

WOMAG

 Kompetenz in Werkstoff und funktioneller Oberfläche

INVESTIEREN SIE IN DIE UMWELT

MUNK
WE HAVE THE POWER!

...UND IN IHRE
ZUKUNFT!



NACHHALTIG



EFFIZIENT

MUNK GmbH

Gewerbepark 8+10 | D-59069 Hamm-Rhynern | Tel.: +49 2385 74-0 | Mail: vertrieb@munk.de | www.munk.de |   

WERKSTOFFE

Oberflächenfunktionalisierung
mittels Laserinterferenz

WERKSTOFFE

Schnellere Reibung –
weniger Verschleiß

OBERFLÄCHEN

Sichere und ökonomische
Entgasungs-Wärmebehandlung

OBERFLÄCHEN

Modell- und datenbasierte Prozess-
steuerung von Galvanikanlagen

OBERFLÄCHEN

Es geht voran auf dem Weg zur
Autorisierung

SPECIAL

Verschleißprognose wärmebehandel-
ter Nickel-Phosphor-Schichten mit
interaktivem Verschleißmodell

NOVEMBER 2022

Branchen-News täglich: womag-online.de

Ihr Partner in der industriellen Entwicklung

Effiziente Innovation in Werkstoff- und Oberflächentechnik

Konzeption – Planung – Umsetzung

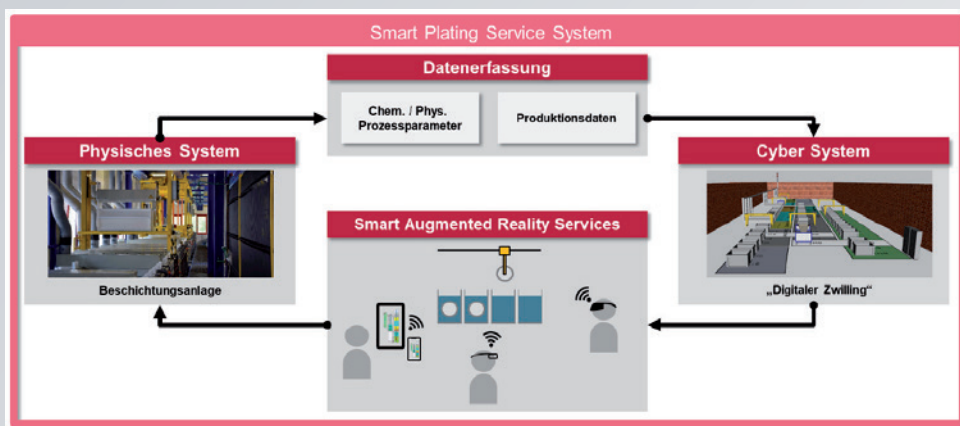
Erfahrene Experten in einzigartiger Kombination

Markteinführung – Marktsicherung

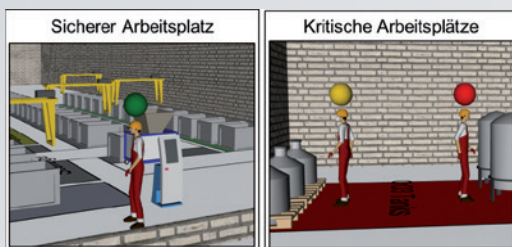
Nutzung von Innovationsförderung

eiffo-Projekte – aktuelle Beispiele

- SmARtPlaS - Smart Services für die Galvanotechnik ... Näheres zum Beispiel unter



- SYNARCO - Simulation der Chemikalienexposition im Galvanikprozess mit 3D Visualisierung einzelner Arbeitsplätze und Anzeige der Mitarbeiterbelastung



Interessiert?

... wir freuen uns auf die Zusammenarbeit mit Ihnen!



eiffo eG

D-72631 Aichtal

www.eiffo.de

Lösungen für aktuell drängende Probleme



Die Einsparung von Energie ist aktuell das Topthema auf breiter Front. Einerseits ist es notwendig, Energie einzusparen, um die steigenden Beschaffungskosten für die zur Energieerzeugung nötigen Rohstoffe im Zaum zu halten. Andererseits müssen die für die Umwelt entstehenden Nachteile bei der Energieerzeugung durch die bisher eingesetzten Rohstoffe so weit als möglich reduziert werden. Zwei Beispiele, wie diese Herausforderung für die Industrie der Oberflächentechnik bewältigt werden kann, finden sich in der vorliegenden Ausgabe der WOMag.

Bei der galvanischen Beschichtung von Stählen zur Verbesserung von deren Korrosions- oder Verschleißigenschaften kann Wasserstoff in den Stahl eingebracht und das Risiko einer Wasserversprödung initiiert werden. Durch eine Wärmebehandlung lässt sich der Wasserstoff einfach und vollständig wieder entfernen. Bisher wurden aus Sicherheitsgründen häufig nicht nur eine höhere Temperatur, sondern auch ein längerer Behandlungszeitraum als unbedingt notwendig gewählt. Im Rahmen eines geförderten IGF-Vorhabens wurden bei den Fraunhofer-Instituten IPA und IWM Untersuchungen durchgeführt, welche Zeiten und Temperaturen für verschiedene Grundwerkstoffe und Beschichtungen erforderlich sind, um die Gefahr der Wasserstoffversprödung sicher auszuschließen. Daraus resultieren sowohl eine technisch optimale Verfahrensweise als auch eine optimale ökonomische und ökologische Arbeitsweise (Beitrag Seite 20).

Eine Wärmebehandlung von chemisch abgeschiedenen Nickel-Phosphor-Schichten ermöglicht es, die Härte der Schichten in bestimmten Grenzen einzustellen. Im Rahmen einer Arbeit an der TU Chemnitz wurde ein Modell entwickelt, mit dem sich anhand numerischer Berechnungen der Aufwand zur Ermittlung von optimierten Behandlungsparametern deutlich reduzieren lässt. Damit lassen sich die je nach Anwendung erforderlichen Bedingungen für die Wärmebehandlung im Hinblick auf den Verschleiß von Nickel-Phosphor-Schichten optimal einstellen (Beitrag Seite 22). Hier wird damit nicht nur der große Vorzug der hergestellten Nickel-Phosphor-Schicht optimiert, sondern auch der benötigte Energieeinsatz.

Die Oberflächentechnik unterstreicht mit diesen beiden Beispielen sowohl ihren großen Nutzen bei der Herstellung von hochqualitativen Gegenständen – was in vielen Fällen auch ein Schutz der Umwelt ist – als auch einen verantwortungsvollen Umgang mit Energie und Ressourcen!

WOMAG – VOLLSTÄNDIG ONLINE LESEN

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



Sager + Mack®

Leading the way in pumps and filters

STRONG | CLEAN | DURABLE |
SMART

NACHHALTIGKEIT TRIFFT EFFIZIENZ



VOLLE POWER FÜR WENIGER VERBRAUCH



VEA-INITIATIVE
Klimafreundlicher
Mittelstand



PUMPEN
PUMPS | 泵



FILTER
FILTERS | 过滤器



FILTERMEDIEN
FILTERMEDIA | 过滤耗材



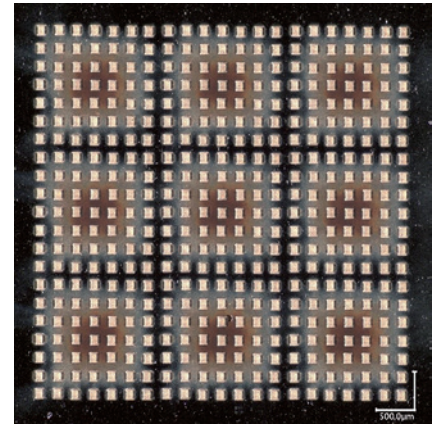
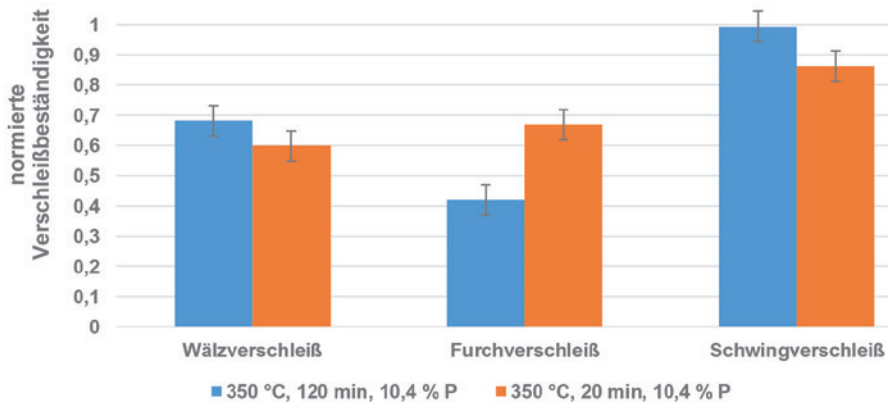
DAS PLUS
THE PLUS | 服务



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

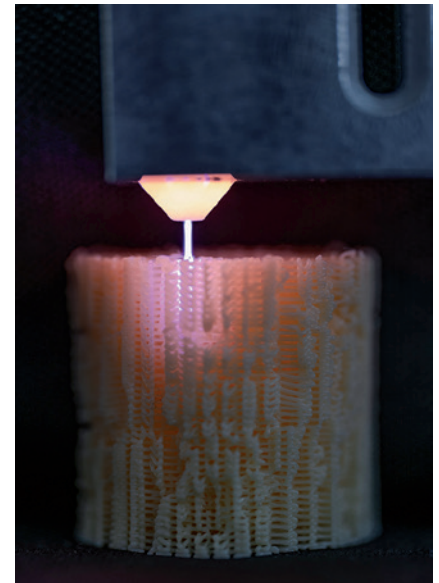
74532 Ilshofen-Eckartshausen
info@sager-mack.com | +49 7904 9715-0

INHALT



22 Abschätzung des Verschleißes von Nickel-Phosphor-Schichten

6 Lasermaterialbearbeitung



14 Untersuchung von Reibvorgängen bei verschiedenen Geschwindigkeiten

21 Atmosphärendruckplasma

WERKSTOFFE

- 4** Oberflächenfunktionalisierung mittels Laserinterferenz – von der Idee zum Markterfolg
- 5** DFG und Fraunhofer fördern Projekt zu Schichtsensorik an der TU Dortmund
- 6** Neuer Spatial Light Modulator für die dynamische Strahlformung bei industriellen High-Power-UKP-Prozessen
- 7** Wasserstrahlbearbeitung komplexer Bauteile
- 8** Stimmungsvolles und erfolgreiches Comeback der AMB
- 10** Mehr Nachhaltigkeit für Carbonbauteile: Produktionsreste von CFK-Tapes wiederverwerten
- 11** Doppelspitze am Fraunhofer UMSICHT
- 12** Studienbericht beschreibt KI-Einsatz, Datentechnologie und neue Geschäftsmodelle für die Produktion
- 13** Photovoltaikausbau: Hocheffiziente Solarzellen doppelt so schnell produzieren

- 14** Schnellere Reibung – weniger Verschleiß
- 15** Wachstum von Nanolöchern dank Heliumstreuung erstmals sichtbar
- 16** Laserbasierte Siliziumkristallisation für die monolithische Integration bei MEMS-Sensoren
- 18** Inline-Elementanalyse

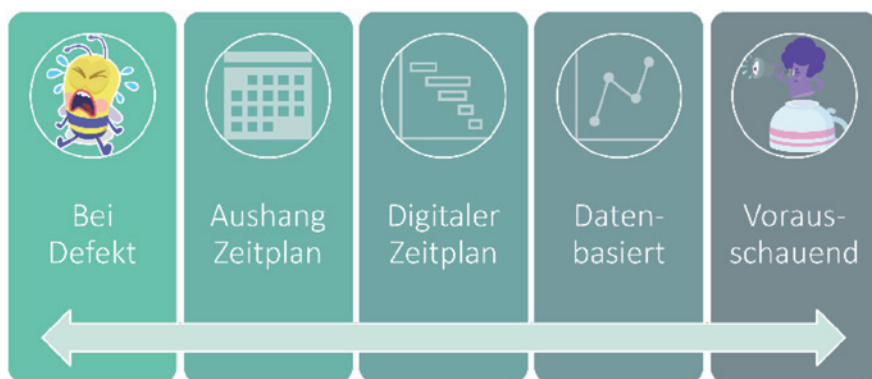
MEDIZINTECHNIK

- 19** Niederenergetischer Elektronenstrahl als multifunktionales Werkzeug für Antifouling-Beschichtungen

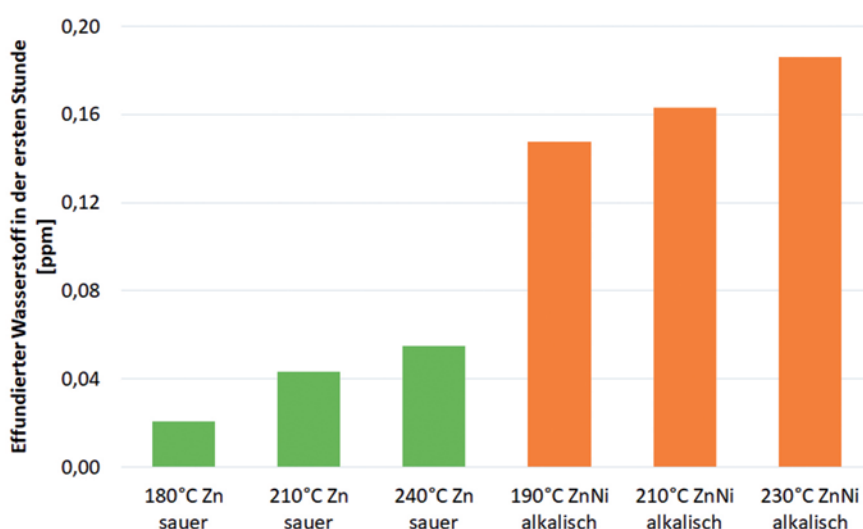
OBERFLÄCHEN

- 20** Sichere und ökonomische Entgasungs-Wärmebehandlung für galvanisch beschichtete Bauteile
- 21** Stabilere 3D-gedruckte Bauteile mithilfe von Atmosphärendruckplasmen

INHALT



25 Optimaler Betrieb und vorausschauende Wartung bei Galvanikanlagen



20 Sichere und ökonomische Entgasung galvanisch beschichteter Bauteile

- 22** Verschleißprognose wärmebehandelter Nickel-Phosphor-Schichten mithilfe eines interaktiven Verschleißmodells
- 25** Modell- und datenbasierte Prozesssteuerung für ganzheitlich optimierten Betrieb und vorausschauende Wartung von Galvanikanlagen
- 28** Es geht voran auf dem Weg zur Autorisierung
- 29** WindEnergy Hamburg 2022: für Dörken ein voller Erfolg
- 30** Energiebeschaffung – und was die Branche sonst noch bewegt – Bericht Teil 2
- 35** Leipziger Galvanopreis 2021 verliehen

VERBÄNDE

- 36** DGO e.V. – DVS e.V. – VOA e.V. – AD

BERUF + KARRIERE

- 39** Neue Fachkräfte für die Galvanotechnikbranche
- 40** AIT und TU Graz starten Doktoratsprogramm im Bereich Wasserstofftechnologie
- 40** Vier Preise für Materialforschende von der Hochschule Aalen

Zum Titelbild: Munk entwickelt, fertigt und vertreibt Stromquellen für technische Anwendungen, vor allem für den Bereich der Oberflächentechnik; www.munk.de

IMPRESSUM

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

Erscheinungsweise

10 x jährlich, wie in den Mediadaten 2022 angegeben

Herausgeber und Verlag

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

Verlagsleitung

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

Redaktion/Anzeigen/Vertrieb/Abo

siehe Verlagsleitung

Bezugspreise

Jahresabonnement für WOMag-Online:
149,- €, inkl. MwSt.
Die Mindestbezugszeit eines Abonnements beträgt ein Jahr. Danach gilt eine Kündigungsfrist von zwei Monaten zum Ende des Bezugszeitraums.
Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 11 vom 15. Oktober 2021

Inhalt

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

Leserkreis:

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

WOMag-Beirat

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

Bankverbindung

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

Gerichtsstand und Erfüllungsort

Gerichtsstand und Erfüllungsort ist Waldshut-Tiengen

Herstellung

WOTech GbR

Grafische Gestaltung (Grundlayout)

Wasserberg GmbH

Druck

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

≡ Oberflächenfunktionalisierung mittels Laserinterferenz – von der Idee zum Markterfolg

Der geschäftsführende Gesellschafter Dr.-Ing. Dominik Britz stellt die SurFunction GmbH vor

Im März 2020 wurde die SurFunction GmbH mit dem Ziel gegründet, nach mehr als 20 Jahren Forschung und Entwicklung in Dresden und Saarbrücken erstmalig die sogenannte Direct Laser Interference Patterning (kurz DLIP)-Technologie zu industrialisieren. Die beiden mehrfach ausgezeichneten Erfinder der Technologie, Prof. Andrés Lasagni und Prof. Frank Mücklich, sind als Mitgründer aktiv in der SurFunction eingebunden.

Materialforscher Prof. Dr. Frank Mücklich hatte bereits 1999 die Idee, mittels Laserinterferenz Werkstoffe gezielt zu strukturieren. Gemeinsam mit seinem damaligen Doktoranden, Prof. Andrés Lasagni, wurde die Technologie weiterentwickelt und für immer mehr Werkstoffe – von Metallen, über Polymere bis hin zu Glas und Keramik – validiert. Nach seiner Rückkehr als Humboldt-Stipendiat aus den USA kam Prof. Lasagni über das Fraunhofer Attract-Programm an das Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik IWS, um die DLIP-Technologie industriell voranzubringen.

Die Entwicklungen im Bereich dieser Technologie von Prof. Lasagni stellten einen Meilenstein dar, die in der ersten Generation an kompakten DLIP-Optiken mündeten. Nach dem Ruf an die Technische Universität Dresden konnte er die Technologie auch im Bereich der Grundlagen verstärkt weiterentwickeln. Mit dem Material Engineering Center Saarland, einem Steinbeis-Transferzentrum, wurden parallel in Saarbrücken die DLIP-Technologie in zahlreichen Industrieprojekten evaluiert und die vielseitigen Einsatzmöglich-

keiten im Bereich der Oberflächenfunktionalisierung validiert. Mit ihren Forschungsteams haben Prof. Mücklich und Prof. Lasagni über 200 Fachartikel zur DLIP-Technologie veröffentlicht und wurden unter anderem mit ihren Arbeitsgruppen gemeinsam mit dem Berthold-Leibinger-Innovationspreis 2016 für eine der besten Laserinnovationen ausgezeichnet.

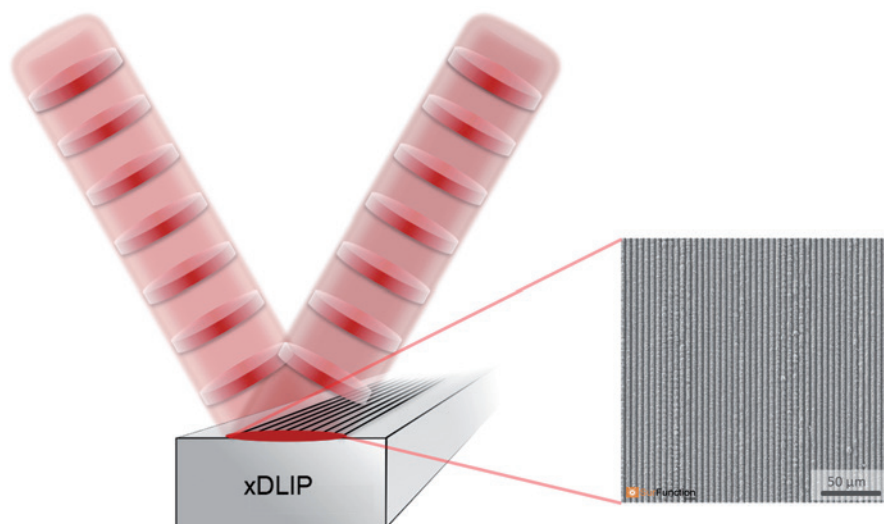
Gemeinsam mit Dr.-Ing. Dominik Britz gründeten Prof. Mücklich und Prof. Lasagni schließlich – nach konkretem Bedarf aus der Industrie und nach erfolgreichem Proof-of-concept einer Serienanlage – im März 2020 die SurFunction GmbH in Saarbrücken, wobei der Unternehmensname ein Akronym von *Surface* (Oberfläche) und *Function* (Funktion) ist. Wichtiger Erfolgsfaktor für den Übertrag in die Serienfertigung ist dabei auch die personelle Vielfalt im Unternehmen. Neben Forschern setzt SurFunction auch auf ein internationales Team aus erfahrenen Mitarbeitenden im Hinblick auf industrielle Fertigungsprozesse und Produktskalierung. Auch die neue Generation an patentierten DLIP-Optiken sowie eine Erweiterung



Expertenwissen bei der SurFunction GmbH (v.l.n.r.): Andrés Lasagni, Dominik Britz, Frank Mücklich und Ralf Zastrau

der Technologie mit komplementären Technologien (extended DLIP – kurz xDLIP) leisten einen wesentlichen Beitrag zum aktuellen Technologieportfolio, um damit komplexe und gleichzeitig hochfunktionale Oberflächenstrukturen kontaktlos auf nahezu beliebigen Materialien in Rekordzeiten zu funktionalisieren.

Das physikalische Grundprinzip der DLIP-Technik ist die gezielte Überlagerung gepulster Laserstrahlung. In diesem Verfahren werden mindestens zwei Laserstrahlen auf der Materialoberfläche derart überlagert, dass ein exakt periodisches Intensitätsmuster entsteht, wodurch auf der zu bearbeitenden Substratoberfläche ein zum Intensitätsmuster reziprokes Topographiemuster hervorgerufen wird. Auf diese Weise ist es nicht nur möglich, geometrisch komplexe Strukturen auf Festkörperoberflächen zu erzeugen, sondern mit der Änderung der Wellen- und Pulslänge des Lasers, sowie der Anordnung und Anzahl der Laserstrahlen neben der erzeugten periodischen Oberflächentopographie auch die Mikrostruktur des Materials oder die Oberflächenchemie gezielt zu variieren.



Exemplarische Darstellung der Zweistrahl-Laserinterferenz mittels xDLIP auf einer metallischen Oberfläche

All diese Möglichkeiten, vereint mit der industrierelevanten Prozessgeschwindigkeit und einem breiten materialwissenschaftlichen Hintergrund, heben die DLIP-Technologie im Vergleich zu allen anderen Technologien zur Oberflächenfunktionalisierung hervor. Dabei geht es nicht nur um die Laserstrukturierung an sich, sondern vielmehr darum, die Oberfläche auf Grundlage des spezifischen Substrats optimal anzupassen und im Hinblick auf die geforderten Funktionen zu entwickeln.

Die Charakterisierung von Oberflächen vor und nach der xDLIP-Behandlung ist unverzichtbar – daher testet SurFunction alle relevanten Eigenschaften und untersucht gezielt sämtliche Faktoren, welche die Zuverlässigkeit und Eignung eines Materialsystems betreffen. Die Entwicklung optimierter Materialsysteme und deren Zuverlässigkeit stehen dabei im Mittelpunkt. Materialwissenschaftliche Expertise und Zugriff auf ein breites analytisches Spektrum sind für den erfolgreichen Transfer in den industriellen Prozess unabdingbar und grenzen SurFunction vom Wettbewerb ab.

Konkrete Anwendungsfelder wurden bereits in der Automobilbranche, der Medizin und Si-

cherheitstechnik mit Effekten wie Reibungs- und Verschleißkontrolle bis hin zur Schaffung von antibakteriellen und antiviralen Oberflächen und der Benetzungssteuerung identifiziert. Ausgewählte Leistungsbeispiele umfassen bei der Topographie eine Verringerung der Reibung um bis zu 80 Prozent und des Verschleißes um bis zu 99 Prozent. Für erneuerbare Energien kann die Solarabsorption um bis zu 35 Prozent erhöht werden. Elektrische Systeme weisen einen reduzierten Kontaktwiderstand von bis zu 80 Prozent auf.

In einer Vielzahl von Projekten wurden derartige, durch direkte Laserinterferenz (extended Direct Laser Interference Patterning, xDLIP) erzeugte funktionelle Oberflächenstrukturen in verschiedenen medizintechnischen Anwendungsbereichen bis hin zu Experimenten auf der internationalen Raumstation ISS eingehend untersucht. Die Anhaftung und metabolische Aktivität von pathogenen Bakterien kann dabei im gleichen Maße gehemmt, wie aktiv antimikrobielle Oberflächeneigenschaften um ein Vielfaches gesteigert werden. In In-vitro-Versuchen zu unterschiedlichen Implantatanwendungen werden die Proliferation, Orientierung und

Differenzierung der zur Einheilung von essenziellen Zelltypen des Patientengewebes durch gezielte Oberflächenstrukturierung sowohl gesteigert als auch gesteuert und negative Gewebeinteraktionen unterdrückt. Basierend auf diesen Ergebnissen bietet die xDLIP-Technologie das Potential, Patienten noch individualisierter behandeln zu können und das Risiko von schweren Verläufen zu reduzieren.

Nature Knows Best – SurFunction nutzt Oberflächenstrukturen inspiriert durch die Natur, um Produkte zu verbessern und nachhaltiger zu gestalten, und somit einen aktiven Beitrag für die Gesellschaft und für einen positiven ökologischen Wandel zu leisten. In einer Vielzahl von Anwendungsbereichen bietet die xDLIP-Technologie branchenübergreifend signifikante Innovations- und Wettbewerbsvorteile. Darüber hinaus ergeben sich Energieeinsparungen, die Möglichkeit, den Einsatz von Chemikalien zu reduzieren, sowie die Effizienz von Produkten zu steigern, welches die xDLIP-Technologie in hohen Maßen nachhaltig macht.

➔ www.surfunction.com

DFG und Fraunhofer fördern Projekt zu Schichtsensorik an der TU Dortmund

Prof. Dirk Biermann von der Fakultät Maschinenbau der TU Dortmund forscht gemeinsam mit dem Fraunhofer-Institut für Schicht- und Oberflächentechnik (IST) und Partnern aus der Praxis zur Verbesserung von Einlippen- und BTA-Tiefbohrverfahren. Die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) und die Fraunhofer-Gesellschaft fördern das Projekt *Dünnschicht-Sensorsysteme für Führungsleisten zur Erfassung von Kräften, Temperaturen und Verschleiß bei Zerspanprozessen (Schichtsensorik)* im Rahmen der Ausschreibung *Trilaterale Transferprojekte* für drei Jahre.

Die DFG und die Fraunhofer-Gesellschaft fördern in der Ausschreibungsrunde 2022 gemeinsam sieben Projekte, die dem Transfer von wissenschaftlichen Erkenntnissen aus DFG-geförderten Projekten in die industrielle Anwendung dienen. Die Fördersumme für die ausgewählten Kooperationsprojekte beträgt insgesamt 5,2 Millionen Euro. In den Projekten arbeiten Hochschulen, Fraunhofer-Institute und Unternehmen trilateral zusammen, um eine Lücke zwischen Grundlagenforschung und Anwendung zu schließen. Die sieben nun geförderten trilateralen Projekte wurden aus 14 eingereichten Projektanträgen ausgewählt.

Zur Herstellung hochpräziser Bauteile, die immer belastbarer werden, ist eine genaue Kenntnis der Wirkzusammenhänge zwischen Werkzeug und Werkstück erforderlich. Bei

Zerspanprozessen im Maschinenbau erzielen dabei führungsleistengestützte Verfahren wie das BTA-Tiefbohren oder das Einlippentiefbohren höchste Genauigkeiten bei der Produktion solcher Bauteile. Im Projekt entwickeln die Partner einen Prototyp für ein sensorgestütztes Werkzeugsystem, das die mechanischen und thermischen Belastungen sowie Verschleißerscheinungen an den Führungsleisten prozessparallel erfassen kann. Das System basiert auf einer Dünnschichtsensorik, welche Forschende am Fraunhofer IST entwickelt haben. Die Sensoren erkennen kritische Prozesszustände sowie Fehlstellen und ermöglichen eine durchgehende Qualitätskontrolle. Mithilfe eines aktiv eingreifenden Regelungssystems kann der Prozess mit geeigneten Ansätzen (z. B. Machine Learning) auf Basis der Messdaten optimiert werden.

Für das Projekt kooperiert die Fakultät Maschinenbau der TU Dortmund mit dem Fraunhofer IST in Braunschweig sowie den Anwendungspartnern BGTB GmbH aus Dortmund, botek Präzisionsbohrtechnik GmbH aus Riederich und der TIBO Tiefbohrtechnik GmbH aus Pfullingen. Projektleiter vonseiten der TU Dortmund ist Prof. Dirk Biermann, Leiter des Instituts für Spanende Fertigung. Durch die enge Zusammenarbeit mit den Unternehmen ist die Expertise industrieller Partner sichergestellt. Diese können wiederum frühzeitig von Innovationen aus der Forschung profitieren.

Lena Reil

Kontakt:

Prof. Dirk Biermann, Institut für Spanende Fertigung

E-Mail: dirk.biermann@tu-dortmund.de

➔ www.tu-dortmund.de

Neuer Spatial Light Modulator für die dynamische Strahlformung bei industriellen High-Power-UKP-Prozessen

Gemeinsam mit Hamamatsu hat das Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT in Aachen ein Labor für die Prozessentwicklung zur Lasermaterialbearbeitung mittels ultrakurz gepulster Laserstrahlung aufgebaut. Dort wurde gemeinschaftlich ein industrieller Bearbeitungskopf entwickelt, der Lasermaterialbearbeitung mit maßgeschneiderter, dynamischer Strahlformung und großen mittleren Leistungen für unterschiedlichste Anwendungsbereiche ermöglicht. Der neue Spatial Light Modulator (SLM) von Hamamatsu kann dabei Laserleistungen bis 150 Watt dauerhaft umsetzen.

Multistrahlsysteme sind der Schlüssel zur Skalierung

Ultrakurz gepulste (UKP) Laserstrahlung kann so gut wie jedes Material mit höchster Präzision bearbeiten. Um die Wirtschaftlichkeit der UKP-Bearbeitung weiter zu steigern, wurden Systeme mit mehr als 100 Watt entwickelt, sodass eine Skalierung der Prozesse zu höheren Geschwindigkeiten und niedrigeren Stückkosten möglich wird. Eine populäre Lösung zur Umsetzung der großen Laserleistungen ist dabei die Aufteilung der hochenergetischen Strahlung in viele Einzelstrahlen. Dieser Ansatz findet insbesondere bei der flächigen Lasermaterialbearbeitung oder bei periodischen Mustern wie Filtern bereits industrielle Anwendung.

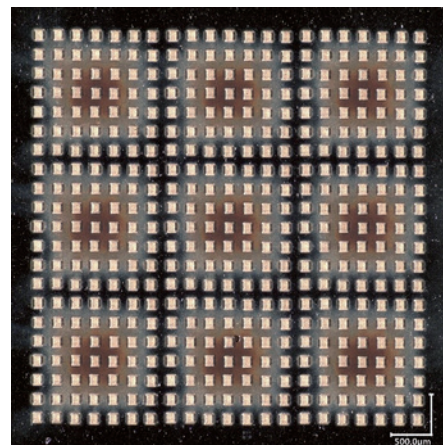
Um aus einem einfallenden Strahl ein parallelisiertes Strahlbündel mit einer Vielzahl von Teilstrahlen zu erzeugen, werden Phasensmasken genutzt. Das funktioniert dynamisch mit Spatial Light Modulatoren (SLM) oder statisch mit diffraktiven optischen Elementen (DOE) aus Glas. SLM können das Phasen-

muster und damit auch die Strahlmatrix dynamisch ändern, die statischen DOE halten dafür größere mittlere Leistungen aus.

Besonders für die Entwicklung von Fertigungsprozessen mittels UKP-Laserstrahlung bieten sich die SLM an, da sich mit ihnen die Strahleigenschaften sukzessive anpassen und maßschneidern lassen. Das betrifft sowohl das Strahlprofil als auch die Anordnung der Einzelstrahlen. In der Serienfertigung sind die SLM vorteilhaft, wenn im Prozess Strahlmuster dynamisch verändert werden müssen. Sind die Strahlparameter bekannt und statisch, dann sind DOE die bessere Wahl.

Joint Application Lab am Fraunhofer ILT

Gemeinsam mit dem SLM-Hersteller Hamamatsu wurde am Fraunhofer ILT ein *Joint Application Lab* eingerichtet. Dort steht ein industrietauglicher Prototyp zur Entwicklung von Fertigungsprozessen bereit. Dazu gehört auch ein scannerbasierter Prozesskopf, in den der neue Hochleistungs-SLM von Hamamatsu integriert ist. Der Kopf ist in eine



Die Multistrahlsystemtechnik erlaubt die Skalierung von UKP-Laserprozessen

(© Fraunhofer ILT, Aachen)

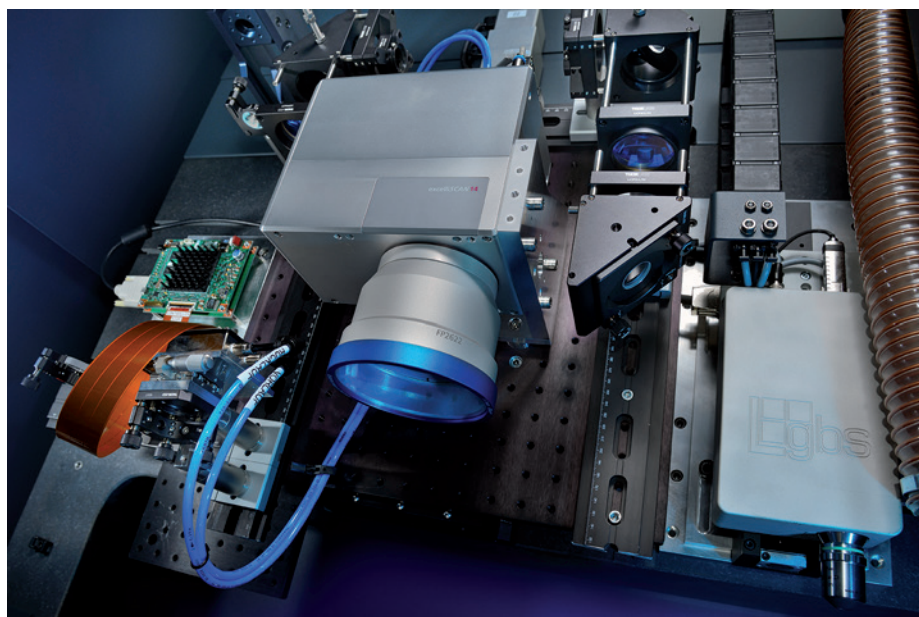
3-Achs-Maschine mit einem 150-Watt-UKP-Laser integriert.

Der neue SLM wurde auf hohe Durchschnittsleistungen optimiert und wird derzeit in den Markt eingeführt. Hamamatsu wurde beim Aufbau des neuen Labors im Rahmen des SIP-Programms von der japanischen Regierung gefördert.

SLM für hohe Leistungen in der Anwendung

In Aachen wird das System mit dem neuen SLM seit Mai 2022 für verschiedene Prozesse eingesetzt. Dabei wurde der Flächen- und Volumenabtrag mit verschiedenen Strahlprofilen und Fokussdurchmessern untersucht. Mit dem flexiblen Flüssigkeitsmodulator entfällt der Aufwand eines Werkzeugwechsels.

Bei der Umsetzung von großen mittleren Laserleistungen und der Skalierung von UKP-Prozessen ist die Wärmeverteilung im Werkstück von zunehmender Bedeutung. Mit Unterstützung des Lehr- und Forschungsgebiets für Nichtlineare Dynamik der Laser-Fertigungsverfahren NLD der RWTH Aachen University können am Fraunhofer ILT die Prozesse komplett simuliert werden. So kann die Energieverteilung und damit der Wärmeein-



Im Joint Application Lab von Hamamatsu und dem Fraunhofer ILT können Fertigungsprozesse mit einem scannerbasierten Prozesskopf mit integriertem Hochleistungs-SLM untersucht werden

(© Fraunhofer ILT, Aachen)

trag innerhalb einer parallelisierten Strahlverteilung optimiert werden. Im Joint Application Lab unterstützt das Fraunhofer ILT seine Kunden bei der Entwicklung von Fertigungsprozessen. Darüber hinaus werden das Wissen und die entwickelte

Technik auch in neuen Forschungsprojekten eingesetzt.

Kontakt:

Martin Kratz, Gruppe Mikro- und Nanostrukturierung,
E-Mail: martin.kratz@ilt.fraunhofer.de

Martin Reininghaus, Gruppenleitung Mikro- und Nanostrukturierung,
E-Mail: martin.reininghaus@ilt.fraunhofer.de

➔ www.ilt.fraunhofer.de

Wasserstrahlbearbeitung komplexer Bauteile

Ressourcenschonende Produktion: Neue Prozessplanungssoftware und optimierter Bearbeitungskopf verbessern die Wasserstrahlbearbeitung komplexer Bauteile

Das Wasserstrahlschneiden mit dem Abrasivwasserstrahl ist eine leistungsstarke Bearbeitungstechnologie nahezu ohne Werkzeugverschleiß, doch die Prozessführung ist komplex und lässt sich nur schwer steuern. Ein Forschungsteam des Fraunhofer-Instituts für Produktionstechnologie IPT aus Aachen hat gemeinsam mit Industriepartnern ein umfassendes Konzept entwickelt, bestehend aus einer Software und einem verbesserten Wasserstrahlkopf, welches die Abtragprozesse optimiert. Die neue Methode macht das Wasserstrahlschneiden deutlich einfacher, verbessert die Schnittqualität und verkürzt die Bearbeitungszeit.

Das Wasserstrahlschneiden ist schwer zu beherrschen, da der Wasserstrahl im Laufe des Bearbeitungsprozesses häufig seine Form und Wirkrichtung ändert. Darum ist es heute noch recht unattraktiv für Unternehmen, die im Grunde sehr aussichtsreiche und ressourcenschonende Bearbeitungsmethode als Ergänzung oder Alternative zu konventionellen Fertigungsverfahren einzusetzen. Auch gibt es für komplexe Anwendungen des Wasserstrahls noch keine zusammenhängenden Softwaretools für die Prozessauslegung.

Einfachere Anwendung und besseres Schnittergebnis

Das Team des Fraunhofer IPT entwickelte gemeinsam mit dem Aachener Softwareunternehmen AixPath GmbH und dem Wasserstrahlmaschinenhersteller H.G. Ridder GmbH aus Hamm in dem öffentlich geförderten Forschungsprojekt *JetCut3D – Kosteneffiziente Bearbeitung von 3D-Bauteilen durch ein neuartiges Wasserstrahlkonzept* eine Software und einen neuen Bearbeitungskopf, um das Wasserstrahlschneiden zu vereinfachen und die Schnittqualität zu verbessern. Mit der neuen Methode lassen sich Bearbeitungsprozesse einstellen, die deutlich präziser als bisher die veränderliche Dynamik des Wasserstrahls berücksichtigen.

CAX-Modul zur Bahnplanung fürs Wasserstrahlschneiden

Die Forscherinnen und Forscher analysierten zunächst intensiv das Verhalten des Wasserstrahls unter verschiedenen Einsatzbedingungen. Die gewonnenen Daten nutzten sie, um zu berechnen, wann, wo und wie die Wirkrichtung des Wasserstrahls während des Prozesses variiert und er seine Form ändert. Um die Schnittqualität zu verbessern, ermittelten sie verschiedene Kompensationsmethoden für solche Abweichungen und integrierten passende Algorithmen dafür in die Steuerungssoftware. Die Ergebnisse flossen in ein neu entwickeltes CAX-Modul zur Bahnplanung für das Wasserstrahlschneiden ein, das die Siemens-NX-Bahnplanungssoftware ergänzt.

Verbesserter Wasserstrahlkopf kompensiert Abweichungen schnell und präzise

Mit dem ebenfalls im Forschungsprojekt JetCut3D entwickelten Wasserstrahlkopf können die Kompensationsmethoden auf plötzliche Abweichungen im laufenden Bearbeitungsprozess realisiert werden, denn er kann besonders schnell und präzise in fünf Achsen gehoben, gesenkt, gekippt und gedreht werden. Anhand verschiedener Bauteilgeometrien, beispielsweise einem Zahnrad



(© Fraunhofer IPT)

aus Aluminium, erprobten die Forschenden die Funktionsweise des Kopfes im Zusammenspiel mit der Software und erzielten eine durchweg sehr gute Bearbeitungsqualität. Mit den erzielten Ergebnissen haben die Projektpartner einen wichtigen Beitrag geleistet, um das Wasserstrahlschneiden als alternative Bearbeitungsmethode von komplexen Bauteilen zu etablieren.

Nach den erfolgreichen Tests soll das Gesamtpaket aus Bearbeitungskopf und Software nun so erweitert werden, dass es auch für andere Fertigungsprozesse wie das Wasserstrahlfräsen angewandt werden kann. Das CAX-Modul könnte damit künftig auch für die Bahnplanung weiterer Wasserstrahlverfahren genutzt werden.

➔ www.ipt.fraunhofer.de

Stimmungsvolles und erfolgreiches Comeback der AMB

Internationale Ausstellung für Metallbearbeitung lockte an fünf Tagen 64 298 Besucherinnen und Besuchern nach Stuttgart

Re-Start geglückt: Die 20. Ausgabe der AMB brachte eine ausgezeichnete Stimmung in die Messehallen und die Branche. 64 298 Besucherinnen und Besucher zogen an fünf Tagen über das voll belegte Stuttgarter Messegelände. Die AMB wurde damit wieder zum Zentrum der Metallbearbeitungsindustrie. 1238 Ausstellende aus der ganzen Welt – rund 25 Prozent kamen aus dem Ausland – zeigten ihre Innovationen, Produkte, Dienstleistungen und Konzepte. Trotz schwieriger Rahmenbedingungen wurde an den Ständen über konkrete Projekte, die Fertigung und Investitionen gesprochen; die aktuellen Energiepreise und Lieferkettenengpässe waren nicht die dominierenden Themen.

We are back in the game! Fünf Tage AMB, fünf Tage voller intensiver Gespräche, das Treffen bekannter Gesichter und Knüpfen neuer Kontakte, sagt Roland Bleinroth, Geschäftsführer der Messe Stuttgart. Wenn das positive Feedback der Ausstellenden eines zeige, dann, dass genau diese Begegnungen Messen wie die AMB unverzichtbar machten. Das Comeback nach der langen Pause war nach Aussage von Bleinroth für die Metallbearbeitungsindustrie dringend nötig – und ein voller Erfolg. Die Besucherzahlen könnten sich sehen lassen und auch für die Messe Stuttgart als Veranstalterin seien die vollen Hallen hochmotivierend.

Zukunftsthemen stehen im Fokus

Digitalisierung, Automatisierung, Nachhaltigkeit – auf diesen Themen lag in diesem Jahr

ein besonderes Augenmerk. Neuerungen wie die Trend-Lounge mit ihren Thementagen, zum Beispiel zum Thema Klimawandel, die SmartFactory mit der Präsentation automatisierter Prozesse oder die Self-guided Tours für den individuellen Messebesuch kamen beim Publikum gut an.

Gunnar Mey, Direktor Messen & Events bei der Messe Stuttgart, freut sich über den Verlauf der AMB: Sie sei nach der Pause in 2020 zum richtigen Zeitpunkt am richtigen Standort und mit dem passenden Konzept durchgestartet. Die Treue der Branche zu ihrer Leitmesse sei beeindruckend. *Wir sagen Danke an Ausstellende, Besuchende und unsere Partnerinnen und Partner bei den Verbänden und Medien.*

AMB verzeichnet hohe Besucherqualität

Die Fachbesucher und -besucherinnen zog es aus ganz Europa nach Stuttgart. Rund 18 Prozent kamen aus dem Ausland, etwas mehr als bei der AMB vor vier Jahren (17 %). Insgesamt wurden Besucher und Besucherinnen aus 71 Ländern registriert. Am stärksten vertreten nach Deutschland waren die Schweiz, Österreich, Skandinavien, Italien, Frankreich und die Niederlande. Das deutsche Publikum kommt mit 65 Prozent vorwiegend aus Baden-Württemberg, weitere 18 Prozent aus Bayern. Der größte Anteil ist im Maschinenbau tätig (37 %), auch die Metallbe- und -verarbeitende Industrie (23 %), die Automobilindustrie und der Fahrzeugbau (18 %), Metallbaubetriebe (13 %) sowie der

Werkzeug- und Formenbau (11 %) waren auf der AMB vertreten.

Viele Ausstellende berichten von einer hohen Besucherqualität. Die Zahlen untermauern dies: 73 Prozent geben an, bei Einkaufs- und Beschaffungsentscheidungen im Unternehmen ausschlaggebend, mitentscheidend oder beratend tätig zu sein. Jeder Zehnte kommt aus Geschäfts-, Unternehmens- oder Betriebsleitung. 38 Prozent arbeiten zudem in der Fertigung, Produktion oder Qualitätskontrolle, weitere zehn Prozent sind in der Entwicklung tätig und acht Prozent in der Konstruktion.

Im Bereich der Maschinen interessiert sich über die Hälfte der Besucherinnen und Besucher (53 %) für Fräsmaschinen, 41 Prozent auch für Drehmaschinen und -automaten. Hinzu kommt das Interesse an Schleifmaschinen und Werkzeugschleifmaschinen (19 %), Bohrmaschinen (15 %) sowie flexiblen Fertigungszellen, -systemen und Bearbeitungszentren (14 %).

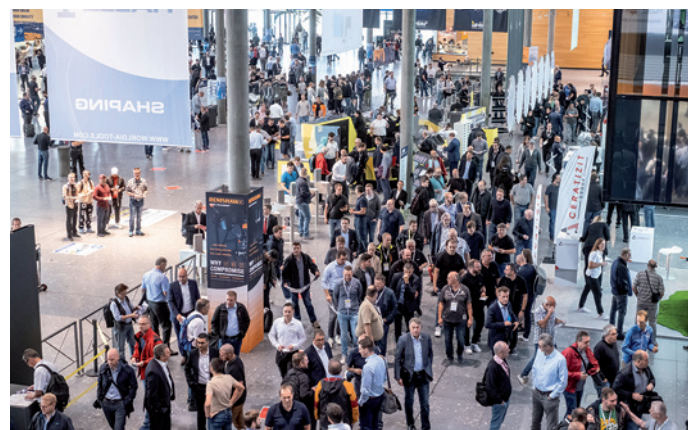
Beim Interesse für Produkte und Dienstleistungen stehen CAD/CAM/CAE mit 32 Prozent und Bearbeitungswerkzeuge (29 %) auf den ersten Plätzen. Dahinter folgen Spannzeuge (25 %), Maschinen- und Fertigungssoftware (22 %) und Roboter, Werkstück- und Werkzeughandhabungstechnik (22 %).

Ideelle Träger der AMB ziehen positives Fazit

Die ideellen Träger der AMB waren allesamt mit dem Verlauf der Messe hochzufrieden.



Erfolgreiche AMB 2022, mit gut besuchten Messehallen an den fünf Tagen



(Bild: Landesmesse Stuttgart GmbH)



Impressionen der AMB 2022



(Bilder: Landesmesse Stuttgart GmbH)

Besonders der persönliche Kontakt nach der langen Pause und die intensiven Gespräche waren dem VDMA und VDW zufolge große Pluspunkte der Messe.

Nach Aussage von Markus Heseding, Geschäftsführer VDMA-Präzisionswerkzeuge sowie VDMA-Mess- und Prüftechnik, beweist der Erfolg der AMB 2022, dass sie genau das richtige Angebot für Aussteller und Fachpublikum ist. Die Messe habe innovative Fertigungstechnologien für die Fertigung von morgen präsentiert. *Unsere Mitglieder sind mit der Qualität der Gespräche auf ihren Ständen sehr zufrieden*, so Heseding.

Auch für Prof. Claus Oetter, Geschäftsführer VDMA-Software und Digitalisierung, war die AMB in diesem Jahr ein voller Erfolg, *wir haben volle Hallen erlebt, die Besucherinnen und Besucher strömten nach Stuttgart. Das zu sehen – gerade nach vier Jahren kräftezehrender Zeit ohne Messe – freut uns als VDMA und ideellen Träger der Messe umso mehr*, so Prof. Oetter. Dass innovative Technologien und Software auch für die Metallbearbeitungsbranche ein wichtiger Treiber seien, habe man in Halle 2 erlebt. Die Nachfrage bei Ausstellern und Besuchern war ihm zufolge groß, Software sei ein wichtiger Bestandteil und Treiber für die Metallbearbeitung.

Und Dr. Wilfried Schäfer, VDW-Geschäftsführer, spricht von einem erfolgreichen Re-Start der AMB. *Überall glückliche und zufriedene*

Gesichter, sowohl bei Ausstellern als auch bei Besuchern. Es ging vor allem um das Wiedersehen und die Wiederaufnahme der persönlichen Geschäftsbeziehungen nach einer sehr langen Zeit virtueller Kontakte, so Schäfer.

AMB Start-up 2022 in der Trend-Lounge gekürt

Auch der Nachwuchs sowie junge Unternehmerinnen und Unternehmer standen bei der AMB im Fokus: Neben der Sonderschau *Jugend für die Nachwuchsgewinnung* präsentierten sich Start-ups und junge Unternehmen mit ihren Innovationen in der Start-Up-Area und am BMWK-Gemeinschaftsstand. Am letzten Messetag wurde zudem in der Trend-Lounge das *AMB Start-up 2022* von einer hochkarätigen Jury gekürt und diese befand einhellig: *Das Format mit den 15-minütigen Pitches passe sehr gut auf die AMB. Es waren tolle Ideen dabei. Die präsentierten Lösungen waren alle gut.* Die Themen passten zu den Maschinen und Unternehmen auf der AMB, es war sehr kurzweilig zum Zuhören. Nach den Pitches ging die *gemineers GmbH* mit ihrer *Digital Twin Technologie für den Shopfloor* als Gewinner hervor. Vincent Gerretz, Co-Founder und Managing Director, freute sich sichtlich über die Auszeichnung: *Für uns als junges Start-up ist die Auszeichnung wirklich hilfreich.* In dieser frühen Phase sei es wichtig, Kontakte in die Branche zu

knüpfen, Aufmerksamkeit zu generieren und in den Austausch zu kommen. *Wir freuen uns riesig über die Auszeichnung.*

Tolles Publikums-Feedback

Mit einem Neubesucheranteil von 47 Prozent konnte die AMB wieder viele neue Gäste in Stuttgart willkommen heißen, 2018 waren es mit 45 Prozent ähnlich viele. Für 40 Prozent der Besuchenden ist die AMB die Informationsplattform Nummer eins, sie besuchen nur die AMB und keine andere Messe. Im Schnitt bleiben die Besucherinnen und Besucher 1,3 Tage auf der AMB, jene aus dem Ausland mit 2,0 Tagen etwas länger. In der Summe bewertet das Fachpublikum mit einer Gesamtnote von 1,8 die Messe sehr positiv. 76 Prozent haben vor, die nächste AMB in zwei Jahren wieder zu besuchen, 88 Prozent würden die AMB weiterempfehlen.

Die nächste AMB findet vom **10. bis 14. September 2024** statt.

Über die AMB

Seit 1982 präsentiert die AMB die Highlights der internationalen Metallbearbeitungsindustrie. Zur AMB 2022 wurden in Stuttgart 64 298 Fachbesucherinnen und Fachbesucher und über 1200 Ausstellerinnen und Aussteller empfangen. Sie zeigten auf einer Fläche von rund 120 000 Bruttoquadratemtern Innovationen und Weiterentwicklungen für spannende und abtragende Werkzeugmaschinen, Präzisionswerkzeuge, Messtechnik und Qualitätssicherung, Roboter, Werkstück- und Werkzeughandhabungstechnik, Industrial Software & Engineering, Bauteile, Baugruppen und Zubehör. Unterstützt wird die AMB von den ideellen Trägerverbänden VDMA Präzisionswerkzeuge e. V., VDMA Software und Digitalisierung e. V. sowie VDW Verein Deutscher Werkzeugmaschinenfabriken e. V.

➔ www.amb-messe.de

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

Fachbeiträge in digitaler Form mit allen Möglichkeiten der modernen Medien!

1 Monat kostenfrei zum Kennenlernen!

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

Umfassend und immer auf dem neuesten Stand!

Mehr Nachhaltigkeit für Carbonbauteile:

Produktionsreste von CFK-Tapes wiederverwerten

In Hochleistungsbranchen wie der Luftfahrt und dem Transportsektor kommen Leichtbaukomponenten aus Faserverbundwerkstoffen (FVK) zum Einsatz, wenn Nutzlasten und Materialeinsatz gesenkt und Emissionsziele erreicht werden sollen. Jedoch können die Werkstoffe bisher nicht industriell recycelt werden. Hier setzte das Projekt *TapeZyklus* unter Leitung des Fraunhofer-Instituts für Produktionstechnologie IPT in Aachen an: Die Projektpartner entwickelten Produktionstechnologien für einen neuen Recyclingprozess. Dabei verbinden sie Produktionsreste aus faserverstärkten Kunststoffen so miteinander, dass neue Bandhalbzeuge entstehen. Diese werden zur Herstellung neuer Bauteile genutzt und bieten sogar noch Vorteile bei der Verarbeitung im Thermoformen, dem Umformen unter Wärmeeinfluss.

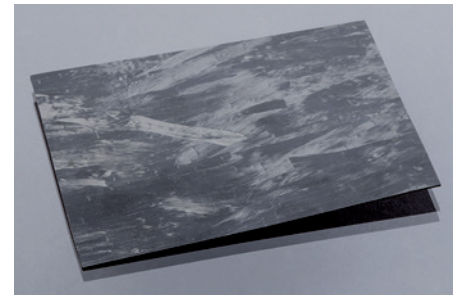
Carbonfaserverstärkte Kunststoffe (CFK) können dazu beitragen, das Gewicht von Bauteilen zu senken und diese gleichzeitig optimal für hohe Belastungen ausulegen. Da sich thermoplastische Tapes oder Organobleche aus FVK umformen und schweißen, aber auch mit etablierten Verfahren wie Spritzgießen kombinieren lassen, eignen sie sich besonders gut für Anwendungen in der Großserie. CFK werden auch im Fahrzeugbau im Hinblick auf Elektromobilität verstärkt eingesetzt, um Fahrzeuggewicht einzusparen und gleichzeitig gute Crasheigenschaften beizubehalten. Einem breiteren Einsatzspektrum stehen bisher der teure Herstellungsprozess und die schwierige Wiederverwertung entgegen. Um die Nachhaltigkeit zu verbessern und Kosten zu senken, ist es erforderlich, die CFK-Materialien ressourceneffizient einzusetzen und industriell anwendbare Recyclingprozesse zu entwickeln.

Verschnittreste neu zusammenfügen und 30 Prozent mehr Material nutzen

Ziel der Projektpartner von *TapeZyklus* war es, einen völlig neuen Prozess zu entwickeln, um kohlenstofffaserverstärkte thermoplastische Tapes wiederzuverwerten. Denn beim Schneiden flächiger CFK-Tapes gehen bis zu 30 Prozent des Ausgangsmaterials als Produktionsabfälle verloren. Der Projektpartner Lösing GmbH Schneideservice fand nun im Rahmen des Projekts einen Weg, diese Abfälle zu sammeln und für den Recyclingkreislauf bereitzustellen.

Bisher werden beim Recycling von FVK oft nur die Fasern wiederverwendet. Zum einen liegt dies daran, dass die Fasern der kostenintensive Teil des Verbundwerkstoffs sind. Zum anderen kommen in den meisten Fällen nicht schmelzbare Duomere als Matrixsysteme zum Einsatz. Dadurch, dass sich thermoplastische Materialien mehrfach aufschmelzen lassen, können diese wiederver-

wendet werden. Diese Eigenschaft nutzten die Forscherinnen und Forscher im Projekt *TapeZyklus*: Um den Recyclingprozess noch kostengünstiger zu gestalten, trennen die Projektpartner Fasern und Kunststoff des Tapes nicht. Stattdessen fügen sie die Schnittreste in einem neuartigen Verfahren zu einem neuen, flächigen Band zusammen. So bilden sie ein hochwertiges Tape-Halbzeug, das für die Herstellung von neuen Bauteilen verwendet werden kann. Es lässt sich unter Wärmeeinwirkung in die gewünschte Bauteilgeometrie umformen. Dadurch, dass die bereits vorgenommene Imprägnierung der Fasern mit dem Matrixmaterial bestehen bleibt, entfällt ein weiterer aufwändiger Prozessschritt. Für die Eigenschaften des zukünftigen Bauteils spielt es keine Rolle, dass keine Endlosfasern in den zugeschnittenen Resten mehr vorliegen. Es werden ähnlich gute Materialeigenschaften erzielt, wie bei neuwertigem Material. Da die Produktionsreste im neuen Recyclingprozess kontinuierlich weiterver-

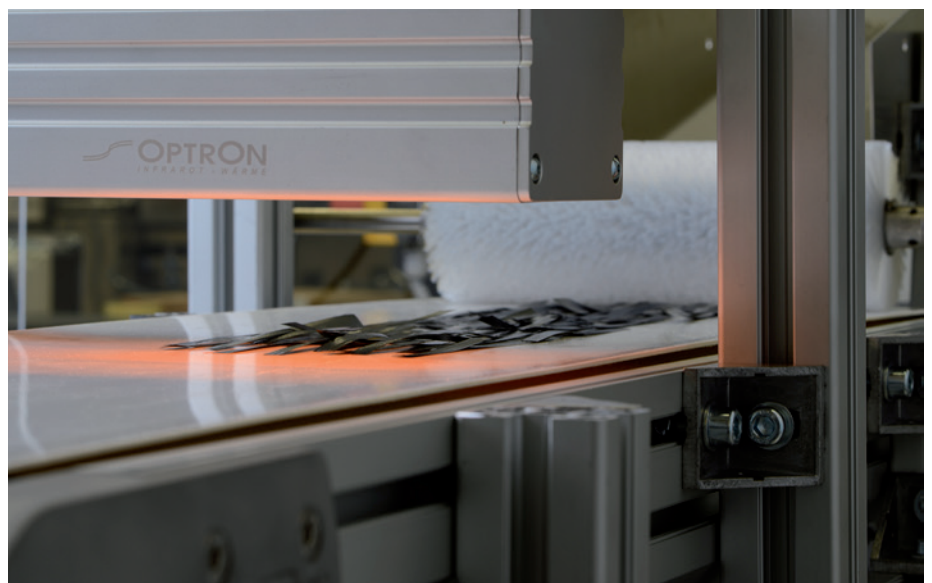


Das mit dem neuen Recyclingverfahren hergestellte Tape ermöglicht die Herstellung von hochbelastbaren Bauteilen mit in Belastungsrichtung orientierten Fasern (© Fraunhofer IPT)

wendet werden, können hohe Durchsatzraten erzielt werden.

Vorteile beim Thermoformen

Besonders vorteilhaft beim neuen Wiederverwertungsprozess ist es, dass bekannte Technologien wie Tapelegen und Thermoformen und bereits vorhandene, konventionelle



Am Prüfstand der neuen Recyclinganlage werden die Verschnittreste auf ihre technischen Eigenschaften überprüft (© Fraunhofer IPT)

Anlagentechnik genutzt werden können. Im Gegensatz zu konventionellen CFK-Tapes besteht das recycelte Material nicht aus Endlosfasern. Was nach einem Nachteil klingt, bietet einen großen Vorteil: Aus Tapes mit Endlosfasern lassen sich aufgrund der geringen Fließfähigkeit nur schwer Bauteile mit komplexen Formen herstellen. Anders beim recycelten Tape: Die Tapestücke verschieben sich beim Thermoformen gegeneinander, sodass die Projektpartner den Prozess gezielt auf die Drapierbarkeit des Materials abstimmen können. Durch die neuartige Aufbereitung ist es sogar möglich, das Material beim Thermoformen in Faserrichtung tiefzuziehen. Dies erlaubt eine größere Vielfalt beim Design der hergestellten Bauteile und führt zu robuste-

ren Thermoforming-Prozessen, die wiederum effizienter und kostengünstiger ablaufen. Hierfür entwickelte der Projektpartner M.TEC ENGINEERING GmbH ein Materialmodell des neuartigen Tapematerials und führte Bauteil- und Umformsimulationen durch, um das Potenzial des Materials in neuen Bauteilen umsetzen zu können.

Die Projektpartner nehmen die Materialdaten auf und werten diese aus, während sie das recycelte Material herstellen. Um die mechanischen Eigenschaften des neuen Halbzeugs sicherzustellen und zu testen, setzen sie Simulationen ein und produzieren Demonstratorbauteile. Die hergestellten Schutzhelme für die Industrie prüfen sie anhand von geltenden Normen.

Einsatzgebiete von CFK erweitern

Zukünftig ist geplant, Bauteile aus Faserverbundwerkstoffen aufgrund des geringeren Gewichts auch in weiteren Anwendungen einzusetzen, die deutlich preissensibler sind, beispielsweise im Automobil- oder Maschinenbau. Um bei den Herstellungspreisen mit konventionellen Werkstoffen mithalten zu können, ist es für einen effizienten Werkstoffkreislauf zwingend erforderlich, die übriggebliebenen Stoffreste wiederzuverwerten. Die Projektpartner planen für die Zukunft, industriell einsetzbare Recyclingprozesse für Tape-materialien für weitere Anwendungsfelder zu entwickeln.

➔ www.ipt.fraunhofer.de

Doppelspitze am Fraunhofer UMSICHT

Prof. Renner und Prof. Doetsch leiten seit August 2022 gemeinsam das Fraunhofer-Institut UMSICHT

Am Fraunhofer UMSICHT entwickeln rund 600 Mitarbeitende in Oberhausen, Sulzbach-Rosenberg, Willich und Dortmund mit einem Jahresbudget von derzeit 57,8 Millionen Euro Lösungen in den Themenfeldern klimaneutrale Energiesysteme, ressourceneffiziente Prozesse und zirkuläre Produkte. Seit dem 1. August wird das Institut nun erstmals in seiner Geschichte von einer Doppelspitze geführt.

Effiziente Prozesse, umweltschonende Technologien und nachhaltige Produkte sind nach den Worten von Prof. Reimund Neugebauer, Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft, Kernelemente einer nachhaltigen Wertschöpfung und Grundlage für den Wandel zu einem zirkulären Wirtschaftssystem. Diese Transformation gestaltet das Fraunhofer UMSICHT aktiv mit. *Ich freue mich sehr, dass wir mit Prof. Renner und Prof. Doetsch gleich zwei erfahrene Kollegen in die Institutsleitung berufen konnten, die mit ihrer exzellenten Expertise bereits viele Jahre den Erfolg des Instituts mitgeprägt haben und wertvolle Akzente für eine zukünftige energieeffiziente Kreislaufwirtschaft setzen können.*

Prof. Manfred Renner ist promovierter Maschinenbauingenieur und spezialisiert auf Verfahrenstechnik und Business Development. Seit 2006 ist er am Fraunhofer UMSICHT in verschiedenen Funktionen beschäftigt und leitete zuletzt den Bereich Produkte mit 126

Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern und einem Etat von 14,8 Millionen Euro.

Parallel zur Institutsleitung übernimmt Manfred Renner im August 2022 die Leitung des Fraunhofer Clusters of Excellence Circular Plastics Economy CCPE. In dieser Funktion vertritt er die Fraunhofer-Gesellschaft auf nationaler und europäischer Ebene im Hinblick auf die Transformation von Wirtschaft und Gesellschaft zu einer Circular Economy. Zudem gründet er an der Fakultät für Maschinenbau der Ruhr-Universität Bochum den Lehrstuhl Responsible Process Engineering. Im Rahmen seiner Professur wird er die systemische Entwicklung der Circular Economy auf Unternehmens-, regionaler und europäischer Ebene gestalten.

Prof. Renner bedankte sich bei der Amtsübernahme für das Vertrauen, das ihm die Fraunhofer-Gesellschaft und die Ruhr-Universität Bochum ausgesprochen haben; er freut sich sehr auf die neue Aufgabe. *Sie ist besonders reizvoll, weil wir nachhaltige technische und konzeptionelle Lösungen für die großen gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Herausforderungen der kommenden Jahrzehnte entwickeln*, so Renner. Er werde seine Fähigkeiten einbringen, um gemeinsam mit seinem Kollegen Prof. Christian Doetsch und dem Team des Fraunhofer UMSICHT die starke Position des Instituts in diesen Bereichen weiter auszubauen.

Prof. Christian Doetsch ist seit mehr als 25 Jahren im Bereich der Energieforschung tätig, die meiste Zeit davon beim Fraunhofer UMSICHT. Als Leiter des Bereichs Energie führte er ein Team von rund 145 Mitarbeitenden und verantwortete einen Etat von etwa 10,4 Millionen Euro. Der Energieexperte ist zudem stellvertretender Sprecher der Fraunhofer-Allianz Energie und Task Manager zum Thema Energiespeicher bei der Internationalen Energieagentur IEA. Außerdem ist er Mitinitiator des Open District Hub e. V., einem Verein zur Förderung der Energiewende im Quartier durch Sektorenkopplung.

Seit Januar 2020 ist er Professor für Cross Energy Systems in der Fakultät für Maschinenbau der Ruhr-Universität Bochum. Dort forscht er an den Themen ökologische Bewertung und Resilienz von cross-sektoralen Energiesystemen. Er freut sich, gemeinsam mit Prof. Renner und einem hervorragend qualifizierten Team interdisziplinär zu arbeiten. *Wir erleben derzeit einen tiefgreifenden politischen und wirtschaftlichen Wandel, der wie ein Brennglas in vielen gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Bereichen Schwachstellen aufzeigt*, sagte Doetsch. *Mit verantwortungsvoller Forschung wollen wir Lösungen liefern und der Gesellschaft Perspektiven bieten, die technologisch, ökonomisch und ökologisch ausgereift sind.*

➔ www.umsicht.fraunhofer.de

Studienbericht beschreibt KI-Einsatz, Datentechnologien und neue Geschäftsmodelle für die Produktion

Wie lassen sich bestehende Produktionsprozesse mit digitalen Methoden neu gestalten und optimieren? Wann lohnt es sich für Unternehmen, in solche Prozesse einzugreifen und sie durch digitale Technologien zu verändern? Das *International Center for Networked, Adaptive Production ICNAP*, ein Zusammenschluss aus drei Fraunhofer-Instituten aus Aachen, stellt in einem frisch veröffentlichten Studienbericht aktuelle Forschungsergebnisse zur Digitalisierung in der Industrie vor. Der kostenlose Bericht fasst praxisnahe Forschungsarbeiten zum Einsatz künstlicher Intelligenz in der Produktion, zur maschinenintegrierten Echtzeitkommunikation auf Basis von 5G-Netzwerken und zur Monetarisierung von Industriedaten zusammen und steht ab sofort zum kostenlosen Download bereit.

Die digitale Vernetzung im Sinne der Industrie 4.0 soll Prozessketten effizienter, flexibler und nachhaltiger machen. Immer mehr Unternehmen suchen daher nach Möglichkeiten, ihre Produktion zu digitalisieren, doch die Auswahl passender Maßnahmen erfordert häufig tiefgreifendes technologisches Hintergrundwissen. Ziel des *International Center for Networked, Adaptive Production ICNAP* ist es, dieses Wissen gemeinsam mit Unternehmen auf wissenschaftlicher Grundlage zu erarbeiten und die Partner gleichzeitig auf dem Weg zur Digitalisierung unterstützend zu begleiten. In öffentlich geförderten, einjährigen Forschungsprojekten haben sich die Fraunhofer-Forscherinnen und -Forscher mit den drängenden Fragen rund um die Digitalisierung der Produktion befasst. In fünf Praxisstudien haben sie Ergebnisse erarbeitet, die sie interessierten Unternehmen nun im gerade erschienenen *ICNAP Study Report 2021* kostenlos zur Verfügung stellen. Das Themenspektrum der Arbeiten reicht von der Maximierung des Nutzens von bereits existierenden Daten über die Einsatzfelder von maschinen- und sensorintegrierter Echtzeitkommunikation bis zu Anwendungen der künstlichen Intelligenz.

Daten effektiv nutzen und monetarisieren

Während der Produktion entstehen große Mengen an Sensor- und Maschinendaten, die genutzt werden können, um in der Entwicklung, der Produktion oder mit produktbezogenen Dienstleistungen Mehrwerte für Unternehmen und Kunden zu erzielen. Eine der fünf ICNAP-Studien beschreibt, wie Unternehmen entlang ihrer Wertschöpfungskette die Erkenntnisse aus der Analyse industrieller Daten am besten nutzen und schließlich auch monetarisieren können. Im Rahmen einer Fallstudie legen die Autoren beispielhaft dar,

wie sich mit den passenden Strategien der Zeitaufwand zur Sicherung der gewünschten Produktqualität deutlich minimieren lässt.

Echtzeitkommunikation verhindert Bauteilfehler

Fehler, die in der Fertigung entstehen, lassen sich durch passende Sensorik zwar registrieren, aber häufig erst im Nachgang des Prozesses auswerten. Gerade für kostspielige Bauteile ist es daher wünschenswert, Korrekturen durch eine adaptive Regelung schon im laufenden Prozess auszugleichen. Dies erfordert jedoch eine Echtzeitkommunikation zwischen Sensor und Maschinensteuerung. In mehreren Forschungsprojekten haben Forscherinnen und Forscher untersucht, welche technologische Infrastruktur für die Echtzeit-Datenübertragung geeignet ist. 5G-Netzwerke und Edge-Cloud-Systeme können hier vielversprechende Ansätze bieten.

Anleitung zur Integration von KI und XR in Produktionsprozesse

Künstliche Intelligenz (KI) oder Extended Reality (XR) haben das Potenzial, Mitarbeitenden, etwa Maschinenbedienern, die Arbeit zu erleichtern und dadurch die Produktion effektiver zu gestalten. Wie sich das Deployment von trainierten Machine-Learning-Modellen in der Produktion realisieren lässt und wie Extended-Reality-Anwendungen die Interaktion zwischen Menschen und Produktionsanlagen vereinfachen können, beschreiben die Forschenden in zwei weiteren Studienberichten. Das Resultat sind Schritt-für-Schritt-Anleitungen für eine erfolgreiche Integration in bestehende Produktionsprozesse. Der Studienbericht steht zum kostenlosen Download bereit unter:

www.ipt.fraunhofer.de/de/publikationen/whitepaper-trendreporte-studien/icnap-study-report-2021.html



(Bild: Fraunhofer IPT)

Die ICNAP-Community

Das International Center for Networked, Adaptive Production ICNAP ist ein Zusammenschluss der drei Aachener Fraunhofer-Institute für Produktionstechnologie IPT, für Lasertechnik ILT sowie für Molekularbiologie und Angewandte Oekologie IME, sowie weiterer Experten aus Industrie und Forschung. Es wurde mit dem Ziel gegründet, eine offene Forschungsplattform und industrielle Testumgebung aufzubauen, in der innovative Ansätze der Digitalisierung in der Produktion unter realistischen Bedingungen entwickelt und evaluiert werden können. Zurzeit umfasst die ICNAP-Community mehr als 20 Partner, die gemeinsam erarbeiten, mit welchen neuen Lösungsansätzen aus der Informationstechnologie der Wandel zur Industrie 4.0 tatsächlich gelingen kann und welche Voraussetzungen es dabei zu erfüllen gilt.

➔ www.ipt.fraunhofer.de

Photovoltaikausbau: Hocheffiziente Solarzellen doppelt so schnell produzieren

Ein hoher Durchsatz in der Produktion von Siliziumsolarzellen ist wichtig, um Herstellungskosten zu senken und Lieferengpässe beim Photovoltaikausbau in Deutschland und weltweit abzumildern. Ein Konsortium aus Anlagenbauern, Messtechnikherstellern und Forschungsinstituten erarbeitete deshalb unter Leitung des Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme ISE einen Proof-of-Concept für eine innovative Produktionslinie mit einem Durchsatz von 15 bis 20 Tausend Wafern pro Stunde. Das entspricht dem Fraunhofer ISE zufolge mindestens einer Verdopplung des aktuell üblichen Durchsatzes. Dafür entwickelte das Konsortium Verbesserungen für zahlreiche einzelne Prozessschritte. Gefördert wurde das Forschungsprojekt durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK).

2021 wurden nach Aussage von Dr.-Ing. Ralf Preu, Bereichsleiter Photovoltaik-Produktionstechnologie am Fraunhofer ISE, 78 Prozent aller Siliziumsolarzellen in China produziert. *Für einen schnellstmöglichen Ausbau der Solarenergie und um unsere Lieferketten robuster zu machen, sollten wir in Europa wieder eigene Fertigungen von hocheffizienten Solarzellen aufbauen*, so Ralf Preu. Eine Steigerung des Durchsatzes und der Ressourceneffizienz der eingesetzten Produktionstechnik ergebe substantielle Kostenreduktions- und Nachhaltigkeitspotenziale, die wir mit unserer Exzellenz in Prozessverständnis und Maschinenbau heben können.

Neue Konzepte für die Siliziumsolarzellenproduktion

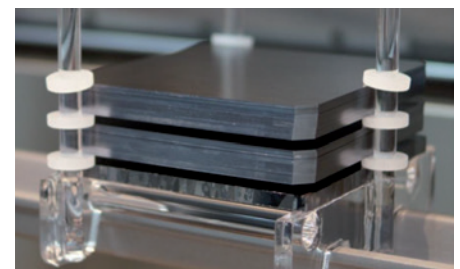
Für die Optimierung des Produktionsprozesses untersuchte das Konsortium die einzelnen Schritte in der Produktion hocheffizienter Siliziumsolarzellen. Für zahlreiche Prozessschritte realisierten sie neue Entwicklungen. *Für einige Prozesse ging es darum, in der Produktion etablierte Abläufe zu beschleunigen, andere Prozesse haben wir komplett neu entwickelt*, erklärt Dr. Florian Clement, Projektleiter am Fraunhofer ISE. Verglichen mit aktuell üblichen Werten seien als Resultat die Durchsätze der im Projekt entwickelten Produktionsanlagen mindestens doppelt

so hoch. So setzten die Forschenden unter anderem ein neues On-the-fly-Anlagenkonzept für die Laserbearbeitung um, das die Wafer kontinuierlich prozessiert, während sie sich auf einem Band mit hoher Geschwindigkeit unter dem Laserscanner hindurchbewegen. Für die Metallisierung der Solarzellen nutzte das Konsortium ein Verfahren mit Rotationssiebdruck anstelle des aktuellen Standardverfahrens mit Flachbettsiebdruck.

Stapeldiffusion und -oxidation

Solarzellen benötigen unterschiedlich dotierte Bereiche, zum Beispiel für den Übergang zwischen Siliziumschicht und den Metallkontakten. Die Forscherinnen und Forscher des Fraunhofer ISE kombinierten die hierfür durchgeführte Diffusion sowie die thermische Oxidation der Wafer in einem Prozessschritt. Dafür werden die Wafer nicht mehr einzeln aufgestellt, sondern aufeinander gestapelt in Stacks im Ofen prozessiert. Der thermische Oxidationsprozess sorgt so gleichzeitig für die Entstehung des endgültigen Dotierungsprofils wie auch für die Oberflächenpassivierung. Damit steigt der Durchsatz des Verfahrens um den Faktor 2,4.

Nach dem Druck der Elektroden auf die Solarzelle wird der Kontakt der Elektroden zur Siliziumsolarzelle in Inline-Öfen beidseitig ausgebildet. Mit Standardöfen hätte eine Er-

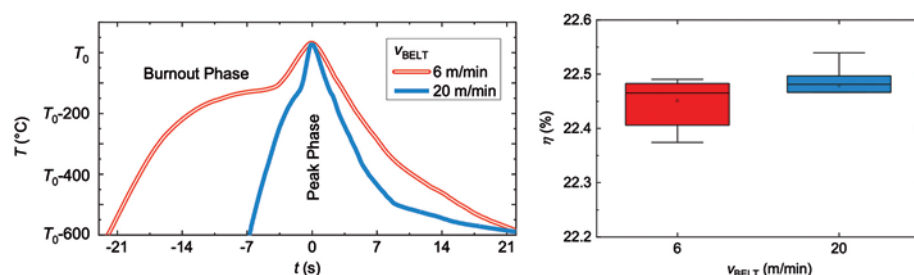


Experimentelles Design eines Waferstacks für die Diffusion in speziellen Quarz-Booten
(© Fraunhofer ISE)

höhung des Durchsatzes für diesen Prozessschritt eine deutliche Vergrößerung des Heizraums bedeutet. Das Projektkonsortium installierte stattdessen eine dreimal schnellere Bandgeschwindigkeit im Ofen und verglich die Qualität der so gefeuerten Solarzellen mit dem heutigen Standard. Die Durchsätze konnten so deutlich gesteigert werden – bei gleichbleibender Effizienz der Solarzellen.

Kontaktlose Kontrolle und Analyse von Defekten

Für die abschließende Charakterisierung der fertigen Solarzellen entwickelte das Konsortium zwei Konzepte. Um die Zellen in zukünftigen Produktionslinien schneller testen zu können, kommen eine kontaktlose und eine Methode mit gleitenden Kontakten zum Einsatz. Dies erlaubt es, die Zellen auch beim Vermessen kontinuierlich mit einer Bandgeschwindigkeit von 1,9 Metern pro Sekunde zu transportieren. Das Team konnte eine hohe Messgenauigkeit ihrer Konzepte demonstrieren. Für die kontaktlose Methode wurde ein Patentantrag gestellt.



Temperaturprofile einer Solarzelle, die bei 6 m/min (rot), bzw. 20 m/min (blau) durch den Ofen geführt wird (links); die deutlich schnellere Prozessierung hat keinen Einfluss auf die Effizienz der Solarzelle (rechts)
(© Fraunhofer ISE)

Kontakt:

Florian Clement, Fraunhofer ISE, PV Produktionstechnologie – Strukturierung und Metallisierung,
E-Mail: florian.clement@ise.fraunhofer.de
➔ www.ise.fraunhofer.de

Schnellere Reibung – weniger Verschleiß

Ein scheinbar paradoxer Effekt: Reibung richtet normalerweise bei höheren Geschwindigkeiten mehr Schaden an. Aber bei sehr hohen Geschwindigkeiten kehrt sich das um. Dieses überraschende und scheinbar widersinnige Ergebnis konnten der Forschungsbereich Tribologie an der TU Wien und das Exzellenzzentrum für Tribologie AC2T research GmbH in der Wiener Neustadt in Zusammenarbeit mit dem Imperial College, London, nun mit Hilfe von Computersimulationen erklären.

Wenn zwei Metalloberflächen gegeneinander gleiten, kommt es zu einer Vielzahl von komplizierten Phänomenen, die zu Reibung und Verschleiß führen: Kleine kristalline Bereiche, aus denen Metalle typischerweise aufgebaut sind, können verformt, verdreht oder zerbrochen werden, oder auch miteinander verschmelzen. Für die Industrie ist es wichtig, solche Effekte zu verstehen. Verschleiß kann schließlich Maschinen zerstören und eine Menge Geld kosten.

Normalerweise ist der Verschleiß umso größer, je schneller die beiden Oberflächen aneinander vorbeigleiten. Doch bei extrem hohen Geschwindigkeiten, etwa in der Größenordnung der Mündungsgeschwindigkeit von einer Schusswaffe, kann sich das umkehren: Oberhalb einer bestimmten Geschwindigkeit nimmt der Verschleiß wieder ab. Dieses überraschende und scheinbar widersinnige Ergebnis konnten der Forschungsbereich Tribologie an der TU Wien und das Exzellenzzentrum für Tribologie AC2T research GmbH in Wiener Neustadt in Zusammenarbeit mit dem Imperial College in London nun mit Hilfe von Computersimulationen erklären.

Simulationen auf Hochleistungscomputern

Früher konnte man Reibung und Verschleiß nach den Worten von Stefan Eder, TU Wien, AC2T research GmbH, nur in Experimenten untersuchen. *Erst in den letzten Jahren sind Supercomputer so leistungsfähig geworden, dass wir die hochkomplexen Prozesse an der Materialoberfläche auch auf atomarer Skala berechnen können.*

Stefan Eder und sein Team bilden am Computer verschiedene Metalllegierungen nach – und zwar keine perfekten Einkristalle, mit einer streng regelmäßigen und fehlerfreien Anordnung von Atomen, sondern eine Legierung, die der Realität deutlich näher kommt: eine geometrisch komplizierte Anordnung winziger Kristalle, die gegeneinander versetzt oder in verschiedene Richtungen verdreht sein können und sich so als Materialfehler manifestieren. Das ist Eder zufolge wichtig, denn all diese Fehler hätten einen ganz ent-

scheidenden Einfluss auf Reibung und Verschleiß. *Würden wir am Computer ein perfektes Metall simulieren, hätte das Ergebnis mit der Wirklichkeit wenig zu tun.*

Überraschende Ergebnisse

Das Forschungsteam berechnete, wie sich die Reibungsgeschwindigkeit auf den Verschleiß auswirkt: Bei vergleichsweise kleinen Geschwindigkeiten, in der Größenordnung von zehn oder 20 Metern pro Sekunde, sei der Verschleiß gering, so Stefan Eder. Nur die äußersten Schichten veränderten sich, die Kristallstrukturen darunter blieben im Großen und Ganzen intakt.

Wenn man die Geschwindigkeit auf 80 bis 100 Meter pro Sekunde erhöht, nimmt der Verschleiß zu – das ist zu erwarten, schließlich wird dann auch mehr Energie je Zeiteinheit in das Metall übertragen. *Man kommt dann allmählich in einen Bereich, in dem sich das Metall verhält wie eine zähe Flüssigkeit, ähnlich wie Honig oder Erdnussbutter,* sagt Eder. Tiefere Schichten des Metalls werden in die Richtung der vorübergleitenden Oberfläche mitgezogen, die Mikrostruktur im Metall wird völlig durcheinandergebracht. Die einzelnen Körnchen, aus denen das Material besteht, werden verdreht, zerbrochen, ineinandergeschoben und schließlich in die Länge gezogen.



Langsames Gleiten (l.) lässt die Struktur des Metalls intakt. Schnelles Gleiten (Mitte) zerstört sie vollständig. Bei extrem schnellem Gleiten (r.) wird zwar die oberste Schicht teilweise aufgeschmolzen, die Struktur darunter wird dadurch aber geschützt (Bild: © TU Wien)

Eine Überraschung erlebte das Team allerdings, als man dann zu noch höheren Geschwindigkeiten überging: Ab etwa 300 Metern pro Sekunde – das entspricht ungefähr der Höchstgeschwindigkeit von Flugzeugen in der zivilen Luftfahrt – wird der Verschleiß wieder geringer. Die Mikrostruktur des Metalls knapp unter der Oberfläche, die bei mittleren Geschwindigkeiten völlig zerstört wird, bleibt nun wieder zum Großteil intakt.

Das war für uns und für die Tribologie-Community verblüffend, sagt Stefan Eder. Doch Literaturrecherchen zeigten den Forschenden, dass dieser Effekt auch schon von anderen Wissenschaftlern und Wissenschaftlerinnen in Experimenten beobachtet worden ist. Er sei nur nicht sehr bekannt, weil derart hohe Geschwindigkeiten selten vorkämen. *Seine Herkunft wurde jedenfalls bisher nicht geklärt,* sagt Eder.

Punktweises Aufschmelzen der Oberfläche schützt tiefere Schichten

Genauere Analysen der Computerdaten gaben nun Aufschluss darüber, wie dieser Effekt möglich wird: Bei extrem hohen Geschwindigkeiten erzeugt die Reibung viel Wärme – allerdings auf sehr ungleichmäßige Weise. Lediglich einzelne Punkte auf den Oberflächen der beiden aneinanderreibenden Metalle sind in Kontakt, und diese Punkte können tausende Grad Celsius erreichen. Dazwischen ist die Temperatur viel niedriger.

Das führt dazu, dass kleine Teile der Oberfläche aufschmelzen und Sekundenbruchteile danach wieder auskristallisieren können. Die

alleräußerste Schicht des Metalls wird also dramatisch verändert, doch genau dadurch werden die tieferliegenden Bereiche des Materials geschützt: Nur die äußersten Materiallagen spüren den Verschleiß, die kristallinen Strukturen darunter verändern sich nur leicht. Dieser bisher kaum diskutierte Effekt tritt nach Aussage von Eder bei unterschiedlichen Materialien auf. *Überall, wo es zu Reibung mit hoher bis extrem hoher Geschwindigkeit*

kommt, wird man das in Zukunft unbedingt berücksichtigen müssen, so Eder. Das trifft etwa auf moderne, besonders hochdrehende Lager und Getriebe in der Elektromobilität zu, oder auf Maschinen, die Oberflächen schleifen. Aber auch für die Stabilität von Metallen bei einem Fahrzeugcrash oder beim Aufprall von kleinen Partikeln auf Hochgeschwindigkeitsflugzeuge spielt der nun besser verstandene Effekt eine Rolle. **Florian Aigner**

Originalpublikation:

S. Eder et al.: Does speed kill or make friction better? – Designing materials for high velocity sliding; Applied Materials Today, 29 (2022), 101588; <https://doi.org/10.1016/j.apmt.2022.101588>

Kontakt:

Dr. Stefan Eder, Institut für Konstruktionswissenschaften und Produktentwicklung, TU Wien, E-Mail: stefan.j.eder@tuwien.ac.at
www.tuwien.at

Wachstum von Nanolöchern dank Heliumstreuung erstmals sichtbar

Wissenschaftler der TU Graz in Kooperation mit der University of Surrey konnten erstmals das Wachstum von hexagonalem Bornitrid beobachten und dokumentieren. Das Material findet vor allem in der Mikroelektronik und Nanotechnologie seine Anwendung.

Atomar dünne 2D-Materialien für Anwendungen in der Mikroelektronik oder Nanotechnologie werden gezüchtet, indem Gas auf einer heißen Metalloberfläche zersetzt wird. Diesen Wachstumsvorgang zu beobachten, ist aufgrund der hohen Temperaturen und der schnellen Umwandlung des Gases allerdings äußerst schwierig. Forschende der Technischen Universität Graz haben sich nun mit Kollegen und Kolleginnen der University of Surrey zu einem erfolgreichen Team aus Theorie und Experiment zusammengesetzt und konnten erstmals das Wachstum des Materials Hexagonales Bornitrid (h-BN) beobachten und dokumentieren. Hexagonales Bornitrid wird vor allem in der Mikroelektronik und Nanotechnologie, der Photonik- und Leistungselektronik, in Brennstoffzellen und als Dielektrikum für Feldeffekttransistoren eingesetzt.

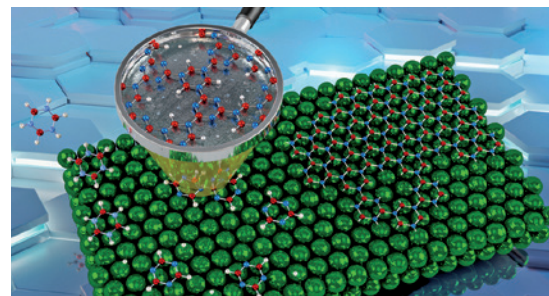
Regelmäßig angeordnete Nanoporen

Die Gruppe rund um Anton Tamtögl vom Institut für Experimentalphysik der TU Graz beobachtete das Wachstum mittels Heliumspektroskopie – einer höchst empfindlichen Analysetechnik zur Untersuchung von Materialoberflächen und darauf stattfindenden Reaktionen mit einer bisher unerreichten Detailgenauigkeit und Zeitauflösung. Selbst schnelle Bewegungen von Atomen und Molekülen auf Kristalloberflächen – einschließlich Quantenbewegungen von Protonen und ballistische Diffusion von Molekülen – können so untersucht werden. Bei ihrem Experiment mit h-BN kamen sie zu einem unerwarteten Ergebnis: Hexagonales

Bornitrid besitzt eine wabenförmige 2D-Kristallstruktur, die mit der Struktur von Graphen, also einer einatomigen Lage von Kohlenstoff, identisch ist. Statt der Kohlenstoffatome hat das Sechseck aber abwechselnde Bor- und Stickstoffatome. Die Wissenschaftler beobachteten beim Wachstumsprozess, dass die geordnete Struktur von h-BN aus regelmäßig angeordneten Löchern, sogenannten Nanoporen entsteht. Dies ist nach Mitteilung der TU Graz das erste Mal, dass diese offene Struktur identifiziert und ihre Rolle während des Wachstums von h-BN beobachtet wurde. *Wir waren erstaunt, dass die Messungen anstelle des erwarteten Beugungsmusters von hexagonalem Bornitrid eine ganz andere Struktur zeigten, die wir nun einer neuartigen Phase von h-BN zuordnen*, erklärt Anton Tamtögl, der das Experiment leitete. Eine neue Phase für ein so bekanntes und technologisch wichtiges 2D-Material zu finden, sei wie die Entdeckung einer völlig neuen Schmetterlingsart im eigenen Garten, ergänzt Adrian Ruckhofer, der die Experimente im Rahmen seiner Doktorarbeit durchführt.

Experiment in Kombi mit quantenmechanischen Berechnungen

Weil sie von ihren experimentellen Ergebnissen so überrascht waren, suchten die Forschenden der TU Graz die Hilfe der Theorie und wollten bestätigen, dass ihre Beobachtungen überhaupt rechnerisch möglich sind. Marco Sacchi von der University of Surrey führte dann die quantenchemischen Berechnungen mit dem nationalen ARCHER2-Supercomputer durch und bestätigte, dass



(Bild: © TU Graz/Anton Tamtögl et al.)

die beobachtete Struktur auch mathematisch die eindeutig bevorzugte ist. *Wir haben bewiesen, dass die Kombination von Experimenten und quantenchemischen Berechnungen neue und wichtige Erkenntnisse über das Wachstum von 2D-Materialien liefern kann*, sagt Marco Sacchi. Und die Forschenden planen bereits, ihre Methode für die Untersuchung des Wachstums anderer 2D-Materialien einzusetzen. **Birgit Baustädter**

Originalpublikation:

A. Ruckhofer, M. Sacchi, A. Payne, A. P. Jardine, W. E. Ernst, N. Avidor and A. Tamtögl: Evolution of ordered nanoporous phases during h-BN growth: controlling the route from gas-phase precursor to 2D material by in situ monitoring; Nanoscale Horiz. 7 (2022), 1388-1396; <https://doi.org/10.1039/D2NH00353H>

Kontakt:

Anton Tamtögl, Institut für Experimentalphysik, TU Graz, E-Mail: tamtogl@tugraz.at
 Adrian Ruckhofer, Institut für Experimentalphysik, TU Graz, E-Mail: ruckhofer@tugraz.at

www.tugraz.at

Laserbasierte Siliziumkristallisation für die monolithische Integration bei MEMS-Sensoren

Mikro-elektromechanische Systeme (MEMS) haben sich als Sensoren milliardenfach unter anderem in smarten Autos, Handys und Mini-Insulinpumpen bewährt: Damit diese MEMS künftig noch leistungsfähiger werden, haben Forscherinnen und Forscher des Fraunhofer-Instituts für Lasertechnik ILT aus Aachen in Zusammenarbeit mit den beiden Fraunhofer-Instituten ISIT und IST im Projekt MUSIC ein CMOS-kompatibles Beschichtungs- und Laserkristallisationsverfahren entwickelt. Im Gegensatz zu sonst üblichen Verfahren entfallen hierbei Drähte und Lötstellen, was perspektivisch die Bauteilgröße deutlich senken und die Sensorleistung erhöhen kann.

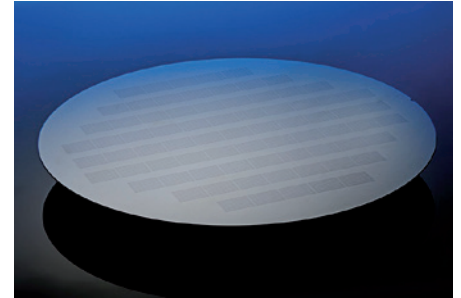
Sichere und zuverlässige Autofahrten verdanken wir MEMS-Sensoren, die viele Schlüsselparameter des Fahrzeugbetriebs erfassen. Sie ermöglichen die Steuerung vieler Fahrzeugsysteme wie Airbags, Antiblockiersysteme oder elektronische Stabilitätsprogramme. Zur Messung von Beschleunigungen etc. sind MEMS-Inertialsensoren zu Milliarden auch in Consumer-Produkten wie Smartphones, -watches, Quadrocoptern und vieles mehr eingebaut. Damit die MEMS-Sensoreinheiten diese Aufgaben zuverlässig und prozesssicher bewältigen können, werden sie mit einem elektronischen, anwendungsspezifischen, integrierten Schaltkreis (ASIC) kombiniert, der auf einer Siliziumträgereinheit (Wafer) sitzt.

Weil die Umgebungstemperatur in der Nähe des integrierten Schaltkreises mit seinen temperaturempfindlichen CMOS-Transistoren jedoch 450 °C nicht überschreiten darf, werden die MEMS-Sensoren aus kristallinem Silizium aufgrund der konventionell hohen Herstellungstemperaturen zunächst separat hergestellt. Anschließend folgt das Kontaktieren mit dem Schaltkreis via Draht- und Lötverbindungen oder Waferbondverfahren. *Die konventionelle Verbindungstechnik benötigt jedoch relativ viel Platz und verhindert eine weitere Miniaturisierung der MEMS*, erklärt Florian Fuchs, wissenschaftlicher Mitarbeiter der Gruppe Dünnschichtverfahren am Fraunhofer ILT. MEMS aus kristallinem Silizi-

um lassen sich daher bisher nicht direkt auf dem ASIC aufbauen. Wegen der Temperaturinkompatibilitäten im Herstellungsprozess sind somit der weiteren Miniaturisierung und Leistungssteigerung der Sensoren Grenzen gesetzt.

Schonende Kristallisation empfindlicher Siliziumschichten

Als Alternative zu konventionellen Füge-techniken setzt das Fraunhofer ILT auf ein laserbasiertes Verfahren, das es ermöglicht, MEMS-Sensoren aus kristallinem Silizium direkt (monolithisch) auf den temperaturempfindlichen Schaltkreisen aufzubauen. Dabei liegen die Projektschwerpunkte in der Abscheidung von Si-Schichten beim Fraunhofer-Institut für Schicht- und Oberflächen-technik IST und dem Fraunhofer-Institut für Siliziumtechnologie ISIT, der selektiven Laserkristallisation beim Fraunhofer ILT und der Auslegung sowie der mikroelektronischen Weiterverarbeitung der Schichten zu Sensoren beim Fraunhofer ISIT. Die Forschenden machen sich dabei die Tatsache zunutze, dass sich amorphe Siliziumschichten bereits bei niedrigen Temperaturen unterhalb von 450 °C auf dem schaltkreistragenden Wafer bei hohen Abscheideraten herstellen lassen. Der Laser kristallisiert nicht nur diese Siliziumschicht, sondern aktiviert auch die darin enthaltenen Dotierstoffe und sorgt damit für eine geeignete elektrische Leitfähigkeit. An-

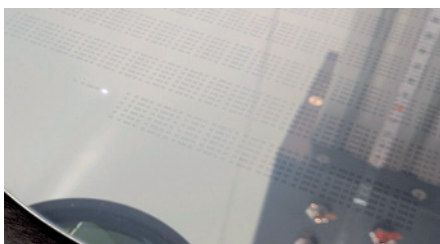


Schonende Hochtemperatur-Kristallisation: Das Fraunhofer ILT hat mit den beiden Fraunhofer-Instituten ISIT und IST ein selektives, laserbasiertes Kristallisationsverfahren für die Herstellung von MEMS-Sensoreinheiten direkt auf aktiven Schaltkreisen entwickelt
(© Fraunhofer ILT, Aachen)

schließend folgt das Freistellen der Sensoreinheiten mit Hilfe klassischer mikroelektronischer Fertigungsverfahren.

Effiziente Wärmeabfuhr

Die Hochtemperatur-Kristallisation mittels Laserstrahlung unterhalb des Schmelzpunkts von Silizium geschieht ortsselektiv und sehr schnell (im unteren Millisekundenbereich), sodass sie im Zusammenspiel mit gezieltem Temperaturmanagement die empfindliche Elektronik auf dem darunter liegenden Substrat nicht beschädigt und mechanische Spannungen im Schichtmaterial minimiert. Die Kristallisation läuft mit einem fokussierten Laserstrahl mit einem Durchmesser von einigen 10 µm ab, der spiegelgelenkt die gesamte Oberfläche schrittweise abfährt. Die Wärmeabfuhr geschieht bei diesem ortsselektiven Prozess effektiv in drei Raumrichtungen. Das unterscheidet das Verfahren von alternativen photonischen Verfahren wie der Blitzbelichtung (Flash-Lamp), bei der die Wärmeabfuhr aufgrund der großflächigen Bearbeitung nur in eine Richtung stattfinden kann.



Prozessbild des vom ILT entwickelten, selektiven Laserkristallisationsverfahrens für Siliziumwafer
(© Fraunhofer ILT, Aachen)



Detailansicht der selektiv laserkristallisierten Siliziumfelder
(© Fraunhofer ILT, Aachen)

Aufgrund der sehr schnellen Energieeinbringung in nur ein kleines Volumenelement erzielen wir mit der Laserbearbeitung eine Festphasenkristallisation des Siliziums bei Temperaturen, die eigentlich oberhalb der Zerstörschwelle des darunterliegenden Schaltkreises liegen, erklärt Dr. Christian Vedder, Leiter der Gruppe Dünnschichtverfahren am Fraunhofer ILT. Aufgrund der kurzen örtlichen Bearbeitungszeit werde dieser dennoch nicht geschädigt. Das neu entwickelte Laserverfahren verringert die elektrischen Widerstände der Siliziumschichten um mehr als vier Größenordnungen unter einen Wert von $0,05 \Omega \cdot \text{cm}$. Das entspricht bei einer Schichtdicke von $10 \mu\text{m}$ einem Flächenwiderstand von $50 \Omega/\text{sq}$. Aus diesen Schichten konnten MEMS-Sensoren mit typischen Fingerstrukturen für einen kapazitiv arbeitenden Beschleunigungssensor hergestellt werden.

Vorteile für die monolithische MEMS-Integration

Die Fähigkeit, kristalline Siliziumschichten unter CMOS-kompatiblen Bedingungen auf einem ASIC-Wafer herzustellen, eröffnet nach Aussage von Florian Fuchs neue Möglichkeiten für die MEMS-IC-Integration, da Eingriffe

in die CMOS-Herstellungsprozesse entfallen. Die dadurch wegfallenden Prozessverschränkungen erlauben eine unabhängige Entwicklung von MEMS und IC und stellen damit eine deutliche Reduzierung der Entwicklungszeiten und -kosten in Aussicht. Neben einer höheren Integrationsdichte lässt die Einsparung von Drahtverbindungen und Bondpads zudem geringere parasitäre Störgrößen sowie eine verbesserte Abschirmung gegen elektromagnetische Störfelder erwarten, was sich positiv auf die Signalqualität und das Driftverhalten der Sensoren auswirkt.

Interessante Anwendungen für Automobilindustrie, Medizintechnik und Feuerwehr

Die gewonnenen Erkenntnisse lassen sich künftig in mehrere Richtungen vertiefen und weiterführen. Interessant wäre zum Beispiel die Anpassung des Verfahrens an die spezifischen Anforderungen unterschiedlicher Sensortypen mit anderer Schichtdicke oder anderen Dotierstoffen. Wir suchen nun Anwender aus der Industrie, mit denen wir das im Team entwickelte Verfahren gewinnbringend für ihre Produkte einsetzen können, sagt Fuchs.

Der Ausblick auf Leistungssteigerung bei gleichzeitiger Miniaturisierung macht die MEMS-Technologie auch für weitere Einsatzfelder interessant, deren Anforderungen heutige MEMS-Systeme noch nicht erfüllen können. Denkbar wäre der Einsatz im Bereich des autonomen Fahrens, bei dem sehr genau arbeitende Beschleunigungssensoren die Empfangslücken des GPS-Signals, zum Beispiel in Tunneln oder Parkhäusern, überbrücken könnten. Interessantes Potenzial bietet das Verfahren auch in der Medizintechnik, um etwa Temperatursensoren in Kopfhörer zu integrieren und die gewonnenen Daten zur Überwachung von Patienten oder zur Pandemiebekämpfung zu nutzen. Außerdem könnten miniaturisierte, hochpräzise Beschleunigungs-MEMS-Sensoren die genaue Lokalisation von Einsatzkräften der Feuerwehr in brennenden Gebäuden ermöglichen und damit die Sicherheit von Einsatzkräften erhöhen.

Kontakt:

Florian Fuchs, Fraunhofer ILT,
E-Mail: florian.fuchs@ilt.fraunhofer.de
➔ www.ilt.fraunhofer.de

FÜR JEDE OBERFLÄCHE DIE RICHTIGE TECHNIK

BAND-, EINZELTEIL- UND PROTOTYPENGALVANIK.



GERWECK
OBERFLÄCHENTECHNIK

PREISTRÄGER
Großer Preis des MITTELSTANDES

in f

Besuchen Sie uns auf der  **electronica** in München - Halle B2, Stand 475 | 14. - 18.11.2022

Elektroden für Lithiumionenbatterien effizienter produzieren

Bei der Produktion von Elektrodenfolien für Lithiumionenbatterien kommt es oftmals zu Fehlern aufgrund inhomogener Beschichtungen. Die beiden Fraunhofer-Institute IPM und ISIT haben gemeinsam mit Partnern aus Industrie und Forschung ein optisches Inline-Messsystem entwickelt, das die Materialzusammensetzung von Elektrodenfolien quantitativ und tiefenaufgelöst bestimmt – direkt in der Fertigungslinie. Auf diese Weise sollen Elektroden für Lithiumionenbatterien in Zukunft kostengünstiger und qualitativ hochwertiger gefertigt werden können.

Die Elektrodenfolien für Lithiumionenbatterien bestehen aus einem Aktivmaterial (Nickel-Mangan-Kobalt-Kügelchen plus Lithium), Leitadditiven und Binder. Diese Materialien werden als Suspension auf eine Aluminiumfolie aufgebracht und dann zu einer etwa 100 µm dünnen Schicht eingetrocknet. Nicht selten entmischen sich die Bestandteile der Suspension während des Trocknungsprozesses, sodass der Binderanteil an einigen Stellen zu gering ist. Dies beeinträchtigt die Haftung der Gesamtschicht.

Ein optisches Inline-Messsystem, das die beiden Fraunhofer-Institute IPM und ISIT im Projekt Q-LIB gemeinsam mit den Firmen VARTA und OWIS entwickelt haben, erlaubt es nun, den Beschichtungsprozess in Bezug auf die Mischung aktiv zu regeln. So kann Ausschuss in der Produktion reduziert und die Anlaufzeit bei der Produktion von neuen Rezepturen verkürzt werden.

Inline-Messsystem mit LIBS-Technologie

Das Inline-Messsystem basiert auf laserinduzierter Plasmaspektroskopie (engl. LIBS: laser induced breakdown spectroscopy). LIBS ist ein laserspektroskopisches Verfahren, mit dem sich die elementspezifische Zusammensetzung einer Probe bestimmen lässt. Das System ermittelt die Materialverteilung in der Elektrodenfolie punktwise als 3D-Mapping. Damit kann sowohl das korrekte Mischungs-



Fraunhofer IPM und Fraunhofer ISIT haben auf Basis der LIBS-Technologie ein Inline-Messsystem entwickelt, mit dem die chemische Zusammensetzung beschichteter Elektrodenfolien punktwise in einer Art 3D-Mapping quantitativ erfasst werden kann (kleines Bild). Das System wurde am ISIT in die Laboranlage einer Elektrodenfertigung integriert und getestet (© Fraunhofer IPM)

verhältnis der Bestandteile als auch deren homogene Verteilung über das gesamte Elektrodenvolumen detektiert werden. Das macht eine Qualitätskontrolle und -regelung in Echtzeit möglich. Die Herausforderung dabei war, die Verteilung nicht nur an der Oberfläche, sondern auch tiefenaufgelöst inner-

halb der gesamten Beschichtung zu messen – und zwar bei Produktionsgeschwindigkeiten von rund 20 m/min.

Das Messsystem wurde am Fraunhofer-Institut für Siliziumtechnologie ISIT in die Laboranlage einer Elektrodenfertigung integriert. Dort wurden Elektrodenfolien der VARTA Microbattery GmbH unter realen Produktionsbedingungen erfolgreich vermessen.

Kontakt:

Dr. Carl Basler, Projektleiter Optische Oberflächenanalytik, Fraunhofer IPM, E-Mail: carl.basler@ipm.fraunhofer.de
Dr. Reinhard Mörtel, Wissenschaftlich-technischer Leiter Geschäftsfeld Fab-SH, Fraunhofer ISIT, E-Mail: reinhard.moertel@isit.fraunhofer.de
➔ www.ipm.fraunhofer.de

Das Projekt Q-LIB

Titel	Kostensenkung und Qualitätssteigerung bei der Lithium-Ionen-Batterie-Elektrodenfertigung durch quantitative, optische Inline-Messtechnik
Partner	VARTA Microbattery GmbH (Projektkoordinator), OWIS GmbH, Fraunhofer-Institut für Physikalische Messtechnik IPM, Fraunhofer-Institut für Siliziumtechnologie ISIT
Förderung	Das Projekt wurde vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz BMWK (vormals BMWI) gefördert (Förderkennzeichen 03ETE013A).

Niederenergetischer Elektronenstrahl als multifunktionales Werkzeug für Antifouling-Beschichtungen

Mit der Elektronenstrahltechnologie können Oberflächen zuverlässig behandelt und funktionalisiert werden. Jetzt gelang am Fraunhofer-Institut für Organische Elektronik, Elektronenstrahl- und Plasmatechnik FEP die Erzeugung von Antihafbeschichtungen auf Kunststofffolien durch die Beaufschlagung mit niederenergetisch-beschleunigten Elektronen ohne Einsatz zusätzlicher chemischer Vernetzer.

Antifouling-Beschichtungen verhindern die Ansiedlung unerwünschter Organismen an Oberflächen. Dies ist besonders beim Schiffsbau nötig, aber auch bei medizinischen Geräten und Implantaten wichtig.

Die niederenergetische Elektronenstrahltechnologie (Ebeam) ist ein multifunktionales Werkzeug mit einem breiten Anwendungsspektrum, das gezielt zur Modifizierung von Oberflächen eingesetzt werden kann. Durch den Einsatz der niederenergetischen Elektronenstrahltechnologie können Oberflächen entweder schonend desinfiziert beziehungsweise sterilisiert, Materialien durch Vernetzungsprozesse oberflächensensitiv gehärtet oder Oberflächeneigenschaften, wie Benetzbarkeit, effektiv moduliert werden. Innovative oberflächensensitive Funktionalisierungstechnologien garantieren den Erhalt der Materialeigenschaften, während gleichzeitig die Oberflächeneigenschaften angepasst werden können. Die Verwendung von geringen Beschleunigungsspannungen (< 300 keV; keV – Kilo-Elektronenvolt) bei niederenergetischen, nicht-thermischen Elektronenstrahlprozessen garantiert die sehr gute Materialverträglichkeit und einen nachhaltigen Materialerhalt.

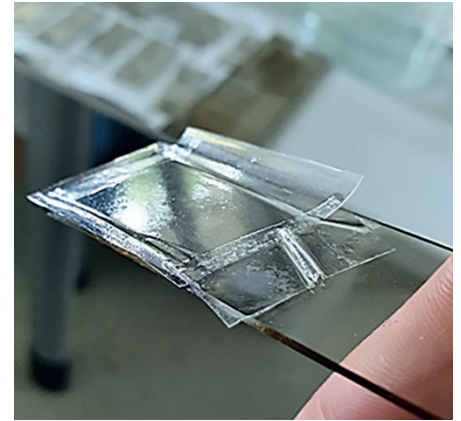
Was kann ganz konkret bewirkt werden?

Wie Nic Gürtler, Doktorand im Bereich Medizinische und Biotechnologische Applikationen am Fraunhofer FEP erklärt, ist die Oberflächenfunktionalisierung mit beschleunigten Elektronen schnell und kommt ganz ohne umweltschädliche Chemie aus. Durch die niederenergetisch beschleunigten Elektronen könnten oberflächennah chemische Bindungen umstrukturiert, vernetzt, gebrochen oder neu gebildet werden. Träfen beschleunigte Elektronen auf eine Oberfläche,

entstünden verschiedene reaktive Spezies wie Ionen und Radikale, die bei oberflächen-spezifischen Modifikationsprozessen eine wichtige Rolle spielen. Die atmosphärischen Umgebungsbedingungen während des Elektronenstrahlprozesses können nach Aussage von Gürtler individuell an das Material angepasst werden und beeinflussen so den gewünschten Grad der Funktionalisierung. *Konkret konnten wir eine stabile, nicht-toxische Hydrogelbeschichtung auf hydrophoben Polyethylen (PE)- und Polyethylenterephthalat (PET)-Folien erreichen*, so Nic Gürtler.

Das Ebeam-gestützte Beschichtungsverfahren Ebeam-Grafting (Pfropfung) bietet die Chance, Materialien mit selektiven Oberflächenfunktionen auszustatten, so dass je nach Anforderungsprofil biozide, biokompatible oder Antifouling-Eigenschaften erzielt werden können. Alle Prozessparameter des nicht thermischen Ebeam-induzierten Beschichtungsvorgangs können individuell überwacht und modular angepasst werden. Im Rahmen verschiedener Forschungsarbeiten am Fraunhofer FEP konnte das Ebeam-Grafting bereits als zweistufiges Beschichtungsverfahren erfolgreich zur Ausrüstung verschiedener hydrophober Kunststoffoberflächen mit Antifouling-Attributen etabliert werden.

Die nach dem Ebeam-Grafting zellabweisenden und proteinabweisenden Oberflächeneigenschaften können in technischen Branchen sowie speziell im Bereich der Biomaterialforschung als Ausgangspunkt für die Entwicklung von neuen medizinischen Geräten oder Implantaten genutzt werden, wo eine unkontrollierte Biofilmbildung verhindert werden soll. Diese Ebeam-Funktionalisierungsprozesse können beispielsweise in der Dentalmedizin helfen, Zahnimplantate zu optimieren.



Kunststoffolie mit stabiler Antihafbeschichtung, hergestellt nach dem zweistufigen niederenergetischen Ebeam-induzierten Beschichtungsverfahren Ebeam-Grafting

(© Fraunhofer FEP)

Die niederenergetische Elektronenstrahltechnologie und damit auch das Ebeam-Grafting ist inline-fähig, das heißt, einfach in industrielle Prozesse kundenspezifisch integrierbar. Um beispielsweise eine Modifizierung von großen flexiblen Flächen wie bei Verpackungen zu realisieren, kann die Technologie auch in Rolle-zu-Rolle-Anlagen implementiert werden.

Nach den Worten von Dr. Ulla König, Leiterin des Bereichs Medizinische und Biotechnologische Applikationen, ist eine der Kernkompetenzen des Fraunhofer FEP die Entwicklung von speziellen niederenergetischen Elektronenstrahlquellen und -systemen für ein breites Anwendungsspektrum. Der Arbeitsschwerpunkt konzentrierte sich auf die technologische Entwicklung individueller kundenspezifischer Anlagenkonzepte.

➔ www.fep.fraunhofer.de

Forschungsprojekt OptiHeat – Sichere und ökonomische Entgasungs-Wärmebehandlung für galvanisch beschichtete Bauteile

Von Stefan Kölle, Fraunhofer IPA, und Frank Schweizer, Fraunhofer IWM

Die Wärmebehandlung von galvanisch beschichteten Bauteilen ist energie- und kostenintensiv. Mithilfe numerischer Berechnungen lässt sich der Aufwand zur Ermittlung optimierter Behandlungsparameter deutlich reduzieren. In der Fortsetzung der Projektbeschreibung in der WOMag-Ausgabe 11/2021 werden nun zum Projektabschluss die wichtigsten Ergebnisse vorgestellt.

Der Eintrag von Wasserstoff kann bei galvanisierten Bauteilen aus hochfesten Werkstoffen zu einer Wasserstoffversprödung führen. Bei entsprechender Material- und Beschichtungskombination ist eine an die Beschichtung anschließende Wärmebehandlung notwendig, um den eingebrachten Wasserstoff wieder auszutreiben. Aufgrund der sehr breit gefassten Normen zu den Wärmebehandlungsvorschriften werden diese eher konservativ mit hohen Behandlungszeiten durchgeführt. In Verbindung mit den aktuell sehr hohen Energiekosten, besteht ein großes Interesse daran, die Wärmebehandlungsprozesse zu optimieren und nur so lang wie nötig zu gestalten.

Im nun abgeschlossenen Forschungsprojekt *OptiHeat - Sichere und ökonomische Entgasungs-Wärmebehandlung für galvanisch beschichtete Bauteile* haben Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler vom Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik IWM sowie vom Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA Wärmebehandlungsverfahren zum Austreiben von

Wasserstoff und damit zur Vermeidung einer Wasserstoffversprödung in Bauteilen mit galvanischer Beschichtung analysiert. Das Projektziel war dabei die Entwicklung eines Softwaretools, mit dem eine einfachere Prognose von Wärmebehandlungsdauern für unterschiedliche Beschichtungen und Bauteile möglich wird. Damit lassen sich in vielen Fällen zu lange Behandlungszeiten verkürzen und Energie einsparen.

Um ein möglichst praxisnahes Tool zu entwickeln, wurden nicht nur Daten aus Laborversuchen verwendet, sondern auch Beschichtungen von fünf Unternehmen im Bereich der Lohnbeschichtung ausgewertet. In mehreren Versuchsreihen wurden Kugeln, kleine Bleche und C-Ringe, wie sie in DIN 50969 beschrieben sind, mit Schichten aus kommerziellen Zink- und Zink-Nickel-Elektrolyten und anschließender Passivierung beschichtet. Überraschenderweise konnten keine systematischen Unterschiede zwischen den Beschichtungen im Labor und in den Lohnbe-

schichtungsbetrieben festgestellt werden. Wenn Differenzen auftraten, dann auch zwischen den Unternehmen. Dies gilt sowohl für den Wasserstoffeintrag, der als Gesamtwasserstoff gemessen wurde, als auch für das Effusionsverhalten, also die Geschwindigkeit, mit der der Wasserstoff bei einer bestimmten Temperatur aus dem beschichteten Bauteil ausgetrieben wird.

Der Wasserstoff konnte aus den alkalischen Zink-Nickel-Schichten deutlich schneller ausgetrieben werden als aus gleich dicken Zink-Schichten. Durch die mehrfache Wiederholung der Versuche am IPA und bei den Beschichtungsbetrieben konnte zudem festgestellt werden, dass der Zustand des Elektrolyten einen signifikanten Einfluss auf den Wasserstoffeintrag besitzt. Bei gleichen Parametern und gleich geführten Elektrolytzusammensetzungen ergaben sich deutliche Unterschiede im Wasserstoffeintrag. Dies unterstreicht die Bedeutung der im Projekt angestrebten Datenbank für Wasserstoff-

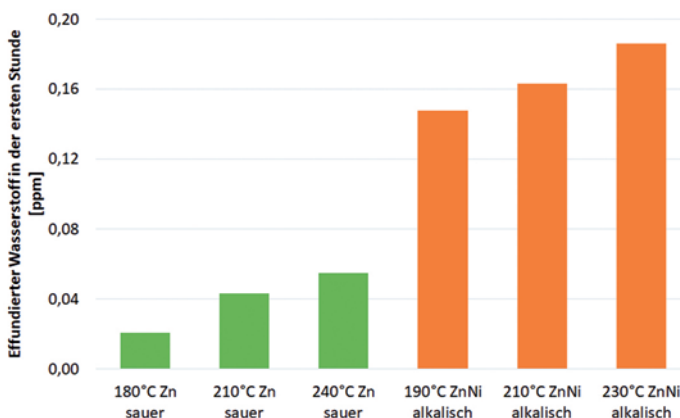


Abb. 1: Wasserstoffeffusionsverhalten am Beispiel von Zink- und Zink-Nickel-Beschichtungen bei unterschiedlichen Temperaturen

Projekt-Steckbrief

Titel	OptiHeat – Sichere und ökonomische Entgasungs-Wärmebehandlung für galvanisch beschichtete Bauteile
Laufzeit	November 2019 bis September 2022
Partner	Verbundpartner: Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik IWM, Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA
Projektbegleitender Ausschuss:	Rieger Metallveredelung GmbH & Co. KG, B+T Oberflächentechnik GmbH, Topocrom GmbH, Herbert Reinmuth GmbH, Dr.-Ing. Max Schlötter GmbH & Co. KG, Weidmüller Interface GmbH & Co. KG, Galvano Weis GmbH & Co. KG
Förderung	IPA 170 000 Euro, gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestags mit dem Förderkennzeichen: IGF-Vorhaben Nr.: 20816

Beschichtungs- und Werkstoffkennzahlen und dem Tool zur Optimierung, dass nun den beteiligten Unternehmen zur Verfügung gestellt wird.

Im Rahmen des Projekts wurde zudem ein Toolkit erarbeitet, dass aus einer Kombination von definierten Probekörpern, vorge-

schriebenen Verfahrensabläufen und Versuchen besteht. Mit diesem Toolkit können interessierte Unternehmen Beschichtungen durchführen, um sich mit ihren Beschichtungsverfahren und eingesetzten Werkstoffen optimierte Wärmebehandlungsparameter berechnen zu lassen. Damit lässt sich der

Aufwand für die Optimierung deutlich senken und am Ende in vielen Fällen Energie sparen.

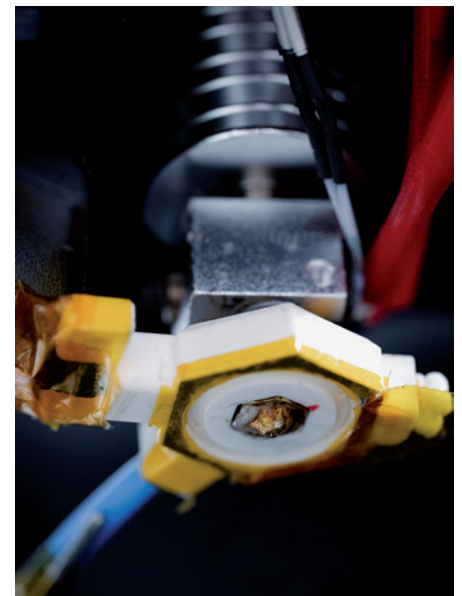
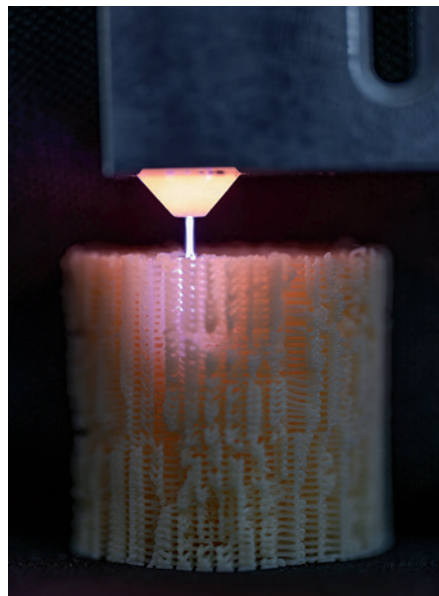
Danksagung

Das IGF-Vorhaben Nr.: 20816 wird gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages.

Stabilere 3D-gedruckte Bauteile mithilfe von Atmosphärendruckplasmen

Stabilität ist eine der Kernanforderungen und gleichzeitig eine wichtige potenzielle Schwachstelle bei Bauteilen, die im lagenweisen 3D-Druck wie dem Fused Deposition Modeling (FDM) hergestellt werden. Ein Schlüssel für mehr Stabilität besteht darin, die Haftung zwischen den einzelnen Lagen zu verbessern, und das erreichen die Forschenden am Fraunhofer-Institut für Schicht- und Oberflächentechnik IST durch eine gezielte chemische Modifikation der Oberfläche mithilfe von Atmosphärendruckplasmen. Speziell für diese Anwendung werden am Fraunhofer IST Plasmaquellen entwickelt, die in den 3D-Drucker integriert werden können und so eine Behandlung der einzelnen oftmals später nicht mehr zugänglichen Lagen bereits während des Druckprozesses ermöglichen.

Äußere Oberflächenmodifizierungen von 3D-gedruckten Bauteilen vereinfachen oder ermöglichen häufig erst weitere Bearbeitungsschritte, wie zum Beispiel das Metallisieren der Kunststoffoberflächen oder das Aufbringen von Lacken und Klebstoffen. Innere Oberflächen der Bauteile sind allerdings für eine solche Nachbehandlung oft nicht mehr zugänglich. Mit dem Einsatz einer lagenweisen Plasmabehandlung bereits während des Herstellungsprozesses werden zum einen Haftkräfte zwischen den einzelnen Lagen des Bauteils gesteigert und zum anderen gleichzeitig eine Modifikation der Oberfläche in vorher nicht vorbehandelbaren Kavitäten ermöglicht. Das Ergebnis sind stabilere, qualitativ hochwertigere und langlebigere Bauteile. Bisher werden Plasmaquellen nur seriell, das heißt getrennt vom Druckprozess eingesetzt. Um eine Integration der Quelle in den 3D-Drucker zu ermöglichen, müssen Quelle und Steuereinheit an verschiedene Anforderungen angepasst werden: Die Plasmaquelle muss klein und leicht genug sein und auch Vorgaben, beispielsweise im Hinblick auf Wärmeentwicklung oder Sicherheit, genügen. Die Steuerung muss einen optimalen und sicheren Betrieb sowohl von der Quelle als auch dem 3D-Drucker gewährleisten. Der Prototyp des Fraunhofer IST enthält aktuell eine miniaturisierte Punktquelle, mit der die gedruckten Oberflächen und Filamen-



Plasmabehandlung eines 3D-gedruckten Bauteils (links) sowie Prototyp einer ringförmigen Atmosphärendruck-Plasmaquelle zur parallelen Behandlung eines 3D-Drucks (© IST, Paul Kurze)

te hochaufgelöst modifiziert werden können. Langfristig ist geplant, eine Ringquelle zu verwenden, die um die Düse des 3D-Druckers montiert wird und dadurch eine direkte Behandlung während des Druckprozesses und ohne zeitlichen Mehraufwand erlaubt. Die Einsatzmöglichkeiten sind vielfältig – von der Kleinserienfertigung mit einer integrierten Oberflächenmodifikation als Vorausset-

zung für eine weitere Verarbeitung wie das Metallisieren, Verkleben oder Lackieren über die Herstellung von belastbareren Teilen aus kostengünstigen FDM-3D-Druckern bis hin zum Einsatz der Plasmaquellen im experimentellen Umfeld. Die Forschenden sind sich sicher, dass es noch viele kreative Anwendungen für die Technologie gibt.

➔ www.ist.fraunhofer.de

≡ Verschleißprognose wärmebehandelter Ni-P-Schichten mithilfe eines interaktiven Verschleißmodells

Von Lars Lehmann, Dominik Höhlich, Thomas Mehner und Thomas Lampke, Technische Universität Chemnitz, Professur Werkstoff- und Oberflächentechnik

Stromlos abgeschiedene Nickel-Phosphor-Schichten sind aus der Elektrotechnik, der Automobilindustrie sowie dem Maschinen- und Anlagenbau nicht mehr wegzudenken. Die Eigenschaften dieser Schichten können durch den steuerbaren Phosphoranteil und die Möglichkeit zur Ausscheidungshärtung maßgeschneidert werden. Eine gute geometrische Maßhaltigkeit wird zudem durch den chemischen Abscheidemechanismus intrinsisch mitgeliefert. Daher kommen sie sowohl im Korrosions- als auch im Verschleißschutz zum Einsatz.

Durch die nanokristalline Struktur sind Nickel-Phosphor-Schichten mit einem niedrigen Phosphorgehalt (< 5 %, low-phos) härter als die Schichten mit hohem Phosphorgehalt (9–14 %, high-phos). Hingegen ist die Korrosionsbeständigkeit der Low-phos-Schichten schwächer. Meistens werden Schichten, die dem Verschleißschutz dienen, im Zustand höchster Härte eingesetzt.

Für viele Anwendungsfälle führt jedoch erst die richtige Kombination aus Härte und Duktilität zu einem günstigen Verschleißverhalten. Wie diesbezüglich die Werkstoffeigenschaften einzustellen sind, hängt entscheidend vom vorliegenden tribologischen System und der daraus resultierenden Verschleißart ab. Neben der Mikrostruktur des Grundkörpers sind also auch zahlreiche weitere Einflussgrößen, wie zum Beispiel Art, Form und Oberflächenfeingestalt des Gegenkörpers, die sich daraus ableitende Kontaktpaarung, das Umgebungsmedium, die Temperatur, Luftfeuchtigkeit, die Art und Höhe der Belastung sowie die Relativbewegung zwischen Grund- und Gegenkörper, in die Betrachtungen mit einzubeziehen.

Bei den in der Literatur publizierten Arbeiten weichen diese vielfältigen Einflussfaktoren oftmals voneinander ab, sodass die Ergebnisse nur sehr bedingt vergleichbar sind. Systematische tribologische Untersuchungen mit Bezug zu den Aspekten Wärmebehandlung und Phosphorgehalt von Nickel-Phosphor-Schichten fehlten bislang völlig. Um diese Forschungslücke zu schließen, hat die Professur Werkstoff- und Oberflächentechnik der Technischen Universität Chemnitz gemeinsam mit dem DGO-Fachausschuss *Chemische Metallabscheidung* ein IGF-Vorhaben durchgeführt. Während dieses Forschungsprojekts wurde ein anwenderorientiertes Vorhersagemodell aufgestellt, das die

wichtigsten Grundverschleißarten und entsprechende Wärmebehandlung berücksichtigt. Dem Anwender werden damit für den individuellen Belastungsfall seines Bauteils ein passender Phosphorgehalt und die geeigneten Wärmebehandlungsparameter vorgeschlagen.

Um die Kenngrößen für das Modell zu erhalten, wurden Nickel-Phosphor-Schichten mit unterschiedlichen Phosphorgehalten (niedrig-, mittel- und hochphosphorhaltig) abgeschieden und geprüft. Reproduzierbare Eigenschaften dieser Schichten und die Industrierelevanz wurden gewährleistet, indem die Schichten von mehreren Fachfirmen auf gleichförmigen, identisch polierten Stahlsubstraten aus dem Werkstoff S235JR (1.0037) abgeschieden wurden. Anschließend erfolgten die Analysen mit drei verschiedenen Verschleißtests. Es kamen dabei die Testverfahren Taber-Abraser-, Scratch- und reversierender Schwingverschleiß zum Einsatz,

die als dominierende Verschleißart jeweils Wälz-, Furch- beziehungsweise Schwingverschleiß aufzeigen.

Die Spezifikation der Versuchsparameter war dabei von bestimmender Bedeutung. So musste gewährleistet sein, dass alle Schichten möglichst mit einem einzigen Parametersatz gemessen werden können, ohne dabei zu versagen. Gleichwohl sollte eine weite Verteilung der Werte über den Messbereich erfolgen, um auch geringe Differenzen in den Schichteigenschaften zu erkennen. Die gewählten Verschleißtests, deren Prüfparameter sowie die resultierenden quantitativen Kennwerte Taber-Wear-Index, Ritzenergie-dichte und Verschleißvolumen sind in *Tabelle 1* zusammengestellt.

Die insgesamt 1710 quantitativen Verschleißmesswerte aller Prüfungen wurden in der Software aufgearbeitet. Die Normierung der Werte wurde wie folgt durchgeführt: Die verschleißbeständigste Schicht erhielt für das



jeweilige Verschleißprüfverfahren den Beständigkeitswert 1 und die verschleißanfälligste den Wert 0. Die weiteren Ergebnisse ordnen sich entsprechend ihres Werts zwischen diesen Grenzen linear ein. Somit konnte jeder Schicht ein Beständigkeitsfaktor zur jeweiligen Untersuchung zugewiesen werden. Die Auswertung der Verschleißuntersuchungen bestätigt, dass die Verschleißbeständigkeit der unterschiedlich wärmebehandelten Zustände maßgeblich von der Verschleißart abhängt. Exemplarisch wurden in *Abbildung 1* die Ergebnisse der Verschleißuntersuchungen zweier Nickel-Phosphor-Schichten mit 12,3 % Phosphor gegenübergestellt.

Die dargestellten Ergebnisse der Schichten belegen, dass einerseits eine variable Wärmebehandlung deutliche Auswirkungen auf die Verschleißbeständigkeit bei gleicher Belastung hat und andererseits, dass unterschiedliche Verschleißanwendungen verschiedene Wärmebehandlungen erfordern. Im gezeigten Beispiel ist erkennbar, dass für furchende Beanspruchungen die kürzere Wärmebehandlung von 20 Minuten ausreicht, um

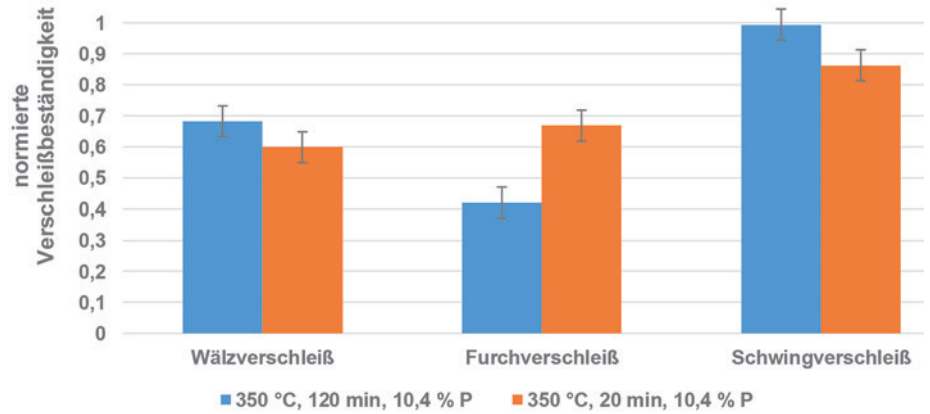


Abb. 1: Normierte Verschleißbeständigkeit zweier unterschiedlich wärmebehandelter Nickel-Phosphor-Schichten mit gleichem Phosphorgehalt bei unterschiedlicher Verschleißbelastung (1 – beste Beständigkeit, 0 – schlechteste Beständigkeit)

eine bessere Verschleißbeständigkeit zu erreichen. Für Wälz- oder Schwingbeanspruchungen ist jedoch die längere Wärmebehandlung vorteilhaft.

Mithilfe solcher Daten und einer Interpolation wurde ein Modell erstellt, das frei auf der Homepage der Professur Werkstoff- und

Oberflächentechnik der TU Chemnitz zugänglich ist (*Abb. 2*). Da reale Verschleißbeanspruchungen sich aus Anteilen verschiedener Verschleißarten zusammensetzen, kann der Nutzer des Verschleißmodells die für seine Anwendung individuell relevanten Verschleißarten prozentual wichten und erhält

Energiesch trocknen?

FST DRYTEC

TROCKNEN UND TEMPERN MIT SYSTEM

- ▬ Haftwassertrockner nach Maß für die Galvano- und Reinigungstechnik.
- ▬ Kammer- und Durchlauftrockner für Beschichtungen
- ▬ Temperöfen zur Wärmebehandlung

www.fst-drytec.de

Was Sie wollen, wie Sie wollen.

Innovativ
präzise
engagiert

FST Drytec GmbH
Ferdinand-von-Steinbels-Ring 43 · 75447 Sternenfels · Fon 07045-203620 · E-mail: info@fst-drytec.de

OBERFLÄCHEN

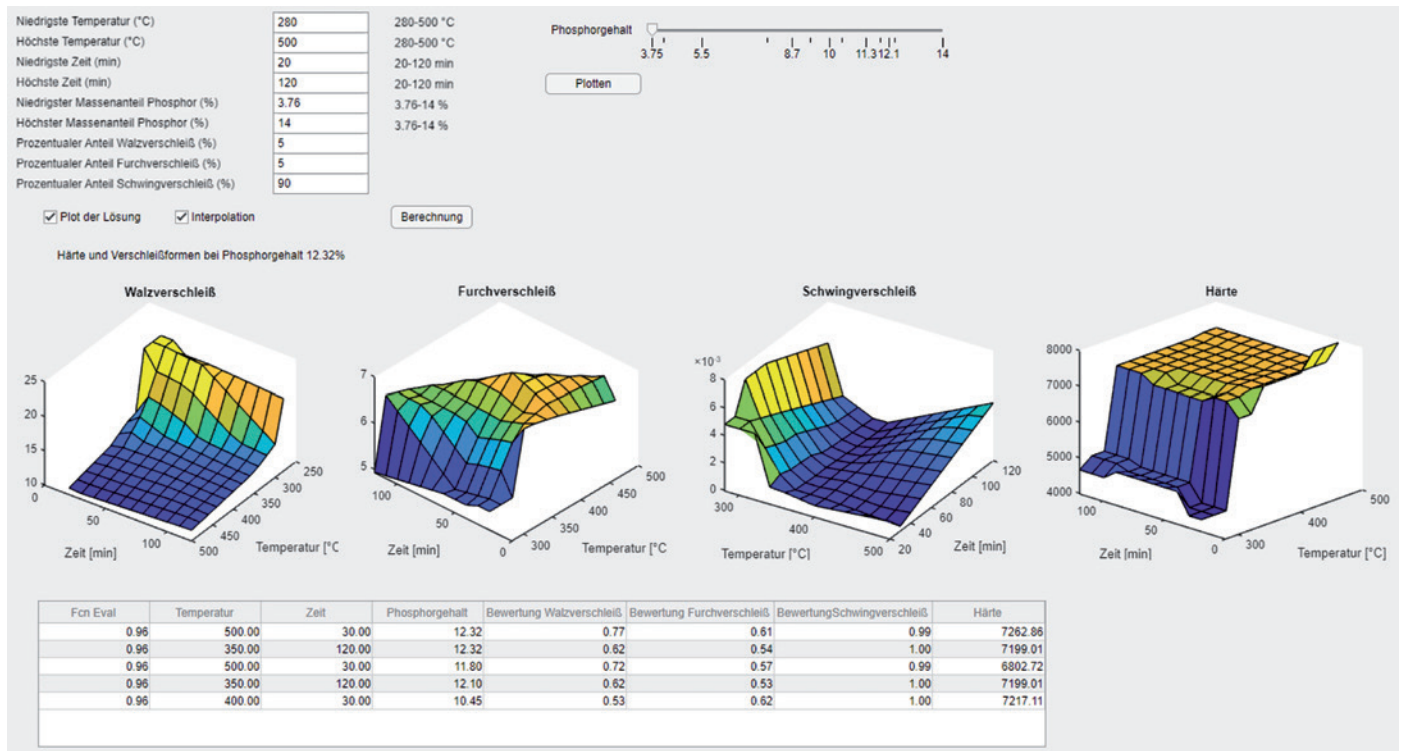


Abb. 2: Nutzeroberfläche des Verschleißmodells

dazu die optimierten Wärmebehandlungsparameter sowie den Phosphorgehalt.

Für den in Matlab umgesetzten Sortieralgorithmus *Quick-Sort* wurden die oben beschriebenen prozentualen Angaben als Konvexkombination neu bewertet. Der einzustellende Bereich des Modells resultiert aus dem während des Projekts untersuchten Parameterraum. Dieser ist beim ersten Öffnen der Webseite bereits vorgegeben. Er umfasst eine Temperaturspanne von 280 °C bis 500 °C (in fünf Stufen), eine Wärmebehandlungsdauer von 20 Minuten bis 120 Minuten (in vier Stufen) und einen Phosphorgehalt von 3,76 % Phosphor bis 14,00 % Phosphor (in 13 Stufen). Außerdem ist es möglich, auf die Bedürfnisse des Nutzers gezielt einzugehen, indem beispielsweise der zu analysierende Phosphorgehalt oder die maximale Wärmebehandlungsdauer eingegrenzt werden und für diese Bereiche die optimierten

Wärmebehandlungsparameter berechnet werden.

Ausgegeben werden dem Nutzer die fünf besten Wärmebehandlungsparametersätze für die vorher eingestellten Beanspruchungen. Anhand der ersten Tabellenspalte kann abgelesen werden, inwieweit dieser Parametersatz vom Beständigkeitswert 1, das heißt optimale Beständigkeit für die angegebenen Beanspruchungsanteile, abweicht. Aus der letzten Tabellenspalte können die zu erwartenden Martenshärtewerte abgelesen werden, die aus dem Vorgängerprojekt (Interaktiver Wärmebehandlungskatalog: Härtesteigerung durch Wärmebehandlung, https://www.tu-chemnitz.de/mb/WOT/forschung/forschungsprojekte/aif_bmbf_sab/AiF_167360.php) mit in dieses Tool eingepflegt wurden. Für eine bessere Orientierung werden dem Nutzer anwendungsnahe Beispiele angegeben, die dabei helfen, die Anteil-

le der Verschleißarten ihrer individuellen Anwendungen abzuschätzen.

Die Analysen mithilfe des Verschleißmodells erlauben kostengünstigere Prozessrouten, welche zu Zeit- und Energieeinsparungen führen. Zu erwartende längere Einsatzzeiten der Nickel-Phosphor-Schichten verbessern zudem die Ressourceneffizienz in allen tribologisch beanspruchten Anwendungen. Durch die gesteigerte Verschleißbeständigkeit nach optimierter/gezielter Wärmebehandlung könnten Nickel-Phosphor-Schichten in Anwendungen Einsatz finden, die vorher nicht zugänglich waren.

Nachstehend der Link zum interaktiven Verschleißmodell (Die Berechnung kann einige Zeit in Anspruch nehmen.):

➔ www.tu-chemnitz.de/mb/WOT/forschung/forschungsprojekte/aif_bmbf_sab/IGF_20747BR.php

AKTUELLES

aus Wirtschaft, Wissenschaft und Technik

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

Umfassend und immer auf dem neuesten Stand!

Modell- und datenbasierte Prozesssteuerung für ganzheitlich optimierten Betrieb und vorausschauende Wartung von Galvanikanlagen

Von Sebastian Breuckmann, Heidelberg

Im Rahmen des vom Bundesministerium für Forschung und Bildung geförderten SmARtPlaS-Projekts entwickelte die DiTEC Dr. S. Kahlich & D. Langer GmbH in Kooperation mit den Projektpartnern implementierbare, innovative Lösungen für die Prozesssteuerung für Galvanikanlagen, um den Weg zu einer Smart Factory bei unterschiedlichsten, bestehenden Automatisierungsgraden der Anlagen zu ermöglichen. Besonders im Fokus standen dabei die vorausschauende Wartung der Anlage sowie das Elektrolytmanagement. Unter anderem durch die Entwicklung von digitalen Zwillingen gelang es auch die Ressourceneffizienz und Produktivität zu steigern.

1 DiTEC im SmARtPlaS-Projekt

Das SmARtPlaS-Projekt ist ein wichtiger Baustein im Bereich der Digitalisierungsstrategie der DiTEC GmbH gemäß ihres Unternehmensmottos: *Wegweisend für kundenorientierte, effiziente und ressourcenschonende Software rund um die Galvanik*. Dabei erfüllt DiTEC insbesondere drei Aufgaben in diesem Projekt:

- **Vernetzung:** Die zentrale Steuerungssoftware von DiTEC führt die Anlagendaten, Prozessdaten, Produktdaten, Wartungsdaten, Peripherieanlagendaten, ERP-Daten und weitere zusammen und nutzt sie für einen ressourcenoptimierten Anlagenbetrieb.
- **Praxistransfer:** Erkenntnisse aus Wissenschaft und Forschung haben oft großes Potenzial, die mit SmARtPlaS in die alltägliche Anwendung gebracht werden können und sollen.
- **Multiplikation:** Über die mehr als 900 implementierten Steuerungen der DiTEC können die im SmARtPlaS-Projekt entwickelten Innovationen schnell dem Markt zugänglich gemacht werden, da die Lösungsansätze genau auf die eingesetzte Progal-Software abgestimmt sind. Zudem bestehen für weitere Interessenten aufgrund der entsprechenden Schnittstellen vielfältige Möglichkeiten zur Implementierung.

2 Wartungsmanagement

In dem Projekt wurde unterschieden zwischen der Wartung der mechanischen Anlagenkomponenten, wie zum Beispiel Pumpen, Filter, Gleichrichter oder Kontakte, und den Behandlungsverfahren beziehungsweise Elektrolyten. Die Gründe für diese Unter-

DiTEC-Partner im SmARtPlaS-Projekt und deren Schnittstellenthemen:

- eiffo eG (Projektorganisation)
- Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement IAT an der Universität Stuttgart (Servicekonzepte)
- TU Braunschweig, Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik (Simulationen)
- Softec AG (ERP-Kopplung und AR-App)
- B+T Oberflächentechnik GmbH (reales Produktionsumfeld)
- Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA (Lerngalvanik)
- Airtec MUEKU GmbH (Abluftanlagen)
- ancosys GmbH

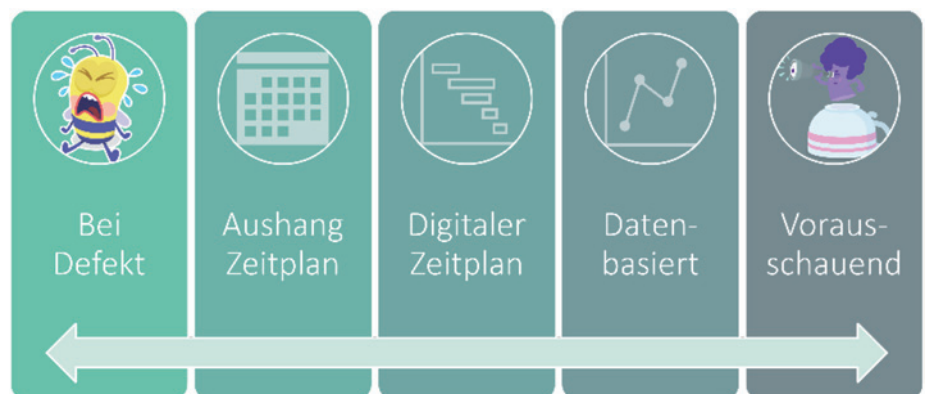


Abb. 1: Konzepte für die Wartung von technischen Anlagen

scheidung liegen in der Andersartigkeit der Wartungsmaßnahmen. Im Folgenden wird zunächst primär die Wartung der mechanischen Anlagenkomponenten betrachtet, wobei einige Zusammenhänge auch auf die Elektrolytwartung übertragbar sind.

Für die Wartung einer Galvanikanlage werden in der Praxis unterschiedliche Konzepte eingesetzt (Abb. 1), teilweise auch kombiniert. Klassische Ansätze sind die Wartung bei akut auftretenden Problemen oder Ausfällen sowie die regelmäßige Wartung, basierend auf einem gedruckten oder digitalen Zeitplan.

Das datenbasierte Wartungsmanagement stellt demgegenüber einen deutlichen Fortschritt dar und verfolgt die Zielsetzung, die Wartungsaufwände bedarfsgerecht auf ein Minimum zu reduzieren. Hierbei werden Wartungsmaßnahmen basierend auf Messwerten und Anlagendaten ausgelöst. Dies ermöglicht eine nutzungsabhängige Wartung. Wird beispielsweise ein Becken selten benutzt, so ist es in der Regel nicht notwendig, es in einer hohen Frequenz regelmäßig zu warten. Wird es aufgrund von Veränderungen im Produktionsprogramm doch sehr intensiv genutzt,

OBERFLÄCHEN

so wird rechtzeitig eine entsprechende Wartungsmaßnahme ausgelöst.

Allerdings kann dabei folgendes Problem auftreten: Selten genutzte Objekte funktionieren in dem Moment, in dem sie benötigt werden, nicht mehr einwandfrei, da die letzte Wartung zu lange her ist. Um dieses Problem zu lösen, wird der datenbasierte Ansatz mit den klassischen Zeitplänen kombiniert. Sogenannte hybride Maßnahmen werden dann entweder nach einem definierten Zeitintervall oder bei Erreichen bestimmte Zählerwerte ausgelöst. Beispiele für solche Zählerwerte sind die Anzahl produzierter Wareenträger, die produzierte Fläche, die geflossene Ladung (Amperestunden) oder die Betriebszeit von Aggregaten.

3 Vorausschauende Wartung – Ziele, Risiken und Chancen

Die primäre Zielsetzung hinter vorausschauender Wartung (predictive maintenance) in der Galvanotechnik ist das Verhindern von ungeplanten Ausfällen und Anlagenstillständen. Dies bietet die Chance zur Erhöhung der Verfügbarkeit der Anlagen und folglich der Lieferfähigkeit sowie die Vermeidung von qualitätsbedingtem Produktionsausfall. Es kann hier also eine signifikante Kostenreduktion erreicht werden.

Demgegenüber steht der prinzipbedingte Mehraufwand für Personal und Material, im Vergleich zur Durchführung von Wartungsmaßnahmen erst beim konkreten Ausfall einer Komponente. Dies ist insbesondere dadurch begründet, dass bei der vorausschauenden Wartung noch funktionierende Komponenten ausgetauscht oder öfter als wirklich notwendig gewartet werden. Entscheidend für das Volumen der Mehraufwände ist die Qualität der Prognose für den Wartungsbedarf der Komponenten. Je genauer die Prognose, desto geringer die Mehraufwände für vorausschauende Wartung.

Um auch bei gegebenenfalls erhöhten Wartungsaufwänden einen maximalen Nutzen durch vorausschauende Wartung zu erreichen, wurde der Schwerpunkt der Entwicklungen auf die Vorhersage von Problemen mit den Transportwagen gelegt, denn ein ungeplanter Ausfall dieser führt in der Regel zu hohen Folgekosten.

Um überhaupt in die Lage zur Erstellung entsprechender Prognosen versetzt zu werden, wurde im Projekt eine zusätzliche Abstraktionsebene im Bereich virtueller und realweltlicher Objekte entwickelt. Diese stellt eine solide Basis hinsichtlich Prognosen für eine

optimale Anlagenverfügbarkeit dar. Auch wurde die Verwendung von Technologien im Bereich der Handhabung großer Datenmengen sowie der künstlichen Intelligenz, im speziellen dem maschinellen Lernen, sowie die Erstellung und Anbindung einer Cloud zur Datenverarbeitung notwendig beziehungsweise durchgeführt.

4 Wartungsmanagement und Ergonomie

Aufbauend auf bestehenden klassischen Lösungen wurde ein umfangreicher Wartungsmanagementservice entwickelt. Dabei werden die Anlagendaten, teilweise lokal, teilweise in einer Cloud, so verarbeitet, dass eine Vorhersage bezüglich eines bevorstehenden Fehlers/Ausfalls getroffen werden kann, beispielsweise eine Fehlpositionierung eines Transportwagens, der theoretisch einen Anlagenstillstand zur Crashvermeidung verursachen kann. Sich daraus ergebende Maßnahmen können sowohl lokal in der Steuerungssoftware beim Bediener als auch in der Instandhaltungsabteilung oder in global verfügbaren Dashboards angezeigt werden, um sie beim nächsten geplanten Stillstand umsetzen zu können.

Um einen einfachen Zugang zu den Wartungsmaßnahmen zu bekommen, kann der Bediener mehrere Wege nutzen. Der direkte Zugang ist sowohl über die Hauptvisualisierung als auch über mobile Web-Apps von Smartphone und Tablet aus möglich. Ein besonders innovativer Zugangsweg ist der über die in Kooperation mit Softec entwickelten AR-App (Abb. 2). Dabei wird auf entsprechenden Informationskacheln angezeigt, an welcher Stelle Wartungsmaßnahmen anstehen. Durch einfaches Antippen gelangt der Bediener in die Weboberfläche, wo er Anweisungen zur Wartung erhält und seine Wartungsmaßnahmen auch dokumentieren kann. Sollten Wartungsmaßnahmen nicht ordnungsgemäß bearbeitet werden, kann eine automatische Eskalation (z.B. eine Benachrichtigung des Mitarbeiters oder eines Vorgesetzten) erfolgen. Die Konzeptionierung des Wartungstools als Webservice ermöglicht weitgehende Unabhängigkeit von Endgeräten und Betriebssystemen.

5 Ressourceneffizienz und Elektrolytmanagement

Die vorangehend dargestellten Lösungen erhöhen die Effizienz der eingesetzten Ressourcen Arbeitskraft/Mitarbeiter und Anlagenezeit durch eine schnellere Abarbeitung



Abb. 2: Beispiel für die Darstellung aus der AR-App der Softec AG

beziehungsweise gesteigerte Verfügbarkeit. Darüber hinaus wurden im Projekt aber auch die Ressourcen Energie, Prozess- und Abwasserchemikalien sowie Wasser betrachtet. Hier ergeben sich große Effizienzpotenziale im Bereich des Elektrolytmanagements.

Ein für das Elektrolytmanagement entwickeltes Tool zur (teil)automatisierten, geführten Elektrolytpflege fördert ebenfalls primär die Mitarbeitereffizienz durch eine ergonomischere, schnellere Vorgehensweise für erfahrene Mitarbeiter (Abb. 3). Auch eröffnet es die Möglichkeit, die Elektrolytpflege fehlerfrei durch geringer qualifiziertes Personal durchführen zu lassen und die Fachkräftressourcen zu schonen. Dieser smarte Service für die Elektrolytführung ermöglicht allerdings auch eine präzisere Einhaltung von Prozessparametern und dadurch die Vermeidung von Qualitätsproblemen, sodass hier insbesondere im Chemikalien- und Qualitätsbereich Effizienzsteigerungen beziehungsweise Kostenreduktionen erreicht werden können. Außerdem befindet sich ein weiteres, sehr umfassendes Tool zum übergreifenden Elektrolytmanagement in der Entwicklung.

Häufig erfolgt die Elektrolytpflege in der Galvanik dergestalt, dass Elektrolytproben an den Chemikalienlieferanten zur Analyse gegeben werden und der Elektrolyt im Bedarfsfall durch händische Zugaben zeitverzögert korrigiert wird. Oft findet auch die Durchführung von Analysen vor Ort an der Anlage oder in einem Labor am Standort statt sowie

OBERFLÄCHEN

der Elektrolytdaten erstellt. Mit diesem sich noch in der Validierung befindlichen Tool lassen sich potenziell ohne größere Hardwareänderungen deutliche Einsparungen im Bereich der Prozesschemikalien sowie der Abwasserbehandlung erzielen.

6 Fazit

Diese und weitere Ergebnisse wurden auf einer dafür entsprechend angepassten Demonstrationsanlage oder Anlagen der Projektpartner implementiert und getestet. In begrenztem Umfang besteht die Möglichkeit, sich die Projektergebnisse live an einer Anlage vorführen zu lassen. In diesem Projekt wurden innovative Ansätze aus Forschung und technologischem Fortschritt in die Praxis übertragen. Für Feedback oder weitergehendes Interesse steht der Autor gerne zur Verfügung (smartplas@дитеc-gmbh.de).

➔ www.ditec-gmbh.de

Danksagung

Das durchgeführte Forschungs- und Entwicklungsprojekt wird/wurde durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Programm *Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen* gefördert und vom Projektträger Karlsruhe (PTKA) betreut.



Abb. 3: Elemente eines entwickelten Software-Werkzeugs für das Management von Ressource und Elektrolyten in der Galvanotechnik

die teilautomatisierte Dosierung mit zählerbasierten Dosierpumpen, um den Zeitverzug zu verringern beziehungsweise einer erwarteten Veränderung der Konzentration von Bestandteilen des Elektrolyten kontinuierlich entgegenzuwirken. Der Zeitverzug zwischen Probenahme und Korrekturmaßnahmen kann zu einer größeren Schwankung der Konzentrationen und somit zu einem breiteren Prozessfenster führen.

Um Prozesse optimieren zu können, ist zunächst die Stabilisierung erforderlich. Eine Maßnahme zur Erzielung einer Prozesssta-

bilisierung kann die Durchführung von On- oder Inline-Analysen sein, die eine sofortige Korrektur basierend auf dem aktuellen Zustand des Elektrolyten erlauben. Dazu sind jedoch in der Regel kostenintensive Hardwarelösungen erforderlich. Im Projekt SmART-PlaS wurde ein Ansatz entwickelt, bei dem Hardwareergänzungen die Elektrolytkonzentrationen mitverfolgen zu können. Dadurch ergibt sich ebenfalls die Möglichkeit für entsprechende Korrekturmaßnahmen zur Prozessstabilisierung. Bisher wurde ein prototypischer digitaler Zwilling zum Management



Lufttechnische Anlagen
Abluftreinigung
Ventilatoren



Wärmerückgewinnungssysteme
Prozesskühlung
Modernisierung bestehender Anlagen

Wir schließen Ihren Energiekreislauf

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

Oberflächentechnik

Perfekte Oberflächen
für härtesten Einsatz

ID Solutions

Digitale Lösungen für
transparente Prozesse

K-Alpha

Präzise Analysentechnik für
zuverlässige Qualitätskontrolle

B + T
Unternehmensgruppe

B+T Oberflächentechnik GmbH
B+T K-Alpha GmbH
B+T ID Solutions GmbH

Am Surbach 5 · 35625 Hüttenberg
Telefon: +49 64 41 / 78 06-0
info@bt-unternehmensgruppe.de
www.bt-unternehmensgruppe.de

One Group. One Vision. One Mission: Customized Solutions for Your Success

Es geht voran auf dem Weg zur Autorisierung

Bericht über die Mitgliederversammlung des VECCO e. V. am 20. September 2022

Der Vorstand des VECCO e. V. Matthias Enseling konnte nach längerer Zeit die Mitglieder wieder zu einer Präsenzveranstaltung, diesmal in Neuss, begrüßen. Der Einladung waren mehr als 60 Mitglieder gefolgt.

Im Mittelpunkt der Mitgliederversammlung stand der Status der Arbeiten zur Autorisierung der Chrom(VI)verbindungen, also die Situation nach der Einreichung der Substitutionspläne in den vergangenen Monaten. Matthias Enseling führte hierzu aus, dass es noch keine Entscheidung gibt. Es kann sowohl eine Ablehnung als auch eine Annahme erfolgen. Mit der zuständigen Abteilung der EU-Kommission DG GROW (European Commission's Directorate-General for Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs) wurde Kontakt aufgenommen im Rahmen eines Treffens im Juni dieses Jahres.

Dabei wurde deutlich, dass die EU-Kommission nach Lösungen der aktuellen unbefriedigenden Situation sucht. Die daraus entstandenen verschiedenen Vorschläge sind jedoch noch in der Diskussion. Hintergrund der Überlegungen ist, dass die EU-Kommission aktuell keine Mehrheit der Mitgliedsstaaten für eine Ja- oder eine Nein-Entscheidung sieht.

Sinnvoll könnte in dieser Situation ein neues Clusterkonzept sein, bei dem für jedes Unternehmen individuelle Substitutionspläne erarbeitet werden. In diesem Falle würde ein Ergebnis erzielt, das für die EU-Behörden dem ursprünglichen Schutzgedanken für Umwelt und Mensch im Umgang mit kritischen Stoffen am nächsten kommen würde. Um dies realisieren zu können, müssen VECCO und alle Mitglieder intensive Arbeit leisten. Dies betrifft vor allem eine detaillierte und umfassende Darstellung entlang der Fertigungslinie, also eine intensive Diskussion mit den Kunden der Galvanikbetriebe. Dazu empfiehlt Enseling den betroffenen Unternehmen, mit ihren Schlüssellkunden zu diesem Thema in Kontakt zu treten.

Anstehende Aktivitäten

Die weiteren Arbeiten zur Autorisierung richten sich selbstverständlich nach den Möglichkeiten durch die Gesetzgebung und die Interessen der zu autorisierenden Unternehmen. Demzufolge hat der VECCO, wie Dr. Uwe König erläuterte, entsprechende Umfra-



Die Termsituation zum Ablauf der Autorisierung

(Bild: M Enseling)

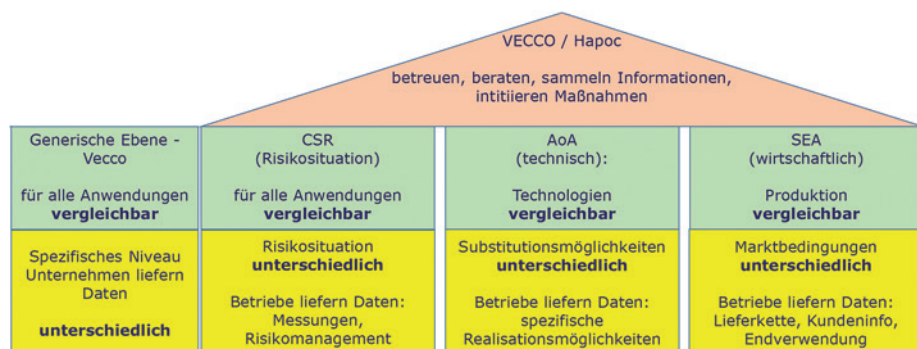
gen unter den Mitgliedsbetrieben durchgeführt. Etwa die Hälfte der Teilnehmenden an den dazu durchgeführten Befragungen hat verwendbare Angaben geliefert. Daraus ergibt sich, dass 14 Einzelautorisierungen gewünscht sind und etwa 50 Unternehmen eine Autorisierung in Form des Clusters begrüßen würden. Ein weiteres Ergebnis ist die Fokussierung auf die Beschichtung entweder mit Hartchrom oder als dekorative Verchromung; nur in geringem Umfang liegen in einem Unternehmen beide Arten der Beschichtung vor. Die Ergebnisse lassen sich nach Aussage von Dr. König wie folgt zusammenfassen:

- Die meisten Anwendungen sind weitgehend klar definiert. Einzelne Anwendungen müssen konkretisiert werden.
- Gemischte Anwendungen sind gegeben, können aber weitgehend klar umrissen werden.

- Die Mehrzahl der Unternehmen arbeitet im Bereich Hartchrom. Davon nutzen 75 Prozent die Hartverchromung zu 100 Prozent.
- Im dekorativ-funktionellen Bereich arbeiten etwa 50 Prozent der Unternehmen. Für die Mehrzahl davon ist dies auch der Schwerpunkt. Alle Unternehmen sind aktiv in Gesprächen mit Chemielieferanten und Kunden hinsichtlich der Anwendung der Chrom(III)technologie.

Diesen Ergebnissen folgend wird VECCO seine weiteren Aktivitäten auf der Basis der gelieferten Risikodaten und der ermittelten Substitutionsmöglichkeiten vornehmen. Bei der Beschreibung der Anwendungen werden die Clusterthemen so angepasst, dass sie ausreichend spezifisch dargestellt werden können. Die Hauptgruppen sind wie folgt gegliedert:

- zum einen die Herstellung von Hartchromschichten und



Vorläufiges Verfahren für weitere AfA des Vecco für eigene oder gruppierte Antragsverfahren

(Bild: U. König)

– zum anderen die dekorativen Oberflächen mit Chrom, wobei für die dekorativen Schichten eine deutliche Begrenzung durch die bisher aufgezeigten Substitutionsmöglichkeiten besteht.

Der Aufbau einer Gruppe mit beiden Beschichtungsarten ist möglich, hängt aber von der Gestaltung der Mischung ab. Diese Inhalte müssen mit den betroffenen Unternehmen im Detail abgeklärt werden.

Grundsätzlich zeigen die durchgeführten Arbeiten des VECCO mit den Unternehmen, dass der größere Teil davon in Gruppen zusammengefasst werden kann. Demzufolge ist in den nächsten zwei Jahren nach Aussage von Dr. König mit 20 bis 40 AfA-Anträgen zu rechnen.

Zu den wichtigen Aufgaben zählt die Erstellung von Substitutionsplänen, mit der sich den letzten Umfragen zufolge etwa ein Drittel der Unternehmen bereits befasst, insbesondere im Bereich der dekorativen Verchromung. Hier gehen die Unternehmen davon aus, innerhalb der nächsten fünf bis zehn Jahre brauchbare Ergebnisse vorweisen zu können. Im Bereich der Hartchrombeschich-

tungen bestehen dagegen derzeit keine Aus-sichten, Substitute vorweisen zu können. Um die Arbeiten zur Erstellung von Substitutionsplänen in der notwendigen Qualität ausführen zu können, sind die betroffenen Unternehmen sowohl auf fachliche Unterstützung (z. B. durch den VECCO) als auch auf finanzielle Unterstützung angewiesen.

Grundsätzlich ist hierbei zu berücksichtigen, dass jedes Unternehmen, unabhängig davon, ob es eine eigene Autorisierung oder eine über die von VECCO angebotene Einteilung in ein Cluster verfolgt, einen Substitutionsplan vorlegen muss. Gleiches gilt im übrigen für die zu erbringenden Messdaten der Exposition. Der VECCO unterstützt seine Mitgliedsunternehmen bei allen Abschnitten der AfA, vor allem bei den notwendigen Diskussionen zur Bewertung der alternativen Stoffe oder bei der sozioökonomischen Analyse mit den Kunden der Beschichtungsunternehmen. Des weiteren organisiert VECCO die jährlichen Messkampagnen zur Exposition in der Produktion und die daraus folgende Belastung der Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen. Die Messwerte aus den jährlichen Messkam-

pagnen sind ebenso wie die Risikodaten von den betroffenen Betrieben zu ermitteln und für den VECCO unerlässlich, um die Unterlagen für eine erfolgreiche Autorisierung zusammenstellen zu können. Bisher war diese Zusammenarbeit nach Aussage von Dr. Uwe König sehr gut, so dass eine ausgezeichnete Datenlage besteht und damit die bestmögliche Voraussetzung für eine erfolgreiche Weiterarbeit vorliegt.

Wahlen

Die in diesem Jahr erforderlichen Wahlen zum Vorstand und Beirat des VECCO brachten keine Veränderungen. Der bisherige Vorstand stellte sich der Wiederwahl; Matthias Enseling, Christian Herzog und Marita Voss-Hageleit erhielten 100 Prozent Zustimmung. Die Mitglieder für den Beirat, für den sich ebenfalls die bisherigen Personen zur Wiederwahl stellten, erbrachten 97,3 Prozent Ja-Stimmen für Andrea Thoma-Böck, Antonella Lo Bue und Frank Leyendecker, so dass auch diese ihre Arbeit fortsetzen können.

➔ www.vecco.de

WindEnergy Hamburg 2022: für DÖRKEN ein voller Erfolg

Vom 27. bis zum 30. September fand die WindEnergy Hamburg statt. Zum ersten Mal seit 2018 fanden sich in den Messehallen zahlreiche Interessierte zum zentralen Branchenereignis des Jahres zusammen.

Mehr als 1400 internationale Aussteller präsentierten rund 30 000 Besuchern und Besucherinnen aus 92 Ländern ihre Innovationen und Lösungen. Die ausstellenden Unternehmen und Verbände deckten dabei die gesamte Wertschöpfungskette der On- und Offshore-Windindustrie ab. Neben den Messeständen war mit einer Vielzahl an Podiumsdiskussionen, Vorträgen und Netzwerkveranstaltungen für Abwechslung gesorgt.

Das Messteam von DÖRKEN ist mit dem Auftritt auf der WindEnergy Hamburg mehr als zufrieden. Viele Interessenten statteten dem Stand einen Besuch ab, um sich über Korrosionsschutzlösungen zu informieren. Besonders großes Interesse bestand an der Zinklamellenbeschichtung als Alternative zu anderen Korrosionsschutzsystemen sowie an den raumhärtenden Lösungen von DÖRKEN.

René Rother, Klaus Gradtko und Iñigo Hoz Imaz führten wertvolle Gespräche mit zahlreichen Branchenvertretern. Die WindEnergy Hamburg war für uns ein toller Informationstransfer, resümiert René Rother, Key Account Manager Industrial Coatings. Wir haben ein breites Spektrum an nationalen wie internationalen Besucherinnen und Besuchern erreicht und gemeinsam über Optimierungspotenziale gesprochen. Auch das Rahmenprogramm mit Vorträgen habe dem Messteam spannende, neue Einblicke gegeben. Rother selbst hatte in der Speakers' Corner darüber referiert, wie man feuerverzinkte Garnituren noch besser macht. Es war sehr schön, endlich wieder auf dieser Messe zusammenzukommen. Wir freuen uns schon auf die nächste WindEnergy Hamburg in zwei Jahren!

➔ www.doerken.de



Erfolgreiche WindEnergy Hamburg für Dörken
(Bild: Dörken)

Energiebeschaffung – und was die Branche sonst noch bewegt

Bericht über die ZVO-Oberflächentage 2022 – Teil 2



[Zum online-Artikel](#)

Neueste wissenschaftliche Erkenntnisse präsentierten akademische Nachwuchskräfte bei der Vorstellung ihrer Diplom- beziehungsweise Abschlussarbeiten. Sie lieferten zum Beispiel neue Informationen zu den elektrochemischen Grundlagen der Oberflächentechnik und Beschichtung, wobei sowohl die Verwendung von ionischen Flüssigkeiten als auch Alternativen zu bestehenden Systemen mit dem Fokus auf Umweltfreundlichkeit thematisiert wurden. Hohe Aktualität besitzen auch alle Themen zur Verbesserung beziehungsweise Aufrechterhaltung der Wirtschaftlichkeit in der oberflächentechnischen Produktion. Dies gilt besonders im Hinblick auf die Energie- und Rohstoffbeschaffung. Darüber hinaus bot die Fülle der Vorträge zahlreiche neue Aspekte zur Herstellung von effizienten Beschichtungen, den Einsatz von moderner IT-Technik für die Produktion oder die Unterstützung der Produktion durch fortschrittliche Analysetechnik.



(Bild: ZVO/ Sven Hobbiesiefken)



(Bild: ZVO/ Sven Hobbiesiefken)

Junge Kollegen berichten

Haftfestigkeit von Chemisch-Nickel-Schichten auf SiC

Für optische Anwendungen, wie beispielsweise Teleskope oder Spektrometer, lassen sich durch röntgenamorphe und polierfähige Nickel-Phosphor-Schichten hochreflektierende Optiken für den Einsatz im Weltraum herstellen. Als Stand der Technik werden metallische Substrate, wie Aluminium- oder Berylliumlegierungen mit Nickel durch chemische Abscheidung beschichtet – ein Thema, mit dem sich Tatjana Porwol, befasst. Keramische Substratwerkstoffe auf Basis von Siliziumkarbid (SiC) ermöglichen, insbesondere für Weltraumanwendungen, die Herstellung von mechanisch signifikant stabileren Optiken. Bei den aufgetragenen Nickel-Phosphor-Schichten auf einem keramischen Substratwerkstoff werden Rauheiten $< 1 \text{ nm Rq}$ realisiert.

Ein Ziel der durchgeführten Untersuchungen war die Klärung der Frage, welche mechanischen und chemischen Komponenten zur Haftfestigkeit von Nickel-Phosphor-Schichten auf einem SiC-Werkstoff beitragen. Der Schwerpunkt wurde dabei auf die Untersu-

chung der Grenzfläche SiC/Nickel gelegt. Als hochauflösende Analyseverfahren wurden unter anderem Rasterelektronen-(REM) und Transmissionselektronenmikroskopie (TEM) mit Energiedispersiver Röntgenspektroskopie (EDX) sowie Weißlichtinterferometrie verwendet. Als mechanischer Beitrag konnten während der Vorbehandlung des Beschichtungsprozesses die unterschiedlichen Phasen des keramischen Substratmaterials abgeleitet werden. Mittels REM wurde an der Substratoberfläche eine defektfreie Schicht an Keimen nachgewiesen. Und mit Hilfe von TEM und EDX wurden einzelne Palladium- und Zinnkeime in der Grenzfläche abgebildet und somit die Eignung der chemischen Vorbehandlung belegt.

Aluminiumabscheidung aus ionischer Flüssigkeit

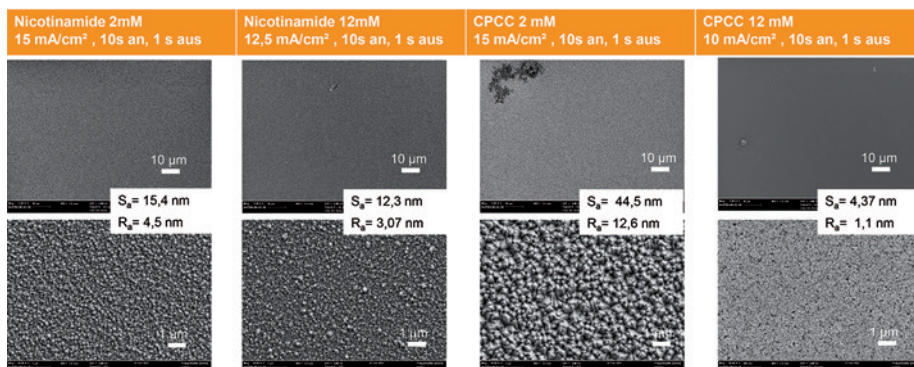
Silvia Braun, Fraunhofer-Institut für Elektronische Nanosysteme ENAS, untersuchte in ihren Arbeiten den Einfluss verschiedener Additive auf die Aluminiumabscheidung aus der ionischen Flüssigkeit EMImCl/AlCl₃. In der Mikrosystemtechnik wird Aluminium oftmals als elektrischer Leiter eingesetzt, da die Ströme recht gering sind. Der Systemaufbau mit

der passenden Auswerteelektronik (ASIC) erfolgt meist mittels Aluminium-Drahtbondens. Die galvanische Aluminiumabscheidung ist daher für verschiedene Anwendungsbereiche der Mikrosystemtechnik interessant. Allerdings ist die Abscheidung aus ionischen Flüssigkeiten (IL) häufig mit einer gewissen Rauheit der Schichten verbunden.

Mittels gepulster Abscheidungen konnte die Rauheit vermindert werden, allerdings nicht ausreichend. In der Aufbau- und Verbindungstechnik, vor allem aber in der Mikrooptik müssen die Schichten geringere Rauheiten aufweisen. Auch wäre eine höhere Abscheidengeschwindigkeit wünschenswert. Zur Verbesserung dieser Situation wurde der Einfluss von Additiven untersucht.

Vorversuche erbrachten für Toluol und Niacin positive Ergebnisse. Untersucht wurde dabei die Wirkung der Additive auf die elektrische Leitfähigkeit, Viskosität, das Abscheidverhalten und die Schichtqualität. Die Additive wurden mittels elektrochemischer Impedanzmessung, Viskosimetrie, zyklischer Voltammetrie und anhand der Schichtqualität und des Abscheidverhaltens charakterisiert.

Es stellte sich heraus, dass bei allen verwendeten Additiven ähnliche Einflüsse auf



Oberfläche der abgeschiedenen Schichten aus Elektrolyten mit Nicotinsäure und Cyanopyridin bei unterschiedlichen Abscheidparametern mit Pulsstrom (Bild: S. Braun)

die Aluminiumoberfläche auftreten. So lässt sich die Rauheit stark verringern, vor allem bei höheren Stromdichten, wobei diese auf 12,5 mA/cm² begrenzt wurde. Gute Aussichten bieten Elektrolyte mit 6 mM Nicotinsäure und mehr als 2 mM Cyanopyridin. Für die Beschichtung von Leiterplatten führte ein Elektrolyt mit 6 mM Nicotinsäure zu glänzenden Oberflächen und einer guten Bedeckung der Innenseite von Bohrungen bei 400 µm Durchmesser. Die gefunden Ergebnisse fließen in weitere Untersuchungen im Hinblick auf die Anwendung bei Siliziumwafern ein.

Struktur-Eigenschaftsbeziehungen verschiedener Chromelektrolyte

Mit ihren Ausführungen gab Birgit Möbius, SurTec International GmbH, Einblick in die Untersuchungen von verschiedenen Chromelektrolyten, die im Rahmen eines Promotionsverfahrens in Kooperation mit der TU Ilmenau, Fachgebiet Elektrochemie und Galvanotechnik, durchgeführt worden waren. Die Elektrolytzusammensetzung beeinflusst den Erkenntnissen der Vortragenden zufolge entscheidend die Abscheidung und damit auch die Eigenschaften der entstehenden Chromschichten. Dabei erzeugt nicht nur die Ver-

wendung von Chrom(III) oder Chrom(VI) einen signifikanten Unterschied, sondern es spielen auch weitere Komponenten eine wichtige Rolle.

Erkennbar werden die Unterschiede unter anderem an der Größe der entstehenden Metallkristalle oder an deren Form, je nach Art des Elektrolyten und der Abscheidbedingungen. Diese wirken sich insbesondere auf die Farbe oder den Glanz der abgeschiedenen Schicht aus. Des weiteren unterscheiden sich die Kristallformen in Abhängigkeit von der Substratart, also damit auch von der Art der üblichen Vorbeschichtung wie Glanz- oder Halbglanznickel. Die gefundenen Ergebnisse eröffnen Möbius zufolge die Möglichkeit, durch Auswahl des Elektrolytsystems und der Abscheidparameter vor allem die Farbe der Beschichtung gezielt einzustellen. Wichtig ist allerdings, die für Elektrolyte vorgegebenen Parameter der Chemielieferanten einzuhalten.

Innovative Leiterplattenfertigung

Lara Eggert, TU Ilmenau, stellte ihre Arbeiten zur Fertigung von Leiterplatten durch FDM-Druck (FDM – Fused Deposition Modelling) und selektive Kunststoffmetallisierung vor.

Das unabhängige Galvaniklabor

Oberflächen

Schichtdicken, Mikroskopik, Rauigkeitsmessungen

Flüssigkeiten

Badanalyse, Hullzelle

Funktion

Lötprüfung, Passivierungstest
Alterung, Whisker



www.galvanikservice.de



MET AT LAB
Hull-Bleche & Zubehör

Der Shop Rund um die Hull-Zelle

Top-Qualität

Extrem plan für optimale Testergebnisse,
minimalste Toleranzen für optimale Anpassung

Top-Service

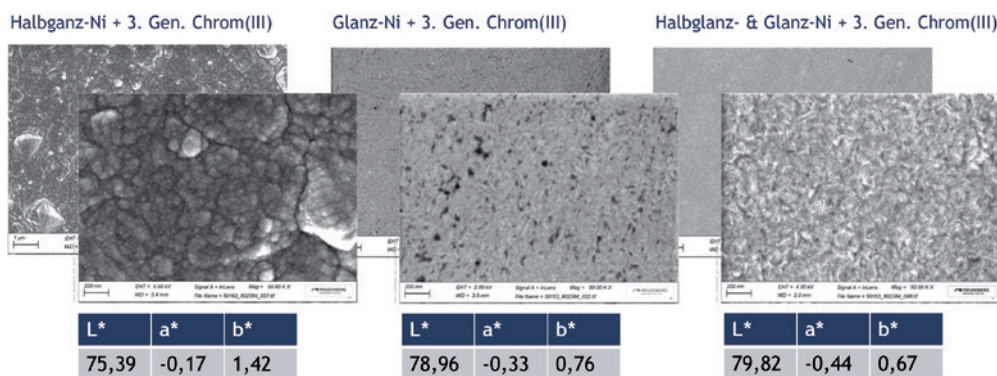
Umfassende Galvanik-Erfahrung und Knowhow

Funktion

Spezialisierte Produktpalette, sichere Abrechnung,
zuverlässige Lieferung, persönlicher Kontakt



www.met-at-lab.com



Beispiele für den Einfluss von Zwischenschichten auf die Keimbildung bei Chrom(III)elektrolyten zur Abscheidung heller Schichten (Bild: B. Möbius)

OBERFLÄCHEN

Ein wichtiger Bereich der Leiterplattentechnik kommt den dreidimensionalen Leiterplatten zu, unter Umständen mit mechanischen Funktionen und 3D-MIDs. Um die Herstellung von Leiterplatten innovativ und wirtschaftlich zu gestalten, wird eine hohe Flexibilität an Geometrie und Materialien bei geringen Kosten gefordert. Mit dem FDM-Verfahren können diese Anforderungen erfüllt werden. Daraus entwickelte sich die Idee, eine Leiterplatte durch 3D-Druck zu erzeugen, indem die Trägermaterialien gedruckt und darin die Leiterbahnen eingefügt werden.

Möglich wird dies, wenn Druckmaterialien verfügbar sind, die die deutlich unterschiedlichen Eigenschaften erfüllen. Hierzu zählt im Falle des Leiterbahnmaterials die Eigenschaft, in einem Folgeschritt selektiv chemisch metallisiert werden zu können. Für die Realisierung wurden zunächst die Ausgangsstoffe den Anforderungen gemäß ausgewählt; als Leiterbahnen wurden die Metalle Kupfer und Zinn als abscheidbare Metalle in Betracht gezogen. Für diese Prozesse besteht die Möglichkeit zur kolloidalen und ionogenen Aktivierung, wobei die ionogene Aktivierung kürzere Prozesse und eine bessere Reproduzierung bietet. Auf die aktivierten Leiterbahnen wurde anschließend Kupfer in einer Dicke von 10 µm mit unterschiedlichen Abscheidengeschwindigkeiten abgeschieden.

Aus den erfolgten Vorversuchen wurde jeweils ein Basiswerkstoff und ein Leiterwerkstoff für den eigentlichen 3D-Druck ausgewählt. Schließlich wurden Verfahren für die Vorbehandlung vor der Kupferabscheidung optimiert. Bei den durchgeführten Untersuchungen zeigte es sich, dass die besten Ergebnisse erzielt werden können, indem auf die Verwendung einer Beize oder Sensibilisierung verzichtet wird.

Direktgalvanisierung von Polypropylen

Additiv verarbeitetes, elektrisch leitfähiges Polypropylenkomposit lässt sich den Arbeiten von Axel Dittes von der TU Chemnitz zufolge direkt galvanisieren. Hierfür wurde das FFF-3D-Druck-Verfahren angewendet (FFF – Fused Filament Fabrication). Da die entstehende Oberfläche bei diesem Druckverfahren relativ uneben beziehungsweise rau ist, wurde ein Verfahren zum Glätten der Oberfläche mit einbezogen.

Um bei diesem Grundwerkstoff Leiterbahnen zu erzeugen, können beim Drucken Palladiumkeime mit eingebracht werden. Deutlich kostengünstiger ist allerdings das Beimischen

von Kohlenstoff- oder Kupferfilamenten. Vorversuche ergaben, dass der Einsatz von Kohlenstoffnanoröhrchen und Industrieruß (Carbon Black) eine kostengünstige interessante Fertigungsart darstellen kann.

Eine Beimischung von etwa 16 Prozent Leitadditiven ergab den geringsten elektrischen Widerstand, auch im Vergleich zu kommerziellen Produkten. Brauchbare Ergebnisse wurden auch bei einer reduzierten Beimischung von etwa elf Prozent erzielt. Für die Untersuchungen wurden auf eine gedruckte Grundplatte ohne Leitstoff eine Lage mit leitfähigem Zusatz gedruckt, wobei unterschiedliche Dicken und Lagen sowie deren Orientierung als Parameter genutzt wurden.

Die auf diese Weise hergestellte Proben wurden in einem sauren Kupferelektrolyt beschichtet. In der Regel wurden für eine vollständige Bedeckung etwa 15 bis 25 Minuten benötigt. Bei den durchgeführten Messungen zeigte es sich, dass die Lagenzahl keinen nennenswerten Einfluss auf die Beschichtung hat. Gegenüber kommerziellem Material bietet die von der Arbeitsgruppe des Vortragenden gefundene Zusammensetzung eine kostenmäßig sehr interessante Lösung. In einem nächsten Schritt muss noch an der Verbesserung der Haftung der Kupferschicht auf dem Kunststoff gearbeitet werden.

Wärmebehandlung von beschichteten Bauteilen

Im Forschungsprojekt *OptiHeat* des Fraunhofer-Instituts für Werkstoffmechanik IWM sowie des Fraunhofer-Instituts für Produktionstechnik und Automatisierung IPA erfolgte die Entwicklung eines Softwaretools, mit dem gezielt Parameter für optimierte Entgasungswärmebehandlungen von galvanisch beschichteten Bauteilen berechnet und anschließend mit geringerem Aufwand in die Praxis überführt werden können.

Dazu wurden vom Fraunhofer IPA und von Industrieunternehmen verschiedene Probengeometrien mit kommerziellen Zink-, Zink-Nickel- und Chromverfahren beschichtet. Am Fraunhofer IWM wurde die Wasserstoffanalytik durchgeführt und auf deren Datenbasis ein browserbasiertes Softwaretool programmiert. Ziel der Software ist es, Anwendern eine Hilfe an die Hand zu geben, um mit nur wenigen Eingaben optimierte, an Schicht und Bauteil angepasste Behandlungsparameter berechnen zu können, was zu deutlich weniger Versuchen für eine Absicherung führt.

Aufgrund des hohen Energieeinsatzes zur Wärmebehandlung von beschichteten Bau-

teilen, die zur Vermeidung von Wasserstoffversprödung notwendig ist, ist die Überprüfung der erforderlichen Temperzeiten sowohl aus ökologischer als auch aus ökonomischer Sicht sehr sinnvoll. Die von Dr.-Ing. Frank Schweizer, Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik IWM, vorgestellten Arbeiten befassen sich im ersten Schritt mit der Ermittlung der Eindiffusion von Wasserstoff in ein Bauteil. Für die Wasserstoffversprödung sind darüber hinaus auch noch die Werkstoffarten sowie die Zeitpunkte nach einer Beschichtung zu berücksichtigen, da Wasserstoff nach dem Eindiffundieren auch wieder entweichen kann. Für die Untersuchungen wurden sowohl saure als auch alkalische Elektrolyte herangezogen. Als Teile wurden flache Bleche, unter anderem C-Ringe, und Kugeln verwendet.

Die bei den Untersuchungen ermittelten Wasserstoffgehalte waren bei den nur gebeizten Materialien am geringsten und bei saurer Verzinkung am höchsten. Unterschiede zeigten sich auch je nach Beschichter, wobei in der Regel die Tendenz zu höheren Werten bei saurer Verzinkung erhalten bleibt. Die gemessene Wasserstoffeffusion ist bei alkalischen Verzinkungen deutlich höher als bei saurer Verzinkung, wobei dies vermutlich auf die unterschiedliche Risskonstellation der Schichten zurückzuführen ist. Bezüglich des Temperatureinflusses auf das Entgasen zeigt sich bei Zinkschichten eine Zunahme mit der Temperatur, während dies für Zink-Nickel nicht gilt.

REACH-konforme galvanische Goldabscheidung

Lars Lehmann, TU Chemnitz, befasst sich mit der Entwicklung eines Elektrolyten zur REACH-konformen Abscheidung von Gold(I)-verbindungen. Aufgrund der herausragenden chemischen Beständigkeit von Gold ist die galvanische Vergoldung eine etablierte Methode, wenn es um die Sicherstellung langzeitstabiler elektrischer Kontaktierungen in mittleren und kleinen Lastbereichen geht. Der größte Teil der galvanischen Feingoldabscheidung für die Mikroelektronik erfolgt aus cyanidischen Elektrolyten, da diese die nötige Langzeitstabilität aufweisen, die für die komfortable Anwendung der Elektrolyte im kommerziellen Einsatz benötigt wird.

Der Umgang mit Cyaniden bezüglich Arbeits- und Umweltschutz ist mit Risiken verbunden und Unternehmen sind dadurch gezwungen, einen erheblichen Mehraufwand an Bürokratie (Gefahrstoffmanagement) und

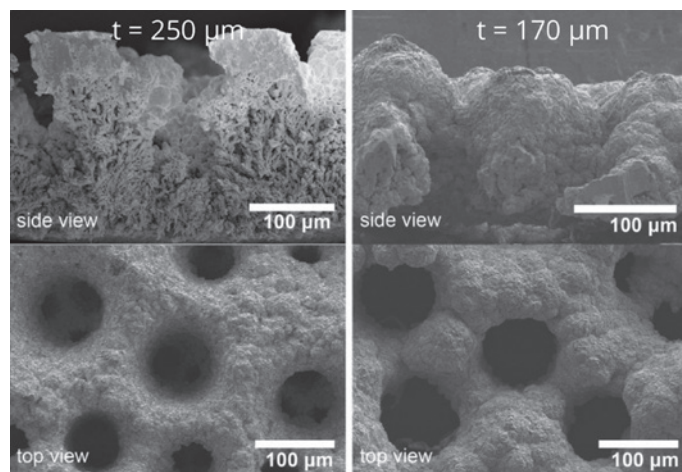
Schutzmaßnahmen (Abluft, Abwasserbehandlung und Arbeitsschutz) auf sich zu nehmen. Daraus resultiert der Wunsch, Cyanid in galvanischen Elektrolyten zu vermeiden. Aufgrund der Freisetzung von Cyanid in sauren Lösungen oder dem sogenannten *Underplating* bei der Verwendung von basischen Elektrolyten weisen cyanidische Gold-elektrolyte deutliche Nachteile auf. Lars Lehmann hat Lösungsstrategien bewertet, um Goldschichten entsprechend der REACh-Verordnung, das heißt unter Vermeiden toxischer Verbindungen, abscheiden zu können.

Mathematische Modellierung in der Galvanotechnik

Numerische Simulationen, mit denen sich Stephan Daniel Schwöbel, TU Chemnitz, befasst gewinnen in der Oberflächentechnik und damit natürlich auch in der Galvanotechnik zunehmend an Bedeutung. Der Einsatz von Simulationssoftware wird nach Einschätzung von Schwöbel vielerorts zum Standard werden. Neben der Optimierung von Prozessen führen softwaregestützte Prozesse auch zu einer Kostenreduzierung. Leistungsfähigere Hardware und aktuelle Entwicklungen in der Numerik ermöglichen die effiziente Auswertung von immer komplexer werdenden Modellen sowie eine Effizienzsteigerung in der Auswertung aktueller Modelle. So lassen sich zum Beispiel die Schichtdickenverteilungen, die lokale Legierungszusammensetzung auf Kathoden, das Auflöseverhalten von Anoden und die Grenzstromdichte durch Simulationen untersuchen. Der Vortrag diskutierte Potenzial, Herausforderungen und zukünftige Entwicklungsmöglichkeiten für die Modellierung in der Galvanotechnik anhand von aktuellen Forschungsergebnissen zur Vorhersage der Schichtdickenverteilung und der Berechnung der Grenzstromdichte.

Kupferoxid mit verbesserter photo-elektrochemischer Eigenschaft

Mario Kurniawan, TU Ilmenau und diesjähriger Preisträger für den Nachwuchsförderpreis der DGO, befasst sich mit der Herstellung und Charakterisierung von Kupferoxid zur Gewinnung von Wasserstoff auf Basis einer photo-elektrochemischen Reaktion. Hierbei werden die Halbleitereigenschaften von Kupfer(I)oxid und Kupferoxid (Cu_2O) genutzt, durch die die Oxide in der Lage sind, Sonnenlicht zu absorbieren und Wasser unter Bildung von Wasserstoff zu reduzieren. Sowohl die Lichtabsorption als auch die Wasserstoffentwicklung hängen sehr stark von der verfügbaren Größe der Elektrodenoberfläche, in diesem Fall also der Kupferoxidfläche, ab. Daher ist es sinnvoll, eine



Porenstruktur des freistehenden Kupfergerüsts vor (l.) und nach der Ultraschallbehandlung
(Bild: M. Kurniawan)

Galvanikanlagen für dekorative und funktionelle Oberflächen



Gestellanlagen
Trommelanlagen
Tischgalvanikanlagen
Einzelwannen
Metallrückgewinnung
Ionenaustauscheranlagen

 **electronica 2022**

**Besuchen Sie uns!
Halle B1 Stand 427**



Walter Lemmen GmbH
Birkenstraße 13
97892 Kreuzwertheim
Tel.: +49 (0) 9342 240 997 -0
info@walterlemmen.de

Leiterplattentechnik
Galvanotechnik
Filtertechnik
Medizintechnik
Apparatebau

OBERFLÄCHEN

möglichst poröse Grundstruktur an Kupfer herzustellen. Auf einer derartigen porösen Struktur wird Kupferoxid erzeugt. Im ersten Schritt werden dazu hohe Stromdichten über 1 A/cm^2 verwendet, um die Kupferschicht abzuscheiden und gleichzeitig eine hohe Zahl an Wasserstoffbläschen zu erzeugen, die als dynamisches Templat zur Bildung der mikroporösen Struktur verwendet werden. Im zweiten Schritt wird eine elektrochemische Abscheidung durchgeführt, um die poröse Schicht mechanisch zu verstärken. Die poröse Schicht wird dann durch Ultraschall von dem flachen Substrat getrennt, um ein freistehendes poröses Kupfergerüst zu erhalten.

Die photo-elektrochemische Abscheideleistung des Cu_2O -Films auf dem freistehenden porösen Kupfergerüst zeigt einen Anstieg des Photostroms um 80 Prozent bis 120 Prozent bei 0 V vs. RHE im Vergleich zum planaren Substrat. Darüber hinaus sind diese porösen Cu_2O -Proben auch durchscheinend aufgrund ihrer ungewöhnlichen, durchgehenden Porenstruktur, die eine direkte optische Transmission zwischen 14 Prozent und 23 Prozent besitzt.

Unternehmerforum: Management meets Oberfläche

Kommunikationsfalle Audit

Auditoren leben in einer sehr klar geregelten, schwarz-weißen Welt. Es geht immer um die dauerhafte Einhaltung von möglichst genau definierten Prozessen und Prozessparametern, wie Oliver Brenscheidt Brenscheidt Galvanik Service einleitend ausführte. Damit ist die Galvanik der natürliche Feind des Auditors. Denn hier geht es häufig genug darum, auf Prozessschwankungen zu reagieren, mit halbguten Vormaterialien zu arbeiten und unzählige Einflussparameter im Griff zu halten. Der Auditor denkt linear, der Galvaniker arbeitet in einem nur meta-stabilen Umfeld. Das Kernproblem einer Auditierung ist nach Ansicht von Oliver Brenscheidt vielfach das klassische Sender-Empfänger-Problem. Beide packen ihre eigenen Erfahrungen und Positionen in die Interpretation der Kommunikation und das geht immer wieder mehr oder weniger stark schief.

Eine mögliche Lösung für die betroffenen Parteien wäre, sich jeweils in die Lage des Gegenübers zu versetzen und dessen Sichtweise zu durchdenken. Dem Unternehmer sollte darüber hinaus bewusst sein, dass er mit dem Erreichen des zu auditierenden Zertifikats gleichzeitig auch die Bereitschaft

zum Audit öffentlich gemacht hat. Letztlich ist jedes Zertifikat und das damit verbundene Managementsystem nur dann sinnvoll im Unternehmen einzusetzen, wenn die entsprechende Kultur auch im Unternehmen gelebt wird.

Herausforderung Mitarbeiterführung in Zeiten von Lieferengpässen

Für viele Unternehmen gehört es inzwischen zum täglichen Erscheinungsbild: Die Zahl der zu lösenden Herausforderungen steigt stetig. Lieferprobleme, Systemwandel, Termindruck – und dann kommt nicht zuletzt aufgrund der Corona-Pandemie und dem fehlenden Nachwuchs der Fachkräftemangel dazu. Manuela Schmied-Wolfsbauer, think.doll Managementcoaching, bietet in dieser Situation Unterstützung an, um sowohl die Motivation des Führungspersonals als auch der Mitarbeitenden im Unternehmen beizubehalten beziehungsweise zu steigern und so die Effizienz eines Unternehmens in der aktuellen Situation so hoch wie möglich zu halten.

Herausforderungen an Zulieferer durch strukturelle Veränderungen im Automobilbau

Die mittelständischen Zulieferer in der Automobilindustrie sehen sich aufgrund der Entwicklung hin zur Elektromobilität, der Digitalisierung oder den CO_2 -Vorgaben aus dem EU-Klimaprogramm vor hohe Herausforderungen und erhöhten Transformationsdruck gestellt. Dabei sind die finanziellen Spielräume stark eingeschränkt, denn die Covid-19-Pandemie hat tiefe Spuren in der gesamten Autoindustrie hinterlassen. Erst 2023 rechnet der Mittelstand wieder mit dem Erreichen des Vorkrisenniveaus, sieht die Veränderungen der automobilen Wertschöpfungsstruktur aber gleichzeitig als existenzbedrohend an. Hans Remsing, Deutsche Bank AG, befasst sich mit den Möglichkeiten, wie sich mittelständische Zulieferer künftig positionieren und die bestehenden Herausforderungen erfolgreich meistern können.

Zu den aktuellen Herausforderungen für Automobilzulieferer rechnet der Vortragende vor allem das Kapitalmanagement, die Deckung der Kostensteigerung unter Einbeziehung der Kunden, die Stabilität in der Beschaffung oder das Energiemanagement. Um diese Herausforderungen zu meistern, ist es nach Ansicht von Remsing notwendig, das Projektmanagement zu stärken, eine hohe Kostentransparenz und eine gute strategische Positionierung zu gewährleisten, die

Vorteile des Standorts zu nutzen und sich intensiv mit der Marktentwicklung (Roadmap) zu befassen.

Cybercrime – Fiktion oder Wirklichkeit?

Unternehmen sind seit geraumer Zeit verstärkt Opfer gezielter oder auch ungezielter Angriffe aus dem Internet. Ziel ist, das angegriffene Unternehmen zu erpressen oder anderweitig zu schädigen. Die steigende Zahl an Homeoffice-Arbeitsplätzen, die ein weiteres, hohes Potenzial für Cyberkriminalität bieten, verstärkt das Problem. Wie sich Unternehmen gegen diese Gefahren schützen können, war das Thema des gemeinsamen Vortrags von Stev Gödecke, Bosch CyberCompare und Graf Alexander Bernadotte af Wisbor, BüchnerBarella.

Untersuchungen über alle Arten von Unternehmen hinweg zeigen, dass beispielsweise die Cybersicherheit im Bereich Automobil/Zulieferer oder Transport/Logistik bereits sehr hoch ist, wogegen kleine Unternehmen noch erheblichen Nachholbedarf aufweisen. Besonders hoch sind die Risiken unter anderem bei den Rollen/Rechteverwaltung oder dem Schwachstellenmanagement. Gute Ergebnisse im Hinblick auf mehr Sicherheit gegen Cyber-Risiken werden durch Backup-Konzepte oder die Umsetzung von Softwareupdates und Security-Patches erzielt. Schließlich zeigt es sich, dass vor allem in Bezug auf das Risikoempfinden bei den Mitarbeitenden und der Reaktionsfähigkeit im Falle von potenziellen Angriffen noch erheblicher Nachholbedarf besteht.

Im Hinblick auf auftretende Schäden schlagen nach einer Analyse der Versicherung vor allem Kosten durch Betriebsunterbrechungen aufgrund von Systemabschaltungen oder Vertragsstrafen aufgrund verspäteter Auslieferungen zu Buche.

Lesen Sie weiter unter womag-online.de

WOMag-online-Abonnenten steht der gesamte Beitrag zum Download zur Verfügung. Im Weiteren enthält der Bericht die Zusammenfassung von 16 weiteren Vorträgen aus den Themengebieten: Anlagen und Steuerungstechnik (2) Verschleißschutz (3) Neue Anforderungen (7) Prozessüberwachung (4). Der Gesamtumfang des Beitrags beträgt etwa 10 Seiten mit 12 Abbildungen.

Leipziger Galvanopreis 2021 verliehen

DGO vergibt Leipziger Galvanopreis 2021 für robotergestützte Galvanikanlage

Der Leipziger Galvanopreis 2021 ging an eine Arbeit zur *Prozess- und Elektrolytentwicklung mithilfe einer vollautomatisierten, robotergestützten Galvanikanlage*, die im Rahmen der Initiative *Innovative Elektrochemie mit neuen Materialien – InnoEMat* des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) entwickelt worden war. Die offizielle Verleihung fand am 14. September 2022 im Rahmen der festlichen Eröffnung statt.

Mit dem Leipziger Galvanopreis zeichnet die Deutsche Gesellschaft für Galvano- und Oberflächentechnik e. V. (DGO) Unternehmen und Forschungseinrichtungen aus, die innovative anlagen- oder verfahrenstechnische Leistungen, material-, energieeffiziente oder ökologische Lösungen oder strategische Unternehmens-/Managementkonzepte erfolgreich umsetzen konnten.

Preisträger für das Jahr 2021 ist ein Konsortium aus der Professur Werkstoff- und Oberflächentechnik (Leiter: Prof. Dr. Thomas Lampke) der Technischen Universität Chemnitz, der KleRo GmbH Roboterautomation sowie der OTE Oberflächen- & Elektrotechnik Scheigenpflug GmbH. Eine enge Kooperation bestand im Rahmen des Verbundprojekts *REACH-konformer Korrosionsschutz durch Pulse-Plating (ReKoPP)* zudem zur B+T Oberflächentechnik GmbH, Coventya GmbH, Gazima GmbH, plating electronic GmbH und Prof. Wolfgang Paatsch (Koordinator, ehem. BAM Berlin).

Das Konsortium erhielt als Preis eine Bronzestatue und eine Urkunde, die im Rahmen der festlichen Eröffnung der ZVO-Oberflächentage am 14. September 2022 in Leipzig überreicht wurden.

Automatisierte Entwicklung galvanischer Prozesse

Während eines galvanischen Prozesses werden in einem Galvanikbad gelöste Metallionen unter elektrischer Polarisierung auf einem Bauteil abgeschieden. Auf diese Weise entstehen metallische Schichten, die sich unter anderem durch eine ansprechende Optik, eine hohe Korrosionsbeständigkeit und/oder eine hohe Verschleißbeständigkeit auszeichnen. Steigende Anforderungen an die Wirtschaftlichkeit und die ökologische Unbe-

denklichkeit von galvanischen Prozessen sowie an die physiologische Unbedenklichkeit und Leistungsfähigkeit der Beschichtungen erfordern kontinuierliche Neu- und Weiterentwicklungen. In Anbetracht der vielfältigen Einflussgrößen ist dies jedoch mit einem hohen Zeit- und Personalaufwand verbunden. Kern des ausgezeichneten Projekts ist die ressourcenschonende Prozess- und Badentwicklung in einem vollautomatisierten Galvanikprozess. Zur Vermeidung einer aufwändigen Vorgehensweise nach dem Trial-and-Error-Prinzip erfolgt zunächst die Eingrenzung der Rahmenbedingungen für die galvanische Abscheidung mithilfe von physikalischen Berechnungen. Unter Anwendung mathematischer Verfahren wird ein statistischer Versuchsplan erstellt, um den Einfluss der wichtigsten Prozessparameter mit möglichst wenigen Abscheidungsversuchen abzubilden. Die Umsetzung dieses Versuchsplans erfolgt nun vollautomatisiert durch die robotergestützte Galvanikanlage.

Ein einzelner Beschichtungsvorgang umfasst zunächst die Entnahme und Reinigung des zu beschichtenden Körpers, zum Beispiel ein Stahlblech. Anschließend erfolgt die galvanische Beschichtung in einem von insgesamt elf temperierten Bädern bei kontinuierlicher Bewegung des Blechs, um ein gleichmäßiges Beschichtungsergebnis zu erzielen. Nach dem Beschichten wird das Blech in kaskadenartig angeordneten Wasserbädern gründlich gespült, getrocknet, fotografiert und abgelegt. Eine optimierte Prozessführung im Multitasking-Modus ermöglicht mehrere parallele Beschichtungen, sodass kurze Leerlaufzeiten für den Roboter entstehen.

Die Einsatzgebiete der robotergestützten Galvanikanlage reichen von der Grundlagenforschung an Forschungseinrichtungen bis hin zur anwendungsorientierten Prozessoptimierung. Diesem breiten Anwendungsprofil wird die Anlage durch ihre Flexibilität gerecht. Die Badgrößen betragen zwischen 0,5 Liter für die chemikaliensparende Grundlagenforschung und bis zu etwa zehn Liter für die Beschichtung von größeren Stückzahlen.

Die Alterung eines galvanischen Bads wird während des Betriebs durch Sensoren überwacht. Nachdosierungen oder gezielte Änderungen der Badzusammensetzung erfolgen



Stefan Kaßner (r.), Sprecher der Jury zur Vergabe des Galvanopreises, überreichte dem Konsortium den Galvanopreis 2021 (v.l.): Holger Klempnow, KleRo GmbH, Claudia Wagner, OTE Oberflächen- & Elektrotechnik Scheigenpflug GmbH und Prof. Thomas Lampke, Professur Werkstoff- und Oberflächentechnik der TU Chemnitz (Bild: DGO)

automatisch mithilfe einer Pipettiervorrichtung. Für die Stromversorgung der Bäder stehen 18 Stromquellen zur Verfügung, die je nach Bedarf einzeln oder paarweise synchronisiert zugeschaltet werden und sowohl Gleichstrom als auch hochfrequente Strompulse generieren können.

Neben der erreichten Zeit- und Ressourceneffizienz wird Prof. Thomas Lampke zufolge die Zuverlässigkeit und Vergleichbarkeit von Ergebnissen durch die objektivierte Versuchsdurchführung erhöht. Dies sei eine wichtige Voraussetzung für das *Machine Learning*, das zukünftige Innovationen in der mittelständisch geprägten Branche der Galvanotechnik begünstigen und beschleunigen werde. Der preisgekrönte Ansatz ist damit ein wesentlicher Beitrag auf dem Weg zur Industrie 4.0 in der Galvanikbranche.

Auf dem nächsten Leipziger Fachseminar am 9. März 2023 wird das Konsortium seine Ausführungen zu diesem Thema noch in Form eines Vortrags vertiefen.

Weitere Informationen erteilt Roy Morgenstern, wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Professur Werkstoff- und Oberflächentechnik der TU Chemnitz (E-Mail: roy.morgenstern@mb.tu-chemnitz.de)

➔ www.dgo-online.de

Vorschläge für DGO-Nachwuchsförderpreis und OT-Vortragssession *Junge Kollegen* 2023 bis 31. Januar 2023 einreichen

Seit mehr als 30 Jahren zeichnet die DGO hervorragende Arbeit von Nachwuchskräften auf dem Gebiet der Oberflächentechnik aus. Auch 2023 wird wieder ein Förderpreis an einen jungen Kollegen oder eine junge Kollegin übergeben. Vorschläge für Kandidaten (m/w/d) können bis **31. Januar 2023** eingereicht werden. Zum selben Datum können auch Vortragsvorschläge für die Session *Ergebnisse aus der Forschung – Junge Kollegen berichten* auf den ZVO-Oberflächentagen 2023 eingereicht werden.

Geeignete Kandidatinnen oder Kandidaten – in der Regel Absolventen einer deutschen Fachhochschule oder Hochschule – für den DGO-Nachwuchsförderpreis 2023 können bei der DGO-Geschäftsstelle vorgeschlagen werden. Dem Vorschlag sollte eine kurze Begründung beiliegen. Der Gewinner oder die Gewinnerin erhält einen Geldbetrag von 1000 Euro sowie eine Einladung zu den ZVO-Oberflächentagen 2023, die vom 13. bis 15. September in Berlin stattfinden werden. Vorschläge für den Nachwuchsförderpreis 2023 nimmt Sabine Groß von der DGO-Geschäftsstelle unter dem Betreff *Förderpreis 2023/Junge Kollegen* per Mail entgegen: s.gross@dgo-online.de

Auch für die Session *Ergebnisse aus der Forschung – Junge Kollegen berichten* auf den kommenden ZVO-Oberflächentagen können sich interessierte Nachwuchswissenschaftlerinnen und Nachwuchswissenschaftler bis zum 31. Januar 2023 als Referenten anmelden. Die DGO ruft ihre Mitglieder auf, geeignete Kandidaten zur Teilnahme zu ermutigen. Vorschläge mit einem Vortragsabstract sowie einer Referentenvita senden Interessierte per E-Mail (Betreff: *Förderpreis 2023/Junge Kollegen*) an Sabine Groß: s.gross@dgo-online.de. Musterdateien für Abstract und Vita sind auf der Homepage der DGO zu finden.

➔ www.dgo-online.de

Verleihung des DGO-Nasser-Kanani-Preises: Junge Forschende können bis 31. Januar 2023 vorgeschlagen werden

Im Rahmen des 44. Ulmer Gesprächs am 24. Mai 2023 wird nun zum zweiten Mal der DGO-Nasser-Kanani-Preis vergeben. Gestiftet wurde er von Prof. Dr.-Ing. habil. Nasser Kanani. Er würdigt hervorragende theore-

tische und praktische Leistungen, die dem Fortschritt der Galvanotechnik dienen. Die DGO nimmt die Nominierungen junger Forscher (m/w/d) für den Preis bis **31. Januar 2023** entgegen.

Der DGO-Nasser-Kanani-Preis besteht aus einer Urkunde und einem Preisgeld in Höhe von 3000 Euro. Er wird jährlich im Rahmen des Ulmer Gesprächs überreicht, und der Preisträger (m/w/d) berichtet in einem Vortrag über die gewürdigte Arbeit. Die Kosten für die Teilnahme des Preisträgers am Ulmer Gespräch übernimmt die DGO.

Preisstifter Nasser Kanani, Professor an der TU Berlin und unter anderem Gastprofessor am MIT Massachusetts Institute of Technology, hat zahlreiche wissenschaftliche Artikel in Fachzeitschriften veröffentlicht und etliche Lehrbücher über sein Fachgebiet Galvanotechnik verfasst. Er wurde mehrfach für seine wissenschaftlichen Leistungen ausgezeichnet. Zwischen 1993 und 2005 war er Head of Materials Science Department der Firma Atotech Deutschland GmbH in Berlin. Hier beschäftigte er sich mit seinem Team von Wissenschaftlern und Ingenieuren mit der Qualifizierung galvanotechnisch abgeschiedener metallischer Schichten.

Der DGO-Nasser-Kanani-Preis wird an einen jungen Forschenden (m/w/d) bis maximal 35 Jahre für eine Arbeit verliehen, die an einer Einrichtung in einem deutschsprachigen Raum auf dem Gebiet der elektrochemischen Oberflächentechnik unter besonderer Berücksichtigung der Aspekte der Nachhaltigkeit erstellt und später auch veröffentlicht wurde. Bei gemeinsamen Arbeiten mehrerer Personen ist der besondere Anteil des nominierten Kandidaten (m/w/d) deutlich hervorzuheben und ein kurzer Lebenslauf beizufügen. Die Vorschläge sollen sich auf Veröffentlichungen beziehen und werden sowohl mit Blick auf ihren wissenschaftlichen als auch technisch-praktischen Inhalt von einem Preiskuratorium bewertet.

Nominierungen können bei der DGO-Geschäftsstelle bis spätestens **31. Januar 2023** eingereicht werden. Ansprechpartnerin ist Sabine Groß (E-Mail: s.gross@dgo-online.de). ➔ www.dgo-online.de

DGO-Bezirksgruppe Thüringen

Update zum technischen Brandschutz

Nach zwei Jahren Corona-bedingter Ausfälle fand an der Technischen Universität Ilmenau im Oktober 2022 wieder eine Veranstaltung der DGO-Bezirksgruppe Thüringen zu

dem stets aktuellen Thema *Produktionsverlust Brandschutzschaden, ändert sich nun etwas?* statt. Dieter Lenzenhuber, Mitarbeiter der Firma MacDermid Enthone mit eigenem Büro in Augsburg, führte den Teilnehmern mit seinem interessanten Vortrag die Bedeutung des Brandschutzes vor Augen.

Nach der Begrüßung des Referenten und der Teilnehmer aus der Industrie durch DGO-Bezirksgruppenleiter Mathias Fritz stellte sich Dieter Lenzenhuber mit seinem schon frühzeitig erwachten Interesse für den Brandschutz kurz vor.

In seinen einleitenden Worten verwies er auf die Wichtigkeit des vorbeugenden Brandschutzes für alle Bereiche, kann doch ein Brand nicht nur sehr kostenintensiv werden, sondern auch zu Personenschäden führen. Finanziell betrifft dies in der heutigen Zeit besonders die Entsorgung der Brandreste, die gesamte Neuprojektierung und den Aufbau bis zur Produktionsreife. So ereignen sich nach Angaben der deutschen Versicherungsanstalt in galvanotechnischen Produktionsanlagen jährlich bis zu 80 Brände mit etwa acht bis zwölf Großschäden. Dabei spielen die Umgebungssituation wie Infrastruktur, Brandschutzmaßnahmen, Betriebsinstandhaltung/Wartung, Mitarbeiterqualifikation, Fertigungsanlagen, Prozessüberwachung, aber auch der Mensch selbst eine große Rolle. So kann menschliches Versagen durch Kommunikationsverluste, Impulshandlungen bei Stress, Wahrnehmungsverluste oder sonstige Verhaltensmuster Brände und Unfälle begünstigen.

Durch vorbeugenden Brandschutz lässt sich eine Eingrenzung von Havarien und Bränden erreichen. Hierzu nannte der Referent mehrere Beispiele. So geben bei unzulässigen Temperaturerhöhungen an elektrischen Geräten angebrachte Effect-Sticker nach Überschreiten der Temperatur von beispielsweise 130 °C, 100 °C oder 80 °C Gerüche ab, die das Personal warnen und zum Handeln animieren sollen. Eine weitere Möglichkeit sind Geräte, die in Schaltschränken platziert bei Überhitzung oder Brandentstehung rückstandsfrei Löschmittel freisetzen und eine Stromabschaltung aktivieren können. Auch spezielle Sensoren für die Überwachung von stromführenden Anlagenkomponenten sind einsetzbar. Eine regelmäßige Kontrolle von Kontakten und Schaltschränken mit Wärmebildkamera eignet sich für die Früherkennung von Überhitzungen, die möglicherweise zu Bauteilausfällen oder Bränden führen können.



Mathias Fritz, Dieter Lenzenhuber, Dr. Peter Kutzschbach (v.r.n.l.) (Bild: P. Kutzschbach)

Für die Beschäftigten in galvanischen Einrichtungen sollten für kritische Situationen leicht überschaubare Handlungsanweisungen mit einer strukturierten Abfolge von Maßnahmen vorhanden sein beziehungsweise bereitgestellt werden. Sie können als *Notfall-Reaktionskarte* farbig gestaltet sein und Maßnahmen für folgende Gefahrensituationen beinhalten:

- medizinischer Notfall
- technische Störung
- chemische Reaktion
- Leckage/Havarie
- Feuer

Am Ende seiner Ausführungen wies Lenzenhuber darauf hin, dass sich im Brandschutz nur etwas ändern kann, wenn in Technik + Organisation + Faktor Mensch investiert wird, um das Ziel der effektiven Schadensbegrenzung auch verwirklichen zu können.

Nach einer kurzen Diskussion im Anschluss an den Vortrag bedankte sich DGO-Bezirksgruppenleiter Mathias Fritz bei Dieter Lenzenhuber für dessen interessante und informative Ausführungen und gab die Termine für die Bezirksgruppentreffen im November und Dezember 2022 bekannt.

Dr. Peter Kutzschbach

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

Nominierungen für IIW-Awards gesucht

Der DVS ruft in diesem Jahr erneut dazu auf, Persönlichkeiten aus der Füge- und Schweißtechnik für die Awards des International Institute of Welding (IIW) vorzuschlagen. In insgesamt acht Kategorien werden die IIW-Awards vergeben. Die Preisverleihung findet im Juli 2023 in Singapur statt.

Zu den begehrten Auszeichnungen gehören unter anderem der Henry Granjon Prize oder der Evgeny Paton Prize. Der Henry Granjon Prize würdigt in insgesamt vier Kategorien

insbesondere junge Menschen. Er zeichnet Master- und Doktorarbeiten oder vergleichbare Projekte aus der Industrieforschung von Nachwuchswissenschaftlern und -wissenschaftlerinnen aus. Der Evgeny Paton Prize wird an Persönlichkeiten verliehen, die sich Zeit ihres Lebens in besonderem Maße für die Füge- und Schweißtechnik eingesetzt haben und so einen signifikanten Beitrag zur Forschung und Entwicklung von fuge- und schweißtechnischen Technologien, Werkstoffen oder Anlagen geleistet haben.

Die Füge- und Schweißtechnik in und aus Deutschland genießt nach den Worten von Dr.-Ing. Roland Boecking, Hauptgeschäftsführer des DVS, international ein hohes Ansehen. Viele Auszeichnungen in Form von IIW-Awards, die deutsche Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler bereits erhalten haben, belegen das sehr eindrucksvoll. *Aus diesem Grund freue ich mich darüber, wenn möglichst viele Nominierungsvorschläge aus Deutschland eingereicht werden*, sagt Roland Boecking. Vorschläge für die Nominierungen zu IIW-Awards aus Deutschland nimmt der DVS bis zum **21. November 2022** entgegen. Nähere Informationen erhalten Interessenten über die Website: www.dvs-home.de/themen/iiw-awards-2023

➔ www.dvs-home.de

Call for Papers: Vorträge für den DVS CONGRESS 2023 gesucht

Der DVS ruft dazu auf, Angebote für Vorträge für den DVS CONGRESS vom 12. bis 15. September 2023 Essen einzureichen. Unter dem Dach des DVS CONGRESS finden die Große Schweißtechnische Tagung, die Tagung Unterwassertechnik und der DVS CAMPUS zur Förderung von jungen Talenten statt.

Der DVS CONGRESS wird wieder konsequent branchenorientiert ausgerichtet. Neben der Großen Schweißtechnischen Tagung und der Tagung Unterwassertechnik mit Vorträgen aus der betrieblichen Praxis werden auch zahlreiche anwendungsnahe Forschungsergebnisse aus aktuell abgeschlossenen Forschungsprojekten aus der Forschungsvereinigung Schweißen und verwandte Verfahren e. V. des DVS vorgestellt. Damit werden sowohl Industrie und Handwerk als auch Wissenschaft aus der Füge-, Trenn- und Beschichtungstechnik direkt angesprochen.

Fortlaufend widmet sich der DVS aktiv der Nachwuchsförderung. Mit dem DVS CAMPUS werden Studierende rund um das Schweißen und die verwandten Verfahren dazu eingeladen, der Fachwelt aktuelle Ergebnisse aus

Bachelor-, Masterthesis oder Diplomarbeiten vorzustellen. Die Fachwelt bekommt im Gegenzug einen idealen Überblick über die Experten und Expertinnen von morgen.

Experten, Anwender, Wissenschaftler, Hersteller, Branchenkenner und junge Akademiker sind eingeladen, den DVS CONGRESS mit ihren Präsentationen aktiv mitzugestalten und mit ihrem Wissen zu bereichern. Nähere Informationen und die Themenfelder für Vorschläge finden Interessierte unter der Website: www.dvs-home.de/events/detail/dvs-congress-2023

Angebote für Vorträge können ausschließlich online übermittelt werden. Spätestmöglicher Einreichungstermin für die Vortragsangebote ist der **8. Dezember 2022**. Nach Ablauf der Frist sichten die jeweiligen Programmkommissionen, besetzt mit renommierten Fachleuten aus Industrie und Forschung, die eingereichten Vortragsangebote. Sie bewerten die Einreichungen fachlich und stellen anschließend das Vortragsprogramm für die Veranstaltung im kommenden Jahr zusammen. Die Einreicher werden über die Entscheidung der Programmkommissionen bis spätestens Ende Februar 2023 informiert. Für den Tagungsband, der zur Veranstaltung erscheinen wird, werden Manuskripte zu den ausgewählten Vorträgen veröffentlicht.

➔ www.dvs-home.de

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

Rückblick auf das Beschichtungs- und Qualicoat-Seminar des VOA

Beim digitalen Beschichtungs- und Qualicoat-Seminar des VOA am 11. Oktober drehte sich alles rund um die optimale Beschichtungsqualität von Aluminium. Experten aus den Reihen der VOA-Mitgliedsunternehmen teilten ihr Wissen mit den rund 50 Teilnehmenden und gaben nützliche Tipps für die Praxis. Die regelmäßige Weiterbildung des VOA bietet Mitgliedsunternehmen als auch Interessierten die Möglichkeit, sowohl fachlichen Input zu neuesten Entwicklungen zu erhalten als auch, sich untereinander auszutauschen und voneinander zu lernen.

Qualicoat (Association for Quality Control in the Lacquering, Painting and Coating Industry) steht international für die qualitätsgesicherte und kontrollierte Beschichtung mit Pulver- und Nasslack. Die Basis für die Erteilung des weltweit gültigen Qualitätszeichens bilden die regelmäßig evaluierten Spezifikationen. Sie standen beim Seminar des VOA, in

VERBÄNDE

Deutschland Generallizenznehmer des Qualitätszeichens, gleich als erstes auf der Agenda. In die Spezifikationen fließen sowohl die neuesten Erkenntnisse aus Wissenschaft und Forschung rund um den Globus ein als auch aktuelle internationale Expertenkenntnisse. So findet die Forderung, nachhaltig zu bauen und den Gebäudebestand klimaneutral zu gestalten bei dem Generallizenzgeber in dem Projekt QUALICOAT 3.0 neu Berücksichtigung. Dies ist nach den Worten von VOA-Geschäftsführerin Dr. Alexa A. Becker ein wichtiger Schritt, denn das Thema Nachhaltigkeit stehe im Fokus der Bauindustrie. Ziel sei es, die Qualität von recycelten Aluminiumlegierungen im Rahmen nachhaltiger Bauvorhaben mit dem internationalen Qualitätszeichen QUALICOAT 3.0 weltweit sicherzustellen. Angesichts der sich verändernden Anforderungen des globalen Markts gelte es, neugierig zu bleiben und sich stetig weiterzubilden.

Durch die möglicherweise unsichere Energieversorgung in Kombination mit explodierenden Kosten für Strom und Gas startete der VOA in seinem Seminar auch den Erfahrungsaustausch zum Thema *Energieeinsparung*. Die Teilnehmenden tauschten viele praktische Ideen zu Einsparmaßnahmen und zur effizienten Energienutzung bei Bestandsanlagen sowie Neubauten aus. Die VOA-Projektgruppe *Energie* bereitet die gesammelten, praktischen Tipps im Nachgang des Seminars auf und stellt diese den Mitgliedsunternehmen als Handlungshilfe zur Verfügung. Für das kommende Jahr plant der VOA, das Beschichtungs- und Qualicoat-Seminar als Präsenzveranstaltung durchzuführen. Informationen hierzu werden rechtzeitig auf der Homepage des VOA sowie in den sozialen Netzwerken veröffentlicht.

➔ www.voa.de

Aluminium Deutschland (AD)

Aluminium Deutschland integriert bisherige Deutsche Aluminium Verpackung Recycling GmbH (DAVR) in den Verband

Mit dem 1. Juli 2022 übernimmt Aluminium Deutschland (AD) die Aufgaben der DAVR. Die bisher bestehende DAVR GmbH wird dabei aufgelöst und im Auftrag der Gesellschafter als AD-Arbeitskreis fortgeführt. Die DAVR hat das Ziel, das Image von Verpackungen

insbesondere im Hinblick auf das Recycling zu fördern, das Sammeln und Sortieren weiter zu optimieren und damit einen Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung von Aluminiumverpackungen zu leisten. Das geschieht in Kooperation mit dualen Systemen, Entsorgungsunternehmen, Recyclern und Instituten sowie mit der Wirtschaftsvereinigung Metalle und der European Aluminium Packaging Market Group.

Durch die im Verband vorhandene Expertise auf den Gebieten des Aluminiumrecyclings und der Aluminiumverpackungen hebt die Integration der DAVR wertvolle Synergien. AD betreut bereits die Fachverbände Recycling, Aluminiumhalbzeug sowie Tuben, Dosen, Fließpressteile und bildet damit das relevante Themenspektrum der DAVR ab. Darüber hinaus betreut AD Arbeitskreise und Taskforces zur Aluminiumgetränkedose, die in Deutschland mit einer Recyclingrate von circa 99 Prozent glänzt. Erster DAVR-Ansprechpartner wird AD-Recyclingexperte Jörg Schäfer, unterstützt von Seifeldin Raslan Mohamed.

Verpackungsanwendungen haben nach Aussage von Marius Baader, Geschäftsführer von Aluminium Deutschland, aufgrund ihrer Verbrauchernähe eine große Relevanz in der öffentlichen Wahrnehmung. *Die Dekarbonisierung der Aluminiumindustrie und damit auch effizientes Recycling sind für uns als Industrie und Verband von zentraler Bedeutung*, so Baader. Der Werkstoff Aluminium mit seinen hervorragenden Recyclingeigenschaften und seine innovative Industrie seien ein Schlüssel zu mehr Ressourceneffizienz und leisteten einen wichtigen Beitrag zu mehr Klimaschutz. *Daher freuen wir uns auf die Aufgaben und Herausforderungen, die mit der DAVR-Übernahme verbunden sind.*

➔ www.aluminiumdeutschland.de

Rob van Gils neuer Präsident von Aluminium Deutschland

Die Mitgliederversammlung von Aluminium Deutschland (AD) wählte im September 2022 in Berlin ein neues Präsidium und machte die bedrohliche Lage der Industrie deutlich. Zum letzten Mal nach sieben Jahren im Amt richtete Dr. Hinrich Mählmann, Vorsitzender der Beiräte der Otto Fuchs KG und der Schüco International KG, als Präsident das Wort an die Mitglieder. Dementsprechend stand

insbesondere die Wahl eines neuen Verbandspräsidenten im Fokus der Veranstaltung. Die Wahl fiel einstimmig auf Rob van Gils, CEO von Hammerer Aluminium Industries.

Der neue AD-Präsident Rob van Gils bedankte sich für das Vertrauen der Verbandsmitglieder und freut sich auf die neue Aufgabe, die mit einer enormen Herausforderung verbunden sei. Er dankte auch Dr. Mählmann, der den Verband in seiner Amtszeit modernisiert und sein Profil geschärft habe. *Nie war es drängender als heute: Die Aluminiumindustrie steht aktuell vor der wohl härtesten Belastungsprobe ihrer Geschichte*, so van Gils. Die Preisentwicklung auf den Energiemärkten entziehe weiten Teilen der deutschen Industrie ihre Wettbewerbsfähigkeit – mit entsprechenden Folgen für die Beschäftigung in den Unternehmen. Gerade in dieser Situation komme dem Amt eine besondere Verantwortung zu.

Aus einer jüngst von AD durchgeführten Mitgliederbefragung geht hervor, dass sich etwa vier von zehn Unternehmen der deutschen Aluminiumindustrie bis Ende des Jahres 2022 mit Strom abgesichert haben und bereits ab 2023 zu deutlich höheren Preisen einkaufen müssen. Gleiches gilt für die Beschaffung von Gas. Für weitere 30 Prozent ist dies ab Mitte 2023 der Fall. Nach Aussage von van Gils beobachte man bereits jetzt wegen der hohen Gas- und Strompreise erste Betriebs-schließungen in Deutschland und Europa. Die meisten Unternehmen der Aluminiumindustrie haben sich ihm zufolge durch vorausschauendes Handeln für einen gewissen Zeitraum mit Energie abgesichert. *Bei einigen brennt der Baum jedoch schon*, so van Gils.

Der Zeitraum für politisches Handeln ist also sehr begrenzt. Wie van Gils betonte, spreche man – wenn überhaupt – von wenigen Monaten. Die Politik müsse nun schnell Entlastungen für die energieintensive Industrie auf den Weg bringen, damit Deutschland nicht zum *Rust Belt* Europas werde. *Sie sollte auch bedenken, dass die Nachfrage nach Aluminium im Zuge der Energie- und Verkehrswende steigen wird und, dass damit auch Potenziale für Standort und Beschäftigung verbunden sind. Mit den richtigen Rahmenbedingungen können wir zum Jobmotor in der Transformation der europäischen Industrie werden*, sagte van Gils.

➔ www.aluminiumdeutschland.de

Neue Fachkräfte für die Galvanotechnikbranche

Die Absolventen der Fachschule für Galvanotechnik in Schwäbisch Gmünd erhalten ihre Abschlusszeugnisse

Die Galvanotechnikbranche darf sich auf weitere qualifizierte Fachkräfte freuen: Am Freitag, 15. Juli 2022, wurden sieben Absolventen der Fachschule für Galvanotechnik in Schwäbisch Gmünd ihre Abschlusszeugnisse und Urkunden als staatlich geprüfte Techniker – Fachrichtung Galvanotechnik übergeben.

Die erfolgreichen Absolventen sind:

- Alschin, Rodion
- Graf, Tim
- Haible, Moritz
- Kajdomqaj, Rexhep
- Maus, Matthias (Belobigung)
- Schott, David (Preis und Preis des Fördervereins)
- Vocale, Vincent

Schulleiterin Sabine Fath und Abteilungsleiterin Dr. Christa Hannak beglückwünschten die frischgebackenen Techniker zu ihrem Abschluss.

Einen Rückblick auf zwei Jahre Techniker Ausbildung hielten Tim Graf und Klassenlehrer Volker Rogoll. Matthias Maus stellte seine Technikerarbeit zum Thema: *Untersuchung zur Nützlichkeit der Röntgenfluoreszenzspektroskopie zur Elektrolytanalyse bei gängigen Metallelektrolyttypen in der Galvanik* vor. Diese einfach zu handhabende Analysenmethode erlaubt es, im Interesse der Qualität wesentliche Prozessparameter zeitnah zu überwachen und bei Bedarf schnell zu korrigieren.

Die zweijährige Techniker Ausbildung in Schwäbisch Gmünd umfasst neben den Grundlagenfächern wie Chemie, Physik, Galvanotechnik und Umwelttechnik als Besonderheit auch den Bereich der Leiterplattentechnik vom CAD-Layout bis zur fertigen Schaltung. Großen Wert legt man hier auf die Zusammenarbeit mit der Branche sowie die enge Verzahnung von Theorie und Praxis.

Die Aufnahme für die zweijährigen Vollzeitschulen erfolgt derzeit jährlich; die Kurse beginnen jeweils im September. Weitergehende Informationen sind auf der Website der Gewerblichen Schulen Schwäbisch Gmünd zu finden.

Volker Rogoll

➔ www.gs-gd.de



Die Absolventen der Fachschule für Galvanotechnik mit Lehrern und der Schulleitung

INSERENTENVERZEICHNIS

Airtec MUEKU	27	ELB	U4	met-at-lab	31
B+T Unternehmensgruppe	27	FST Drytec	23	Munk GmbH	Titel
Brenscheidt Galvanik Service	31	Gerweck Oberflächentechnik	17	Sager + Mack GmbH	1
eiffo eG	U2	Walter Lemmen GmbH	33	ZVO e.V.	41

AIT und TU Graz starten gemeinsames Doktoratsprogramm im Bereich Wasserstofftechnologie

AIT und die Technische Universität Graz stärken mit einem Doktoratsprogramm ihre Zusammenarbeit in der systemischen Anwendung und technologischen Entwicklung von Wasserstoff

Das AIT Austrian Institute of Technology und die TU Graz starten im Sommersemester 2023 ein gemeinsames Doktoratsprogramm (PhD-Programm) zum Themenbereich Wasserstofftechnologien. Mit dieser neuen Doktoratsausbildung wollen die beiden Institutionen die Entwicklung von innovativen und effizienten Technologien für die Produktion von grünem Wasserstoff beschleunigen.

Das gemeinsame PhD-Programm fokussiert auf das Thema Reversible Hochtemperatur-elektrolyse (HTE). Die Forschungsergebnisse aus den insgesamt vier zu besetzenden PhD-Stellen sollen dieses noch relativ neue und vielversprechende Verfahren signifikant verbessern.

Bei der Hochtemperatur-elektrolyse wird Wasserdampf bei Temperaturen zwischen 750 °C und 850 °C in die Bestandteile Wasserstoff und Sauerstoff aufgespalten. Verwendet man dafür Strom aus erneuerbaren Quellen, entsteht grüner Wasserstoff mit einem Wirkungsgrad von bis zu 80 Prozent. Die HTE befindet sich noch in der Entwicklung und bedarf weiterer Forschung, insbesondere im Bereich der eingesetzten Materialien und der effizienten Integration in unterschiedliche industrielle Prozesse. Diese zentralen Forschungsfragen werden im PhD-Programm adressiert. Das AIT, die TU Graz sowie deren Beteiligung

HyCentA Research GmbH kooperieren dazu bereits seit 2020 in nationalen Forschungsprojekten.

Am 1. Februar 2023 startet nun das erste gemeinsame PhD-Programm mit vier Plätzen – zwei am AIT in Wien und zwei an der TU Graz – und einer Laufzeit von drei Jahren. Die Bewerbungsphase startete am 19. Oktober 2022. Die Stellen sind im aktuellen Mitteilungsblatt der TU Graz beziehungsweise auf der AIT-Website im Bereich *Offene Stellen* ausgeschrieben.

Für Wolfgang Hribernik, Head of Center for Energy, AIT, ist der Einsatz von Wasserstoff ein zentraler Baustein für ein nachhaltiges und emissionsarmes Energiesystem. *Wir bieten mit diesem PhD-Programm ein einzigartiges Setting, um die Forschung der Wasserstofftechnologien auf höchstem Niveau in Österreich voranzubringen*, so Hribernik. Am AIT Center for Energy werde der Fokus auf die Entwicklung von Wasserstofftechnologien und neuen Materialien gekoppelt mit den Anforderungen an ein zukünftiges Energiesystem und an die Dekarbonisierung im Industriekontext gesetzt.

Die Erzeugung von Wasserstoff durch Wasserspaltung in der Elektrolyse bietet nach Aussage von Alexander Trattner, TU Graz, Institut für Thermodynamik und nachhaltige An-



Das Doktoratsprogramm von AIT und TU Graz wird die Entwicklung innovativer, effizienter Techniken für die Produktion von grünem Wasserstoff beschleunigen (Bild: AIT, Krischanz)

triebssysteme, enormes Potenzial zur Integration der erneuerbaren Stromquellen in das zukünftige Energiesystem. Insbesondere die Hochtemperatur-elektrolyse weise höchste Wirkungsgrade auf und sei besonders gut für den Einsatz im energieintensiven Industrie- und Energiesektor geeignet. *Im Zuge dieses PhD-Programms erforschen wir die Materialien für die Hochtemperatur-elektrolyse, den Systemaufbau und die Integration der HTE in Industrieprozesse, um gesamtheitliche Verbesserungen zu erreichen*, erklärt Trattner.

Susanne Filzwieser

➔ www.tugraz.at

Vier Preise für Materialforschende von der Hochschule Aalen

Die 56. Metallographie-Tagung der Deutsche Gesellschaft für Materialkunde e. V. (DGM) vom 21. bis 23. September fand unter starker Beteiligung der Hochschule Aalen statt. *Unsere Beiträge beschäftigten sich mit der methodischen Weiterentwicklung der Metallographie, der Materialforschung an Green Materials sowie dem Einsatz von Künstlicher Intelligenz in der Mikroskopie*, fasst Dr. Timo Bernthaler aus dem Leitungsteam des Instituts für Materialforschung (IMFAA) an der Hochschule Aalen zusammen. Die mehr als 300 Teilnehmenden der Tagung stimmten

über die besten drei Poster sowie die besten drei Vorträge ab. Das Team aus IMFAA-Forschenden wurde dabei mit insgesamt vier Trophäen ausgezeichnet.

Die von der Deutsche Gesellschaft für Materialkunde e. V. (DGM) veranstaltete Metallographie-Tagung ist die internationale Leit-Fachtagung der metallographischen Gemeinschaft und fand in diesem Jahr als hybride Veranstaltung an der Universität des Saarlandes in Saarbrücken und online statt. Neben den traditionellen Schwerpunkten der Präparation und mikroskopischen Gefüge-

abbildung, der Gefügeanalyse sowie der metallographischen Schadensanalyse lag der Fokus in diesem Jahr auf einem weiteren Bereich: der Anwendung modernster Informationskompetenz und künstlicher Intelligenz. Auf all diesen Feldern konnten die Forscherinnen und Forscher von der Hochschule Aalen wertvolle Beiträge zum wissenschaftlichen Programm in verschiedenen Formaten wie Vorträgen, Präsentationen oder Poster-Sessions bieten.

Nach drei ereignisreichen Tagen brachten die Teilnehmerinnen und Teilnehmer viele neue

SEMINAR

Grundlagen der Galvano- und Oberflächentechnik

Bild: WHW Hillebrand

Anmelde-
schluss:
15.02.2023

14. bis 16. März 2023 in Schwäbisch Gmünd

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

Zielgruppen sind Abnehmer von Oberflächen

- Entwickler und Konstrukteure
- Technische Kaufleute
- Einkäufer

sowie aus der Galvano- und Oberflächentechnik

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

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



Kontakt:

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



Vier Preise gingen bei der Tagung der DGM an Forschende der Hochschule Aalen (v.l.n.r.): Dominic Hohn, Gaby Ketzer-Raichle und Felix Trauter (Elvira Reiter fehlt) (Foto: © Hochschule Aalen/IMFAA)



Stark vertreten bei der internationalen Metallographie-Tagung: Das Institut für Materialforschung an der Hochschule Aalen (IMFAA)

(Foto: © Hochschule Aalen/IMFAA)

Eindrücke und Erkenntnisse sowie vier Auszeichnungen mit zurück nach Aalen. So ging der erste Platz beim *Struers Best Poster Award* – zum dritten Mal in Folge – an Gaby Ketzer-Raichle, der zweite Platz an Felix Trauter, der dritte Platz beim *Struers Best Contribution Award* an Dominik Hohn und der dritte Platz beim Fotowettbewerb an Elvira Reiter. Bei den Fachgesprächen und auf dem gut besuchten Gesellschaftsabend konnten die Teilnehmenden neue Kontakte knüpfen und bereits bestehende Netzwerke stärken. Für Gaby Ketzer-Raichle war es eine rundum gelungene Veranstaltung.

In der Materialographie wird mit Hilfe von Mikroskopen und modernen analytischen Verfahren die innere Struktur von Werkstoffen sichtbar gemacht. Materialographie leistet wichtige Beiträge in der Erforschung und Herstellung von Materialien und Produkten für eine breite Bandbreite unterschiedlichster Branchen, sowie Zukunftsthemen wie Klima, Ressourcen und Energie. *Materialographie/Neue Materialien* kann neben weiteren verwandten Studiengängen an der Hochschule Aalen studiert werden.

Das Institut für Materialforschung Aalen der Hochschule Aalen (IMFAA) ist spezialisiert auf die Herstellung, Charakterisierung und Prüfung von Werkstoffen und Bauteilen. Der Schwerpunkt liegt auf fortschrittlichen Materialien und Komponenten für ressourceneffiziente Mobilität, erneuerbare Energien, additive Fertigung sowie maschinelles Lernen in der Mikroskopie und Bauteilprüfung.

➔ www.hs-aalen.de

Sie haben ein tolles Produkt...
unsere Technologien
machen es zum Sahnestück.



- Keine Korrosion
- Kein Verschleiß
- Keine Reibung
- Kein überflüssiges Gewicht

Innovative Lösungen
für Ihren Wettbewerbsvorteil.

 **CERANOD®**
Oberflächentechnologie der Zukunft

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