

WOMAG

Kompetenz in Werkstoff und funktioneller Oberfläche

IMO OBERFLÄCHENTECHNIK GMBH

**IMOVATIVE LÖSUNGEN
FÜR ALLE BEREICHE**

SMART HOME

Blechexpo
Besuchen Sie uns auf der Blechexpo:
Halle 6 | Stand 6405 | 26. - 29. Oktober 2021
Internationale Fachmesse für Blechbearbeitung

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

WERKSTOFFE

Flexibler Faserlaser für schnelle Materialbearbeitung

OBERFLÄCHEN

Fachwissen zur Oberflächentechnik – ZVO-Oberflächentage 2021

WERKSTOFFE

Blechumformprozesse exakt simulieren

OBERFLÄCHEN

Die Zukunft der Galvanotechnik – IMO im Dialog mit Kunden

MEDIZINTECHNIK

Smartes Pflaster könnte die Wundheilung beschleunigen

SPECIAL

Galvanische Abscheidung von Nickel-Chrom-Legierungsschichten

OKTOBER 2021

DÖRKEN



Einfach spitze: Unser Korrosionsschutz ist dünner als jedes einzelne Haar.

Und pflegeleichter sowieso! Trotz hauchdünner Schichtdicke erzielen unsere Beschichtungen ausgezeichnete Ergebnisse und bieten einen hohen Schutz. Und noch besser: Auch in Sachen Service scheren wir Sie nicht über einen Kamm, sondern gehen individuell auf Ihre Wünsche und Anforderungen ein.

www.doerken.de

Gelungene Veranstaltung



Teilnehmen oder nicht – die Vorbehalte, an den diesjährigen ZVO-Oberflächentagen während der Pandemie vor Ort teilzunehmen, waren über lange Zeit groß. Die mehr als 300 Teilnehmer in Berlin sind daher angesichts des schwierigen Jahres 2021 ein gutes Ergebnis für die Veranstalter. Dass die Präsenzveranstaltung mehr als überrückig war, zeigten die intensiven und anregenden Gespräche an allen drei Veranstaltungstagen.

Ein Wehrmutstropfen für die Veranstalter war das nur wenig genutzte Angebot der Online-Teilnahme. Trotz des zunehmenden IT-Einsatzes gerade auch im beruflichen Umfeld waren kaum 30 Personen außerhalb des Tagungs-

orts Berlin über Computer oder mobile Geräte den Vorträgen zugeschaltet (soweit der Redaktion der WOTech bekannt ist). Hier hätten die Veranstalter mit ihrem Engagement eine weitaus höhere Zahl verdient gehabt – in dieser Beziehung ist also noch deutlich Luft nach oben.

Dabei boten die ZVO-Oberflächentage mit annähernd 50 Fachvorträgen eine Fülle an interessanten und neuen Informationen. Insbesondere die Herausforderungen zur Einsparung von Energie bei gleichzeitiger Erfassung und Reduzierung der Emissionen an Kohlenstoffdioxid werden in allen Produktionsbereichen enormes Gewicht gewinnen. Zahlreiche Vorträge beleuchteten hier unterschiedliche Aspekte – von der Einsparung an Chemikalien über die Investition in effizientere Anlagen und Geräten bis hin zur besseren Nutzung der alternativen Verfahren zur Energiegewinnung.

Bei vielen Verfahren zur Optimierung der Prozesse kommen die Errungenschaften der Informationstechnologie, allen voran die sogenannte Künstliche Intelligenz, zum Einsatz – auch wenn in manchen Fällen nicht auf den ersten Blick erkennbar ist, was sich hinter KI eigentlich verbirgt oder wie diese zu besseren Ergebnissen bei so handfesten Arbeitsprozessen wie der Oberflächentechnik führen soll. Dies wird weiterhin ein spannendes Thema sein.

In dieser und den nächsten Ausgaben der WOMag werden die Inhalte der Vorträge für alle Interessenten in Kurzform zusammengestellt, auch um die Arbeiten der Fachleute zu den unterschiedlichen Aspekten der Oberflächentechnik für die nächste Generation zu erhalten. Den Organisatoren der ZVO-Oberflächentage sei auf diesem Weg ein großes Kompliment für ihre Arbeit ausgesprochen – verbunden mit der Hoffnung, dass wir jetzt wieder im gewohnten *normalen* Modus arbeiten können!

WOMAG – VOLLSTÄNDIG ONLINE LESEN

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



Sager + Mack®

Leading the way in pumps and filters

STRONG | CLEAN | DURABLE |
| SMART |

MAKE IT BIG!



BIG Mack -

die starke Filterstation mit einem Volumenstrom **bis zu 120 m³/h***.

* abhängig von der Konfiguration, mit Plattenfiltereinsatz
Volumenstrom von **bis zu 90 m³/h** möglich.



PUMPEN
PUMPS | 泵



FILTER
FILTERS | 过滤器



FILTERMEDIEN
FILTERMEDIA | 过滤耗材



DAS PLUS
THE PLUS | 服务



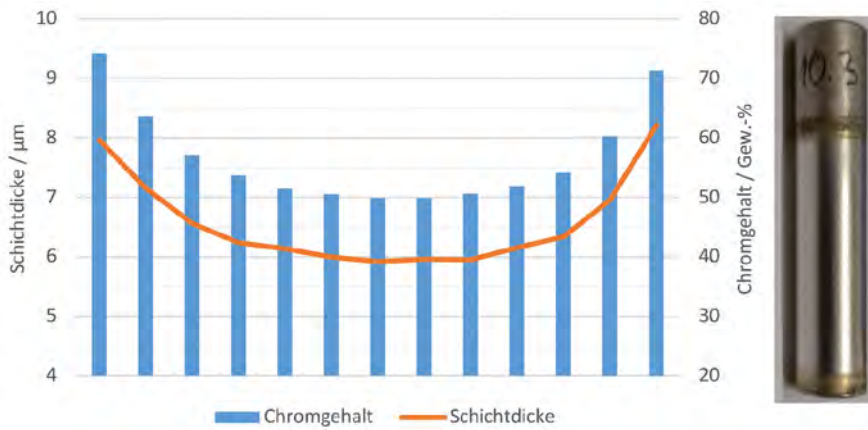
Sager + Mack GmbH

Max-Eyth-Str. 13/17 |

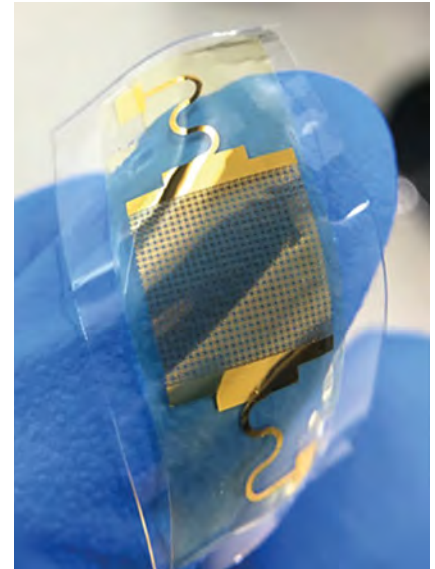
74532 Ilshofen-Eckartshausen

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

INHALT



21 Galvanische Abscheidung von Nickel-Chrom-Legierungsschichten



18 Biomedizinischer Sensor



26 Bericht über die Fachtagung ZVO-Oberflächentage 2021 in Berlin



30 Reinigung von Sensoren

WERKSTOFFE

- 4 Katalysatoren – Ganz nach Plan
- 5 Flexibler Faserlaser für die schnelle Materialbearbeitung
- 7 Wenn Materialwissenschaft auf Machine Learning trifft
- 8 Innovativer Sensor spürt Moleküle gezielt und genau auf
- 9 Belastungen in Kunststoffen und Bauteilen sichtbar machen
- 10 Blechumformprozesse exakter simulieren
- 11 Greifarm aus dem 3D-Drucker für die Optikmontage mit höchster Präzision
- 12 Umweltfreundliche Herstellung von Batterieelektroden
- 13 Leichtbau für eine der stärksten Landmaschinen
- 14 Additive Fertigung – Materialise startet neues Metall-Kompetenzzentrum
- 15 Partikelmesstechnik in der Produktionslinie
- 16 Im Dreierteam in die Zukunft: Prof. Dr.-Ing. Rüdiger Daub neuer Institutsleiter des Fraunhofer IGCV

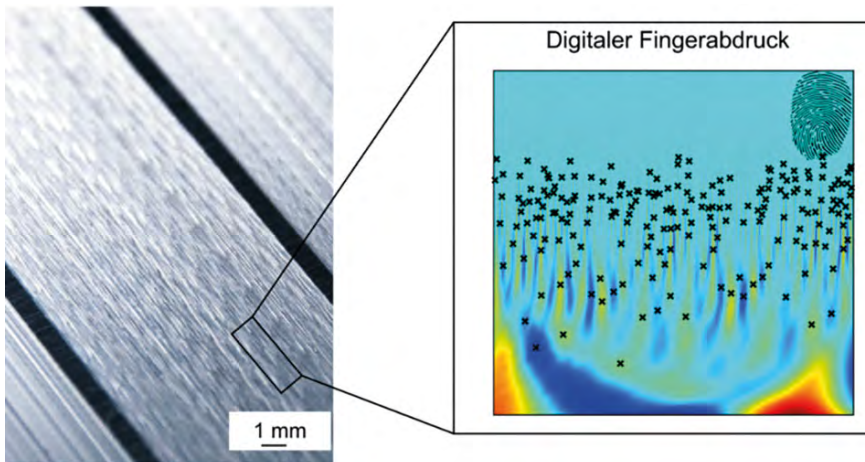
MEDIZINTECHNIK

- 17 Smartes Pflaster könnte die Heilung chronischer Wunden beschleunigen
- 18 Mikromaterialbearbeitung in der medizinischen Forschung

OBERFLÄCHEN

- 20 Tribokorrosion: Von der Medizintechnik bis zum Maschinenbau
- 21 Galvanische Abscheidung von Nickel-Chrom-Legierungsschichten
- 26 Fachwissen zur Oberflächentechnik – endlich wieder im persönlichen Gespräch
- 30 Automatisiertes Fahren braucht hohe Sauberkeit
- 32 Die Zukunft der Galvanotechnik
- 35 25 Jahre OTH: Oberflächenspezialist auf sicherer Flughöhe
- 36 Die Zukunft der Bauteilidentifikation

INHALT



36 Nutzung von Oberflächenmerkmalen als Schutz gegen Fälschungen



32 Digitalisierung und Automation benötigen innovative Galvanotechnik

BERUF + KARRIERE

- 37 Technische Universität und Helmholtz-Institut Freiberg für Ressourcentechnologie blicken auf zehn Jahre Kooperation
- 37 Hochschule Aalen forscht an besserem Korrosionsschutz
- 38 Laser verbessert Ladefähigkeit von Batterien

UNTERNEHMENSINFORMATIONEN

- 39 Helmut Fischer AG – H2O China

VERBÄNDE

- 40 Zentralverband Oberflächentechnik e. V. (ZVO) – Deutscher Verband für Schweißen und verwandte Verfahren e. V. (DVS) – Verein Deutscher Ingenieure e. V. (VDI) – Verband für die Oberflächenveredelung von Aluminium e. V. (VOA)

Zum Titelbild: Die IMO Oberflächentechnik stellt mögliche Trends der galvanischen Beschichtung von Bauteilen für die Elektrotechnik vor – Beitrag Seite 32ff

IMPRESSUM

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

Erscheinungsweise

10 x jährlich, wie in den Metadaten 2021 angegeben

Herausgeber und Verlag

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

Verlagsleitung

Charlotte Schade
Mobil 0151/29109886
schade@wotech-technical-media.de
Herbert Käzmann
Mobil 0151/29109892
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. 10 vom 10. Oktober 2020

Inhalt

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

Leserkreis:

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

WOMag-Beirat

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

Bankverbindung

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

Gerichtsstand und Erfüllungsort

Gerichtsstand und Erfüllungsort ist Waldshut-Tiengen

Herstellung

WOTech GbR

Grafische Gestaltung (Grundlayout)

Wasserberg GmbH

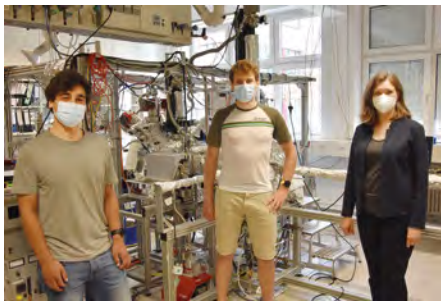
Druck

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

Katalysatoren – Ganz nach Plan

Kieler Forschungsteam entwickelt selektiven Katalysator für gezielte chemische Reaktionen

Der Zufall spielt in chemischen Reaktionen oft eine große Rolle. Fast immer entstehen dabei zahlreiche unerwünschte Nebenprodukte, die unnötig Energie und Ressourcen verbrauchen. Ein Forschungsteam um Professorin Swetlana Schaueremann vom Institut für Physikalische Chemie der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel (CAU) kombiniert verschiedene Messverfahren, um chemische Reaktionen auf atomarer Ebene zu untersuchen und so grundlegend besser zu verstehen. In der renommierten Fachzeitschrift *Angewandte Chemie* haben sie jetzt eine Methode vorgestellt, mit der sich Reaktionen so gestalten lassen, dass am Ende nur das gewünschte Molekül entsteht. Den Unterschied macht eine spezielle Extraschicht von Molekülen, die als Katalysator die gewünschte Reaktion gezielt auslöst.



Mit hochpräzisen Messmethoden will das Forschungsteam um Prof. Swetlana Schaueremann (v. r.), Carsten Schröder und Marvin Schmidt chemische Reaktionen auf atomarer Ebene verstehen, um sie zielgerichtet ablaufen zu lassen (© Julia Siekmann, Uni Kiel)

Was genau dazu führt, dass am Ende einer chemischen Reaktion ein bestimmter neuer Stoff entsteht, ist im Einzelnen nicht bekannt. Die Synthese von neuen Molekülen läuft häufig nach dem *Trial and error*-Prinzip ab: Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler müssen oft zahlreiche Tests durchführen, bis sie das gewünschte Ergebnis erhalten. Das Kieler Forschungsteam verfolgt einen anderen Ansatz und kombinierte dafür spezielle spektroskopische und mikroskopische Methoden. *Wir wollen zunächst die Prozesse auf atomarer Ebene verstehen, um anschließend selektive Katalysatoren entwickeln zu können, mit denen sich chemische Produkte ge-*

zielt herstellen lassen, sagt Swetlana Schaueremann, Professorin für Oberflächenchemie und Katalyse an der CAU.

Aufgrund seiner bisherigen Untersuchungen nahm das Team an, dass eine zusätzliche Molekülschicht auf Oberflächen eine gezielte Reaktion auslösen kann. Dafür untersuchten sie, wie aus Acrolein mithilfe eines Palladiumkatalysators gezielt Propenol hergestellt werden kann, wenn die Oberfläche des Metalls vorab mit Allylcyanid beschichtet wurde. Normalerweise kann durch eine Reaktion mit Wasserstoff, auch Hydrierung genannt, entweder Propenol (Alkohol), oder Propanal (Aldehyd) entstehen.

Als Molekül für die zusätzliche Schicht hat die Forschenden Allylcyanid gewählt, weil es eine spezielle elektronische Struktur und eine hohe Elektronendichte besitzt. *Aufgrund seiner Eigenschaften kann es sehr gut mit reagierenden Molekülen in Wechselwirkungen treten*, erklärt Carsten Schröder, Doktorand in der Arbeitsgruppe von Schaueremann und Erstauteur der Studie. Außerdem spielt es in zahlreichen Industriezweigen eine Rolle, in denen mit organischen Synthesen gearbeitet wird.

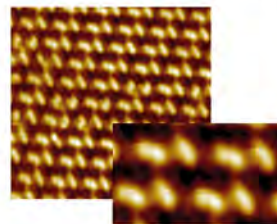
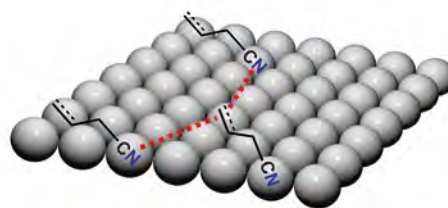


An der Infrarotspektroskopieanlage stellt Doktorand Carsten Schröder den Druck der Acrolein-Moleküle ein, um die chemische Reaktion zu starten (© Julia Siekmann, Uni Kiel)

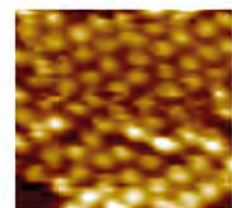
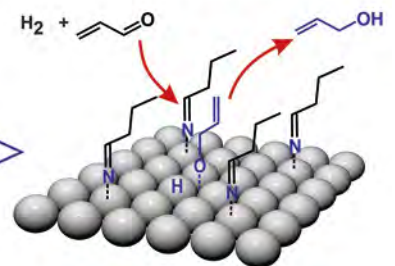
Für seine Experimente beschichtete das Forschungsteam zunächst reines Palladiummetall mit Allylcyanid. Im Rastertunnelmikroskop konnten sie eine Schicht im Detail sichtbar machen und zeigen, dass die drei Kohlenstoffatome des Allyls flach auf den Metallatomen lagen. Als sie die Oberfläche anschließend Wasserstoff aussetzten, begann eine chemische Umwandlung und die flache Schicht veränderte sich. Im Rastertunnelmikroskop zeigten sich jetzt deutlich kürzere Abstände zwischen den Allylcyanidmolekülen.

Modellkatalysator mit einer Allylcyanid-Ligandenlage

(a) Nicht reaktive Bedingungen



(b) Reaktive Bedingungen



Unter dem Rastertunnelmikroskop konnten die Chemikerinnen und Chemiker sehen, wie sich die Moleküle auf der Oberfläche ihres Katalysatormetalls im nicht-reaktiven Zustand (a) und unter reaktiven Bedingungen (b) unterscheiden. Das Modell zeigt, wie sich die chemische Zusammensetzung der Ligandenlage unter reaktiven Bedingungen verändert und so die Entstehung von Propenol begünstigt (© Swetlana Schaueremann)

Durch eine Kombination ihrer spektroskopischen und mikroskopischen Analysemethoden fanden die Forschenden heraus, was passiert war: *Der Wasserstoff hatte sich an das Allylcyanidmolekül gebunden und es in einen gesättigten Kohlenwasserstoff mit ei-*



Marvin Schmidt führt Proben des Katalysatormetalls ins Rastertunnelmikroskop ein, um atomare Veränderungen auf der Oberfläche zu untersuchen (© Julia Siekmann, Uni Kiel)

ner sogenannten Iminfunktion umgewandelt, sagt Schröder. Die Moleküle, die mit dem gesättigten Kohlenwasserstoffrest verloren den Kontakt zu den Palladiumatomen, wodurch sich die Moleküle aufrichteten und so eine dichtere Schicht auf der Oberfläche bildeten. Hierauf konnte das Acrolein jetzt positionsgenau andocken und so den Hydrierungsprozess auslösen, der zur Entstehung von Propenol führt.

In dieser Art ist es nach Mitteilung des CAU zum ersten Mal gelungen, einen Katalysator mit einer zusätzlichen Molekülschicht zu aktivieren und auf atomarer Ebene zu untersuchen. Ein detailliertes Verständnis solcher Prozesse könnte nach Aussage von Schaueremann das Forschungsgebiet zu Katalysatoren rasant weiterentwickeln. Überflüssige Reaktionsprodukte zu entfernen und zu entsorgen, ist bislang mit viel Aufwand ver-

bunden. *Wenn wir in der Lage sind, einzelne Moleküle gezielt herzustellen, können wir Energie, Kosten und Ressourcen sparen und zum Beispiel zu umweltfreundlicheren Prozessen beitragen.*

J. Siekmann

Kontakt:

Prof. Dr. rer. nat. Swetlana Schaueremann,
E-Mail: schaueremann@pctc.uni-kiel.de

Originalpublikation:

C. Schröder, M. C. Schmidt, Ph. A. Haugg, A.-K. Baumann, J. Smyczek, S. Schaueremann: Understanding Ligand-Directed Heterogeneous Catalysis: When the Dynamically Changing Nature of the Ligand Layer Controls the Hydrogenation Selectivity; *Angew. Chem. Int. Ed.* 2021, 60, <https://doi.org/10.1002/anie.202103960>

➔ www.uni-kiel.de

Flexibler Faserlaser für die schnelle Materialbearbeitung

Fraunhofer IWS erprobt neues Verfahren zur Strahlformung

Laserexperten aus Sachsen und Israel erproben derzeit gemeinsam am Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik IWS in Dresden einen neuartigen Laser für den Industrieinsatz. Das System basiert auf der für Hochleistungslaser noch jungen Methode des *Coherent Beam Combining* (CBC). Der 13-Kilowatt-Laser kann im laufenden Betrieb besonders schnell verschiedene Energieverteilungsmuster erzeugen und dadurch selbst anspruchsvolle Hightech-Materialien sehr präzise und schnell bearbeiten. Die Fraunhofer-Forschenden wollen die innovative Lasertechnik aus Israel demnächst auch weltweit Unternehmen zur Verfügung stellen. Innerhalb eines europäischen Netzwerkprojekts untersucht das Fraunhofer IWS bereits mit dem Laserhersteller Civan Lasers und A. Kotliar Laser Welding Solutions die um ein Tausendfaches beschleunigte Strahlformung erstmals für das Additive Manufacturing.

Der Laser *Dynamic Beam* aus Jerusalem ist inzwischen im Fraunhofer IWS in Dresden installiert. Das Institut ist damit die weltweit erste Forschungseinrichtung, die eine solche Laserlösung im Einsatz hat. Gemeinsam mit dem Kooperationspartner Civan Lasers erhoffen sich die Forscher von der Erprobung in Sachsen nicht zuletzt neue Anwendungsszenarien. Dieser Laser wird nach Ansicht von Dr. Andreas Wetzig, Leiter des Technologiefeldes Trennen und Fügen am Fraunhofer IWS, die Grenzen der Materialbearbeitung, zum Beispiel in der Medizintechnik sowie in der Luft- und Raumfahrt, weiter hinausschieben. Er verweist dabei auf das sächsisch-

israelische Forschungsprojekt *ShapeAM* im Rahmen des europäischen Netzwerkprogramms *M-era.Net*, in dem dieser neue Laser eine zentrale Rolle spielen wird und das im Juli 2021 gestartet ist.

Tausendmal schneller

Im Einsatz ist dabei das *Coherent Beam Combining*, was sich mit *Kohärente Strahlkombination* übersetzen lässt. Denn der *Dynamic Beam*-Faserlaser vom israelischen Unternehmen Civan Advanced Technologies kombiniert Dutzende Einzelstrahlen zu einem leistungsstarken Laserstrahl mit hoher Qualität. Durch kleine Phasenverschiebungen (Op-



Der Laser *Dynamic Beam* aus Jerusalem ist inzwischen im Fraunhofer IWS in Dresden installiert. Das Institut ist damit die weltweit erste Forschungseinrichtung, die eine solche Laserlösung im Einsatz hat

(© René Jungnickel/Fraunhofer IWS Dresden)



Aktuell erproben Forschende am Fraunhofer IWS den neuartigen israelischen Laser *Dynamic Beam* für den Industrieinsatz (© René Jungnickel/Fraunhofer IWS Dresden)

tical Phased Array = OPA) der Wellentäler und -berge in den Teilstrahlen kann der Laser rasch ganz verschiedene Energieverteilungsmuster im resultierenden Bearbeitungslaserstrahl erzeugen: Während ein klassischer Laser die meiste Energie nur in der Strahlmitte freisetzt, kann das System aus Israel auf den Werkstücken beispielsweise Energiemuster in Form eines Rings, einer Acht oder eines Hufeisens erzeugen. Prinzipiell war dies zwar auch früher schon mit strahlableitenden Optiken oder schnell schwingenden Spiegeln möglich. Doch selbst die schnellsten Schwingspiegel brauchen noch Millisekunden, um die Energiemuster im Strahl neu auszurichten. Der Dynamic Beam-Faserlaser schafft das dagegen Tausendmal schneller, binnen Mikrosekunden.

Diese Geschwindigkeit macht es erstmals möglich, die dynamische Strahlformung für die additive Fertigung von Metallen einzusetzen. Im Rahmen von ShapeAM testen die Forschenden das neue CIVAN-System, um verbesserte Werkstoffeigenschaften zu erzielen. Konkret geht es um die additive Fertigung von Titan- und Aluminiumlegierungen, wie sie für Raumfahrtbauteile, Implantate und Leichtbaukomponenten für die Mobilität gebraucht werden. Dabei wollen die Partner die dynamische Strahlformung einsetzen, um Defekte zu eliminieren und somit eine höhere Qualität der 3D-Druckergebnisse zu erzielen. Dr. Eyal Shekel, CEO von Civan, freut sich auf

das Projekt: *ShapeAM macht es uns möglich, die Vorteile des Dynamic-Beam-Shapings in der additiven Fertigung von Metallen zu explorieren.* Dr. Elena Lopez, Abteilungsleiterin Additive Fertigung am Fraunhofer IWS, fügt hinzu: *Wir planen, neuartige Strahlformen und Steuerungsfrequenzen zu verwenden, die mit anderen Methoden nicht erreichbar sind, um die Herausforderungen bei rissempfindlichen Materialien zu überwinden.*

Regel Austausch zwischen Dresden und Jerusalem

Aus dem gemeinsamen Projekt soll sich ein fruchtbarer wissenschaftlicher und persönlicher Austausch zwischen Israel und Sachsen entwickeln: Das Fraunhofer IWS wird die Testergebnisse nach Jerusalem weiterleiten. Auch ist angedacht, zeitweise Austauschwissenschaftler und -wissenschaftlerinnen nach Israel zu entsenden. Umgekehrt werden die Civan-Experten voraussichtlich im Laserlabor

in Dresden eigene Versuche durchführen. Die Tests am Dresdner Institut sollen die Möglichkeiten und Grenzen des Dynamic Beam-Lasers ermitteln. Vorgesehen sind zunächst Basisversuche mit verschiedenen Strahlprofilen, Werkstoffen und Verfahren. Dann testen die Forschenden konkrete Anwendungen aus, beispielsweise, wie gut das System diverse Werkstücke aus sonst schwer bearbeitbaren Werkstoffen und Werkstoffverbänden trennen, fügen oder additiv fertigen kann.

Dynamic Beam verdoppelt Arbeitstempo

Schon absehbar ist, dass sich mit dem neuen Laser die Schmelzbad-Dynamik bei vielen additiven und Fügeprozessen schneller und präziser steuern lässt – und dies nicht nur in der Fläche, sondern auch in der Tiefe. Auch beim Laserschneiden verspricht sich das Fraunhofer IWS Vorteile in Hinblick auf gratfreie Schnitte bei hoher Kantenqualität – bei doppeltem Arbeitstempo im Vergleich zu herkömmlichen Faserlasern. Ob der neue Laser diese Erwartungen auch in der Praxis erfüllt, wird sich in der Erprobungsphase in Dresden zeigen. Die Qualitäts- und Geschwindigkeitsvorteile, die sich bereits abzeichnen, machen die Technik jedenfalls für den Einsatz in der metallverarbeitenden Industrie, der Medizintechnik und Elektromobilität sowie in der Luft- und Raumfahrtindustrie hochinteressant.

Erste Erkenntnisse aus ihren Testreihen werden die Fraunhofer-Wissenschaftler vom 7. bis 9. Dezember 2021 einem breiteren Fachpublikum bei der kombinierten Online-Veranstaltung Laser Symposium/ISAM 2021 in Dresden vorstellen.

Kontakt:

Dr. Andreas Wetzig, Fraunhofer IWS, Leiter Technologiefeld Trennen und Fügen,
E-Mail: andreas.wetzig@iws.fraunhofer.de

➔ www.iws.fraunhofer.de

Über CIVAN

Civan Advanced Technologies Ltd. wurde im Jahr 2008 gegründet und ist nach eigenen Angaben das einzige Unternehmen, das Dynamic Beam-Laser anbietet. Mit den Dynamic Beam-Lasern von Civan können Hersteller Strahlform, Frequenz, Sequenz und Fokussteuerung steuern, um Spritzer zu eliminieren und die Schweißleistung und -geschwindigkeit zu erhöhen. Mit ihren fortschrittlichen Fähigkeiten öffnen die Dynamic Beam Laser die Tür zu unzähligen neuen Anwendungen.

➔ www.civanlasers.com

Wenn Materialwissenschaft auf Machine Learning trifft

Interdisziplinäres Team der Hochschule Aalen forscht an der Optimierung von Klebeverbindungen bei faserverstärkten Kunststoffen

Klebeverbindungen halten nicht nur die Einzelteile von Autos zusammen. Sie müssen auch immense Belastungen und Temperaturschwankungen aushalten können. Wie dies bei aktuell stark gefragten Leichtbauwerkstoffen wie den faserverstärkten Kunststoffen gelingen kann – daran forscht ein interdisziplinäres Team an der Hochschule Aalen. Die erste Phase des Projekts *InDiMat* geht jetzt mit erfolversprechenden Ergebnissen zu Ende; die Nachfolgefiananzierung durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung steht auch schon.

Schlüsseltechnologie Leichtbau

Ein Fahrzeug startet im Winter aus einer wohltemperierten Garage: Innerhalb weniger Minuten sinkt die Außentemperatur in den Minusbereich. Die Materialien und vor allem die Stellen, an denen sie zusammentreffen, müssen diese Belastungen zuverlässig aushalten können. Dabei beinhaltet ein Auto laut Dr. Dieter Meinrad, Institut für Materialforschung an der Hochschule Aalen (IMFAA), mehrere hundert Meter Klebeverbindungen. Diese Verklebungen fügen unterschiedliche Werkstoffe zusammen und sollen möglichst effizient sein – also viel Wirkung bei einem geringen Materialeinsatz zeigen. Die Leichtbauweise ist dabei eine branchenübergreifende Schlüsseltechnologie: Die Einsparung von Material und Energie sei angesichts von begrenzten natürlichen Ressourcen eine Grundvoraussetzung für eine nachhaltige Produktionsweise. Zu den am vielversprechendsten Leichtbauwerkstoffen gehören faserverstärkte Kunststoffe.

Neue Verfahrensansätze

Materialien, die ohne Bohrlöcher miteinander verbunden werden, sind außerdem weniger anfällig für Korrosion. Dafür müssen sie auf eine andere Art fest miteinander verbunden werden, etwa über das sogenannte adhäsive Fügen. Ob und wie gut diese Verbindungen halten, wird auch an der Hochschule Aalen intensiv erforscht. *InDiMat* lautet der Name des SmartPro-Impulsprojekts, dessen erste Phase nun mit überraschenden Ergebnissen

zu Ende ging. Bei diesem Projekt stehen insbesondere der hybride Leichtbau mit innovativen Technologien zum Fügen hybrider CFK-Multimaterialverbundwerkstoffe und der Leichtmetalldruckguss im Vordergrund. Mehrere Arbeitsgruppen an der Hochschule Aalen verfolgten dabei neue Verfahrensansätze wie Druckumgießen, Kleben und thermisches Direktfügen sowie Vor- oder Nachbehandlung der Oberflächen.

Das Nachfolgeprojekt wird nun vom Bundesministerium für Bildung und Forschung mit rund 900 000 Euro gefördert und im Frühjahr 2022 unter dem Namen *Smart-LIGHT* an den Start gehen. Beteiligt sind neben der Technischen Universität München auch die Universität Ulm sowie das Institut für Oberflächentechnik GmbH Schwäbisch Gmünd. Insgesamt zwölf Unternehmen waren in die erste Phase des Projekts involviert, beispielsweise die Aalener Franke GmbH, die PVA TePla Analytical Systems GmbH, Westhausen, die Trumpf Laser- und Systemtechnik GmbH aus Ditzingen und Henkel AG & Co. KGaA aus Bopfingen. Als neuer Industriepartner kam nun die Biberacher Albert Handtmann Holding GmbH & Co. KG dazu.

Wie der Flicker beim Fahrradreifen

Am IMFAA forschen wir an einem so genannten hybriden Materialverbund aus Kohlenfaserverstärkten Kunststoffen (CFK), umgangssprachlich auch Carbon genannt, die im geschmolzenen Zustand auf Aluminium gepresst werden, erklärt Meinhard. Dies müsse man sich im ersten Schritt wie das Flicker eines Fahrradreifens vorstellen: Man säubere zunächst die Oberfläche und klebe etwas drüber: *Wir verkleben die kohlenfaserverstärkten Kunststoffe mit Aluminium und behandeln beide Oberflächen in Zusammenarbeit mit dem LaserApplikationsZentrum der Hochschule Aalen mit Lasern vor.* Mit Hilfe von Machine Learning-Methoden könne vorhergesagt werden, wie sich die Art der Vorbehandlung auf die Lebensdauer der Klebestelle auswirken wird. Für diesen Bereich ist Prof. Dr. Ulrich Klauack an der Hochschule Aalen zuständig. Darüber hinaus sind unter



Jochen Schanz, Dr. Dieter Meinhard, Prof. Dr. Lothar Kallien und Daniel Schwarz (v.l.) forschen an unterschiedlichen Aspekten des gemeinsamen Projekts *InDiMat*. Sie entwickeln innovative Technologien, um Klebeverbindungen beim Leichtbauwerkstoff Carbon zu optimieren © Hochschule Aalen/Andrea Heidel

der Projektleitung von Prof. Dr. Lothar Kallien mit Prof. Dr. Volker Knoblauch, Prof. Dr. Harald Riegel, Prof. Dr. Silvia Schuhmacher und Dr. Wolfgang Rimkus vier weitere Professoren und ihre Teams an der Hochschule Aalen für bestimmte Teile des Gesamtprojekts verantwortlich.

Die Ergebnisse nach vier Jahren Forschungsarbeit sind laut Meinhard *spektakulär*: So haben die Forschenden beispielsweise herausgefunden, dass sie mit dem Laser Oberflächen vorbehandeln können, die bisher in der Literatur als unbehandelbar galten. Zudem setze trotz freigelegter Kohlestofffaser nach einem bestimmten Verfahren der Alterungsprozess nicht ein. Als weiteres Highlight konnte das Druckumgießen von CFK-Laminaten mit Magnesium- und Aluminiumdruckgusslegierungen etabliert werden. Dieses innovative Fügeverfahren wird von Prof. Dr. Kallien und Doktorand Daniel Schwarz im Gießereilabor (GTA) untersucht. Bei diesem Prozess werden kohlenfaserverstärkte Kunststoffe in eine Druckgießform eingelegt und mit den besagten Leichtbaulegierungen umgossen. Die hierbei entstehenden Fügeverbindungen zeigen hohe Verbindungsfestigkeiten von über 2,5 Tonnen und verdeutlichen dadurch das große Potenzial dieser Technologie.

➔ www.hs-aalen.de

Innovativer Sensor spürt Moleküle gezielt und genau auf

Kombination von Graphen-Transistor mit metallorganischer Beschichtung ermöglicht sensitive und selektive Detektion

Einen neuartigen Sensor für Gasmoleküle haben Forschende am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) und an der Technischen Universität Darmstadt entwickelt. Dazu haben sie einen Graphen-Transistor mit einer maßgeschneiderten metallorganischen Beschichtung kombiniert. Der innovative Sensor erkennt Moleküle gezielt und genau und bereitet den Weg zu einer ganz neuen Klasse von Sensoren. Als prototypisches Beispiel demonstriert die Gruppe einen Ethanol-Sensor, der weder auf andere Alkohole noch auf Feuchtigkeit reagiert. Über ihre Ergebnisse berichten sie in *Advanced Materials*.

Ob in Fahrzeugen oder Smartphones, in Forschungslaboren oder Industrieanlagen – Sensoren sind allgegenwärtig. Sie erfassen bestimmte physikalische oder chemische Eigenschaften, wie beispielsweise Druck, Dehnung oder Gasmoleküle, und leiten die Daten zur Verarbeitung weiter. Daher ist die Weiterentwicklung von Sensoren entscheidend für den technologischen Fortschritt. Sensoren sind gekennzeichnet durch ihre Selektivität, das heißt die Fähigkeit, eine bestimmte Eigenschaft auch in Gegenwart anderer, potenziell störender Eigenschaften nachzuweisen, sowie ihre Sensitivität, das heißt die Fähigkeit, auch niedrige Werte zu detektieren.

Forschenden des KIT und der Technischen Universität Darmstadt ist es nun gelungen, einen neuartigen Sensor für Moleküle in der Gasphase zu entwickeln. Wie die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler in der Fachzeitschrift *Advanced Materials* berichten, basiert das Funktionsprinzip dieser neuen Klasse von Sensoren auf der Kombination von sensitiven Graphen-Transistoren mit maßgeschneiderten metallorganischen Beschichtungen. Diese Kombination ermöglicht eine selektive Detektion von Molekülen. Als prototypisches Beispiel demonstrieren die Autoren einen spezifischen Ethanol-Sensor, der im Unterschied zu aktuell verfügbaren kommerziellen Sensoren weder auf andere Alkohole noch auf Feuchtigkeit reagiert.

Bei Graphen handelt es sich um eine Modifikation des Kohlenstoffs mit zweidimensionaler Struktur. Graphen ist von Natur aus höchst sensitiv gegenüber Fremdmolekülen, die sich auf der Oberfläche an-

lagern. Allerdings weist Graphen als solches keine molekülspezifische Wechselwirkung auf, wie sie für eine Anwendung als Sensor erforderlich ist, erklärt Ralph Krupke, Professor am Institut für Nanotechnologie (INT) des KIT und am Institut für Materialwissenschaft der TU Darmstadt, der zusammen mit Professor Wolfgang Wenzel vom INT des KIT und Professor Christof Wöll, Leiter des Instituts für Funktionelle Grenzflächen (IFG) des KIT, bei der Studie federführend war. Erstautor ist Sandeep Kumar, der im Labor von Ralph Krupke am KIT forscht und im Fachgebiet Molekulare Nanostrukturen am Institut für Materialwissenschaft der TU Darmstadt promoviert. Um die geforderte Selektivität zu erreichen, haben wir ein metallorganisches Gerüst auf der Oberfläche aufwachsen lassen erläutert Krupke.

Sensoren lassen sich passgenau einstellen

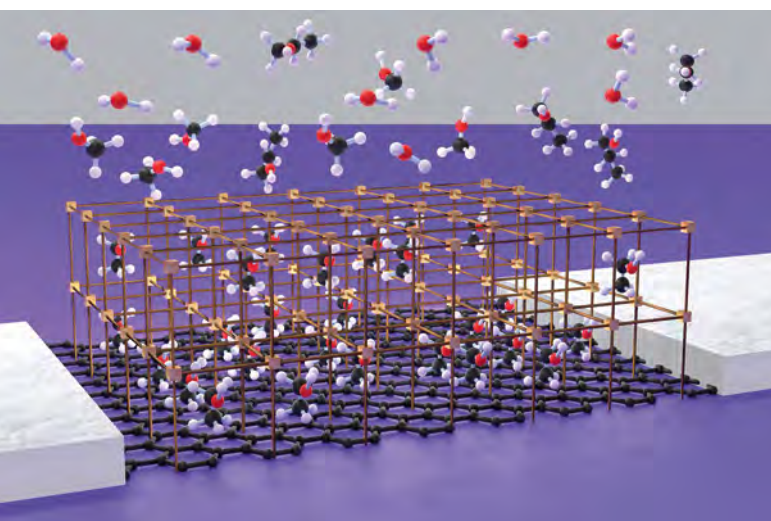
Metallorganische Gerüste (metal-organic frameworks – MOFs) sind aus metallischen Knotenpunkten und organischen Molekülen als Verbindungsstreben aufgebaut. Durch verschiedene Kombinationen lassen sich diese hochporösen kristallinen Materialien für verschiedene Anwendungen maßschneidern, um beispielsweise bei Sensoren eine selektive Absorptionsfähigkeit für bestimmte Moleküle zu erreichen. Die Forschenden aus Karlsruhe und Darmstadt demonstrieren eine selektive Sensorplattform, indem sie ein oberflächengebundenes metallorganisches Gerüst (surface-mounted metal-organic framework – SURMOF) direkt auf einen Graphen-Feldeffekttransistor (GFET) aufwachsen ließen. Ein solches Bauelement profitiert sowohl von der hohen Sensitivität und dem einfachen Auslesen eines GFETs als auch von der hohen Selektivität eines SURMOFs.

Die Kombination der einzigartigen elektronischen Eigenschaften von Graphen mit der immensen chemischen Variabilität der MOFs eröffnet nach Aussage von Christof Wöll ein riesiges Potenzial. Da sich SURMOFs in vielen Varianten anfertigen lassen und sich die Schnittstelle zwischen GFET und SURMOFs chemisch verschieden gestalten lässt, bereitet die Arbeit der Forschenden aus Karlsruhe und Darmstadt den Weg für eine ganz neue Klasse von Sensoren mit passgenau eingestellter Selektivität und Sensitivität. Hier kann die Simulation helfen, erklärt Wolfgang Wenzel, da wir am Rechner viele MOFs aufbauen können, ohne sie synthetisieren zu müssen. or

Originalpublikation:

Sandeep Kumar, Yohanes Pramudya, Kai Müller, Abhinav Chandresh, Simone Dehm, Shahriar Heidrich, Artem Fediai, Devang Parmar, Delwin Perera, Manuel Rommel, Lars Heinke, Wolfgang Wenzel, Christof Wöll, Ralph Krupke: Sensing molecules with metal-organic framework functionalized graphene transistors; *Advanced Materials*, 2021, <https://doi.org/10.1002/adma.202103316>

➔ www.kit.edu

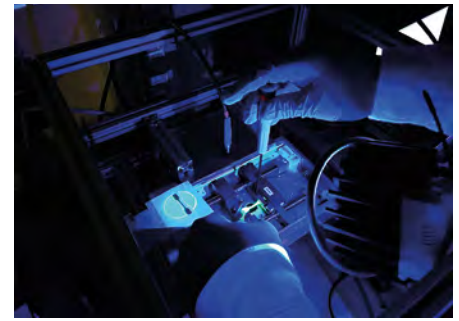


Die Sensoreinheit, bestehend aus einem Graphen-Feldeffekttransistor, auf den ein oberflächengebundenes metallorganisches Gerüst aufgewachsen ist (Bild: Sandeep Kumar, KIT)

Belastungen in Kunststoffen und Bauteilen sichtbar machen

Forschungsteam unter Federführung der TU Chemnitz entwickelt Farbstoffe, die Spannungen und deren Stärke in Kunststoffen und Bauteilen kontinuierlich durch Farbänderung anzeigen

Einem Forschungsteam unter Leitung von Prof. Michael Sommer, Inhaber der Professur Polymerchemie der TU Chemnitz und PD Dr. Michael Walter, Projektleiter im Exzellenzcluster Living, Adaptive and Energy-autonomous Materials Systems (livMatS) der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, ist es gelungen, ein neues Farbstoffmolekül aus dem Bereich sogenannter *Mechanophore* zu konstruieren.



Farbstoffmolekül Mechanophore

(Foto: TU Chemnitz)

Dank dieses Moleküls können Bauteilspannungen je nach Stärke stufenlos durch Farbänderungen angezeigt werden. Das Konzept solcher Farbstoffe ist nicht neu, allerdings konnten bisherige Mechanophore meist nur die An- oder Abwesenheit von Spannungen in Kunststoffen anzeigen. Durch die aktuelle Forschung kommt nun noch die Dimension der tatsächlichen Stärke der Spannung hinzu. Das bringt große Vorteile überall dort, wo es wichtig ist, jederzeit einen Überblick über die Belastung und damit auch die Integrität des Materials zu haben. Diese effektive Form von Schadensanalytik zu entwickeln und sie zur praktischen Anwendung zu bringen – dem ist das Forschungsteam nun ein Schritt näher gekommen. Die Ergebnisse der Untersuchung sind im Fachjournal *Nature Communications* erschienen.

Molekulare Feder zeigt farblich die Stärke der Belastung

Wie die Forscherinnen und Forscher in ihre Veröffentlichung berichten, können durch die Kombination eines molekular designten Farbstoffs mit einem geeigneten und vor allem nicht-spröden Kunststoff makroskopische Kräfte nun auf die molekulare Skala übertragen werden. Diese einwirkenden Kräfte können zum Beispiel äußerer Druck oder Zug sein.

Das Farbstoffmolekül *fühlt* damit die Kraft, die innerhalb des Kunststoffes wirkt, und zeigt weiterhin Kraftänderungen durch Änderungen der Farblichkeit an. Nimmt die Kraft auf den Kunststoff ab, geht das Farbstoffmolekül wieder in seinen Ausgangszustand zurück. Daher wird dieser Farbstoff auch als *molekulare Feder* bezeichnet – sie dehnt sich und *springt* danach wieder in den Ursprungszustand.

Im Vergleich zu bereits existierenden molekularen Schaltern, die Kräfte in Kunststoffen durch Farbänderung anzeigen können, liegen die Vorteile hier klar auf der stufenlosen Abbildung von verschiedenen großen Kräften sowie des Feder-artigen Verhaltens des Moleküls, das damit immer wieder eingesetzt werden kann.

Bessere mechanische Eigenschaften

– Dämpfung besser verstehen und anwenden

Dies ist nach Aussage von Prof. Dr. Michael Sommer ein großer Schritt in Richtung der direkten Sichtbarmachung von externen Spannungen und Eigenspannungen von Kunststoffen mit einfacher Analytik, was für die weitere Entwicklung von Materialien mit verbesserten mechanischen Eigenschaften oder im Bereich des 3D-Drucks von großem Nutzen sein könnte. Aber auch das Verständnis von Dämpfungseigenschaften spezieller Materialien und auch natürlicher Systeme könnte damit leichter erforscht werden: So gibt es große und schwere Früchte, die aus großer Höhe von Bäumen fallen, jedoch den Fall un-

beschädigt überstehen. Die Natur dient hier als Vorbild und molekulare Federn könnten helfen, solche Systeme besser zu verstehen und zu imitieren.

Zukünftige Anstrengungen werden sich daher darauf konzentrieren, die molekularen Kraftfedern für die Anwendung in verschiedenen Kunststoffen anzupassen. Dies wird die Kooperation mit anderen Arbeitsgruppen und die Zuhilfenahme von Computer-gestützten Methoden erfordern.

Originalveröffentlichung:

M. Raisch, W. Maftuhin, M. Walter et al. A mechanochromic donor-acceptor torsional spring; *Nat Commun* 12, 4243 (2021); doi: <https://doi.org/10.1038/s41467-021-24501-1>
www.tu-chemnitz.de



BEWÄHRT IN DER KÖNIGSKLASSE.

Starten Sie mit unserer Gleitschleiftechnik
von der Pole-Position.

walther-trowal.com



|||||

WE IMPROVE SURFACES!

Blechumformprozesse exakter simulieren

Die Europäische Forschungsgesellschaft für Blechverarbeitung e. V. (EFB) hat Alexander Wessel vom Freiburger Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik IWM ausgezeichnet. Der Wissenschaftler erhielt den EFB-Projektpreis 2020 –wegen Corona ein Jahr später – gemeinsam mit Tobias Willmann vom Institut für Baustatik und Baudynamik der Universität Stuttgart (IBB) für ihr Forschungsvorhaben *Verbesserte Blechumformsimulation durch 3D-Werkstoffmodelle und erweiterte Schalenformulierungen*. Die beiden Wissenschaftler entwickelten einen neuen 3D-Modellierungsansatz, der eine genauere Simulation von bisher schwer beherrschbaren Blechumformprozessen ermöglicht.



A. Wessel (Bild: IWM)

Um Blechumformungsprozesse zu simulieren, verwenden Ingenieurinnen und Ingenieure meist Finite-Elemente-Modellierungsansätze. Bei der Umformung dicker Bleche, bei kleinen Radien oder bei speziellen Umformungsprozessen wie beim Falzen oder Prägen stoßen klassische Finite-Elemente-Modellierungsansätze infolge von vereinfachenden Annahmen an ihre Grenzen. Dies kann zu ungenauen Ergebnissen führen.

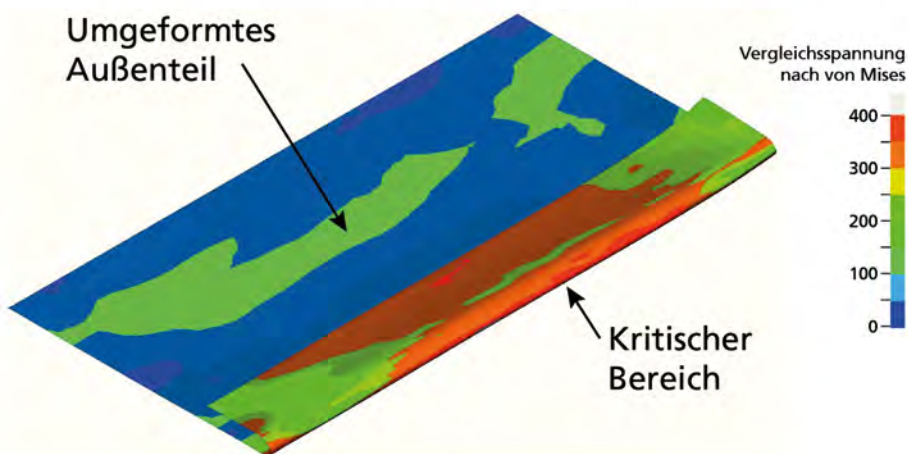
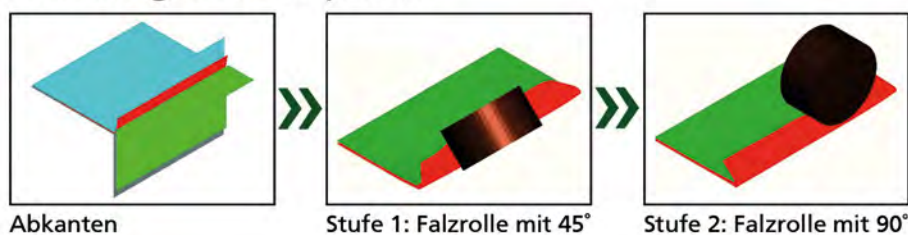
Die beiden Nachwuchswissenschaftler Alexander Wessel und Tobias Willmann wollen die Simulationen genauer machen. So können wir zuverlässigere Aussagen über den Prozess und das Werkstoffverhalten treffen, erklärt Alexander Wessel. Für Industriepartner, beispielsweise aus der Automobilbranche, bedeute dies weniger Trial-and-Error-Versuche, weniger Fehlproduktion und schlussendlich weniger Kosten.

Während Tobias Willmann an der Verbesserung der Finiten-Elemente-Formulierung arbeitet, konzentriert sich Alexander Wessel auf den Werkstoff. Eine Schlüsselmethode für den neuen Modellierungsansatz des Werkstoffs ist das virtuelle Labor des Fraunhofer IWM. Das virtuelle Labor ermöglicht den Wissenschaftlern, Versuche zu simulieren, die sie experimentell nicht durchführen könnten, die ihnen aber wertvolle Ergebnisse für das Verständnis der Vorgänge im Material liefern. So werden beispielsweise virtuelle Versuche in Dickenrichtung der oft nur ein Millimeter dicken Bleche möglich. Die entsprechenden Werkstoffeigenschaften werden bisher kaum bis gar nicht bei der Simulation berücksichtigt, können aber trotzdem relevant sein.

Fahrzeugsicherheit als eine von vielen Anwendungsmöglichkeiten

Im ausgezeichneten Projekt haben wir die Grundlagen für genauere 3D-Simulationen gelegt, so Alexander Wessel. Im Folgeprojekt *Verbesserte Blechumformsimulation durch 3D-Werkstoffmodelle und erweiterte Schalenformulierungen* – Teil 2 soll die Technologie verfeinert und für die Industrie nutzbar gemacht werden. Hier ist es nach Aussage von Alexander Wessel insbesondere wichtig, neue Werkstoffklassen zu erschließen und so die Anwendbarkeit zu erhöhen. Das von der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF) geförderte IGF-Forschungsvorhaben startete Anfang 2021. Mittelfristig wollen wir die Ergebnisse von der Blechumformung auch auf andere Anwendungsfelder, beispielweise den Crashbereich, übertragen, erklärt Alexander Wessel. Somit könnten Hersteller beispielsweise das Crashverhalten von Blechteilen in Autos und Flugzeugen zuverlässiger simulieren. Dies könnte in Zukunft dazu beitragen, verschiedenste

Zweistufiger Rollfalzprozess



Simulation eines zweistufigen Rollfalzprozesses auf Basis des entwickelten 3D-Modellierungsansatzes (©Fraunhofer IWM)

Transportmittel durch bessere Designs leichter und gleichzeitig sicherer zu machen.

Transportmittel durch bessere Designs leichter und gleichzeitig sicherer zu machen.

Der EFB-Projektpreis

Die Europäische Forschungsgesellschaft für Blechverarbeitung e. V. (EFB) ist ein Verband für die Forschungseinrichtungen und Unternehmen der gesamten Technologieketten der blechverarbeitenden und -verwandten Industrie. Sie vergibt den EFB-Projektpreis seit 2010 jährlich. Er ist mit 500 Euro dotiert und ehrt herausragende Forschungsprojekte. Aufgrund der Corona-Pandemie verlieh die EFB die Projektpreise für 2020 und 2021 gemeinsam im Rahmen der Digital-Konferenz *ForumBlech im web* am 1. Juli 2021.

➔ www.iwm.fraunhofer.de

Greifarm aus dem 3D-Drucker für die Optikmontage mit höchster Präzision

Am Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT, Aachen, werden seit einigen Jahren Lasersysteme für den Weltraumeinsatz entwickelt und montiert. Gleichzeitig erforschen die Aachener Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler auch Technologien für den metallischen 3D-Druck. Wie das ILT mitteilt, wurde mit dem Verfahren Laser Powder Bed Fusion nun erstmals ein neuer Präzisionsgreifarm aus Metallpulver in Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl für Digital Additive Production DAP entwickelt und aufgebaut – für die Montage von Weltraumkomponenten im Reinraum ein Novum. Der Greifarm ist leichter als sein Vorgänger und doch stabil genug, um schwerere Laseroptiken ultragenau montieren und justieren zu können.

Lasersysteme für den Weltraumeinsatz

Vibrationstest und Klimakammer – das sind typische Stationen bei der Qualifizierung eines Lasersystems für den Weltraumeinsatz. Trotz höchster Belastungen müssen die Systeme mikrometergenau justiert bleiben, um im All sicher arbeiten zu können.

Am Fraunhofer ILT in Aachen wurde in den vergangenen Jahren die Montagetechnik für solche Lasersysteme entwickelt und immer weiter verbessert. Dabei arbeiten die Expertinnen und Experten des Fraunhofer ILT mit Partnern wie DLR, Airbus Defence and Space, TESAT Spacecom sowie der ESA zusammen, um komplexe optische Systeme zu bauen. Für den Aufbau dieser optischen Systeme werden modernste Technologien eingesetzt: Alle wesentlichen Justierschritte werden mit manuell geführten Robotern im Pick & Align-Verfahren vorgenommen. Ein zentrales Werkzeug ist der Greifarm; er sitzt auf einem Hexapoden und positioniert die Bauteile mikrometergenau im optischen Aufbau. Dort werden sie genau justiert und durch Löten fixiert. Der Aufbau des Greifarms ist entscheidend für die Präzision der Montage und gibt

auch das maximale Gewicht der optischen Komponenten vor.

Um die Leistungsfähigkeit der Aufbautechnologie weiter zu steigern, entwickelte das Fraunhofer ILT einen komplett neuen Greifarm. Nach seiner Konstruktion legten die Kolleginnen und Kollegen des Lehrstuhls für Digital Additive Production DAP der RWTH Aachen University zudem die bionischen Strukturen so aus, dass bei kleinerem Eigengewicht seine Nutzlast vergrößert werden konnte. Gefertigt wurde der topologieoptimierte Greifarm schließlich via Laser Powder

Bed Fusion (LPBF), ebenfalls am Lehrstuhl DAP. Dank einer speziellen Nachbearbeitung erreicht der Greifarm die Reinraumklasse ISO5. Das ist ein absolutes Novum – bislang verhinderte Restpulver an den Bauteilen den Einsatz von additiven Methoden bei solchen Präzisionswerkzeugen im Reinraum. Der neue Greifarm ist zweigeteilt mit einem statischen und einem beweglichen Teil. Zuleitungen für benötigte Medien sind zur Minimierung der Kontamination in den Greifarm integriert.

Für die Missionen der Zukunft

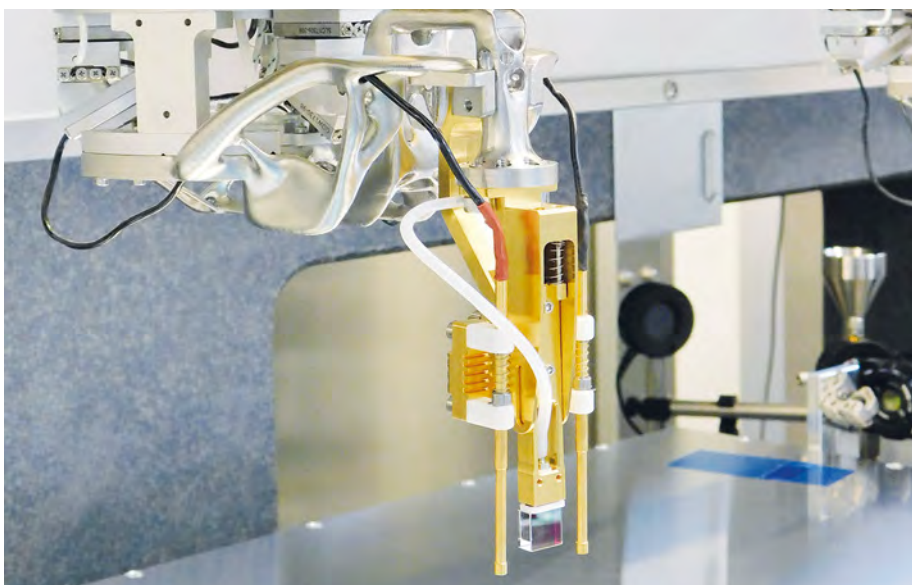
Dieses Präzisionswerkzeug bewegt deutlich schwerere Teile als das bislang eingesetzte Werkzeug, gleichzeitig ermöglicht es eine stabilere Justage. *Wir beschreiten mit dieser Technologie einen für uns neuen Weg*, sagt Michael Janßen, der seit Jahren am Fraunhofer ILT die Greifer für die Montage konstruiert. Es werde nicht erst konstruiert und dann geschaut, ob das Bauteil die gewünschten Eigenschaften habe, sondern die Bauteilgeometrie werde für die Belastungsszenarien optimiert.

Eingesetzt wird der neue Greifer im Rahmen von FULAS – einer universellen Technologieplattform, welche die Aachener zum Aufbau von Lasersystemen in Luft- und Raumfahrtprojekten entwickelt haben. *Wir haben in die Fertigung des neuen Greifers die Erfahrungen aus der gesamten FULAS-Entwicklung eingebracht*, resümiert Projektleiter Heinrich Faidel vom Fraunhofer ILT die Aktivitäten. Ein System auf FULAS-Basis wird derzeit für die deutsch-französische Klimamission MERLIN (Methane Remote Sensing Lidar Mission) aufgebaut. Der Kleinsatellit MERLIN soll von Kourou, Französisch-Guayana, aus in den Weltraum befördert werden, um die Verteilung von Methan in der Erdatmosphäre zu kartieren. Kernkomponente des Satelliten ist ein LIDAR-Laser, der Lichtpulse in die Atmosphäre schickt und aus dem zurückgestreuten Licht die Methankonzentration bestimmt.

➔ www.ilt.fraunhofer.de



Künstlerische Darstellung des MERLIN Instruments auf Basis der Myriade-Satellitenplattform (© CNES/illustration David DUCROS, 2016)



Der Greifarm – das zentrale Werkzeug für die hochpräzise Justage der Weltraumkomponenten – besteht aus einem statischen und einem beweglichen Teil (© Fraunhofer ILT, Aachen)

Umweltfreundliche Herstellung von Batterieelektroden

Herkömmliche Prozesse zur Herstellung von Batterieelektroden sind auf den Einsatz von meist toxischen Lösungsmitteln angewiesen und benötigen viel Platz und Energie. Ein neu entwickeltes Trockenbeschichtungsverfahren des Fraunhofer-Instituts für Werkstoff- und Strahltechnik IWS in Dresden ist umweltfreundlich und kosteneffizient, kann breit eingesetzt werden und hat so das Potenzial, die Batterieelektrodenherstellung zu revolutionieren.

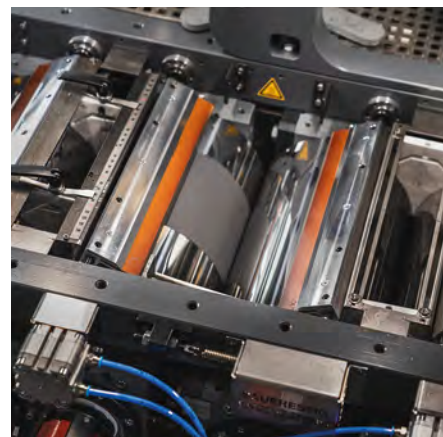
Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) prognostiziert für das Jahr 2030 in Deutschland einen Elektroenergieverbrauch von etwa 655 Terawattstunden – und damit einen Anstieg um fast 20 Prozent im Vergleich zu heute. Eine entsprechende Studie hatte die Prognos AG im Auftrag des BMWi durchgeführt. Die Zahl stellt eine erste Abschätzung dar, endgültige Ergebnisse sollen im Herbst vorliegen. Doch klar ist, dass der gesamtgesellschaftliche Energiebedarf kontinuierlich zunimmt. Gerade im stark wachsenden Elektromobilitätssektor wird daher nach neuen Wegen gesucht, um den Energiebedarf bei der Herstellung von Batterien zu reduzieren und somit so kosteneffizient und gleichzeitig so umweltfreundlich wie möglich zu gestalten. Mit DRYtraec® hat ein interdisziplinäres Forschungsteam am Fraunhofer IWS in Dresden hierfür eine vielversprechende Lösung entwickelt, die bei der Herstellung der Batterieelektroden ansetzt. Elektroden als ein zentraler Baustein bestehen in der Regel aus einer Metallfolie, die mit einer dünnen Beschichtung überzogen ist. Die Beschichtung enthält dabei die aktiven Komponenten, die für die Energiespeicherung verantwortlich sind. *Üblicherweise erfolgt der Beschichtungsprozess nass-chemisch mit sogenannten Slurry-Ansätzen*, erklärt Dr. Benjamin Schumm, Gruppenleiter Chemische Beschichtungsverfahren am Fraunhofer IWS. Aus Aktivmaterial, Leitrußen und Bindern wird

zusammen mit einem Lösungsmittel eine Art Paste hergestellt, mit der zunächst eine nasse Schicht auf der Metallfolie erzeugt wird. Damit das Lösungsmittel anschließend wieder verdampfen könne, würden Anlagen mit sehr langen Trocknungsstrecken benötigt. *Diesen Prozess können wir mit DRYtraec® effizienter gestalten*, so Schumm.

Spezieller Binder und Scherkräfte durch rotierende Walzen

Für das neue Beschichtungsverfahren werden grundsätzlich ähnliche Ausgangsstoffe wie in den Slurry-Ansätzen verwendet. Die Trockenvariante des Fraunhofer IWS kommt dabei ohne Lösungsmittel aus, setzt dafür aber auf einen speziellen Binder. Zusammen bilden die Materialien ein Pulver, das in einen Kalanderspalt, also einen Spalt zwischen zwei entgegengesetzt rotierende Walzen, gegeben wird. Entscheidend ist, dass sich eine der Walzen dabei schneller dreht als die andere. So entsteht eine Scherkraft, die dafür sorgt, dass der Binder fadenförmige Netzwerke, sogenannte Fibrillen, ausbildet.

Man könne sich das in etwa wie ein Spinnennetz vorstellen, das die Partikel mechanisch verankere, beschreibt Benjamin Schumm. Auf der schneller rotierenden Walze bildet sich durch Druck und Bewegung ein feiner Film. Dieser wird anschließend in einem zweiten Kalanderspalt auf eine Stromableiterfolie übertragen. Hierbei können ohne großen



Auf der schneller rotierenden Walze bildet sich ein feiner Beschichtungsfilm

(© Fraunhofer IWS Dresden)

Mehraufwand auch beide Seiten gleichzeitig beschichtet werden. Im letzten Schritt wird die entstandene Rolle dann je nach Bedarf zugeschnitten und die einzelnen Teile entsprechend gestapelt, um so die fertige Batteriezelle zu erzeugen.

Erfolg durch gebündelte Kompetenzen

Mit DRYtraec® ergeben sich so im Vergleich zu bisherigen Batterieelektrodenbeschichtungsverfahren klare ökologische und ökonomische Vorteile. Der Wegfall von toxischen Lösungsmitteln und langen, energiefordernden Trocknungsanlagen kommt der Umwelt zugute. Indem das neue Verfahren die Pro-



DRYtraec®-Anlagen benötigen keine langen Trocknungsstrecken und nehmen daher deutlich weniger Platz ein (© Fraunhofer IWS Dresden)



Das trockene Ausgangsmaterialgemisch wird in den Kalanderspalt der DRYtraec®-Anlage gegeben (© Fraunhofer IWS Dresden)

duktion beschleunigt und die Anlage nur ein Drittel der Fläche einer herkömmlichen Lösung einnimmt, entstehen zudem auf vielfältige Weise Einsparungseffekte.

Den Erfolg des DRYtraec®-Verfahrens sieht Schumm vor allem in der breit gefächerten Expertise des Forschungsteams am IWS begründet. So gebe es Kollegen mit Expertise im Fachbereich Chemie, die an der optimalen Pulvermischung gearbeitet hätten, genauso aber auch Experten aus der Produktionstechnik, denen es gelungen sei, die Anlagen so zu entwickeln, dass der Trockenfilm nie selbsttragend sei und somit stabil bleibe.

Breite Anwendungsmöglichkeiten

Im Rahmen des Förderprojekts *DryProTex* wurden bereits erste DRYtraec®-Prototypenanlagen in Betrieb genommen. Hierbei zeigte sich, dass eine kontinuierliche Elektrodenherstellung möglich ist – und das auch unabhängig vom jeweiligen Batterietyp: Das Einsatzspektrum der Technologie ist Schumm zufolge nicht auf eine bestimmte Zellchemie beschränkt. Die Anwendung bei Lithiumionen-zellen sei genauso möglich wie bei Lithium-Schwefel- oder Natriumionen-zellen. Auch Feststoffbatterien haben die Forschenden mit im Blick. *Diese werden in Zukunft eine*

immer größere Rolle spielen, aber die Materialien vertragen keine nass-chemische Verarbeitung. Hier liefern wir mit DRYtraec® einen vielversprechenden Ansatz, so Schumm.

Das Interesse der Industrie ist groß. Derzeit laufen Gespräche mit Automobil- und Zellherstellern, um die Realisierung von Pilotanlagen zu planen. Über die Elektrodenherstellung mit DRYtraec® hinaus betrachten die Forschenden anhand vieler weiterer Projekte die gesamte Prozesskette der Batteriezellenentwicklung ganzheitlich, um so die Zukunft der Batterie maßgeblich mitzugestalten.

➔ www.iws.fraunhofer.de

Leichtbau für eine der stärksten Landmaschinen

Bundeswirtschaftsministerium bewilligt AGRILIGHT

Leichtbau für starke, tonnenschwere Maschinen: Das Institut für Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen (IFW) der Leibniz Universität Hannover will in Kooperation mit dem Institut für Polymerwerkstoffe und Kunststofftechnik (PuK) der Technischen Universität Clausthal, dem Landmaschinenhersteller Krone und dem Leichtbauexperten M+D Composites Technology GmbH den Feldhäcksler BiG X in ein Leichtbaukonzept überführen. *Wir versprechen uns davon eine signifikante Reduktion des Kraftstoffverbrauchs und damit eine Verminderung von schädlichen Treibhausgasen*, erläutert IFW-Mitarbeiter Dr.-Ing. Carsten Schmidt, Leiter der Forschungskoope-ration am Forschungszentrum CFK Nord in Stade.

In den vergangenen Jahrzehnten ist die Leistungsfähigkeit landwirtschaftlicher Erntemaschinen gestiegen. Größere Feldabschnitte werden durch größere und schwerere Maschinen in einem Arbeitsgang bearbeitet. Das höhere Gewicht bringt die Hersteller jedoch an die Grenzen der straßenverkehrsrechtlichen Zulässigkeit. Und: Die Anwender sehen sich mit einer stärkeren Bodenverdichtung auf den Agrarflächen konfrontiert.

In dem vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) mit 1,8 Millionen Euro geförderten Projekt *AGRILIGHT* sollen Leichtbautechnologien zu einem niedrigeren Gesamtgewicht des BiG X beitragen und so den bestehenden Konflikt auflösen, indem der 1-Tonnen-schwere Hauptrahmen des Feldhäckslers in ein Leichtbaukonzept überführt wird.

Die Projektpartner wollen in dem jüngst gestarteten Forschungsprojekt zunächst das Strukturkonzept des schweren Hauptrahmens sowie anliegender Funktionseinheiten analysieren und grundlegend in einen faserverbundgerechten, funktionsorientierten Leichtbaustrukturaufbau aus Glasfaser- und Kohlenstofffaserverbundwerkstoffen neu aufbauen. Nach den Worten von Projektleiter Carsten Schmidt wird die besondere Herausforderung die Vielzahl an unterschiedlichen Fügestellen sein, deren beanspruchungsgerechte Überführung in das neue Leichtbaukonzept unter Berücksichtigung von verschiedenen neuen Werkstoffen und deren zum Teil grundlegend unterschiedlichen, mechanischen, elektrischen und chemischen Materialeigenschaften erfolgen muss.

Da bestehende form-, kraft- und stoffschlüssige Fügemethoden beibehalten werden sollen, erhält die Faserverbundstruktur in den Anbindungsbereichen einen hybriden Strukturaufbau. Schmidt: *Wir haben im Rahmen des Schwerpunktprogramms 1712 Intrinsic Hybridverbunde sehr gute Erfahrungen mit der Multilayer-Insert-Technologie gemacht.* Es gelte, diese Technologie auf den neuen Anwendungsbereich zu übertragen, die Eigenschaftscharakteristik der Hybridanbindung unter realen Beanspruchungen zu erforschen und abschließend für den Einsatzzweck zu optimieren.

Gleichzeitig verlangen Faserverbunde andere Fertigungsverfahren, bieten aber auch neue Formgebungsmöglichkeiten, wie zum Beispiel aus der Luftfahrt bekannt. Tim Mark-

wald, Geschäftsführer der M+D Composites Technology GmbH aus Friedeburg, sieht in dem Projekt ein großes Potenzial für den Faserverbundleichtbau. So werden unterschiedliche Bauweisen konzipiert und bewertet – von differentiellen Strukturkonzepten, die mit herkömmlichen Faserverbundhalbzügen einen sehr flexiblen Aufbau erlauben, bis hin zu hochintegralen Monocoque-Lösungen, bei denen ein fasergerechter Entwurf Vorzüge im Hinblick auf Leichtbau und maximale Gewichtsreduktion ausspielen können.

Das neue Leichtbaurahmenkonzept wird sich in einem praxisnahen Validierungsexperiment behaupten müssen. *Der Prüfstand der Future Lab GmbH bietet für uns die einzigartige Möglichkeit, Rahmenstrukturen landwirtschaftlicher Maschinen unter praxisnahen Belastungen des realen Einsatzes zu simulieren, ohne eine komplette Maschine aufzubauen*, erklärt Peter Weiss, Bereichsleiter Konstruktion und Entwicklung *Selbstfahrtechnik* bei der Maschinenfabrik Bernard Krone GmbH. Aus den im Projekt gewonnenen Testergebnissen wollen die Projektpartner fundierte Aussagen über eine mögliche Serientauglichkeit des Leichtbaurahmens ableiten. Sollte es gelingen, den Rahmen mittels neuer Verbundstoffe und neuer Formgebung deutlich leichter zu gestalten, wäre dies nach Aussage von Weiss ein wegweisender Schritt für die gesamte Landtechnikbranche.

Im Frühjahr 2022 soll die Konzeptentwicklung und -bewertung des neuen Chassis abgeschlossen sein. Dr.-Ing. C. Schmidt

➔ www.ifw.uni-hannover.de

≡ Additive Fertigung – Materialise startet neues Metall-Kompetenzzentrum

Materialise, einer der weltweit agierenden Anbieter von 3D-Druck-Software- und Dienstleistungen, hat am 21. April 2021 sein neues Metall-Kompetenzzentrum für 3D-Druck in Bremen bezogen. Das Unternehmen mit Hauptsitz in Belgien investierte rund 7,5 Millionen Euro in das Bauvorhaben. Der in eineinhalb Jahren planmäßig erstellte Neubau erstreckt sich über 3500 Quadratmeter Fläche. Er bietet Platz für über 120 Mitarbeiter und mehr als 30 industrielle Metall-3D-Drucker sowie zugehörige Anlagen und Geräte zur Abdeckung der gesamten Prozesskette der additiven Metallfertigung. Ein Schwerpunkt bei der Forschung am neuen Standort wird die Steigerung der Nachhaltigkeit des 3D-Drucks sein. Eröffnungsfeierlichkeiten sind pandemiebedingt im September geplant.



(Bild: Materialise)

Materialise betreibt in Bremen bereits seit 2011 einen Standort zur Entwicklung von Software für den Metall-3D-Druck sowie für deren Vertrieb. Im April 2016 kam in unmittelbarer Nähe ein Fertigungsbereich für den industriellen Metall-3D-Druck hinzu, wodurch das weltweit einzige Metall-Kompetenzzentrum für 3D-Druck des Unternehmens entstand. Der Neubau vereinigt und vergrößert nun diese beiden Bremer Standorte. Durch das Konzept einer integrierten Produktion und Entwicklung werden im neuen Metall-Kompetenzzentrum die Bereiche Forschung, Softwareentwicklung und Fertigung unter einem Dach zusammenarbeiten und wechselseitig noch stärker voneinander profitieren. Der Neubau des Metall-Kompetenzzentrums für 3D-Druck war nach Aussage von Marcus Joppe, Geschäftsführer der Materialise GmbH in Deutschland in den letzten Jahren aufgrund laufend steigender Nachfrage immer wichtiger geworden. Durch die Corona-Pandemie hatte sich der Druck noch verstärkt. Denn angesichts instabiler internationaler Lieferketten hat sich die additive Fertigung auch im Metallbereich als eine Technologie bewiesen, die Unternehmen wegen ihrer Flexibilität und deren Möglichkeiten zur dezentralen On-Demand-Produktion widerstands-

fähiger macht gegen äußere Krisen. Das hat zu einer Neubewertung und einem Strategiewechsel bei vielen Unternehmen geführt und wird die Nachfrage nach entsprechender additiver Fertigung und 3D-Druck-Software nach Überzeugung von Marcus Joppe nochmals steigen lassen.

Wie Dr. Ingo Uckelmann, technischer Leiter Metall-3D-Druck bei Materialise, ergänzt, werden mit dem Metall-Kompetenzzentrum industrielle Kunden in aller Welt bedient. Gleichzeitig würden am Standort Forschungsprojekte durchgeführt und die Softwarelösungen weiter entwickelt. Durch die verstärkte Integration beider Bereiche kann das Unternehmen bei der Software besser von den Erfahrungen aus den Fertigungsprozessen profitieren. Umgekehrt tragen die besonderen Software-Kenntnisse dazu bei, den 3D-Druck kosteneffizient umzusetzen und hochwertige Lösungen in verschiedenen Metallen zu realisieren.

Ein besonderer Schwerpunkt in der Forschungsarbeit in Bremen wird im Einklang mit den Unternehmenszielen von Materialise das Thema Nachhaltigkeit sein, so Markus Joppe. Denn Metall-3D-Druck ist nach seiner Überzeugung zwar eine Schlüsseltechnologie, um nachhaltigere Lösungen zu schaffen, etwa durch Leichtbau oder Funktionsverbesserungen. Aber die additive Metallfertigung selbst muss nachhaltiger werden, indem zum Beispiel die Druckprozesse weiter optimiert und energieeffizienter gestaltet werden. Auch eine konsequentere Rückgewinnung und Wiederverwendung von Metallpulverresten zählt zu den Ansatzpunkten.

Außer in der Medizintechnik, wo der 3D-Druck unter anderem wegen der erreichbaren Individualisierbarkeit zum Einsatz kommt, sowie in der Luft- und Raumfahrt, wo vor allem ihre

Qualitäten in puncto Leichtbau gefragt sind, findet die Technologie heute zunehmend im Automobilbau, im Maschinenbau und vielen weiteren Branchen Verwendung. Die Anwendungen reichen von der Prototypenfertigung bis hin zur Herstellung von Kleinserienbauteilen, die etwa als Ersatzteile die Logistik vereinfachen oder in Produktionswerkzeugen zum Teil vollkommen neue Herstellungs- und Produktlösungen ermöglichen.

3D-Druck eröffnet bei der Gestaltung von Produkten und Bauteilen neue Möglichkeiten. In vielen Fällen entstehen Lösungen, die auf andere Weise nicht realisierbar sind. Zum Beispiel lassen sich – anders als bei einer Herstellung im Guss- oder Zerspanungsverfahren – hochkomplexe Strukturen schaffen, die etwa bei Prothesen das Verwachsen mit dem Körper erleichtern oder in Turbinen die Strömungseigenschaften verbessern. Andere Lösungen vereinfachen die Montage, benötigen weniger Platz oder sind länger haltbar. Der 3D-Druck begünstigt durch seine Flexibilität die Digitalisierung von Produktionsprozessen. Er ermöglicht eine dezentrale und vernetzte On-Demand-Fertigung. Industrielle Kunden und Designer können sich mit 3D-Druck entscheidende Wettbewerbsvorteile am Markt verschaffen.

Besondere Herausforderungen bei der additiven Metallfertigung bestehen zum einen darin, geeignete und sinnvolle Anwendungen zu identifizieren, zum anderen darin, die entsprechenden Entwicklungs- und Produktionsprozesse fortlaufend effizienter zu machen. Effizienzsteigerungen sind nicht nur aus Gründen des Wettbewerbs nötig, sondern auch, um immer neue Anwendungen bis hin zur individualisierten Serienfertigung lohnenswert zu machen.

➔ www.materialise.com



3D-Druckteile aus Metall (Bild: Materialise)

Partikelmesstechnik in der Produktionslinie

Partikuläre Verunreinigungen und Defekte auf Bauteiloberflächen werden in der Produktion entweder durch Sichtkontrolle oder durch Abspülen des Bauteils und Analyse der Spülflüssigkeit erkannt. Diese Art der Qualitätskontrolle ist aufwändig und nicht in den Fertigungsprozess integrierbar. Das Fraunhofer-Institut für Physikalische Messtechnik IPM entwickelt jetzt im Rahmen des Forschungsprojekts SPOT zusammen mit Partnern ein neuartiges optisches Inline-Messsystem.

Bei der Fertigung von Bauteilen müssen definierte Grenzwerte für die Sauberkeit eingehalten werden. Die Erkennung und Klassifizierung von Partikeln auf der Oberfläche sollte möglichst schnell in der Fertigungsline erfolgen, sodass eine Korrektur des Produktionsablaufs unmittelbar möglich wird. Dazu gehört zum Beispiel die Optimierung von Parametern einer Reinigungsanlage. An der Entwicklung der dafür notwendigen Technologien arbeitet das Fraunhofer IPM im Rahmen des im April 2021 gestarteten Forschungsprojekts SPOT gemeinsam mit Partnern. Die angestrebte Lösung besteht aus drei Teilen: Erstens aus einem optischen Sensor zur vollständigen Prüfung von Bauteiloberflächen auf Defekte und Partikel direkt nach der Reinigung, zweitens aus Reinigungsanlagen zur qualifizierten Reinigung komplexer Bauteile sowie drittens aus einer Steuerung, die das Reinigungs- und Messsystem weitestgehend autonom hinsichtlich der individuellen Bauteile und der zugehörigen Prüfanforderungen KI-basiert bewertet und anpasst.

SPOT – Detektion und Klassifizierung mithilfe KI-basierter Bildauswertung

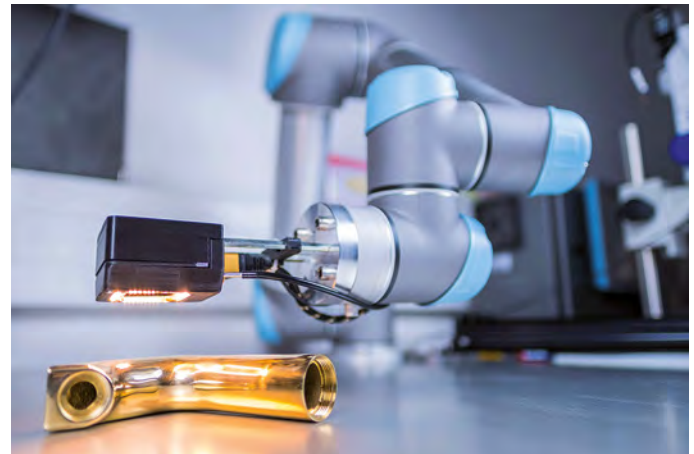
Die Erkennung und Klassifizierung von partikulären Verunreinigungen und Defekten auf Bauteiloberflächen soll bei SPOT per adaptiver photonischer Oberflächentestung mit lernfähiger Bildauswertung möglich werden. Die optische Bilderzeugung wird mithilfe adaptiver Lichtfeldsteuerung realisiert, die automatische Bildanalyse mithilfe von KI-Methoden. Das adaptive Lichtfeld sorgt dafür, dass für jede Bauteiloberfläche eine optimierte Beleuchtung gewählt wird. Damit ist gewährleistet, dass Defekte und Partikel auf dem Bauteil unabhängig von dessen Geometrie und Reflexionseigenschaft sicher inspiziert werden können.

Kontakt:

Dr.-Ing. Albrecht Brandenburg, Gruppenleiter Optische Oberflächenanalytik,

E-Mail: albrecht.brandenburg@ipm.fraunhofer.de

➔ www.ipm.fraunhofer.de



Automatisierte optische Oberflächenprüfung von Freiformoberflächen
(© Fraunhofer IPM)

SPOT – System zur adaptiven photonischen Oberflächentestung mit lernfähiger Bildauswertung in Kombination mit einem Reinigungssystem

- Partner: PI Innovation GmbH (Koordinator), Hexagon Metrology Vision GmbH, HÖCKH Metall-Reinigungsanlagen GmbH, LPW Reinigungssysteme GmbH, Gläser GmbH, IconPro GmbH, Fraunhofer IPM, TU Dortmund, Institut für Produktionssysteme (IPS)
- Assoziierte Partner (Anwender): Audi AG, Hansgrohe SE, MTU Aero Engines AG, sprintBOX GmbH, ZF Friedrichshafen AG
- Förderung: durch das BMBF im Rahmen des Förderprogramms *Computer-Aided Photonics – Ganzheitliche Systemlösungen aus photonischen Verfahren und digitaler Informationsverarbeitung*
- Laufzeit: 1. April 2021 bis 31. März 2024

SBS ECOCLEAN GROUP

Saubere Werkstücke

Wirtschaftlich und nachhaltig

www.ecoclean-group.net

Lösemittelreinigung

Wässrige Reinigung

Ultraschallreinigung

Hochdruck-Wasserstrahlentgraten

Oberflächenbearbeitung & selektive Reinigung

technology that inspires

Im Dreierteam in die Zukunft:

Prof. Dr.-Ing. Rüdiger Daub neuer Institutsleiter des Fraunhofer IGCV

Prof. Dr.-Ing. Rüdiger Daub ist seit dem 1. Juni 2021 neuer Leiter des Fraunhofer-Instituts für Gießerei-, Composite- und Verarbeitungstechnik IGCV in Augsburg. Von nun an steht er gemeinsam mit Prof. Dr.-Ing. Klaus Drechsler und Prof. Dr.-Ing. Wolfram Volk an der Spitze des Instituts. Mit seiner langjährigen Erfahrung aus der Automobilindustrie wird Rüdiger Daub gezielt inhaltliche Schwerpunkte am Institut setzen – im Wissenschaftsbereich Produktions- und Verarbeitungstechnik ebenso wie bei der Forschung zur Elektromobilität. So wird er unter anderem das immer wichtiger werdende Thema Batteriezellenfertigung vorantreiben. Zusätzlich zur Institutsleitung folgt Professor Daub dem Ruf an die Technische Universität München (TUM). Dort übernimmt er den neu eingerichteten Lehrstuhl für Produktionstechnik und Energiespeichersysteme am Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften *iwb*.

Vor seiner Berufung an das Fraunhofer IGCV und die TU München (TUM) war Rüdiger Daub fast neun Jahre in der Technologieentwicklung bei der BMW Group. Daub hat am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) Elektro- und Informationstechnik studiert und arbeitete anschließend als wissenschaftlicher Mitarbeiter an der TUM am Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften *iwb*. Dort promovierte er im Bereich der Lasermaterialbearbeitung. Nach der Promotion stieg er bei der BMW Group ein, wo er zuletzt als Leiter Technologieentwicklung und Proto-

typenbau für die Elektrodenproduktion verantwortlich war. Neben der Prototypenfertigung baute er das Battery Cell Competence Center mit auf, dessen Ziel es ist, die Technologie der Batteriezelle voranzutreiben und Produktionsprozesse zu optimieren. In seiner Doppelfunktion als Institutsleiter und Lehrstuhlinhaber wird Rüdiger Daub die bewährten strategischen Synergien zwischen TUM und Fraunhofer IGCV weiter vertiefen. *Hier kann ich Forschungsergebnisse in anwendungsorientierte Projekte transferieren – so entsteht Wirksamkeit*, sagt Daub. Einen



Prof. Dr.-Ing. Rüdiger Daub (@Fraunhofer IGCV)

Schwerpunkt der Forschung am Fraunhofer IGCV sieht Prof. Daub in der Batteriezellenfertigung: Bei BMW habe ihn die Fertigung von Lithiumionenzellen von Anfang an fasziniert. Die technische Komplexität in der Produktion sei eine Herausforderung. *Gleichzeitig brauchen wir als Gesellschaft diese Energiespeicher, um eine nachhaltige Zukunft gestalten zu können*, betont Daub. Für ihn war es deshalb etwas ganz Besonderes, das BMW Batteriezellen-Kompetenzzentrum mit aufzubauen – eine Plattform, um alle Eigenschaften von Batteriezellen kontinuierlich zu verbessern. Solche Konzepte, so Daub, seien notwendig, um in Zukunft international wettbewerbsfähige, nachhaltige Produkte zu entwickeln und produzieren zu können. Forschung im Bereich von Batteriezellen stärke und sichere die Wettbewerbsfähigkeit des Technologiestandorts Deutschland. Für die Institutsleiter Klaus Drechsler (geschäftsführend) und Wolfram Volk ist der neue Kollege die perfekte Ergänzung. Das Fraunhofer IGCV sei für die Industrie ein wichtiger Partner für produktionstechnische Forschung und Entwicklung. *Mit Rüdiger Daub haben wir einen fachlich versierten Experten auf dem Gebiet der Technologieentwicklung gewonnen, der mit seinem positiven Entwicklergeist in jeder Hinsicht zu unserem Institut und dessen visionärer Kultur passt*, sagt Drechsler.

Das Fraunhofer IGCV

Das Fraunhofer IGCV steht für anwendungsbezogene Forschung mit Schwerpunkt auf effizientem Engineering, vernetzter Produktion und intelligenten Multimateriallösungen. An den Standorten Augsburg und Garching forschen die knapp 120 Mitarbeitenden in den drei ineinandergreifenden Wissenschaftsbereichen Gießerei-, Composite- und Verarbeitungstechnik an industrietauglichen Lösungen für eine effizientere Produktion:

– Gießereitechnik (Leitung: Dr.-Ing. Steffen Klan)

Zu den Kernkompetenzen der Forschenden am Garchinger Standort zählen die Themen indirekte additive Fertigung, Formstoffe, Gusswerkstoffe, Prozessentwicklung, Analytik und Simulation. Wichtige Felder sind auch Prozessstabilität und Ressourceneffizienz.

– Composites (Leitung: Lazarula Chatzigeorgiou)

Im Bereich Composites stehen automatisierte, vernetzte und hocheffiziente CFK-Fertigungstechnologien im Fokus. Außerdem beschäftigen sich die Forschenden mit der Digitalisierung der CFK-Produktionsprozesse und Industrie 4.0 im Leichtbaukontext. Die Entwicklung intelligenter Materialien, Qualifizierung von Werkstoffen sowie Hybridbauweisen stehen im Fokus der Abteilung Materialien- und Prüftechnik. Die Mitarbeitenden forschen zudem an effizienten Recyclingstrategien bereits im Bauteilplanungsprozess, sowie deren Umsetzung nach der Nutzungsphase entsprechender Produkte. Schwerpunkte sind dabei die Pyrolyse zur Rückgewinnung der teuren Carbonfasern sowie deren Weiterverarbeitung durch eine neue, hochinnovative Nassvliesanlage.

– Verarbeitungstechnik (Leitung: Dr.-Ing. Peter Barth u. Prof. Dr.-Ing. Johannes Schilp (stv.))

Die Forschungstätigkeiten der Abteilungen reichen von der ganzheitlichen Betrachtung einer nachhaltig und energieeffizient ausgerichteten Fabrik und darin befindlicher Produktionssysteme bis hin zu Prozessen der additiven Fertigung sowie der technischen Sauberkeit und Qualität. Es entstehen zielgerichtete Lösungen für Prozesse, Komponenten und Baugruppen sowie innovative Automatisierungslösungen, die die Bedürfnisse von Mitarbeitenden in der Produktion mit einbeziehen.

www.igcv.fraunhofer.de

Smartes Pflaster könnte die Heilung chronischer Wunden beschleunigen

Durchblutungsstörungen, eine Diabeteserkrankung oder langes Liegen auf derselben Stelle können zu chronischen Wunden führen, die auch nach Wochen nicht abheilen. Wirkungsvolle Behandlungsmöglichkeiten gibt es kaum. Ein Forschungsteam aus den Materialwissenschaften der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel (CAU) hat zusammen mit Kolleginnen und Kollegen des Universitätsklinikums Schleswig-Holstein (UKSH), der Harvard Medical School, USA, und der Dankook University, Südkorea, ein Wundpflaster mit heilungsfördernden Funktionen entwickelt, die patientenspezifisch angepasst werden können. Das per 3D-Druck hergestellte Pflaster wirkt antibakteriell, versorgt die Wunde mit Sauerstoff sowie Feuchtigkeit und unterstützt die Bildung von neuem Gewebe. Durch die Bestrahlung mit speziellem Licht wird die Wirkung aktiviert und gesteuert. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus der Materialwissenschaft und der Medizin stellten ihr Konzept kürzlich in der Fachzeitschrift *Advanced Functional Materials* vor, wo es als Titelgeschichte hervorgehoben wurde.

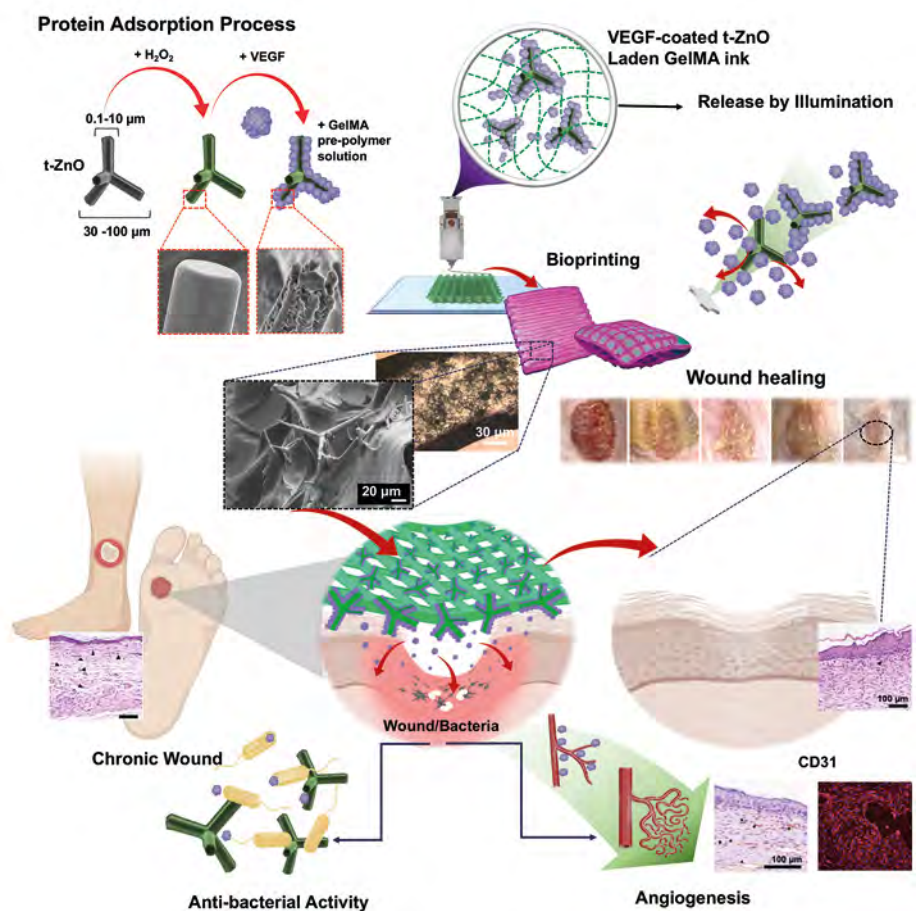
Basis des neu entwickelten Pflasters ist ein medizinisches Hydrogel. Durch seinen hohen Wassergehalt von 90 Prozent und vergleichsweise großen Zwischenräumen auf der Mikroskala kann das Pflaster chronische trockene Wunden optimal versorgen. Wichtigster Bestandteil sind jedoch antibakteriell wirkende Zinkoxid-Mikropartikel, die auf Licht reagieren und von den Kieler Materialforschenden entwickelt wurden. Gemeinsam mit einem Team des Brigham and Women's Hospitals der Harvard Medical School fanden sie einen Weg, um auf den Mikropartikeln spezielle Proteine aufzubringen. Mit zellschonendem grünem Licht werden die Proteine aktiviert und regen so die Bildung neuer Blutgefäße an. Durch die verbesserte Durchblutung entsteht neues Gewebe und die Wunde kann sich schließen.

Kliniken sollen individuelle Pflaster im 3D-Drucker langfristig selbst herstellen können

Indem die Forschenden die Wirkung des Pflasters mit Licht steuern, können sie nach den Worten von Rainer Adelung, Professor für Funktionale Nanomaterialien am Institut für Materialwissenschaft der CAU und Sprecher des Graduiertenkollegs *Materials for Brain*, den Verlauf und die Dosierung der Therapie an die individuellen Bedürfnisse von Patientinnen und Patienten anpassen. Die Materialwissenschaft spricht hier von einem *smart material*, das selbstständig auf äußere Reize reagiert und darüber kontrolliert werden kann. Ähnlich funktionierende Hydrogelpflaster, die ebenfalls gezielt aktiviert werden können, existieren bereits; sie entfalten ihre therapeutische Wirkung jedoch durch Wärme oder elektrische Signale. Diese Konzepte haben Adelung zufolge allerdings den Nachteil, dass sich dabei auch die Wunde erwärmt und Hydrogele sich zu zersetzen beginnen.

Das Forschungsteam hofft, dass Kliniken sein multifunktionales, steuerbares Pflaster langfristig selbst im 3D-Drucker herstellen und mit sehr hellen, grünen LEDs direkt an den Patientinnen und Patienten aktivieren können. *Per 3D-Druck lässt sich sowohl die Form des Pflasters als auch die Konzentration der Zinkoxidpartikel und die Proteinsorte individuell anpassen*, sagt Erstautor Dr. Leonard Siebert, der an der CAU gerade seine Pro-

motion zu innovativen 3D-Druck-Methoden abgeschlossen hat. Während eines mehrmonatigen Forschungsaufenthalts an der renommierten Harvard Medical School in Boston arbeitete der Materialwissenschaftler in der Arbeitsgruppe von Professorin Su Ryon Shin, die medizinische Hydrogele mit speziellen Bio-3D-Druckern herstellt. *Unsere Partikel haben eine Tetrapodenform, sie bestehen also aus mehreren ‚Armen‘. Dadurch lassen*



Die Heilwirkung des Pflasters kann durch Lichtbestrahlung beeinflusst und so optimal an den Therapieverlauf der einzelnen Patientinnen und Patienten angepasst werden. Die auf Licht reagierenden antibakteriellen Zinkoxidtetrapoden werden beim 3D-Druck gleich in das Pflaster integriert (© Leonard Siebert)

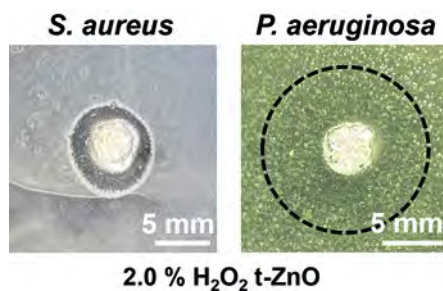


Das Pflaster wird im 3D-Drucker passgenau hergestellt und durch grünes Licht aktiviert
(© Leonard Siebert)

sich zwar besonders viele unserer wichtigen Proteine auf ihnen anbringen, aber sie passen nicht durch herkömmliche Druckerdüsen, beschreibt Siebert eine der Herausforderungen ihres Ansatzes. In Boston entwickelte er schließlich eine Methode, um die Zinkoxidpartikel aus seiner Kieler Arbeitsgruppe zusammen mit den Hydrogelen zu drucken.

Testergebnisse aus Kiel, den USA und Südkorea zeigen Potential des Pflasters für personalisierte Medizin

Außerdem arbeiteten die Kieler Materialwissenschaftlerinnen und -wissenschaftler eng mit Professor Helmut Fickenscher, Infektionsmediziner an der CAU und am Universitätsklinikum Schleswig-Holstein (UKSH), zusammen. Er und sein Team testeten die antibakterielle Wirkung des Pflasters: Für 72 Stunden legten sie es auf einen Bakterienteppich und stellten fest, dass sich die Bakterien in einem Umkreis von mehreren Millimetern um das Pflaster nicht weiter ausbreiten. *Hierfür haben wir zwei typische Wundkeime verwendet,*



2.0 % H₂O₂ t-ZnO

In Tests zeigte das Hydrogpflaster seine antibakterielle Wirksamkeit bei zwei typischen Wundkeimen: Bei Pseudomonas aeruginosa (r.) haben sich im nahen Umkreis des Pflasters nach 72 Stunden deutlich weniger Bakterien angesiedelt (gestrichelter Kreis). Bei Staphylococcus aureus (l.) sind die Bakterien im direkten Umkreis sogar komplett verschwunden (dunkelgrauer Ring) (© Gregor Maschkowitz)

die sich in ihrem Aufbau grundlegend unterscheiden, erklärt Dr. Gregor Maschkowitz, medizinischer Fachmikrobiologe am UKSH: *Staphylococcus aureus* und *Pseudomonas aeruginosa*. Das Pflaster habe bei beiden Grundtypen eine therapeutische Wirkung gezeigt, was auf einen universalen Effekt schließen lasse. Weitere Tests an Lebendmodellen wurden am NBM Global Research Center for Regenerative Medicine der Dankook University, Südkorea, durchgeführt. Erste Ergebnisse weisen auch hier auf eine gute Verträglichkeit des Pflasters und eine verbesserte Wundheilung hin.

Dieses Pflaster ist nach Aussage von Professor Fickenscher ein spannendes Konzept für die personalisierte Medizin, um Menschen mit auf sie zugeschnittenen Therapien mög-

lichst gezielt, effektiv und schonend zu behandeln. *Es ist ein konkretes Beispiel für das vielversprechende Potential der Zusammenarbeit von Medizin und Materialwissenschaft, die künftig immer wichtiger werden wird,* fasst Professor Fickenscher das interdisziplinäre Kooperationsprojekt zusammen. Nachdem die ersten Tests gezeigt haben, dass ihr Konzept grundsätzlich gut funktioniert, wollen die Forschenden jetzt die Steuerung per Licht noch weiter verbessern, um Patientinnen und Patienten künftig eine effektivere personalisierte Wundbehandlung anbieten zu können.

Originalpublikation:

Leonard Siebert, Eder Luna-Cerón, Luis Enrique García-Rivera, Junsung Oh, JunHwee Jang, Diego A. Rosas-Gómez, Mitzi D. Pérez-Gómez, Gregor Maschkowitz, Helmut Fickenscher, Daniela Ocegüera-Cuevas, Carmen G. Holguín-León, Batzaya Byambaa, Mohammad A. Hussain, Eduardo Enciso-Martínez, Minsung Cho, Yuhann Lee, Nebras Sobahi, Anwarul Hasan, Dennis P. Orgill, Yogendra Kumar Mishra, Rainer Adelung, Eunjung Lee, Su Ryon Shin: Light-Controlled Growth Factors Release on Tetrapodal ZnO-Incorporated 3D-Printed Hydrogels for Developing Smart Wound Scaffold; *Adv. Funct. Mater.*, vol. 31, Issue 22, May 26, 2021, 2007555, <https://doi.org/10.1002/adfm.202007555>

Kontakt:

Prof. Dr. rer. nat. Rainer Adelung, Arbeitsgruppe Funktionale Nanomaterialien, Institut für Materialwissenschaft, E-Mail: ra@tf.uni-kiel.de

Dr.-Ing. Leonard Siebert, Arbeitsgruppe Funktionale Nanomaterialien, E-Mail: lesi@tf.uni-kiel.de

Prof. Dr. med. Helmut Fickenscher, Institut für Infektionsmedizin, E-Mail: fickenscher@infmed.uni-kiel.de

www.uni-kiel.de

Mikromaterialbearbeitung in der medizinischen Forschung

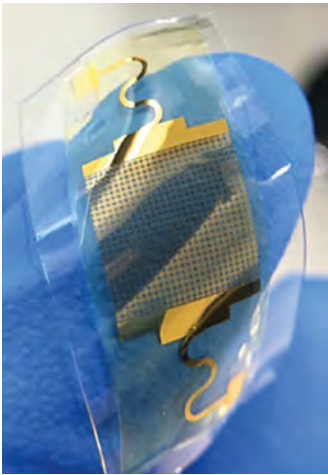
LPKF vereinfacht Entwicklungen durch direkte Laserbearbeitung

Die Forschung an flexiblen biomedizinischen Sensoren, an Prototypen von Implantaten aus biokompatiblen Materialien oder an Kombinationen von Mikrofluidik und Elektronik für Lab-on-a-Chip-Anwendungen ist äußerst anspruchsvoll. Durch die direkte Laserbearbeitung im eigenen Unternehmen kann sie jedoch deutlich vereinfacht und beschleunigt werden.

Die Lasertechnologie für die Materialbearbeitung im eigenen Labor hat eine Reihe

von Vorteilen: Verschiedene Materialien oder Layouts lassen sich innerhalb kürzester Zeit testen. Für die Lasersysteme sind keine Rüstzeiten zu berücksichtigen; nach Dateneingabe kann der Prozess direkt gestartet werden. Es kommen keine Chemikalien zum Einsatz; folglich entstehen keine nachteiligen Wirkungen auf biokompatible Materialien oder Sensoren. Diese Faktoren beschleunigen die Forschungsergebnisse und entsprechen am Ende auch höchsten Qualitätsstandards.

Die LPKF Laser & Electronics AG hält für Forschungsvorhaben aus dem medizintechnischen Bereich ein Portfolio an kompakten Lasersystemen und ergänzendem Equipment bereit, das direkt in Laboren eingesetzt werden kann. Mit dem integrierten UV-Laser prozessiert nach Angabe des Unternehmens beispielsweise der LPKF-ProtoLaser U4 eine Vielzahl von Materialien schnell und zuverlässig. Die hohe Pulsenergie des UV-Lasers führt zu einem Abtragsprozess ohne Rück-



Integriertes Wearable (links), hergestellt mit LPKF ProtoLaser-Technologie. Der hochpräzise arbeitende LPKF-Laser sorgt für schonende Materialbearbeitung. Das Lasersystem ist besonders für die innovative Forschung mit thermisch-sensiblen Materialien prädestiniert (Bildquelle: LPKF)

stände: Geometrisch exakte Konturen sind das Ergebnis. Eine umfangreiche Materialbibliothek liefert bereits die Laserparameter für die wichtigsten Materialien.

Der ProtoLaser R4 ist speziell für die Forschung mit sensiblen Materialien entwickelt worden. Er arbeitet mit kurzen Pikosekunden-Laserpulsen und ermöglicht somit eine hochpräzise Strukturierung von empfindlichen Materialien sowie das Schneiden von gehärteten oder gebrannten Substraten.

Bereits seit vielen Jahren werden LPKF-ProtoLaser-Systeme weltweit erfolgreich in Forschungsprojekten aus der Elektronik eingesetzt. Inzwischen nutzen auch immer mehr Anwender in der Medizintechnik die Lasertechnologie des Unternehmens, um Forschungsprojekte durch Inhouse-Materialbearbeitung zu beschleunigen. Die Grundlagenforschung an neuen innovativen Materialien, die Überführung bestehender Produkte in kleinere Dimensionen mit zusätzlicher Funktionalität oder einfach die Zeit- und Kostenersparnis bei der Entwicklung sind die Hauptgründe für den Einsatz eines ProtoLaser-Systems im eigenen Labor.

Der Laser selbst ist in allen LPKF-Systemen sicher in seinem Gehäuse untergebracht – die Systeme sind mit Laserklasse 1 gekennzeichnet. Dank intuitiv zu bedienender Software ist die Laserbearbeitung auch für gelegentliche Anwender einfach zu realisieren.

Nähere Informationen finden Interessierte unter
 ↪ www.lpkf.com/medical-research

Über LPKF

Die LPKF Laser & Electronics AG ist ein führender Anbieter von laserbasierten Lösungen für die Technologieindustrie. Lasersysteme von LPKF sind für die Herstellung von Leiterplatten, Mikrochips, Automobilteilen, Solarmodulen und vielen anderen Komponenten von entscheidender Bedeutung. Das 1976 gegründete Unternehmen hat seinen Hauptsitz in Garbsen bei Hannover und ist über Tochtergesellschaften und Vertretungen weltweit aktiv. Rund 20 Prozent der Mitarbeiter sind im Bereich Forschung und Entwicklung beschäftigt.

↪ www.lpkf.com

Precision in detail



electroplating units for decorative and functional surfaces

PCB technology • Electroplating • Metal finishing • Medical technology



STUDIO TSCHÖP • Wertheim 03/2020

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

Tribokorrosion: Von der Medizintechnik bis zum Maschinenbau

Von Dr.-Ing. Claudia Beatriz dos Santos, Abteilung Galvanotechnik, Fraunhofer IPA, Stuttgart

Claudia Beatriz dos Santos und weitere Forscherinnen und Forscher vom Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA haben Testverfahren für Tribokorrosion entwickelt. Sie helfen dabei, Reibung, Verschleiß und korrosive Umgebung bestimmter Werkstoffe besser zu verstehen und zu beschreiben.

Orthopädische Implantate, chemische Pumpen und Geräte für die Lebensmittelverarbeitung oder den Bergbau sind Beispiele für Produkte, die unter extrem beanspruchenden Bedingungen funktionieren müssen. Wie sich Reibung, Verschleiß und korrosive Umgebung auf deren Oberfläche auswirken, lässt sich bisher nur schwer abschätzen.

In den vergangenen Jahren untersuchten Forschende [1-5] die korrosive Wirkung von bestimmten Umgebungen auf Materialien in tribologischem Kontakt (Tribokorrosion) unter elektrochemischer Kontrolle. Die Abbaugeschwindigkeit eines tribologischen Kontakts lässt sich nicht einfach aus der Kenntnis der Verschleißfestigkeit bei fehlender Korrosion oder der Korrosionsbeständigkeit bei fehlender Reibung vorhersagen. Der Grund dafür ist, dass in Tribokorrosionssystemen die elektrochemischen, chemischen und mechanischen Abläufe nicht unabhängig voneinander sind und synergistische Effekte zu einem beschleunigten Materialabtrag führen können. Das Ziel, ein verschleißfestes Schichtsystem für ein bestimmtes Substrat und eine bestimmte Anwendung gleichzeitig zu verbessern, erfordert ein sehr gutes Verständnis der relevanten Wechselwirkungen von Werkstoff, Verschleiß, Korrosion und Schmierung. Nur die kombinierte Analyse eines solch

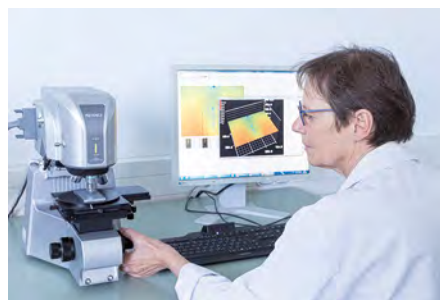
komplexen Systems wird die Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Systemkomponenten, deren Einflussparameter im Produktionsprozess und das Funktionsverhalten unter verschiedenen Bedingungen aufzeigen. Um die wichtigen Wechselwirkungen von Verschleißmechanismen und elektrochemischer Degradation in einer korrosiven Umgebung besser zu verstehen, wurden Untersuchungsmethoden für den Belastungsfall der Tribokorrosion entwickelt. Diese Tests ermöglichen es, die Materialien, die den tribologischen Kontakt bilden, und ihre Wechselwirkung mit der Umgebung besser zu charakterisieren.

Tribokorrosion am Fraunhofer IPA

Am Fraunhofer IPA werden seit fast zwei Jahrzehnten Tribokorrosionsphänomene untersucht [4, 5]. In dieser Zeit wurden die Entwicklung eines Messsystems und die Bewertung verschiedener Werkstoffe mit und ohne Oberflächenbehandlung in einem sehr breiten Anwendungsbereich vorangetrieben. Beschichtungssysteme für Implantate, Oberflächen unter Verformungsbeanspruchung, Edelstahlbauteile, Beschichtungen für extreme Verschleiß- und Korrosionsbedingungen sind einige Beispiele für diesen Anwendungsreich. Besonders bei der Entwicklung von neuen Systemen, die in einer herausfordernden Umgebung betrieben werden sollen, spielt die Tribokorrosion eine wichtige Rolle.



Tribometer mit elektrochemischer Messzelle für Tribokorrosionsmessungen; die Messzelle wurde am Fraunhofer IPA entwickelt
(Bild: Fraunhofer IPA/Sina-Helena Gross)



Charakterisierung der Oberflächentopographie und Messung des Verschleißzustandes von Proben mit dem Lasermikroskop
(Bild: Fraunhofer IPA/Rainer Bez)



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

Literatur

- [1] D. Landolt, S. Mischler, M. Stemp: Electrochemical methods in Tribocorrosion: a critical Appraisal; Electrochimica Acta, vol. 46 (2001), S. 3913–3929
- [2] F. Galliano, E. Galvanetto, S. Mischler, D. Landolt: Tribocorrosion behavior of plasma nitrided Ti₆Al₄V alloy in neutral NaCl solution; Surface and Coatings Technology, vol. 145 (2001), S. 121–131
- [3] S. Mischler: Triboelectrochemical techniques and interpretation methods in tribocorrosion: A comparative evaluation; Tribology International, vol. 41 (2008), S. 573–583
- [4] S. Kölle, C. dos Santos, K. Feige, P. Schwanzer, T. Bauernhansl: Beschichtungen für extreme Einsatzbedingungen; WOMag, Nr. 3 (2016), S. 29–31
- [5] C. dos Santos, L. Haubold, H. Holeczek, M. Becker, M. Metzner: Wear-Corrosion Resistance of DLC/CoCrMo System for Medical Implants with Different Surface Finishing; Tribology Letters, vol. 37 (2010), S. 251–259

Galvanische Abscheidung von Nickel-Chrom-Legierungsschichten

Andreas Waibel, Adriana Ispas, Mathias Fritz, Andreas Bund, Techn. Universität Ilmenau, Ilmenau



[Zum online-Artikel](#)

Nickel-Chrom-Legierungsschichten lassen sich aus einem Chrom(III)elektrolyten auf Sulfatbasis mit Zusätzen (Komplexbildner, pH-Puffer, Leitsatz, organische Additive) abscheiden. Aufgrund der großen Differenz zwischen den Abscheidopotentialen von Nickel und Chrom hängt die Legierungszusammensetzung stark von der Stromdichte ab, weshalb die Nickelabscheidung durch Diffusionslimitierung begrenzt werden muss, um einen höheren Chromanteil in der Schicht zu erzielen. Bei hohen Stromdichten und niedriger Nickelkonzentration werden chromreiche Schichten mit bis zu 64 Gew.% Chrom abgeschieden. Durch Zugabe von Saccharin können der Chromgehalt sowie die Stromausbeute gesteigert werden. Die Schichten enthalten Kohlenstoff und bei Abscheidung aus einem Elektrolyten mit Saccharin geringe Mengen an Schwefel. Die größten Herausforderungen bei der Abscheidung von Nickel-Chrom-Schichten sind die hohen inneren Spannungen in den mit Gleichstrom abgeschiedenen Schichten, die zur Rissbildung führen. Bei Anwendung von Pulse-Plating ist es möglich, rissfreie Schichten mit Dicken von mehr als 10 μm abzuscheiden. Die Schichten wachsen kompakt mit einer leicht globularen Struktur auf.

1 Einführung

Hartchromschichten werden häufig zur Verbesserung der Verschleiß- und Korrosionsbeständigkeit von technischen Bauteilen eingesetzt. Zum gegenwärtigen Zeitpunkt werden für industrielle Anwendungen Elektrolyte auf Basis von sechswertigen Chromverbindungen verwendet. Aufgrund der von Chrom(VI)verbindungen ausgehenden Gesundheits- und Umweltgefahr wird deren Einsatz jedoch zunehmend reglementiert. Die Entwicklung einer alternativen Oberflächenbeschichtung als Ersatz für die Hartchrombeschichtung aus chrom(VI)basierten Elektrolyten kann daher als ein Schlüsselproblem der modernen Oberflächentechnik angesehen werden [1]. Eine Alternative stellt die Chrom-

beschichtung auf Basis eines Chrom(III)elektrolyten dar. Die Korrosions- und Verschleißbeständigkeit solcher Schichten ist jedoch geringer als die einer konventionellen Hartchromschicht aus einem chrom(VI)basierten Elektrolyten. Durch das Zulegieren weiterer Elemente können die Schichteigenschaften weiter verbessert werden [2].

Großes Potential zeigen dabei Nickel-Chrom-Legierungsschichten. Für die galvanische Abscheidung von Nickel-Chrom-Legierungsschichten ist bisher kein kommerzielles Verfahren bekannt. Auch wenn die ersten Arbeiten zu diesem Themengebiet bereits einige Jahrzehnte zurückgehen [3], befindet sich deren Entwicklung noch am Anfang, was sich ferner an der Anzahl an wissenschaftlichen

Publikationen und veröffentlichten Patenten zeigt. In der vorliegenden Arbeit wurden Untersuchungen zur galvanischen Abscheidung von Nickel-Chrom-Legierungsschichten aus einem sulfatbasierten Chrom(III)elektrolyten durchgeführt. Neben dem Einfluss von Stromdichte, Temperatur und der Nickelkonzentration im Elektrolyten wurde die Anwendung von Pulse Plating untersucht.

2 Stand der Technik

Chrisholm et al. geben in ihrer Arbeit eine Übersicht über die Anfänge der Entwicklung zur Abscheidung von Nickel-Chrom-Schichten [3]. Zu diesem Zeitpunkt lag der Fokus noch auf Elektrolyten auf Basis von sechswertigen Chromverbindungen. In neueren

Chrom in Bestform

- Oberflächentechnologie als Kernstärke
- Technologievorsprung dank Forschung und Entwicklung
- Geschlossene Reaktorverfahren für Umwelt und Mensch
- Effizient und Nachhaltigkeit
- Reach Autorisierung

Einstellbare Struktur Oberflächen für viele Anwendungen

- Blechindustrie (Walzen)
- Textilmaschinen (Walzen, Galetten und Faserkontaktbauteile)
- Folienherstellung (Kalander, Extrusionswerkzeuge)
- Kunststoffindustrie (Spritzguss und Pultrusionswerkzeuge)
- Lebensmittelindustrie (Formen und Zylinder)
- Pharmazie (Pumpen, Werkzeuge)



topocrom

Topocrom GmbH, Hardtring 29, 78333 Stockach
0049 7771 93 630, info@topocrom.com

OBERFLÄCHEN

Veröffentlichungen werden jedoch ausschließlich dreiwertige Chromverbindungen eingesetzt.

Um die Abscheidengeschwindigkeit zu erhöhen, werden dem Elektrolyten Komplexbildner zugesetzt. Typische Komplexbildner sind Carbonsäuren wie beispielsweise Ameisensäure, Oxalsäure, Citronensäure, Äpfelsäure, Malonsäure, Glycolsäure oder Glycin und Harnstoff. Voraussetzung für die Reduktion des Metall-Aqua-Komplexes ist, dass die Metallionen an der Kathode die Elektronen aufnehmen können und dadurch reduziert werden. Die Chrom(III)ionen sind in Form eines regulären Oktaeders von sechs Wassermolekülen umgeben, wodurch sie die Kathode nicht berühren können. Vor der Abscheidung müssen die Wassermoleküle abgestreift werden, bezeichnet als Dehydratisierung. Die Dehydratisierung ist jedoch aufgrund des relativ kurzen Abstands und der starken Bindung zwischen den Chrom(III)ionen und den Wassermolekülen schwierig. Durch die Zugabe von geeigneten Komplexbildnern kann die Dehydratisierung allerdings beschleunigt werden [4].

Damit der Vorgang der Komplexbildung ablaufen kann, müssen die Komplexbildner thermodynamisch stabilere Komplexe als Wasser bilden. Die Stabilität des Komplexes sollte jedoch nicht zu hoch sein, da sonst die Geschwindigkeit der Chromabscheidung deutlich abnimmt. Neben der thermodynamischen Stabilität der gebildeten Komplexe ist die Kinetik der Komplexbildung von großer Bedeutung. Die Reduktion von Chrom ist ein mehrstufiger Prozess, der über die Zwischenstufe Chrom(II) abläuft. Das Chrom(II)ion ist in wässriger Lösung jedoch nicht stabil und wird leicht zu Chrom(III) oxidiert. Ein geeigneter Komplexbildner sollte in der Lage sein, das gebildete Chrom(II) durch eine Komplexbildung gegen die Oxidation zu stabilisieren. Auf diese Weise wird ein hohes Angebot des als Zwischenstufe entstandenen Chrom(II) gewährleistet. Damit ist die Kombination aus den optimalen kinetischen Bedingungen für die Komplexbildung von Chrom(II) und der thermodynamischen Stabilität der Chrom(III)ionen von primärer Wichtigkeit für den Gesamtprozess. Da thermodynamische und kinetische Daten für die Chromkomplexbildung nur selten vorhanden sind, ist die Auswahl eines geeigneten Komplexbildners oftmals nicht ohne weiteres möglich beziehungsweise mit einem höheren Aufwand verbunden [5].

Aufgrund der dargestellten Problematik schlägt Datta [5] die Verwendung von zwei

Komplexbildnern vor. Neben Citronensäure wird dem Elektrolyten ein zweiter (nicht genannter) Komplexbildner zugesetzt, der mit Chrom(II) schnell Komplexe ausbilden soll. Der Komplexbildner wird auch als Katalysator beziehungsweise Regenerator bezeichnet, da er nach der Chromabscheidung wieder frei wird und zudem reduzierende Eigenschaften aufweist [5].

Bei Verwendung von Carbonsäuren als Komplexbildner werden meist größere Mengen an Kohlenstoff (als Abbauprodukt der Carbonsäure) in die Schicht eingelagert. Danilov et al. untersuchten die Kinetik und mögliche Mechanismen der galvanischen Abscheidung von Chrom-Kohlenstoff-Legierungen aus einem Elektrolyt auf Basis von Chrom(III)sulfat mit Harnstoff und Formiat als organische Komponente. Es wird angenommen, dass der Mechanismus des Kohlenstoffeinbaus eine chemische Wechselwirkung der adsorbierten organischen Moleküle mit hochaktiven Chrom-Ad-Atomen ist, was im Grunde einen nicht-Faraday-Prozess darstellt [6].

Als Metallsalz werden ausschließlich Sulfate oder Chloride eingesetzt. Der Grund liegt in der breiten und günstigen Verfügbarkeit. Vereinzelt werden für Elektrolyte auf Basis von dreiwertigen Chromverbindungen auch Methansulfonate oder Ammoniumchromalaun verwendet. Danilov et al. stellten fest, dass die Verwendung von basischem Chromsulfat gegenüber saurem Chromsulfat den Vorteil hat, dass die Metallabscheidung bereits bei einer geringeren Stromdichte einsetzt und die Deckfähigkeit des Elektrolyten erhöht wird. Begründet wird das durch Hydroxidionen, welche in der inneren Sphäre der Chromkomplexe vorhanden sind und eine beschleunigte Entladung von Chrom(II) fördern [7].

Die Reduktion von Chrom(III) zum Chrommetall (Chrom(0)) ist durch ein Standardreduktionspotential (-0,74 V) gekennzeichnet, das deutlich negativer ist, als das Standardreduktionspotential von Wasserstoff (0 V). Eine weitere Eigenschaft ist die sehr geringe Überspannung der Wasserstoffabscheidung auf Chrom und die sehr hohe Überspannung der Chromabscheidung auf Chrom. Die Metallabscheidung erfolgt daher mit einer beträchtlichen Wasserstoffentwicklung, welche einen signifikanten Anstieg des pH-Werts an der Elektrodenoberfläche verursacht. Bei hohen pH-Werten wiederum hydrolysiert der Komplex $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ und bildet eine Reihe von Reaktionen, die als Endprodukte Polymere mit hohem Molekulargewicht enthalten; bei diesen sind die Chrom(III)ionen über

Hydroxylbrücken verbunden. Dieses Phänomen wird als *Olation* bezeichnet. Die gebildeten Polymere fallen nahe der Kathodenoberfläche aus, was die Verfügbarkeit an Chrom(III) einschränkt und die Stromausbeute senkt [8]. Bei hohen pH-Werten kann es zudem zur Ausfällung von Metallhydroxiden kommen. Um dies zu verhindern, wird dem Elektrolyten als pH-Puffer meist Borsäure zugegeben. Borsäure ist eine Lewis-Säure, welche durch Aufnahme von Hydroxidionen sauer wirkt. Vereinzelt wird auch über die Verwendung von Aluminiumsulfat als Puffer berichtet [9]. Dabei handelt es sich um eine Brønsted-Säure, welche durch Abgabe von Protonen sauer wirkt.

Elektrolyte für die Abscheidung von Nickel-Chrom-Schichten weisen eine geringe elektrische Leitfähigkeit auf. Das führt zu einem hohen ohmschen Spannungsabfall im Elektrolyten, wodurch sich der Elektrolyt während der Abscheidung stark erwärmt. Zudem muss eine höhere Abscheidenspannung angelegt werden, was in der praktischen Anwendung mit höheren Energiekosten verbunden ist. Um den Spannungsabfall möglichst gering zu halten, werden dem Elektrolyten hohe Konzentrationen an Leitsalzen zugegeben. Bevorzugt werden Natriumsulfat-/chlorid oder Ammoniumsulfat-/chlorid eingesetzt.

Neben Metallsalz, Komplexbildner, Leitsalz und pH-Puffer werden dem Elektrolyten Additive, meist auf organischer Basis, zugesetzt. Zur Verhinderung einer Oxidation von Chrom(III) zu Chrom(VI) an der Anode, werden oftmals Bromid- oder Fluorid-Verbindungen verwendet. Aufgrund der geringen Stromausbeute und der damit einhergehenden starken Wasserstoffentwicklung ist die Verwendung von Netzmitteln beziehungsweise Tensiden notwendig. Diese verringern die Oberflächenspannung des Elektrolyten, wodurch das Anhaften von Wasserstoffbläschen erschwert und die Ausbildung von Pittings (lochartigen Vertiefungen) in der Schicht verringert wird. Zudem verhindern sie den Austrag von Aerosolen aus dem Elektrolyten.

Langleis und Nepper untersuchten die Abscheidung von Nickel-Eisen-Chrom-Schichten aus einem Chrom(III)elektrolyten. Der von ihnen beschriebene Elektrolyt wurde abgeleitet von einem von Datta entwickelten Ansatz. Die Zugabe von 0,5 g/L Natriumdisulfid wurde als positiv für die Chromabscheidung ermittelt. Die Stromausbeute der Chromabscheidung konnte dadurch um den Faktor vier auf etwa 12 % erhöht werden. Ohne die Zugabe von Natriumdisulfid wurde überwie-

POWER PULSE

PULSE-REVERSE-Stromquellen für optimale Beschichtungsprozesse

gend das edlere Eisen abgeschieden. Der Einsatz von Natriumdisulfid führte zudem zu einem Einbau von Schwefel in die Schicht. Als möglichen Mechanismus geben sie die von Datta und Hoare vorgeschlagene katalytische Wirkung von Hydrogensulfid an [10, 11].

Leimbach et al. befassten sich mit dem Einfluss von Saccharin (Benzoesäuresulfimid) auf die Abscheidung von dekorativen Chromschichten. Die Zugabe von 1,5 g/L Saccharin erleichterte die Reduktion von Chrom wodurch die Stromausbeute von 2 % auf 8 % gesteigert werden konnte. Als möglicher Mechanismus wird angenommen, dass Saccharin mit Chrom(II) einen Komplex bildet, wodurch dieses stabilisiert und die Reduktion von Chrom(II) zu Chrommetall entsprechend gefördert wird [12].

Als Anoden kommen ausschließlich inerte Anoden zum Einsatz. Aufgrund der geringen kathodischen Stromausbeute würde die Verwendung von löslichen Anoden eine starke Anreicherung der Chrom- beziehungsweise Nickelkonzentration verursachen. Bei Verwendung von unlöslichen Anoden ist darauf zu achten, dass das für die Sauerstoffentwicklung notwendige Potential an der Anode so weit abgesenkt werden muss, dass dieses unterhalb des Potentials für die Oxidation von Chrom(III) zu Chrom(VI) liegt und es ausschließlich zu einer Sauerstoffentwicklung kommt. Bohnet untersuchte verschiedene Anodensysteme. Das beste Ergebnis zeigten demzufolge Anoden mit Mischoxidbeschichtung, da bei diesen nahezu keine Oxidation des Chroms erfolgt [13]. Ein weiterer Vorteil von Mischoxid anoden ist, dass die oftmals als Komplexbildner verwendet Ameisensäure nicht oxidiert (und damit für die Abscheidereaktionen unwirksam wird). Platin hingegen zeigt eine starke spezifische Adsorption von Ameisensäure und weist eine hohe katalytische Aktivität gegenüber der Ameisensäureoxidation auf [14].

Den größten Einfluss auf die Legierungszusammensetzung nimmt die Stromdichte. Aufgrund des unterschiedlichen kathodischen Polarisationsverhaltens bei der Abscheidung von Nickel und Chrom aus einem Elektrolyten kann der Chromgehalt in der abgeschiedenen Schicht nahezu beliebig eingestellt werden. Der Chromgehalt in der hergestellten Nickel-Chrom-Schicht nimmt mit steigender Stromdichte zu. Durch Erhöhung der Stromdichte von 15 A/dm² auf 30 A/dm² konnten Huang et al. den Chromgehalt von 15 Gew.% auf 85 Gew.% steigern [15]. Bei zu hohen Stromdichten kommt es jedoch aufgrund der verstärkten Wasserstoffentwicklung zu einem starken Anstieg des pH-Werts im kathodennahen Raum und zu einer Ausfällung von Metallhydroxiden [12].

Die Beschichtungstemperatur wird meist zwischen 30 °C bis 40 °C angegeben. Mit steigender Temperatur erhöht sich die Diffusionsgeschwindigkeit der Metallionen und die kathodische Polarisation nimmt ab. Die Trends einer Erhöhung der Diffusionsgeschwindigkeit und einer Verringerung der Kathodenpolarisation mit zunehmender Temperatur sind für Chrom(III)ionen kleiner als für Nickel(II)ionen (in den hier betrachteten Elektrolyten), was den Chromgehalt in der Beschichtung verringert. Mit sinkender Temperatur des Elektrolyten nimmt auch die Gleichmäßigkeit der Beschichtung ab. [16].

Der Chromgehalt der Beschichtung nimmt mit zunehmendem pH-Wert des Elektrolyten zu. Je höher der pH-Wert ist, desto höher ist die Dissoziationsgeschwindigkeit des Komplexbildners. Daraus resultiert eine höhere Konzentration an Chrom(III)ionen an der Kathodenoberfläche (bzw. in Nähe der Kathodenoberfläche) und eine höhere Entladungsgeschwindigkeit. Chrom(III) nimmt jedoch leichter an der Polymerisationsreaktion teil, wenn der pH-Wert zu hoch ist. Es bildet sich



- › effiziente Schaltnetzteiltechnologie
- › präzise Regelung
- › komplexe Pulsformen
- › schnelle Anstiegs- und Abfallzeiten
- › luft- oder wassergekühlte Version

 **MADE IN GERMANY**



Besuchen Sie unseren
Produktfinder auf

plating.de

oder kontaktieren Sie
unser Vertriebsteam.



plating electronic
we care for power

plating electronic GmbH

79350 Sexau

Tel. 07641 93500-0

info@plating.de

www.plating.de

OBERFLÄCHEN

ein Hydroxidfilm auf der Elektrodenoberfläche, welcher eine Entladung von Chrom(III)-Ionen verhindert [16].

Eine der größten Herausforderungen bei der Abscheidung von Nickel-Chrom-Legierungsschichten sind die hohen inneren Spannungen in den abgeschiedenen Schichten und die daraus resultierende Rissbildung. Die Abscheidung von größeren Schichtdicken, wie sie für technische Zwecke benötigt werden, ist dadurch erschwert [17]. Die hohen inneren Spannungen sind auf die Bildung von Chromhydriden zurückzuführen [18]. Aufgrund der geringen kathodischen Stromausbeute geht die Metallabscheidung mit einer starken Wasserstoffentwicklung einher. Aus kinetischen Gründen bildet sich zuerst ein Chromhydrid, welches nach kurzer Zeit zum thermodynamisch stabileren elementaren Chrom zerfällt. Dieser Schritt geht mit einer Volumenkontraktion einher, da Chromhydride ein hexagonales Gitter aufweisen und Chrom kubisch raumzentriert vorliegt. Die Volumenkontraktion führt zu hohen Zugspannungen in den abgeschiedenen Schichten, welche sich schließlich unter Rissbildung abbauen.

3 Experimenteller Teil

Anhand der Literaturrecherche und durchgeführten Vorversuchen wurde ein Elektrolytansatz abgeleitet (Tab. 1). Der Elektrolyt enthält neben den beiden Metallsalzen Nickelsulfat und basischem Chrom(III)sulfat zudem Ameisensäure als Komplexbildner und Natriumsulfat als Leitsalz. Als Puffer werden Borsäure und Aluminiumsulfat eingesetzt. Zudem werden dem Elektrolyten organische Additive in Form von Natriumlaurylsulfat und Saccharin zugegeben. Das Verhältnis der Konzentrationen an Metallionen zur Konzentration an Komplexbildner wird bei allen Versuchen konstant bei 1:1,5 gehalten. Der pH-Wert des Elektrolyten beträgt 2,0 bis 2,1 bei einer Beschichtungstemperatur von 30 °C bis 50 °C.

Für die Beschichtungen werden Rundstäbe (Werkstoff 1.0122) mit einem Durchmesser von 10 mm und einer Länge von 30 mm verwendet (Abb. 1). Zur Einstellung einer definierten und gleichmäßigen Oberflächenbeschaffenheit werden die Rundstäbe mit Siliziumcarbid-Schleifpapier mit 500er- und 1000er-Körnung geschliffen. Um eine aus-



Abb. 1: Beschichtungsprobe (Stahl-Rundstab, Ø = 10 mm, l = 30 mm)



Abb. 2: Aufbau für die Beschichtungsversuche

reichende Schichthaftung zu gewährleisten, werden die Proben vor der Beschichtung elektrolytisch entfettet (HSO UNI I, Herbert Schmidt GmbH) und in 10 Vol.-%iger Schwefelsäure aktiviert.

Die Beschichtungsversuche werden in einem Becherglas mit zwei parallel angeordneten Anoden durchgeführt (Abb. 2). Der Elektrolyt wird mittels einer Rührheizplatte temperiert. Der Rundstab wird über ein Labor-Rührwerk mit einer Umdrehungsgeschwindigkeit von 60 U/min in Rotation versetzt. Die elektrische Kontaktierung erfolgt über einen Kohle-Schleifkontakt. Um die Bildung von Chrom(VI) zu verhindern, werden Anoden mit einer Iridium-Mischoxidbeschichtung eingesetzt.

4 Ergebnisse und Diskussion

In den Vorversuchen wurden unterschiedliche Elektrolytsysteme untersucht und grundlegende Beschichtungsparameter festgelegt. Die Beschichtung erfolgte anfangs noch auf Stahl- beziehungsweise Messingblechen. Es zeigte sich schnell, dass die Stromdichteverteilung und die Hydrodynamik im Elektrolyten großen Einfluss auf die Legierungszusammensetzung der abgeschiedenen Schicht nehmen. Da die Elektrolytbewegung mit einem Magnetrührstäbchen erfolgte, konnte keine gleichmäßige Anströmung der Kathode sichergestellt werden. Des Weiteren lag keine optimale primäre Stromdichteverteilung vor. An den Kanten des Blechs kam es zu einer Konzentration der elektrischen Feldlinien und somit zu einer ungleichmäßigen Stromdichteverteilung auf dem gesamten Blech.

Tab. 1: Zusammensetzung des verwendeten Elektrolyten zur Abscheidung von Nickel-Chrom-Schichten

Komponente	Summenformel	Konzentration
Ameisensäure	HCOOH	0,675–0,9 mol/L
Basisches Chromsulfat	$\text{Cr}_4(\text{SO}_4)_5(\text{OH})_2$	0,1 mol/L
Nickelsulfat	$\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0,05–0,2 mol/L
Borsäure	$\text{B}(\text{OH})_3$	0,5 mol/L
Aluminiumsulfat	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 16\text{H}_2\text{O}$	0,15 mol/L
Natriumsulfat	Na_2SO_4	0,5 mol/L
Natriumlaurylsulfat	$\text{NaC}_{12}\text{H}_{25}\text{SO}_4$	0,0002 mol/L
Saccharin	$\text{C}_7\text{H}_5\text{NO}_3\text{S}$	0,008 mol/L

Aufgrund dieser Problematik wurde der Versuchsaufbau angepasst. Durch Rotation eines Rundstabs sollte eine gleichmäßigere Hydrodynamik und Stromdichteverteilung sichergestellt werden. Durch den neuen Versuchsaufbau (Abb. 2) konnte eine gleichmäßigere Beschichtung erzielt werden. Die primäre Stromdichteverteilung war jedoch weiterhin nicht optimal, wodurch an den Kanten der beschichteten Probe eine höhere Schichtdicke und eine abweichende Legierungszusammensetzung vorlagen (Abb. 3). Aufgrund der starken Stromdichteabhängigkeit der Legierungszusammensetzung ist der Chromgehalt an den Kanten erhöht. Als Ursache für die festgestellte starke Abhängigkeit der Legierungszusammensetzung von der Stromdichte kommt die großen Differenz zwischen den Abscheidepotentialen von Nickel ($E_0 = -230 \text{ mV}$) und Chrom ($E_0 = -760 \text{ mV}$) in Betracht. Damit Nickel und Chrom simultan abgeschieden werden können, muss kathodisch stark polarisiert werden. Die angewendeten Stromdichten sind dementsprechend hoch.

Lesen Sie weiter unter womag-online.de

Auf WOMag-online.de steht der gesamte Beitrag für alle Leser zur Ansicht zur Verfügung. Im Weiteren wird dargelegt, auf welche Weise sich die Zusammensetzung und die Eigenschaften der Nickel-Chrom-Schicht variieren lassen. Dazu werden die Abscheidestromdichte, die Elektrolytzusammensetzung und die Stromart (Gleichstrom im Vergleich zu Pulsstrom) verändert. Die Wirkungsweise der jeweiligen Arbeitsparameter wird diskutiert. Der Gesamtumfang des Beitrags beträgt etwa 6,5 Seiten mit 11 Abbildungen, 1 Tabelle und 20 Literaturhinweisen.

Glänzen Sie auch in Zukunft bei CrIII Beschichtungen – mit Messtechnik von Fischer

Sie stehen vor der Herausforderung von ChromVI auf ChromIII umstellen zu müssen? Sie müssen zuverlässig, schnell und präzise Ihre Chrom- und Nickelschichten messen?

Wir haben die passende Messtechnik für Sie! Kontaktieren Sie unsere Fischer Experten noch heute für eine individuelle Beratung.

07031 / 303-333

sales.de@helmut-fischer.com

www.helmut-fischer.com



Fachwissen zur Oberflächentechnik – endlich wieder im persönlichen Gespräch

Bericht über die ZVO-Oberflächentage, die Gemeinschaftstagung von Zentralverband Oberflächentechnik e. V. und der Deutschen Gesellschaft für Galvano- und Oberflächentechnik DGO e. V., vom 22. bis 24. September 2021 in Berlin



Zum online-Artikel

Mehr als 300 Fachleute aus dem Bereich der Oberflächentechnik hatten die Gelegenheit wahrgenommen, das lange vermisste persönliche Gespräch im Rahmen einer der ersten Präsenzveranstaltungen des Jahres intensiv zu pflegen. Dazu hatten die Veranstalter ein vielseitiges Programm mit 48 Fachvorträgen sowie einer Fachausstellung unter den strengen Auflagen der Coronapandemie zusammengestellt. Das Programm spiegelte die aktuellen Herausforderungen im Hinblick auf einen effizienten und sparsamen Umgang mit Rohstoffen und Energie ebenso wider, wie den Bedarf an neuen Schichten und Oberflächen für die boomende Elektromobilität oder die Suche nach neuen Anwendungsfeldern für die klassischen Oberflächenverfahren sowie Anwendungsmöglichkeiten der Neuentwicklungen. In dieser und den nächsten Ausgaben der WOMAG werden Inhalte der Fachvorträge zusammengefasst wiedergegeben.

Wie wichtig und wertvoll das persönliche Gespräch trotz der inzwischen weitreichenden Möglichkeiten der modernen Telekommunikation ist, zeigte der gut besuchte Eröffnungsabend bei ausgezeichnetem Buffet im Tagungshotel Estrel. Exzellent und höchstprofessionell war auch die Organisation der Hybrid-Veranstaltung durch die Mitarbeitenden der Verbandszentrale. So bestand für alle Vorträge die Möglichkeit, zwischen Präsenzteilnahme oder Online-Teilnahme direkt vor Ort im Tagungshotel zu wählen. Außerdem konnten alle Vorträge online außerhalb des Tagungsorts in perfekter Qualität wahrgenommen werden – ein besonderes Angebot, das leider nicht die verdiente Nachfrage erfahren hat.

Eröffnet wurde die Tagung vom Vorsitzenden des ZVO, Walter Zeschky. Er freute sich, nach der ausgefallenen Veranstaltung 2020 in diesem Jahr zahlreiche Teilnehmer, live und online, zu den hybrid durchgeführten ZVO-Oberflächentagen begrüßen zu können. Zeschky wies in seiner Einführung darauf hin, dass die Branchenmitglieder zusätzlich zu den Herausforderungen durch den deutlichen Technologiewandel bei der Energieerzeugung und Energienutzung auch durch die Auswirkungen der Pandemie belastet sind. Aktuell macht insbesondere die Störung der Lieferkette den Unternehmen zu schaffen sowie der Paradigmenwechsel in der Automobilindustrie hin zur Elektromobilität. Trotz dieser gewaltigen Herausforderungen des Marktes sind die Aussichten für die Oberflächentechnik nach Ansicht Zeschkys hoffnungsvoll: Auch in Zukunft werden nahezu alle Produkte nicht ohne eine qualitativ hochwertige Oberfläche auskommen.



(Bild: Sven Hobbiesiefken)

Einstimmung auf die Tagung

Vom Lohnbeschichter zum industriellen Dienstleister und Innovationsführer

Wie Dr. Martin Kurpjoweit, WHW Walter Hillebrand GmbH & Co. KG., einführend betonte, lässt sich am Beispiel der WHW der Wandel in der Oberflächentechnikbranche aufzeigen. Gegründet wurde das Unternehmen 1937 als Kleinbetrieb, der in den Folgejahren mit zahlreichen Erweiterungen und Neubauten die

Entwicklung vom Kleinbetrieb zum Industrieunternehmen mit heute sieben Standorten durchlaufen hat. Auf diesem Weg wurden erhebliche Investitionen getätigt, die zu einem Umsatzvolumen von aktuell etwa 100 Millionen Euro geführt haben.

Nach wie vor steht der kathodische Korrosionsschutz im Mittelpunkt der Geschäftstätigkeit der WHW. Unterstützt wurde das Wachstum von den Anfängen heraus durch einen starken lokalen Bedarf an den Angebo-



Dr. M. Kurpjoweit (Bild: Sven Hobbiesiefken)



Zusatzdienstleistung Schraubensicherung der WHW (Bild: M. Kurpjoweit)



ZVO-Vorsitzender Walter Zeschky (links oben) und ZVO-Geschäftsführer Christoph Matheis (rechts unten) freuten sich über die rege Teilnahme und zahlreiche persönliche Gespräche nach der Corona-Zwangspause (Bilder: Sven Hobbiesiefken)

ten der WHW. Stets war die Branche stark geprägt durch die Anforderungen der Automobilindustrie, deren Wandel in den letzten knapp 30 Jahren durch den Namen Lopez ausgelöst worden ist. Der Übergang vom Handwerk zum Industrieunternehmen zeichnet sich beispielsweise durch den Übergang von der handwerklich bearbeiteten Einzelteilerfertigung zur standardisierten Massenfertigung aus. Verbunden ist hiermit eine verstärkte Aktivität im Bereich Marketing, Forschung und Technologieentwicklung.

Einer der Meilensteine in der Industrieentwicklung war die Einführung der Zink-Nickel-Beschichtung, die einen erheblichen Aufwand in neue Anlagen und Verfahren mit einem deutlich höheren Unterhaltsaufwand erforderlich machte. Parallel dazu musste eine spezielle Chemie entwickelt werden; WHW hat dafür ein eigenes Entwicklungszentrum aufgebaut. Als weiteres wichtiges Verfahren folgte die Zinklamellenbeschichtung.

Eine intensive Betrachtung des Kundenmarkts zeigte zusätzlichen Bedarf für Leistungen nach dem Beschichten, etwa dem Sortieren und Prüfen der beschichteten Bauteile, zum Beispiel Schrauben. Ergänzt wurde das Dienstleistungsangebot durch zusätzliche Arbeitsschritte, beispielsweise dem Anbringen einer Schraubensicherung oder auch durch Montage und Prüfarbeiten von Bauteilen sowie von diversen Verpackungslösungen nach Kundenbedarf. Durch dieses zusätzliche Angebot konnten die Transportwege des universell einsetzbaren Bauteils Schraube erheblich verkürzt werden.

Begleitend zu all diesen Aktivitäten wurde bei WHW zur Organisation der Unternehmensabläufe und der Kommunikation mit den Kunden ein Managementsystem in Form von SAP eingerichtet. Parallel zur Verbesserung der Unternehmensabläufe wurden Anlagen und Prozessabläufe miteinander verknüpft und automatisiert. Im Rahmen die-

ser Erweiterungen wurden Systeme stets durch optimale Nutzung der Energie und Minimierung des Materialverbrauchs an Chemie und Wasser optimiert. Um alle diese Aktivitäten sinnvoll durchführen zu können, ist ein sehr gut geschultes Personal, aber auch ein gutes Controlling notwendig. Dass diese Einzelpunkte nur sehr aufwendig zu erfüllen sind, ist nach Ansicht von Dr. Kurpjoweit an der geringen Anzahl an neuen Marktbegleitern im Bereich galvanische Metallabscheidung mit vergleichbaren Strukturen abzulesen.

Evolution des Korrosionstests

Nach wie vor stellt der Schutz gegen Korrosion eine der Hauptaufgaben der Oberflächenbeschichtung dar. Florian Feldmann, Dörken,

Hull-Bleche in Top-Qualität mit Premium-Service



OBERFLÄCHEN

wies zu Beginn seines Vortrags darauf hin, dass die Frage von Kunden nach dem besten Korrosionsschutz eigentlich nicht beantwortet werden kann, da hier eine ganze Reihe an ergänzenden Angaben zur Beantwortung erforderlich sind. So müssen allein in Bezug auf das Prüfverfahren beispielsweise die unterschiedlichen Verfahren der beschleunigten Korrosionstests und der Freibewitterung betrachtet werden. Auf diese verschiedenen Verfahren ging der Vortragende im Weiteren näher ein.

Bei den beschleunigten Korrosionstests stehen beispielsweise zwei grundsätzlich unterschiedliche Verfahren zur Diskussion: der Salzwassertest und der Kondensklimatest, die vollständig unterschiedlich wirken. Die Auswirkungen bei den beschleunigten Testverfahren sind im Verhalten der Oberflächen unterschiedlich; beim einen tritt Weißrost auf, beim anderen nicht, da die Korrosionsvorgänge von der einwirkenden Chemie abhängen. Bei beiden ist zu berücksichtigen, dass die Tests keine Angaben zum Verhalten der Oberflächen im Feld liefern. Für die Entwickler von Schutzverfahren ergibt sich ein erheblicher Aufwand dadurch, dass je nach Kunde unterschiedliche Testvarianten zur Prüfung von Oberflächen eingesetzt werden, nach denen der Entwickler wiederum seine Verfahren prüfen muss.

Automobilhersteller beispielsweise verwenden werkseigene Verfahren. Diese zeichnen sich unter anderem durch erhöhte Be-

lastungen unter Nutzungsumgebung aus, also einer Kombination aus extremen Fahrumgebungen mit Salzprühtests. Eine vergleichende Betrachtung der Korrosionstestverfahren führt zur Erkenntnis, dass es kein Beschichtungsverfahren gibt, das alle Testverfahren unbeschadet übersteht. Als eines der besten Beurteilungsverfahren für den Realfall gilt nach Aussage von Florian Feldmann der Freibewitterungstest, beispielsweise unter Offshore-Bedingungen. Auch zeigt es sich, dass vergleichbare Oberflächensysteme durchaus unterschiedliche Ergebnisse liefern können.

Marketing-Impulsvorträge

Seit einigen Jahren haben Aussteller auf den ZVO-Oberflächentagen zu Beginn der Tagung die Möglichkeit, in kurzen Marketing-Impulsvorträgen auf ihre Angebote hinzuweisen. Im Folgenden sind diese kurz zusammengefasst:

Mittels Membrantechnologie gelingt mit den Wickelmodulen der Spiraltec GmbH, vorgestellt von Rainer Klein, neben der Säurerückgewinnung nun auch die Rückgewinnung von alkalischen Systemen. Erfolgreich wird das System beispielsweise für die Rückgewinnung von Schwefelsäure, Kupfersulfat, und Salzsäure eingesetzt, so dass das Verwerfen der Säure entfallen kann. Derzeit wird das System zur Rückgewinnung von Chromsäure und Natronlauge modifiziert. Hierbei lassen sich bis zu 95 % der Säure rückgewinnen.

Vorteile des Verfahrens sind die kompakte Bauweise und der direkte Einsatz der zurückgewonnenen Stoffe in der Produktion.

Die eska Schneider Lagersysteme GmbH bietet unter anderem ein Lagersystem zur Lagerung von Kleinteilen in Kisten an. Das von Heiko Schneider vorgestellte System kann bis zur 300 Kisten aufnehmen und diese innerhalb von etwa 40 Sekunden ausgeben. Das System wird in Bauhöhen zwischen etwa 2 m und 6 m gefertigt. Die entsprechenden Lager, zum Beispiel als Paternostersystem für Galvanogestelle, zeichnen sich durch optimale Anpassung an die verfügbaren Räumlichkeiten aus. Die Systeme können so beispielsweise an der Hallendecke, aber auch an Außenwänden von Hallen angebracht werden.

Mit einem automatisierten System von Helmeo Imaging Oy, vorgestellt von David Renger, lassen sich Sichtprüfungen von hochglänzenden Oberflächen sicher vornehmen. Damit werden die bisher üblichen, menschlichen Prüfer entlastet. Insbesondere kann damit das Problem, geeignetes Personal zu finden, gelöst werden. Einer der Vorteile der Prüftechnik ist, dass gekrümmte Oberflächen in Ausführungen wie Hochglanz oder Matt auf alle gängigen Oberflächenfehler geprüft werden können.

Die von Andreas Fink, Atotech Deutschland, angesprochenen Reibwertanforderungen der Norm MBN 10544, die sich auf die ISO 16047 bezieht, werden ab 2024 in Kraft treten. Die Vorgabe sieht eine Fünffachverschraubung auf allen Werkstoffkombinationen vor. Dafür bietet Atotech geeignete Verfahren an in Form von Basecoat Zintek 200 und Topcoat Zintek Top LV.

Sowohl die Galvanotechnik als auch die Energiespeicherung werden durch die Elektrochemie gekennzeichnet, wie Prof. Dr. Bund von der TU Ilmenau ausführte. Dadurch bietet die Elektrochemie, wie sie an der TU Ilmenau gelehrt wird, die Möglichkeit zur Untersuchung und Entwicklung von Verfahren der Galvanotechnik und Energiespeicherung. Absolventen des Studiums werden in der Industrie aufgrund ihrer Fachkenntnis stark nachgefragt.

Edelmetalloberflächen

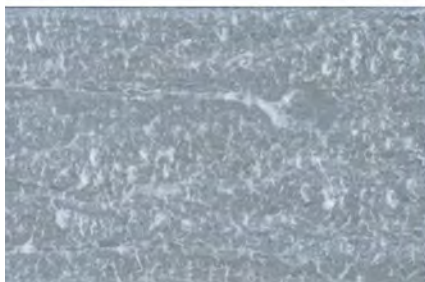
Edelmetallbeschichtung auf Kunststoffen – Beispiel EKG

Dr. Jürgen Hofinger, Biconex GmbH, befasst sich mit der Vorbehandlung von Kunststoffen für die Beschichtung mit Metallen. Dazu stellte er ein Entwicklungsprojekt aus dem Bereich der Medizintechnik vor; ein spritzge-

SST nach
DIN EN ISO 9227



Kondensklimatest nach
DIN EN ISO 6270-2

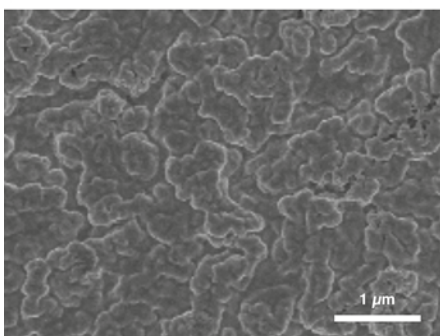
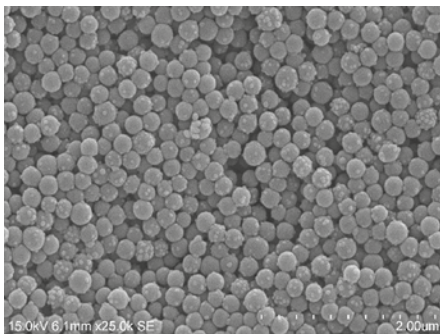


Tests führen oft zu unterschiedlichen Ergebnissen, gut erkennbar an der Bildung von Korrosionsprodukten mit Eisen (oben) und mit Zink (unten) (Bild: F. Feldmann)

gossenes Einwegteil, das als Sensor für die Aufnahme der Herzströme dient, sollte kostengünstig beschichtet werden. Der aktive Sensor ist mit einer Silberschicht versehen. Die Herausforderung bestand in der Minimierung der eingesetzten Silbermenge bei gleichzeitig sicherer Beschichtung. Zudem sollte die Aktivierung vor der galvanischen Beschichtung ohne Einsatz von Chrom(VI) erfolgen.

Bisher wurde Silber in erster Linie chemisch abgeschieden, woraus sich ein hoher Verlust an Silbermetall ergibt. Deutlich besser wäre hier der Einsatz eines galvanischen Verfahrens, das sich im Vergleich zur chemischen Abscheidung durch einen verlustarmen Prozess auszeichnet. Anfallende Verluste entstehen durch Ausschleppung aufgrund des stark porösen Grundwerkstoffs.

Als Alternativtechnologie wurde der Einsatz von Edelmetalltinte zur Auftragung von Silber untersucht. Im Gegensatz zu üblichen Tinten mit Partikeln wurden Tinten mit Precursoren eingesetzt, bei denen durch den Einsatz eines Plasmas eine Reduktion in Gang gesetzt wird, um die Silberschicht in einer Dicke von etwa $0,5 \mu\text{m}$ zu erzeugen. Die daraus hergestellten Silberschichten zeichnen sich durch eine gute Haftfestigkeit und elektrische Leitfähigkeit der Metallschicht aus. Im Endergebnis ergibt sich ein Verfahren mit kurzem Prozess, geringem Platzbedarf, kein Abwasser, bei allerdings sehr geringer Schichtdicke.



Metalltinten zur Beschichtung von Kunststoffen; oben herkömmliche Tinte und unten die partikelfreie Tinte nach Reduzierung mittels Niederdruckplasma (Bild: J. Hofinger)

Silberpassivierungen

Oliver Brenscheidt, Brenscheidt Galvanik Service, gab in seinem Vortrag einen Überblick über Typen von Silberpassivierungen und Prüfmethoden. Nach seinen langjährigen Praxiserfahrungen wird Silber in großem Umfang für funktionelle Eigenschaften, vor allem auf Teilen für den Einsatz in der Elektrotechnik, galvanisch abgeschieden. Da Silber eine hohe Affinität zu Schwefel hat, bildet sich sehr leicht eine Silbersulfidschicht. Allerdings ändert sich dadurch primär die Farbe und nur in geringem Umfang die elektrische Kontaktfähigkeit. Um dies zu vermeiden, wird Silber in der Regel passiviert. Dazu werden metallische und organische Passivierungen eingesetzt, die im Endergebnis die Bildung von Silbersulfid unterdrücken.

Während metallische Passivierungen temperaturstabil und länger wirksam sind, neigen organische Passivierungen zum Abdampfen; sie verlieren dadurch ihre Wirkung. In der Regel wird von Kunden eine Passivierung über etwa sechs Monate gefordert. Organische Passivierungen zeigen zudem eine Schmierwirkung, was für Steckverbinder vorteilhaft ist.

Die Prüfung der Eigenschaften von Passivierungen, die in vielfältiger Art am Markt verfügbar sind, wurden vom Vortragenden in Hullzell-Versuchen durchgeführt. Bei diesen Untersuchungen wurde die Abscheidestromdichte für Silber, die bei der Hullzellenprüfung als unterschiedliche Dicke der Silberschicht auftritt, als relevanter Parameter mit einbezogen. Dabei zeigte es sich, dass die Wirksamkeit der verschiedenen Passivierungen je nach Dicke der Silberschicht unterschiedlich ist. Aber auch die üblichen Testverfahren führen zu unterschiedlichen Ergebnissen der Passivierungswirkung.

Lesen Sie weiter unter womag-online.de

WOMag-online-Abonnenten steht der gesamte Beitrag zum Download zur Verfügung. Im Weiteren werden die Inhalte von jeweils drei Vorträgen zur Einsparung von Kohlenstoffdioxid in der Industrie sowie zu Fortschritten bei der Digitalisierung in der Galvano- und Oberflächentechnik wiedergegeben.

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

NETZSAVE

IHR SPEZIALIST FÜR OBERFLÄCHENSCHUTZ

Rutschhemmende Gittermatten

Halt bietende und stoßdämpfende Netzmatte für Schubladen, Lager- und Transportboxen

Netzschutzschläuche

Elastische Schutznetze als Oberflächenschutz



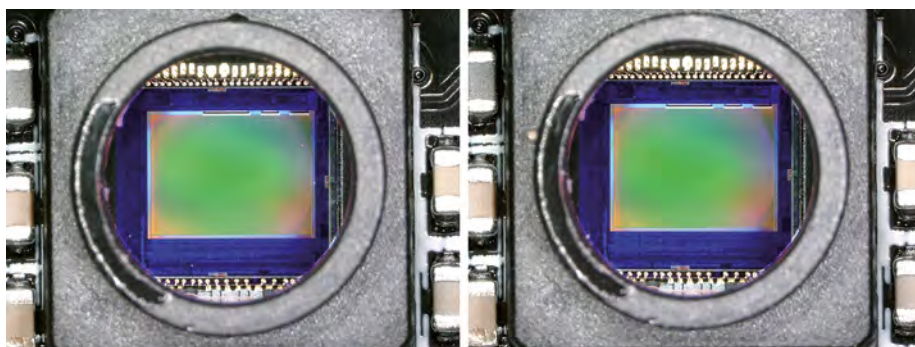
Netzschutzmatten-Zwischenlagen

Für die thermische oder chemische Teilereinigung

Automatisiertes Fahren braucht hohe Sauberkeit

Systeme für assistiertes und (teil-)automatisiertes Fahren haben in den vergangenen Jahren eine rasante Entwicklung erfahren, die sich immer weiter beschleunigt. Ein wesentlicher Baustein dabei sind Kamerasysteme, deren sichere und zuverlässige Funktion entscheidend von der Sauberkeit der Komponenten abhängt. Die skalierbare CO₂-Schneestrahls-technologie quattroClean hat sich bei der Reinigung der sensiblen Bildsensoren und Systemgehäuse als effiziente und prozesssichere Lösung etabliert. Weitere Vorteile des trockenen Reinigungsverfahrens sind die einfache Automatisierbarkeit und Fertigungsintegration sowie Reinraumausführung.

Ob Baustellen- und Spurhalteassistent, blendfreies Fernlicht, Bremsassistent, Nachsichtassistent oder Verkehrszeichenerkennung – dies sind nur einige der zahlreichen Fahrerassistenzsysteme, die heute in Fahrzeugen für mehr Sicherheit und Komfort sorgen. Dabei erkennen moderne und immer leistungsfähigere Sensoren sowie zunehmend intelligente Kamerasysteme die jeweilige Situation. Die ermittelten Daten werden von einem Steuergerät verarbeitet und in Sekundenbruchteilen in optische/akustische Signale für den Fahrer beziehungsweise in aktive Reaktionen wie Brems- und Lenkeingriffe umgesetzt. Künstliche Intelligenz und maschinelles Lernen verbunden mit Technologien wie Cloud Computing und Bilderkennung opti-



Auf dem Bildsensor sowie der Platine befindliche Partikel und filmische Kontaminationen lassen sich mit der quattroClean-Schneestrahls-technologie zuverlässig und reproduzierbar entfernen
(Bild: acp)

mieren die Assistenzsysteme für teil- und vollautomatisiertes Fahren weiter. Entscheidend dabei ist, dass die Systeme absolut sicher und zuverlässig arbeiten. Dies wiederum hängt maßgeblich von der Sauberkeit der einzelnen Komponenten ab. Eine nasschemische Reinigung scheidet bei diesen Bauteilen aus nachvollziehbaren Gründen aus. Aber auch mit dem traditionellen Abblasen mittels Druckluft können anhaftende Partikel und filmische Kontaminationen nur unzureichend beziehungsweise nicht entfernt werden. Heutige Sauberkeitsanforderungen lassen sich damit nicht zuverlässig und reproduzierbar erfüllen.

Partikel im Submikronbereich und filmische Kontaminationen entfernen

Mit der skalierbaren quattroClean-Schneestrahls-technologie bietet die acp systems AG eine trockene Lösung, die sich unter anderem für die schonende und rückstandsfreie Reinigung von Bildsensoren, beispielsweise CCD- oder CMOS-Sensoren, sowie deren oft flexible Ansteuerungs- und Verarbeitungsplatinen bereits seit mehreren Jahren im Serieneinsatz bewährt hat. Zu entfernen sind Rückstände aus der Herstellung, wie beispielsweise Flussmittel- beziehungsweise Kleberreste, Partikel, Fasern, Staub und Abrieb. Lagen die Sauberkeitsspezifikationen dabei vor einiger Zeit noch bei der Vorgabe *kein Partikel größer fünf Mikrometer*, sind heute Vorgaben im

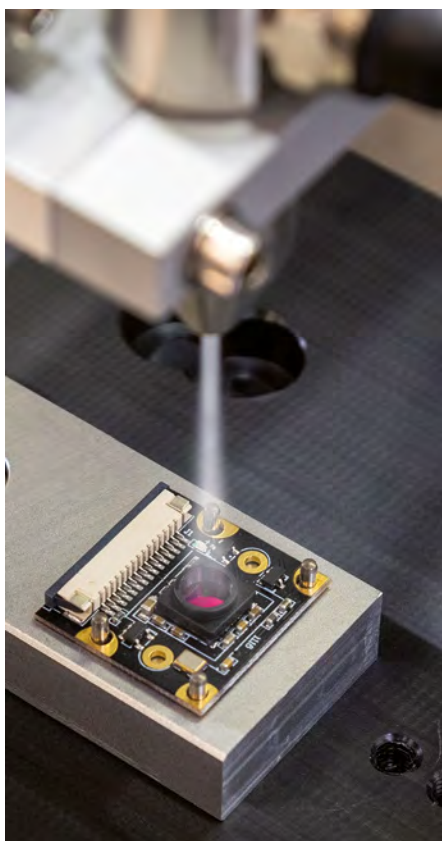
zwei- bis dreistelligen Nanometerbereich zu erfüllen. Gleichzeitig muss sichergestellt werden, dass weder der aktive Sensor noch die Kontaktierung und bestückte Leiterplatte durch die Reinigung beschädigt wird.

Durch die enorm gestiegenen Sauberkeitsanforderungen kommt das trockene Verfahren zunehmend auch für die Reinigung der Kamerasystemgehäuse zum Einsatz. Unabhängig davon, ob die Teile aus Metall oder im Kunststoffspritzguss gefertigt werden, sind sie im späteren Betrieb Vibrationen und Temperaturschwankungen ausgesetzt. Dies kann dazu führen, dass nicht entfernte Partikel sowie ausdiffundierende Reste von Bearbeitungsmedien (bei Metallen) beziehungsweise Trennmitteln (bei Kunststoffen) die Funktion des Sensors beeinträchtigen.

Trocken, schonend, rückstandsfrei und klimaneutral reinigen

Die bereits in über 1500 realisierten Reinigungssystemen eingesetzte Technologie nutzt flüssiges, unbegrenzt haltbares, nicht korrosives und nicht brennbares Kohlenstoffdioxid (CO₂) als Reinigungsmedium. Es entsteht als Nebenprodukt bei chemischen Prozessen oder der Energiegewinnung aus Biomasse und gilt daher als klimaneutral.

Wesentliche Komponente des Reinigungssystems ist eine verschleißfreie Zweistoff-Ringdüse. Durch diese werden die entsprechend für die hohen Anforderungen an die



Durch die Reinigung darf weder der aktive Sensor noch die Kontaktierung sowie Ansteuerungs- und Auswertepatine beschädigt werden
(Bild: acp)

Produktsauberkeit aufbereiteten Medien geleitet. Das Kohlenstoffdioxid entspannt beim Austritt aus der Düse zu feinem Schnee, der von einem separaten, ringförmigen Druckluft-Mantelstrahl gebündelt und auf Überschallgeschwindigkeit beschleunigt wird.

Trifft der -78,5 °C kalte und gut fokussierbare Schnee-Druckluft-Strahl auf die Oberfläche kommt es zu einer Kombination aus thermischem, mechanischem, Sublimations- und Lösemittelleffekt. Das Zusammenspiel dieser vier Wirkmechanismen entfernt teilchenförmige und filmische Verunreinigungen wie Partikel, Abrieb, Staub, Fluss- und Trennmittel sowie Bearbeitungsmedien prozesssicher und reproduzierbar. Die Reinigung erfolgt materialschonend, so dass auch empfindliche, filigrane und fein strukturierte Oberflächen behandelt werden können.



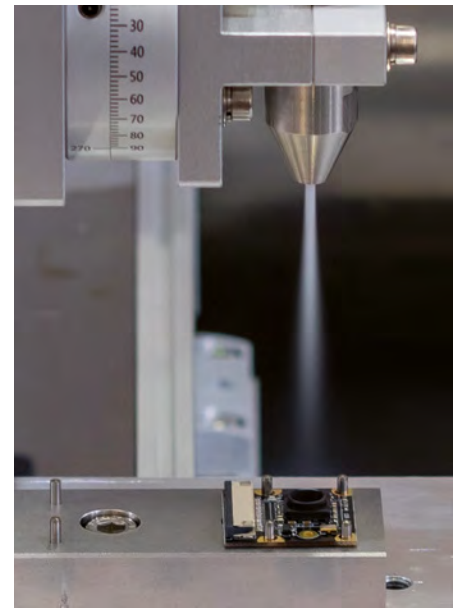
Durch das modulare Konzept lassen sich unterschiedliche Schritte wie Vereinzeln, Ausrichten und Reinigen der Bauteile sowie eine Prüfung der elektronischen Funktion in die Anlage integrieren (Bild: acp)

Die Prozessentwicklung und -validierung erfolgen kundenspezifisch durch Versuche im Technikum des Anlagenbauers. Dies beinhaltet die Auslegung der Prozessparameter wie Volumenströme für Druckluft und Kohlenstoffdioxid, Art und Anzahl der strahlenden Düsen, Strahlbereich und -zeit sowie Bewegungsablauf während der Reinigung.

Vollautomatisiert, integriert und reinraumgerecht

Um sowohl die hohen Sauberkeitsanforderungen als auch die bei der Fertigung der Systeme üblichen, kurzen Taktzeitvorgaben zu erfüllen, konzipiert acp systems auf die Applikation und die Produktionsbedingungen des Herstellers zugeschnittene, vollautomatisierte Reinigungssysteme aus standardisierten Modulen. Sie können je nach Situation und Kundenvorgaben Schritte wie das Vereinzeln, Ausrichten und Reinigen der Bauteile sowie eine Prüfung der elektronischen Funktion beinhalten. Für das Werkstückhandling in der Reinigungsstation sowie von vor- und nachgelagerten Prozessen wie der Montage kommen üblicherweise Roboter zum Einsatz – andere Handhabungslösungen sind auf Wunsch umsetzbar. Die kompakten Reinigungssysteme lassen sich problemlos in Fertigungslinien beziehungsweise in eine verkettete/digitalisierte Produktion integrieren. Dabei können auch Modulsysteme für die parallele Reinigung von Sensoren und Gehäuseteilen realisiert werden.

Bei Anlagen, die als reine Umgebung beziehungsweise in Reinräumen betrieben werden, erfolgt die Integration einer entsprechenden Aufbereitung für das flüssige Kohlenstoffdioxid und die Druckluft. Die Luftzufuhr, die Absaugung und Ausstattung, zum Beispiel Komponenten für die Automatisierung und deren Platzierung, werden jeweils



Die skalierbare quattroClean-Schneestrahlschnelle Technologie ermöglicht die trockene, schonende und rückstandsfreie Reinigung von Bildsensoren mit höchsten Anforderungen an die partikuläre und filmische Sauberkeit (Bild: acp)

auf die entsprechende Reinraumklasse abgestimmt. Ein weiterer Aspekt sind optimale Strömungsverhältnisse, die den schnellen und zuverlässigen Abtransport von entfernten Verunreinigungen sicherstellen.

Durch die prozesssichere Reinigung (auch bei sehr strengen Sauberkeitsspezifikationen), die einfache Automatisier-/Integrierbarkeit und hohe Flexibilität kann die quattroClean-Schneestrahlschnelle Reinigung einen wichtigen Beitrag dazu leisten, Fahrerassistenzsysteme zuverlässiger und sicherer zu machen.

D. Schulz

Kontakt:

acp systems AG, Karl-Heinz Menauer, D-71254 Ditzingen

➔ www.acp-systems.com

Customized Solutions

Oberflächenveredelung – Perfektion für Ihren Erfolg!

B + T
Unternehmensgruppe

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

Gern auch für Sie.

B+T Unternehmensgruppe

Die Zukunft der Galvanotechnik

IMO Oberflächentechnik im Dialog mit den Kunden – Von Markus Klingenberg und Iris Mittelstädt

Der Weg der Galvanotechnik entwickelt sich ständig weiter – immer mit Blick auf die Bedürfnisse der Kunden und ihre Produkte. Aktuell gibt es viele Ideen, an denen der Galvanotechnikspezialist IMO Oberflächentechnik GmbH aus Königsbach-Stein bei Pforzheim in Zusammenarbeit mit seinen Kunden arbeitet. Schlagwörter sind Elektromobilität, Photovoltaik, Silberlegierungen, Aluminium sowie Spot- und Streifentechnik.

Die Mikrosporttechnik ist eine bekannte und bewährte Anwendung der Oberflächenbeschichtung. Es gibt hier jedoch immer noch aktuelle Trends. Der Hauptgrund für den Einsatz dieser Technik ist die Einsparung von Edelmetall. Wenn das Edelmetall punktgenau dort aufgebracht wird, wo es benötigt wird, spart der Kunde Material und somit bares Geld. Spotmasken sind daher immer individuell gefertigt, wodurch zwar Kosten entstehen, die sich in Abhängigkeit von der erzielten Materialeinsparung jedoch schnell amortisieren. Dabei gilt: Je präziser eine Spotmaske gefertigt ist, desto mehr Edelmetall kann eingespart werden. Und: Je teurer das Edelmetall, desto schneller erfolgt die Amortisation. Daher kommt die Spottechnik aktuell hauptsächlich bei Gold zum Einsatz. Gold ist zwar teuer, aber nach wie vor einer der hervor-

ragendsten Werkstoffe für Kontakte im Hinblick auf Leitfähigkeit, Tribologie und Korrosionsbeständigkeit. Letzteres ist vor allem bei Elektroautos und Photovoltaikanlagen ein wichtiges Thema. In diesen Bereichen kommt vermehrt auch ein anderes Edelmetall zum Einsatz: So steigt dort derzeit die Nachfrage nach Silber und gleichzeitig dessen Preis. Die Spottechnik wird daher auch für Silberbeschichtungen interessanter. Da die Kostenersparnis durch Materialeinsparung bei Silber verglichen mit Gold dennoch geringer ist, setzt IMO hier auf sogenannte Low-Cost-Spotmasken. *Durch einen vertretbaren Abstrich in der technischen Ausführung sind diese deutlich günstiger als die Ausführungen mit Gold in Form der Spottechnik, offerieren aber dadurch bei Silber eine sehr gute Amortisationszeit*, betont Markus Klingenberg, Leiter Forschung & Entwicklung bei IMO.



Direkt an die Produktion angeschlossene Labore mit modernster Ausstattung



Ayhan Gümüş, Produktionsleiter Bandgalvanik mit Teamleiter Alessandro Luciano am hochpräzisen Kameravermessungssystem an einer annähernd 90 m langen Bandanlage, so dass dank einer 100%-Prüfung kein verbogener Teil an den Kunden geht

Bewährte Techniken neu eingesetzt

Eine weitere Variante der Spottechnik, die aktuell für Gold zum Einsatz kommt, sich prinzipiell aber auch für den Einsatz mit Silber eignet, ist die Makrosporttechnik. Hier wird das zu beschichtende Produkt mit Hilfe eines mitlaufenden Riemens abgedeckt und so nur an bestimmten Stellen beschichtet. Dadurch lässt sich bei der Beschichtung beispielsweise die Haltegeometrie ausblenden, also die Teile des Bandes, die nach dem Stanzen recycelt werden. Wie Klingenberg erklärt, sind die Edelmetalleinsparungen hierbei zwar nicht so groß wie beim Einsatz von individuell gefertigten Spotmasken in der Mikrosporttechnik, dafür sind aber die Kosten für die Abdeckung deutlich geringer. *Diese Technik eignet sich daher sehr gut, wenn die Anzahl der zu beschichtenden Teile nicht sehr groß ist*, erklärt der IMO-Experte.

Im Gegensatz dazu werden bei der Streifentechnik Vollbänder über mitlaufende Riemen abgedeckt; soweit ist auch dies ein bekanntes Verfahren. Neu jedoch ist die Abdeckung

mit Folie: *Diese Technik erlaubt es, mehrere (Gold-)Streifen gleichzeitig mit einem Modul zu erzeugen. Je nach Schichtdicke sind sehr hohe Durchlaufgeschwindigkeiten möglich, was wiederum die Kosten reduziert. Auf Wunsch lässt sich mit dieser Technik eine Beschichtung in sehr schmalen Streifen erzeugen*, erläutert Markus Klingenberg.

Digitalisierung und Automation

IMO möchte seinen Kunden selbstverständlich eine gleichbleibend hohe Qualität bieten. Dies lässt sich am einfachsten über einen kontinuierlichen Prozess realisieren. Daher etabliert IMO einen hohen Automatisierungsgrad und arbeitet daran, die technische Überwachung, Dosierpumpen für Chemie oder ähnliches vorprogrammiert zu steuern. In einem solchen Prozess können selbst Wartungen automatisiert durchgeführt werden. IMO-Produktionsleiter und Mitglied der Geschäftsleitung René Kühnemund berichtet: *Es laufen Versuche, über die Verknüpfung*



Könnten solche massiven Produkte in Zukunft auch aus Aluminium hergestellt und in der Einzelteilgalvanik beschichtet werden?

großer Softwareblöcke innerhalb des Unternehmens vorbeugende Wartungen zu etablieren. Dies ist eine klare Forderung der IATF 16949 und Vorbeugen ist bekanntlich ohnehin besser als Stillstand zur Reparatur. Ein entsprechendes Projekt hierzu ist aufgesetzt. Des Weiteren ist ein Projekt eingeleitet, über Robotik den Materialwechsel an den Galvaniklinien zu automatisieren. Es entfällt damit eine für den Bediener kraftzehrende und wenig wertschöpfende Tätigkeit.

Chemische Prozesse und Verfahren

Doch nicht nur neue Techniken und Automatisierung prägen die Zukunft der Galvanik. Auch die Weiterentwicklung chemischer Prozesse und Verfahren steht im Vordergrund. Welche Elemente sind hier im Gespräch? Silber mit Palladium? Silber mit Graphit? Silberlegierungen sind nötig, um die vorteilhaften Eigenschaften des Silbers zu nutzen und das edle Metall gleichzeitig widerstands-

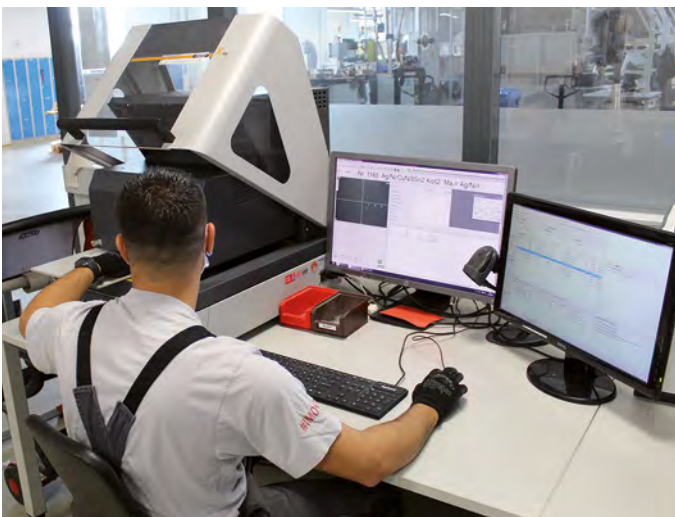
fähiger zu machen. Aktuell ist das beispielsweise ein Thema bei massiven Steckern, die für Elektroautos nachgefragt werden. Eine einfache Versilberung hält die dort wirkenden Kräfte und die thermischen Belastungen nicht lange aus. Die Anforderungen an die Teilefertigung für Elektroautos sind nach Aussage von Kühnemund noch recht neu. Daher empfehle es sich, möglichst frühzeitig den Dialog mit den Galvanikexperten zu suchen. So lasse sich bereits im Vorfeld herausfinden, welche Legierung im individuellen Fall optimal sei. *Gemeinsam entwickeln wir aus kleinen Mengen im Versuch die Bedingungen für eine Großserie. Sprechen Sie uns an, wir sind ihr Partner!*, betont René Kühnemund. Neben Legierungen können auch Möglichkeiten der Passivierung in die Tests mit aufgenommen werden. *Jedes Verfahren hat seine Berechtigung, aber nicht jedes Verfahren eignet sich für jede Anwendung*, erklärt er. Eine sehr spezielle Anwendung für die Hochfrequenztechnik/5G ist beispielweise die Nickel-Phosphor-Abscheidung, mit der IMO bereits Erfahrung hat. Durch sehr dünne Schichten lässt sich hier Gold einsparen und gleichzeitig wird so eine nicht magnetische Beschichtung erzeugt, wie sie für die Hochfrequenztechnik nötig ist.

Technologischer Blick in die Zukunft

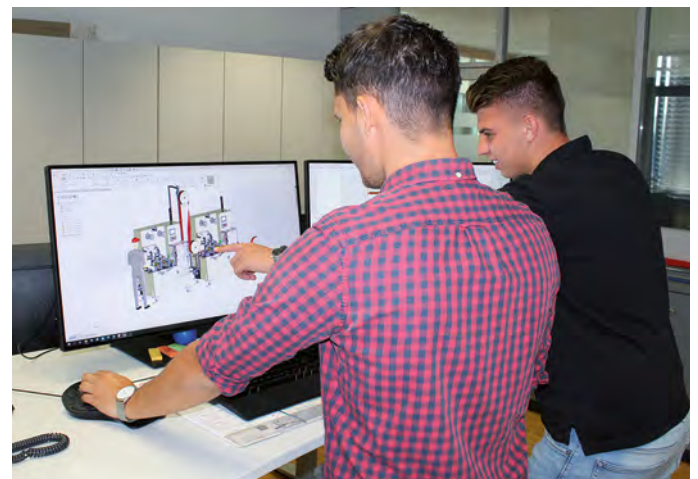
Ebenso wie heute werden auch in den kommenden ein bis drei Jahren massive Bauteile mit selektiver Edelmetallbeschichtung für Elektroautos gefragt sein. Die Auftragslage ist jedoch noch diffus. *Es macht den Anschein, als sei der Bedarf der Automobilindustrie riesig, die Menge der Aufträge ist es bislang jedoch nicht*, wie Markus Klingenberg seine

Erfahrungen hierzu zusammenfasst. Die Frage ist dabei, wie der Bedarf genau aussieht und was die Lösung für die Automobilindustrie ist; so wird abzuwarten sein, ob die Nachfrage nach sehr individuellen Einzelteilen steigt oder ob eine Massenproduktion im Bereich der Bandgalvanik gefragt sein wird. Alles ist möglich und IMO ist bereit, Versuchsreihen zu starten, eine neue Logistik aufzubauen und gemeinsam mit den Kunden passende Lösungen zu entwickeln. Dies können Bandanlagen für massive Geometrien sein, ebenso wie hoch automatisierte Einzelteilgalvanik. *Wir freuen uns darauf, für und mit unseren Kunden spezifische Lösungen zu entwickeln*, betont Markus Klingenberg. Ein weiteres Thema der nahen Zukunft ist für IMO die Press-Fit-Beschichtung mit Indium oder Silber-Zinn. Auch hier steht das Unternehmen bereits in den Startlöchern, um große Mengen zu beschichten.

Die Themen, welche die Oberflächentechnik in den nächsten fünf Jahren bestimmen werden, sind (teilweise) bereits heute aktuell. So erlebt die Photovoltaik eine Renaissance. Anfang des Jahrtausends gab es bereits eine Hochphase, die sich jedoch nicht als andauernd erwiesen hat. Nun sieht es danach aus, dass aktuelle gesetzliche Vorgaben und der Trend hin zu Elektromobilität dem Bau von Photovoltaikanlagen erneut einen Schub verleihen wird. Benötigt wird dabei eine große Menge hochwertig beschichteter Kontaktteile in der Anschluss- und Verbindungstechnik. Darüber hinaus wird unser Zuhause nicht nur umweltfreundlicher, sondern auch *intelligenter*: Smart Home beinhaltet ebenfalls eine Menge an Sensorik, Aktorik sowie Hochleistungs-LED-Technik. Doch auch ohne Smart



Durch eine kontinuierliche Prozessüberwachung erfüllt IMO höchste Qualitätsanforderungen



Bei der Konstruktion neuer Anlagentechniken wird großer Wert auf hohen Automatisierungsgrad gelegt und zukünftig sollen auch Roboter Einzug halten

OBERFLÄCHEN



René Kühnemund von der IMO-Geschäftsleitung sieht in Zukunft stark wachsenden Bedarf an selektiven Beschichtungen massiver Bauteile für Antriebe, Batterien oder Brennstoffzellen der E-Mobilität



Markus Klingenberg ist ein intensiver Austausch sowohl mit Kunden als auch mit internen Fachbereichen wichtig, um eine optimale Prozesskette aufzubauen

Home lässt sich bereits heute ein Anstieg an Sensorik in Haushaltsgeräten beobachten.

Es ist nicht alles Gold, was glänzt

Aluminium als Grundmaterial bietet in der Oberflächentechnik viele Vorteile: Es ist leicht, kostengünstig und gut verfügbar. Im Karosseriebau der Automobilindustrie und in der Fahrzeugtechnik hat es längst Einzug gehalten. Der nächste konsequente Schritt wäre, die Vorteile von Aluminium auch für die Elektrotechnik im Automotive-Bereich zu nutzen und dadurch Kupfer zu ersetzen. Prinzipiell lässt sich Aluminium problemlos über Verschweißung anbinden und eignet sich auch zur Verwendung als Kabelstrang. *Der klassische Aufbau eines Kabels, wie es bei der Verwendung von Kupfer üblich ist, ist jedoch nicht möglich, da Aluminium grundsätzlich eine dicke und daher störende oxidierte Oberfläche hat*, erklärt Markus Klingenberg. Die Steckerbeschichtung könnte mit den bekannten Oberflächen wie Gold, Silber, Zinn oder vergleichbaren Metallen ausgeführt werden, bietet dann aber durch die Verwendung von Aluminium und Schaffung eines nicht veredelten Bereichs die Möglichkeit einer Ultraschallverschweißung für den ebenfalls aus Alu ausgeführten Kabelstrang. Bei der Ultraschallschweißung wird die dicke Oxidschicht aufgebrochen und das Aluminium aus Stecker und Kabel verbindet sich miteinander. Die Herausforderung besteht allerdings darin, Aluminium zu beschichten. Die bisher üblichen Prozesse sind sehr zeitaufwändig und werden daher fast ausschließlich im Schüttgutverfahren in der Einzelteil-

galvanik durchgeführt. In der Bandgalvanik sind solche langsamen Prozesse unrentabel. Der größte Zeitaufwand liegt in der Vorbehandlung des Aluminiums, in der die Oxidschicht entfernt wird. Die Möglichkeit einer schnelleren Vorbehandlung würde die Beschichtung von Aluminium auch in der Bandgalvanik attraktiv machen. Um diese Idee baldmöglichst in die Realität zu überführen, engagiert sich IMO als Teil eines staatlich geförderten Programms, dessen Ziel es ist, die Vorbehandlung von Aluminium in eine Prozessgeschwindigkeit zu bringen, welche die Veredelung von Aluminium in der Bandgalvanik rationell möglich machen würde.

Dass Silber schon heute und in naher Zukunft eine wichtige Rolle in der Oberflächenbeschichtung spielt und spielen wird, hat IMO bereits im vergangenen Herbst im Fachartikel *Silber: Glänzend, leitend, zu weich, sucht ... Legierungspartner* [1, 2] beleuchtet. Dabei ging es darum, einen hochwertigen Ersatz für den teuren Rohstoff Gold zu finden. Es zeigte sich, dass es von Vorteil ist, den Oberflächenbeschichter als wichtigen Dienstleister in der Wertschöpfungskette bereits frühzeitig mit ins Boot zu holen. Nur im gemeinsamen Austausch mit Herstellern von Steckverbindern und Elektrolyten können die Oberflächenbeschichter alle Anforderungen erkennen und nur so lässt sich die optimale Beschichtungslösung für das perfekte Endprodukt finden. *Ideen sind da, im Dialog werden wir noch besser als je zuvor*, ist René Kühnemund überzeugt. *Wer von Beginn an möglichst offen über die gesamte Prozesskette spricht und eine gemeinsame Entwicklung anstrebt, pro-*

fitiert von schnellen Entwicklungsphasen für ein optimales Produkt im Hinblick auf Qualität und Kosten. Denn die Zukunft bei IMO hat bereits begonnen: IMO modernisiert laufend seinen Maschinenpark und die Gebäude, hat den Blick auf die aktuellen Entwicklungen, Technologien und Trends der Branche, um für seine Kunden stets ein kompetenter Ansprechpartner zu sein!

Kontakt mit den Fachleuten der IMO

IMO ist vom 26. bis 29. Oktober 2021 als Aussteller auf der Blechexpo in Stuttgart vertreten (Halle 6, Stand 6405) und bietet damit die Möglichkeit zum direkten Gespräch über die verschiedenen Fachthemen rund um die galvanische Beschichtung von Kleinteilen mit der Fachleuten der IMO Oberflächentechnik. Auf der Fachmesse hält Markus Klingenberg, Leiter F+E bei IMO, am Mittwoch, 27. Oktober um 14:20 Uhr im Blechexpo-Forum den Vortrag *Die Zukunft der Galvanotechnik*.

➤ www.imo-gmbh.com

➤ www.xing.com/pages/imooberflaechentechnikgmbh

➤ <https://www.kununu.com/de/imo-oberflaechentechnik>

Literatur

- [1] N.N.: Silber: Glänzend, leitend, zu weich, sucht ... Legierungspartner; WOMag 10/2020; https://www.wotech-technical-media.de/womag/ausgabe/2020/10/27_imo_silber_10j2020/27_imo_silber_10j2020.php
- [2] N.N.: Silber: Glänzend, leitend, zu weich, sucht ... Legierungspartner; www.imo-gmbh.com

25 Jahre OTH: Oberflächenspezialist auf sicherer Flughöhe

Gefragte Spezialkompetenz unter anderem für Kunden aus der Luftfahrtindustrie – zweite Generation schon am Start

Titanaluminide kommen unter anderem im Flugzeugbau zum Einsatz; sie sind leicht, belastbar und wärmebeständig. Das Beizen dieser Hochleistungswerkstoffe gehört zu den Sonderverfahren der OTH Hagen. Das Familienunternehmen feiert gerade seinen 25. Geburtstag und sieht in der Spezialisierung, neben den Standardbehandlungen, eine sichere Perspektive für Zukunft. Und die zweite Generation steht bereits in den Startlöchern.

OTH: Erweitert gezielt das Bearbeitungsspektrum

Natürlich bietet OTH auch in Zukunft klassische Oberflächenbehandlungen, Zink- und Manganphosphatierung oder galvanische Trommelverzinkung, an. Aber die Nachfrage nach Sonderverfahren, wie dem Beizen von Titanaluminiden, gewinnt stetig an Bedeutung. Gerade diese Spezialkompetenz ist nach den Worten von Geschäftsführer Udo Gensowski für das Unternehmen effektiv und produktiv: *Deshalb erweitern wir gezielt unser Bearbeitungsspektrum.* Das Unternehmen ist nach seiner Aussage recht gut durch

das Krisenjahr gekommen und positioniert sich damit für die Zukunft.

Für die Zukunft gut gerüstet

Auch personell ist die Zukunft gesichert. Mit Katharina Gensowski, Tochter des Unternehmensgründers, geht die zweite Generation an den Start. Sie ist bestens auf ihren Einstieg in die Unternehmensleitung vorbereitet. Die Werkstoffwissenschaftlerin hat einen Master



Das Familienunternehmen OTH Hagen feiert seinen 25. Geburtstag; mit Katharina Gensowski, Tochter des Unternehmensgründers, geht die zweite Generation an den Start (Bild: OTH)



OTH-Geschäftsführer Udo Gensowski erweitert gezielt das Bearbeitungsspektrum und positioniert das Unternehmen damit für die Zukunft (Bild: OTH)

von der TU Ilmenau und ist aktuell Doktorandin am Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE in Freiburg.

In Kürze nimmt zudem ein neuer Galvanomeister bei OTH seine Tätigkeit auf. Er soll vor allem das technische Vernickeln vorantreiben. Im Fokus stehen dabei elektrolytische Verfahren mit Nickelsulfamat, chemisch Nickel, NiPhos und Matt-Nickel.

Investition in Gestellverzinkungsanlage: Pulse Plating

Auch der Maschinenpark bekam Zuwachs: Zur Abscheidung von Zinkschichten hat OTH kürzlich in eine neue Gestellverzinkungsanlage investiert. Der Oberflächenspezialist bearbeitet damit Einzelteile und Kleinserien mit der Pulse-Plating-Technologie. Zum 25-jährigen Jubiläum sind damit die Weichen für die Zukunft gestellt.

OTH Hagen

Die OTH Hagen ist ein leistungsstarker Spezialist für Oberflächentechnik. Das Angebot umfasst Trommelverzinken und Dickschichtpassivieren, Wasserstoffentspröden, chemisch Entgraten, Edelstahlbeizen und Passivieren, Elektropolieren, Titan- und Kupferbeizen, Zink- und Manganphosphatieren sowie Gleitbeschichtungen. Einen Teil der Verfahren übernimmt die OTG Oberflächentechnik in Gronau. Auch schwierige Materialkombinationen und sperrige Abmessungen gehören zum Programm des kundenorientierten Familienunternehmens.

www.oth-hagen.de

Mit **TROCKENREINIGUNG**

zur perfekten **OBERFLÄCHE !**

advanced
clean production | **acp**

Reinigen mit CO₂-Schneestrahl
www.acp-systems.com
Tel.: +49 7156 48014-0

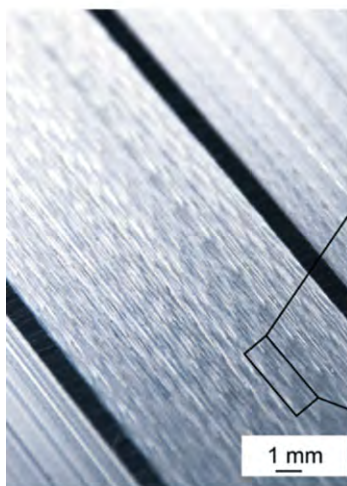


Die Zukunft der Bauteilidentifikation

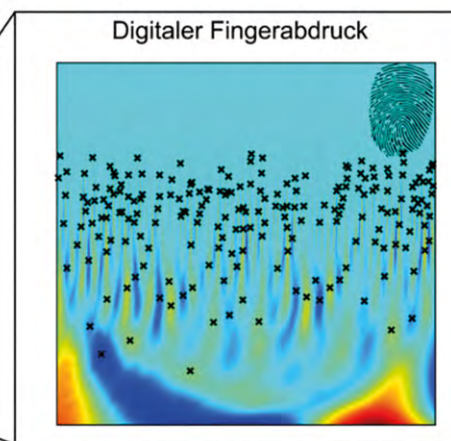
Forschungsprojekt Markierungsfreie Bauteilidentifikation (MaBaldID) am Institut für Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen (IFW) der Leibniz Universität Hannover versucht, über Oberflächenmerkmale Bauteile fälschungssicher in der Serienfertigung zu identifizieren

Gefälschte Produkte, gerade von sicherheitskritischen Bauteilen, sind seit langem ein großes Problem im deutschen Maschinen- und Anlagenbau. Ein eindeutiger Nachweis, dass es sich bei einem Regressanspruch um ein Plagiat handelt, ist durch die aktuell verwendeten applizierbaren Markierungen nur schwer möglich. Diese besitzen eine unzureichende Fälschungssicherheit und einen geringen Schutz gegen eine Entfernung oder Beschädigung. Das Projekt Markierungsfreie Bauteilidentifikation (MaBaldID) am IFW der Leibniz Universität Hannover versucht, über Oberflächenmerkmale Bauteile fälschungssicher in der Serienfertigung zu identifizieren. Nach Aussage von Projektmitarbeiter Hendrik Voelker hat jedes spanend gefertigte Bauteil eine einzigartige Oberfläche, ähnlich zum Fingerabdruck des Menschen. Die im Forschungsprojekt entwickelte Methode nutzt dabei die optische oder taktile Messung, um die markanten Merkmale der Oberfläche zu extrahieren. Wie Voelker erklärt, ist die Position der Merkmale für jede Oberfläche einzigartig und bildet einen digitalen Fingerabdruck.

Unternehmen nutzen derzeit verschiedene Arten von applizierbaren Markierungen, um Bauteile im Regressionsfall oder während Wartungen identifizieren zu können. Dabei kann es sich um einfache QR-Codes oder Barcodes handeln, die jedoch einen geringen Schutz gegen Fälschungen aufweisen. RFID-Chips besitzen eine höhere Fälschungssicherheit, sind jedoch leicht von der Bauteiloberfläche zu entfernen. Alle applizierbaren Markierungen, die aktuell in der Industrie eingesetzt werden, weisen folgende Nachteile auf: unzureichende Fälschungssicherheit, ungenügender Schutz gegen Entfernung/Beschädigung sowie einen zusätzlichen Applikationsschritt bei der Fertigung. Das Projekt am IFW will diese Nachteile mit einer im Sonderforschungsbereich (SFB) 653 (Gentelligente Bauteile im Lebenszyklus – Nutzung vererbbarer, bauteilinhärenter Informationen in der Produktionstechnik) entwickelten Methode entgegenwirken. In diesem Sonderforschungsbereich wurden in 17 Teil-



Fingerabdruck einer geschliffenen Oberfläche



(©VI©IFW)

projekten über zwölf Jahre die wesentlichen Grundlagen für eine vernetzte Produktion geschaffen.

Der digitale Fingerabdruck ist Voelker zufolge ab der ersten zerspanenden Bearbeitung in der Prozesskette vorhanden und bietet somit die Möglichkeit der Rückverfolgung in Lieferketten und Fertigungsanlagen. Für die Extrahierung des digitalen Fingerabdrucks nutzt der Wissenschaftler als Identifikationsverfahren einen Profilschnitt aus einer taktilen oder optischen Messung der Oberfläche. Über die kontinuierliche Wavelet-Transformation (CWT) werden die Frequenzen an jeder Profilposition x ermittelt. Das Identifikationsverfahren nutzt die Non-Maxima-Suppression, um die Extrempunkte aus dem Ergebnis der CWT zu finden. Ein Merkmal wird dann anschließend definiert aus der Profilposition x und der dazugehörigen Frequenz f .

Neben der Rückverfolgung in der Serienfertigung konzentriert sich das Projekt auf die Einsatzfähigkeit der Methode für den Plagiatsschutz. Im SFB 653 konnte bereits für geschliffene Oberflächen eine Fälschungssicherheit von 10^{-20} aufgezeigt werden. Das heißt, Plagiate können im Regressfall eindeutig identifiziert werden. Dies ist gerade für den deutschen Maschinen- und Anlagenbau, der seit langem gegen Produktpiraterie zu kämpfen hat, von großem Interesse.

Im SFB 653 wurde ein Identifikationsalgorithmus für geschliffene Bauteile entwickelt. Eine Anpassung des Identifikationsalgorithmus in der ersten Projektphase von MaBaldID ermöglicht nun auch die Identifizierung von gefrästen und gedrehten Proben. *Durch eine Anpassung des Identifikationsalgorithmus lassen sich Ergebnisse wie beim Schleifen erzielen*, sagt Hendrik Voelker.

Weitere Untersuchungen im Projekt beschäftigen sich mit dem Einfluss des mechanischen und des chemischen Verschleißes auf die Identifikationssicherheit, um die Robustheit des Identifikationssystems bewerten zu können. Aus ersten Untersuchungen im Rahmen des SFB 653 ist bekannt, dass eine erfolgreiche Identifikation lediglich die Hauptspektralanteile des Profilschnitts benötigt und somit auch eine Identifikation bei teilweiser Beschädigung der Oberfläche ermöglicht. Für weitere Untersuchungen zu beschädigten Oberflächen werden für verschiedene Fertigungsverfahren Analogieproben robotergestützt zerkratzt, einem Salzsprühnebeltest nach DIN EN ISO 9227 unterzogen und galvanisch beschichtet, um die Robustheit des Fingerabdrucks zu validieren. H. Voelker

Kontakt:

Hendrik Voelker, E-Mail: voelker@ifw.uni-hannover.de

➔ www.ifw.uni-hannover.de

Technische Universität & Helmholtz-Institut Freiberg

für Ressourcentechnologie blicken auf zehn Jahre Kooperation

2011 gründeten TU Bergakademie Freiberg und HZDR in Rossendorf das Helmholtz-Institut Freiberg für Ressourcentechnologie. In gemeinsamen Projekten leisten sie seither durch Forschung und Ausbildung einen wichtigen Beitrag zur Entwicklung einer nachhaltigen ressourceneffizienten Kreislaufwirtschaft.

Ressourcenfragen sind nach den Worten von Rektor Prof. Dr. Klaus-Dieter Barbknecht Zukunftsfragen für das Industrieland Deutschland. *Gerade als Hochtechnologieland müssen wir alle Möglichkeiten nutzen, um eine langfristige und stabile Versorgung mit mineralischen und metallhaltigen Rohstoffen sicherzustellen und den Transformationsprozess hin zu einer umweltverträglichen, nachhaltigen Rohstoffwirtschaft zu begleiten.* Mit dem Helmholtz-Institut Freiberg für Ressourcentechnologie (HIF) habe die TU Bergakademie Freiberg einen exzellenten Forschungspartner an ihrer Seite, mit dem man seit mittlerweile zehn Jahren eine Vielzahl inter-

disziplinärer Projekte im Ressourcenbereich vorantreibt.

Exzellente Forschung regional, national und international

Die sehr gute Kooperation trug zur Weiterentwicklung von TU Bergakademie Freiberg und HIF bei und half, neue Forschungsprojekte zum Aufbau einer nachhaltigen Kreislaufwirtschaft zu gewinnen. Das zeigt sich in gemeinsamen strategischen Erfolgen ebenso wie durch eine Vielzahl von erfolgreichen Forschungsk Kooperationen in drittmittelfinanzierten Verbundforschungsprojekten mit regionalen, nationalen sowie internationalen Partnern, wie beispielsweise im gemeinsam gegründeten Kompetenzzentrum *EIT Raw-Materials – Regional Center Freiberg* oder im Innovationscluster *rECOMine*. Im Fokus der Kooperationen stehen dabei vor allem Untersuchungen von heimischen und überregionalen Rohstoffpotenzialen sowie die Entwicklung innovativer, marktfähiger Aufbereitungsstrategien, Umwelt- und Ressourcentechnologien.

Auch im neu eröffneten Metallurgietechnikum arbeiten beide Einrichtungen künftig an hydro-, biohydro- und pyrometallurgischen Projekten zu Gewinnung und Recycling stra-

tegischer Metalle im Pilotmaßstab. Mit der *FlexiPlant* ist zudem eine zweite wichtige Infrastruktur in Planung. Das Konzept für die weltweit einzigartige Rohstoffrecyclinganlage wurde vom HIF mit der TU Bergakademie Freiberg erarbeitet. Die Technische Universität bringt sich im Projekt vor allem mit ihrer Expertise in der selektiven und effizienten mechanischen Aufbereitung und Sortierung komplexer Rohstoffströme ein. *Damit eröffnen sich völlig neue Möglichkeiten für unsere exzellente Forschung zum Recycling von Wertmetallen*, so der Rektor.

Die umfassenden Kooperationen zwischen TU Bergakademie Freiberg und HIF lösen wertvolle Synergien aus, die der Lehre und somit der Ausbildung der Freiburger Studierenden sowie Nachwuchswissenschaftler und Nachwuchswissenschaftlerinnen zugutekommen. So beteiligt sich das HIF unter anderem am internationalen Masterstudiengang *Georesources Engineering (EMERALD)* mit, betreut aktuell fast 40 Doktorandinnen und Doktoranden, die ihre Promotion an der TU Bergakademie Freiberg verteidigen werden, und vermittelt mit vier Gastdozenten Knowhow an Studierende weiter.

➔ <https://tu-freiberg.de>



Imagebild: Erforschung neuer Recycling- und Gewinnungstechnologien für Minerale und Hochtechnologiemetalle

(Foto: D. Müller/TU Bergakademie Freiberg)

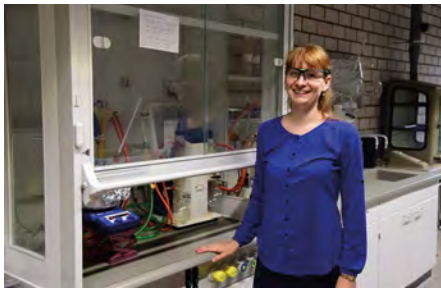
Hochschule Aalen forscht an besserem Korrosionsschutz

Wenn Autos oder Maschinen rosten, ist das nicht nur ein Schönheitsfehler, sondern führt bei massivem Korrosionsversagen auch dazu, dass das Fahrzeug oder das Gerät ihre Funktion einbüßen: Korrosionsschutz ist auch für die Industrie von hohem Interesse, damit Geräte länger genutzt werden können und somit nachhaltiger sind. Prof. Dr. Katharina Weber von der Hochschule Aalen forscht daran, wie Korrosion vermindert werden kann. Denn auch Ingenieurinnen und Ingenieure müssen sich heute mehr denn je mit den

Konsequenzen von Werkstoff- und Bauteilversagen für Mensch und Umwelt befassen. Neben der Verbesserung der Nachhaltigkeit ist dieses Thema zudem volkswirtschaftlich relevant: Laut Schätzungen der World Corrosion Organization werden aktuell 3 % bis 4 % des Bruttoinlandsprodukts der Industrieländer durch Korrosion vernichtet.

Unter Korrosion wird die oxidative Zerstörung von Werkstoffen verstanden, die meistens mit einem Funktionsverlust einhergeht. Eine gut sichtbare Art der Korrosion ist das

Rosten von Stahl. Korrosion findet jedoch auch oft im Verborgenen statt und führt zu plötzlichem und damit gefährlichem Bauteilversagen. *In allen Bereichen werden metallische Werkstoffe verwendet, die für Korrosion anfällig sind*, sagt Weber aus dem Bereich Oberflächentechnik der Hochschule Aalen. *Deshalb lernen unsere Studierenden und zukünftigen Ingenieurinnen und Ingenieure, nachhaltige Korrosionsschutzkonzepte zu entwickeln, um die Nutzungszeit von Produkten und Anlagen zu optimieren.*



Prof. Dr. Katharina Weber forscht an der Weiterentwicklung von Korrosionsschutzmaßnahmen (Foto: HS Aalen/Sofia Hörmann)

Die Herstellung von metallischen Werkstoffen aus Erzen erfolgt metallurgisch und ist energetisch sehr aufwendig. Korrosion ist die Umkehr dieses Prozesses – das Metall ist bestrebt in seinen ursprünglichen, oxidierten Zustand zurückzukehren. *Da wir auf die Nutzung von Metallen angewiesen sind, müssen*

wir wenigstens dafür Sorge tragen, dass die Funktion der Bauteile und Anlagen möglichst lange aufrecht erhalten bleibt, betont die Professorin. Bei der Diskussion um Umweltschutz wird oft zuerst an Recycling gedacht. Vor dem Recycling steht jedoch die möglichst lange Nutzung von technischen Produkten und Anlagen, was nachhaltige Korrosionsschutzkonzepte erfordert. Daher muss nach Überzeugung von Prof. Weber gelten: Prävention, Wartung und Reparatur gehen vor Recycling, Recycling geht vor Verwerfen. Korrosionsschutz beginnt bei der Konstruktion eines Bauteils. Studierende der Hochschule lernen deshalb, kompetente Entscheidungen bei Konstruktion, Materialauswahl und Früherkennung von Korrosionsanfälligkeit zu treffen. Bei der technischen Planung werden deshalb auch Einflüsse der Korrosion auf die Umwelt, z.B. die Freisetzung von Metallsalzen ins Grundwasser, berücksichtigt.

Die Korrosionsschutzmaßnahmen verändern sich nach Aussage von Weber stetig, sie stehen damit im Wandel der Zeit. Die Hochschule Aalen verfügt über moderne elektrochemische und anwendungsbezogene Prüfverfahren, mit denen Korrosionsschutzkonzepte nach höchsten industriellen Anforderungen geprüft und weiterentwickelt werden. Die Prüfmaschinen, die für die Lehre und Forschung zur Verfügung stehen, helfen dabei, Korrosionsschutzkonzepte für die jeweilige Anwendung des Bauteils anzupassen und die Qualität der jeweiligen Schutzschicht unter verschärften Bedingungen zu prüfen. Die Automobilindustrie verwendet bereits solche Konzepte, um Karosserien langfristig vor Korrosion zu schützen. Diese Expertise gibt die Hochschule Aalen an die zukünftigen Fachkräfte im Bereich Oberflächentechnik weiter.

➤ www.hs-aalen.de

Laser verbessert Ladefähigkeit von Batterien

Halbzeit beim Forschungsvorhaben *structure* an der Hochschule Aalen mit vielversprechenden Ergebnissen nach knapp zwei Jahren Projektdauer: Die beiden Forscher-Teams vom LaserApplikationsZentrum (LAZ) und dem Institut für Materialforschung (IMFAA) Aalen beschäftigen sich in diesem vom Bundesministerium für Wirtschaft (BMWi) mit rund einer Million Euro geförderten Projekt mit der Frage, wie sie die Schnellladefähigkeit von Lithiumionenbatterien verbessern können – etwa um lästige Wartezeiten an den Ladesäulen für Elektroautos zu verkürzen. Sie setzen dabei unter anderem auf ein laserbasiertes Verfahren, das bereits zum Patent angemeldet wurde.

Eine Batterie sollte möglichst klein sein und dennoch möglichst viel Energie speichern können, so Max-Jonathan Kleefoot und Jens Sandherr. Die beiden Doktoranden am LAZ und IMFAA forschen gemeinsam zu diesem Thema seit dem Start des Projekts *structure* im Jahr 2019. Presse man die Elektroden im Innern einer Batterie zusammen und verdichte diese, passe – vereinfacht gesagt – mehr elektrische Energie hinein: *Dann steht man aber schon vor der nächsten Herausforderung: Die Batterie enthält nun zwar mehr Energie auf einem kleineren Volumen, lässt sich aber dafür schlechter wieder aufladen.*

Vor allem die Autoindustrie brauche für den wachsenden Markt der Elektromobilität Traktionsbatterien, die möglichst viel Energie in möglichst kurzer Zeit aufnehmen könnten. Wie schafft man es also, mehr Energie in noch kürzerer Zeit in eine solche Batterie zu bekommen? So lautet übersetzt die Fragestellung, an der die Hochschule Aalen im Rahmen des Forschungsvorhabens *structure* mit neun weiteren Kooperationspartnern – etwa dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), dem Zentrum für Sonnenenergie und Wasserstoff-Forschung (ZSW) oder der TRUMPF Laser GmbH – arbeitet. Projektkoordinator des vom BMWi geförderten Projekts ist die VW AG.

Vielversprechende Ergebnisse nach Laserbearbeitung der Elektroden

Kleefoot und Sandherr haben auf der Suche nach der Antwort eine ganze Reihe von Versuchen durchgeführt: Sie haben mit dem Laser die Oberflächen der Elektroden im Innern der Batterien aufgeraut und perforiert, um den Austausch der Lithiumionen zwischen den Elektroden beim Be- und Entladen zu verbessern. Untersuchungen zur Schnellladefähigkeit deuten darauf hin, dass die so bearbeiteten Batterien spürbar schneller geladen werden können.



Doktorand Max-Jonathan Kleefoot hat an der Hochschule Aalen ein Laserverfahren mitentwickelt, mit dem man in eine Batterie mehr Energie packen kann (Foto: Jan Walford)

Die Ergebnisse sind nach Aussage von Prof. Dr. Volker Knoblauch äußerst vielversprechend. Er ist Projektleiter des Vorhabens und Mitglied der Institutsleitung des IMFAA der Hochschule Aalen. Ein weiterer positiver Nebeneffekt der Laserbearbeitung ist die Zeitersparnis bei nachfolgenden Prozessschritten der Zellherstellung, so Knoblauch. Mehr wollen die Forscher dazu allerdings noch nicht sagen – zu frisch sind diese Ergebnisse. In dem weiteren Projektverlauf sollen die bislang überwiegend an Laborzellen erarbeiteten Ergebnisse nun auf größere Zellen übertragen und so die nächsten Schritte zu einer möglichen Industrialisierung des Verfahrens gegangen werden. Das laserbasierte Verfahren wurde bereits zum Patent angemeldet.

➤ www.hs-aalen.de

Firmenjubiläum der Helmut Fischer AG

Seit 50 Jahren ist die Helmut Fischer AG kompetenter Partner für Schichtdickenmessung und Materialprüfung in der Schweiz. Am 1. Juli 1971 eröffnete der Messtechnikspezialist Fischer seine schweizerische Tochtergesellschaft am Standort Zug. Sie betreut Kunden in der Schweiz, Liechtenstein und am Vorarlberg bei der Lösung ihrer Messaufgaben – kompetent, zuverlässig und flexibel. Das Leistungsportfolio umfasst die Beratung, den Verkauf und Service von Messgeräten für die Schichtdickenmessung und Materialanalyse zur Produktions- und Qualitätsprüfung. Die Akzeptanz und Relevanz der Messgeräte am schweizerischen Markt sowie die damit einhergehende Nachfrage stiegen rasch an. So bezog das stetig wachsende Team bereits nach kurzer Zeit ein größeres Firmengebäude in Hünenberg.

Zu Beginn bestand das Portfolio aus taktilen Handmessgeräten für verschiedenste Schichtdickenmessungen. Im Jahr 1982 wurde dies mit den präzisen Röntgenfluoreszenzmessgeräten erweitert – prädestiniert für den Einsatz in der Galvanikindustrie und weit darüber hinaus. Die Nanoindentationsgeräte zur Mikrohärtmessung von Schichten und Werkstoffen komplettierten schließlich das umfassende Angebot im Bereich der Oberflächenprüfungen.

Über die Jahre wuchs die Helmut Fischer AG in der Schweiz zu einem Unternehmen mit 30 Mitarbeitenden und einem Vertriebs-

netz über ganz Europa bis hin nach Asien an. Auch wenn nach der Umstrukturierung der gesamten Fischer-Unternehmensgruppe zu Beginn des Jahres 2018 diese internationalen Tochtergesellschaften nun direkt durch das Stammhaus der Fischer-Gruppe in Sindelfingen betreut werden, dürfen die Kunden in der Schweiz, Liechtenstein und am Vorarlberg weiterhin auf exzellente Betreuung durch das Fischer-Team vor Ort vertrauen.

Heute besteht die Helmut Fischer AG aus elf motivierten, hervorragend ausgebildeten Mitarbeitenden für den Vertrieb, Service, die Applikation und Administration. Das schlagkräftige Team bietet den Kunden ein vollumfängliches Dienstleistungspaket zur optimalen Lösung der Messaufgaben in den Bereichen Schichtdickenmessung, Materialanalyse und Mikrohärtmessung. Hierzu zählen neben kompetenter Beratung, Gerätedemonstration und Musterprüfung auch Reparatur- und Wartungsleistungen, Mietgeräte und Auftragsmessungen. Im Rahmen von Kundens Schulungen an den Messgeräten sowie der Kalibrierung und Rezertifizierung von Kalibrierstandards und Messgeräten wird auf die spezifischen Anforderungen der Kunden eingegangen.

➔ www.helmut-fischer.com

Neuer Geschäftsführer H2O China

H2O China hat einen neuen Geschäftsführer: Marcel Pfeifer übernimmt die Nachfolge von Roland Lochner, der zum großen Bedauern



Marcel Pfeifer, neuer Geschäftsführer der H2O Kunshan in China
(Bildquelle: H2O)

des Unternehmens im Sommer nach schwerer Krankheit verstarb.

Marcel Pfeifer ist bei der H2O GmbH kein neues Gesicht. Schon seit dem 1. März 2014 ist er im Unternehmen beschäftigt, zuerst fünf Jahre am Hauptsitz in Steinen, bevor er im Jahr 2019 zum Aufbau des asiatischen Service-Netzwerks in die chinesische Niederlassung nach Kunshan wechselte. Für ihn war China damals Neuland, aber die Flexibilität der Menschen hat ihn sehr beeindruckt. Egal was zu tun sei oder was schiefgehe, am Ende funktioniere es dann doch immer irgendwie, sagt Pfeifer. Nach über zwei Jahren in China hat er sich gut eingelebt und die Vielfalt des Landes schätzen gelernt.

Nun möchte Pfeifer Schritt für Schritt die Team-Performance weiter verbessern, den Marktaufbau in China vorantreiben und die Produktion ausbauen, sodass ein höherer Lieferanteil direkt vor Ort gefertigt werden kann. Er freut sich auf die neuen Aufgaben und auf sein großartiges Team, das er ja schon gut kenne. *Gemeinsam werden wir die Herausforderungen meistern, davon bin ich überzeugt*, so Pfeifer.

Die Tochtergesellschaft H2O Kunshan Water Treatment in China startete im Juni 2015 mit nur zwei Mitarbeitern. Inzwischen ist das Team auf elf Fachkräfte angewachsen und es sollen noch mehr werden. Gemeinsam betreuen sie rund 100 Kundeninstallationen aller Maschinengrößen.

Für Fragen und Anliegen ist das Unternehmen in China über die E-Mail-Adresse info@h2o-de.com erreichbar.

➔ www.h2o-de.com



Firmenjubiläum bei der Helmut Fischer AG in der Schweiz

(Bildquelle: Helmut Fischer)

Werden Sie **Abonnent** und nutzen Sie die Inhalte der Plattform in vollem Umfang!

Fachbeiträge in digitaler Form mit allen Möglichkeiten der modernen Medien!

1 Monat kostenfrei zum Kennenlernen!

Kommen Sie auf unsere Webseite: www.womag-online.de

Umfassend und immer auf dem neuesten Stand!

Unterstützung bei der gezielten Vorbereitung auf REF-9

Das ZVO-Ressort Umwelt- und Chemikalienpolitik hat Dokumente zur Unterstützung der Betriebe bei der Vorbereitung auf das anstehende Projekt REF-9 des REACH-Forums erarbeitet. Inhalt des Projekts sind vor allem Prüfungen der Autorisierungen und ihrer Einhaltung. Die Checklisten und Diagramme ermöglichen eine gezielte Vorbereitung mit wenig Aufwand und stehen ZVO-Mitgliedern exklusiv zur Verfügung.

Das REACH-Forum für den Austausch von Informationen zur Durchsetzung (Forum) ist ein Netzwerk von Behörden, die für die Durchsetzung der REACH-, CLP- und PIC-Verordnungen in der EU sowie in Norwegen, Island und Liechtenstein zuständig sind. Eine koordinierte und harmonisierte Durchsetzung ist ein entscheidender Faktor für den Erfolg der Verordnungen und eines der Hauptziele des Forums. Das Forum stellt sein eigenes Arbeitsprogramm auf, das auf der Liste der in den REACH-, CLP- und PIC-Verordnungen genannten Aufgaben beruht. Die praktische Arbeit des Forums ist auf zehn Arbeitsgruppen verteilt, die Lösungen für bestimmte Bereiche der Durchsetzung vorlegen. Es hat sich darauf geeinigt, dass sich sein nächstes großes Durchsetzungsprojekt, REF-9, auf Bestimmungen im Zusammenhang mit der REACH-Zulassung konzentrieren wird, die die Sicherheit und Gesundheit von Arbeitnehmern und der Umwelt schützen sollen. Die Inspektoren werden prüfen, ob besonders besorgniserregende Stoffe, die einer Zulassung unterliegen, nicht ohne gültige Zulassung in Verkehr gebracht werden und, falls sie zugelassen sind, ob sie unter Einhaltung der in der Zulassungsentscheidung festgelegten Bedingungen verwendet werden.

Das Durchsetzungsprojekt sollte 2020 vorbereitet, die Inspektionen 2021 durchgeführt und der Bericht Ende 2022 veröffentlicht werden. Durch die Corona-Pandemie ist mit Verzögerungen zu rechnen, dennoch sollten sich Betroffene bereits jetzt darauf vorbereiten.

Die Erfahrungen zeigen, dass vor allem den nationalen Inspektoren oft noch der Überblick über die Bedingungen und Voraussetzungen der Einhaltung der Autorisierungsbestimmungen fehlt. Auch für die Betriebe ist das Autorisierungsergebnis meist Neuland und die Anforderungen sind unübersichtlich.

Die erarbeiteten Dokumente sollen Betreibern helfen, eine gezielte Vorbereitung durchzuführen. Dabei ist zu beachten, dass es bis zum Projektende (Juli 2021) von offizieller Seite keine über die geltenden Verordnungen und Bescheide hinausgehenden Informationen gab. Daher fußt das Arbeitsergebnis auf deren Durchsicht sowie praktischen Erfahrungen mit anderen Durchsetzungsprojekten. Weder inhaltlich noch juristisch ist Vollständigkeit gewährt. Es handelt sich um Hilfestellungen. Die Dokumente dienen der Zusammenstellung der notwendigen Informationen als auch einer schlüssigen Argumentation gegenüber den Inspektoren:

- Die Ablaufdiagramme stellen dar, wie der korrekte Bezug und die Verwendung der jeweiligen Substanzen begründet wird.
- Die Tabelle folgt dieser Argumentation und stellt die Informationen dar, die bei der Inspektion vorgewiesen werden sollten.

➔ www.zvo.org

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

Wertschöpfungsstudie 2021

Alle vier Jahre bringt der DVS die Wirtschaftszahlen aus den Bereichen der Füge-, Trenn- und Beschichtungstechnik (FTB) heraus. In diesem Jahr wurde die Wertschöpfungsstudie am 14. September auf der Pressekonferenz der Fachveranstaltung DVS CONGRESS + EXPO in der Messe Essen vorgestellt.

In der Studie wird der Wertschöpfungsbeitrag ermittelt, der in Deutschland, in ausgewählten europäischen Ländern und gültig für Gesamteuropa durch die Herstellung und Anwendung von Füge- und Beschichtungstechnik entsteht. Ziel der Studie ist es, alle statistischen Informationen zusammenfassend auszuwerten, um den Wertschöpfungsbeitrag in der Füge-, Trenn- und Beschichtungstechnik abzuschätzen.

Dr.-Ing. Roland Boecking, Hauptgeschäftsführer des DVS präsentierte den Journalisten und Besuchern die Studie mit dem vollständigen Titel *Gesamtwirtschaftliche und sektorale Wertschöpfung aus der Produktion und Anwendung von Füge- und Beschichtungstechnik in Deutschland, ausgewählten Ländern Europas sowie der EU insgesamt*. Dabei konnte er auf den Wertschöpfungsbeitrag von 25,3 Milliarden Euro und 429 000 Beschäftigten in den untersuchten Volkswirtschaften der Jahre 2017 bis 2019 in Deutschland verweisen. Außerdem nannte der DVS-Hauptgeschäftsführer die Daten der gesamten Europäischen Union, in denen Füge- und Beschichtungstechnik eine wichtige Rolle

spielt. Insgesamt liegt der Wertschöpfungsbeitrag bei 72 Milliarden Euro mit 1,2 Millionen Beschäftigten in den FTB-Techniken. Damit erbringt Deutschland mit fast 30 Prozent den Großteil an Wertschöpfung und sichert die meisten Arbeitsplätze.

Seit 20 Jahren lässt der DVS regelmäßig die wirtschaftliche Bedeutung verschiedener Füge- und Beschichtungstechniken wissenschaftlich untersuchen. Im Laufe der Zeit hat sich die Wertschöpfungsstudie zu einem festen Bestandteil in der Fachwelt etabliert. Die Kurzfassung der Wertschöpfungsstudie steht allen DVS-Mitgliedern im Lounge-Bereich zur Verfügung. Weitere Interessierte erhalten die Ausgabe auf Anfrage: Dr.-Ing. Ursula Beller, E-Mail: ursula.beller@dvs-hg.de

➔ www.dvs-home.de

Verein Deutscher Ingenieure e.V. (VDI)

Technik aufs Ohr überzeugt die Jury und knackt die 100 000-Abonnen-ten-Marke

Der VDI-Podcast *Technik aufs Ohr* hat den mediaV-Award 2021 in der Kategorie *Bester Podcast* gewonnen. Die Jury begeisterte besonders, dass der Podcast hervorragend zur Mission des VDI passe, als Impulsgeber und Wegbegleiter für die Nutzung innovativer Technik zu agieren und die Gesellschaft durch technischen Fortschritt voranzubringen.

Mit dem mediaV-Award ehrt der Verbände-report herausragende Kommunikationsprojekte von Verbänden und Organisationen. Die Preisverleihung fand am 31. August im Kölner Musical Dome statt und die Kategorie *Bester Podcast* wurde dieses Jahr zum ersten Mal ausgezeichnet. Dabei ging der VDI-Podcast in allen Bewertungskriterien, wie Konzept, Moderation, Technik und Themenvielfalt, als Sieger hervor.

Schokolade aus dem 3D-Drucker, grüner Wasserstoff oder Karriere in der Wissenschaft: Beim gemeinsamen Podcast des VDI e. V. und ingenieur.de gibt es Technik- und Karrierethemen für Ingenieurinnen und Ingenieure direkt auf die Ohren. Der Podcast überzeugte die Jury durch seine hohe technische Qualität, klare Konzeption und seinen einprägsamen Wiedererkennungswert mit einem engagierten Moderatorenteam: Sarah Janczura vom VDI Verlag und Marco Dadomo vom VDI e. V. Ebenso überzeugte die Jury die strategisch gezielte Verbreitung des Podcast in den relevanten Kanälen mit einer enormen Abonnentenzahl und Reichweite. Über 100 000 Hörerinnen und Hörer haben den Podcast bereits abonniert.

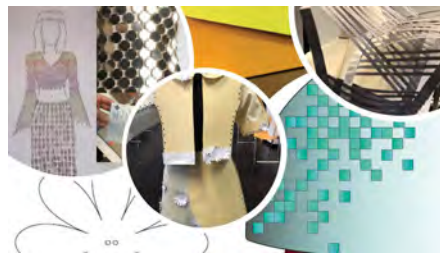
Zu hören ist der VDI-Podcast alle zwei Wochen donnerstags auf den gängigen Streaming-Plattformen wie Podigee, Spotify, Apple Podcasts und auf den Landingpages von www.ingenieur.de sowie www.vdi.de/podcast
 ➔ www.vdi.de

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

60 Jahre Interessenvertretung durch den VOA im Juni 2022

Im Juni 2022 feiert der Verband für die Oberflächenveredelung von Aluminium e. V. (VOA) 60 Jahre Interessenvertretung für die Oberflächenveredelungsbranche. Anlässlich des runden Geburtstags entstand zusammen mit der Akademie für Mode und Design (AMD) in München das Projekt *stories of surfaces – 60 Jahre Oberflächenveredelung von Aluminium in Modebildern*. Wie einzigartig und vielfältig die Oberflächenveredelungsbranche ist, beweisen dem Fachpublikum sowie der breiten Öffentlichkeit Kleidungsstücke und Accessoires aus sechs Jahrzehnten mit verschiedensten Oberflächen von Aluminium. Auch die Mitgliedsunternehmen des VOA, die die zahlreichen unterschiedlichen Techniken beherrschen und sich mit großem Engagement als Paten der einzelnen Dekaden am Projekt beteiligten, rücken in den Fokus der Aufmerksamkeit. Das außergewöhnliche Projekt begeisterte bereits die international anerkannten Modeschöpfer Daniel Wingate sowie Johnny Talbot und Adrian Runhof. Sie stehen daher als berühmte Schirmherren mit ihrer modischen Expertise zur Seite.

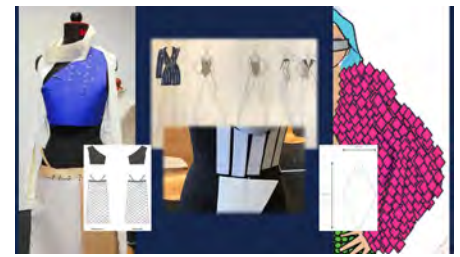
Die Branche der Oberflächenveredelung ist eine ganz besondere, denn der vielseitig nutzbare und nachhaltige Werkstoff Aluminium erhält erst durch die Oberflächenveredelung seine dekorativen und funktionellen Eigenschaften. Durch sie gewinnt das Aluminium seine Haltbarkeit und wird alltagstauglich. Auch die verschiedensten Möglichkeiten der Haptik und Farbgebung verdankt das



Impressionen des Modeprojekts stories of surfaces – 60 Jahre Oberflächenveredelung von Aluminium in Modebildern (Bilder: VOA)

Aluminium seiner Oberflächenveredelung. Den meisten Menschen ist nach Aussage von VOA-Geschäftsführerin Dr. Alexa A. Becker nicht bewusst, wie wichtig die Oberflächenveredelung von Aluminium ist und wie oft sie einem im Alltag begegnet. Daher ist es dem Verband ein Anliegen, die Branche der Oberflächenveredelungsindustrie selbstbewusst in den Vordergrund zu rücken. *Wir wollen einem breiten Publikum zeigen, was diese Branche alles vermag*, so Dr. Alexa A. Becker. Die Idee zu dem außergewöhnlichen Projekt kam der VOA-Geschäftsführerin schon vor einigen Jahren und nahm mit der Zeit immer konkretere Züge an. Sie entdeckte die Kleider aus Aluminium des Designers Paco Rabanne und sah bei einer Ausstellung in der Kunsthalle München die spektakulären Designkreationen von Thierry Mugler mit couturefernen Materialien wie Plexiglas und Chrom. Schließlich traf sie bei einer Veranstaltung Prof. Ulrike Nägele, Prodekanin im Fachbereich Design an der AMD, die sich sofort für das Projekt gewinnen ließ. *Damit war der Grundstein für unser Modeprojekt ‚stories of surfaces‘ gelegt*, so Dr. Becker.

Der VOA begeisterte für sein Modeprojekt gleich drei namhafte Schirmherren im In- und Ausland: Daniel Wingate sowie Johnny Talbot und Adrian Runhof. Der amerikanische Star-Designer Wingate besitzt internationale Erfahrung im Damenmode-Luxusmarkt. Und auch das Münchner Modelabel Talbot Runhof ist auf den roten Teppichen der Welt zuhause.



Berühmte Stars wie Julia Roberts, Angelina Jolie oder Anna Netrebko tragen ihre elegante und feminine Cocktail- und Abendmode. 2022 blickt der VOA auf 60 erfolgreiche Jahre Verbandsgeschichte zurück. In dieser Zeit gewann die Oberflächenveredelung immer mehr an Bedeutung und überzeugte mit ihrer Vielseitigkeit – von der nachhaltigen Weiterentwicklung über die Verbesserung der Produktions- und Veredelungsprozesse bis hin zur dekorativen Gestaltung. Als Hommage an dieses Jubiläum des VOA reflektiert das Projekt die Entwicklung der Mode in einem Zeitraum von sechs Dekaden. Gleichzeitig verdeutlicht es auch die große Bandbreite der Oberflächenveredelung, die die Mitgliedsunternehmen des VOA jeden Tag aufs Neue unter Beweis stellen.

Die Kollektion *stories of surfaces* reicht von weit schwingenden Röcken und anliegenden taillierten Blüschchen der 50er-Jahre, über Blumenprints der 60er-, Schlaghosen der 70er- bis hin zu bauchfreien Tops und tiefsitzenden Röcken der 2000er-Jahre. *Natürlich planen wir auch einen Höhepunkt der Kollektion, bei dem alle Paten des Projekts noch einmal besonders zur Geltung kommen. Mehr verrate ich jetzt aber noch nicht*, erzählt Dr. Becker. Nicht nur die Branche der Oberflächenveredelung darf auf die Jubiläumskollektion des VOA gespannt sein.

➔ www.voa.de




INSERENTENVERZEICHNIS

acp systems	35	IMO Oberflächentechnik	Titel	plating electronic	23
B+T Unternehmensgruppe	31	Walter Lemmen GmbH	19	Sager + Mack GmbH	1
Dörken	U2	met-at-lab	27	Topocrom GmbH	21
ecoclean Group	15	Munk GmbH	U4	Walther Trowal	9
Helmut Fischer	25	Netzsave	29		

Das neue gamma L3+

Die energieeffiziente Gleichrichter-Lösung für den Schrankeinbau.



-  mehr Leistung
-  mehr Ausgangsstrom
-  höherer Wirkungsgrad

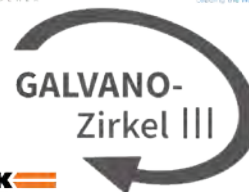
**Ausstellung, Fachvorträge, Branchengespräche –
Alles rund um das Thema Galvanotechnik**

Wann? 18. + 19.11.2021

Wo? Hamm, Westfalen

Anmeldeschluss am 12.11.2021.

Anmeldung per Mail an news@munk.de.



MUNK GmbH

Gewerbepark 8 + 10

D-59069 Hamm-Rhyern

Tel.: +49 2385 74-0

Mail: vertrieb@munk.de

Folgen Sie uns!



[/munkgmbh](https://www.facebook.com/munkgmbh)



[/company/munk-gmbh](https://www.linkedin.com/company/munk-gmbh)



www.munk.de



www.rectifier.com