänder oder Rollengänge, außerdem für die Gleitschleifanlagen Trockner und Anlagen zur Aufbereitung des Prozesswassers.

Mit Austauschprogrammen für Verschleißteile, bei denen sich beispielsweise Arbeitsbehälter in einem beständigen Kreislauf bewegen, schon das Unternehmen wertvolle Ressourcen und leistet einen Beitrag zur Nachhaltigkeit in der industriellen Produktion. Der schnelle Support und der weltweite Reparatur- und Wartungsservice sichern die hohe Verfügbarkeit der Anlagen. Walther Trowal beliefert Kunden in unterschiedlichsten Branchen weltweit, so beispielsweise in der Automobil- und Flugzeugindustrie, der Medizintechnik und der Windenergieindustrie.

➔ www.walther-trowal.de



Die neue TT-Fliehkraftanlage von Walther Trowal vereint das Schleifen und das Polieren von Kleinteilen in einer einzigen Anlage (Bild: Walther Trowal)

Nachwuchs trifft Branchenpraxis

Angehende Galvanotechniker aus Schwäbisch Gmünd auf den ZVO-Oberflächentagen 2023 in Berlin

Auf Einladung des Zentralverbands Oberflächentechnik e. V. (ZVO) besuchten die angehenden Galvanotechniker der Gewerblichen Schule Schwäbisch Gmünd die diesjährigen Oberflächentage in Berlin.

Wer die Branche der Galvano- und Oberflächentechnik kennenlernen möchte, muss zu den ZVO-Oberflächentagen: 540 Besucher und Besucherinnen haben sich dazu vom 13. bis 15. September in Berlin eingefunden. Geboten wurde ein Programm von über 90 qualifizierten Fachvorträgen in fünf Vortragsreihen. Inhaltliche Schwerpunkte waren dieses Mal unter anderem *Oberflächenverfahren für nachhaltige, klimaneutrale und energie-sparende Beschichtung* sowie *Industrie 4.0* und *digitale Vernetzung*. Darüber hinaus präsentierten 70 Aussteller Leistungen und Produkte ihrer Unternehmen. Mit von der Partie war dieses Jahr auch eine Gruppe von Schülerinnen und Schülern der Fachschule für Galvanotechnik in Schwäbisch Gmünd, die der ZVO dankenswerter Weise eingeladen hatte.

Der ZVO, der sich die Vertretung der Interessen der Branche gegenüber der Politik zur



Schülergruppe der Fachschule für Galvanotechnik bei den ZVO-Oberflächentagen in Berlin

(Bild: Birgit Spickermann)

Aufgabe gemacht hat, ist besonders auch in Fragen der Aus- und Weiterbildung engagiert. Wer sich für berufliche Perspektiven im Bereich der Galvano- und Oberflächen-technik interessiert, findet auf der Websi-

te des ZVO (www.zvo.org) umfangreiche Informationen. Besonders hervorzuheben ist in diesem Zusammenhang die neue Karriere-Website des Verbandes (<https://glanzvolle-karriere.de>).
V. Rogoll

Schichtvermessung und Verschleiß kombiniert

Neues Messgerät für die Lehre an der Fakultät Maschinenbau und Werkstofftechnik der Hochschule Aalen

Voller Stolz präsentieren Wadim Schulz und Prof. Dr. Joachim Albrecht das neue Kalottenschliff-Messgerät in der Fakultät Maschinenbau und Werkstofftechnik. Mit dem neu angeschafften Gerät gelingen die Messungen von Schichtdicken und Verschleißeigenschaften von dünnen Hartstoffschichten, wie sie häufig bei der Herstellung von Werkzeugen zur Metallbearbeitung eingesetzt werden. Nicht minder nützlich ist das Kalottenschliffverfahren bei der Vermessung galvanischer und chemischer Beschichtungen oder lackierter Oberflächen. *Mit diesem Gerät erweitern wir die Charakterisierungsmöglichkeiten beschichteter Oberflächen dramatisch*, freut sich Prof. Dr. Joachim Albrecht aus dem Studiengang Oberflächentechnik/Neue Materialien.

Dünne Schichten spielen eine große Rolle an der Hochschule Aalen, sie stellen ein wichti-



Wadim Schulz (l.), Prof. Joachim Albrecht und Prof. Dieter Joensen tauschen sich über das neue Kalottenschliff-Messgerät der Fakultät Maschinenbau und Werkstofftechnik aus

(© Foto: Gaby Keil)

ges Thema in Lehre und Forschung dar. Insbesondere in den praktischen Anteilen in den Bachelor- und Masterstudiengängen kann die Qualität der Lehre an der Hochschule Aalen mit dem neuen Gerät nochmals sichtlich erhöht werden. *Wir stärken messtechnische Kompetenzen, die in vielen Anwendungsbereichen moderner Materialwissenschaft von maßgeblicher Bedeutung sind*, ergänzt Prof. Albrecht.

Mit der Anschaffung des neuen Geräts zeigt sich wieder einmal, dass die Qualität von Lehre und akademischer Ausbildung an der Hochschule Aalen als ein hohes Gut angesehen wird, in das es sich lohnt zu investieren.

➔ www.hs-aalen.de

≡ Neueste Entwicklungen beim Qualitätszeichen Qualicoat

Gerade im Bauwesen bietet der nachhaltige Werkstoff Aluminium dank seiner positiven Eigenschaften vielfältige Einsatzmöglichkeiten. Durch die Veredelung der Oberfläche lassen sich zudem unterschiedliche Anforderungen, beispielsweise im Hinblick auf den Korrosionsschutz, erfüllen. Höchsten Korrosionsschutz bieten voranodisierte und beschichtete Aluminiumprodukte nach dem internationalen Qualitätszeichen Qualicoat, das stetig weiterentwickelt wird. Der Verband für die Oberflächenveredelung von Aluminium e. V. (VOA) informiert über das neue Label *PreOx* und die Aufnahme der externen Voranodisation in die weltweit gültigen Qualicoat-Spezifikationen ab 1. Januar 2024.

Die Voranodisation ist eine Alternative zu den gängigen chemischen Vorbehandlungsverfahren, der Chromatierung beziehungsweise chromfreier und chrom(VI)freier Verfahren. Sie bietet sich als Vorbehandlung zur Pulverbeschichtung an, um das Risiko von Filiformkorrosion auf Aluminium zu senken, etwa bei Anwendungsgebieten mit hoher Salzkonzentration (Küstenregionen, Schwimmhallen oder an Orten, an denen Streusalze zum Einsatz kommen), oder auch in Industriezonen mit hoher Emissionsbelastung mit veränderten Luftparametern. Der Generallizenzgeber Qualicoat trägt diesen als *extrem* zu bezeichnenden Bedingungen bereits mit seinem Zusatz *SEASIDE* Rechnung, das höhere Anforderungen in den Spezifikationen aufweist. Das Label *QUALICOAT SEASIDE* steht für pulverbeschichtete Aluminiumprodukte, geeignet für den langfristigen Einsatz unter schwierigen Umwelteinflüssen, und bietet Kunden nach eigenen Angaben sowohl hervorragende Qualität als auch Sicherheit für die professionelle Anwendung. Nach den Qualicoat-Spezifikationen, Stand 1. Juli 2023, stehen derzeit für *SEASIDE* zwei Vorbehandlungsmethoden zur Auswahl: die chemische Behandlung mit erhöhtem Beizabtrag von mindestens 2 gr/m^2 und die Voranodisation. Ab kommenden Jahr geht der Generallizenzgeber noch einen Schritt weiter.

Forschungsergebnisse

Die Entwicklung gestaltete sich aufwändig, jedoch überzeugt das Ergebnis: Das Forschungslayout erfolgte in der Qualicoat-Working Group *Pre-Anodizing*, in der auch der VOA durch Fachleute vertreten ist. Diese untersuchte in den Jahren 2018 bis 2020 insgesamt 2622 voranodisierte und chemisch behandelte Proben aus der ganzen Welt, um weitere Erkenntnisse über die Korrosionsbeständigkeit des oberflächenveredelten Aluminiums zu gewinnen und um damit eine sinnvolle Basis für die geplanten Änderungen der Spezifikationen zu generieren. Bei der Auswertung der repräsentativen Daten-

bestände stellten die Experten fest, dass die aufwändigere und damit energie- und kostenintensivere Voranodisation im Vergleich zur chemischen Vorbehandlung bessere Ergebnisse im Hinblick auf den Korrosionsschutz liefert: Beim Essigsäuren Salzsprühtest wiesen 86 % der voranodisierten Proben eine Unterwanderungslänge $\leq 1 \text{ mm}$ auf; bei den chemisch behandelten lag der Wert bei 76 %. Hinsichtlich der korrodierten Fläche zeigten 89 % der voranodisierten Teststücke eine korrodierte Oberfläche $\leq 5 \text{ mm}^2$, bei den chemisch behandelten 81 %. Im Filiformkorrosionstest schnitt die Voranodisation deutlich besser ab. Bei den voranodisierten Proben wiesen 84 % eine Unterwanderung $\leq 1 \text{ mm}$ auf, bei den chemisch vorbehandelten 55 %. 91 % der voranodisierten Teststücke zeigten eine durchschnittliche Fadenlänge $\leq 1 \text{ mm}$, bei den chemisch behandelten lag der Wert bei 74 %.

Die Zahlen zeigen, dass sich mit der Kombination von Voranodisation und Lackierung äußerst korrosionsfeste Endprodukte produzieren lassen. Der Generallizenzgeber nimmt die Auswertung zum Anlass, das neue Zusatzlabel *PreOx* für das internationale Qualitätszeichen Qualicoat über die Spezifikationen einzuführen und setzt damit den Maßstab für langlebige oberflächenveredelte Aluminiumprodukte mit höchstem Korrosionsschutz.

Externe Voranodisation nach Qualicoat

Mit Beginn des Jahres 2024 legt Qualicoat auf Initiative des VOA in seinen Spezifikationen zudem detaillierte Regeln für die externe Voranodisation fest. Grund für den Vorstoß war, dass sich strukturbedingt in Deutschland, wie teilweise auch in anderen Ländern, viele Beschichtungsunternehmen auf ihr Kerngeschäft konzentrieren und die Anodisation, wenn gefordert, an externe Partnerbetriebe vergeben. Das Qualitätsergebnis hängt in diesen Fällen von mindestens zwei Akteuren ab: dem Anodierer und dem Beschichter. Durch diese Schnittstelle können sich ungewollt Fehler einschleichen, bedingt beispiels-



weise durch die Kommunikation zwischen den beiden Parteien oder durch unterschiedliche beziehungsweise nicht aufeinander abgestimmte Prozessschritte, Unverträglichkeiten der Materialien bei der Weiterverarbeitung oder variierende Qualitäten, da nicht alle Pulver gleich auf die Voranodisation reagieren. Für alle Bauteile gleich ist die besondere Anforderung des Generallizenzgebers Qualicoat: Das fertig beschichtete Bauteil muss einem Nasshaftungstest, dem sogenannten Kochtest, standhalten. Hier liegt der besondere Fokus auf der vollständigen Entfernung der Schwefelsäure aus den Poren der Voranodisationsschicht.

Um die einheitliche, professionelle und dauerhafte Qualität zu gewährleisten, standardisiert Qualicoat künftig das Vorgehen in seinen Spezifikationen. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der Schnittstelle von Anodierer und Beschichter. Trotz vieler Freiheiten in den Zuständigkeiten wird auf immer gleich ablaufende Prozesse Wert gelegt, die in der zwischen Anodierer und Beschichter detailliert zu vereinbarenden Prozessbeschreibung sowie den speziellen Vorschriften zur Dokumentation und zum Informationsaustausch in der Auftragsabwicklung festzulegen sind. Zudem stellt der Generallizenzgeber Regeln für den Beschichter zur Beschichtung von voranodisiertem Material als auch für den externen Anodierer auf, der nach einer bestandenen externen Prüfung durch ein Prüfinstitut einmal pro Jahr die *PreOx*-Lizenz erhält. Darüber hinaus gibt es technische Vorgaben wie die vorgeschriebene Schichtdicke von 4 bis $10 \mu\text{m}$ und für die nunmehr deutlich detaillierter festgelegte Nachbehandlung. Bei letzterer zeigt sich, dass das Aufbringen einer geeigneten Passivierung auf die Voranodisationsschicht die Qualität erheblich verbessern

kann. Daher sehen die neuen Spezifikationen die Eignung der Passivierungssysteme für diesen Anwendungsfall vor, die mit eigenen Zulassungen versehen sind.

Neue Tools des VOA für die tägliche Praxis

Bei der Sitzung des Technischen Kreises – der technisch interessierten Mitglieder des VOA – am 22. Juni 2022 stellte der Verband bereits das entsprechende Update Sheet *Introduction of off-site anodic pretreatment*

von Qualicoat vor. Die Reaktionen und insbesondere die vielen Fragen nahm der Verband zum Anlass, die Mitgliedsunternehmen mit der neu gegründeten Projektgruppe *Externe Voranodisation nach Qualicoat* ab Juli 2022 zu unterstützen. Die Fachleute aus den Reihen der VOA-Mitglieder entwickelten daraufhin nützliche Tools für die tägliche Praxis in deutscher und englischer Sprache: die Prozessbeschreibung zur detaillierten Definition der Schnittstelle zwischen Anodisierer und Beschichter sowie die Auftragscheck-

liste zum Informationsaustausch. Die Tools ermöglichen beiden Parteien, die Anforderungen von Qualicoat hinsichtlich der Organisation der Zusammenarbeit vollständig abzudecken. Die praktischen Arbeitshilfen des Verbands sind für VOA-Mitglieder kostenfrei erhältlich, entweder nach Login über den Downloadbereich auf www.voa.de oder direkt über die Geschäftsstelle.

➔ www.voa.de

Zentralverband Oberflächentechnik e.V. (ZVO)

#AzubiChallenge23 auf Instagram

Mit dem Ziel, die gewerblichen Ausbildungsberufe der Galvano- und Oberflächentechnik bekannter zu machen, hat der ZVO unter Federführung der ZVO 2.0-Nachwuchsunternehmen einen Video-Wettbewerb für Auszubildende ausgerufen. Den Gewinnern winken attraktive Geldpreise.

Die #AzubiChallenge23 richtet sich an aktuelle gewerbliche Auszubildende aus den ZVO-Mitgliedsunternehmen. Mit einem maximal 90-sekündigen Video für Instagram, ob allein oder als Team erstellt, können sich Auszubildende bewerben. Das Reel soll zeigen, warum ein Job in der Galvano- und Oberflächentechnik so reizvoll, spannend, abwechslungsreich, zukunftssträftig etc. ist. Und damit Jugendliche motivieren, sich für eine Ausbildung in der Galvanotechnik zu bewerben. Aber Achtung: Nur die Azubis dürfen an der Erstellung mitwirken. Unterstützung durch Marketingagenturen oder ähnliches ist nicht erlaubt. Mehrfacheinsendungen je Unternehmen sind jedoch möglich.

Die eingereichten Videos werden über den ZVO-Instagram-Account gepostet. Die Gewinner ergeben sich durch die Anzahl der Likes im Feed. Prämiiert werden die drei besten

Reels: Für das Video mit den meisten Likes gibt es 1500 Euro, für das Zweitplatzierte 1000 Euro und das Drittplatzierte 500 Euro.

Eingereicht werden können die Videos vom **1. August bis 1. November 2023** per E-Mail oder alternativ WeTransfer an AzubiChallenge23@zvo.org. Sollte eine spezielle Beschreibung inklusive Hashtags oder @-Verlinkten-Accounts gewünscht sein, so sind diese mit zu benennen. Stichtag der Bewertung ist der 1. Dezember, 15:00 Uhr; die Gewinner werden am 8. Dezember bekanntgegeben.

Die Videos werden unmittelbar nach Einreichung als Reels auf dem ZVO-Instagram-Kanal gepostet, versehen mit dem Hashtag #AzubiChallenge23. Mit Hochladen der Videos geht ein Mitverwendungsrecht an den ZVO über, selbstverständlich immer mit Urheberrecht nachweis.

Bei der Erstellung der Videos ist darauf zu achten, dass keine Ton- oder Bildrechte Dritter verletzt werden.

➔ www.zvo.org

Neue Karriereseite des ZVO

Die neue Karriereseite des ZVO ist online: Unter <https://glanzvolle-karriere.de> finden Interessierte nun alles über Ausbildung, Studium und Weiterbildung in der Galvano- und Oberflächentechnik.

Die neue Website vereint die bildungsrelevanten Inhalte der Galvano- und Oberflächentechnik auf nur einem Karriereportal. Unter glanzvolle-karriere.de sind nun alle Informationen zu den Ausbildungs-, Studien- sowie Weiterbildungsmöglichkeiten von den Homepages und der Ausbildungsseite des ZVO zusammengeführt. Die neue Karriereseite löst damit oberflaechenbeschichter.org ab. Sie bietet einen Einblick in die Branche und ihre Berufe, eine Liste mit Ausbildungsbetrie-



Die neue Karriereseite des ZVO

(Bild: ZVO)

ben, Berufs- und Hochschulen, Veranstaltungen, News, Videos und vieles mehr in einem frischen und modernen Look.

➔ www.zvo.org

Der PCF-Calculator für die Galvano- und Oberflächentechnik kommt

Im Rahmen eines ZVOonlineDialogs, der exklusiven und kostenlosen Onlineplattform für ZVO-Mitglieder, fand am 7. September 2023 ein virtuelles Kick-off-Meeting für das Footprint Reduction Tool *FRED* statt.

FRED war damit bereits zum zweiten Mal Thema eines ZVOonlineDialogs: Am 12. Juni war die erste Vorstellung des Footprint Reduction Tools erfolgt. Am 6. Juli 2023 entschied dann der ZVO-Vorstand einstimmig die Beteiligung an der FRED GmbH und die gemeinsame Entwicklung eines speziell auf die Galvano- und Oberflächentechnik zugeschnittenen Tools zur Ermittlung von Product Carbon Footprints (PCF). Es basiert auf primären Daten von Mitgliedsunternehmen, deren Erfassung in Kürze beginnt.

Im ZVOonlineDialog stellte zunächst Tobias Hain, Geschäftsführer des Industrieverbands Massivumformung und der FRED GmbH den 70 Teilnehmern nochmals kurz das Tool vor. Die hohe Teilnehmerzahl spiegelt das große Interesse und den Bedarf wider. Zahlreiche



Den Gewinnern der #AzubiChallenge23 winken attraktive Geldpreise (Bild: ZVO)

VERBÄNDE

konstruktive Fragen aus den Reihen der Teilnehmer trugen dazu bei, FRED besser zu verstehen. So wurde auch deutlich, dass nicht nur Galvaniken, sondern zum Beispiel auch Verfahrenslieferanten das System nutzen können. Im Rahmen von sechs Besuchsterminen bei ZVO-Mitgliedsunternehmen mit unterschiedlichen Oberflächenspektren werden bis Mitte November exemplarische Prozessketten definiert, aus denen anschließend die Datenerhebungsbögen entwickelt und den ZVO-Mitgliedern zur Bearbeitung bereitgestellt werden.

ZVO-Geschäftsführer Christoph Matheis betonte ausdrücklich, dass unternehmensindividuelle Daten weder dem ZVO bekannt noch in den allgemeinen ZVO-FRED eingestellt werden. Dort finden ausschließlich kumulierte Werte Eingang.

➔ www.zvo.org

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

Neue Forschungsprojekte, Dialog mit dem Nachwuchs und Wahlen zum Vorstand bei der DGO-Mitgliederversammlung

Die diesjährige DGO-Mitgliederversammlung fand virtuell am 15. Juni 2023 von 14:00 bis 15:30 Uhr statt. DGO-Vorstandsvorsitzender Dr. Martin Metzner führte durch die Sitzung, wobei er unter anderem beim Tätigkeits- und Finanzbericht von Dr. Daniel Meyer, technischer Geschäftsführer DGO, und Geschäftsführer Christoph Matheis unterstützt wurde. Christoph Matheis moderierte darüber hinaus anstehende Beschlussfassungen über das Online-Abstimmungstool Votebox.

Nach einem Kurzbericht über die Tätigkeiten der DGO-Fachausschüsse und -Arbeitskreise berichtete Dr. Meyer aus dem Bereich Forschung: Zum einen wurde der Ende 2022 eingereichte Förderantrag zum ZIM-Innovationsnetzwerk *DiWeGa* im März 2023 bewilligt. Projektstart war der 1. April 2023. Zum anderen wurde ein Förderantrag für das vom BMBF ausgeschriebene Projekt *Biologisierung der Technik* gemeinsam mit Biokon und der DGM gestellt. Dieses Vorhaben ist mit Blick auf die Aufgabenstellung und die finanzielle Förderung analog zu dem ausgetragenen Vorhaben *InnoEMat* zu bewerten. Projektlaufzeit ist ebenfalls vier Jahre. Das Vorhaben wurde mittlerweile bewilligt und startet Ende des Jahres.

Eine der zahlreichen Maßnahmen zur Nachwuchsansprache ist das jährliche Treffen des DGO-Nachwuchsforums, das auch in diesem

Jahr wieder sehr gut besucht war. Neu ist die Erweiterung der Zielgruppe von ausschließlich Doktoranden auf Berufs- und Fachschüler, Bachelor- und Masterstudenten, derzeit Promovierende oder bereits Promovierte am Beginn ihrer wissenschaftlichen Karriere aus den Bereichen Elektrochemie, Galvano- und Oberflächentechnik. Darüber hinaus baut die DGO weiter ihre Online-Praktikumsbörse mit Angeboten für bezahlte Praktika für Studierende auf der DGO-Website aus. Fortgeführt wird die Ehrung der besten Schulabsolventen im Beruf Oberflächenbeschichter. Neu ist die Möglichkeit für Unternehmen, Angebote für die Betreuung von Abschlussarbeiten sowie Studien- und Projektarbeiten auf der Website zu veröffentlichen. Ebenfalls neu für den Nachwuchs ist das Angebot für eine kostenfreien Mitgliedschaft bis zur Vollendung des 25. Lebensjahrs.

Zum Ende dieses Jahres werden gemäß Satzung Katja Feige, Prof. Andreas Bund und Andreas Schütte den Vorstand verlassen. Sabine Sengl und Dr. Thorsten Kühler wurden wiedergewählt; neu in den Vorstand gewählt wurden Prof. Timo Sörgel sowie Dr. Georg Andersohn.

Zum Abschluss wies Christoph Matheis auf bevorstehende Veranstaltungen hin und bedankte sich bei den Empfängern der Ehrennadel für zehnjährige und 25-jährige Mitgliedschaft und Treue zur DGO.

Das Protokoll zur Mitgliederversammlung nebst Anlagen und die Präsentationsfolien sind im passwortgeschützten Mitgliederbereich auf der Website unter *Mitgliederversammlungen* abrufbar.

➔ www.dgo-online.de

DGO-Bezirksgruppe Thüringen

Die DGO-Bezirksgruppe Thüringen veranstaltete erstmals ein Sommerfest an der Technischen Universität Ilmenau, das von der Firma Spaleck Oberflächenveredlung GmbH gesponsert wurde. Auch Fachkollegen aus den ansässigen Thüringer Galvanikbetrieben konnten begrüßt werden.

In lockerer Atmosphäre bei Bratwurst und Rostbrätel fanden interessante Gespräche zur Wirtschaftslage der mittelständischen Galvaniken in Thüringen und zu den weiteren Aktivitäten der Bezirksgruppe statt. Die Veranstaltungen des ersten coronafreien Halbjahres 2023 fanden ein reges Interesse unter den Teilnehmern. Deshalb werden die regulären Veranstaltungen mit einer Exkursion zu N3 Engine Overhaul Services & Co. KG in Arnstadt, dem Technologiezentrum für die In-



Gut gelaunte Teilnehmer beim Sommerfest der DGO-Bezirksgruppe Thüringen

(Bild: Dr. Mario Kurniawan)

standsetzung und Reparatur von Rolls-Royce-Triebwerken, im Oktober fortgesetzt. Dazu wird eine hohe Beteiligung der Fachkollegen erwartet. Nach der Fortsetzung der Vortragsreihe im November klingt im Dezember schließlich das Jahr 2023 mit der Auswertung des Jahres und der Planung für 2024 aus.

Für die folgenden Veranstaltungen wünscht sich DGO-Bezirksgruppenleiter Mathias Fritz eine weiterhin gute Beteiligung und eine aktive Mitarbeit bei der inhaltlichen Gestaltung der Vorträge für das nächste Jahr. Zum Abschluss bedankte sich Fritz beim Sponsor für die finanzielle Unterstützung des gelungenen Sommerfestes.

Dr. Peter Kutzschbach

➔ www.dgo-online.de

DGO-Bezirksgruppe Nürnberg

Die DGO-Bezirksgruppe Nürnberg besuchte im Rahmen ihrer Sommerexkursion am 13. Juni die Firmen Sager & Mack in Ilshofen-Eckartshausen sowie REISSER-Schraubentechnik in Ingelfingen-Criesbach.

Erstes Ziel der Gruppe war die Firma Sager & Mack. Inhaber Peter Mack begrüßte die Teilnehmer herzlich und ein zweites Frühstück stand auch schon für die Gäste bereit. Anschließend nahmen die BG-Mitglieder an einer Firmen- und Produktpräsentation über Pumpen, Filter und deren Anwendung teil. Gleich danach startete die Firmenbesichtigung mit den Schwerpunkten Maschinenpark, Personal, Lagerhaltung und Logistik.

Nach einem gemeinsamen Mittagessen ging es weiter zum zweiten Ziel der Exkursion, der REISSER-Schraubentechnik. Im Anschluss an die Begrüßung durch Marc Binder, Technischer Leiter der Galvanik, sowie Frank Sauer stand auch hier zunächst eine Firmen- und Produktpräsentation auf dem Programm, kombiniert mit anschließender Werksbesichtigung und ausführlicher Erklärung der einzelnen Produktionsprozesse bei der Herstellung von Schrauben.

Zum Abschluss der Exkursion erwartete die Teilnehmer eine gemütliche Einkehr in einer Vesperstube in Künzelsau-Belsenberg. Den Ausklang des Tages nutzten die BG-Mitglieder, um sich noch einmal über die zahlreichen und interessanten Eindrücke der beiden Firmenbesichtigungen auszutauschen und private und geschäftliche Kontakte zu knüpfen.

➔ www.dgo-online.de

DKO-Bezirksgruppe Sachsen

Zum Treffen der Bezirksgruppe Sachsen am 22. Juni 2023 an der TU Chemnitz begrüßten die Leiterin Marion Regal und die Zuhörerschaft den Referenten Alois Kinateder von der GusChem – G & S. Philipp Chemische Produkte Vertriebs-Gesellschaft. Kinateder verfügt über einen großen praktischen Erfahrungsschatz, den er als langjähriger Betriebsleiter in Galvanikbetrieben erworben hat. Seit 2012 ist er für die GusChem tätig. Schwerpunkte der GusChem sind die langfristige Verhinderung von Mikroorganismenbefall, die vollständige Anlagenreinigung sowie die Abwasserbehandlung.

Der Vortrag von Kinateder *Was wächst denn da? Verkeimungen und Biofilme erkennen und vermeiden* umfasste eine große Bandbreite: vom Stammbaum der Mikroorganismen bis zu den Strategien zur Vermeidung einer neuen Verkeimung der Anlage. Eine Anlage wird meist von einer Gemeinschaft aus einer Vielzahl an Mikroorganismen (Mikrobiom) befallen, erkennbar anhand der Ausbildung eines schmierigen Films an Wandungen von Behältern, Dichtungen und Rohrleitungen. Dieser Film wird als extrazelluläre polymere Substanz (EPS) bezeichnet und kann wenige Mikrometer bis mehrere Zentimeter Dicke in Extremfällen umfassen. Diese EPS schützt die Mikroorganismen vor Austrocknung und Reinigungsmitteln. Verzögerungen bei der Ausbildung des Biofilms in Systemen sind normal, da die Mikroorganismen häufig bereits inaktiv vorhanden sind. Erst äußere Umwelteinflüsse aktivieren zu einem Zeitpunkt X die exponentielle Vermehrung der Mikroorganismen. Das können der Eintrag von Nährstoffen und, wie in vielen Anlagen typisch, eine Betriebstemperatur von 30 °C bis 40 °C sein.

Praxiserfahrungen zeigen, dass besonders neue Anlagen schneller einen Aufwuchs von Mikroorganismen aufweisen als länger im Betrieb befindliche. Hier ist der Eintrag von Mikronährstoffen in Form von Weichmachern aus Kunststoffen als Ursache bekannt. Gute Wachstumsbedingungen finden Mikro-

organismen auf rauen Oberflächen, in nicht genutzten Rohrleitungen, bei geringen Durchflussgeschwindigkeiten oder durch Lichteinwirkung. Großen Einfluss auf die Bildung eines Biofilms haben aber auch die verwendeten Werkstoffe.

Das Aufwachsen des Biofilms umfasst mehrere Stadien und meist fällt dieser erst negativ durch die Ablösung von Biofilmbestandteilen auf. Das betrifft circa zehn Prozent der gesamten biologischen Masse im Gesamtsystem. Kinateder zeigte den Teilnehmern Beispiele aus der Praxis und erläuterte, wie biologische Bestandteile unter anderem in Metallschichten, zum Beispiel bei der Verchromung, eingebaut werden können und zu Fehlern in der abgedichteten Schicht führen. Alois Kinateder nannte eine Reihe von Maßnahmen und Strategien, um dieser Thematik beizukommen. Diese können je nach Prozess und Möglichkeit der Anlage sehr unterschiedlich ausfallen. Eine Möglichkeit besteht darin, das gesamte System auf 60 °C aufzuheizen, um die Mikroorganismen abzutöten. Hier muss sichergestellt sein, dass dies überall im Gesamtsystem gewährleistet ist (Beachtung der verbauten Werkstoffe). Weitere Möglichkeiten wären eine vollständige Systemreinigung mit Reinigern, starken Säuren und Laugen oder der kurzfristige Einsatz von Biozid in hohen Mengen. Letzteres empfiehlt sich allerdings nur bei geringem Befall und der Abwesenheit starker Verkrustungen.

Im Anschluss empfiehlt es sich, eine Reinfektion der Anlage zu vermeiden, beispielsweise durch einen turnusmäßigen Reinigungszyklus, Minimierung der Nährstoffquellen, regelmäßigem Austausch von Dichtungen und Silikonschläuchen, Rückbau ungenutzter Rohrleitungssysteme, eine automatisierte Biozidnachdosierung und die Vermeidung von anaeroben Zonen in der Anlage. Gemäß seiner Erfahrung sei die Kombination von UV-Lampen und Kreislaufsystemen keine gewinnbringende Strategie, so Kinateder.

Die BG Sachsen bedankte sich bei Kinateder für den spannenden Vortrag und die Einblicke in die Praxis.

Dr.-Ing. Mathias Weiser/Marion Regal

➔ www.dgo-online.de

Aluminium Deutschland e. V. (AD)

Aluminiumproduktion zweistellig im Minus

Die Aluminiumproduktion in Deutschland ist nach Angaben von Aluminium Deutschland im zweiten Quartal erneut deutlich gesunken.

Bei den Primäraluminiumhütten ging das Produktionsvolumen um knapp die Hälfte zurück, im weiterverarbeitenden Halbzeugbereich lag der Rückgang im zweistelligen Prozentbereich.

Wie AD-Präsident Rob van Gils betonte, habe der Exodus der Industrie bereits begonnen und nehme immer mehr Fahrt auf. Die industrielle Wertschöpfung und damit der Wohlstand in Deutschland stünden auf dem Spiel. Die Bundesregierung müsse dringend gegensteuern. Es ginge nicht um Dauersubventionen, sondern um eine Brücke. Und um mehr als 60 000 Jobs in der Aluminiumindustrie. *Wir begrüßen die Ankündigung des Bundeskanzlers, durch strukturelle Maßnahmen die Energiepreise in Deutschland auf ein wettbewerbsfähiges Niveau zu senken. Aber wir können nicht darauf allein setzen*, sagt Rob van Gils. Die Zeit dränge und wenn große Teile der Industrie weg seien, kämen sie nicht mehr zurück. Mit allen Konsequenzen für industrielle Wertschöpfung und Unabhängigkeit des Landes.

Die Herstellung von Rohaluminium ging im zweiten Quartal um 14 Prozent auf rund 748 000 Tonnen zurück. Nach dem ersten Halbjahr liegt der Output bei gut 1,5 Millionen Tonnen. Dabei sank die Herstellung von Primäraluminium im Zeitraum von Januar bis Juni um 50 Prozent gegenüber dem Vorjahreszeitraum – die Hütten produzierten rund 98 000 Tonnen. Vor der Energiekrise stellten sie fast dreimal so viel her.

Der weiterverarbeitende Aluminiumhalbzeugbereich verzeichnete mit knapp 595 000 Tonnen im zweiten Quartal ebenfalls ein deutliches Minus (-12 %). Dabei lag der Rückgang sowohl bei den Herstellern von Strangpresserzeugnissen (-16 Prozent) als auch bei den Produzenten von Walzprodukten (-11 Prozent) im zweistelligen Bereich. Im ersten Halbjahr wurden insgesamt 1,2 Millionen Tonnen Halbzeuge in Deutschland hergestellt (-10 Prozent).

Deutschland wird nach den Worten von Rob van Gils als einziges Industrieland in diesem Jahr nicht wachsen. *Das sollte uns allen zu denken geben – und zwar grundlegend*, so der Präsident des Aluminium Deutschland e.V.. Die Produktions- und Investitionsbedingungen müssten deutlich verbessert werden. Die Nachfrage aus wichtigen Kundenbranchen wie die Bauwirtschaft und der Maschinenbau sei weiter rückläufig. *Und der Aufschwung scheint weiter weg denn je. Die Sorgenfalten werden tiefer.*

➔ www.aluminiumdeutschland.de

VERBÄNDE

Deutscher Verband für Schweißen und verwandte Verfahren e.V. (DVS)

Professor Dr.-Ing. Thomas Böllinghaus ist neuer Präsident des IIW

Am 16. Juli bestätigte die IIW General Assembly die Wahl des neuen Präsidenten, Prof. Dr.-Ing. Thomas Böllinghaus. Er übernahm das Amt am 24. Juli 2023 von seinem Vorgänger, dem Schweizer Dr.-Ing. Sorin Keller.

Die 76. IIW Annual Assembly and International Conference des International Institute of Welding (IIW) in Singapur war in diesem Jahr für den DVS – Deutscher Verband für Schweißen und verwandte Verfahren e. V. – von besonderer Bedeutung: Professor Dr.-Ing. Thomas Böllinghaus wurde als Präsident des IIW bestätigt. Damit ist eine sehr wichtige Position in den Lenkungsgremien des internationalen Verbands für die Schweißtechnik durch einen Delegierten des DVS besetzt. Bisher war Böllinghaus als *Chair Commission IX*, Vizepräsident und als Schatzmeister (*Treasurer*) im IIW ehrenamtlich tätig. Jetzt tritt er die Nachfolge des vorigen Präsidenten des IIW, Dr.-Ing. Sorin Keller, für den Zeitraum von drei Jahren von 2023 bis 2026 an. Für Böllinghaus rundet diese verantwortungsvolle, ehrenamtliche Aufgabe seine inzwischen 28-jährige, aktive Mitarbeit im IIW ab. *Als Präsident habe ich nun die Gelegenheit, strategisch die Zukunft des IIW mitzugestalten*, so Böllinghaus. Das IIW vereint nach seinen Worten in hervorragender Weise die Bereiche *Forschung und Entwicklung* mit *Lehre und Ausbildung* für die Wirtschaft und Industrie.

Seine Vision ist es, das IIW noch mehr als bisher zu internationalisieren, und vor allem auch die Schwellenländer mit ihrem unglaublichen Potential an jungen Wissenschaftlern und Wissenschaftlerinnen für die neuen, wirklich wichtigen Themen im Rahmen der internationalen Kooperationen zu motivieren. Die schweißtechnische Fertigung für die neuen Grünen Wasserstofftechnologien sowie die weltweit kontinuierlich zunehmende Umstellung auf additive Fertigungsverfahren seien

dabei nur zwei Beispiele für die vielen spannenden Zukunftsthemen rund um die internationale Schweißtechnik.

➔ www.dvs-home.de

Verband für die Oberflächenveredelung von Aluminium e. V. (VOA)

Gebündeltes Praxiswissen für Beschichter und Eloxierer

Vom 7. bis zum 9. November 2023 finden das Qualicoat- und Beschichtungs-Seminar sowie das Eloxal-Seminar *Aus der Praxis für die Praxis* des Verbands für die Oberflächenveredelung von Aluminium e. V. (VOA) in Präsenz statt. Im Hotel Jagdschloss Kranichstein bei Darmstadt bietet der Verband die Möglichkeit zu einem innovativen, fachlichen Austausch und vermittelt Grundlagen sowie neueste technische Trends; die Seminare sind gleichermaßen geeignet für Einsteiger wie für Fortgeschrittene. Eingeladen sind auch Auszubildende, denen der VOA besonders gute Konditionen einräumt. Beide Seminare sind örtlich und terminlich zusammengelegt, so dass Interessenten unkompliziert an beiden Veranstaltungen teilnehmen können. Für beide Seminare gewann der VOA aus den Reihen seiner Mitgliedsunternehmen äußerst kompetente und erfahrene Referenten aus der Praxis.

In seiner Funktion als Generallizenznehmer der internationalen Qualitätszeichen Qualicoat für beschichtete und Qualanod für anodisierte Aluminiumprodukte legt der Verband besonderen Fokus auf die Sicherung der hohen Qualität sowie auf die weltweit gültigen Spezifikationen, die insbesondere im Falle von Qualicoat mit umfangreichen Neuerungen zum Jahresende aufwarten.

Das Qualicoat- und Beschichtungs-Seminar am 7. November informiert über die derzeit gültigen Qualicoat-Spezifikationen und gibt einen Überblick über die Aktualisierungen. Auf der Agenda stehen ferner Vorträge zu den Themen Kosteneinsparung durch berührungslose Schichtdickenmessung mit der Gegenüberstellung von drei Messgeräten sowie



Friedhelm U. Scholten, Vorsitzender des Vorstands (Bild: VOA)

effiziente Anlagentechnik zur Profilbeschichtung in Abhängigkeit von der Losgröße. Zwei Bereiche, die in der Praxis von besonderer Relevanz sind, stehen ebenfalls auf dem Programm: Methoden der Schichtgewichtsbestimmung sowie Brandschutzanforderungen nach British Standard (BS EN 13501) inklusive der damit einhergehenden Risiken für Beschichtungsbetriebe.

Eloxal-Seminar Aus der Praxis für die Praxis

Das über zwei Tage geplante *Eloxal-Seminar Aus der Praxis für die Praxis* am 8. und 9. November findet unter der Leitung von Friedhelm U. Scholten, Vorstandsvorsitzender des VOA, statt. Darin widmet sich der VOA der Darstellung der gesamten Wertschöpfungskette mit den einzelnen Schritten des Eloxalprozesses. Der Schwerpunkt liegt in diesem Jahr auf dem Arbeitsschritt Eloxieren. Hier gilt es, Einsparpotenziale zu nutzen und damit verbundene Risiken auszuloten.

Das Veranstaltungshotel bietet eine gute Lernatmosphäre und die Gelegenheit zum intensiven Erfahrungsaustausch. Weitere Informationen zum Programm sowie die Möglichkeit zur Anmeldung finden Interessierte auf der Homepage des VOA:

➔ www.voa.de

INSERENTENVERZEICHNIS

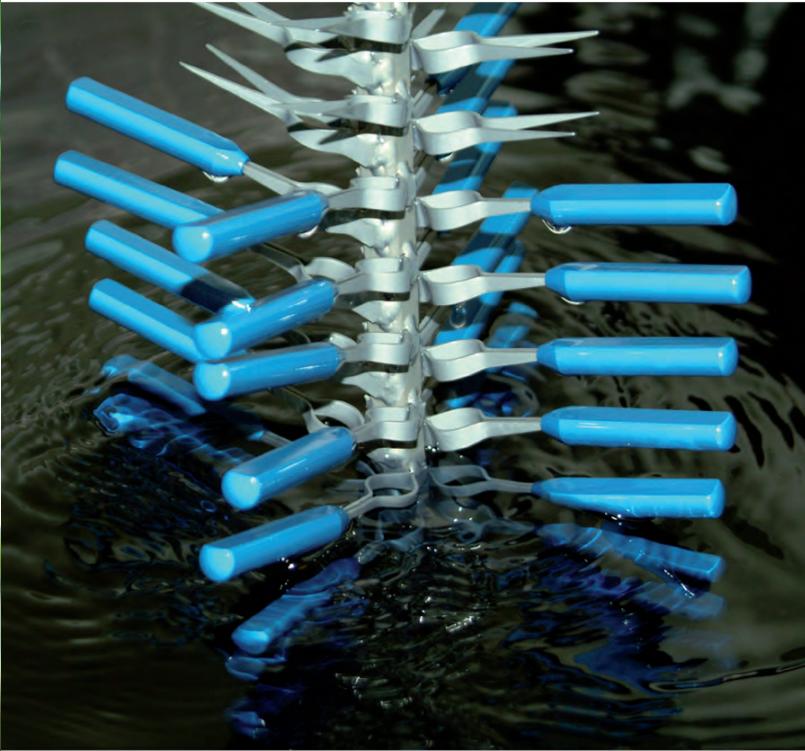
airtec MUEKU	5	IMO Oberflächentechnik	Titel	Sager + Mack	1
B+T ID Solutions	15	Walter Lemmen GmbH	17	Serfilco	29
BRW Elektrochemie	31	Munk GmbH	27	Stark Eloxal	U3
ELB	U4	MVB Bretten	25	Strähle Galvanik	25
GusChem	U2	Renner GmbH	Titelbanner	Trowal	11

Einfach

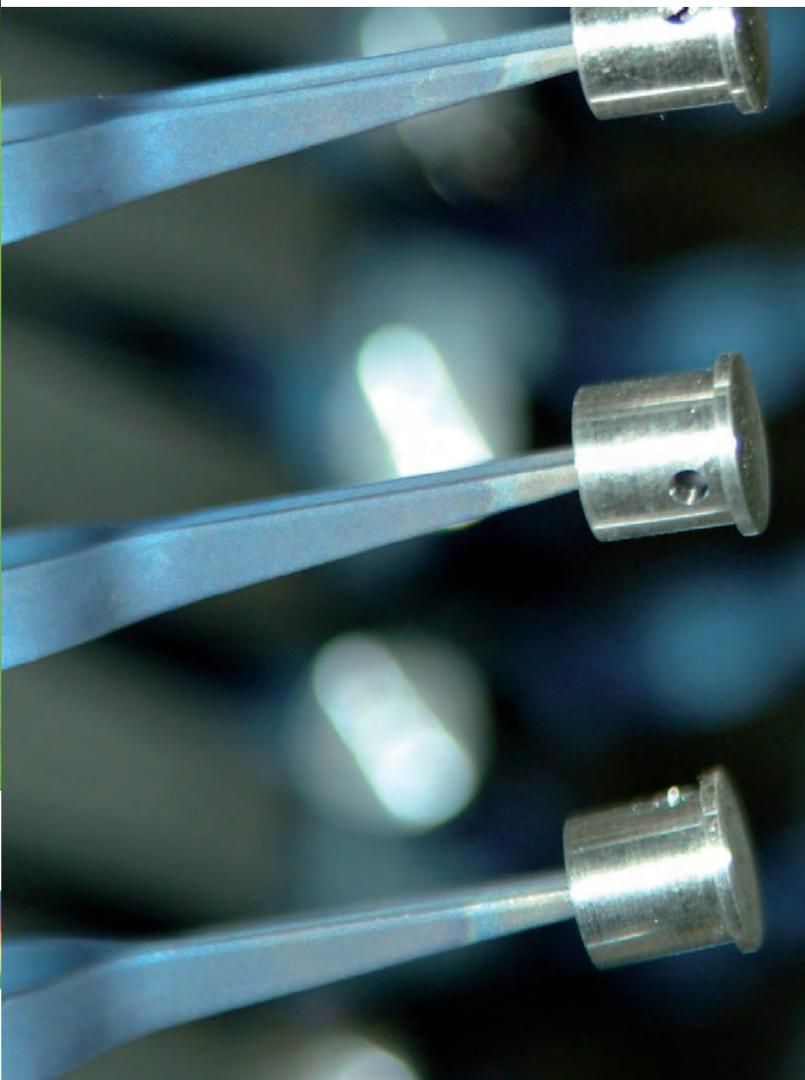
STARK ELOXAL

www.stark-eloxal.de

... und Aluminium wird besser



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



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

Ihre Ansprechpartner:
Markus Stark
Alberto Calestani

Wir sorgen nachhaltig für...

...maximale Lebensdauer



Unsere Leichtmetallveredelung schützt Ihr Produkt sicher und nachhaltig.

Profitieren Sie von höchster Verschleißfestigkeit, geringer Reibung und minimaler Korrosion.



Leichtmetallkeramik – optimaler Komponentenschutz für Aluminium, Magnesium und Titan. Werden Sie unser nächster begeisterter und glücklicher Kunde!

**Innovative Lösungen
für Ihren Wettbewerbsvorteil.**

 **CERANOD**[®]
Oberflächentechnologie der Zukunft

