

WOMAG

Kompetenz in Werkstoff und funktioneller Oberfläche

IMO

Ihre Teile haben es verdient!

Wir sind die Spezialisten für anspruchsvolle Galvaniklösungen.



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

Besuchen Sie uns!

Blechexpo



Blechexpo Stuttgart

Internationale Fachmesse für Blechbearbeitung

21.-24.10.2025
Halle 6 | Stand 6405

WERKSTOFFE

Additive Fertigung für komplexe Druckgusswerkzeuge

WERKSTOFFE

Hohlprägewalzen im industriellen Maßstab

MEDIZINTECHNIK

Zukunft des 3D-Bodyscannings in der Orthetik

OBERFLÄCHEN

Schutz durch Beschichtungen

OBERFLÄCHEN

Optisches Stempeln mit UKP-Lasern

SPECIAL

Rauheit neu betrachtet - Ra allein genügt nicht, der Traganteil entscheidet im Presssitz

OKTOBER 2025

Branchen-News täglich: womag-online.de

RENNER
BESTSELLER



UNSERE BESTEN: DIE RENNER ECO-LINE.
renner-pumpen.de



RENNER
PUMPEN UND FILTER

Kein eigenes Labor? Kein Problem!



Sparen Sie sich die hohen Investitions- und Personalkosten eines eigenen Labors – wir machen das für Sie! Mit unserem hochmodernen Analytiklabor profitieren Sie von Technologien, die sich für ein internes Labor nicht lohnen würden. Sie erhalten jederzeit präzise, validierte und verifizierte Messergebnisse – abgesichert durch ein zertifiziertes Managementsystem. Flexibilität ist unser Schlüssel: Sie können Ihren Bedarf frei skalieren, ohne sich um Personal oder Technik kümmern zu müssen – ideal auch in Zeiten des Fachkräftemangels. Wir sind Ihr zuverlässiger Partner in der Laboranalytik, damit Sie sich voll und ganz auf Ihr Kerngeschäft konzentrieren können.

Mehr Leistung. Weniger Aufwand. Maximale Präzision.

Sprechen Sie mit uns und erleben Sie, wie einfach moderne Laboranalytik sein kann!



Weitere Infos
auf der Website!

IB! GALVANIK
SERVICE

Zum Dümpel 60 . 59846 Sundern-Stemel
info@galvanikservice.de . 0 29 33 - 80 64 9 - 20

Oberflächen näher betrachtet



Oberflächen sind außerordentlich interessante Zustandsformen von Werkstoffen, nicht zuletzt aufgrund des oft bemühten Ausspruchs von Wolfgang Pauli (*Gott erschuf die Festkörper, aber der Teufel die Oberflächen*). Sowohl die Vorgänge zur Erzeugung von bestimmten Oberflächenarten auf bestehenden Werkstoffen, der Aufbringung von Beschichtungen oder auch des Angriffs von Oberflächen – stets handelt es sich um relativ komplexe und oftmals schwierig zu verstehende Prozesse.

Titanoberflächen schützen das Grundmaterial außerordentlich gut, indem eine sehr dünne Oxidschicht bei

Kontakt mit Luft gebildet wird. Die Praxis zeigt, dass der Werkstoff Titan damit zu den beständigsten Metallen zählt und zurecht in hochbelasteten Umgebungen Einsatz findet: als Elektrodenmaterial in der Chemie und Galvanotechnik, als Baumaterial für Flugzeuge und Schiffe oder für Implantate im menschlichen Körper. Neben Edelstahl ist es das bevorzugte Metall für Implantate. Titan bietet hier auch die Möglichkeit einer Farbgebung, um dem Operateur seine Arbeit zu erleichtern. Begründet wird die bevorzugte Nutzung von Titan in erster Linie mit Erfahrungen aus der Praxis. Seit kurzem wird aber auch in einem Forschungsvorhaben genauer untersucht, wie sich Titan tatsächlich unter den auftretenden Belastungen im Körper verhält (Beitrag Seite 18). Wir dürfen gespannt sein, welche interessanten Ergebnisse uns hier präsentiert werden.

Ein weiteres interessantes und vielfältiges Gebiet ist die Reibung zwischen Festkörpern, deren Zusammenhänge ebenso zu einem großen Teil auf Erfahrungen begründet sind. Die Rahmenbedingungen sind in diesem Fall nicht nur von den Werkstoffen sondern auch den Umgebungsbedingungen abhängig, also systembedingt und dadurch zu einem sehr hohen Grad variabel. In einem interessanten Beitrag (Seite 4 ff) erläutert Prof. Dr. Schorr den Einfluss der Oberflächenrauheit und welche Kenngrößen hier zum Tragen kommen, um beispielsweise den Presssitz zwischen Bauteilen korrekt abschätzen zu können.

Nutzen Sie die Anregungen aus den beiden Beiträgen als Motivation, sich mit Oberflächen und Oberflächentechnik zu beschäftigen. Interessante neue Erkenntnisse helfen Ihnen bei Ihrer täglichen Arbeit.

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.



Sie benötigen spezielle
Fachinformationen –
schnell und digital?
Dann sind Sie bei uns richtig!



Monatliche Ausgabe der WOMag
als pdf-Datei – alle Jahrgänge
seit der Erstausgabe 2012!



Fachbeitrag als Einzeldatei mit Links

Fachlexikon für Werkstoffe,
Oberflächen und Bearbeitungsverfahren

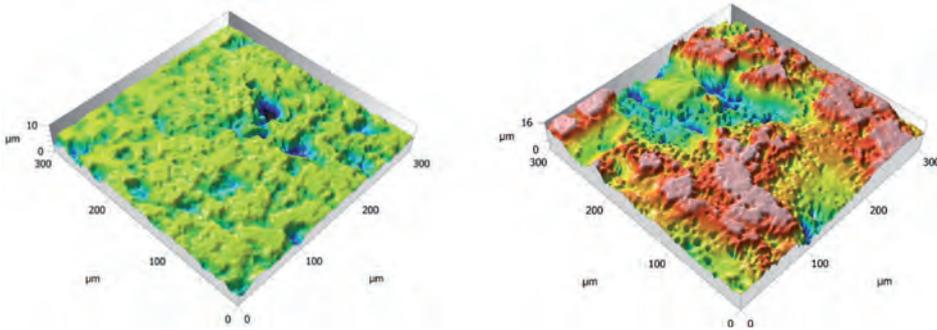
Datenbank für Unternehmen

Selbstverständlich auch für Mobilgeräte!

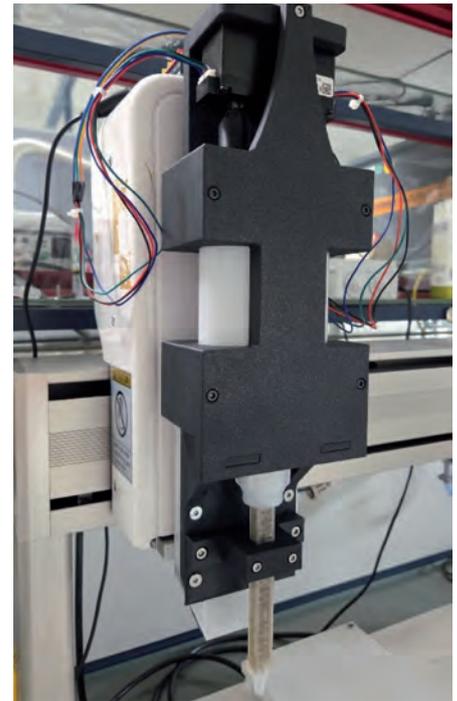


www.womag-online.de

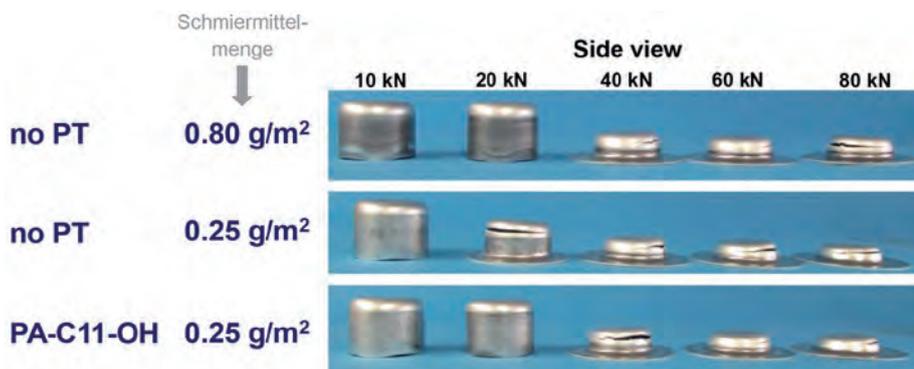
INHALT



4 Die Werkstoffeigenschaften entscheiden neben der Rauheit die Reibung



16 Verbesserung der Orthetik



21 Optimierung der Umformung durch Anpassung des Schmiermittels



20 Preis DIE OBERFLÄCHE 2026

WERKSTOFFE

- 4** Rauheit neu betrachtet – Ra allein genügt nicht, der Traganteil entscheidet im Presssitz
- 7** Additive Fertigung für komplexe Druckgusswerkzeuge
- 10** Amorphes Material erstmals atomistisch berechnet
- 11** Optimierung von keramisch gebundenen Schleifwerkzeugen
- 12** Effiziente Produktion von Elektrolyse-Stacks mit hohem Wirkungsgrad
- 13** Geballtes Dioden-Know-how für US-geführten FusionsenergieHub
- 14** Hohlprägewalzen im industriellen Maßstab
- 15** Verbundprojekt zu diamantbasierten Lasern

MEDIZINTECHNIK

- 16** HelpMeWalk – Die Zukunft des 3D-Bodyscannings in der Orthetik

2 10|2025 WOMAG

- 18** Materialwissenschaft trifft Medizin

OBERFLÄCHEN

- 20** DIE OBERFLÄCHE
- 21** Schutz durch Beschichtungen
- 25** Atmosphärische Plasmen in komplexen Prozessen – effiziente Kombination innovativer Technologien für die Praxis
- 28** Optisches Stempeln mit UKP-Lasern
- 30** Effiziente XRF-Analyse zur Bestimmung der Metallkonzentration in galvanischen Elektrolyten
- 31** Motivation für aktuelle Herausforderungen – Neues aus Wissenschaft und Technik
- 33** Künstliche Intelligenz vermeidet Lackierfehler

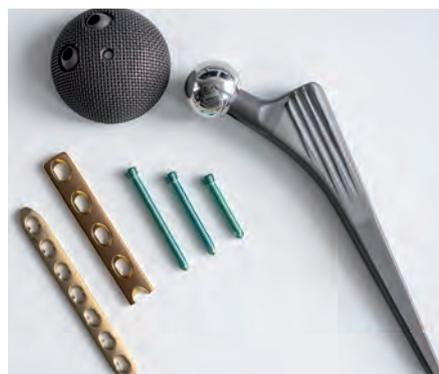


(Bild: ZVO / S. Hobbiesiefken)

31 Vergabe des DGO-Nachwuchspreises für Fabian Pantleon



14 Hohlprägewalzen



18 Oberflächen in der Medizintechnik

VERBÄNDE

- 34 Die acht goldenen Regeln der EU-Chemikalienpolitik – oder: Wie ein politisches System perfekt gelähmt werden kann
- 36 VDI Friedrich-Löffler-Preis 2025 für Dr. Vineetha Vinayakumar
- 37 Erfolgreicher Laborworkshop des VOA
- 38 Kurzberichte von DGO e. V., VOA e. V. und VDI e. V.

UNTERNEHMENSINFORMATIONEN

- 41 Metrohm Deutschland – EMW Stahl-Service-Center und Bilstein Group

Zum Titelbild: Die IMO Oberflächentechnik bringt hochqualitative galvanische Beschichtungen auf Band- und Stückmaterial auf, insbesondere für anspruchsvolle Anwendungen in der Elektrotechnik und Elektronik; www.imo-gmbh.com

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

Erscheinungsweise

10 x jährlich, wie in den Mediadaten 2025 angegeben

Herausgeber und Verlag

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

Verlagsleitung

Charlotte Schade
 Mobil 0151/29109886
schade@wotech-technical-media.de
 Herbert Käszmann
 Mobil 0151/29109892
kaeszm@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. 14 vom 22. Oktober 2024

Inhalt

WOMag berichtet über:

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

Leserkreis:

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

WOMag-Beirat

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

Bankverbindung

BW-Bank, IBAN: DE71 6005 0101 0002 3442 38
 BIC: SOLAEST600, (Konto 2344238, BLZ 60050101)

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

Gerichtsstand und Erfüllungsort

Gerichtsstand und Erfüllungsort ist Waldshut-Tiengen

Herstellung

WOTech GbR

Grafische Gestaltung (Grundlayout)

Wasserberg GmbH

Druck

Holzer Druck + Medien GmbH & Co. KG
 Fridolin-Holzer-Straße 22+24, 88171 Weiler
 © WOTech GbR, 2025

Rauheit neu betrachtet –

Ra allein genügt nicht, der Traganteil entscheidet im Presssitz

Von Tobias Borrmann, Freudenstadt, und Prof. Dr. Dietmar Schorr, Karlsruhe

Die Herstellung funktionaler Oberflächen hat in den letzten Jahren einen tiefgreifenden Wandel erlebt: Was früher nur durch Schleifen oder Glattwalzen erreichbar war, wird heute zunehmend durch moderne Dreh- und Fräsprozesse realisiert. Um diese den Anforderungen entsprechend zu charakterisieren, greifen dabei allerdings die klassischen fertigungsbezogenen Rauheitskennwerte wie Rz oder Ra oft zu kurz – mit teilweise gravierenden Folgen für die Bauteilfunktion. Besonders bei Dichtungen, Gleitlagern, Führungen oder Presssitzten entscheidet nicht allein die Höhe der Rauheitsspitzen, sondern vor allem der tatsächliche Traganteil der Oberfläche über Dichtheit, Schmierfähigkeit, Verschleißverhalten und sichere Funktion. Ein Kennwert rückt damit verstärkt in den Fokus: der relative Materialanteil Rmr nach ISO 21920-2:2021. Er macht sichtbar, wie viel Oberfläche tatsächlich trägt – und liefert damit einen Schlüssel zur Beurteilung und Optimierung moderner Fertigungsprozesse.

1 Funktionen von Oberflächen

Die Oberfläche eines Bauteils ist nicht nur die *Außenhaut*, sondern sie ist auch für dessen Funktion (Abb. 1), Lebensdauer und Qualität entscheidend. Sie vermittelt zwischen Bauteil und Umgebung beziehungsweise zwischen Bauteilen.

Die in den 1930er Jahren entwickelten klassischen Rauheitskennwerte wie Ra oder Rz beschreiben lediglich die mittlere Höhe von Spitzen und Tälern einer Oberfläche. Für die Funktion technischer Bauteile sind diese Werte jedoch oft zu allgemein. Denn neben der Geometrie der Rauheit ist auch entscheidend, wie viel Material tatsächlich Last trägt und wie sich die Oberfläche im Zusammenspiel mit ihrer Umgebung beziehungsweise mit einem Bauteil verhält.

So beeinflusst die reale Tragfläche einer Oberfläche maßgeblich:

- die Maßhaltigkeit, da ein hoher Spitzenanteil zu ungleichmäßigen Auflageflächen führt,
- das Reibungsverhalten und den Schmierfilmaufbau, die von tragenden Flächen und den Schmierstofftaschen abhängen,
- die Dichteigenschaften und die Reinigungsfähigkeit, für die glatte, gleichmäßig tragende Flächen erforderlich sind,
- den Haftschluss in der Verbindungstechnik (z. B. Presssitz, Schrumpfsitz, Schraubverbindung) damit sich die Verbindung nicht löst,
- die Haftfestigkeit von Beschichtungen oder Klebungen, bei denen eine definierte Oberflächenstruktur entscheidend ist,
- das Verschleißverhalten, sowohl abrasiv als auch adhäsiv, das stark von der Kontakfläche und deren Verteilung geprägt wird,

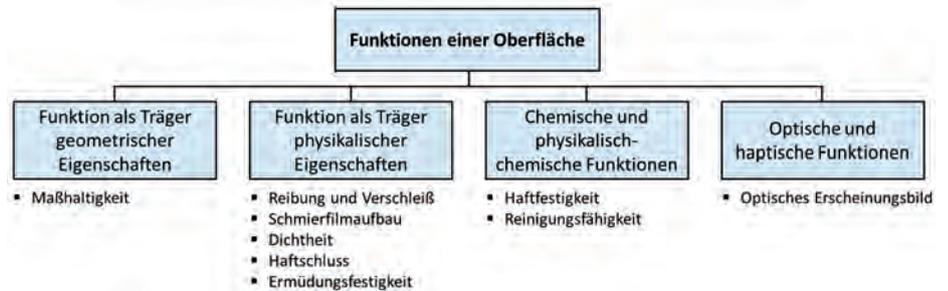


Abb. 1: Funktionen einer Oberfläche

– und nicht zuletzt das optische Erscheinungsbild, das durch den Materialanteil gleichmäßiger und hochwertiger wirkt.

2 Kenngrößen

2.1 Relativer Materialanteil Rmr

Die Kenngröße *relativer Materialanteil Rmr* wird aus der sogenannten *Materialanteilkurve* (MRK) bestimmt. Diese gibt für eine bestimmte Schnitthöhe *c* den kumulierten Materialanteil (Abb. 2) in Prozent an. Die Materialanteilkurve wurde 1933 von Ernest James Abbott und Floyd Firestone als Abbott-Firestone-Kurve beschrieben. Mathematisch entspricht die Materialanteilkurve der kumulierten Verteilungsdichtefunktion des Oberflächenhöhenprofils (Summenhäufigkeitsfunktion) und kann durch Integration des Oberflächenprofils berechnet werden.

2.2 Bezugsmaterialniveau c_p

Da bei der Berechnung der Bezug zur höchsten Spitze im Rauheitsprofil genommen wird, wird in der Praxis ein sogenanntes *Bezugsmaterialniveau c_p* definiert, sodass eine einzelne Rauheitsspitze den Messwert nicht verfälscht.

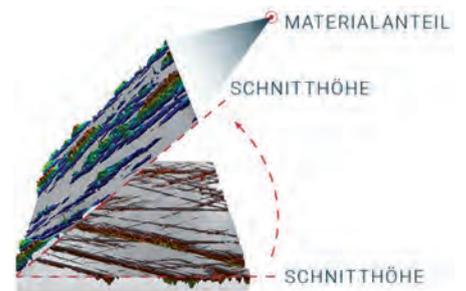


Abb. 2: Materialanteil einer Oberfläche

Zur Berechnung des Bezugsniveaus ist ein Materialanteil im Bereich von 2 % bis 5 % üblich. Dieser muss im Oberflächensymbol auf Zeichnungen angegeben werden. Daraus ergibt sich der relative Materialanteil Rmr in einer relativen Schnitthöhe d_c (Abb. 3).

Der relative Materialanteil p der Rauheit $R_m(p, d_c)$ ist nach der neuen ISO 21920-2:2021 der summierte Anteil der im Material verlaufenden Strecke relativ zur Auswertlänge l_e . Dieser verläuft in einer Schnitthöhe d_c zum Bezugsniveau c_p . Dieser Wert wird gemäß Gleichung <1> berechnet.

$$R_{mr}(p, d_c) = \frac{100\%}{l_e} \cdot \sum_{i=1}^n Ml_i(c_p + d_c) \quad \text{Gl. <1>}$$

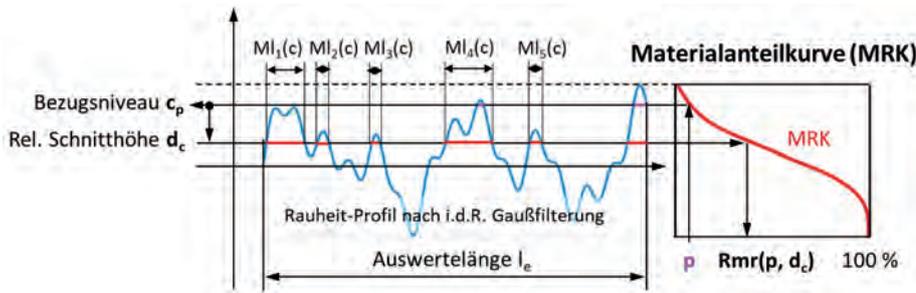


Abb. 3: Ermittlung des relativen Materialanteils Rmr aus einer Materialanteilkurve (MRK)

3 Bedeutung für Presssitze

Ein Presssitz ist eine kraftschlüssige Verbindung zwischen zwei Bauteilen, die durch ein gezieltes Übermaß entsteht: Der Außendurchmesser der Welle ist etwas größer als der Innendurchmesser der Nabe. Beim Fügen wird die Nabe elastisch gedehnt und die Welle leicht gestaucht, sodass an der Kontaktfläche eine Pressung entsteht. Diese sorgt für Haftreibung, über die Drehmomente und Axialkräfte zuverlässig übertragen werden können.

Neben der Geometrie bestimmt vor allem die Oberflächenbeschaffenheit der Fügepartner die Funktionsfähigkeit. Hier spielt der relative Materialanteil Rmr eine zentrale Rolle. Er beschreibt, wie viel Fläche einer Oberfläche auf einer definierten Schnitthöhe tatsächlich tragfähig ist und liefert damit eine funktionsnahe Aussage über das Kontaktverhalten. Ein hoher Materialanteil verteilt die Kontaktpressung gleichmäßiger und reduziert lokale Überlastungen, die zu plastischen Verformungen oder einem Lösen der Verbindung führen können. Ist er jedoch zu hoch, wie bei nahezu spiegelglatten Oberflächen, sinkt die Haftreibung, da der coulombsche Anteil zu gering wird und auch der adhäsive Reibungsanteil durch das erschwerte Durchbrechen der Oxidschicht sinkt.

Umgekehrt führt ein zu geringer Materialanteil dazu, dass nur wenige Rauheitsspitzen tragen. Diese können beim Fügen abbrechen oder plastisch verformt werden, wodurch die effektive Kontaktfläche sinkt und die Pressung ungleichmäßig wird.

Darüber hinaus beeinflusst der Materialanteil auch das Verschleiß- und Dauerfestigkeitsverhalten von Presssitzen. Da in der Kontaktzone oft mikroskopisch kleine Relativbewegungen auftreten, sorgt ein geeigneter Rmr für Widerstandsfähigkeit gegen Abrieb, Fresen und Reibkorrosion.

In der Praxis wird den Oberflächen der Paarungspartner in der Spezifikation jedoch wenig Aufmerksamkeit geschenkt. Die Passungspa-

rung und damit die Vorspannung der Verbindung wird gerechnet oder simuliert, während die Oberfläche in den meisten Fällen mit der Angabe der maximalen Höhe des Rauheitsprofils Rz nach DIN EN ISO 4287:2010 (zurückgezogen) oder ISO 21920-2:2021 abgegolten ist. Darüber hinaus muss man sich bewusst machen, dass das Oberflächensymbol häufig nicht im eigentlichen Sinne gelesen wird, sondern dass mit dem Wert ein Fertigungsverfahren assoziiert wird.

3.1 Mikrobewegungen als Versagensursache

Die Auswirkungen lassen sich sehr gut an einem Beispiel erklären. Auf einer Welle sollen verschiedene Bauteile kraftschlüssig durch Spannkegel montiert werden. Bei der Welle handelt es sich um ein Halbzeug, dessen Oberfläche nicht weiter spanend bearbeitet werden soll. Dieses erprobte System wird seit vielen Jahren eingesetzt, bis es ohne ersichtliche Änderungen zu Ausfällen kam.

Im Zuge der *rootcause Analyse* wurde zuerst das Spannsystem (ein standardisiertes Kaufteil) untersucht und mögliche Einflüsse durch eine falsche Montage beleuchtet. Des Weiteren wurden die Wellen vermessen und mit der Spezifikation abgeglichen, ohne dass Abweichungen festgestellt werden konnten. Auch bei der Analyse des vollständigen Systems im Neuzustand konnten keine Auffälligkeiten festgestellt werden. Der Kraftschluss kann wie erwartet hergestellt werden, die kraftschlüssige Verbindung überträgt die spezifizierten Kräfte. Jedoch konnte bei weiteren Untersuchungen an ausfallbehafteten Bauteilen Reibkorrosion festgestellt werden (vgl. ISO 15243:2017 chapter 5.3.3.2 fretting corrosion). Somit muss angenommen werden, dass es in der untersuchten Konstellation der Bauteile und Belastungen zu einer Mikrobewegung zwischen den Fügepartnern kommt, in dessen Folge der Kraftschluss versagt hat. Die in der Folge durchgeführten Vergleichsmessungen der maximalen Höhe des Rau-

heitsprofils Rz an neuen und ausgefallenen Bauteilen zeigen Unterschiede, die jedoch nicht als signifikant eingestuft werden. Da es sich bei dem Halbzeug um ein normiertes Standardelement handelt, wird zunächst von einer Konstanz der Parameter ausgegangen. Zur Verifikation wurden Proben der Bauteile vermessen und die erhobenen Daten dreidimensional visualisiert (Abb. 4).

Die Darstellung offenbart schnell das eigentliche Problem der unterschiedlichen Topologien. Auch wenn beide Beispiele den spezifizierten Rz-Wert erfüllen, ist leicht ersichtlich, dass die Kontaktfläche zum Fügepartner unterschiedlich ist. Wird dies aus dem flächigen Wert in eine lineare Messgröße reduziert, so beschreibt die Problemstellung der Kontaktlänge zum idealen Partner, abhängig von der Schnitthöhe des Profils, den relativen Materialanteil Rmr.

Wird der relative Materialanteil Rmr nun auf die in *Abbildung 4* gezeigten Proben ausgewertet, so ergibt sich das in *Abbildung 5* dargestellte, jetzt aussagekräftige Ergebnis.

3.2 Schäden vermeiden durch optimierte Fertigung

Dabei stellt sich zunächst die Frage, warum sich der Kraftschluss bei der Montage einstellt, aber später versagt. Dies ist damit zu begründen, dass durch die Montage und die damit einhergehende Aufbringung des Übermaßes lediglich die Ausreißer versagen und ein Kraftschluss durch die Spannkraften erzielt wird.

Erst die in der Folge wirkenden, deutlich höheren, radialen und umlaufenden Kräfte führen zu einem weiteren Versagen der Oberfläche und somit zu einer Reduzierung der Klemmkraft zwischen Bauteilen. Hier zeigt sich nun der Unterschied zwischen verschiedenen Fertigungsverfahren hinsichtlich der möglichen Glättung, welche in *Essential Concepts of Bearing Technology* detaillierter beschrieben sind:

- genau geschliffene Oberflächen mit den Angaben 20×10^{-4} mm bis 51×10^{-4} mm
- feinstgedrehte Oberflächen 61×10^{-4} mm bis 142×10^{-4} mm
- gewöhnlich, sorgfältig gedrehte Oberflächen 239×10^{-4} mm bis 483×10^{-4} mm

Da es sich bei dem Beispiel um eine Oberfläche der Mantelfläche eines zylindrischen Werkstücks handelt, muss dieser Wert noch verdoppelt werden. Diese theoretische Betrachtung konnte in weiteren Versuchen verifiziert werden. Mit dieser klaren Arbeitshypothese konnte die Ausfallursache des

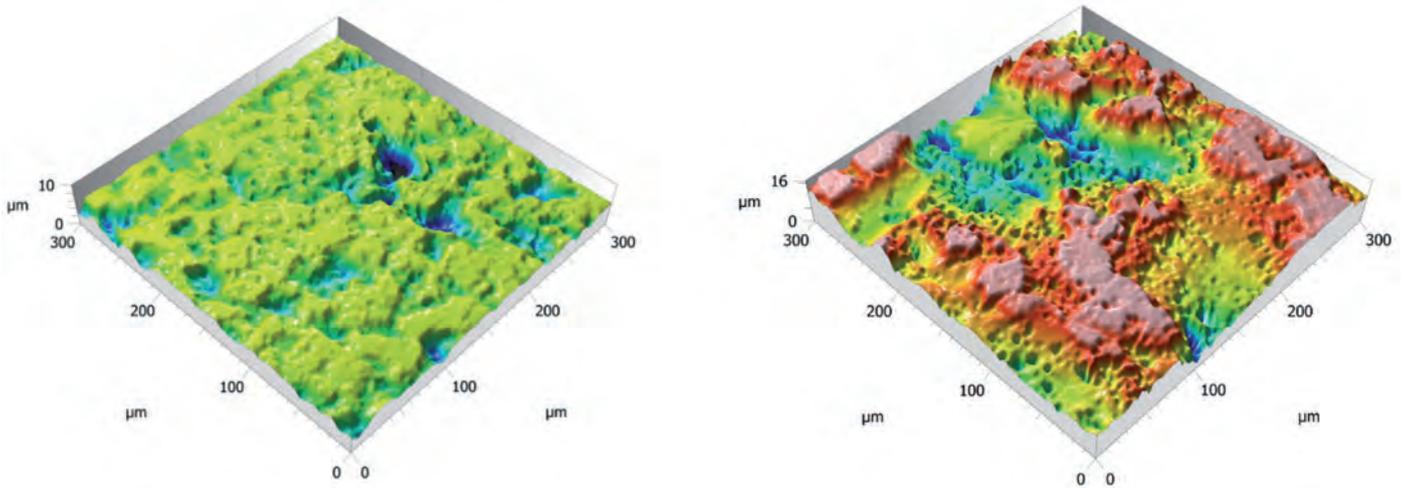


Abb. 4: Oberfläche eines i.O.-Teils (links) und Oberfläche eines n.i.O.-Teils (rechts)

erprobten Systems in der Folge leicht in unterschiedlichen, jedoch normkonformen Fertigungsverfahren ausgemacht werden. Insgesamt zeigt sich, dass der Materialanteil Rmr für die Funktionsfähigkeit eines Presssitzes von zentraler Bedeutung ist. Er ergänzt somit die geometrischen Kenngrößen des Presssitzes um einen entscheidenden funktionalen Aspekt, der für die Lebensdauer und Zuverlässigkeit solcher Verbindungen von großer Bedeutung ist.

5 Zusammenfassung und Fazit

Der relative Materialanteil Rmr, auch Traganteil genannt, ist ein praxisnaher und funktionsorientierter Kennwert, der Oberflächen nicht nur geometrisch beschreibt, sondern in direkter Verbindung zu ihrem realen Verhalten steht. Anders als die klassischen Rauheitskennwerte wie Ra oder Rz erlaubt er eine deutlich realitätsnähere Bewertung, insbesondere hinsichtlich der Tragfähigkeit von Oberflächenprofilen. Damit wird er zu einem unverzichtbaren Werkzeug in der Qualitätssicherung und Prozessauslegung.

Seine Bedeutung zeigt sich überall dort, wo Oberflächen in direktem Kontakt mit Bauteilen oder Medien stehen: Eigenschaften wie Dichtigkeit, Schmierfilmbildung, Verschleißbeständigkeit oder Lebensdauer hängen maßgeblich vom Materialanteil ab. Auch Einlaufverhalten, Reibungskoeffizient, Lastverteilung und Korrosionsbeständigkeit werden beeinflusst. Für die Fertigung bietet der Kennwert zudem die Möglichkeit, Prozesse so zu steuern, dass reproduzierbar funktionsgerechte Oberflächen entstehen.

Der relative Materialanteil Rmr schlägt damit die Brücke zwischen geometrischer Beschreibung und funktionalem Verhalten und ist ein Schlüsselparameter für die Auslegung, Fertigung und Prüfung moderner Bauteile, zumal der Rmr mit mobilen und kostengünstigen Messgeräten zuverlässig bestimmt werden kann. Reine Höhenmaße reichen zur Funktionsabsicherung offensichtlich nicht aus. Es ist somit

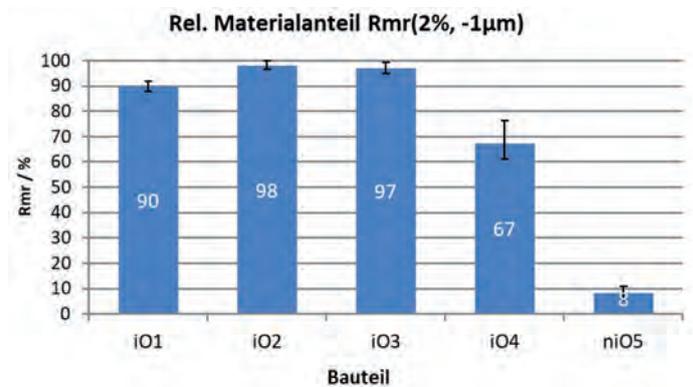


Abb. 5: Materialanteil von i.O.- und von n.i.O.-Oberflächen

Voraussetzung, dass Oberflächen funktionsbasiert analysiert und spezifiziert werden.

Auch wenn eine flächendeckende Anwendung des in der Norm ISO 21920-2:2021 beschriebenen Werkzeugkastens noch Zeit brauchen wird, lohnt es sich bereits heute, Vergleichsmessungen einzusetzen. Sie ermöglichen es, bei Lieferantenwechseln oder Änderungen im Fertigungsverfahren das Oberflächenverhalten besser zu verstehen – und damit die Funktion und Lebensdauer von Bauteilen langfristig abzusichern.

Kontakt

Steinbeis Transferzentrum Tribologie in Anwendung und Praxis, Prof. Dr.-Ing. Dietmar Schorr, E-Mail: kontakt@steinbeis-analysezentrum.com

www.steinbeis-analysezentrum.com

Robert Bürkle GmbH, Tobias Borrmann (CTO), E-Mail: t.borrmann@buerkle-gmbh.de

www.burkle.tech

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!

Additive Fertigung für komplexe Druckgusswerkzeuge

Skalierbares Verfahren für große Aluminiumbauteile erfolgreich demonstriert

Das Fraunhofer ILT und MacLean-Fogg haben gemeinsam ein komplexes Druckguss-Werkzeuginlay mit Laser Powder Bed Fusion (PBF-LB/M) gefertigt. Der eigens entwickelte Werkzeugstahl L-40 erlaubt erstmals die additive Fertigung stark belasteter, großvolumiger Werkzeuge und so die Umsetzung konturnaher Kühlung. Erste Ergebnisse kleinerer Werkzeuge, die Toyota bereits in der Serie einsetzt, deuten auf eine deutlich verlängerte Standzeit der additiv gefertigten Werkzeuge hin, berichtet das Fraunhofer ILT. Im aktuellen Projekt entstand ein hybrides, großvolumiges Werkzeug für das Getriebegehäuse des Toyota Yaris Hybrid. Das kombinierte Verfahren mit konventionellem Vorformling plus additiv gefertigter Strukturen verkürzt die Fertigungszeit, senkt die Kosten und erlaubt eine hohe Variantenvielfalt auf einer gemeinsamen Werkzeugplattform.

Die Automobilindustrie ist mitten in einem tiefgreifenden Umbruch. Kostendruck und der Übergang zur Elektromobilität zwingen viele Hersteller dazu, ihre Fahrzeugarchitektur und Produktionsprozesse grundlegend zu überdenken. Viele Hersteller reduzieren derzeit die Zahl einzelner Pressteile und streben nach möglichst wenigen, aber hochkomplexen Strukturbauteilen. Gerade bei großen Aluminiumbauteilen, etwa Rahmen- oder Getriebekomponenten, steigen damit auch die Anforderungen an die Werkzeuge: Sie müssen thermisch hochbelastbar sein, Varianten erlauben und sich möglichst schnell an neue Geometrien anpassen lassen.

Dieser Wandel bringt neue Herausforderungen mit sich: Die dafür benötigten Gussformen müssen nicht nur größer sein als bisher, sondern auch widerstandsfähiger bei gleichzeitig komplexer Geometrie und kürzeren Entwicklungszeiten. Genau hier setzt ein Projekt am Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT gemeinsam mit dem L-40-Pulverhersteller MacLean-Fogg und Toyota als Endanwender an.

Durch den Einsatz einer am Fraunhofer ILT entwickelten Gantry-basierten PBF-LB/M-



Additiv gefertigtes Druckguss-Werkzeuginlay aus dem Werkzeugstahl L-40: Die großvolumige Form wurde am Fraunhofer ILT per Laser Powder Bed Fusion hergestellt – mit konturnaher Kühlung (© Fraunhofer ILT, Aachen)

Maschine mit skalierbarem Bauvolumen und dem von MacLean-Fogg für die additive Fertigung entwickelten Werkzeugstahl konnten erstmals sehr große Druckgussformen mit konturnaher Kühlung additiv gefertigt werden – geeignet für großvolumige Hochdruckguss (HPDC) Komponenten.

Massive Geometrien führten im PBF-LB/M bislang zu Eigenspannungen und kritischen Defekten

Mit der zunehmenden Etablierung von Großguss-Verfahren steigen auch die Anforderungen an die Werkzeuge, die beim HPDC zum Einsatz kommen. Die Formen müssen eine präzise, reproduzierbare Bauteilqualität bei sehr hohen Stückzahlen ermöglichen und dabei extremen mechanischen und thermischen Belastungen standhalten. Um eine ausreichende Lebensdauer der Werkzeuginlays sicherzustellen, sind komplexe, innenliegende Kühlstrukturen unabdingbar, die mit konventionellen Fertigungsverfahren nicht umsetzbar sind.

Zwei zentrale Probleme haben bisher die additive Fertigung von solchen großformatigen Druckgussformen limitiert: Zum einen ist das verfügbare Bauvolumen klassischer PBF-LB/M-Maschinen zu klein, um Formeinsätze im Bereich von 600 x 600 mm² oder mehr in einem Stück herzustellen. Zum anderen sind die bisher eingesetzten Werkzeugstähle – insbesondere H11 (1.2343), H13 (1.2344) oder M300 – in dieser Größenordnung (> 20 000 cm³) nicht prozesssicher zu verarbeiten. Selbst bei optimalen Parametern drohen Rissbildung, thermischer Verzug und unzureichende mechanische Eigenschaften.

Das gilt sowohl während des laserbasierten Aufbaus als auch in der nachgelagerten Wärmebehandlung. Das Risiko ist umso größer, je stärker die Temperaturgradienten innerhalb

des Bauteils während des Fertigungsprozesses ausfallen – ein Effekt, der bei großvolumigen Werkstücken besonders ausgeprägt ist.

Um diese Limitation zu überwinden, braucht es nach Aussage von Niklas Prätzsch, Gruppenleiter LPBF-Prozesstechnik am Fraunhofer ILT, eine neue Generation von Maschinen und Werkstoffen, die speziell auf die Anforderungen großformatiger HPDC-Werkzeuge zugeschnitten sind. Genau diese Kombination war Gegenstand der nun realisierten Entwicklungen.

Die neue Material- und Maschinenteknologie erlaubt es erstmals, auch großvolumige Werkzeuge mit freigeformter Kühlstruktur zu fertigen. Dadurch lassen sich nicht nur lokale Temperaturspitzen im Gussprozess gezielt absenken, auch die Variantenvielfalt bei gleichzeitig hoher Lebensdauer steigt. So lassen sich auf einer Werkzeugplattform unterschiedliche Bauteile fertigen, ohne jedes Mal neue Werkzeuge herstellen zu müssen.

Skalierbare LPBF-Fertigung für rissfreie Großbauteile

Hierzu wurde die am Fraunhofer ILT entwickelte Gantry-basierte 5-Laser PBF-LB/M-Maschine mit einem derzeitigen Bauvolumen von 1000 x 800 x 350 mm³ weiterentwickelt. Im Gegensatz zu herkömmlichen Systemen verfügt sie über einen verfahrbaren Bearbeitungskopf und lokaler Schutzgasführung, sodass das Bauvolumen bei gleichen Prozessrandbedingungen (Schutzgas-Strömungsgeschwindigkeit, Laserstrahl-Auslenkwinkel, etc.) entlang der Maschinenachsen linear skalierbar ist.

Damit lassen sich perspektivisch auch noch größere Werkzeuge additiv herstellen als das in diesem Projekt betrachtete Werkzeuginlay mit einem Volumen von über 20 000 cm³ und einer Bounding Box von 515 x 485 x 206 mm³.

WERKSTOFFE

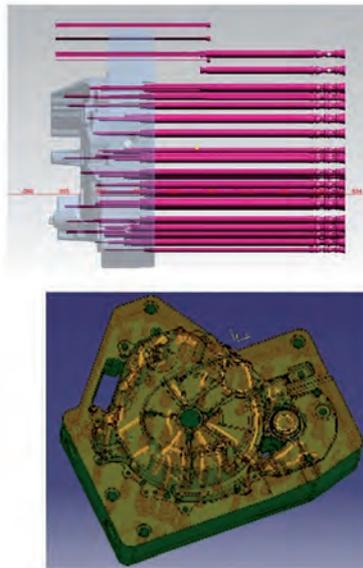
Um die bei großvolumigen Werkzeugen kritischen Temperaturgradienten zu minimieren, wurde zusätzlich ein beheizbares Substratmodul entwickelt. Die Bauplattform erreicht nun eine Temperatur von 200 °C, wodurch jede neue Schicht nicht auf Raumtemperatur, sondern nur auf ein vordefiniertes thermisches Plateau abkühlt. Dieser Ansatz reduziert thermisch-induzierte Spannungen und die Gefahr von Rissbildung während des Bauprozesses. Die Kombination aus großem Bauraum, hoher Prozessstabilität und aktiver Vorheizung macht diese Anlage weltweit zu einem der ersten LPBF-Systeme, das für die wirtschaftliche Fertigung von einsatznahen Druckgussformen auch für Mega oder Giga Casting geeignet ist.

Der Schlüssel zum Erfolg liegt im L-40-Werkstoff von MacLean-Fogg, der auf die Anforderungen von PBF-LB/M zugeschnitten ist, kommentiert Prätzsch. Dieser Stahl zeichnet sich durch eine im Vergleich zu konventionellen Werkzeugstählen deutlich reduzierte Rissneigung aus – sowohl während der Fertigung als auch in der Wärmebehandlung. L-40 erreicht bereits im as-built-Zustand eine hohe Maßhaltigkeit, herausragende Eigenschaften bei Härte (48 HRC), Zugfestigkeit (1420 MPa) und Kerbschlagzähigkeit (> 60 J). In umfassenden Untersuchungen wurden sowohl der Parametertransfer auf das neue Maschinenkonzept als auch die Performance in komplexen Geometrien erfolgreich validiert, etwa bei runden oder überhängenden Kühlkanälen.

In Summe ermöglicht die Kombination aus skalierbarer PBF-LB/M-Maschine und eigens entwickeltem Werkstoff erstmals die wirtschaftliche, reproduzierbare Fertigung großformatiger Druckgussformen mit konturnaher Kühlung. Erste Anwendungen zeigen, dass sich die Lebensdauer derart gefertigter Werkzeuge im Vergleich zu konventionellen Formen deutlich verlängern lässt.

Hybride Fertigung für Serienwerkzeug

Im Rahmen des Projekts haben die Partner einen additiv hergestellten Werkzeugeinsatz für ein Getriebegehäuse gefertigt, das bereits heute bei Toyota im Einsatz ist. Die Druckgussformensatz beinhaltet ein komplexes Netzwerk konturnaher Kühlkanäle; allein dies ist bereits ein klarer Vorteil von additiver Fertigung, der mit konventioneller Zerspanung nicht realisierbar wäre. Für den additiven Werkzeugaufbau entschied sich das Projektteam für einen hybriden Prozess auf einer eigens gefertigten Preform, die schon



Gestaltung der Kühlkanäle: Statt konventioneller Pin-Kühlung (oben) enthält die neue Form ein komplexes Netzwerk konturnaher Kühlkanäle (unten) (© MacLean Additive)

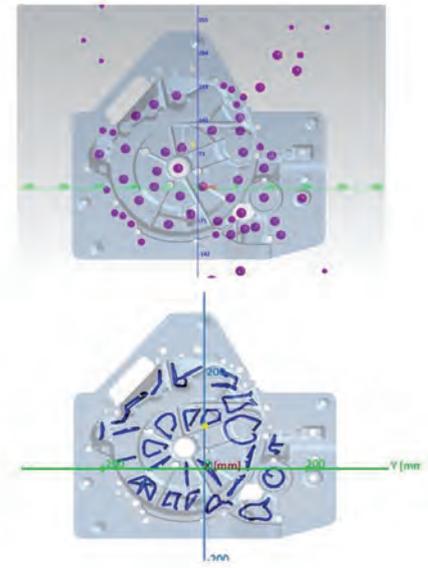
über vertikale Kühlkanäle verfügte. Die genaue Positionierung und prozesssichere Verbindung beider Komponenten stellte hohe Anforderungen an die Maschinenkalibrierung, –präzision und Prozessführung. Derartige Hybridstrukturen bieten das Potenzial, Bauzeit und Kosten weiter zu reduzieren, da das kostenintensivere PBF-LB/M-Verfahren nur in diesen Bauteilbereichen genutzt wird, die konventionell nicht realisierbar sind.

Die komplexe Kühlstruktur haben die Forschenden so ausgelegt, dass kritische Zonen der Form im Einsatz während des Druckguss effektiv temperiert werden. Dadurch sinkt die thermische Belastung, was zu einer deutlich längeren Standzeit des Werkzeugs führt. Bei vorherigen Projekten konnte mit einem vergleichbaren additiven Werkzeug bereits eine bis zu viermal längere Lebensdauer gegenüber einem konventionellen H13-Werkzeug erzielt werden.

Nach dem Aufbau der HPDC-Form folgten eine industrietypische Wärmebehandlung mit Spannungsarmglühen und Härten sowie eine konventionelle Fräsbearbeitung der funktionalen Flächen. Die hohe Maßhaltigkeit des additiven Grundkörpers erforderte lediglich eine präzise Endbearbeitung ohne zusätzlichen Materialaufwand.

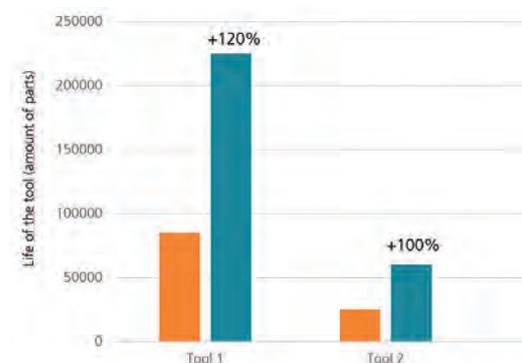
Wegbereiter für effiziente und langlebige Gussformen in der Automobilindustrie

Die Fertigung von großformatigen Gussformen per additiver Verfahren adressiert gleich mehrere zentrale Herausforderungen der



heutigen Automobilproduktion insbesondere im Kontext Transformation hin zur Elektromobilität. Ein entscheidender Vorteil liegt in der konturnahen Kühlung, die sich durch den 3D-Druck erstmals frei gestalten lässt. Die Kühlkanäle lassen sich optimal an die thermisch hochbelasteten Zonen des Werkzeugs anpassen. Das senkt lokal die Temperaturspitzen, reduziert thermomechanischen Verschleiß und verlängert die Lebensdauer der Form signifikant.

Gleichzeitig bietet die additive Fertigung die Möglichkeit, Durchlaufzeiten drastisch zu verkürzen. Statt aufwendiger Bearbeitung von mehreren Werkzeugkomponenten und deren



Vergleich der Standzeit konventionell gefertigter und additiv hergestellter Werkzeuge aus L-40: Die optimierte konturnaher Kühlung temperiert kritische Zonen gezielt, reduziert die thermische Belastung und steigert die Lebensdauer. In früheren Projekten steigerte sich die Lebensdauer der Werkzeuge um fast das Vierfache (© Fraunhofer ILT, Aachen)



Das additiv gefertigte Aluminium-Druckguss-Werkzeug ist ein Teil des Werkzeugs für das Getriebegehäuse des Toyota Yaris Hybridfahrzeugs (©Toyota Europe)

Montage genügt ein konsolidierter, durchgängig additiver Aufbau. Die Druckgussform für Toyota wurde in weniger als zehn Tagen gefertigt, inklusive aller vorbereitenden Schritte. Für OEMs bedeutet das kürzere Entwicklungszyklen und schnellere Markteinführung neuer Fahrzeugplattformen.

Die Möglichkeit, großvolumige Werkzeuge hybrid aufzubauen, schafft zusätzliche Flexibilität. Bauteile mit definierten Schnittstellen können effizient additiv ergänzt und funktional optimiert werden, ohne das gesamte Bauteil neu fertigen zu müssen. Dadurch sinken sowohl Materialeinsatz als auch die Kosten pro Werkzeug.

Mit L-40 haben wir uns vorgenommen, die Grenzen der additiven Fertigung für Warm- und Kaltumformwerkzeuge im Allgemeinen und für Druckgusswerkzeuge im Besonderen zu überwinden, sagt Harald Lemke, Director of Product Management, MacLean-Fogg Component Solutions. Dieses Projekt beweist, dass es möglich ist, große, komplexe und zugleich hochbelastbare Einsätze herzustellen, und liefere klare Meilensteine, um auch wirtschaftlich attraktiv zu sein. Additive Fertigung sei bereit, echte Herausforderungen im industriellen Maßstab anzunehmen. Für OEMs ist das ein entscheidender Vorteil: kürzere Entwicklungszeiten, längere Standzeiten der Werkzeuge und mehr Flexibilität im Werkzeugdesign, so Harald Lemke.

Für Fahrzeughersteller wie Toyota, die auf weniger Einzelteile und komplexere Strukturen setzen, bieten diese Entwicklungen neue

Möglichkeiten der Werkzeugstrategie: weniger Aufwand bei der Werkzeugfertigung, längere Laufzeiten und die Möglichkeit, mehrere Varianten mit einem Werkzeug zu realisieren. Das gefertigte Bauteil belegt eindrucksvoll, dass die entwickelte Prozesskette aus großformatiger LPBF-Anlage, innovativem Werkstoff und hybrider Fertigung den Anforderungen realer Industrieanwendungen selbst im Umfeld von Giga Casting gerecht wird. Das Potenzial reicht weit über den Einzelfall hinaus: Die entwickelte Prozesskette eignet sich nicht nur für große Aluminium-HPDC-Werkzeugeinsätze, sondern auch für die meisten anderen Warm- und Kaltumformwerkzeuge und Einsätze wie Stanz-, Gewinde- oder Spritzgießeinsätze. Überall dort, wo hochbelastete Werkzeuge mit komplexer Kühlung und begrenzten Losgrößen benötigt werden, kann die additive Fertigung deutliche Vorteile bieten.

Kontakt

Niklas Prätzsch M. Sc., Gruppe LPBF Prozesstechnik,
E-Mail: niklas.praetzsch@ilt.fraunhofer.de
Dr. Tim Lantzsch, Abteilungsleiter Laser Powder Bed Fusion, E-Mail: tim.lantzsch@ilt.fraunhofer.de
➔ www.ilt.fraunhofer.de

**WALTHER
TROWAL!**

BEWÄHRT IN DER KÖNIGSKLASSE.

Starten Sie mit unserer Gleitschleiftechnik von der Pole-Position.

walther-trowal.com



WE IMPROVE SURFACES!



STZ Tribologie
Steinbeis Transfer Zentrum

SEMINAR – RAUHEIT UND RAUHEITSMESSUNG

Wir machen Sie zum Experten –
alles über die
neue ISO 21920 und die ISO 25178.



Jetzt anmelden:
www.steinbeis-analysezentrum.com

Amorphes Material erstmals atomistisch berechnet

Maschinelles Lernen entlockt die atomaren Geheimnisse von Dünnschichten

Amorphes Aluminiumoxid wird häufig in Form von schützenden Dünnschichten und Membranen eingesetzt. Was dabei auf atomarer Ebene im Material passiert, ist jedoch schlecht verstanden. Ein interdisziplinäres Forschungsteam der Empa konnte die ungeordnete Materialstruktur dank innovativen Experimenten und maschinellem Lernen nun erstmals mit hoher Genauigkeit modellieren.

Aluminiumoxid ist die Fruchtliege der Materialwissenschaft: gründlich untersucht und gut verstanden. Die Verbindung mit der simplen chemischen Formel Al_2O_3 kommt in der Form des Minerals Korund und seiner Farbvarianten Saphir und Rubin häufig in der Erdkruste vor – und wird für unterschiedlichste Zwecke eingesetzt, sei es in der Elektronik, der chemischen Industrie oder in technischer Keramik.

Eine Besonderheit von Aluminiumoxid ist dessen Fähigkeit, bei gleicher Zusammensetzung unterschiedliche Strukturen anzunehmen. All diese Varianten sind ebenfalls gut verstanden – mit einer Ausnahme. Neben einer Reihe von kristallinen Formen kann Aluminiumoxid nämlich auch in einer amorphen, also ungeordneten Form vorliegen. Amorphes Aluminiumoxid hat besonders vorteilhafte Eigenschaften für einige High-Tech-Anwendungen, etwa in Form von besonders einheitlichen Schutzbeschichtungen oder ultradünnen Passivierungsschichten.

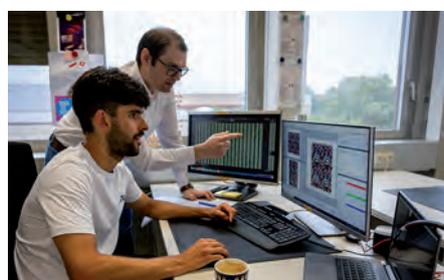
Trotz seiner weiten Verbreitung und dem Knowhow zu seiner Verarbeitung ist amorphes Aluminiumoxid auf atomarer Ebene noch ein Rätsel. *Kristalline Materialien bestehen aus kleinen, sich regelmäßig wiederholenden Untereinheiten*, erklärt Empa-Forscher Vladyslav Turlo aus dem Labor *Advanced Materials Processing* in Thun. Dadurch lassen sie sich relativ leicht bis auf ein Atom genau untersuchen – und am Computer modellieren. Denn wer die Interaktion von Atomen in einer einzigen Kristalleinheit berechnen kann, kann auch ganz einfach größere Kristalle aus mehreren Einheiten berechnen.

Amorphe Materialien haben keine derart periodische Struktur. Die Atome liegen mehr oder weniger wild durcheinander – schwer zu untersuchen und noch schwerer zu modellieren. *Wenn wir das Wachstum einer dünnen Beschichtung aus amorphem Aluminiumoxid auf atomarer Ebene von Grund auf simulieren würden, würde die Berechnung mit heutigen Methoden länger dauern als das Alter des Universums*, so Turlo. Genaue Simulationen

sind aber der Schlüssel zur effektiven Materialforschung: Sie helfen Forschenden dabei, ihre Materialien zu verstehen und deren Eigenschaften zu optimieren.

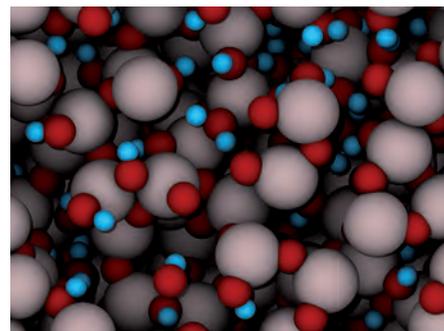
Genau simuliert und experimentell bestätigt

Empa-Forschenden unter der Leitung von Turlo ist es nun erstmals gelungen, amorphes Aluminiumoxid schnell, genau und effizient am Computer zu simulieren. Ihr Modell, das experimentelle Daten, Hochleistungs-simulationen und maschinelles Lernen vereint, gibt Auskunft über die atomare Anordnung in amorphen Al_2O_3 -Schichten und ist das erste seiner Art. Die Resultate haben die Forschenden in der Fachzeitschrift *npj Computational Materials* veröffentlicht.



Empa-Forschenden unter der Leitung von Simon Gramatte (vorne) und Vladyslav Turlo ist es erstmals gelungen, amorphes Aluminiumoxid mit Wasserstoffeinschlüssen atomar genau zu simulieren (Bild: Empa)

Möglich wurde der Durchbruch dank einer interdisziplinären Zusammenarbeit von mehreren Empa-Labors. Turlo und sein Mitarbeiter Simon Gramatte, Erstautor der Publikation, stützten sich bei der Entwicklung des Modells auf experimentelle Daten. Forschende aus dem Labor *Mechanics of Materials and Nanostructures* stellten dafür amorphe Aluminiumoxid-Dünnschichten mittels Atomlagenabscheidung her und untersuchten sie gemeinsam mit dem *Joining Technologies and Corrosion*-Labor in Dübendorf.



Klarheit aus dem Chaos: Die Aluminiumatome (grau) und die Sauerstoffatome (rot) liegen im amorphen Aluminiumoxid nicht in einer geordneten kristallinen Form vor. Das Modell zeigt außerdem eingelagerte Wasserstoffatome (blau), die sich an den Sauerstoff binden und so die Materialeigenschaften des Aluminiumoxids entscheidend verändern (Bild: Empa)

Eine große Stärke des Modells: Es berücksichtigt neben den Aluminium- und Sauerstoffatomen des Aluminiumoxids auch eingeschlossene Wasserstoffatome. *Amorphes Aluminiumoxid enthält je nach Herstellungsmethode unterschiedlich große Anteile an Wasserstoff*, erklärt Ko-Autor Ivo Utke. Wasserstoff ist das kleinste Element des Periodensystems und dadurch schwer zu messen und zu modellieren.

Dank einer innovativen Spektroskopiemethode namens HAXPES, die in der Schweiz nur an der Empa möglich ist, konnten die Forschenden den chemischen Zustand von Aluminium in den unterschiedlichen Dünnschichten charakterisieren und in die Simulation einfließen lassen, um daraus erstmals die Verteilung des Wasserstoffs im Aluminiumoxid abzuleiten. *Wir konnten zeigen, dass sich der Wasserstoff ab einem bestimmten Gehalt an den Sauerstoff im Material bindet und so den chemischen Zustand der anderen Elemente beeinflusst*, sagt Co-Autorin Claudia Cancellieri. Das verändert die Materialeigenschaften: Das Aluminiumoxid wird dadurch lockerer, also weniger dicht.

Durchbruch für grünen Wasserstoff

Dieses Verständnis der atomaren Struktur ebnet den Weg zu neuen Anwendungen von amorphem Aluminiumoxid. Das größte Potenzial sieht Turlo im Bereich der Herstellung von grünem Wasserstoff. Grüner Wasserstoff wird durch Spaltung von Wasser mittels erneuerbarer Energien – oder sogar direktem Sonnenlicht – hergestellt. Um den Wasserstoff vom ebenfalls entstehenden Sauerstoff zu trennen, werden effektive Filtermaterialien benötigt, die nur eines der Gase passieren lassen. Amorphes Aluminiumoxid ist nach Aussage von Turlo ein enorm vielversprechendes Material für diese Wasserstoffmembranen. *Dank unserem Modell gewinnen wir ein besseres Verständnis davon, wie der Wasserstoffgehalt im Material die Diffusion von gasförmigem Wasserstoff im Vergleich*

zu größeren Gasmolekülen begünstigt. In Zukunft wollen die Empa-Forschenden anhand der Modellierungen gezielt Aluminiumoxid-Membranen herstellen.

Ein atomares Verständnis unserer Materialien erlaubt uns, die Materialeigenschaften – sei es in Bezug auf Mechanik, Optik oder Durchlässigkeit – viel gezielter zu optimieren, sagt Materialforscher Utke. Das Modell kann nun bei allen Anwendungen von amorphem Aluminiumoxid zu Verbesserungen führen – und mit der Zeit auch auf weitere amorphe Materialien übertragen werden.

Die Forschenden haben gezeigt, dass eine genaue Simulation von amorphen Materialien möglich ist. Und dank maschinellem Lernen dauert der Prozess nur noch rund einen Tag – anstelle von Milliarden von Jahren.

Anna Ettl

Kontakt

Dr. Vladyslav Turlo, Advanced Materials Processing,
E-Mail: vladyslav.turlo@empa.ch

Originalpublikationen

S. Gramatte, O. Politano, N. Jakse et al.: Unveiling hydrogen chemical states in supersaturated amorphous alumina via machine learning-driven atomistic modeling. *npj Computational Materials* 11, 170 (2025), <https://doi.org/10.1038/s41524-025-01676-5>

C. Cancellieri, S. Gramatte, O. Politano, L. Lapeyre, et al: Effect of hydrogen on the chemical state, stoichiometry and density of amorphous Al₂O₃ films grown by thermal atomic layer deposition; *Surface and Interface Analysis* (2024), <https://analyticalsciencejournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/sia.7282>

➔ www.empa.ch

Optimierung von keramisch gebundenen Schleifwerkzeugen

Neue Forschungsinitiative am IFW Hannover

Das Institut für Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen (IFW) der Leibniz Universität Hannover hat ein neues Forschungsprojekt gestartet, das das Potenzial hat, die Herstellung und Leistung von keramisch gebundenen Schleifwerkzeugen deutlich zu verbessern. Im Fokus des Vorhabens steht die Untersuchung der komplexen Zusammenhänge zwischen Rohstoffeigenschaften, den einzelnen Schritten im Herstellungsprozess sowie dem Einsatzverhalten der Schleifwerkzeuge.

Keramisch gebundene Schleifwerkzeuge spielen eine entscheidende Rolle in zahlreichen industriellen Anwendungen. Besonders die Fähigkeit zur Selbstschärfung, bei der die Werkzeuge schneidfreudig bleiben, ohne dass zusätzliche Abrichtzyklen erforderlich sind, ist von großer Bedeutung für die Wirtschaftlichkeit im Einsatz. Dies führt zu einer erheblichen Reduzierung der Nebenzeiten und optimiert die Effizienz.

Die durch das IFW initiierte Untersuchung wird systematisch die gesamte Prozesskette der Schleifwerkzeugherstellung analysieren. Dabei liegt ein besonderer Fokus darauf, wie die Auswahl der Rohstoffe – insbesondere Bindung und Kornspezifikation – zusammen mit dem Sinterprozess die finalen Werkzeugeigenschaften bestimmt. Durch dieses methodische Vorgehen erhoffen sich die Forschenden, die Effekte des Herstellungsprozesses präzise auf das Einsatzverhalten zurückführen zu können.

Wir streben danach, die wissenschaftlichen Grundlagen zur Herstellung hochleistungsfähiger Schleifwerkzeuge zu schaffen und somit den Weg für eine wissenschaftsbasierte Produktion zu ebnen, erläutert das IFW-Mitarbeiter Thomas Geschwind. Die Forschenden sind zuversichtlich, dass die Forschungsergebnisse nicht nur ein tieferes Verständnis zur Optimierung des Schleifprozesses liefern werden, sondern auch weitreichende positive Auswir-



Neue Forschungsinitiative am IFW Hannover: Optimierung von keramisch gebundenen Schleifwerkzeugen

(Bild: Leibniz Universität Hannover)

kungen auf die industrielle Fertigungstechnik haben könnten. Thomas Geschwind

Kontakt

Thomas Geschwind, Institut für Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen,

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

➔ www.ifw.uni-hannover.de

Effiziente Produktion von Elektrolyse-Stacks mit hohem Wirkungsgrad

Nach der gemeinsamen Entwicklung von EcoLyzer, modular aufgebauten Anlagen für die alkalische Druckelektrolyse (AEL) in der MW-Klasse, erweitern Ecoclean und das Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW) ihre Kooperation. Ziel ist die wirtschaftliche Serienproduktion von Elektrolyse-Stacks mit hohem Wirkungsgrad. Denn als Kernkomponente bei der Erzeugung von grünem Wasserstoff beeinflusst der Stack die Effizienz des Gesamtsystems entscheidend.

Anfang 2022 starteten Ecoclean und das ZSW im Rahmen des Verbundprojekts *EcoLyzer BW* mit der Entwicklung eines international wettbewerbsfähigen Elektrolysesystems für die Erzeugung von grünem Wasserstoff. Entstanden ist EcoLyzer, ein modulares Konzept für den kosteneffizienten Aufbau von Elektrolyseanlagen mit 1 bis 20 MW Systemleistung in der Nähe von Energieerzeugern (Sonne, Wind, Wasser). Die Serienproduktion ist Anfang 2024 bei Ecoclean gestartet.

Elektrolyse-Stack – Kernkomponente für hohe Systemeffizienz

Um auch das Herzstück der skalierbaren Elektrolyseure, die Elektrolyse-Stacks, in Eigenregie wirtschaftlich industrialisiert zu fertigen, bündeln die Wissenschaftler des ZSW und die Ingenieure des Anlagenbauers ihre Kompetenzen erneut. Manfred Hermanns, Director Sales & Customer Services bei der Ecoclean GmbH nennt dafür verschiedene Gründe: *Die Qualität und der Wirkungsgrad des Stacks haben den größten Einfluss auf die Effizienz des Gesamtsystems.* Je effizienter dieser arbeitet, desto mehr Wasserstoff werde durch die eingesetzte Strommenge erzeugt. Da die Produktionskosten von Wasserstoff zu rund 80 Prozent vom Strompreis abhängen,

beeinflusst der Wirkungsgrad des Stacks den Wasserstoffpreis entscheidend.

Einen weiteren Beitrag zu einer verbesserten Kosteneffizienz in der grünen Wasserstoffproduktion sieht der Manager in einer wirtschaftlichen, automatisierten Produktion der Stacks, die aus einer Vielzahl von in Reihe geschalteten Einzelzellen und weiteren Komponenten bestehen. *Als erfahrener Maschinen- und Anlagenbauer verfügen wir über das Knowhow und die Expertise auch komplexe Fertigungsprozesse effizient zu automatisieren und damit sowohl die Produktionskosten der Anlagen zu senken als auch ein hohes Qualitätsniveau zu gewährleisten,* ergänzt Manfred Hermanns.

Nicht zuletzt spielt in der aktuellen geopolitischen Lage der Produktionsstandort eine zunehmend wichtigere Rolle. Dabei geht es einerseits darum, wo ein Produkt entwickelt und gefertigt wird. *Engineered and made in Germany* seien hier nach wie vor gute Argumente wie Manfred Hermanns bestätigt: *Kunden fragen uns immer häufiger, woher wir unsere Komponenten beziehen und nach dem ökologischen Footprint unserer Systeme und Anlagen. Diese Fragen können wir durch die Entwicklung und Herstellung in Deutschland zufriedenstellend beantworten.* Darüber

hinaus sind Unternehmen mehr denn je gefordert, eine resiliente und nachvollziehbare Lieferkette sicherzustellen, die dauerhaft unabhängig von langen Transportwegen und Zöllen funktioniert. Hinzu kommt, dass Industrieunternehmen, Kommunen und Energieversorger heute immer häufiger Produkte aus Europa beziehen müssen, wenn sie für Projekte Fördermittel in Anspruch nehmen möchten. *Diese Anforderungen erfüllen wir mit unseren modularen, alkalischen Elektrolyseuren bereits heute zu 100 Prozent,* merkt der Manager an.

Skalierbare Lösung, die ohne kritische Rohstoffe auskommt

Technologisch basieren die EcoLyzer auf einer vom ZSW während des letzten Jahrzehnts entwickelten und ständig weiter optimierten Systemtechnik für die alkalische Elektrolyse. Das Verfahren ist industriell etabliert und kann durch geringe Investitionskosten im Vergleich zu anderen Elektrolyseverfahren punkten. Darüber hinaus benötigt diese Technologie zur Herstellung von Wasserstoff keine ressourcenkritischen Rohstoffe wie Seltene Erden und Edelmetalle. D. Schulz

www.ecolyzer.com



Durch die erweiterte Kooperation als automatisierte Serienproduktion von Elektrolyse-Stacks mit hohem Wirkungsgrad wird die Kosteneffizienz der grünen Wasserstoffproduktion verbessert (Bild: Ecoclean)



Als Kernkomponente bei der Erzeugung von grünem Wasserstoff beeinflusst der Stack die Effizienz des Gesamtsystems und damit den Preis für das Gas entscheidend (Bild: Ecoclean)

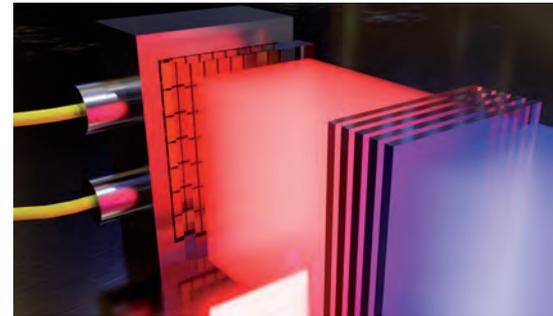
≡ Geballtes Dioden-Know-how für US-geführten Fusionsenergie-Hub

Der **STARFIRE Hub** – eine vom US-Energieministerium geförderte Initiative zur Entwicklung von Fusionsenergie-Lösungen unter der Leitung des Lawrence Livermore National Laboratory (LLNL) – begrüßt fünf Neumitglieder in seiner Arbeitsgruppe für Diodenlaser-Technologie. Wie das Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT berichtet, verstärken zwei deutsche Forschungsinstitute und drei global führende Unternehmen STARFIRE mit erstklassigem Diodenlaser-Know-how bei der Entwicklung der technologischen Grundlagen für die laserbasierte Trägheitsfusion.

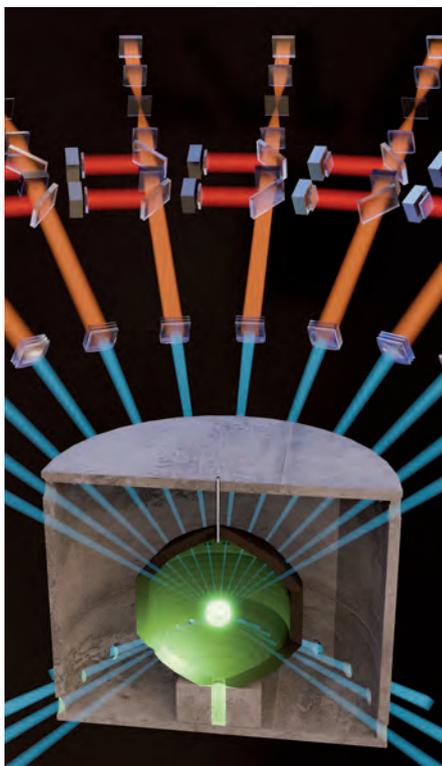
Wir freuen uns sehr, eine Gruppe renommierter Organisationen im STARFIRE Hub willkommen zu heißen, sagt Will Fenwick, Leiter der STARFIRE-Arbeitsgruppe für Diodenlasertechnologie. Ihr gebündeltes Fachwissen wird Fenwick zufolge entscheidend dazu beitragen, die Entwicklung jener Diodenlasertechnologie voranzutreiben, die für die Realisierung von Kraftwerken auf Basis der Trägheitsfusion erforderlich sei.

Um die Trägheitsfusion (Inertial Confinement Fusion, ICF) für Kraftwerke nutzbar zu machen, sind grundlegend neue, auf Diodentechnologie basierende Anlagenkonzepte gefragt. Zwar hat die National Ignition Facility (NIF) am LLNL seit Dezember 2022 in

vielfach wiederholten Experimenten nachgewiesen, dass es möglich ist, per Laser ein Fusionsplasma aus den Wasserstoffisotopen Deuterium und Tritium mit Energiegewinn zu zünden. Doch in der Versuchsanlage dienen Blitzlampen zum Pumpen des weltweit größten und stärksten Lasersystems. Diese Aufgabe sollen in Fusionskraftwerken der Zukunft hocheffiziente Diodenlaser übernehmen. Mit minimiertem Energieeinsatz und hohem Energieoutput müssen diese eine Frequenz von zehn bis 20 Pumpimpulsen pro Sekunde (10–20 Hz) gewährleisten, ohne zu überhitzen. Das Pumplicht stellt dabei die Energie bereit, um die Laserstrahlung zur Zündung des Fusionsplasmas bis in den Megajoule-Bereich zu verstärken.



Visualisierung eines Diodenlasermoduls mit Strahlformung zum Pumpen von Plattenstapelverstärkern in Hochenergielasern; solche Diodenlaser-Pumpmodule gelten als Schlüsselkomponente für Fusionskraftwerke der Zukunft (© Fraunhofer ILT, Aachen)



Querschnitt der Fusionskammer in der Visualisierung eines Trägheitsfusionskraftwerks; darin werden mithilfe von Lasern zehnmal pro Sekunde etwa pfefferkorngroße Pellets mit dem Brennstoff Deuterium Tritium gezündet, um klimaneutrale Energie zu erzeugen (© Fraunhofer ILT, Aachen)

Roadmap für Hochleistungslaserdioden der nächsten Generation

Die nun erweiterte Arbeitsgruppe wird sich mit technischen Anforderungen befassen, Machbarkeitsstudien und Versuchsreihen durchführen und Innovationen vorantreiben, um die Weiterentwicklung von Hochleistungsdioden branchenweit zu unterstützen. Ein Ziel ist die Harmonisierung der Anforderungen an IFE-Lasertreiber und -dioden. Auch die Verständigung auf definierte Zuverlässigkeitskriterien sowie eine Norm für deren Prüfungen stehen auf der Agenda. Dafür sind unter anderem laborübergreifende Tests zum Vergleich der Dioden-Performance an mehreren Standorten geplant, die die Arbeitsgruppe koordinieren wird.

Paul Crump, Leiter des High-Power Diode Lasers Labs am Ferdinand-Braun-Institut – Leibniz-Institut für Höchstfrequenztechnik (FBH) in Berlin, übernimmt zusammen mit Will Fenwick vom LLNL die Leitung der neu gegründeten Arbeitsgruppe. Neben dem FBH arbeitet mit dem Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT in Aachen ein weiteres Forschungsinstitut in der STARFIRE-Arbeitsgruppe für Diodentechnologie mit. Es war ebenso wie Trumpf Photonics und Leonardo Electronics bereits Mitglied des STAR-

FIRE-Hubs. Nun stoßen mit Coherent, Hamamatsu Photonics K. K. und Lumibird im Rahmen der neuen Arbeitsgruppe drei weitere international führende Unternehmen aus dem Bereich der Diodenlasertechnologie dazu.

Lieferketten für die nächste Generation von Fusionsenergielösungen

Die Aufnahme der neuen Mitglieder unterstreicht nach Aussage von Tammy Ma, Leiterin der Inertial Fusion Energy Institutional Initiative des LLNL, das Engagement des STARFIRE Hubs für ein verstärktes Miteinander in der Industrie und Forschung. *Gemeinsam legen wir den Grundstein für die nächste Generation von Fusionsenergielösungen.* Dafür gilt es, die Lieferketten gezielt zu stärken. Beim IFE-STARFIRE-Hub handelt es sich um eine vom US-Energieministerium, Abteilung Fusion Energy Sciences, geförderte Initiative.

Kontakt

Dr. rer. nat. Martin Adams, Gruppenleiter Computational Methods, E-Mail: martin.adams@ilt.fraunhofer.de

Dr. rer. nat. Sarah Klein, Gruppe Optikdesign und Diodenlaser, E-Mail: sarah.klein@ilt.fraunhofer.de

➔ www.ilt.fraunhofer.de

Hohlprägewalzen im industriellen Maßstab

Fraunhofer IWU präsentiert mit flexROLLmax eine Anlage für größere Bauteile und Materialstärken

Das Hohlprägewalzen ist ein effizientes und ressourcenschonendes Umformverfahren, das insbesondere bei der Herstellung komplexer Hohlstrukturen deutliche Vorteile gegenüber konventionellen Methoden bietet. Bereits auf der EuroBlech 2024 präsentierte das IWU mit der BPPflexROLL eine Anlage für die hocheffiziente Herstellung von Bipolarplatten (BPP) für Brennstoffzellen oder von Wärmetauscherplatten. Nun erweitert die flexROLLmax das Produktionsspektrum auf großformatige Bauteile wie Elektrolyseurplatten. Sie erschließt als große Schwester der BPPflexROLL neue Bereiche des Blechsektors für das Prägen von Bauteilen. Bleche in Materialdicken bis zu 0,5 mm und Bauteilgrößen bis 1,2 m Kantenlänge sind für sie kein Problem, berichtet das Fraunhofer IWU.

Die flexROLLmax-Anlage ergänzt das Maschinenspektrum am Fraunhofer IWU, das bereits einzigartige Expertise bei Prozessen und Maschinen für das Prägen von Reliefs auf metallischen Oberflächen besitzt. Gemeinsam mit interessierten Partnern wird das Chemnitzer Forschungsinstitut das Hohlprägewalzen auf völlig neue Produktgruppen ausweiten können. Struktur- und Funktionskomponenten für Haushalts- und Gebäudetechnik und die Elektroindustrie sind nur ein Ausschnitt möglicher Anwendungsbeispiele. Die wichtigsten Vorteile des Hohlprägewalzens sind:

- Hohe Produktionsraten und Wirtschaftlichkeit: Im Gegensatz zu diskontinuierlichen Prozessen wie dem klassischen Hohlprägen oder der Hochdruckblechumformung, bei denen pro Pressehub ein Bauteil gefertigt wird und Verfahrenspausen entstehen, läuft das Hohlprägewalzen durch ein Walzenpaar kontinuierlich ab. Dies ermöglicht eine erhebliche Steigerung der Stückzahlausbringung und führt somit zu Skaleneffekten. Letztlich resultieren daraus deutlich geringere Herstellungskosten pro Bauteil, was die Marktfähigkeit von Industrieprodukten fördert.
- Reduzierte Prozesskräfte, kompaktes Anlagenlayout: Das Hohlprägewalzen führt durch den inkrementellen Charakter des Prozesses (Formgebung in kleinen, aufeinander folgenden Umformschritten) zu einer signifikanten Reduzierung der Prozesskräfte – im Vergleich zum konventionellen Hohlprägen um durchschnittlich den Faktor 10. Geringere Prozesskräfte bedeuten, dass die benötigte Anlagentechnik

kleiner, leichter und kostengünstiger dimensioniert werden kann. Dies senkt Investitionskosten, Platzbedarf und Energieverbrauch.

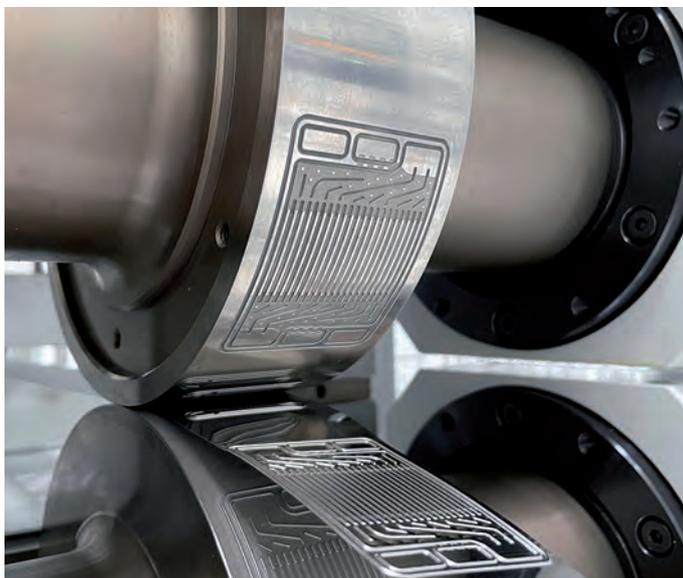
- Flexibilität und Anpassungsfähigkeit: Die BPPflexROLL und auch die flexROLLmax sind modular und flexibel gestaltet und können als kompakte Maschinen problemlos versetzt und umkonfiguriert werden. Die Anzahl der erforderlichen Walzensätze kann in Abhängigkeit von der spezifischen Bauteilgeometrie individuell angepasst werden. Das erhöht die Flexibilität in der Produktion und erlaubt die Herstellung verschiedener Geometrien auf derselben Anlage mit geringem Umrüstaufwand.
- Potenzial für Prozessüberwachung und Qualitätskontrolle: Das Fraunhofer IWU arbeitet daran, das Hohlprägewalzen zu einem kognitiven Umformprozess weiterzuentwickeln. Durch die Integration von Sensorik und intelligenten Algorithmen ist es möglich, die Qualität der Bauteile im laufenden Prozess zu überwachen beziehungsweise zu sichern und den Ausschuss zu minimieren.

flexROLLmax: Premiere zum B2B-Produktionsforum

Das Fraunhofer IWU und vierzehn Partner gestalteten das *B2B-Produktionsforum* am 16. und 17. September in Chemnitz für Forschende und Fachleute aus der Industrie. Die flexROLLmax war ein Highlight im Komplex *Profilbearbeitung in der Blech- und Massivumformung*.

Weitere Themenschwerpunkte betrafen insbesondere:

- Feinbearbeitung und Schleifen: Entwicklungstrends und neue Verfahren.
- Digitalisierung in der Produktion: Nahtlose Integration von Prozessen, Cloud-Diensten und Industriedienstleistungen, mit Prozessüberwachung in spanenden Werkzeugmaschinen und *Hands On – Shopfloor-Digitalisierung*.
- Wasserstoffsystem-Produktion: Neueste Fertigungstechnologien, Auslegung und Anwendung von Wasserstoffsystemen.
- Präzisionswerkzeugbau und Funktionsoberflächen: Abtragende Verfahren für den Werkzeugbau und die Gestaltung von Funktionsoberflächen.
- CNC-Robotik: Einfache Integration von Robotern in den Fertigungsprozess.
- Automatisierte Montage und Demontage: Effiziente Gestaltung von Montage- und Demontageprozessen.
- 3D-Druck: Dynamik und Präzision für den industriellen 3D-Druck von Kunststoffen und Metallen.
- Batix New Work: Digitalisierung in der Produktion



Fertigung von Bipolarplatten mittels BPPflexROLL

(© IWU)

www.iwu.fraunhofer.de

Verbundprojekt zu diamantbasierten Lasern

Wer maximale Präzision will, braucht einen Laser mit möglichst stabiler Frequenz. Eine Kooperation zwischen der Technischen Universität Braunschweig und der Leibniz Universität Hannover will diese Herausforderung erstmals mit diamantbasierten Materialien angehen. Gerade hochempfindliche Quantentechnologien könnten so von bis zu viermal stabileren Lasern profitieren – oder die aktuell besten Laser auf einem Viertel des Platzes unterbringen. Das vom Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt (BMFTR) geförderte Projekt bietet damit große Chancen für die Anwendung – von Quantencomputern über Gravitationswellendetektoren bis hin zur industriellen Wertschöpfung.

Die genauesten Uhren der Welt sind von ihnen genauso abhängig wie die kilometerlangen Gravitationswellendetektoren: Präzisionslaser sind buchstäblich maßgebend für eine Vielzahl von Quantentechnologien und Großforschungsprojekten. Für den nächsten Schritt zu noch empfindlicheren Sensoren arbeiten Forschende weltweit daran, verschiedene Rauschquellen zu minimieren, die etwa die Frequenzstabilität limitieren. Im entscheidenden Bauelement für die Frequenz, dem sogenannten optischen Resonator, kommen selbst auf niedrigste Temperaturen gekühlte Silizium- oder Saphirspiegel an ihre Grenzen und liefern ohnehin nur Höchstleistung, wenn sie ausreichend Platz im Versuchsaufbau bekommen.

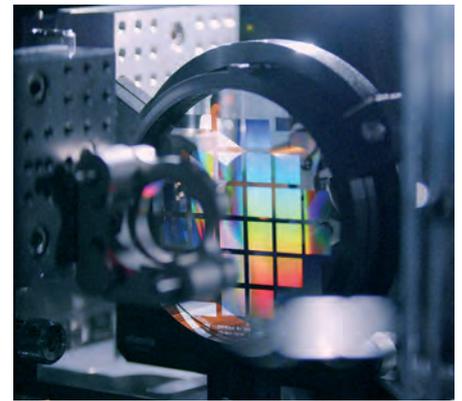
Die Arbeitsgruppe um Prof. Stefanie Kroker konnte an der TU Braunschweig in den letzten Jahren bereits erfolgreich mit meta-strukturierten Spiegeln stabilere Resonatoren auf weniger Raum realisieren. Im Projekt *All-Diamond Optical Cavities (ADOC)* soll nun gemeinsam mit Prof. Marc Wurz von der Leibniz Universität Hannover die erfolgreiche Methodik durch den Einsatz von Diamantmaterialien in Zukunft neue Standards setzen. Dafür entwickeln die Projektpartner in den kommenden drei Jahren die neuartigen Verbundmaterialien und erforschen ihre Eigenschaften.

Das ambitionierte Ziel des Forschungsteams: Auf der einen Seite vierfach stabilere Frequenzen dank diamantbasierter optischer Resonatoren. Auf der anderen Seite könnten die gleichen Ergebnisse ermöglichen, den aktuellen Stabilitätsstandard auf einem Viertel des Platzbedarfs zu realisieren. Gerade für Quantentechnologien, bei denen es aktuell vor allem darauf ankommt, Bauteile klein und skalierbar zu machen, wären dies attraktive Neuigkeiten. Entsprechend eng ist die Anbindung des Projekts an die regionalen Verbünde – darunter das Exzellenzcluster QuantumFrontiers und das Quantum Valley Lower Saxony.

Die Projektpartner setzen von Beginn an auch auf polykristalline Strukturen, die im Vergleich zu einkristallinen Diamanten kostengünstig produziert werden können und eine hohe Wirtschaftlichkeit ermöglichen. Aufgrund der Vielzahl an möglichen Anwendungen in Forschung und Industrie sollen zudem die Ergebnisse nachfolgende Industriekooperationen oder Ausgründungen anschieben.

Über das Projekt

Das Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt (BMFTR) fördert das Projekt ADOC mit knapp 600 000 Euro in der Fördermaßnahme *Wissenschaftliche*



Charakterisierung von Meta-Materialien an der TU Braunschweig

(Bild: element K für VolkswagenStiftung)

Vorprojekte zu Grundlagenfragen der Quantentechnologien und Photonik. Seit April 2025 forscht das Projektteam der TU Braunschweig (Projektleitung) und der Leibniz Universität Hannover für drei Jahre bis 31. März 2028.

Kontakt

Prof. Dr. Stefanie Kroker, Technische Universität Braunschweig, LENA Laboratory for Emerging Nanometrology, E-Mail: s.kroker@tu-braunschweig.de

➔ www.tu-braunschweig.de/mib/lena

BRW
CHEMIE

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

WIR LEBEN OBERFLÄCHENTECHNIK

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

HelpMeWalk – Die Zukunft des 3D-Bodyscannings in der Orthetik

Von Nicolas Pfaff, Nicolai Simon und Volker Bucher, HFU-Forschungszentrum Rottweil

Erkrankungen des Bewegungsapparats können zu funktionellen Einschränkungen führen, die sich in vielen Fällen durch den gezielten Einsatz von Orthesen ausgleichen lassen. Ein neuer Ansatz in der Entwicklung von Orthesen fokussiert sich auf die Verwendung von Magnetsensoren zur Aufnahme/Abbildung der Anatomie. Die hierfür verwendete Messelektronik wird mittels Verfahren der Oberflächentechnik beschichtet und somit waschbar und für mechanische Belastungen optimiert. Durch den Einsatz von Magnetsensoren bei der Orthesenherstellung entfällt zusätzlich die Verwendung von Gips, wodurch Ressourcen geschont werden und ein Beitrag zum Umweltschutz geleistet wird.

1 Ausgangssituation

Der Einsatz von Orthesen, medizinischen Hilfsmitteln, die zur Kompensation von Erkrankungen des Bewegungsapparats dienen, ist bei verschiedenen Krankheitsbildern erforderlich. Derartige Orthesen finden Anwendung an verschiedenen Körperteilen (z. B. Arme, Hände, Knie, Knöchel), wobei alle eine gemeinsame Herausforderung darstellen: die präzise Anpassung an die Anatomie des Patienten. Um zum Beispiel eine Fehlstellung des Fußes zu korrigieren, erfolgt die Ermittlung der Orthesenmaße derzeit mittels eines Gipsabdrucks. Der Orthopädietechniker korrigiert die Stellung des Fußes manuell, indem er ihn in einen unbeweglichen Zustand versetzt, und fertigt dann eine Form an, die für die Herstellung der Orthese verwendet wird. Dieses Verfahren ist zeitintensiv und kann Ungenauigkeiten aufweisen, was eine Nachbearbeitung

der Orthese erforderlich macht, um den Komfort des Patienten zu verbessern. Die Verwendung von optischen Scannern resultiert ebenso in einer geringeren Präzisionsrate, da die Hände des Technikers während des Scansvorgangs Teile der Anatomie verdecken und folglich Lücken in den erfassten Daten generieren (Abb. 1).

2 Intelligente Bandage

Die Hochschule Furtwangen (HFU), die Universität Straßburg und ihre Partner, die Fachhochschule Nordwestschweiz (FHNW) und die Hochschule Kaiserslautern (HSKL) beschäftigen sich mit der Lösung dieses Problems. Hierfür wird eine intelligente Bandage mit hunderten Magnetsensoren ausgestattet, die dem Patienten an der betreffenden Stelle angelegt wird. Die von den Sensoren gelieferten dreidimensionalen Koordinatenpunkte

repräsentieren die anatomische Form der von der Bandage umhüllten Körperpartie, die durch eine spezielle Software rekonstruiert wird. Die gewonnenen Messdaten können für den 3D-Druck einer auf den Patienten abgestimmten Orthese angewendet werden (Abb. 1).

In Abhängigkeit von der Position der Magnetsensoren am Bewegungsapparat werden verschiedene Leiterplattenlayouts verwendet, die eine optimale Anpassung an die jeweilige Anatomie gewährleisten. Die Verwendung flexibler Leiterplatten aus Polyimid ermöglicht eine Adaption an komplexe Strukturen. Die mechanische Stabilität ist ein entscheidender Parameter, um eine Beschädigung der Leiterbahnen und dadurch resultierende Ausfälle der verbundenen Magnetsensoren zu vermeiden. Ein Ausfall der Sensoren führt unweigerlich zu einem Verlust wichtiger anatomischer Positionsinformationen für die Orthesenherstellung.

Der mechanische Stress auf die Leiterplatten wird während der Entwicklung mit einem eigens dafür entwickelten Stresssimulator ausgeübt (Abb. 2). Das Ziel besteht in der Identifizierung von Schwachstellen im Leiterplattenlayout, um eine Optimierung des Layouts zu ermöglichen. Die verwendeten Komponenten wurden im Forschungszentrum Rottweil der Hochschule Furtwangen unter Verwendung des Fused Deposition Modeling (FDM)-Verfahrens gefertigt.

3 Stresstester und Verkapselung

Einzelne flexible Arme der Leiterplatte werden in dem Stresssimulator über einzelne Stößel in Intervallen nach oben gedrückt und biegen somit die Leiterplatte an definierten Punkten. Die Stößel sind über separate Linearführungen gelagert und werden durch Federn in ihre Ursprungsposition zurückge-

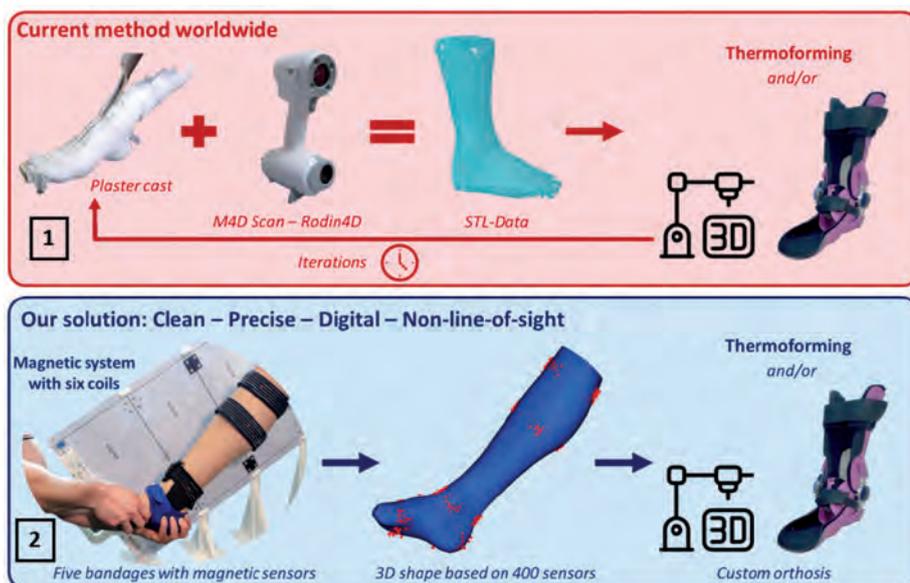


Abb. 1: Arbeitsablauf für das aktuelle Orthesen-Design (1) im Vergleich zum zukünftigen Arbeitsablauf mit der intelligenten Bandage (2) (Bild: Institut für Medizintechnik und Medizininformatik, Fachhochschule Nordwestschweiz FHNW)

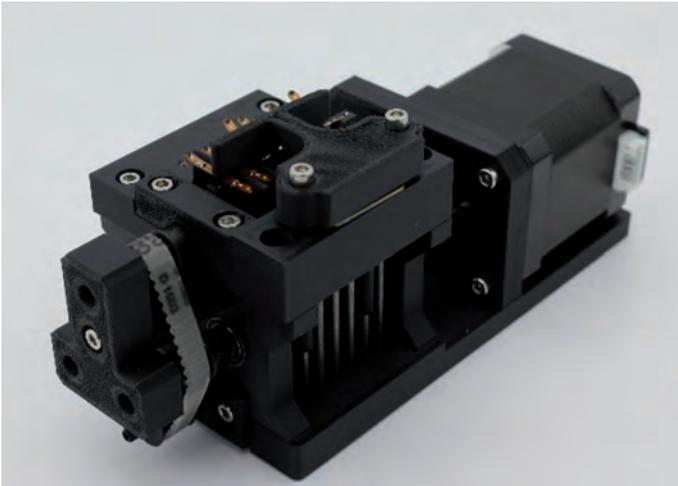


Abb. 2: Stresstester für flexible Leiterplatten

drückt. Die Übertragung der Bewegung erfolgt über zwei gelagerte Nockenwellen, die wiederum über einen Schrittmotor sowie einen Zahnriemen angetrieben werden. Um den mechanischen Abrieb der Bauteile während des Betriebs zu minimieren, wurden diese mittels Chemical Vapor Deposition (CVD) mit Parylene-C beschichtet. Im Rahmen des Testablaufs erfolgt in regelmäßigen Abständen ein Auslesevorgang aller Magnetsensoren. Hierdurch wird das potenzielle Versagen der Magnetsensoren beziehungsweise der Leiterbahnen sowie der exakte Versagenszeitpunkt ermittelt.

Ein weiterer wesentlicher Aspekt des Projekts ist die Wiederverwendbarkeit der Sensorik. Infolgedessen ist eine Reinigung der mit Sensoren versehenen Bandage nach dem Einsatz erforderlich. Um die Sensorik vor Feuchtigkeitseintritt beziehungsweise vor Reinigungsmitteln und dadurch entstehende Korrosion zu schützen, wird diese mit einer Parylene-C-Beschichtung versehen und anschließend in Silikon verkapselt. Für eine spätere Serienfertigung wird ein halbautomatischer Prozess entwickelt, bei dem ein Dosierroboter mehrere Gussformen nacheinander abfährt und die Elektronik in mehreren Schritten verkapselt. Der Aufbau des Systems sieht ein Kartuschensystem vor, welches das 2K-Silikon enthält, dass direkt bei der Applizierung durch eine Mischdüse gedrückt und somit gemixt in die jeweilige Form gegeben wird (Abb. 3).

Das Ziel besteht darin, eine optimale Methode zur Verkapselung zu identifizieren, die eine effektive Reinigung bei gleichzeitigem mechanischem und chemischem Schutz gewährleistet. Darüber hinaus soll die Durchlaufzeit der Herstellung auf ein Minimum reduziert werden. Im Anschluss an das Verkapselungsverfahren wird die Elektronik noch weiteren Testverfahren, wie beispielsweise Wasch- und Belastungstests, unterzogen.

In Zukunft soll die intelligente Bandage, nach Abschluss aller Optimierungen, mit ersten Probanden getestet werden. Hierbei wird der Fokus vor allem auf der Handhabung der Bandage und dem eigentlichen Messvorgang liegen. Aus den dabei gewonnenen Daten soll die Orthesenherstellung weiter vereinfacht und der Komfort für die Patienten verbessert werden.

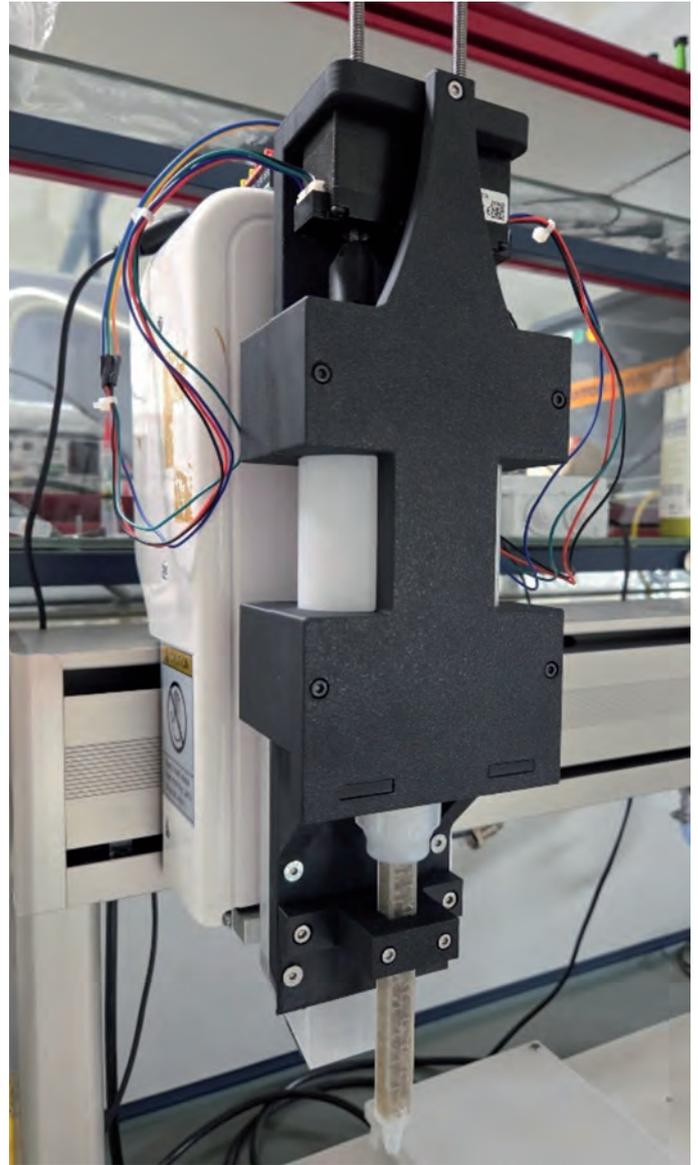


Abb. 3: Dosierroboter mit Aufbau zur Verkapselung

Förderung

HelpMeWalk ist ein Forschungsprojekt, das von der Europäischen Union über das Programm *Interreg Oberrhein*, der Wissenschaftsoffensive der Trinationalen Metropolregion Oberrhein, der Région Grand Est, dem Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst des Landes Baden-Württemberg und dem Ministerium für Wissenschaft und Gesundheit des Landes Rheinland-Pfalz gefördert wird. Die Schweizerische Eidgenossenschaft und die Kantone der Nordwestschweiz beteiligen sich an der Finanzierung der Schweizer Projektpartner.



Materialwissenschaft trifft Medizin

Was passiert mit Titanimplantaten im Körper? Warum werden sie manchmal abgestoßen oder brechen sogar? Die Empa-Forscherin Martina Cihova sucht die Antworten auf diese Fragen an der Grenzfläche zwischen dem Implantat und dem Körper, zwischen Materialwissenschaft und Medizin. Für ihr Forschungsvorhaben hat sie vor Kurzem einen *Ambizione-Grant* des Schweizerischen Nationalfonds (SNF) erhalten.

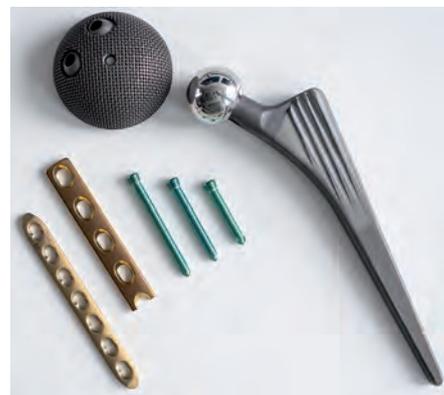
Dank medizinischen Fortschritten leben wir Menschen immer länger. Dabei wollen wir – verständlicherweise – bis ins hohe Alter gesund und mobil bleiben. Implantate und Prothesen ersetzen *abgenutzte* Gelenke und Zähne, stoppen Schmerzen und erhöhen die Lebensqualität. Moderne medizinische Implantate sind kleine Wunderwerke der Biomaterial- und der Bioingenieurskunst zugleich. Dennoch kommt es gelegentlich zum Versagen von Implantaten, was schwerwiegende Folgen für die Patientinnen und Patienten haben kann.

Warum es zu diesem Versagen kommt und warum sie in den letzten Jahren eher zu als abgenommen haben, will die Empa-Forscherin Martina Cihova aus dem Labor *Füge-technologie und Korrosion* untersuchen. Dafür nimmt sie das Verhalten von Implantaten im Körper unter die Lupe – oder, genauer gesagt, unter das Mikroskop. Für ihr Forschungsvorhaben hat die Wissenschaftlerin einen vierjährigen *Ambizione-Grant* des Schweizerischen Nationalfonds erhalten.

Viele Implantate, darunter künstliche Gelenke, Zahnimplantate und Herzschrittmacher,

bestehen aus Titan. Dieses Übergangsmetall ist leicht und stabil, ist im Körper sehr beständig und lässt Knochen besonders gut anwachsen. Für diese Eigenschaften ist eine dünne Oxidschicht verantwortlich, die sich bei Kontakt mit Luft an der Titanoberfläche bildet. So ist es schließlich nicht das Titan selbst, sondern die schützende Schicht an der Oberfläche der Implantate, die in Kontakt mit dem Körper kommt. *Da diese natürliche Passivschicht weniger als zehn Nanometer dick ist, wird sie in der Medizintechnologie und Forschung oft zu wenig beachtet*, so Martina Cihova.

Hinzu kommt, dass manche Hersteller die Oxidschicht verändern, etwa verdicken, um unterschiedlichen Implantatgrößen oder Implantatmodellen eine Farbcodierung zu verleihen und den Ärztinnen und Ärzten so die Arbeit zu erleichtern. Andere rauhen die Oberfläche der Implantate auf, damit der Knochen besser anwachsen kann – oder gravieren mit einem Laser die Seriennummer ein. Auch 3D-Druck von patientenspezifischen Implantaten ist heute mittels Laserverfahren möglich. Alles sinnvolle Anwendungen, nur: *Jegliche*



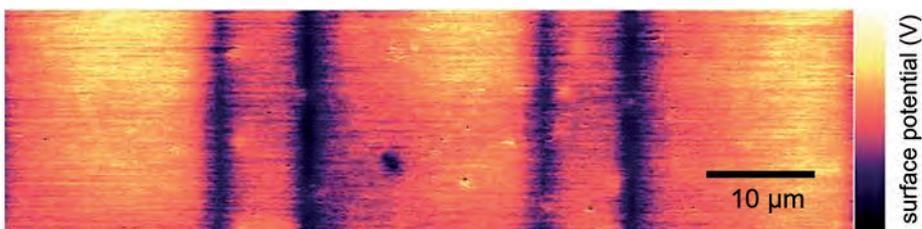
Die Oxidschicht an der Oberfläche von Implantaten wird beim Herstellungsprozess oft verändert, beispielsweise um das Anwachsen von Knochen zu begünstigen oder den Implantaten eine Farbcodierung zu verleihen (Bild: Empa)

Oberflächenbehandlung kann die Titanoxide an der Oberfläche verändern, weiß Cihova, und es sei zu wenig erforscht, was das für die Interaktion des Implantats mit dem Körper und für seine Korrosionsbeständigkeit bedeutet.

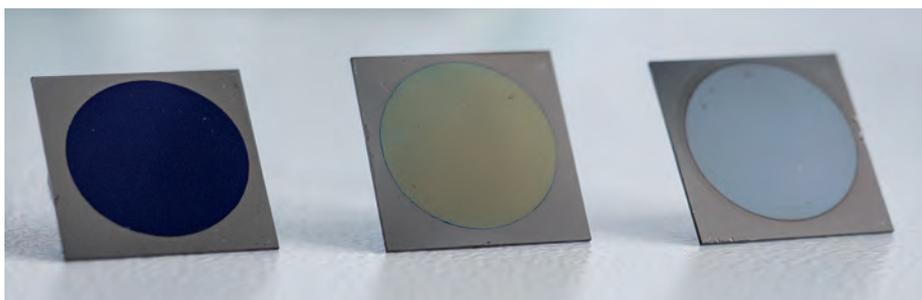
Forschung an der Grenze

Diese Wissenslücke will die Empa-Forscherin mit ihrem Projekt schließen. Schon als Bioingenieur-Studentin begeisterte sich Cihova für Materialwissenschaften. Daher schlug sie für ihr Doktorat einen neuen Weg ein – die Metallurgie –, um ihr Interesse an Materialien weiter zu vertiefen. Nun bringt sie ihre Expertise in den beiden Gebieten zusammen und richtet sie genau auf die Stelle, wo Metall, beziehungsweise Metalloxide, und Biologie aufeinandertreffen: die Grenzfläche zwischen Implantat und menschlichem Körper.

Solche Biogrenzflächen sind nach Aussage von Cihova hochkomplex, aber auch äußerst interessant. *Wenn man an Korrosion denkt, dann denkt man an salziges Meerwasser, feuchte Luft, vielleicht das rostige Velo – aber nicht an den menschlichen Körper*. Dabei kann gerade der eine durchaus überraschend aggressive Umgebung sein, insbesondere, wenn Immunreaktionen stattfinden. Immunzellen geben diverse Stoffe ab, die unter an-



Die Aufnahme aus dem Rasterkraftmikroskop zeigt deutlich erkennbare Bereiche mit unterschiedlichem Oberflächenpotenzial, die durch laserinduzierte Veränderungen in der Struktur des Titanoxids erzeugt wurden (Bild: Empa)



Die unterschiedliche Beschaffenheit des Titanoxids an der Oberfläche der Proben verleiht ihnen unterschiedliche Farben (Bild: Empa)

derem den pH-Wert senken und das Implantat angreifen können. Was macht der Körper also mit Materialien, die wir als stabil ansehen? Genau hier setzt die Forschung zur Biokorrosion an.

Diese Vorgänge sind auf (elektro-)chemischer und biologischer Ebene sehr komplex. Dazu kommt, dass Titanoxid eben nicht gleich Titanoxid ist. Es kann drei unterschiedliche kristalline Formen annehmen – alle mit der gleichen chemischen Zusammensetzung der Gleichung TiO_2 – oder amorph, sozusagen strukturell *undefiniert*, vorliegen. All diese Formen unterscheiden sich in ihren elektronischen und elektrochemischen Eigenschaften und somit potenziell auch in ihren Wechselwirkungen mit dem Körper.

Komplexität kontrolliert steigern

Die Oberflächenbehandlung von Implantaten kann die Kristallformen der Oxide verändern, entweder am gesamten Implantat oder nur punktuell. Um die Auswirkungen insbesondere dieser lokalen Heterogenität auf die ohnehin komplexe Biogrenzfläche zu verstehen, braucht es ein strukturiertes Vorgehen. Zunächst stellen Cihova und ihr Team in Zusammenarbeit mit den Empa-Experten für Laserverarbeitung von Metallen in Thun Mustersubstrate mit unterschiedlich strukturierten Titanoxidschichten her, die in ihrer Heterogenität systematisch variieren. Diese Substrate werden dann sukzessive immer komplexeren Körperflüssigkeiten ausgesetzt, um die fundamentalen Zusammenhänge von Struktur, Eigenschaften und Reaktivität der Oxide zu untersuchen.

Wir beginnen mit simulierten physiologischen Flüssigkeiten, die lediglich Wasser und Ionen enthalten, erklärt Cihova. In einem nächsten Schritt kommen Proteine hinzu, etwa das an der Immunantwort und der Wundheilung beteiligte Fibrinogen. Schließlich planen die Forschenden zu untersuchen, wie sich die Biogrenzfläche in Kontakt mit lebenden Makrophagen-Zellen – der *Polizei des Körpers* – verhält. Dafür arbeiten sie mit Empa-Forschenden in St. Gallen zusammen. *Ich freue mich sehr, dass wir für dieses Projekt Kolleginnen und Kollegen aller drei Empa-Standorte begeistern konnten*, sagt Martina Cihova. Das ermögliche es, solche komplexen Fragestellungen interdisziplinär anzugehen.

Bei jedem dieser Schritte werden die Grenzflächen auf *Herz und Nieren* untersucht, mittels elektrochemischer Methoden, gepaart mit hochauflösender Elektronen- und Rasterkraftmikroskopie. *Sehen heißt Verstehen – auch, wenn das heißt, auf eine Größenskala zu schauen, die weit kleiner ist als eine menschliche Zelle*, betont Cihova. Gerade dort ließen sich oft entscheidende Details entdecken.

Die Empa-Forscherin hofft, dass die Erkenntnisse aus den nächsten Jahren zu sichereren und stabileren Implantaten führen. Und auch, *dass wir mehr darüber lernen, wie sich die faszinierende Bandbreite von Oxideigenschaften gezielt in der Biomedizin nutzen lässt*. Im Anschluss an ihr *Ambizione*-Projekt 2028 will sie die neuen Methoden auch auf andere medizinische Materialien ausweiten. In Zukunft, ist Cihova überzeugt, wird das Forschungsgebiet noch mehr an Bedeutung gewinnen: Auch in den aufstrebenden Bereichen der Nanomedizin oder der implantierbaren Sensorik sei das Verhalten von Metalloxiden an Biogrenzflächen für deren Performance zentral.

Anna Ettl

Kontakt

Dr. Martina Cihova, Fügetechnologie und Korrosion,

E-Mail: martina.cihova@empa.ch

➔ www.empa.ch

Galvanikanlagen für dekorative und funktionelle Oberflächen.



Gestellanlagen
Trommelanlagen
Tischgalvanikanlagen
Einzelwannen
Ionenaustauscheranlagen



www.walterlemmen.de



Walter Lemmen GmbH
Birkenstraße 13
97892 Kreuzwertheim
Tel.: +49 (0) 9342 240 977 - 0
info@walterlemmen.de

Leiterplattentechnik
Wafer Technologie
Galvanotechnik
Medizintechnik
Filtertechnik
Apparatebau

OBERFLÄCHEN

DIE OBERFLÄCHE

Bewerbungsphase für den Stuttgarter Oberflächentechnik-Preis 2026 beginnt

Das Fraunhofer IPA vergibt kommendes Jahr wieder den Stuttgarter Oberflächentechnik-Preis **DIE OBERFLÄCHE**. Damit werden innovative Anwendungen und Technologien innerhalb aller Disziplinen der Oberflächentechnik gewürdigt. Die Bewerbungsphase beginnt am 6. Oktober 2025, die Preisverleihung findet am 5. Mai 2026 auf der Messe Surface Technology Germany in Stuttgart statt.

Von 6. Oktober 2025 bis einschließlich 20. Februar 2026 ist es wieder möglich, sich für den Stuttgarter Oberflächentechnik-Preis DIE OBERFLÄCHE zu bewerben. Zur Teilnahme an diesem Wettbewerb eingeladen sind sowohl Einzelpersonen als auch Organisationen, die die Oberflächentechnik-Branche innovierend mitgestaltet haben, gleichgültig ob in der Galvanotechnik, Lackiertechnik, im thermischen Spritzen oder in anderen industriellen Bereichen mit Bezug zur Oberflächentechnik. Die dreiköpfige Jury bewertet neben der Nachhaltigkeit auch den Innovationsgrad, die Ausprägung der Technologie oder Anwendung als Enabling-Technologie sowie die industrielle Umsetzbarkeit. *Innovation beginnt an der Oberfläche – gerade kleine und mittlere Unternehmen treiben mit ihren Ideen die Entwicklung ganzer Branchen voran. Solche Unternehmen sichtbar zu machen und zu fördern, ist immer wieder unser Antrieb für diese besondere Auszeichnung*, sagt Juror Martin Metzner, Forschungsbereichsleiter Oberflächenverfahren, -technik und Materia-



Die Auszeichnung DIE OBERFLÄCHE prämiiert innovative Anwendungen und Technologien innerhalb aller Disziplinen der Oberflächentechnik (Bild: Fraunhofer IPA/Rainer Bez)

lien am Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA.

Sieger des Wettbewerbs 2024 war die Holzapfel Metallveredelung. Das Unternehmen aus dem mittelhessischen Sinn überzeugte die Jury mit einem dreh- und kippbaren Galvanikgestell. Dank des stufenlosen Schwenkwinkels wird einerseits eine bisher unerreichte Beschichtungsqualität möglich und andererseits eine sehr große Variabilität bei der Bauteilausrichtung. Diese Wendigkeit spart Ressourcen, weil es so erstmals möglich ist, Bauteile nur auf einer Seite zu beschichten, ohne sie vorher maskieren zu müssen.

Preisverleihung auf der Fachmesse Surface Technology Germany 2026

Neben Metzner gehören der interdisziplinären und unabhängigen Fachjury Martin Rieser (VDMA Oberflächentechnik) und Michael Hilt (Forschungsgesellschaft für Pigmente und Lacke e. V.) an. Der Stuttgarter Oberflächentechnik-Preis DIE OBERFLÄCHE wird alle zwei Jahre und 2026 bereits zum zehnten Mal vergeben. Die Preisverleihung findet am 5. Mai 2026 auf dem Fachforum der internationalen Fachmesse Surface Technology Germany in Stuttgart statt.

Alle nötigen Dokumente für die Bewerbung sowie weitere Informationen stehen unter folgendem Link bereit:

➔ www.ipa.fraunhofer.de/oberflaeche



Wir produzieren Zukunft

Das Fraunhofer IPA entwickelt und implementiert nachhaltige Produktionstechnologie. Im Bereich der Oberflächenverfahren, -technik und Materialien ist ein Team aus Forschenden mit seinen fachlichen Kompetenzen und einer umfassenden Infrastruktur speziell auf galvanische und andere Beschichtungen ausgerichtet. Seit Jahrzehnten werden aktuelle Fragestellungen der Branche entlang der gesamten industriellen Produktionskette für Beschichtungsunternehmen bearbeitet und Lösungen von der Entwicklung neuer Schichtwerkstoffe und den dazugehörigen Prozessketten über Anlagentechnik bis hin zur Schadensfallanalyse mit tiefgehendem Know-how zur Verfügung gestellt. In dieser Serie zeigen Forschende, wie den Herausforderungen in der Beschichtungstechnik in Zukunft begegnet werden kann.

Ansprechpartner

Dr.-Ing. Martin Metzner,
Leiter Forschungsbereich Oberflächenverfahren, -technik und Materialien,
Dr. Oliver Tiedje, Geschäftsbereichsleiter,
Fraunhofer IPA, Stuttgart

➔ www.ipa.fraunhofer.de/loesungen/beschichtungen-und-multifunktionale-materialien.html

Kontakt

Dr.-Ing. Martin Metzner,
E-Mail: martin.metzner@ipa.fraunhofer.de
Dr. rer. nat. Michael Hilt,
E-Mail: michael.hilt@fpl-ev.de



Der erste Platz beim Oberflächentechnik-Preis DIE OBERFLÄCHE ging 2024 an die Holzapfel Metallveredelung. Ausgezeichnet wurde ein dreh- und kippbares Galvanikgestell (Bild: Holzapfel Metallveredelung)

≡ Schutz durch Beschichtungen

Bericht über die Tagung Winterthurer Oberflächentag (WOT) am 4. September 2025 in Winterthur.

Auf dem vom Institute of Materials and Process Engineering (IMPE) der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW) ausgerichteten WOT stellten Fachleute aus Industrie und Forschung aktuelle Themen, Markttrends und Entwicklungen aus den Bereichen Oberflächentechnik und Beschichtungen vor. In der begleitenden Ausstellung präsentierten Partner des Instituts neueste Produkte zur Oberflächencharakterisierung und Beschichtungstechnik. Das IMPE verfügt über umfassende Kompetenzen in Materialwissenschaften und Verfahrenstechnik – eine Kombination, welche die Entwicklung von innovativen Materialien, Beschichtungen und Herstellungsverfahren sowie von Prozessen und Anlagen ermöglicht.

Eine der Hauptaufgaben von Beschichtungen ist der Schutz eines Objekts oder Materials vor äußeren Einflüssen. Dies kann der Schutz vor Korrosion sein, aber auch Schutz vor Witterung oder zerstörenden Mikroorganismen. Die nötige Schutzfunktion verlangt einer Beschichtung häufig viel ab. Chemische Stabilität, Temperaturbeständigkeit, mechanische Widerstandsfähigkeit und viele weitere Eigenschaften sind gefordert. Im Rahmen der diesjährigen Tagung, organisiert und geleitet von Prof. Dr. Martin Winkler, Dozent und Leiter Labor für Polymere Beschichtungen am IMPE, wurden unter anderem Fragen zu den sich ergebenden Anforderungen an ein Beschichtungssystem, zu den sich abzeichnenden neuen Lösungen oder dem Stand der Forschung auf dem Gebiet der Werkstoff- und Oberflächentechnik diskutiert.

Eröffnung

Prof. Dr. Rene Radis, Institutsleiter des IMPE, eröffnete die Tagung in Winterthur mit einer Vorstellung der Hochschule und seines Ins-

tituts. Die ZHAW ist mit etwa 15 000 Studierenden eine der größten Fachhochschulen der Schweiz. Sie ist in acht Fachbereiche gegliedert, einer der Fachbereiche beherbergt die Ingenieurwissenschaften, zu denen das IMPE gehört. Primäre Aufgaben der Hochschule sind die Lehre und angewandte Forschung. Vier Grundrichtungen der Lehre und Forschung werden von 14 Instituten realisiert, von denen eines das IMPE ist.

Die derzeit 53 Mitarbeitenden des IMPE befassen sich mit Themen aus den Bereichen Werkstoffwissenschaften sowie Verfahrens-/Prozesstechnik. Angesiedelt auf 3000 m² Labor- und Bürofläche werden aktuell 27 Projekte mit einem Volumen von mehr als 100 000 CHF bearbeitet. Darunter fallen Hochleistungswerkstoffe, moderne Verarbeitung/Fügen, innovative Oberflächentechnik und nachhaltige Verfahrenstechnik. Zu den interessantesten Arbeiten derzeit zählen eine Entwicklung auf dem Gebiet der Rührreibschweißung, Faserverbundwerkstoffe für die ESA, keramische Brennstoffzellen für Flüssig-

gas für den Einsatz im Kleinbedarf, die Dünnschichtabscheidung zur Herstellung von Solarzellen oder neuartige Absorbermaterialien zur Aufnahme von Kohlenstoffdioxid.

Oberflächenschutz von Holzbauteilen

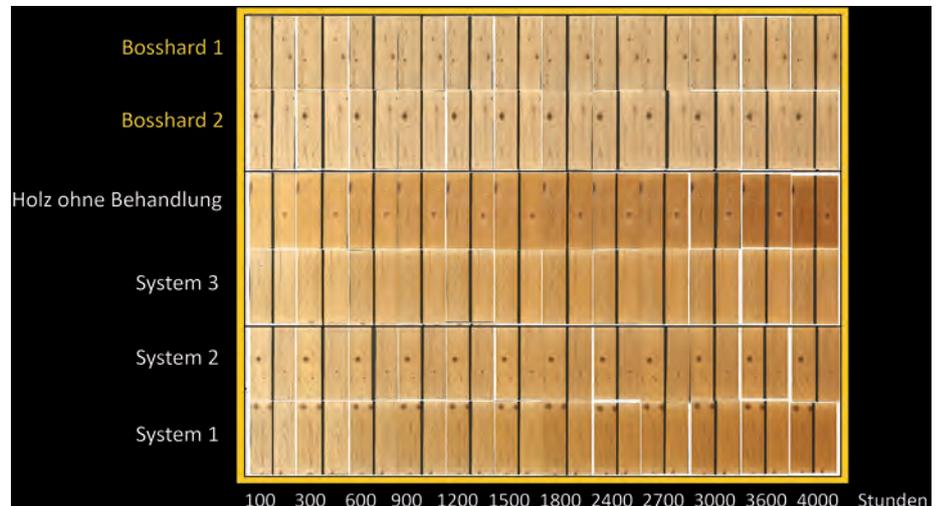
In einem gemeinsamen Vortrag befassten sich Dr. Barbora Starovicova, School of Architecture, Wood and Civil Engineering, Biel, und Dr. André Schaller, Bosshard Farben AG, Rümlang, mit dem Oberflächenschutz von Holzbauteilen während der Bauphase und im Gebrauch.

Wie Dr. Schaller eingangs betonte, ist Holz ein Werkstoff, der immer interessanter wird, da er nachhaltig ist und als Speicher für Kohlenstoffdioxid (CO₂) fungiert. Anlass für die von den Vortragenden durchgeführten Entwicklungsarbeiten waren das Auftreten von Wasserflecken, Vergilbungen oder Rissbildung der Holzoberflächen. Solche Fehler treten insbesondere im Zeitraum zwischen Bearbeitung im Holzwerk und dem Einsatz im Gebäude auf. Als Lösung des Problems sollte ein dün-



Prof. Dr. Radis

(Bild: ZHAW)



Farbänderungen während der künstlichen Bewitterung – Einfluss der UV-Strahlung ohne Kondensation (Bild: Starovicova/Schaller)

OBERFLÄCHEN

ner, UV-stabiler und umweltverträglicher Oberflächenschutz entwickelt werden für den Innenbereich und temporär im Außenbereich. Kriterien für die Beschichtung sind den Untersuchungen von Dr. Starovicova zufolge vor allem die Farbkonzanz, Benetzbarkeit in Richtung superhydrophob, das Diffusionsverhalten sowie die Feuchteregulierung. Die Untersuchungen über einen Zeitraum von etwa drei Jahren belegen, dass zwei Systeme von Bossard extrem stabiles Aussehen erzeugen, das heißt, es treten kaum erkennbare Farbveränderungen auf. Die Beschichtungen mit Dicken im Bereich von etwa 30 µm bis 60 µm zeigen ein nahezu superhydrophobes Verhalten. Beim Parameter Diffusion von Feuchtigkeit ist eine langsame Ausdunstung von Vorteil, da sich das Holz in diesem Falle an die Änderungen anpassen kann und damit keine Risse entstehen. Die von Bossard entwickelten Beschichtungssysteme gewährleisten ein langfristig gleiches Aussehen von Holzelementen. Dabei kommen nicht nur Nadelhölzer zur Anwendung, sondern auch die stabilere Buche.

Barrierebeschichtungen gegen Wasserstoffpermeation

Die von Dr. Andrea Deissenberger, Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM, vorgestellten Barrierschichten zur Reduktion der Wasserstoffpermeation, kommen bei Tanksystemen und Infrastrukturelementen zum Einsatz. Derzeit wird Wasserstoff vor allem in der chemischen Industrie, zunehmend auch in der Metallgewinnung, verwendet. Noch sind die Entwicklungsaktivitäten für den Einsatz von Wasserstoff überschaubar, wie beispielsweise bei Airbus, um Wasserstoff als Treibstoff für Flugzeuge einzusetzen. Des Weiteren ist vorgesehen, Wasserstoff im Erdgasnetz zu nutzen.

Eine der Herausforderungen ist die Speicherung von Wasserstoff für die weitere Verwendung. Die Vortragende arbeitet daher an der Entwicklung einer Barrierschicht auf den Werkstoffen für die entsprechenden Speicher. Ein Ansatz richtet sich auf die Einbringung von plättchenförmigen Füllstoffen in Polymere für die entsprechende Beschichtung auf den relevanten Bauteilen. Wichtig für eine gute Wirkung sind die Größe und Form der eingebrachten Partikel. Zur Anwendung kommt die Beschichtung auf Tanks aus Metall oder CFK.

Die Permeationsrate für Wasserstoff hängt davon ab, wie gut die plättchenförmigen Füll-

stoffe parallel zur Oberfläche ausgerichtet sind. Außerdem spielen die Parameter Schichtauftragung und Dicke der Beschichtung eine Rolle. So wirkt sich zum Beispiel ein hoher Lösemittelanteil in der Beschichtung positiv aus, da sich unter diesen Bedingungen die plättchenförmigen Füllstoffe optimal ausrichten können.

Eine weitere Herausforderung ist die Aufbringung der Beschichtung bei bereits bestehenden Infrastrukturelementen aus Stahl und Polymeren. Erwartungsgemäß ist die Aufbringung vor allem bei hochfesten Stählen interessant. Für die Luftfahrt sollte der Wasserstoff in kryogener Form eingesetzt werden, so dass Barrierschichten auch auf isolierenden Werkstoffen aufgebracht oder mit zusätzlicher Wärmeisolierung ausgestattet werden müssen.

Anodisieren additiv gefertigter Aluminiumteile

Im Rahmen einer Studienarbeit wurde die Oberflächenbehandlung additiv gefertigter Aluminiumbauteile durch anodische Oxidation untersucht, deren Ergebnisse Noémie Ott vom Institut für Mikrotechnik und Photonik IMP, OST Ostschweizer Fachhochschule, Buchs, erläuterte.

In der Regel werden bei dieser Behandlung poröse Oxidschichten erzeugt, soweit wässrige Verfahren herangezogen werden. Im Gegensatz dazu lassen sich durch Einsatz des Plasmaanodisierens geschlossene und sehr beständige Oxidschichten herstellen. Die porösen Schichten eignen sich sowohl für technische Belastungen gegen Korrosion und Verschleiß als auch für dekorative Oberflächen, die selbst eingefärbt werden können oder einen guten Haftgrund für organische Beschichtungen darstellen.

Variationen der Schicht ergeben sich bei der Änderung des Substrats und bei Änderung

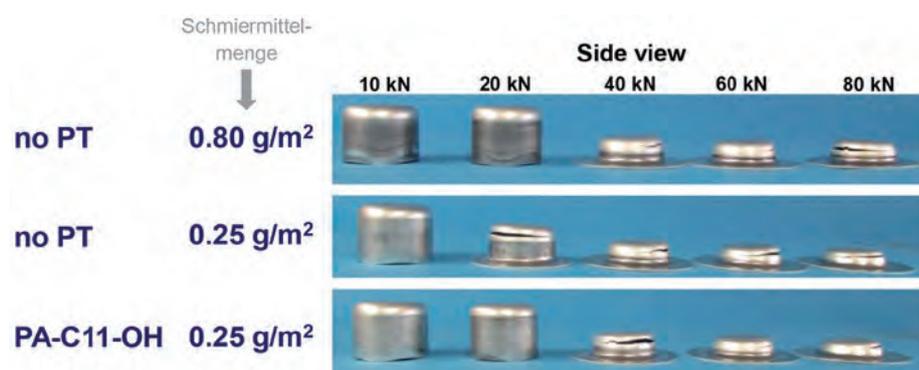
des Elektrolyten. Beim Wechsel von klassischem Aluminium (z. B. AlMg-Legierungen) zu additiv gefertigten Aluminiumteilen macht sich die deutliche Änderung des Substrats bemerkbar. Gut erkennbar ist der Unterschied, auch nach einer mechanischen Oberflächenbehandlung bei der Charakterisierung durch Aufzeichnung von Stromdichte-Potenzial-Kurven. Auch zeigen sich Unterschiede bei der erzeugten Schichtdicke auf den unterschiedlich behandelten Aluminiumoberflächen.

Die besten Ergebnisse werden bei mechanisch bearbeiteten Oberflächen, zum Beispiel durch Drehen, erzielt. Auch wenn die Stromdichte-Potenzial-Kurve ein relativ positives Verhalten nahelegt, ist störende Lochkorrosion festzustellen. Diese kann beispielsweise auf eine Anreicherung von Silizium in der Oberfläche zurückgeführt werden. Demzufolge wurde eine zusätzliche chemische Ätzung genutzt. Insgesamt lässt sich aus den Ergebnissen folgern, dass die additiv hergestellten Teile schlechter abschneiden als herkömmliche Legierungen des Typs 6061.

Multifunktionale Vorbehandlung von Aluminium

Das Unternehmen des Vortragenden Dr. Julian Bleich, Novelis Switzerland SA, Sierre, stellt Aluminiumbleche in unterschiedlicher Ausführung und Dicke her und ist einer der größten Aluminiumrecycler. Die Bleche werden in breitem Umfang für Getränkedosen oder Fahr- und Flugzeuge genutzt.

Für diese Produkte werden Vorbehandlungen benötigt, die die Haftfestigkeit von nachfolgenden Beschichtungen sowie die Korrosionsbeständigkeit oder Umformbarkeit des Grundmetalls gewährleisten beziehungsweise verbessern. Dazu werden beispielsweise selbstorganisierende Monolagen mit endfunktionalisierten Phosphonsäuren genutzt. Je nach vorhandenen Endgruppen der Ver-



Für eine vergleichbare Umformbarkeit kann die Schmiermittelmenge durch optimalen Aufbau der Beschichtungen deutlich gesenkt werden (Bild: Dr. Bleich)

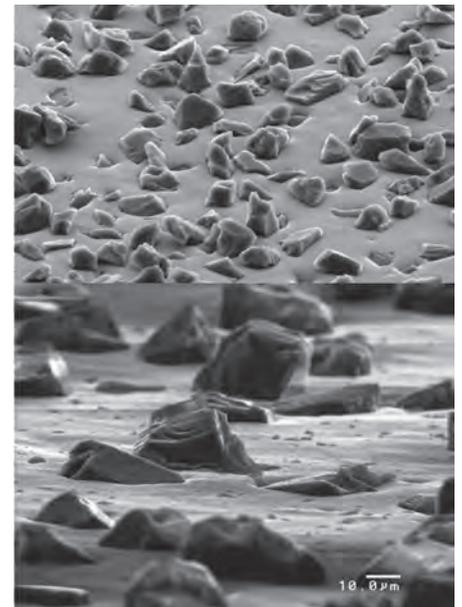
bindungen lassen sich so unterschiedliche Eigenschaften der Oberfläche einstellen. Diese können sehr gezielt und mit hoher Konstanz gewährleistet werden, wie mit XPS-Messungen nachgewiesen werden kann. Zu den wichtigen Eigenschaften zählt die Benetzung, um eine optimale Schmiermittelverteilung für die mechanische Umformung zu erreichen. Gleiches gilt für die Forderung nach guter Haftung von Klebstoffen oder dem Schutz gegen Korrosion.

Eine Erweiterung der Eigenschaften mit funktionalisierten Phosphonsäuren wird durch Mehrschichtsysteme auf der Basis von Zirkoniumphosphonat erreicht. Die entsprechenden Schichten werden durch mehrfache Tauchprozesse erzeugt. Dabei wurde festgestellt, dass ab einer sechsfachen Beschichtung keine Verbesserung der Eigenschaften nachzuweisen ist. Unterschiede bestehen allerdings zwischen den eingesetzten Stoffen. Geprüft wurde unter anderem das Verhalten in Bezug auf Korrosion und Haftung von vorbehandeltem Aluminium. Ab einer dreifachen Schicht ist keine signifikante Verbesserung mehr festzustellen, wobei wiederum die Art der Terminierung der eingesetzten Vorbehandlungsstoffe eine Rolle spielt.

Gezielte Steuerung des Reibverhaltens technischer Oberflächen

Wie Dr. Massler, De Martin AG, Wängi, eingangs betonte, gibt es sowohl Anwendungen, bei denen die Reibung reduziert werden muss als auch solche, bei denen die Reibungserhöhung von Vorteil ist. Eine Reduzierung der Reibung kann Energie einsparen und Werkstoffverluste vermeiden. Dazu werden funktionalisierte Beschichtungen eingesetzt. Reibungsreduzierung lässt sich unter anderem durch Trockenschmierung erreichen, wozu Beschichtungen genutzt werden, die schmierende Stoffe enthalten. Zu beachten ist hier, dass Reibung eine Systemeigenschaft ist, also weitere Einflussgrößen vorhanden sind. Als ein mögliches System präsentierte der Vortragende eine strukturierte Chromschicht, die mit einem Schmiermittel beschichtet ist. Das Schmiermittel setzt sich zwischen die bewusst erzeugte Mikrostruktur.

Ein weiteres System ist chemisch abgeschiedenes Nickel mit Einlagerung von schmierenden Stoffen, unter anderem PTFE. Allerdings steht PTFE als einer der Stoffe, der unter die PFAS-Aktivitäten der Gesetzgeber fällt, auf der Liste der nach Möglichkeit zu ersetz-



Oberflächen aus galvanisch abgeschiedenem Nickel mit eingelagerten Diamantpartikeln (Bild: Dr. Massler)

den Werkstoffe. Zwar verfügen auch Stoffe wie Molybdänsulfid über ähnliche Schmier-eigenschaften wie PTFE, zum Teil auch mit höheren Einsatztemperaturen. Allerdings ist der Einbau in chemisch abgeschiede-

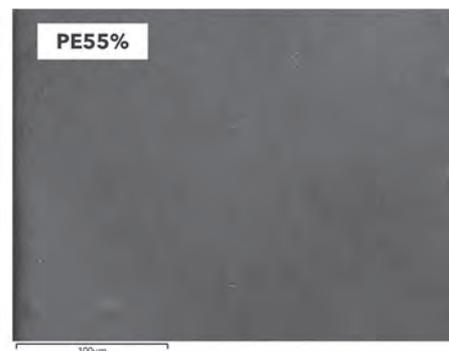
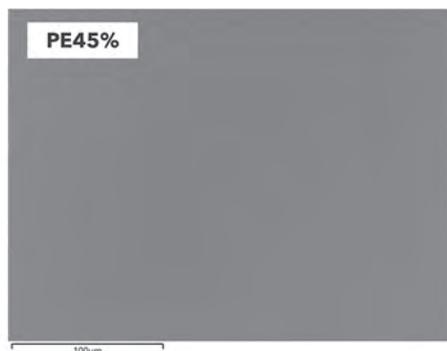
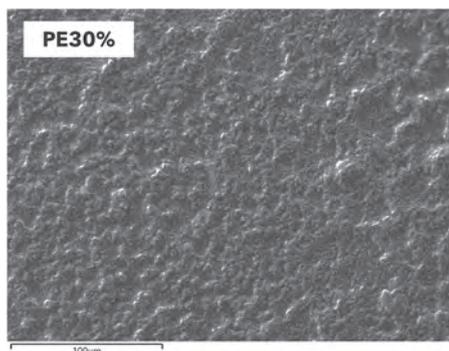
IHR PARTNER FÜR SCHICHT- DICKENMESSUNG UND MATERIAL- ANALYSE

So individuell wie Ihre Anforderungen –
so präzise sind unsere Lösungen.

07031 / 303-0
sales.de@helmut-fischer.com
www.helmut-fischer.com



OBERFLÄCHEN



REM-Aufnahmen der Beschichtungen mit Cutin im semikristallinen (links) sowie im amorphen Zustand (Mitte und rechts) auf Stahl (Bild: Dr. Buratti)

ne Schichten nicht trivial beziehungsweise 1:1 übertragbar. Derzeit wird daran gearbeitet, Tribopolymere in die Schicht an Stelle von PTFE einzubauen.

Bei galvanisch abgeschiedenen Chromschichten besteht die Möglichkeit, das natürlich vorkommende Rissnetzwerk als Aufnahmespeicher für Schmierstoffe zu nutzen. Das Rissnetzwerk kann im Übrigen durch Modifikation des Abscheidungsprozesses in gewissen Grenzen bezüglich der Aufnahmefähigkeit variiert werden.

Für eine Erhöhung der Reibwerte eignen sich ebenfalls galvanisch abgeschiedene Schichten, wie beispielsweise Nickel, in die kantige Hartstoffe so eingelagert werden, dass die Oberfläche ein Gleiten extrem stark unterdrückt. Als eingebetteter Stoff wird in großem Umfang Diamant mit Korngrößen von etwa 10 µm genutzt. Derartige Oberflächen kommen vor allem in Baugruppen zur Anwendung, bei denen Kräfte übertragen werden.

Physikalisch abgeschiedene Verschleißschutzschichten

Die Technologien des Magnetronsputters und HIPIMS (engl. High-power impulse magnetron sputtering) erlauben die Herstellung von Beschichtungen mit außergewöhnlichen Eigenschaften, die Joël Matthey, Haute Ecole Arc Ingénierie, La Chaux-de-Fonds, vorstellte. Bekannt sind derartige Hartstoffschichten insbesondere durch Schichten wie Titanitrid und deren Varianten, die seit langem vor allem auf Werkzeugen Einsatz finden. Eine neuere Version ist die Kombination von Titan und Silizium, erweitert um Stickstoff und Kohlenstoff, die alle eine hohe Härte und einen sehr guten Schutz gegen Adhäsion zeigen. Beim Magnetronsputtern ist die Basis das Verdampfen von Werkstoffen im Vakuum, ergänzt durch den Einsatz von Magnetfeldern sowie das Anlegen von Hochspannung beziehungsweise pulsierender Hochspannung.

Die hergestellten Schichten mit Dicken im Mikrometerbereich können auch thermisch belastet werden, ohne Einbußen ihrer Eigenschaften. Sie zeigen zudem eine ausgezeichnete Haftfestigkeit auf den Substraten, so dass sie beste Ergebnisse unter reibenden und gleitenden Beanspruchungen besitzen.

Barrierschichten auf Papierwerkstoffen

Dr. Emanuela Lo Faro, University of Modena and Reggio Emilia, Reggio Emilia, befasst sich mit der Behandlung von Papierwerkstoffen. Papier wird heute für unterschiedliche Zwecke eingesetzt und muss zum Beispiel im Bereich der Lebensmittelverpackung als Barriere gegen Feuchtigkeit wirken, beständig bei Fetteinwirkung und mechanisch stabil sein. Zugleich aber wird gefordert, dass Papier nach der Nutzung biologisch abbaubar ist. Um eine geeignete Beschichtung auf Papier aufbringen zu können, muss das Grundmaterial eine gewisse Beständigkeit gegen Lösemittel besitzen. Diese Eigenschaft beeinflusst die Verteilung einer aufgetragenen Beschichtung und die späteren Eigenschaften des Verbunds, insbesondere dessen Wasserdurchlässigkeit und Fettbeständigkeit. Die besten Ergebnisse werden mit einer Mischung aus Polymer und Cutin verzeichnet. Der resultierende Papierwerkstoff erfüllt die Anforderungen an Steifigkeit, Dehnbarkeit, Versiegelung und Barrierewirkung. Für den Lebensmittelbereich ist damit der Verbund für die Verpackung von feuchten und trockenen Lebensmitteln geeignet.

Cutinhaltige Beschichtung als Korrosionsschutz

Eine weitere Anwendung des Stoffes Cutin stellte Dr. Elena Buratti, University of Ferrara, Ferrara, vor. Ausgangspunkt ist unter anderem die Suche nach bioabbaubaren Stoffen für die Beschichtung. Cutin als Hauptkompo-

nente beispielsweise in Pflanzen ist zum Beispiel für die Barriere an der Oberfläche gegen eindringende Fremdstoffe verantwortlich. Es handelt sich um die Ausführungen der Vortragenden zufolge um ein natürliches Polyester von Fettsäuren. Die synthetisch erzeugte Variante eignet sich als Beschichtung von Papierwerkstoffen, aber auch als Schutz auf Aluminium.

Poly(esterurethane) (PU)-Harze, hergestellt mit IPDI in drei verschiedenen Veresterungsgraden (30 %, 38 %, 50 %), sind amorph und haben einen Erweichungspunkt, der mit zunehmendem Veresterungsgrad abnimmt. Die mit Bernsteinsäure hergestellten Harze können je nach Zusammensetzung semi-kristallin oder amorph sein und enthalten 30 % bis 55 % Cutin. Sie lassen sich ohne Einsatz von Lösemitteln auf Papier auftragen und zeigen im Endzustand gute Barriereigenschaften gegen Wasser und Fette. Zudem sind die damit beschichteten Papierwerkstoffe biologisch abbaubar und recyclingfähig.

Durch die Beschichtungstechnologie des Sprühbeschichtens lassen sich entsprechende Harze auf Aluminium- und Stahllegierungen auftragen. Die Beschichtungen bieten einen guten Korrosionsschutz, vergleichbar mit kommerziellen Beschichtungen.

➔ www.zhaw.ch



Besichtigung des IMPE

(Bild: ZHAW)

Atmosphärische Plasmen in komplexen Prozessen – effiziente Kombination innovativer Technologien für die Praxis

Bericht über den 48. Workshop des Anwenderkreis Atmosphärendruckplasma am 9. und 10. April 2025 in Chemnitz Teil 2

Die Anwendung von Verfahren unter Einsatz von Atmosphärendruckplasma erreicht eine große Zahl der heute wichtigen Fertigungsverfahren. Aufgrund der guten Voraussetzungen einer Integration in bestehende Prozesse liegt die primäre Aufgabenstellung bei der Anpassung der Arbeitsparameter an die jeweiligen Anforderungen, beispielsweise zur Verbindung von verschiedenen Kunststoffen, der Herstellung von Solarzellen oder neuartigen Batteriezellen. Die Nutzung von fortschrittlichen Datentechniken beschleunigt den dafür notwendigen Optimierungsprozess.

Fortsetzung aus WOMag 7-8/2025

Industrielle Anwendung von ADP-Systemen

Peter van Steenacker, Tigres GmbH, gab einen Einblick in die Kombinationsmöglichkeiten von Atmosphärendruckplasma für industrielle Einsatzzwecke beziehungsweise für komplexe Prozesse. Das Unternehmen des Vortragenden verfügt über umfangreiches Knowhow und Erfahrung bei der Entwicklung und Fertigung von Anlagentechnik für die Vorbehandlung von Materialien mittels Atmosphärendruckplasma. Dafür stehen eine Reihe von unterschiedlichen Ausführungen an Plasmadüsen beziehungsweise Coronasystemen zur Verfügung. Der Großteil der Düsen ist für flächige und 3D-Strukturen einsetzbar. Der Düse vorgeschaltet ist ein Spannungsgenerator, der an die Anforderungen der Anwendung angepasst ist.

Eine interessante Anwendung ist der Einsatz bei der Herstellung von Isolierungen von Flachdächern, bei denen ein besonderes Augenmerk auf die Abdichtung zwischen Abdeckungsfolie und Abflussrohr für Wasser erforderlich ist. Darüber hinaus liegt der Fokus auf dem Gesundheitsschutz der aktiven Arbeitskräfte, der Erhöhung der Effizienz sowie



Die Teilnehmer und Teilnehmerinnen am 48. ak-adp-Workshop

(Bild: Innovent)

der Qualität des Abdichtungsvorgangs. Im Endeffekt konnte durch den Einsatz von ADP auf den Einsatz von Primern, die umwelttechnisch kritisch sind, verzichtet werden. Durch die Plasmabehandlung wird das Grundmaterial PVC oberflächlich stark verändert, so dass im Folgeschritt durch einen Spritzprozess eine Verbindung mit einem weiteren Kunststoff geschaffen wird.

Ein weiteres Einsatzbeispiel ist die Vorbehandlung von Rohren aus Polyamid vor einer Koextrusion. Durch die Anordnung von drei Düsen wird in einem Schritt der vollständige Umfang der zu behandelnden Rohre sicher gewährleistet. Eine ähnliche Anwendung ist die Behandlung von Schläuchen aus Polyamid für eine nachfolgende Umspritzung mit Silikon.

Für die Herstellung von Getränkekartons wird ein Verbund aus Aluminiumfolie und Karton hergestellt. Sowohl Aluminium als auch Karton werden zusätzlich mit einer PE-Schicht versehen. Die Anforderung richtet sich darauf, dass im Bereich des Auslasses eine Delamination vermieden werden muss und zudem eine geringere Durchstoßkraft für das Öffnen des Kartons erforderlich wird. Dies wird erreicht, indem die Aluminiumfolie vor dem Prozess des Laminierens ausreichend gereinigt wird, um eine hohe Haftung zwischen Aluminium und PE zu erreichen. Dieser Reinigungsprozess erfolgt mit hoher Geschwin-



Arten und Ausführungen der verfügbaren Düsen für den Einsatz von Atmosphärendruckplasma

(Bild: van Steenacker)

OBERFLÄCHEN

digkeit im Bereich zwischen 350 m/min und bis 600 m/min, wodurch die Wirtschaftlichkeit gewährleistet ist.

Atmosphärendruckplasma in komplexen Prozessen

Im Fokus des Vortragenden Simon Chwatal, INO GmbH, lag die plasmatechnische Vorbehandlung, wobei er als Beispiel die Herstellung von Perowskit-Solarzellen und Aluminiumoberflächen vor dem Beschichten nannte. Zum Einsatz kommen dafür Plasmaquellen, die sich auch für die Metallisierung oder die Auftragung von keramischen Schichten eignen. Ein zweiter Typ einer Plasmaquelle ist für die Begrenzung der Maximaltemperatur, also sogenanntem Kaltplasma, anwendbar. Beide Systeme lassen sich leicht in der Industrie einsetzen, da sie sehr flexibel und umweltfreundlich sind sowie geringen Sicherheitsanforderungen unterliegen.

Für die Photovoltaik wurde der Ansatz herangezogen, mittels Plasma Perowskite durch die Nutzung von Zink an Stelle von Blei zu nutzen. Damit wird die Technologie umweltfreundlicher und gleichzeitig wird eine hohe Effizienz und Stabilität erreicht. Die Anlagentechnik kommt im Rolle-zu-Rolle-Prozess zum Einsatz und muss eine hohe Prozessgeschwindigkeit gewährleisten. Aktuell wird das Verfahren auf Glassubstrat angewandt, wobei die erforderliche Kristallisation innerhalb von wenigen Sekunden erreicht wird. Der Prozess selbst wird unter Schutzgas (Stickstoffatmosphäre) durchgeführt. Neben der Plasmabehandlung wird daran gearbeitet, den Ausgangsstoff durch Sprühen oder Rakeln auf das Glassubstrat aufzubringen und anschließend dem ADP-Prozess zu unterziehen.

Ein zweites Beispiel richtet sich auf die Plasmareinigung von Aluminiumbauteilen für die Fertigung von Batterieblöcken. Hierbei soll vollständig auf andere Technologien sowie

den Einsatz von Chemie verzichtet werden. Der Vorteil der Plasmatechnik liegt unter anderem in der einfachen Methode, die Reinigung lokal einzugrenzen. Abzureinigen ist im vorgestellten Fall der Rest an Kühlschmiermittel und Spänen von Aluminium. Die Reinigung muss eine nachfolgende sichere Verklebung gewährleisten; im vorliegenden Fall für eine Batteriewanne für die Automobilindustrie. Im Projekt ist eine Kombination des Reinigungsprozesses mit der Auftragung und Verarbeitung von Kleb- und Dichtstoffen gefordert. Mit dem Plasmaprozess wird die Haftung des Klebstoffs auf den zu verarbeitenden Werkstoffen deutlich erhöht. Aufgrund der guten Automatisierbarkeit der Prozesse wird eine hohe Wirtschaftlichkeit garantiert.

ADP für die Molekülsysteme - Experimente und Simulationen

Mit datengetriebenen Experimenten und Simulationen zur Durchführung von Molekülsynthesen befasst sich Dr. Dave Ahrens, enaDyne. Einleitend betonte er, dass der Einsatz von KI als regelbasierte Systeme bzw. Expertensysteme und daraus folgend maschinelles Lernen für das hier zu betrachtende Vorgehen hilfreich sind. Aktuell steht Deep Learning im Vordergrund auf Basis von neuronalen Netzen. Ein Schwerpunkt ist die Entwicklung von Programmen unter Zugrundelegung von Eingangsdaten und daraus entstehenden Ergebnissen. Bedingt hilfreich sind die Verfahren der Regression. Kritisch ist das daraus entstehende Varianz-Verzerrungs-Dilemma.

Die Genauigkeit des maschinellen Lernens hängt von der akzeptierten Komplexität des Problems ab. Mithilfe der nicht-parametrischen Modellanpassung können auch mehrdimensionale Probleme behandelt werden. Die vorgestellten Verfahren des maschinellen Lernens werden für die Synthes von Stoffen

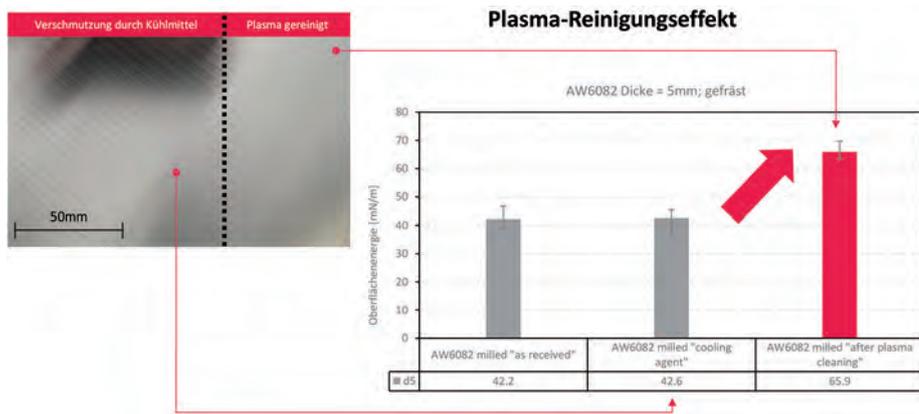
und Berücksichtigung der umweltfreundlichen Ansätzen, also die Vermeidung von toxischen Stoffen, geringem Energieverbrauch und hoher Nachhaltigkeit, eingesetzt. Diese Verfahrensdurchgänge werden unter Einsatz des maschinellen Lernens in sogenannten Closed-Loop-Experimenten entwickelt. Über verschiedene Berechnungen der unterschiedlichen Parameter ergibt sich schließlich die Wichtigkeit der verschiedenen Parameter. Daraus lässt sich erkennen, welche variablen Größen welche Effekte zur Erzielung der gewünschten Ergebnisse besitzen und welche der Größen damit für die Optimierung der Prozesse hilfreich sind.

Wettbewerb #ZukunftADP

Dr. Kerstin Horn ging kurz auf die bisherigen Ergebnisse der inzwischen drei Wettbewerbsrunden ein (2021, 2023 und 2025). Abgefragt wurde, welches Zukunftspotenzial der ADP-Technik zugeschrieben wird. In diesem Jahr war ein Sonderpreis zu den Kriterien Umwelt und Nachhaltigkeit ausgeschrieben. Besonderes Highlight des Workshops war die Fortsetzung des Wettbewerbs #ZukunftADP mit Vorstellung der 2025 eingereichten Wettbewerbsideen. Sieger der durchweg sehr interessanten und kreativen Ideen mit wirtschaftlichem Bezug war nach Abstimmung der Jury aus Plasmaforschung, Industrie und Fachpresse die Arbeit von Manuela Ockel und Andre Borchers zum Thema *Der Nachteil von Solid-State Batterien ist (noch) die Produktion der SSBs - Plasmaspritzen löst dieses*.

Für die anodenfreie Solid-State Batterie müssen unter anderem geeignete Festelektrolyte mit hoher ionischer Leitfähigkeit für Natrium oder eine effiziente und zuverlässige Produktion der Zelle entwickelt werden. Problematisch ist bisher der geringe Grenzflächenkontakt zwischen dem Festelektrolyten und dem Stromsammler. Bei anodenfreien, elektrodunenabhängigen Batteriekonzepten ist der Grenzflächenwiderstand zwischen SE und CC ausschlaggebend für die Effizienz der Zelle, da das Anodenmaterial (Lithium oder Natrium) zwischen Stromsammler und Festelektrolyt abgeschieden wird. Eine geringe Anzahl an Kontaktpunkten, resultierend in einem niedrigen Grenzflächenkontakt, führen zu einer hohen lokalen Belastung am Interface, welches die Lebensdauer reduziert.

Ein Alternative bietet das direkte Atmosphärische Plasmaspritzen (APS) von Kupferpartikeln auf das keramische Festelektrolyt. Beim Plasmaspritzen verformen sich die Partikel beim Auftreffen auf dem Substrat entspre-



Oberflächengüte von gefrästem AW6082 (5 mm dick, 20 mm breit) nach einer Plasmareinigung (Bild: S. Chwatal)

chend der Oberflächenstruktur, wodurch der Grenzflächenkontakt dezidiert eingestellt und maximiert werden kann. Für die entsprechende Verformung ist, neben inhärenten Partikeleigenschaften, die Partikelkinetik ausschlaggebender Faktor für die Ausbildung der Beschichtung. Dazu wurde der Plasmabeschichtungsprozess auf eine geringe Partikelgeschwindigkeit hin optimiert, so dass keine Zerstörung des Substrats über Sandstrahlleffekt stattfindet. Gleichzeitig ist die Prozesstemperatur so eingestellt, dass sich die Partikel beim Aufprall vollständig verformen und gleichmäßig auf die Substratoberfläche legen. Der Ansatz ist somit prädestiniert für die zerstörungsfreie Beschichtung von dünnen Festelektrolytkeramiken mit hohem Grenzflächenkontakt. In Vorversuchen wurde in Kooperation mit dem Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS eine 20 µm starke Kupferbeschichtung erfolgreich auf Natrium-beta-Aluminat, einer natrium-ionenleitfähigen Keramik, gespritzt und im Ladevorgang gleichmäßig Natrium an der Grenzfläche zwischen Kupferstromsammeler und Festelektrolytkeramik (Natrium-beta-Aluminat) abgeschieden. Auch 10 µm lassen sich problemlos applizieren.



Die Teilnehmenden am Wettbewerb #ZukunftADP – Sebastian Wilczek, Paula Navascués, Jonas Gaide, Christoph Gerhard, Andre Borchers (v.l.) – mit Dr. Kerstin Horn (r.) (Bild: Innovent)

Die prozessbedingte Porosität der aufgespritzten Kupferbeschichtung wirkt in diesem Anwendungsfall der kritischen Volumenänderung während dem Laden und Entladen positiv entgegen, da gezielt Platz für das Anodenmaterial während der Beschichtung vorgehalten werden kann. Über den Atmosphärischen Plasmaspritzprozess (APS) kann ein wirtschaftliches und technologisch wegweisendes elektrodenun-

abhängiges Konzept für anodenfreie Feststoffbatterien auf den Markt gebracht werden. Von der DAS Environmental Expert GmbH aus Dresden wurde zusätzlich ein Sonderpreis für Umwelt und Nachhaltigkeit ausgelobt, der an die Arbeit von Sebastian Wilczek und Kollegen von dem erfolgreichen Start Up enaDyne GmbH aus Leipzig für ihren Beitrag zur *Modellierung und Simulation in der nicht-thermischen Plasma-Katalyse* ging.

55 YEARS
MUNK
WE HAVE THE POWER

MUNK PAYBACK EFFEKT

**CO₂ reduziert – Geld gespart:
Maximale Effizienz**

Unsere PSP Tower **sparen** Platz, **reduzieren** CO₂ und Kosten - und das mit maximale Effizienz. Sie stellen die alte Technik in den Schatten und überzeugen mit:

- + **Payback in ca. 24 Monaten**
- + **Niedrigere Energiekosten**
- + **Resilient & smart - easy versichert**
- + **Kompakte Bauweise & wenig Gewicht**
- + **Hohe Flexibilität und mehr Prozesssicherheit**

Jetzt auf die **moderne** Gleichrichtertechnik von MUNK umsteigen und **nachhaltig** profitieren!

MUNK GmbH

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



Optisches Stempeln mit UKP-Lasern

Mit dem Verfahren des optischen Stempeln lassen sich Mikrostrukturen in nur einem einzigen Laserpuls präzise und reproduzierbar erzeugen – ganz ohne zeitaufwändiges Abscannen der Fläche. Am Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT formen Forschende in Zusammenarbeit mit dem RWTH Aachen, Lehrstuhl für Technologie Optischer Systeme TOS, den Strahl eines Ultrakurzpulslasers mithilfe eines Spatial Light Modulators (SLM) exakt in das gewünschte Muster und bringen es direkt auf die Werkstückoberfläche. Das beschleunigt die Bearbeitung deutlich und eröffnet neue Möglichkeiten für Branchen wie die Stahl- und metallverarbeitende Industrie oder die Glasverarbeitung. Erste Tests zeigen nach Mitteilung des Fraunhofer ILT, dass sich die Prozesszeiten um mindestens 80 Prozent reduzieren lassen.

Moderne Oberflächenbehandlungsprozesse bieten die Möglichkeit, Materialeigenschaften präzise einzustellen. So lässt sich beispielsweise der Reibungskoeffizient über einen breiten Bereich verändern; Flächen lassen sich hydrophob oder hydrophil und sogar antibakteriell funktionalisieren. Die Herstellung von solchen Mikrostrukturen ist jedoch häufig problematisch. Da beim UKP-Laserabtrag ein einzelner kleiner Laserspot über die gesamte Oberfläche geführt wird, ist das Verfahren bei großen Flächen sehr zeitaufwändig. Beim nasschemischen Ätzen entstehen nicht nur gesundheits- und umweltkritische Abfälle, das Verfahren ist zudem unflexibel, weil es Masken benötigt. Auch die Funkenerosion (Electrical Discharge Machining, EDM) hat ihre Nachteile: Sie verbraucht viel Energie, erzeugt giftige Schlämme und liefert nur zufällige, stochastische Mikrostrukturen. Anders als beim Laserprozess lassen sich die Oberflächeneigenschaften damit nicht gezielt auf nachfolgende Prozessschritte abstimmen. *Mit dem Verfahren des optischen Stempeln lässt sich dieses Problem umgehen*, erklärt Sönke Vogel, aus der Gruppe Mikro- und Nanostrukturierung am Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT. Vogel und sein Team formen

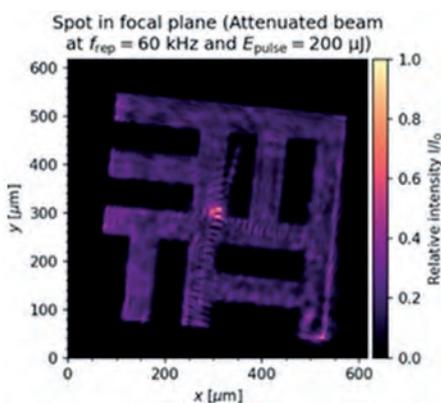
den Strahl eines Ultrakurzpulslasers (UKP-Lasers) mithilfe eines Spatial Light Modulators (SLM) exakt in das gewünschte Muster und bringen es in einem einzigen Arbeitsschritt auf die Werkstückoberfläche. *So entstehen Mikrostrukturen präzise, reproduzierbar und in einem Bruchteil der bisherigen Zeit bei deutlich geringerem Verschleiß im Vergleich zu mechanischen Verfahren und ohne Umrüsten der Optik.*

Beim optischen Stempeln wird der Laserstrahl nicht wie üblich durch Scannerspiegel vektorbasiert über die Oberfläche geführt, sondern in einem einzigen Schritt in das gewünschte Strukturmuster geformt und direkt auf das Werkstück übertragen. Kernstück bildet ein SLM mit LCoS-Technologie (Liquid Crystal on Silicon). Dieses reflektive Flüssigkristalldisplay verändert pixelgenau den lokalen Brechungsindex und moduliert so die Phasenfront des einfallenden Laserlichts. Aus einem zunächst runden Strahl entsteht so ein komplexes, frei wählbares Intensitätsprofil. Paul Buske, Computational Optics an der RWTH Aachen University, Lehrstuhl für Technologie Optischer Systeme TOS, entwickelt

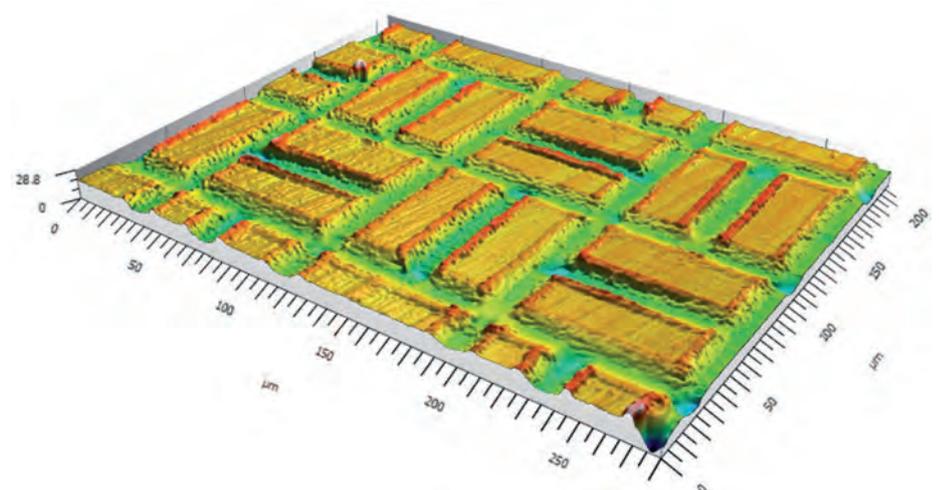


Mit dem Verfahren des optischen Stempeln lässt sich der Strahl eines Ultrakurzpulslasers exakt in das gewünschte Muster bringen – wie zum Beispiel ein Schmetterling in diesem Bild. So entstehen Mikrostrukturen präzise, reproduzierbar und in einem Bruchteil der bisherigen Zeit (© Fraunhofer ILT, Aachen)

die Phasenmasken für den SLM und setzt dabei auf optische neuronale Netze. Jede Phasenmaske entspricht einer optisch realisierten Ebene, und mit Methoden der Wellenoptik werden die Verknüpfungen zwischen diesen Ebenen berechnet. So entstehen Phasenmasken für nahezu jedes gewünschte Strahlprofil schnell und präzise. *Optische neuronale*



Im Unterschied zu fest eingebauten Strahlformungsoptiken ist beim optischen Stempeln eine flexible Anpassung des Musters per Software möglich (© Fraunhofer ILT, Aachen)



3D-Oberflächenprofil einer optisch gestempelten Mikrostruktur: Das deterministische Grundmuster entsteht mit stationären Laserpulsen und zeigt klar abgegrenzte Reliefs mit reproduzierbarer Geometrie (© Fraunhofer ILT, Aachen)

Netze ermöglichen dank etablierter KI-Trainingsmethoden eine bisher unerreichte Flexibilität in der Strahlformung, erklärt Buske.

Im Unterschied zu fest eingebauten Strahlformungsoptiken erlaubt dieser Ansatz eine flexible Anpassung des Musters per Software ohne mechanische Änderungen.

Mustergrößen und Geometrien lassen sich nach Aussage von Vogel variieren, erweitern oder komplett austauschen. UKP-Laser mit Pulsdauern im Piko- und Femtosekundenbereich tragen Material hochpräzise ab und minimieren zugleich thermische Effekte. Für die Industrie bedeutet das: deterministische Mikrostrukturen mit exakt reproduzierbarer Geometrie, deutlich verkürzte Bearbeitungszeiten und die Möglichkeit, Strukturen an spezifische Anforderungen einzelner Bauteile oder Folgeprozesse anzupassen.

Gezielte Mikrostrukturen für Stahlbleche

In der Flachstahlproduktion etwa werden Oberflächen von Prägewalzen bislang meist mittels EDM stochastisch mikrostrukturiert. Die damit geprägten Strukturen verbessern zwar Eigenschaften wie Biegebarkeit oder Haftung von Beschichtungen, sind aber nicht auf spezifische Folgeprozesse zugeschnitten. Zudem verschleifen die Oberflächen der Prä-

gewalzen schnell und müssen regelmäßig aufwändig überarbeitet werden.

Das Fraunhofer ILT und der Lehrstuhl für Technologie Optischer Systeme TOS der RWTH Aachen verfolgen im EU-Projekt *ME-TAMORPHA* gemeinsam mit Projektpartnern wie thyssenkrupp Steel Europe einen anderen Ansatz. Das Projekt zielt darauf ab, neuartige Oberflächen zu entwickeln und so die Qualität europäischer Flachstahlprodukte nachhaltig zu verbessern. Eine verkürzte Prozesszeit um 81 Prozent konnte so demonstriert werden.

Während bei EDM-Strukturen die verschlissene Walzenoberfläche mechanisch abgeschliffen und anschließend komplett neu strukturiert werden muss, lassen sich deterministische Laserstrukturen gezielt nachlasern. Damit kann die Walzenlebensdauer um den Faktor zehn verlängert werden – ein deutlicher Vorteil in Bezug auf Materialeinsatz, Energieverbrauch und Produktionskosten.

Innovative Oberflächen sind ein wichtiger Hebel, um die Qualität und Wettbewerbsfähigkeit europäischer Flachstahlprodukte zu sichern. Die Zusammenarbeit im Projekt ME-TAMORPHA zeigt uns, wie sich Laserprozesse direkt in die industrielle Praxis übertragen lassen, erklären die Projektverantwortlichen

bei thyssenkrupp Steel Europe Benjamin Lauer und Kai Horwat, Forschung & Entwicklung / Anwendungstechnik, Technologie & Innovation.

Schnelle Strukturierung für Signalübertragung

In einer anderen Demonstration geht es um Low-E-Glas (*low emissivity*), einer hauchdünnen Metallschicht auf Glas, die Wärmestrahlung reflektiert und so Gebäude oder Fahrzeuginnenräume vor Aufheizung schützt. Diese Beschichtung blockiert jedoch auch Mobilfunkwellen. Um den Empfang zu ermöglichen, muss die Metallschicht partiell entfernt werden – mit scannenden Einzelstrahl-UKP-Lasern bisher ein zeitaufwändiger Prozess.

Mit dem optischen Stempeln lassen sich in einem einzigen Puls präzise Öffnungen in die Beschichtung einbringen, ohne das Glas thermisch zu belasten. Der UKP-Laser trägt die Schicht punktgenau ab, während das Substrat unbeschädigt bleibt. In Versuchen am Fraunhofer ILT wurde der Strahl per SLM in ein kreisförmiges Muster mit 450 µm Durchmesser geformt und bei einer Vorschubgeschwindigkeit von 9 m/s, einer Pulsenergie von 200 µJ und einer Wiederholrate von 20 kHz eingesetzt (Sing-

SYSTEME UND ANLAGEN FÜR DIE OBERFLÄCHENTECHNIK

LSR GmbH



Galvano- und Umwelttechnik

ANLAGENBAU
STEUERUNGSTECHNIK
SCHALTSCHRANKBAU
PLANUNG UND BERATUNG
WARTUNG UND SERVICE
RETROFIT UND ANLAGENERWEITERUNGEN

WE KNOW HOW



OBERFLÄCHEN



Bauteil, das mit dem Prozess des optischen Stempelns hergestellt wurde

(© Fraunhofer ILT, Aachen)

le-Pulse-Ablation on the fly). Das Ergebnis sind klare, scharf abgegrenzte Strukturen, die Funkwellen passieren lassen, ohne die Wärmedämmwirkung signifikant zu beeinträchtigen. Gegenüber konventionellem Scannen mit 3 m/s, 600 kHz und 4 μ J pro Puls wurde die Bearbeitungsgeschwindigkeit beziehungsweise die Flächenrate drastisch um den Faktor 30 erhöht.

Perspektiven für weitere Anwendungen

Das Potenzial des optischen Stempelns reicht weit über die stahl- und metallverarbeitende Industrie oder Glasindustrie hinaus. *Prinzipiell lässt sich jede Anwendung erschließen, bei der periodische Mikrostrukturen benötigt werden*, betont Sönke Vogel. Ein Beispiel sind hydrophobe Oberflächen, bei denen definierte Mikroreliefs den Kontaktwinkel von Wasser gezielt erhöhen. Solche Strukturen können beispielsweise in Brennstoffzellen helfen, entstehendes Kondenswasser effizient abzuführen und so die Leistungsfähigkeit zu steigern. Ein weiterer Einsatzbereich ist die Direktmarkierung von Bauteilen mit Data-Matrix-Codes. Hierbei lassen sich optisch gestempelte Codes im Millimetermaßstab in einem einzigen Prozessschritt erzeugen – ein Vorteil vor allem für Branchen mit hohen Rückverfolgbarkeitsanforderungen wie die Medizintechnik oder Pharmaindustrie. Auch in der Bearbeitung von technischen Kera-

miken oder in der Funktionalisierung von Kunststoffoberflächen eröffnen sich neue Möglichkeiten.

Das Besondere am optischen Stempeln ist laut Vogel die Kombination aus Geschwindigkeit, Präzision und Flexibilität. *Wir können das Strukturmuster per Software in Bruchteilen einer Sekunde anpassen, ohne die Optik mechanisch umzurüsten*. Das eröffnet nicht nur neue Möglichkeiten für bestehende Anwendungen wie Walzen oder Low-E-Glas, sondern auch für völlig neue Märkte.

Kontakt

Sönke Vogel, Gruppe Mikro- und Nanostrukturierung,
E-Mail: soenke.vogel@ilt.fraunhofer.de

Paul Buske, Computational Optics,
E-Mail: paul.buske@tos.rwth-aachen.de

Dr.-Ing. Dennis Haasler, Gruppenleiter Mikro- und Nanostrukturierung, E-Mail: dennis.haasler@ilt.fraunhofer.de

➔ www.ilt.fraunhofer.de

Effiziente XRF-Analyse zur Bestimmung der Metallkonzentration in galvanischen Elektrolyten

Für die automatische Überwachung der Metallkonzentration in galvanischen Elektrolyten kommt das effiziente Inline-System Fischerscope® XAN® Liquid Analyzer zum Einsatz. Basierend auf der Röntgenfluoreszenzmethode (XRF) überwacht es kontinuierlich bis zu vier Elektrolytarten und gewährleistet so präzise Messergebnisse rund um die Uhr.

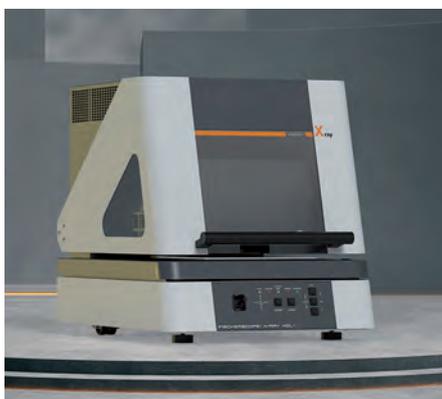
Als weitere Lösung überzeugt das Fischerscope® X-RAY XDL® durch seine Messung

von oben nach unten. Damit ist es besonders prädestiniert für die Kontrolle von galvanisierten Massenteilen sowie für die Analyse von Elektrolyten; ausgestattet mit einer Standard-Röntgenröhre und einem Proportionalzählrohr.

Der Detektor ermöglicht kurze Messzeiten bei gleichzeitig hoher Präzision. Dank stufenlos einstellbarem Messabstand lassen sich auch größere oder unebene Proben zuverlässig messen. Die robuste Bauweise und die einfache Inbetriebnahme machen das Fischerscope® X-RAY XDL® zu einer langlebigen und vielseitigen Lösung für den industriellen Einsatz.



Automatisierte Lösungsanalyse für die Galvanotechnik mit dem Fischerscope® XAN® Liquid Analyzer (Bild: Helmut Fischer)



Fischerscope® X-RAY XDL® als robuste Lösung für Röntgenfluoreszenzmessungen für präzise Analysen von galvanisierten Massenteilen und Elektrolyten (Bild: Helmut Fischer)

Über die Helmut Fischer Gruppe

Unter dem Motto *Measuring Made Easy* entwickelt und fertigt die Helmut Fischer Gruppe als einer der Marktführer seit 1953 hochpräzise Messgeräte zur Schichtdickenmessung, Materialanalyse, Werkstoffprüfung und Härtemessung für Industrie und Labor. Die Mess- und Analysegeräte des Unternehmens finden sich überall dort, wo hohe Präzision, Zuverlässigkeit und einfache Handhabung gefordert sind. Ganz gleich ob für die Automobilindustrie, Galvanotechnik, Halbleiterindustrie,

Luft- und Raumfahrt, Medizintechnik, den Korrosionsschutz oder die Edelmetallanalyse. Mit 21 Tochtergesellschaften und über 50 Vertretungen weltweit garantiert Helmut Fischer den Kunden eine bestmögliche Beratung und einen exzellenten Rundum-Service vor Ort.

➔ www.helmut-fischer.com

≡ Motivation für aktuelle Herausforderungen – Neues aus Wissenschaft und Technik

Bericht über die ZVO-Oberflächentage 2025 vom 24. bis 26. September in Berlin – Teil 1

Tagungseröffnung

Die hohe Zahl von 570 Teilnehmern sowie ein reichhaltiges Programm mit 95 Fachvorträgen und einer gut ausgestatteten Ausstellung an Fachunternehmen auf dem Gebiet der Oberflächentechnik machten es dem ZVO-Vorsitzenden Jörg Püttbach leicht, die ZVO-Oberflächentage 2025 mit einem lachenden Auge zu eröffnen. Trotzdem war es nach seiner Meinung auch angebracht, die nach wie vor großen Herausforderungen, vor denen die gesamte Branche steht, anzusprechen: rückläufige Nachfrage aus nahezu allen Bereichen der Abnehmer von Oberflächentechnik, allen voran die Automobilbranche verbunden mit einer umfassenden Herausforderung zu Technologiewandel, hohe Kosten für Energie und Rohstoffe, kaum in den Griff zu bekommender Aufwand zur Bewältigung der Bürokratie und nicht zuletzt ein eklatanter Mangel an Fachkräften.



ZVO-Vorstand Jörg Püttbach eröffnete die Oberflächentage 2025
(Bild: ZVO / Sven Hobbiesiefken)

Dass davon nicht nur die Oberflächentechnik betroffen ist, bestätigte die erste Key-Note-Vortragende, MdB Vanessa Zobel. Die mit 37 Jahren für den Bundestag sehr junge Abgeordnete versicherte den anwesenden Fachleuten, dass ihr Tätigkeitsfeld zu den absolut notwendigen Querschnittstechnologien für die Wirtschaft in Deutschland und Europa zählt. In Vertretung der CDU, deren Mitglied sie ist, versicherte sie, dass die Baustellen der Politik im Parlament bekannt sind: Druck durch sich wandelnde Märkte, schwächelnde



MdB Vanessa Zobel erläuterte Regierungstätigkeiten (Bild: ZVO / Sven Hobbiesiefken)

Abnehmer in Fernost, hohe Energiepreise, unsichere Weltlage in Ost und West, überbordende Bürokratie, fehlender Nachwuchs, Schwierigkeiten beim Wandel der Energiegewinnung – unter anderem durch fehlende Speichermöglichkeiten für Strom. Sie versicherte den Anwesenden, dass die Regierung auf allen Ebenen aktiv wird, damit der Standort Deutschland zu alter Stärke zurückfindet. Jörg Püttbach sah sich aufgefordert, in seinen folgenden Ausführungen zur Situation der Galvano- und Oberflächentechnik die Worte der MdB Zobel mit einem altbekannten Zitat zu beantworten: *Ich hör die Worte, allein der Glaube fehlt mir.* Nach Einschätzung des ZVO wird der geplante Motivationsbooster der Regierung nicht ausreichen, die Situation der Wirtschaft merklich zu verbessern. Belastend sind aktuell die zunehmende Zahl an Insolvenzen in allen Wirtschaftsbereichen, die sinkenden Umsätze, steigenden Energie- und Rohstoffkosten oder das Ausbleiben eines allgemeinen Wirtschaftsumschwungs. Insbesondere im Bereich Bürokratie und Sozialkosten ist nach Meinung des ZVO als Wirtschaftsvertretung eine Überprüfung notwendig.

Erfreut zeigte sich der ZVO-Vorstand über die erfolgreichen 25 Jahre der Verbandsarbeit seit Gründung des ZVO e. V., die vor allem durch die Arbeit des Geschäftsführers Christoph Matheis geprägt ist. Dafür sprach er ihm seinen besonderen Dank aus. Ebenso



DGO-Vorstand Dr. Martin Metzner
(Bild: ZVO / Sven Hobbiesiefken)

auch allen, die in dieser Zeit ehrenamtlich für den Verband tätig waren. Die gute Arbeit der Geschäftsstelle wird unter anderem durch die aktuellen Erfolge bei der Anerkennung von Chrom(VI) als Zwischenprodukt (Intermediate) durch einen gerichtlichen Entscheid deutlich. Damit wurde auch bewiesen, dass die Stimme des ZVO bei der Politik Gehör findet. Der DGO-Vorsitzende Dr. Martin Metzner bestätigte in seinem Grußwort die derzeit schwierige Situation der Industrie, wies aber insbesondere auf den misslichen Umstand bei der Beantragung der so wichtigen Forschungsvorhaben hin. So werden von der Politik zwar Vorhaben mit den entsprechenden Forschungsgeldern angekündigt, allerdings nimmt die Bewilligung der verschiedenen Projekte übermäßig lange Wartezeiten von teilweise deutlich über einem Jahr von Antrag bis Bewilligung in Anspruch. In anderen Ländern liegen häufig nach drei bis fünf Monaten die entsprechenden Zusagen vor. Hier muss die Politik nach Meinung der DGO dringend Verbesserungen in die Wege leiten.

Preisverleihungen

Für besondere Leistungen auf dem Gebiet der Galvano- und Oberflächentechnik verleiht die DGO an Studenten und Auszubildende den DGO-Nachwuchsförderpreis. In diesem Jahr wurde Fabian Pantleon von der Technischen Universität Ilmenau für seine Arbeit zum elektrochemischen Monitoring

OBERFLÄCHEN



Dr. Wojczykowski (links) überreicht den DGO-Nachwuchsförderpreis an Fabian Pantleon (Bild: ZVO / Sven Hobbiesiefken)



Prof. Dr. Bund (links) und Klaus Decker (rechts) überreichen den Heinz-Leuze-Preis an Prof. Dr. Timo Sörgel, Phillip Scherzl und Michael Kaupp (Bild: ZVO / Sven Hobbiesiefken)

des Beizvorgangs auf dem Weg zur Digitalisierung galvanotechnischer Prozessschritte ausgezeichnet. Die Urkunde mit einem Scheck über 1000,- Euro wurde durch Dr. Klaus Wojczykowski, Leiter des DGO-Fachausschusses Forschung, überreicht.

Der Heinz-Leuze-Preis für besonders gelungene Veröffentlichungen in deutschsprachigen Fachmedien ging an das Autorentrio Phillip Scherzl, Michael Kaupp und Prof. Dr. Timo Sörgel von der Hochschule Aalen für den zweiteiligen Aufsatz über Galvanof ormung von Aluminiumfolien (erschieden in Galvanotechnik 2/2024 und 3/2024). Überreicht wurde der Preis, bestehend aus Medaille und Preisgeld, durch Prof. Dr. Andreas Bund von der TU Ilmenau.

KeyNote – Adaptability Quotient

Was sich hinter dem sperrigen Titel AQ – *Wenn sich das WAS ändert, müssen wir das WIE ändern* verbirgt, wurde in sehr unterhaltsamer Art und Weise von Dr. Carl Naughton dargelegt. Dr. Naughton ist unter anderem Hochschuldozent für Arbeits- und Führungspsychologie an der Universität für

angewandte Wissenschaften in Frankfurt. Und wie er einleitend zu seiner Person erläuterte, hat er unter anderem auch eine Ausbildung an einer Schauspielschule durchlaufen, was wohl seine besondere Art zu dozieren erleichtert. Er sieht es als seine Aufgabe an, den Menschen Kraft für das Heute zu geben und Lust auf das Morgen zu machen. Dazu animiert er die Ratsuchenden aus allen Bereichen der Industrie und Forschung dazu, eingefahrene Denkweisen zu verlassen und sich den veränderten Bedingungen zu stellen und anzupassen.

Ein wichtiger Punkt hierbei ist es, zu erkennen, was sich verändert hat. Hierbei hilft zum Beispiel ein situatives Gespür für Veränderungen. Dies kann unter anderem durch Defokussierung erzielt werden. Er empfiehlt den Sokratischen Dialog durch Stellen der Sokratischen Fragen anzuwenden:

- Warum glaubst du das?
- Ist das immer so?
- Gibt es Belege dagegen?
- Gäbe es eine andere Sichtweise?
- Wenn jemand anderes dasselbe denken würde, würdest du zustimmen?



Dr. Naughton (Bild: ZVO / S. Hobbiesiefken)

An einigen Beispielen zeigte Dr. Naughton, wie diese Vorgehensweise umgesetzt werden kann und damit ein motiviertes, positives Denken entfaltet werden kann.

Fachvorträge

In den nächsten Ausgaben der WOMag werden die Inhalte der Fachvorträge wiedergegeben.



(Bild: ZVO / S. Hobbiesiefken)

Künstliche Intelligenz vermeidet Lackierfehler

Intelligente Algorithmen könnten bald frühzeitig vor Lackierfehlern und Maschinenausfällen warnen. Denn ein Forschungsteam vom Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA hat eine Reihe von Lackierversuchen an Kunststoffbauteilen durchgeführt und mit den angefallenen Daten eine Künstliche Intelligenz trainiert.

Der Stoßfänger eines Autos lagert auf einem mit Alufolie umwickelten Gestell. Von links nähert sich kreisend der Arm eines Roboters. Er nimmt seine Startposition ein, verharrt für einen Augenblick und beginnt dann, Lack zu versprühen. Der Roboter unterbricht immer wieder kurz und wechselt die Position, um den Stoßfänger von allen Seiten gleichmäßig zu lackieren. Doch das Besondere an dieser Szene aus dem Lackiertechnikum des Fraunhofer IPA bleibt dem menschlichen Auge weitgehend verborgen: Der Lackierprozess wird von Künstlicher Intelligenz (KI) überwacht.

Auffällig ist allenfalls der Inline-Laserdetektor der Firma AOM, der oberhalb der Sprühdüse des Roboters befestigt ist. Er erfasst Anzahl, Größe und Geschwindigkeit der Lacktröpfchen. Diese Angaben fließen in eine Datenbank ein. Dort laufen sämtliche Mess- und Prozessdaten zusammen, die von 30 verschiedenen Sensoren stammen. Dazu gehören etwa die Daten aus der Anlagensteuerung der Firma b+m: Drehzahl, Spannung, Ventilschaltungen, die verbrauchte Lackmenge, die Menge Luft, die die Lacktröpfchen lenkt, und dergleichen mehr. Hinzu kommen ferner die Ergebnisse der Messungen, die am fertig lackierten Stoßfänger vorgenommen werden, und der Sichtprüfung durch einen erfahrenen Lackiermeister: Lackschichtdicke (überprüft durch die Firma Helmut Fischer), Farbton, Glanz, Welligkeit, Schmutzeinschlüsse.

Lackierversuche liefern Datenbasis für Künstliche Intelligenz

Das Lackieren gilt bis heute als ein nicht durchgängig beherrschbarer Prozess. Es drohen Ausschuss, Anlagenausfälle und Nacharbeit, weil zum Beispiel sehr häufig die vorgegebene Lackschichtdicke nicht überall eingehalten werden kann. Oliver Tiedje, Leiter des Geschäftsbereichs Beschichtungen und multifunktionale Materialien am Fraunhofer IPA, hat sich im Forschungsprojekt *pAInt-Behaviour* vorgenommen, mithilfe von KI die Anzahl der Fehler im Lackierprozess und der Maschinenstillstände zu senken.

Tiedje und sein Team führten deshalb im Lackiertechnikum des Fraunhofer IPA eine Reihe von Lackierversuchen an Kunststoffbauteilen aus dem Automobil- und Nutzfahrzeugsektor durch. Vor jedem einzelnen Versuch änderten sie die Einstellungen an der Lackieranlage, nahmen

also bewusst Fehler in Kauf. Der Inline-Laserdetektor und die anderen Sensoren an der Lackieranlage zeichneten alles auf und füllten die Datenbank sowohl mit Qualitätsdaten wie etwa Lackierfehler und Schichtdickenmessungen als auch mit Prozessdaten aus der Anlagensteuerung.



Lackierversuch am IPA: Ein Roboter sprüht Lack auf einen Stoßfänger und ein Inline-Laserdetektor sowie weitere Sensoren zeichnen alles auf. Mit den Daten wird eine Künstliche Intelligenz trainiert (Fraunhofer IPA / R. Bez)

Ergebnisse sind auf andere Branchen übertragbar

Ein Forschungsteam um Brandon Sai, Leiter des Forschungsteams Datengetriebene Produktionsoptimierung am Fraunhofer IPA, ließ die Datenbank von zwei verschiedenen maschinellen Lernverfahren auswerten. So entstand ein detailliertes KI-Verhaltensmodell, das nun in der Lage ist, frühzeitig drohende Qualitätsabweichungen im Lackierprozess zu erkennen und deren Ursachen zu identifizieren. So kann der Lackierprozess kontinuierlich optimiert werden, ohne dass manuelle Eingriffe notwendig sind.

Die Ergebnisse aus unseren experimentellen Lackierprozessen lassen sich auf beliebige andere Produkte übertragen, sagt Tiedje. Der Wissenschaftler hat in den vergangenen Monaten einen Förderantrag für ein Folgeprojekt eingereicht, in dem er seinen KI-optimierten Lackierprozess in der Praxis umsetzen möchte. Dafür sucht er nun Kooperationspartner aus der Industrie.

Kontakt

Dr. Oliver Tiedje, Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA,

E-Mail: oliver.tiedje@ipa.fraunhofer.de |

➔ www.ipa.fraunhofer.de

Projekt-Steckbrief

Titel	Effizienzsteigerung von Lackierprozessen durch mehrschichtige Vernetzung von Prozess- und Qualitätsdaten mittels selbstlernender Verhaltensmodule (pAInt-Behaviour)
Laufzeit	1. Juni 2021 bis 31. Juli 2025
Partner	AOM Systems GmbH, b+m surface systems GmbH, Helmut Fischer GmbH Institut für elektronische Messtechnik (HFI), Fraunhofer IPA, SMP Automotive GmbH (assoziiert)
Förderung	1,289 Millionen Euro, gefördert vom Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt
	➔ https://s.fhg.de/KI-Lackiertechnik



SERFILCO®
Pumpen & Filter
chemiebeständig · robust · langlebig

Der starke Partner für Industrie & Anlagenbau!

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

Die acht goldenen Regeln der EU-Chemikalienpolitik – oder: Wie ein politisches System perfekt gelähmt werden kann

Ein Einwurf von Dr. Malte Zimmer, ZVO-Resort Umwelt & Chemikalienpolitik, Hilden

Prof. Dr. Peter Kruse [1], Psychologe, Unternehmensberater und Vordenker komplexer Systeme, formulierte einst in Vorträgen [2] die *8 Regeln des Scheiterns* [3] – eine satirische Gebrauchsanleitung dafür, wie Organisationen garantiert lahmgelegt werden. Was als pointierte Analyse innerbetrieblicher Absurditäten gedacht war, entfaltet im politischen Raum eine ungeahnte Tiefenwirkung. Denn nirgendwo lassen sich diese Regeln so präzise beobachten wie in der europäischen Chemikalienpolitik. Hier wird mit beeindruckender Konsequenz entschieden, ohne zu klären, diskutiert, ohne zuzuhören – und organisiert, dass maximale Verwirrung entsteht. Was folgt, ist keine Polemik, sondern eine logische Fortschreibung von Kruses Prinzipien auf ein Politikfeld, das unter der Last seiner eigenen Ambitionen zusammenzubrechen droht – satirisch zugespitzt, aber leider näher an der Realität, als es uns lieb sein kann.

1 Entscheidungen treffen, aber nicht umsetzen

Ein Klassiker in der EU-Chemikalienpolitik: Entscheidungen werden mit großem Tamtam gefasst – aber die Umsetzung wird zur unendlichen Geschichte. Denn nach dem Beschluss beginnt das Spiel mit der heißen Kartoffel: Wer ist jetzt eigentlich verantwortlich? Kommission und Mitgliedstaaten liefern sich hier ein perfektes Ping-Pong der Passivität:

- Die Kommission sagt: *Wir haben doch klare Vorschläge gemacht – aber die Mitgliedstaaten blockieren im Ausschuss!*
- Die Mitgliedstaaten kontern: *Wir würden ja zustimmen – wenn die Kommission nicht ständig unausgereifte Entwürfe liefern würde!*

Ergebnis: Alle haben recht. Und niemand macht etwas. Dieser institutionalisierte Stillstand hat System. Denn:

- Ein nicht umgesetzter Beschluss vermeidet juristische Angreifbarkeit; implizit realisiert ihn dann gern einmal eine Guideline.
- Eine verzögerte Umsetzung kann immer auf *fehlende Einstimmigkeit* oder *laufende technische Klärung* geschoben werden. Die Drohung allein führt zu Reaktionen in der Wirtschaft, im Markt.

– Und wenn es doch zur Eskalation kommt, war es natürlich die andere Seite, die sich nicht bewegt hat.

Die Debatte wird dabei mit beachtlicher Professionalität geführt: In Ausschüssen, Arbeitsgruppen und Berichterstatter-Runden wird monatelang verstanden, abgewogen, bedauert, bewertet – und schließlich: nichts getan, sondern in neuen Gremien weiter debattiert, in weiteren Meetings – man kennt sich.

Und wenn doch? Dann prüfen wir besser nicht das Ergebnis – es könnte zum wirklichen Handeln zwingen. Es ist doch bekannt, dass es funktioniert. Wir müssen unseren Experten doch glauben.

2 Informelle Kommunikation bevorzugen

In der EU-Chemikalienpolitik findet die eigentliche Diskussion dort statt, wo sie nicht protokolliert werden muss. Während Unternehmen sich durch offizielle Konsultationsverfahren quälen und Stellungnahmen mit Fußnoten belegen, reicht bei NGOs oft ein Kaffeetermin im richtigen Referat. Kommission und Zivilgesellschaft – ein informelles Dreamteam: Workshops, Side-Events, *vertrauensvolle Dialogformate* persönlich und online, Experten mit der richtigen Agenda – niemand weiß genau, was besprochen wurde – die Teilnehmer kennen sich ja! Da wird Meinung gemacht. Kein offizieller Beschluss, aber ein *starkes Signal*. Kein Mandat, aber moralische Überlegenheit.

Das schafft ein Kommunikationsklima, in dem Positionen weniger durch Fakten als durch Dringlichkeit, Rhetorik und Gerüchte gewinnen:

- *Die Wissenschaft ist eindeutig!* – auch wenn es gerade um politische Bewertungen geht.
- *Die Industrie blockiert wieder!* – auch wenn der Vorschlag technisch nicht umsetzbar ist.
- *Wir müssen jetzt reagieren!* – egal ob bekannt ist, worauf eigentlich.
- *Ich glaube, daran wird bereits gearbeitet* – sofort fühlt sich jeder betroffen.

So entsteht eine Parallelöffentlichkeit jenseits der offiziellen Verfahren: Formal bleibt alles korrekt, faktisch aber sind viele Debat-

ten längst vorentschieden – nicht durch Expertise, sondern durch Emotionalisierung und Nähe zu den richtigen Entscheidungsträgern. Einige Informationen werden geleakt, die wirklichen Vor-Absprachen bleiben verborgen. Wie sonst könnte ECHA bei einer öffentlichen Konsultation die Aussage *Der frühe Vogel fängt den Wurm!* verbreiten? Wer früh kommentieren kann, war detailliert vorbereitet – q. e. d.: Sorgfältige Ausarbeitung ist irrelevant, Positionen stehen bereits fest.

Und das Beste: Diese informellen Kanäle sind immun gegen Kritik. Denn wer sie hinterfragt, ist gleich *gegen Transparenz, gegen den Umwelt- und Gesundheitsschutz* – oder, vollkommen widersinnig, *ein schlimmer Lobbyist*.

3 Operative Hektik erzeugen

Stillstand durch Aktionismus – das ist die wahre Kunst der europäischen Chemikalienpolitik. Kaum ist eine Strategie angekündigt, folgt schon die nächste Initiative, Taskforce oder Evaluierung. Besonders beliebt bei Kommission und Umweltministerien: neue Schlagworte ohne Substanz, aber mit maximalem PR-Wert:

- *Green Innovation, Safe and Sustainable by Design, Digitalisierung der Regulierung* – klingt alles visionär, meint aber meist: neue Excel-Tabellen, zusätzliche Berichtspflichten und eine weitere Arbeitsgruppe, die noch keine konkrete Aufgabe hat, aber schon regelmäßig zu einem neuen Problem tagt – vorzugsweise online, wer verlässt schon gern das Haus in die Realität?
- *Transparenzoffensiven* bringen mehr Daten, aber weniger Klarheit. Denn wenn jeder Akteur seine eigene Plattform aufsetzt und seine eigenen Indikatoren definiert, entsteht kein Überblick, sondern ein Datenfriedhof.
- *Roadmaps, Strategies* und *Action Plans* werden im Halbjahrestakt neu erfunden, ohne vorher zu prüfen, ob die alten überhaupt Wirkung zeigten. Es geht nicht um Wirkung, sondern um Sichtbarkeit – Hauptsache, die Akteure können beim nächsten Ministertreffen betonen: *Wir sind aktiv*.

So entsteht eine Kakophonie aus Themen, Papieren und Projekten, die weder priorisiert

noch konsolidiert werden. Überforderung ist dabei kein Nebeneffekt, sondern Ziel: Wer genug beschäftigt ist, stellt keine Fragen – schon gar nicht die unangenehmen.

4 Interne Konkurrenz anheizen

Wer braucht schon Zusammenarbeit, wenn auch Gegeneinander organisiert werden kann – um selbstsicher im Sattel zu bleiben? In der europäischen Chemikalienpolitik ist interne Konkurrenz nicht das Problem – das *jeder gegen jeden* ist Systembestandteil.

Statt gemeinsam realistische Ziele zu verfolgen, wird mit großer Intensität gegeneinander gearbeitet:

- Die Kommission pocht auf Durchgriff, die Mitgliedstaaten auf nationale Souveränität. Ergebnis: Institutioneller Schaukampf mit maximaler Reibung und minimaler Wirkung.
- Die Umweltbehörden wollen Schutz der Gesundheit – koste es, was es wolle –, die Wirtschaftsministerien verlangen Wettbewerbsfähigkeit als Voraussetzung für Handlungsfähigkeit.
- Dauerhafte Grabenkämpfe zwischen NGOs und wechselnden Teilen der Industrie, in denen auf der einen Seite objektive Fakten oft zweitrangig sind – Hauptsache, die moralisch überlegene Position ringt mit dem technisch Machbaren – und beide sprechen konsequent aneinander vorbei. So kann die Kommission nach Bedarf instrumentalisieren.
- Forscher mahnen Risiken an, Politiker alarmieren vor Gefahren – und am Ende hat keiner die Entscheidungskompetenz, aber alle haben ein gutes Gefühl. Und die EU-Gremien können frei auswählen, nach eigenem Gusto interpretieren und weitreichend extrapolieren.
- Mitarbeiter in Behörden erhalten Zeitverträge (z. B. *contract agents*). So kämpft jeder gegen jeden und niemand gegen die *Vorgaben von oben*. Streng nach dem Motto: Wes Brot ich ess, ...

Und dann gibt's noch den innereuropäischen Wettbewerb: Wer ist beim Regulieren willfährig und moralisch gesichert – und wer sucht verzweifelt nach Lösungen, die Regulierungswut wirtschaftlich zu überleben? So entstehen nicht etwa Synergien, sondern immer neue taktische Allianzen, Blockaden und Verzögerungen.

Das Ergebnis ist diskursive Dauerrotation – die gezielte Selbstlähmung.

5 Schuldige suchen

Die Realität der Chemikalienpolitik ist ein Labyrinth aus Halbwissen, halboffenen Liefer-

ketten und einem Flickenteppich aus überlappenden Zuständigkeiten. Wer verwendet welche Chemikalie, in welchem Produkt, in welchem Land, über welchen Zulieferer, welche Regularie greift? Niemand weiß es genau (und es ändert sich auch noch!) – aber wenn etwas schief läuft, wissen plötzlich alle: Die anderen sind schuld.

Anstatt die Komplexität anzuerkennen und Strukturen zu schaffen, die Transparenz ermöglichen, wird der Nebel politisch genutzt. In der Praxis sieht das so aus:

- Lieferkette undurchsichtig? Dann sind wohl die Unternehmer zu lax und verantwortungslos. Neue Pflichten werden kreiert.
- Nanogramm-Rückstände von schädlichen Substanzen (welche können das nicht sein?)? Sieht aus wie Milligramm, also Lebensgefahr durch die menschenverachtende Industrie! Dazwischen liegen im Übrigen sechs Zehnerpotenzen, für diejenigen, denen das nicht bewusst sein sollte – zum einen. Zum anderen ist unter bestimmten Mengen von Stoffen die Festlegung von Risiken kaum mehr sinnvoll möglich! Schon Paracelsus war vor 500 Jahren zu Recht davon überzeugt, dass fast jeder Stoff oberhalb bestimmter Grenzen problematisch für die Gesundheit des Menschen wird.
- Regelung greift nicht? Es kann nicht sein, was nicht sein darf! Dann eben mehr Kontrolle, mehr Berichtspflichten der verantwortlichen nachgeordneten Kontrollbehörden und Betroffenen.
- EU-Vorgaben widersprüchlich? Dann sind die Mitgliedstaaten unwillig und die Industrie rückwärtsgewandt und gegen die Transformation.

Jeder zeigt auf jeden, während sich die Probleme im Kreis drehen – und am Ende bleibt alles beim Alten – es gibt nur mehr Bearbeiter, denn das selbst erschaffene Problem benötigt mehr Problemverwalter!

Klarheit wäre gefährlich, denn dann müsste jemand Verantwortung übernehmen. Viel sicherer ist es, das Chaos zu kultivieren. Immer wechselnde Schuldige zu finden erklärt, warum nie erreicht wird, was versprochen wurde.

6 Regeln nicht hinterfragen

Die EU liebt neue Konzepte mit alten Fehlern: Diese wirken fortschrittlich, beruhen jedoch auf Wunschdenken und bürokratischem Beharrungsvermögen. Besonders deutlich wird das beim Prinzip des *Essential Use*. Klingt doch gut! Nur noch zulassen, was wirklich gebraucht wird!

Doch was ist eigentlich *essentiell*? Eine Stoffeigenschaft ist es nicht. Auch keine objektive Kategorie. *Essentiell* ist eine Momentaufnahme – abhängig von Kultur, Zeitgeist, politischer Stimmung und weltrettenden Lobbygruppen – wobei letztere gern mal fern jeder Praxis agieren. Ansichtssache aus der persönlichen Situation heraus.

Was heute als verzichtbar gilt, könnte morgen die Lösung eines globalen Problems sein. Beispiele gefällig?

- *Silizium*: Früher ein unscheinbares Halbmetall ohne großes Anwendungsfeld, hätte als Verursacher von Silikose verbannt gehört – heute ist es das Herz jeder Mikroelektronik und damit Grundlage der digitalen Welt.
- *Teflon (PTFE)*: Jahrzehntlang als Labornebenprodukt belächelt – heute aus erneuerbaren Energien, Dichtungen und Medizintechnik nicht mehr wegzudenken. Aber unerwarteterweise langlebig – muss also irgendwann irgendwie zum Risiko werden, oder?
- *Lithiumverbindungen*: Bis weit ins 20. Jahrhundert hinein wenig gefragt und hätten problemlos wegen ihrer gesundheitsschädlichen Eigenschaften als nicht-essentiell verboten werden können – heute sind sie jedoch essenziell für Batterien, Energiespeicherung und Elektromobilität.
- *Graphen*: Lange ein rein akademisches Kuriosum – heute Hoffnungsträger für neue Materialien, Elektronik und Medizin. Zum Glück nimmt sich die EU über REACh seiner Regulierung als Nanomaterial bereits an – der Stoff ist ja (noch) nicht essentiell.

Wer also entscheidet, was wir für die Zukunft brauchen – und was nicht? Die Politik? Behörden? Eine tagesaktuelle Meinungsmehrheit? Oder vielleicht die ach so unabhängigen, selbstlosen, wertschöpfungsfernen NGOs? Essential Use bedeutet, im Jetzt über die Zukunft zu urteilen – mit begrenztem Wissen und der gefährlichen Hybris, entscheiden zu können, was wir in Zukunft nicht brauchen werden. Das hat mit nachhaltiger Politik so viel zu tun wie Horoskope mit Quantenphysik.

7 Schnelles Commitment erzwingen

Alle für nachhaltige Chemikalienpolitik? – Ja klar! – Hände hoch, Pressemitteilung raus, weiter zur nächsten Sitzung. Die EU ist Weltmeisterin im Verkünden großer Pläne: *Chemicals Strategy for Sustainability?* Klingt super! *Zero Pollution Action Plan?* Fantastisch! *Green Deal-Integration in die Chemikalienregulierung?* Ein echter Meilenstein – auf welchem Weg bleibt unklar.

VERBÄNDE

Dass kaum jemand versteht, wie diese Pläne ineinandergreifen sollen, was sie konkret verändern – oder wer was wann umsetzen soll –, spielt keine Rolle. Das wird informell, bilateral, auf jeden Fall jenseits öffentlicher Wahrnehmung geklärt. So wird alles versteckt wieder in Frage gestellt. Hauptsache, es gibt ein für jeden sichtbares Commitment. So kann später jeder sagen: *Wir waren dabei, wir waren dafür!* Oft *Wir waren dafür, dagegen zu sein!* Absichtserklärungen als Alibi, Partikularinteressen hinter verschlossenen Türen; Kollateralschäden tragen andere – die, die nicht zum inneren Kreis gehören.

8 Diskutieren bis zur Verantwortungslosigkeit

In der EU-Chemikalienpolitik gilt: Wer entscheidet, ist nicht von Bedeutung – Hauptsache, alle dürfen erstmal mitreden! Expertengruppen, Lenkungsausschüsse, Ad-hoc-Taskforces, nationale Gremien, Industrieverbände, zivilgesellschaftliche Panels – und am Ende noch eine *öffentliche Konsultation*, damit es demokratisch aussieht.

Jedes Gremium bildet sich eine Meinung, aber niemand aus dem großen Kreis der Entscheidungsträger fühlt sich verantwortlich, sie zusammenzuführen. Woran das liegt? Vielleicht, weil Einigkeit ein Ergebnis wäre – und Ergebnisse müssten ja umgesetzt werden. Lieber also das Diskurskarussell in Foren und Workshops feiern und die Umsetzung unspezifiziert delegieren. An das nächste Gremium. Kollege kommt gleich. Und der kann willkürlich agieren.

Fazit

Was als ambitionierte Politik zum Schutz von Umwelt, Gesundheit und Innovation begann, gleicht heute einem gesichtslosen Regelwerk der institutionellen Selbstlähmung. Die EU-Chemikalienpolitik hat sich hinter einem Netz aus Verfahren, Zuständigkeiten, Schlagwörtern und gegenseitigen Schuldzuweisungen verschanzt – und befolgt dabei, ob bewusst oder nicht, exakt die Mechanismen, die Prof. Peter Kruse einst als *8 Regeln des totalen Stillstands* beschrieben hat. Und das mit dem selbstgewählten Gefühl, moralisch auf

der richtigen Seite zu stehen – auch wenn faktisch vieles dagegen spricht.

Die Herausforderung ist nicht der Mangel an Wissen oder Willen – sondern der strukturelle Widerspruch zwischen Ambition und Handlung. Wer wirklich etwas ändern will, muss den Mut haben, nicht nur Konzepte zu verkünden, sondern Verantwortung zu übernehmen und seine Überzeugungen und Maßnahmen am wahren Leben zu messen. Und die Geduld, Komplexität zu ordnen – statt sie zu verwalten und willkürlich zu simplifizieren.

Oder wie Kruse möglicherweise gesagt hätte: Politische Systeme versagen nicht aus Unwissen – sie perfektionieren das Verdrängen von allem, was unbequem ist.

➔ www.zvo.org

Literatur

- [1] https://de.wikipedia.org/wiki/Peter_Kruse?utm_source=chatgpt.com
- [2] https://www.youtube.com/watch?v=4f_mIRms2U
- [3] <https://www.teamworkblog.de/2023/04/rebellieren-fur-den-wandel-die-8-regeln.html>

VDI Friedrich-Löffler-Preis 2025 für Dr. Vineetha Vinayakumar

Renommierter VDI Friedrich-Löffler-Preis an Dr. Vineetha Vinayakumar von der Universität Duisburg-Essen verliehen

Im Rahmen des internationalen Partikeltechnik-Kongresses PARTEC wurde am 24. September der renommierte VDI Friedrich-Löffler-Preis an Dr. Vineetha Vinayakumar von der Universität Duisburg-Essen verliehen. Die Auszeichnung würdigt ihre herausragenden Forschungsleistungen im Bereich der Partikeltechnologie. Besonders das durch ihre Arbeiten gewonnene Verständnis zur wissensbasierten Herstellung von Anoden für die elektrokatalytische Wasserelektrolyse wurde hervorgehoben.

Die feierliche Laudatio hielt Prof. Dr. Doris Segets, die die innovative Arbeitsweise sowie die neuen wissenschaftlichen Ansätze der Preisträgerin im Bereich der Wasserelektrolyse betonte. *Dr. Vinayakumar zeigt eindrucksvoll, wie frische Ideen und wissenschaftliche Exzellenz zusammenwirken können, um Fragen aus der Anwendung mit Grundlagenforschung zu verbinden*, so Doris Segets.

Die Preisurkunde überreichte Prof. Martin Löffler-Mang, Sohn des Namensgebers Friedrich Löffler. Auch Prof. Arno Kwade, Vorsitzender der Dechema/VDI Fachsektion für Partikeltechnologie, beglückwünschte die Preisträgerin persönlich.

Die Preisvergabe fand vor internationalem Fachpublikum statt und unterstreicht die hohe Bedeutung des wissenschaftlichen Nachwuchses für die Zukunft der Verfahrenstechnik. *Mit dem Friedrich-Löffler-Preis fördern wir junge Forschende bis 40 Jahre, die mit ihrem Engagement und ihrer Kreativität entscheidende Impulse für Forschung in Deutschland setzen*, erklärte Vivien Manning, Geschäftsführerin der VDI-GVC.



Prof. Dr. Doris Segets, Vivien Manning, Dr. Vineetha Vinayakumar, Prof. Martin Löffler-Mang, Prof. Arno Kwade
(v.l.n.r. / Bild: NürnbergMesse / Thomas Geiger)

Der VDI Friedrich-Löffler-Preis wurde zum fünften Mal vergeben und ist mit 3000,- Euro dotiert. Er wird im Rahmen des internationalen Partikel-Kongress PARTEC verliehen. Dieser findet alle drei Jahre parallel zur Powtech/Technopharm-Messe in Nürnberg statt.

➔ www.vdi.de/gvc

Erfolgreicher Laborworkshop des VOA

Wertvolle Einblicke in die Optimierung des Eloxalprozesses

Der Verband für die Oberflächenveredelung von Aluminium e. V. (VOA) freut sich über die Fortsetzung seiner Laborworkshop-Reihe für Eloxierer in Zusammenarbeit mit dem fem Forschungsinstitut in Schwäbisch Gmünd. Vom 17. bis 18. September 2025 brachte die Veranstaltung Fachleute aus der Branche zusammen, um gemeinsam Wissen im Eloxalbereich zu vertiefen und praktische Erfahrungen im Labor zu sammeln.

Der Verband für die Oberflächenveredelung von Aluminium e. V., setzt sich als Branchenverband engagiert für die Weiterentwicklung der Oberflächenveredelung von Aluminium ein und treibt den fachlichen Austausch der Mitgliedsunternehmen und die Weiterbildung stetig voran. Bei dem Laborworkshop für Eloxierer in den Räumen des fem Forschungsinstitut in Schwäbisch Gmünd konnten die Teilnehmer und Teilnehmerinnen im Vorfeld eigene Problemstellungen, Fehlerbilder oder Proben einbringen. Diese wurden während der Gruppenphase des Workshops intensiv unter Anleitung erfahrener Experten diskutiert, behandelt und mit konkreten Lösungsansätzen versehen. Das Ergebnis: praxisnahe Impulse, die direkt in den Unternehmen umgesetzt werden können. Unterstützung für die tägliche Praxis im Unternehmen liegt dem VOA nach den Worten von VOA-Geschäftsführerin Dr. Alexa A. Becker besonders am Herzen.



Mitarbeiter des und Teilnehmer des Laborworkshops am fem (Bild: fem Forschungsinstitut)



Dr. Alexa A. Becker und Dr. Christof Langer, Abteilungsleiter Leichtmetall-Oberflächentechnik am fem

Laborworkshop des VOA am fem in Schwäbisch Gmünd (Bilder: VOA)



Der direkte Austausch, das gemeinsame Lösen von Herausforderungen und die Entwicklung von neuen Ansätzen stärken die Kompetenz unserer Branche und fördern Innovationen, die den Unterschied machen.

Die positive Resonanz der Teilnehmer und Teilnehmerinnen unterstreicht, wie wichtig praxisbezogene, interaktive Weiterbildungsformate sind. Der VOA plant, den Workshop künftig regelmäßig im Wechsel für Eloxierer und Beschichter anzubieten und – im Hinblick auf die vielen Beschichtungsunternehmen aus den Reihen der Mitglieder – noch weiter auszubauen, um die Fachkompetenz der Branche kontinuierlich zu stärken. Der VOA blickt positiv auf die nächsten Veranstaltungen und darauf, die Branche mit frischen Ideen und engagierter Unterstützung weiter voranzubringen. Aktuelle Informationen finden Interessierte auf der Homepage des Verbands.

www.voa.de



VERBÄNDE

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

DGO-Bezirksgruppe Thüringen mit Vortrag und anschließendem Sommerfest.

Zum zweiten Mal kombinierte die DGO-Bezirksgruppe Thüringen an der Technischen Universität Ilmenau einen Vortrag zum Thema *Glänzende Perspektiven – Chemisch Nickel für Optiksyste-me in der Astronomie und Raumfahrt* mit dem anschließenden Sommerfest. Das Sommerfest wurde von der Firma Anlagenbau und Systemtechnik GmbH (A.S.T.), Gehren, gesponsert.

Als Referent konnte zum wiederholten Male Dr. Jan Kinast, Gruppenleiter Oberflächentechnologien am Fraunhofer-Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik IOF in Jena, gewonnen werden. Das Fraunhofer IOF entwickelt und fertigt in Jena optische Systeme auf Basis reflektierender Metalloptiken für Astronomie und Raumfahrt. Optische Komponenten werden konstruiert und simuliert und mit ultrapräzisen Fertigungstechniken realisiert. Als ein Highlight des Fraunhofer IOF gilt das DLR Earth Sensing Imaging Spectrometer (DESI). Hiermit sind spektroskopisch hochauflösende Analysen aus dem Weltraum von Regionen der Erde möglich, um beispielsweise Aussagen bezüglich Vegetationsdichte und Wasserqualität (Schwebstoffe, Organik, Belastung) zu treffen. Um die optischen Geräte für den Einsatz im Weltraum mit höchster Qualität herzustellen zu können, werden hochphosphorhaltige, chemisch Nickelschichten mit röntgenamorpher Struktur auf Metalloptiken abgeschieden, die später als Polierschicht dienen. Nach Angaben von Dr. Kinast unterliegen das Substrat und die NiP-Schicht folgender Prozesskette: CNC-Fräsen eines Aluminiumteils > Diamantdrehen > NiP-Beschichtung > Diamantdrehen > MRF (Magnetorheologisches Finishing zur Korrektur der Oberflächenformabweichung) > CMP (Chemisch-mechanisches Polieren) zur Minimierung der Rauheit < 0,3 nm. Iterativ erfolgt eine exakte Überprüfung der erreichten Oberflächengüte.

In drei Videos wurden sehr anschaulich die hohe Auflösung von Fotos der Erde, die Formabweichung und Rauheit von Metalloptiken sowie die Diamantbearbeitung von chemisch Nickelschichten gezeigt.

Eine zusätzliche Herausforderung ist die NiP-Beschichtung von 3D-gedruckten Metallteilen. Nach der Beschichtung erfolgt zur Erreichung des erforderlichen Oberflächen-



Teilnehmer und Teilnehmerinnen des Vortrags und Sommerfests

(Bild: Dr. Kutzschbach)

profils das Diamantdrehen und endet ebenfalls mit der CMP-Bearbeitung. Testspiegel mit interner Bienenwabenstruktur wurden vorgestellt. Für spezielle Anwendungen lassen sich chemisch abgeschiedene, streulichtminimierende Schichten für optische Systeme herstellen. Sie weisen eine geringe Reflexion an Gehäusestrukturen auf. Diese geschwärzten chemisch Nickelschichten zeigen nach dem Ätzen im REM-Bild senkrecht zur Oberfläche verlaufende, konische Löcher. Ein weiteres Feld der Herstellung von optischen Schichten sind NiP-Schichten auf Keramiksubstraten. Nach Schleifen des Keramiksubstrats und NiP-Beschichtung wurde die Schicht bis zur Endstufe CMP bearbeitet. Mit einer Bildübersicht über die IOF-Highlights in Astronomie und Raumfahrt beendete Dr. Kinast seinen interessanten Vortrag. In der anschließenden Diskussion wurden zahlreiche Fragen wie unter anderem Fertigungszeiten von Präzissionsspiegeln, Standzeit des NiP-Elektrolyten (stark begrenzt), angewandte Ätzverfahren, Qualität der NiP-Schicht (nur amorphe Schichten) beantwortet.

Im Anschluss an die umfangreiche Diskussion dankte DGO-Bezirksgruppenleiter Matthias Fritz dem Referenten Dr. Jan Kinast für seinen sehr interessanten Vortrag und die Beantwortung der zahlreichen Fragen. Anschließend lud er zum Sommerfest mit Thüringer Köstlichkeiten vom Rost und Getränken für ein gemütliches Beisammensein ein.

Dr. Peter Kutzschbach

➔ www.dgo-online.de

BG Nürnberg am 13. Mai 2025 zu Besuch bei der Firma KE-TEC GmbH in Betzigau

Gleich 30 Teilnehmer hatten sich zur Exkursion der DGO-Bezirksgruppe Nürnberg ins Allgäu zur Firma KE-TEC GmbH angemeldet. Das inzwischen 50 Mitarbeiter starke Unternehmen testet, analysiert und entwickelt Lithiumionen-Batteriesysteme für namhafte Hersteller im Automotive-Bereich – und das bereits seit 18 Jahren.

Die BG Nürnberg bekam am Exkursionstag einen Einblick in die Welt der Batterietechnik sowie die Untersuchungs- und Analyse-möglichkeiten von Lithiumionenbatterien: angefangen von den Rohstoffen, dem Aufbau unterschiedlicher Batterien und ihrer Einsatzbereiche, über die Leistungsfähigkeit moderner Speichermodule und -systeme bis hin zu Sicherheitsaspekten und zur Transformation der Stromversorgung in Deutschland. Besonderen Zuspruch fand die Führung, da die Teilnehmer ganz nah an die Module herangehen und den Aufbau von unterschiedlichen Batteriezellen ganz genau betrachten konnten. Auch wurden die Funktionsweisen eines Computertomographen sowie ein REM inklusive EDX-Analyse-Gerät vorgestellt, mit denen KE-TEC fundierte Fehleranalysen an verschiedensten Werkstücken durchführt.

Besonders interessant war die Demonstration, wie sich eine Batterie nach einer Schädigung in kurzer Zeit entlädt. Auch gab es einen Kurzfilm, der in Superzeitlupe zunächst die Rauchentwicklung und den Materialauswurf der geschädigten Zelle sichtbar mach-

te und zeigte, wie sich dann das Modul selbst entzündet. Beeindruckend war ebenfalls die Besichtigung eines der firmeneigenen Speichermodule, die durch mehrere Photovoltaikanlagen gespeist werden. Damit kann zwar nicht ausschließlich der Strombedarf gedeckt werden, aber die Einsparungen können nach dieser Investition doch enorm sein. Die Besichtigung schloss mit einer Fragerunde ab, bevor die Gruppe die Rückreise antrat.

Zurück im Bus wurde dann der gesellige Teil fortgesetzt. *Gute Stimmung im Kreis von bestens gelaunten Menschen. Neben dem fachlichen Input ist es genau das, was unsere Bezirksgruppe ausmacht*, sagen die beiden Bezirksgruppenleiter Udo Krüger und Manfred Hoos stolz. Die beiden freuen sich bereits auf die nächsten Zusammenkünfte.

➔ www.dgo-online.de

Exkursion der DGO-Bezirksgruppe Iserlohn zur Firma OBO Bettermann mit exklusiver Führung

Am 24. Juni fand die erste Exkursion der DGO-Bezirksgruppe Iserlohn unter der Leitung von Tim Lippert statt. Die Veranstaltung war mit 15 Teilnehmern vollständig ausgebucht und führte zur Firma OBO Bettermann in Menden, einem international führenden Hersteller von Installationssystemen für elektrotechnische Infrastruktur.

Die Teilnehmer wurden morgens im OBO-Forum empfangen, wo beim gemeinsamen Kaffeetrinken erste Gespräche und ein Kennenlernen stattfanden. Nur wenigen war das beeindruckend breite Produktportfolio von OBO Bettermann bekannt – dieses reicht von der einfachen Nagelschelle über Kabeltragsysteme bis hin zu kompletten Montagesystemen für Photovoltaikanlagen und Blitzschutz. Die Firma ist zudem für ihre hohe Fertigungstiefe bekannt, einschließlich eigener Verfahren zur Oberflächenveredelung.

Nach einem kurzen Besuch der OBO Academy begann die Werksführung, kompetent geleitet von Mailin Jürgens. Auf dem Werksgelände bekamen die Teilnehmer Einblicke in die Kabelrinnenfertigung mit verschiedenen Stanz- und Umformanlagen, die den hohen Automatisierungsgrad und die Fertigungskompetenz des Unternehmens unterstrichen. Ein besonderes Highlight war die exklusive Führung durch die hauseigene Feuerverzinkung, präsentiert von Andreas Müller. Die Teilnehmer konnten den gesamten Prozess, angefangen beim Aufhängen der Ware an die Transportgestelle über die Vorbehandlung, den eigentlichen Vorgang der Verzinkung bis

hin zur Nachbehandlung sowie sämtliche Peripherie (Abluftanlage, Säurelager, Zinklager) aus nächster Nähe verfolgen. Tim Lippert war stolz, seinen BG-Mitgliedern diese Sonderführung, die nur in Ausnahmefällen durchgeführt wird, anbieten zu können.

Zum Abschluss der Veranstaltung bot ein gemeinsames Mittagessen Gelegenheit für Networking und Fachdiskussionen. Die Resonanz war durchweg positiv: Diese äußerst spannende und informative Exkursion war ein gelungener Auftakt für die künftigen Aktivitäten der Bezirksgruppe Iserlohn.

Ein besonderer Dank gilt Mailin Jürgens für die hervorragende Organisation sowie der Firma OBO Bettermann für ihre Gastfreundschaft und die tiefgehenden Einblicke in ein faszinierendes Industrieunternehmen.

➔ www.dgo-online.de

DGO-Bezirksgruppe München bei Riesmetall GmbH in Nördlingen

Zu den besonderen Highlights der BG München zählen die Exkursionen, die sich bei den Mitgliedern immer größter Beliebtheit erfreuen. Am 24. Juli besuchte die BG München die Riesmetall GmbH in Nördlingen.

Der geschäftsführende Gesellschafter Joachim Ramisch eröffnete den Teilnehmenden die Gelegenheit, sein 1973 gegründetes Galvanikunternehmen vor Ort ausgiebig zu erkunden. Nicht nur die Größe des Betriebs, auch die tiefen Einblicke in die Beschichtungstechnologie der unlegierten sauren Verzinkung als Schüttware in der Trommel und als Hängeware am Gestell waren beeindruckend. Der unternehmerische Erfolg beruht neben der engen, persönlichen Kundenbindung auf dem Slow-Plating-Konzept. Lange Expositionszeiten bei geringen Strömen, vierfache Standspülkaskaden und Niedertemperaturtrocknung sind dabei kennzeichnend für eine Produktionsweise, die Energie und Material einspart durch die Besinnung auf sparsame Methoden, die mit möglichst unkomplizierter Technik auskommen. In der Verbindung mit zwei Galvanikautomaten auf einer Gesamtproduktionsfläche von 2400 Quadratmetern, die seit 40 Jahren gewartet und laufend modernisiert werden, erzielt das Unternehmen auf diese Weise mit vier Werkern und Werkerinnen einen jährlichen Umsatz von durchschnittlich 500 000,- Euro.

Im Anschluss an die Firmenbesichtigung folgte ein gemeinsames Mittagessen zum fachlichen und persönlichen Austausch unter den Teilnehmern. Entsprechend gestärkt konnten auch der Besuch des vollständig erhalte-

nen historischen Wehrgangs der Nördlinger Stadtmauer gut bewältigt werden. Nach einem kurzen Rundgang durch die schöne Altstadt begab sich die Runde in ein Eiscafé auf dem Marktplatz zwischen dem Rathaus und dem *Daniel*, dem Turm der Stadtkirche, der gleichzeitig das weithin sichtbare Wahrzeichen der Stadt Nördlingen ist.

Die vielen Details und Anekdoten, die Joachim Ramisch aus seinen über 50 Jahren als Lohngalvanik-Unternehmer erzählte und der Blick in die firmeneigene Oldtimer-Werkstatt machten den Besuch für die gut 20 Teilnehmenden zu einem außergewöhnlichen und abwechslungsreichen Tag.

Das Leitungsteam der BG München, Andreas Bayer und Dr. Harald Schreckenberger, bedankt sich an dieser Stelle noch einmal herzlich für die rundum gelungene Einladung.

➔ www.dgo-online.de

DGO-Arbeitskreis Leichtmetalle diskutiert Forschungsergebnisse zur elektrochemischen Abscheidung von Al-Si-Legierungen auf Stahlsubstrat

Im Rahmen eines Webmeetings des DGO-Arbeitskreises Leichtmetalle am 16. April stellte Krishna Venkatesh von der TU Ilmenau aktuelle Forschungsergebnisse zur elektrochemischen Abscheidung von Al-Si-Legierungen auf Stahlsubstrat für den Einsatz im Verbunddruckguss Stahl/Aluminium vor.

Die vorgestellte Technologie nutzt ionische Flüssigkeiten als Elektrolyte, um haftfeste Al-Si-Schichten zu erzeugen, die anschließend als haftvermittelnde Schicht für druckgegossenes Aluminium fungiert. Ziel ist die Entwicklung von kosteneffizienten, CO₂-reduzierten Beschichtungsverfahren für Leichtbauanwendungen. Ein Ausblick auf künftige Forschungsschritte – insbesondere hinsichtlich alternativer Elektrolyte – rundete den Vortrag ab.

➔ www.dgo-online.de

DGO erneut zu Gast am Ausbildungszentrum Oberflächentechnik in Nürnberg

Auch in diesem Jahr setzte die Deutsche Gesellschaft für Galvano- und Oberflächentechnik e. V. (DGO) ihre Initiative zur Nachwuchsförderung fort: Am 4. Juni besuchte Dr. Daniel Meyer das Ausbildungszentrum Oberflächentechnik in Nürnberg, um mit den Auszubildenden des zweiten Lehrjahres im Berufsbild Oberflächenbeschichter/in ins Gespräch zu kommen.

Zentrale Themen des Besuchs waren die grundlegenden Aufgaben und Ziele der DGO

VERBÄNDE

sowie die Bedeutung von Interessenvertretungen auf Verbandsebene. Dr. Meyer erklärte, welche Rolle Fachverbände wie die DGO für die Branche spielen, und zeigte auf, welchen persönlichen Nutzen eine DGO-Mitgliedschaft – insbesondere für Nachwuchskräfte – bieten kann. Diese ist kostenfrei und endet zum 28. Lebensjahr automatisch. Mit der DGO-Bezirksgruppe Nürnberg haben die Schüler zudem beste Anknüpfungsmöglichkeiten unmittelbar vor Ort. Der Austausch bot den Auszubildenden die Gelegenheit, Fragen zu stellen und sich über Perspektiven im Beruf sowie über Möglichkeiten zur Mitgestaltung in der Fachwelt zu informieren.

Der diesjährige Termin reiht sich ein in eine Serie von Schulbesuchen, mit denen die DGO gezielt den Kontakt zu Berufsschulen und angehenden Fachkräften in der Oberflächentechnik bundesweit intensiviert. Bereits im Vorjahr war Dr. Meyer vor Ort und hatte mit den damaligen Auszubildenden des dritten Lehrjahres über die Strukturen und Aktivitäten der DGO gesprochen.

➔ www.dgo-online.de

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

Das nützliche VOA-Praxistool für die Beschichtung

Aluminium: Leicht, stark und formbar findet es in zahlreichen, verschiedenen Industriebereichen Verwendung – in der Bauindustrie, der Luft- und Raumfahrttechnik, der Automobilbranche oder beispielsweise im Maschinenbau. Doch erst durch die vielseitigen Möglichkeiten der Oberflächenveredelung entfaltet das Material seine volle Leistungskraft, wodurch sich Qualität, Haltbarkeit und Einsatzmöglichkeiten steigern lassen. Insbesondere die Beschichtung spielt als beliebtes Verfahren eine zentrale Rolle. Der VOA stellt seinen Mitgliedsunternehmen für die tägliche Praxis sein von Experten erarbeitetes Dokumentenpaket *Beschichtung* zur Verfügung. Mit dem hilfreichen Tool können nach Mitteilung des VOA die Unternehmen die Qualität in der Produk-

tion dokumentieren und haben gleichzeitig die Möglichkeit, Verbesserungspotenziale zu heben. Die aktualisierte Version des umfangreichen Dokumentenpakets steht den VOA-Mitgliedern ab sofort auf der Homepage des VOA zum Download zur Verfügung.

Das ausführliche Dokumentenpaket beinhaltet unter anderem die anlagenspezifische Verfahrensanleitung, den Produktionslenkungsplan und die Visualisierung kritischer Prozessmerkmale für die Beschichtung. Zudem berücksichtigten die versierten Spezialisten der Projektgruppe *Prozessdokumentation*, die das Dokumentenpaket erarbeitet haben, auch die Anforderungen in den weltweit gültigen Spezifikationen des internationalen Qualitätszeichens Qualicoat und deren praktische Umsetzung. So enthält das Werk mit dem Kontrollregister und der Übersicht der Qualitätsprüfungen nach Qualicoat zusätzliche, sinnvolle Ergänzungstools.

Anlass für die aktuelle Überarbeitung des Praxistools war die Weiterentwicklung der Qualicoat-Spezifikationen. Der Generallizenzgeber des internationalen Qualitätszeichens Qualicoat arbeitet stets an der Weiterentwicklung der Spezifikationen und passt sie nach neuesten Erkenntnissen aus Wissenschaft und Forschung regelmäßig an. Daher stand auch beim VOA die Überarbeitung des Dokumentenpakets auf der Agenda.

Neben dem Dokumentenpaket *Beschichtung* erarbeiteten die Fachleute aus den Reihen der VOA-Mitgliedsunternehmen vor vier Jahren auch das Dokumentenpaket *Anodisation*. Dieses aktualisiert der VOA, sobald die neuen Spezifikationen des internationalen Qualitätszeichens Qualanod erscheinen, die der Generallizenzgeber derzeit überarbeitet.

Interessierte VOA-Mitglieder finden die Pakete zur Prozessdokumentation sowie den sowohl für die Anodisation als auch für die Beschichtung geltenden *Allgemeinen Teil* exklusiv und kostenfrei auf www.voa.de nach Login im Download-Bereich der Homepage. Selbstverständlich sind die Unterlagen für Mitglieder auch direkt über die VOA-Geschäftsstelle zu beziehen.

➔ www.voa.de

Verein Deutscher Ingenieure e.V. (VDI)

Daniel Schröder übernimmt Geschäftsführung der VDI-Gesellschaft Materials Engineering

Seit dem 1. September ist Daniel Schröder der neue Geschäftsführer der VDI-Gesellschaft Materials Engineering (VDI-GME). Er tritt die Nachfolge von Dr. Hans-Jürgen Schäfer an. Schröder ist seit 2012 in der VDI-Gruppe und verantwortete dort viele Jahre im VDI-Wissensforum unter anderem die Projektleitung der VDI-Tagung *PIAE – Kunststoffe im Automobilbau* mit mehr als 1300 Teilnehmenden. Seit Juli 2024 ist Schröder im VDI e. V. tätig und übernahm dort zunächst den Bereich Kunststofftechnik innerhalb der VDI-GME.



Daniel Schröder

(Bild: privat)

Daniel Schröder bringt umfangreiche Erfahrungen in der Vernetzung von Wissenschaft, Industrie und Politik mit. Seine Schwerpunkte liegen in den Themenfeldern Kunststofftechnik, Werkstoffentwicklung und Fahrzeugtechnik. *In meiner neuen Rolle möchte ich die VDI-GME als zentrale Plattform für den Dialog zu aktuellen und zukünftigen Herausforderungen der Werkstofftechnik weiter ausbauen*, sagt Schröder.

Ein großer Dank gilt seinem Vorgänger Dr. Hans-Jürgen Schäfer, der die VDI-GME über viele Jahre hinweg geprägt und entscheidend weiterentwickelt hat.

➔ www.vdi.de

INSERENTENVERZEICHNIS

Brenscheidt Galvanikservice	U2	Walter Lemmen GmbH	19	Sager + Mack	U4
BRW Elektrochemie	15	LSR GmbH	29	Serfilco	33
Helmut Fischer	23	Munk GmbH	27	STZ Tribologie	9
IMO GmbH	Titel	Renner GmbH	Titelbanner	Walther Trowal	9

Dr. Wolf-Henning Walther ist neuer CEO bei Metrohm Deutschland

Dr. Wolf-Henning Walther übernimmt nach Mitteilung von Metrohm ab dem 1. September 2025 die Geschäftsführung der Metrohm Deutschland GmbH & Co. KG und bildet künftig mit Michael Feige und Dr. Volker Frost die Geschäftsleitung. Frank Rückle, aktueller Geschäftsführer, tritt zum 1. September 2025 in den wohlverdienten Ruhestand.



Frank Rückle, Dr. Wolf-Henning Walther, Michael Feige (v. l. n. r.) (Bild: Metrohm)

Nach über 40 erfolgreichen Jahren bei Metrohm Deutschland, davon knapp 13 Jahre in der Geschäftsleitung, verabschiedet sich Frank Rückle zum 1. September 2025 in den wohlverdienten Ruhestand. Mit seinem Einsatz, seiner fachlichen Expertise und seinem Engagement für Kunden und Mitarbeiter hat er das Unternehmen maßgeblich geprägt. Metrohm Deutschland dankt ihm für seine langjährige und erfolgreiche Arbeit sowie für die vielen Impulse, die Metrohm Deutschland in dieser Zeit erfahren durfte. Für Frank Rückle waren die letzten 40 Jahre eine Zeit voller inspirierender Begegnungen und gemeinsamer Herausforderungen. *Für die bereichernde Zusammenarbeit bin ich sehr dankbar*, so Rückle.

Gleichzeitig freut sich Metrohm Deutschland, Dr. Wolf-Henning Walther ab dem 1. September als neuen Geschäftsführer bei Metrohm Deutschland willkommen zu heißen. Er bringe nicht nur umfassende Erfahrung in der Laborbranche und frische Impulse mit, sondern auch eine langjährige persönliche Verbindung zu Metrohm. In seiner vorherigen Tätigkeit seien bereits zahlreiche spannende Projekte mit einigen seiner heutigen Kolleginnen und Kollegen entstanden. Dabei lernte er nicht nur die technische Exzellenz, sondern auch die gelebten Werte bei Metrohm kennen und schätzen.

Wolf-Henning Walther haben bereits während seines Chemiestudiums die kompromisslose Qualität und Robustheit der Produkte – Made in Switzerland – sehr beeindruckt. *Umso mehr freue ich mich nun darauf ge-*

meinsam mit einem großartigen Team die nächsten Kapitel dieser Erfolgsgeschichte aktiv mitzugestalten, so Walther.

➔ www.metrohm.com

EMW Stahl-Service-Center und Bilstein Group kooperieren

Die EMW Stahl Service GmbH und die Bilstein Group intensivieren nach Mitteilung des EMW Stahl-Service-Center ihre Zusammenarbeit im Bereich der High Speed Laser Blanking-Technologie BILCUT. Ziel der Partnerschaft ist es, Kunden eine präzisere, flexible und wirtschaftlichere Fertigung von Formplatinen zu ermöglichen und gleichzeitig Material- und Lieferketten dauerhaft zu sichern. Für EMW-Kunden bedeutet das ein erweitertes Angebot: Neben Spaltband und Rechteckplatinen sind künftig auch Trapez- und komplexe Formplatinen verfügbar. Die Fertigung auf modernen Bandlaseranlagen bringt vor allem bei Klein- und Mittelserien klare Vorteile. Werkzeugwechsel entfallen, Geometrien lassen sich digital anpassen und können zum Beispiel bei neuen Modellvarianten schnell umgesetzt werden. Die hohe Schnittpräzision, gratfreie Kanten und softwaregestützte Nesting-Strategien sorgen für eine effiziente Materialausnutzung. Da keine Investitionen in Schneidwerkzeuge notwendig sind, sinken sowohl Invest, Wartungskosten als auch Vorlaufzeiten deutlich.

Auch die BILCUT GmbH, ein Unternehmen der Bilstein Group, profitiert von der Zusammenarbeit: EMWs langjährige Erfahrung in der Beschaffung und Verarbeitung von Spezialgütern für die Automobilindustrie sowie umfangreiche Lagerkapazitäten sichern



Jörg von Prondzinski, Bilocut GmbH, (l.) und Michael Mockenhaupt, EMW (Bild: EMW)

eine schnelle Materialverfügbarkeit – besonders für Prototypen und Kleinserien. Die breite Kunden- und Lieferantenbasis von EMW unterstützt zudem eine optimale Auslastung der neuen BILCUT-Anlage und erweitert das Leistungsportfolio der Bilstein Group.

BILCUT verbindet nach den Worten von Michael Mockenhaupt, Geschäftsführer von EMW, Flexibilität mit hoher Fertigungsleistung. *Gemeinsam mit der Bilstein Group schaffen wir eine durchgängige Prozesskette – vom Vormaterial über die Logistik bis hin zur fertigen Formplatte*, sagt Michael Mockenhaupt. *Die Kooperation gibt uns einen sicheren Zugang zu den passenden Materialien und stabilen Lieferketten. Für unsere Kunden bedeutet das vor allem verlässliche Verfügbarkeit, gleichbleibend hohe Qualität und wirtschaftliche Abläufe*, ergänzt Jörg von Prondzinski, Geschäftsführer der BILCUT GmbH.

BILCUT steht für *Bilstein High Speed Laser Blanking* und bezeichnet einen innovativen Fertigungsprozess, bei dem Blechmaterial kontinuierlich vom Coil mittels Lasertechnologie in kundenspezifische Formen, sogenannte Formplatinen, geschnitten wird. Im Vergleich zum herkömmlichen Stanzverfahren ermöglicht die BILCUT-Technologie eine werkzeuglose, flexible und effiziente Produktion von Formplatinen – und das deutlich schneller als bereits auf dem Markt etablierte Laserverfahren. BILCUT wurde von der Bilstein Group in Zusammenarbeit mit Automatic-Systeme Dreher und dem Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT entwickelt. Das Projekt erhielt Fördermittel aus dem Umweltinnovationsprogramm des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMUKN). Serienstart ist Anfang 2027, Prototypen- und Validierungsmengen sind bereits jetzt nach Kundenwunsch herstellbar.

Die Einsatzmöglichkeiten der BILCUT-Technologie sind vielfältig. In der Automobilindustrie sorgt sie für höchste Präzision beispielsweise bei Strukturbauteilen und steigert zugleich die Effizienz. Doch auch in anderen Branchen, etwa im Landmaschinenbau, in der Schaltschrank- und Gehäusefertigung oder in der Lebensmittelindustrie, überzeugt BILCUT mit Flexibilität und Genauigkeit.

Die Zusammenarbeit von EMW und der Bilstein Group macht die High Speed Laser Blanking-Technologie einem breiten Kundenkreis zugänglich und schafft neue Möglichkeiten für eine effiziente, flexible und zukunftsfähige Produktion.

➔ www.emw-stahlservice.de



Sager
+ Mack[®]

Leading the way in pumps and filters

STRONG | CLEAN | SUSTAINABLE |
SMART |

WE GIVE YOU A **Mack**



Ihr Partner für perfekte Oberflächen



www.sager-mack.com