ISSN 2195-5905 | BAND 13

# WOMAG

Kompetenz in Werkstoff und funktioneller Oberfläche

ZVO-OBERFLÄCHENTAGE
LEIPZIG
11.-13.9.2024
Kongress für Galvano- und Oberflächentechnik

Anmelde-schluss:
05. September 2024

JETZT ANMELDEN!
https://oberflaechentage.zvo.org

**WERKSTOFFE**
Kunststoffe wiederverwerten – Ökosysteme schonen

**WERKSTOFFE**
Pyrolyse für hochwertige Recyclingkunststoffe

**WERKSTOFFE**
AMB 2024 – Digitalisierung in der Metallbearbeitung

**OBERFLÄCHEN**
Das bringt uns die Zukunft – Oberflächentechnik für die Praxis

**OBERFLÄCHEN**
Innovative modulare Verfahrens- und Beschichtungsentwicklung

**SPECIAL**
Zwang zur Substitution von Chrom(VI)verbindungen fordert die Industrie heraus

JULI-AUGUST 2024

Branchen-News täglich: womag-online.de

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

GusChem

G. & S. PHILIPP CHEMISCHE PRODUKTE

# Neue Methode zur Abwasserbehandlung.

**Zugabe GusChem® - WF20A bei Behandlungsstart,**
**Zugabe GusChem® - WF20B am Ende — das war es schon!**

Was bringt das?

- **Stabile Flocke**, gut filtrierbar und klares Filtrat
- **Einfache Behandlung** von komplexbildnerhaltigem Abwasser
- **Entfernen** von **Verfärbungen** im Klarwasser
- **Verringert** den **CSB**- oder **AOX**-Wert im Abwasser
- **GusChem® - WF20A** wirkt als **Reduktionsmittel** für **Chrom (VI)**, und **fällt Chrom (III)** sicher aus (auch aus 3-wertigen Chrombädern!)
- Frei von Polyacrylamiden
- Kein Gefahrgut

Wir helfen gerne bei der Integration in Ihre vorhandene Abwasserbehandlung.

Besuchen Sie uns auf **www.guschem.de**

GusChem® - Qualität, die überzeugt!

Tel +49 8194 93109 80 · Fax +49 8194 8461 · info@guschem.de · www.guschem.de

# Glückwunsch zur gelungenen Berufswahl

In den letzten Wochen konnten wieder zahlreiche Nachwuchsfachkräfte ihre Ausbildung an den verschiedenen Einrichtungen und Schulen abschließen. In Schwäbisch Gmünd haben zehn Absolventen und Absolventinnen der Technikerschule für Galvanotechnik ihre zweijährige Ausbildung mit Erfolg beendet (Beitrag Seite 36) und Elena Feil wurde im Mai von der DGO als jahrgangsbeste Oberflächenbeschichter-Absolventin ausgezeichnet. Die Ausgezeichnete hat bereits angekündigt, ihre fachliche Qualifikation durch die zweijährige Technikerausbildung nochmals zu erweitern (Beitrag auf Seite 37).

Gute Nachrichten für die Oberflächentechnikbranche – doch trotz dieser erfreulichen Nachrichten für die Unternehmen hält der eklatante Mangel an Fachkräften nach wie vor an. Dies hatten unter anderem zahlreiche Unternehmensvertreter auf der diesjährigen Fachmesse SurfaceTechnology Germany 2024 in Stuttgart deutlich kundgetan. Bei den Unternehmen führt dies zum Teil bereits zur unangenehmen Situation, dass Aufträge aufgrund von Personalmangel nur stark zeitverzögert bearbeitet werden können oder im schlimmsten Fall auch abgelehnt werden müssen. Natürlich steht der Bereich Oberflächentechnik nicht allein mit diesem Problem – fast alle handwerklich orientierten Unternehmensbereiche kämpfen mit der selben Herausforderung.

Hilfreich für die Entscheidung zur Berufswahl sind vor allem technische Begabungen, aber auch die Aussichten auf zukünftig gute Beschäftigungs- und Verdienstmöglichkeiten. Und die sind für die Branche der Oberflächentechnik nach wie vor gegeben. In den letzten Jahren konnte verstärkt festgestellt werden, dass der rapide technische Wandel oftmals in kurzer Zeit ein Gewerbe für die Gesellschaft uninteressant macht und dieses dann vom Markt verschwindet. Bei der Oberflächentechnik ist ebenfalls ein Wandel festzustellen (die zahllosen Beiträge in der WOMag lassen diesen Wandel mehr als deutlich erkennen), doch ist derzeit kaum davon auszugehen, dass qualifizierte Fachleute der Oberflächentechnik in naher Zukunft beschäftigungslos werden. Die steigende Vielfalt der Verfahrenstechniken zur Oberflächenbehandlung oder der Einsatz von moderner Datentechnik in der Branche wird auch in den nächsten Jahren qualifizierte Fachkräfte für ein außerordentlich interessantes Betätigungsfeld erfordern. Deshalb Glückwunsch für die Nachwuchskräfte zu ihrer gelungenen Berufswahl!

## 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.

HARTER drying solutions

DENKEN SIE ÜBER EINEN NEUEN TROCKNER NACH?

Dann haben wir hierzu fünf wichtige Informationen für Sie:

Alles aus einer Hand

Beratung, Vertrieb, Versuche, Entwicklung, Konstruktion, Fertigung und Montage.

*Mit uns haben Sie einen breit aufgestellten Partner an Ihrer Seite.*

Schnelle Montage

Von uns erhalten Sie einen extrem effizienten Wärmepumpentrockner.

*Innerhalb von maximal 3 Tagen bauen wir diesen in Ihre Produktion ein, nach Wunsch auch am Wochenende.*

Dienst am Kunden

Dazu gehört ein freundlicher und zuverlässiger Kundendienst.

*Kompetenter Service, Sachverstand und schnelle Verfügbarkeit.*

Fördergelder

Sie erhalten staatliche Zuschüsse für den Einsatz unserer Technologie.

*Mit unseren Wärmepumpentrocknern sparen Sie Energie und erhalten dafür Geld.*

Kurze Wege

Kontaktieren Sie uns direkt und persönlich.

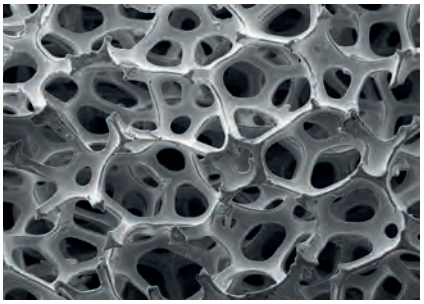
*So gestalten wir Projekte einfach und erfolgreich.*

OT ZVO-OBERFLÄCHENTAGE LEIPZIG 11.-13.9.2024 Kongress für Galvano- und Oberflächentechnik

STAND 48

# INHALT

**4** Umfassendes Recyclingsystem für galvanisierte Kunststoffe in Betrieb



**18** Metallschaumelektrode

**36** Technikerschule in Schwäbisch Gmünd verabschiedet ihre Absolventen

**6** Recycling von Kunststoffen

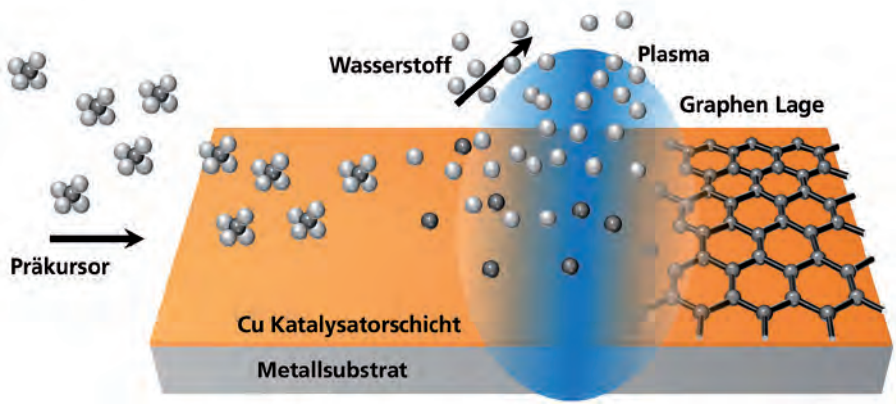
## WERKSTOFFE

**4** Kunststoffe wiederverwenden – Ökosysteme schonen
**6** Pyrolyse für hochwertige Recyclingkunststoffe
**8** Recycling im Leichtbau
**9** Maßgeschneiderte Formgedächtnislegierungen durch Ultraschall?
**10** Graphen durch innovativen Plasmaprozess im Rolle-zu-Rolle-Verfahren
**12** Nachhaltigkeit in der Halbleiterindustrie
**13** Antrocknen von Latex-Ringen in Aluminiumtuben
**14** Digitalisierung in der Metallbearbeitung
**16** PFAS-freie Beschichtung von Elastomeren
**18** Internationale Allianz für grünen Wasserstoff

## OBERFLÄCHEN

**20** DIE OBERFLÄCHE 2024 – Feuerwerk der Innovationen in der Oberflächentechnik
**22** Zwang zur Substitution von Chrom(VI)verbindungen fordert die Industrie heraus
**25** Nachhaltige Klebetechnik mittels Atmosphärendruckplasma
**26** Oberflächentechnik und Nachhaltigkeit – Teil 2
**28** Manuell gesteuerte Galvanikanlagen und automatisierte Handlings- und Robotiksysteme mit SPS
**30** Das bringt uns die Zukunft – Oberflächentechnik für die Praxis
**33** Innovative modulare Verfahrens- und Beschichtungsentwicklung: Beschichtung von Pin Fins und Kühlkörpern

# INHALT




**10** Graphenherstellung durch den Einsatz von Plasmaoberflächentechnik

**30** Reges Interesse an den Fachthemen auf dem Forum der Oberflächenmesse

## BERUF + KARRIERE

**36** Ersehnte Fachkräfte für die Galvanotechnik
**37** Jahrgangsbeste Oberflächenbeschichter-Absolventin Bayerns geehrt

## VERBÄNDE

**38** 21. Norddeutscher Galvanotag in Hannover
**39** Rundumpaket für die Oberflächentechnik – Beratung, Prüfung, Entwicklung
**40** 19th International Conference on Plasma Surface Engineering PSE2024

**Zum Titelbild:** Anmeldungen zu den ZVO-Oberflächentagen in Leipzig – Fachtagung und Fachausstellung – sind noch bis 5. September möglich. Nutzen Sie die Möglichkeit, sich auf der Tagung über wichtige Neuerungen der Branche zu informieren!

## 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 2024 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. 13
vom 10. Oktober 2023

**Inhalt**
WOMag berichtet über:
- Werkstoffe, Oberflächen
- Verbände / Institutionen
- Unternehmen, Ausbildungseinrichtungen
- Veranstaltungen, Normen, Patente

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

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

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

**Gerichtsstand und Erfüllungsort**
Gerichtsstand und Erfüllungsort ist Waldshut-Tiengen

**Herstellung**
WOTech GbR

**Grafische Gestaltung (Grundlayout)**
Wasserberg GmbH

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

# Kunststoffe wiederverwerten - Ökosysteme schonen

**Die Hansgrohe Group nahm am 14. Juni im Werk Offenburg eine technische Neuheit für ein Recyclingverfahren für eine umfassende Wiederverwendung der Rohstoffe von galvanisch beschichtetem Kunststoff in Betrieb – das Unternehmen geht damit einen weiteren Schritt auf dem Weg der grünen Transformation.**

Der Hersteller von Bad- und Küchenarmaturen Hansgrohe bildet in seinem Werk in Offenburg die gesamte Prozesskette zur Herstellung von hochwertigen Produkten ab. Dabei kommt als Grundwerkstoff Kunststoff zum Einsatz, der mittels Kunststoffspritzen in Form gebracht und nachfolgend mit den klassischen Verfahren galvanisch mit Kupfer, Nickel und dekorativem Chrom beschichtet wird. In diesem Werk wurde 2019 eine hochmoderne und vollautomatische Galvanikanlage in Betrieb genommen [1].

Entsprechend der Philosophie des Unternehmens Hansgrohe wurden die Anlagen mit den modernsten Technologien zum sparsamen Umgang mit Ressourcen ausgestattet. Zugleich lieferte die Erweiterung und Erneuerung der Fertigung aber auch ein starkes Signal für die hochwertige Herstellung von langlebigen und hochqualitativen galvanisierten Kunststoffen in Deutschland. Diese richtungsweisende Festigung des Standorts wurde jetzt durch einen weiteren Schritt zur Optimierung des Materialeinsatzes galvanisierter Kunststoffe mit der Inbetriebnahme einer Anlage zum Recycling von metallisierten ABS-Kunststoffen vollzogen.

**Bereich der vollautomatischen Galvanikanlage in Offenburg, bei dem die Teile zur Beschichtung aufgehängt und nach der Beschichtung abgenommen werden; bei der Abnahme erfolgt die Qualitätskontrolle und Aussortierung der Teile, die nicht die notwendige Qualität aufweisen**

## Kunststoff- und Metallrecycling auf höchstem Niveau

Die Hansgrohe Group bringt an ihrem Produktionsstandort in Offenburg/Elgersweier ein individuell entwickeltes Recyclingverfahren für galvanisierte Kunststoffe zum Einsatz. Durch die in Kooperation mit dem Anlagenbauer ImpulsTec GmbH entstandene Einrichtung lässt sich der Produktionsausschuss von verchromten Bauteilen so aufbereiten, dass der entschichtete ABS-Kunststoff direkt vor Ort in der Kunststoffspritzerei des Unternehmens wieder zur Herstellung von Neuteilen zur Verfügung steht. *Mit dieser technischen Neuheit schließen wir den Wertstoffkreislauf am Standort*, betonte Frank Semling, stellvertretender Vorstandsvorsitzender und Vorstand Operations Hansgrohe SE. *Jede Ressource, die nicht mehr gewonnen werden muss, sondern wiederverwertet werden kann, schont unsere Ökosysteme. Mit diesem innovativen Verfahren gehen wir einen weiteren Schritt auf unserem Weg der grünen Transformation.*

Frank Semling hat gemeinsam mit Stefan Eisert, Geschäftsführer ImpulsTec GmbH, und dem Projektleiter bei Hansgrohe, David Zapf, die neue Kunststoffrecyclinganlage in Anwesenheit von Medienvertretern, Projektbeteiligten und Mitarbeitenden der Kunststoffspritzerei am 14. Juni feierlich in Betrieb genommen. In seiner Begrüßungsrede betonte der stellvertretende Vorstandsvorsitzende die hervorragende Zusammenarbeit der Projektteams von ImpulsTec sowie Hansgrohe: Erfolgreiche individuelle Lösungen entstünden nur in ausgezeichneter Teamarbeit. *Die Offenheit von ImpulsTec zur gemeinsamen Entwicklung des Verfahrens und der fachliche Austausch der Beteiligten machten möglich, was bislang technisch und wirtschaftlich äußerst schwer umsetzbar war: das Recycling von verchromten Kunststoffen*, so Semling. Auch im Namen seiner Vorstandskollegin und -kollegen dankte er allen Projektbeteiligten für ihre hervorragenden Leistungen.

**Frank Semling, stellvertretender Vorstandsvorsitzender und Vorstand Operations Hansgrohe SE, erläuterte die Motivation zur Entwicklung und Einführung der neuen Recyclingtechnologie (Bild: Hansgrohe)**

## Anlage mit Vorbildcharakter

Bei der innovativen Anlage kommt die Technologie zur elektrohydraulischen Zerkleinerung zur Anwendung. Dabei werden alle verchromten ABS-Ausschussbauteile, wie Gehäuse von Handbrausen, Wandrosetten oder Knöpfe und Tasten durch Schockwellenbehandlung in Verbindung mit einer Vor-

**David Zapf, Stefan Eisert und Frank Semling nehmen die neue Recyclinganlage offiziell in Betrieb**

**Über mehrere Prozessschritte werden ABS-Kunststoff und Metall getrennt**

**ABS-Kunststoff (oben) und abgetrenntes Metall der Galvanikschicht (rechts), wie sie die Recyclinganlage verlassen**

zerkleinerung und magnetischen Separation entschichtet. Wie David Zapf, Spezialist Surface Technology und Leiter des Projekts bei Hansgrohe, erläutert, entsteht als Ergebnis des Prozesses zum einen eine hochkonzentrierte Metallfraktion, die im Wesentlichen Kupfer und Nickel enthält. Diese geht zur Verhüttung in den Verkauf. Die wertvollen Metalle werden so wieder zu 100 Prozent dem Rohstoffkreislauf zugeführt. Zum anderen verbleibt entschichteter ABS-Kunststoff, der zur Herstellung von Neuteilen verwendet wird. *Hier nutzen wir das Material direkt vor Ort in unserer Kunststoffspritzerei und können so den Wertstoffkreislauf am Standort schließen. Die Aufbereitungsanlage wurde für einen jährlichen Durchsatz von 100 Tonnen verchromtem Kunststoff konzipiert. Mit dieser Menge wiedergewonnenem ABS kann rein rechnerisch eine Million neue Handbrausen gefertigt werden.* Es sei ein Betrieb von acht Stunden pro Tag an etwa 250 Arbeitstagen im Jahr angedacht.

Hierbei ist natürlich berücksichtigt, dass aktuell nur Teile zur Aufarbeitung gelangen, die nicht die hohen Qualitätsansprüche von Hansgrohe erfüllen, also nicht in den Verkauf gelangen. Und diese Menge an sogenannten Ausschussteilen selbstverständlich so klein als möglich gehalten wird.

## Herausforderungen gemeistert

Die Produkte des Schiltacher Herstellers von Premium- und Designprodukten für Bad und Küche werden unter hohen Qualitätsansprüchen gefertigt. Der besonders stabile Verbund zwischen Kunststoff und Metall zeichnet die langlebigen Produkte aus. Gerade deshalb wurde die Wiederaufbereitung nach Aussage von David Zapf zu einer Herausforderung. Durch die neuartige Anlage mit der innovativen Schockwellenbehandlung ist das Unternehmen nun in der Lage, etwa 98 % der Rohstoffe wieder zu verwenden. Bislang wurden die verchromten Bauteile , die im Produktionsprozess als Ausschuss entstanden, von qualifizierten externen Partnern verarbeitet.

## Nachhaltigkeit im Fokus

Teil der Kreislaufwirtschaft zu werden, ist für das Unternehmen Hansgrohe eines der zentralen Handlungsfelder seiner Nachhaltigkeitsstrategie. Wie Frank Semling betont, ist es für Hansgrohe ein dringendes Anliegen, die Produktion auf Nachhaltigkeit auszurichten. Durch das lange Nutzen oder Wiederverwerten von Produkten und Materialien werden sowohl der Ressourceneinsatz als auch Transportwege reduziert. Daher bietet die neue Aufbereitungsanlage nicht nur ökologische, sondern auch ökonomische Vorteile für Hansgrohe.

Bei der 2023 eingeführten Produktlinie *Planet Edition* kommt bereits recyceltes Material zum Einsatz: Der Griff der Handbrause *Pulsify Planet Edition* ist aus Recyclingkunststoff. Mit dieser Alternative zu den bisher gebräuchlichen erdölbasierten Primärkunststoffen gelingt eine erhebliche Senkung des Ressourcen- und Energieverbrauchs.

### Über ImpulsTec GmbH

Die ImpulsTec ist nach eigenen Angaben ein Hightech-Unternehmen mit Sitz in Radebeul, das Hochspannungsimpulsanlagen und Komponenten für die Hochspannungsimpulstechnik baut und vertreibt. Der Hauptfokus liegt dabei aktuell auf der Entwicklung und Realisierung von industriellen Zerkleinerungsanlagen auf Basis der Schockwellentechnologie. Dabei kann das Unternehmen auf das Know-how einer Reihe von nationalen und internationalen Partnern aus den Bereichen Hochspannungstechnik sowie mechanische Verfahrens- und Aufbereitungstechnik zurückgreifen. Es ist außerdem gut in ein Netzwerk von entsprechenden Unternehmen und Forschungsinstituten aus diesem Bereich eingebunden.

### Über die Hansgrohe Group

Die Hansgrohe Group mit Sitz in Schiltach, Baden-Württemberg, ist mit ihren Marken AXOR und hansgrohe eines der in Innovation, Design und Qualität führenden Unternehmen der Bad- und Küchenbranche. Mit seinen Armaturen, Brausen und Duschsystemen gibt das 1901 im Schwarzwald gegründete Unternehmen dem Wasser Form und Funktion.

In Kombination mit Sanitärkeramik und Badmöbeln bietet das Traditionsunternehmen individuelle Gestaltungsmöglichkeiten aus einer Hand für ganzheitliche Badezimmererlebnisse. Einzigartige Erfindungen wie die erste Handbrause mit unterschiedlichen Strahlarten, die erste ausziehbare Küchenarmatur oder gar die erste Duschstange prägen die über 120-jährige Unternehmensgeschichte, in der unter anderem mehr als 20 000 aktive Schutzrechte entstanden sind. Die Hansgrohe Group steht für langlebige Qualitätsprodukte und für Verantwortung gegenüber Menschen und Umwelt. Die nachhaltige Herstellung ressourcenschonender Produkte ist international im unternehmerischen Handeln verankert. Durch die Entwicklung innovativer Technologien für Armaturen und Brausen erzielt das Unternehmen in der Nutzungsphase seiner Produkte den größtmöglichen Effekt auf den Schutz der Ressource Wasser sowie die Begrenzung und Anpassung an den Klimawandel. Als ein Teil ihrer konsequenten Nachhaltigkeitsstrategie rüstet die Unternehmensgruppe mit ihrer Initiative *ECO 2030* bis 2030 alle wasserführenden Produkte ausschließlich mit Wasserspartechnologien aus.

Mit 35 Gesellschaften, 21 Verkaufsbüros und Vertrieb in über 150 Ländern ist das global agierende Unternehmen der Sanitärbranche seinen Kunden in allen Regionen der Erde ein verlässlicher Partner. Die Hansgrohe Group, ihre Marken und Produkte wurden mit zahlreichen Auszeichnungen prämiert, darunter über 700 Designpreise seit 1974. Ihre hohen Qualitätsstandards gewährleistet die Hansgrohe Group durch die Produktion an acht eigenen Produktionsstandorten, von denen sich vier in Deutschland, sowie je einer in Frankreich, in Serbien, in den USA und in China befinden. 2023 erwirtschaftete die Hansgrohe Group einen Umsatz von 1,406 Milliarden Euro. Weltweit beschäftigt das Unternehmen rund 5400 Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen, davon 60 Prozent in Deutschland.

➲ **www.hansgrohe-group.com**

**Literatur**

[1] N.N.: Pro galvanisch Chrom – Positives Signal in schwieriger Zeit; WOMag 12/2019; https://www.wotech-technical-media.de/womag/ausgabe/2019/12/22_hansgrohe_12j2019/22_hansgrohe_12j2019.php

# Pyrolyse für hochwertige Recyclingkunststoffe

**Kunststoffe aus Polycarbonat sind wegen ihrer Vielseitigkeit und hohen Qualität begehrte Werkstoffe in der Industrie. Aber das Recycling der Kunststoffabfälle stößt derzeit noch an Grenzen, denn mechanische Recyclingverfahren generieren nicht für alle Anwendungen ausreichende Recyclatqualitäten. Fraunhofer-Forschende haben gemeinsam mit dem Chemieunternehmen Covestro Deutschland AG eine Methode entwickelt, mit der sich die Ausgangstoffe der Polycarbonate zurückgewinnen lassen: In der katalytischen Pyrolyse, dem kontrollierten Erhitzen unter Sauerstoffausschluss, zerfallen die Plastikabfälle in ihre Bestandteile, berichtet das Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS. Hersteller nutzen die Rohstoffe für die Herstellung neuer Kunststoffe.**

Wer nach einem hochwertigen Kunststoff sucht, landet schnell bei Polycarbonat (PC). Polycarbonat ist temperaturbeständig, schwer entflammbar, kratz- und abriebfest und widersteht sogar verdünnten Säuren. Außerdem besitzt es eine hohe Transparenz. Diese Eigenschaften machen Kunststoffe mit PC zu einem begehrten und vielseitig einsetzbaren Werkstoff in der Industrie. Deshalb suchen viele Hersteller nach Wegen, den wertvollen Werkstoff durch Recycling von Plastikmüll zurückzugewinnen. Doch herkömmliche Technologien wie das mechanische Recycling liefern nur unzureichende Recyclatqualitäten, die nicht mehr für die Herstellung hochwertiger Produkte geeignet sind.

## Chemisches Recycling durch Pyrolyse

Doch es gibt leistungsfähige Alternativen. Forschende am Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS haben gemeinsam mit dem Chemieunternehmen Covestro Deutschland AG ein Verfahren zum chemischen Recycling von Polycarbonaten durch katalytische Pyrolyse entwickelt. Bei der Pyrolyse werden Stoffe unter Sauer-

**Aus unterschiedlichen PC-haltigen Abfällen wird mit dem neuen Recyclingverfahren Pyrolyseöl als Rohstoff für die Herstellung neuer Kunststoffe gewonnen (© Fraunhofer IKTS)**

stoffausschluss erhitzt. Als Folge zerfallen die Substanzen, und die Ausgangsbestandteile des Kunststoffs lassen sich zurückgewinnen.
Dr. Jörg Kleeberg, Wissenschaftler am Fraunhofer IKTS am Standort Freiberg, und sein Team haben das Verfahren im Rahmen des Projekts *PC2Chem* weiterentwickelt. Ziel war laut Jörg Kleeberg, Polycarbonat-haltige Kunststoffe so zu recyceln, dass hochwertige Moleküle wiedergewonnen und als Rohstoffe in den Produktionskreislauf der Industrie zurückgeführt werden können.
Die Forschenden machen sich dabei den Aufbau der Polycarbonate zunutze. Diese bestehen aus Polymeren, einer Kombination miteinander verbundener Molekülgruppen, den Monomeren. Werden die Polymere in der Pyrolyse thermischer Belastung ausgesetzt, brechen die Bindungen an den Sollbruchstellen zu den hochwertigen Molekülen auf.

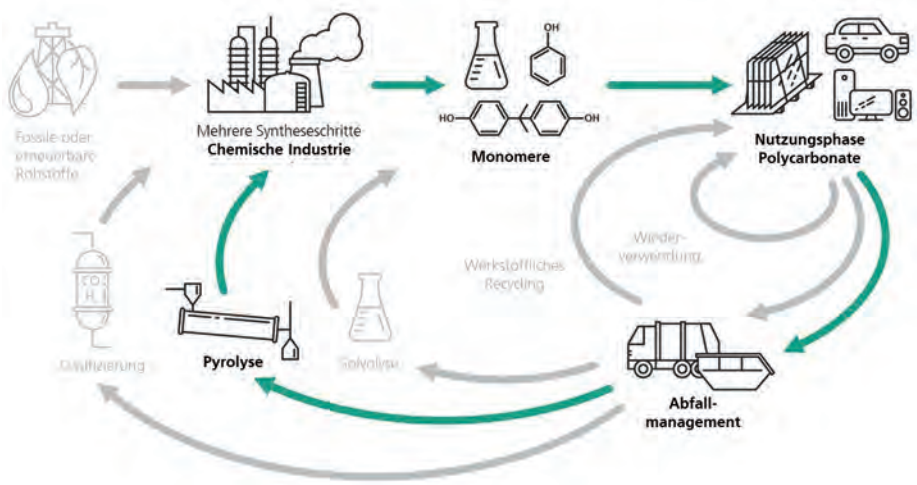
## Industrietauglicher Drehrohrofen

Das Fraunhofer-Team nutzt für die Pyrolyse einen Drehrohrofen, der aufgrund seines robusten Aufbaus und seiner Größe auch größere Mengen verarbeiten kann. Die als Granulat von Covestro angelieferten Kunststoffabfälle werden in das rotierende Rohr eingeführt und darin erhitzt. Als Produkt entsteht zunächst ein Pyrolysegas, aus dem in einer Kondensationsanlage eine ölige Flüssigkeit abgeschieden wird. Daraus wiederum gewinnt der Projektpartner Covestro in einem Aufarbeitungsprozess die unterschiedlichen werthaltigen Moleküle.
Damit das Recycling im Drehrohrofen Produkte mit optimaler Zusammensetzung und Ausbeute liefert, musste das Forschenden-Team im Labor einige Hürden meistern. Die Aufspaltung der Kunststoffe bei hoher Temperatur ist ein hochkomplexer und empfindlicher Prozess. Die Herausforderung für das Team des Fraunhofer IKTS bestand deshalb darin, die Parameter für den Pyrolysevorgang exakt einzustellen: Temperatur, Aufheiz- und Verweilzeit, Abkühlung, Druckverhältnisse oder auch das Beigeben von Hilfs- und Zusatzstoffen. Erschwerend kommt hinzu, dass die Kunststoffe mit Additiven versehen sind, darunter Farbstoffe, Aufheller, Flammschutzmittel, Substanzen, die Festigkeit oder Elastizität beeinflussen oder auch Lichtschutzmittel. All diese Zusatzstoffe machen die Behandlung im Drehrohrofen kompliziert.
*Wenn die Reaktionsprodukte aus der Pyrolyse im Drehrohrofen zu langsam abkühlen, werden die chemischen Prozesse nicht gestoppt, und die aufgespaltenen Moleküle bilden wieder neue Verbindungen,* sagt Jörg Kleeberg. Erst wenn alle Parameter korrekt eingestellt und aufeinander abgestimmt seien, entstünde die gewünschte hohe Ausbeute an Zielprodukten. *Wir haben deshalb zahlreiche Testreihen durchgeführt und so schrittweise den Prozess optimiert.*
Den Expertinnen und Experten des Fraunhofer IKTS kommt hier die langjährige Erfahrung in den Bereichen Hochtemperaturkonversion und Prozesstechnik zugute.
Das Projekt PC2Chem ist auf einem guten Weg. Durch das Recycling werden laut Mitteilung des Fraunhofer IKTS bis zu 60 Prozent der ursprünglichen Bestandteile wiedergewonnen. Das System hat die Phase der ersten Laborversuche verlassen und wird gerade im Technikumsmaßstab erprobt.

## Schritt in Richtung Kreislaufwirtschaft

Die neue Recyclingtechnologie eröffnet der Industrie handfeste Vorteile. Das gewonnene Pyrolyseöl enthält für die chemische Industrie wichtige Plattformchemikalien wie Styrol oder Phenol. Für diese müssen derzeit noch fossile Rohstoffe aus Raffinerien genutzt werden. Auch Projektpartner Covestro ist von den Vorteilen überzeugt: *Mit dem katalytischen Pyrolyseverfahren gewinnen wir aus unterschiedlichen PC-haltigen Abfällen wieder Rohstoffe für die Polycarbonatproduktion. Damit senken wir $CO_2$-Emissionen, sparen Energie und reduzieren die Kosten,* erklärt Dr. Stefanie Eiden, Projektleiterin Pyrolyse global.
Die Pyrolyse soll nach Aussage von Prof. Martin Gräbner, Abteilungsleiter Energie- und Verfahrenstechnik am Fraunhofer IKTS am Standort Freiberg, die herkömmlichen Verfahren nicht ersetzen, sie sei vielmehr eine ideale Ergänzung, wenn es darum gehe, aus Plastikresten neue Kunststoffe in hoher Qualität zurückzugewinnen. *Das Pyrolyseverfahren ist ein großer Schritt in Richtung Kreislaufwirtschaft in den Industriebranchen, die Kunststoffe verarbeiten.* Das Team am Fraunhofer IKTS fasst bereits den nächsten Schritt ins Auge. Die Forschenden sind laut Jörg Kleebert in der Lage, das Pyrolyseverfahren auch auf andere Kunststoffe und Stoffgemische anzupassen. *Industriekunden können mit ihrem Recyclingproblem zu uns kommen, wir entwickeln dann eine maßgeschneiderte Lösung,* sagt Kleeberg.

**Pyrolyse-Drehrohrofen im Technikumsmaßstab mit eigens entwickelter Kondensationsanlage im Vordergrund (© Fraunhofer IKTS)**




**Einordnung des chemischen Recyclings mittels Pyrolyse in ein ganzheitliches Recyclingkonzept (© Fraunhofer IKTS)**

➲ **www.ikts.fraunhofer.de**

# Recycling im Leichtbau

**Nachwuchswissenschaftlerin der Hochschule Aalen präsentiert innovative Lösung für Hybridwerkstoffe in Freiburg**

Ob Autos, Brücken oder Werkzeuge: Hybridwerkstoffe, in denen unterschiedliche Materialien fest miteinander verbunden sind, kommen fast überall zum Einsatz – und das aus gutem Grund. Beispielsweise ermöglichen Hybridwerkstoffe leichtere Fahrzeuge, die mit weniger Treibstoff weitere Strecken fahren können. Eine wichtige Voraussetzung für die nachhaltige Mobilität der Zukunft!

## Hybridwerkstoffe: Wichtig für Leichtbau, aber kaum zu recyceln

In vielen Anwendungen wird Metall mit kohlenstofffaserverstärktem Kunststoff (CFK) verbunden, um Stabilität zu gewährleisten als auch eine deutliche Gewichtsreduzierung zu erreichen. Doch dabei gebe es ein großes Problem, wie Sara Nester, wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Materialforschung Aalen (IMFAA) und SmartPro-Forscherin, erklärt: *Am Ende des Lebenszyklus gibt es keine wirklich nachhaltige Möglichkeit, die beiden enthaltenen Materialien zu trennen. Sie werden oft mit Verfahren zusammengefügt, die irreversibel sind, das heißt, für die es keinen etablierten umgekehrten Prozess gibt.* Daher könnten bisher diese Materialien kaum recycelt werden und müssten weggeworfen werden.

Nester möchte das ändern und rückt das Recycling im Leichtbau stärker in den Vordergrund. Dafür forscht sie an Verfahren, die zwar Materialien fügen, aber so, dass sie danach wieder getrennt werden können. Die 27-Jährige ging 2019 an die Hochschule Aalen, um den Masterstudiengang *Advanced Materials and Manufacturing* zu absolvieren. Seitdem forscht sie am IMFAA, zunächst als studentische Hilfskraft, derzeit arbeitet sie in zwei SmartPro-Projekten: *Smart-LIGHT* und *SmartCycle*. Nun möchte sie dort über den neu gegründeten Promotionsverband Baden-Württemberg an der Hochschule Aalen promovieren.

## Forschungsergebnisse auf Verbund-Symposium präsentiert

Vor kurzem präsentierte Sara Nester in Freiburg ihre neuesten Ergebnisse des Smart-LIGHT-Projekts auf dem Symposium Verbund 2024 in einem Vortrag. Das Symposium wurde von der Deutschen Gesellschaft für Materialkunde e. V. (DGM) organisiert und zog rund 150 Forschende aus dem In- und Ausland an, die sich mit Verbundwerkstoffen und Werkstoffverbunden beschäftigen. Die vorgestellten Forschungsergebnisse sind eine Teamleistung zwischen Florian Zeller und ihr, unter der Leitung von Prof. Dr. Volker Knoblauch, Dr. Dieter Meinhard und Prof. Dr. Iman Taha.

Sie haben ein Verfahren untergesucht, um eine Verbindung zwischen Aluminium und CFK zu entwickeln, die später wieder aufgelöst werden kann. Die innovative Idee: Zusammen mit dem LaserApplikationsZentrum (LAZ) haben sie die Aluminiumoberfläche vor der Verbindung mit CFK mit einem Nahinfrarotlaser bearbeitet und so Mikrostrukturen auf dem Aluminium erzeugt. Beim Fügen wird das CFK erhitzt und auf das Aluminium aufgebracht. Die Polymermatrix im CFK schmilzt und füllt die Mikrostrukturen in der Aluminiumoberfläche aus, wodurch eine feste Verbindung entsteht. Wie Nester erläutert, wurden anschließend Tests durchgeführt, um zu zeigen, dass die Fügeverbindung genauso robust ist wie bei vergleichbaren Methoden, zum Beispiel mit Klebstoff. Der klare Vorteil des neuen Verfahrens ist aber, dass nach dem Erhitzen des Hybridbauteils auf den Schmelzpunkt der Polymere sich die Materialien trennen und recyceln lassen - bei Klebstoffen ist das meist nicht möglich.

In einem weiteren Schritt wurden das Aluminium und CFK nach der Trennung wieder zusammengefügt. Hierbei wurde als beeindruckendes Ergebnis festgestellt, dass die strukturelle Integrität zu 80 Prozent erhalten bleibt. *Das zeigt, dass diese Teile nicht nur für andere Anwendungen recycelt, sondern – natürlich nach weiterer Forschung – auch wiederverwendet werden können,* so Nester.

## Impulse für die wissenschaftliche Arbeit

Für Nester war die Teilnahme am Symposium von großem Wert. Ihr Vortrag war Teil einer Session zum Thema Recycling, und es war für sie sehr aufschlussreich, Fragen und Feedback von Wissenschaftlern und Wissenschaftlerinnen zu erhalten, die sich mit den aktuellen Fragen zum Recycling von Hybridmaterialien beschäftigen. Sie hatte auch die Gelegenheit, die Labore des Instituts für

(Bild: © HS Aalen / Sara Nester)

Nachhaltige Systemtechnik (INATECH) der Universität Freiburg zu besichtigen und die Forschungsschwerpunkte näher kennenzulernen.

Nach diesem gelungenen wissenschaftlichen Austausch kehrte sie inspiriert nach Aalen zurück. Zuerst gab es auch etwas zu feiern: Ein wissenschaftlicher Artikel über ihre Projektergebnisse wurde kürzlich in der Fachzeitschrift *Composite Interfaces* veröffentlicht. Nester führt mit Freude aus, dass sie das Projekt durch weitere Arbeiten im Labor vorantreiben werde. Neben der Fortführung ihrer wissenschaftlichen Arbeit und Qualifizierung über die Angebote der Research Academy der Hochschule Aalen ist ihr nächster Schritt, einen Antrag auf Annahme im Promotionsverband einzureichen.

## Info zu SmartPro

Das Forschungsnetzwerk SmartPro der Hochschule Aalen arbeitet daran, die Energieeffizienz von Produkten zu erhöhen und Ressourcen zu schonen. Dafür entwickelt die Hochschule gemeinsam mit über 60 Partnern aus Industrie und Wissenschaft smarte Materialien und intelligente Technologien – als Grundlagen für ein nachhaltiges Morgen. Die Schwerpunkte liegen auf Energiewandlern, Energiespeichern und Leichtbau sowie den Methoden Additive Fertigung und Machine Learning. Seit 2017 fördert das Bundesministerium für Bildung und Forschung SmartPro mit rund zehn Millionen Euro.

➲ **www..hs-aalen.de**

# Maßgeschneiderte Formgedächtnislegierungen durch Ultraschall?

**Formgedächtnislegierungen sind Metalle, die sich auch nach einer starken Verformung an ihre ursprüngliche Struktur *erinnern* und in ihre alte Form zurückkehren können. Eine Forschungsgruppe der Universität Kassel testet nun laut Mitteilung der Uni Kassel Möglichkeiten, diese Technik mit Ultraschall noch zu erweitern. Gelingt dies, könnte das Anwendungen in der Medizintechnik oder im Maschinenbau verbessern.**

Forschende des Instituts für Werkstofftechnik, Fachgebiet Metallische Werkstoffe, um Prof. Dr.-Ing. Thomas Niendorf und des Fachgebiets Trennende und Fügende Fertigungsverfahren unter Leitung von Prof. Dr.-Ing. Prof. h.c. Stefan Böhm untersuchen in einem von der DFG geförderten Projekt den Einfluss von Ultraschall auf so genannte Cobalt-Nickel-Gallium-Hochtemperatur-Formgedächtnislegierungen während der additiven Fertigung (3D-Druck). Ziel des Projekts ist das direkte Maßschneidern der Formgedächtniseigenschaften, da bereits bekannt ist, dass Ultraschall die Materialschmelze in Bewegung versetzt und eine gezielte Kontrolle der Erstarrung ermöglichen könnte.

Hochtemperatur-Formgedächtnislegierungen eignen sich besonders als material- und kosteneffiziente Sensoren und Aktoren in Hochtemperaturanwendungen. Die Cobalt-Nickel-Gallium-Hochtemperatur-Formgedächtnislegierung (kurz: Co-Ni-Ga-HT-FGL) stellt dabei ein attraktives Legierungssystem dar, das sich durch vergleichsweise geringe Legierungskosten sowie sehr gute funktionale Eigenschaften bis zu Temperaturen von 500 °C auszeichnet. Bereits in zahlreichen Vorstudien und Veröffentlichungen der Fachgebiete *Metallische Werkstoffe* und *Trennende und Fügende Fertigungsverfahren* konnte gezeigt werden, dass sich dieses Legierungssystem gut verarbeiten lässt und geeignete Mikrostrukturen hervorbringen kann. Zudem ist bereits aus anderen Legierungssystemen bekannt, dass Ultraschallwellen während der additiven Verarbeitung davon abweichend eine stark unterschiedliche Mikrostruktur hervorbringen können und den Weg zu dreidimensional gradierten Strukturen ebnen.

Im Rahmen des von April 2023 bis März 2026 laufenden Projekts *Funktional gradierte Co-Ni-Ga- Hochtemperaturformgedächtnislegierungen hergestellt mittels ultraschallangeregtem 3D-LaserPulver-Auftragschweißen*, das mit rund 700 000 Euro von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) gefördert wird, soll das Laser-Pulver-Auftragsschweißen dazu genutzt werden, bisherige Limitierungen in der Verarbeitung der Legierung zu überwinden und durch Ultraschall gezielte Mikrostrukturen in gewünschten Bereichen einzustellen, sodass ein Maßschneidern der vorliegenden Formgedächtnislegierungen möglich wird. Das Projekt wird im Rahmen des Forschungsclusters *BiTWerk – Biologische Transformation technischer Werkstoffe* durchgeführt.

Formgedächtnislegierungen gehören zu den Forschungsschwerpunkten von Prof. Thomas Niendorf, Leiter des Fachgebiets Metallische Werkstoffe am Institut für Werkstofftechnik. Formgedächtnislegierungen sind Legierungssysteme, die eine reversible diffusionslose Phasenumwandlung (martensitische Umwandlung) meist unter Aufbringung einer Spannung oder Temperaturänderung zeigen. Nach einer Verformung kehren sie bei Erwärmung in ihre alte Form zurück, was ihnen ihren Namen verleiht. Anwendungsgebiete sind beispielsweise Verbindungselemente für Rohre, Stents und Zahnspangendrähte in der Medizintechnik oder Aktoren in der Automobil-, Luft- und Raumfahrttechnik.

➲ **www.uni-kassel.de**

# Graphen durch innovativen Plasmaprozess im Rolle-zu-Rolle-Verfahren

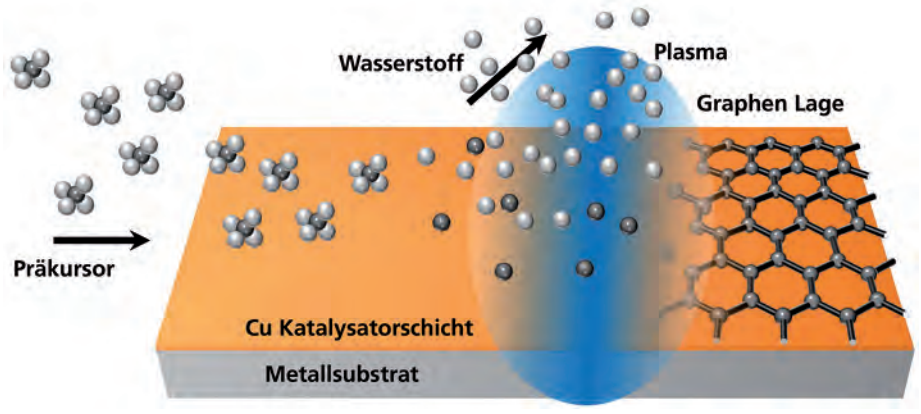
**Lagen aus Graphen versprechen aufgrund ihrer hervorragenden Eigenschaften unter anderem in Transparenz, Barrierewirkung und Leitfähigkeit große Fortschritte und Effizienzsteigerungen in Solaranwendungen, Energiespeichern oder smarten Glasanwendungen. Den Durchbruch des vielversprechenden Materials verhindert bisher noch der Mangel an skalierbaren Abscheideverfahren mit gleichbleibend hoher Schichtqualität bei kosteneffizienten Durchsätzen. Am Fraunhofer-Institut für Elektronenstrahl- und Plasmatechnik FEP wurde nach Mitteilung des Instituts im Rahmen des geförderten EU-Projekts *NewSkin* (FKZ 862100) ein innovatives PECVD-Verfahren entwickelt, das die Abscheidung von Graphen bei hohen Prozessgeschwindigkeiten ermöglicht und höhere Fertigungsdurchsätze sowie eine breitere Substratauswahl bei geringeren Prozesstemperaturen bietet.**

Graphen hat das Potenzial für außergewöhnliche Leistungsfähigkeit beim Einsatz in Solarzellen, organischen Leuchtdioden (OLED), elektrischen Energiespeichern oder smarten Fenstern bis hin zu Membranen, zum Beispiel zur Meerwasserentsalzung. Seine hervorragenden Eigenschaften sind bestechend: Das Material ist transparent, leicht sowie zugfester als Stahl. Außerdem besitzt Graphen eine hohe Leitfähigkeit für Wärme und Strom und ist sehr flexibel.

Forschende arbeiten seit einigen Jahren an der Integration von Graphen als transparente Elektrode in der Photovoltaik oder in OLEDs, etwa für gebogene Touchscreens oder zur Effizienzsteigerung von Solarzellen. Durch seine hohe elektrische Leitfähigkeit kann Graphen in Energiespeichern wie Batterien oder Superkondensatoren zu schnelleren Lade- und Entladezyklen beitragen. Seine große Oberfläche ermöglicht außerdem eine höhere Kapazität und Energiedichte; die mechanische Stabilität des Materials trägt zur Lebensdauer und Zuverlässigkeit von solchen Speichergeräten bei. Bisher beschränkt jedoch die Skalierbarkeit der Abscheidung von Graphen mit gleichbleibend hoher Qualität dessen Einsatz. Zudem stellt die Integration von Graphen in bestehende Fertigungsprozesse eine technische Herausforderung dar.

Das Fraunhofer FEP verfügt nach eigenen Angaben über eine mehr als 30-jährige Expertise in der Entwicklung von maßgeschneiderten Schichten und Schichtsystemen. Mit seinen Kernkompetenzen in der Elektronenstrahl- und Plasmatechnik sowie in der Prozessentwicklung zur Abscheidung von homogenen, dünnen Schichten, zum Beispiel im Rolle-zu-Rolle-Verfahren, arbeiten die Forschenden an einer neuen Technologie zur Synthese von Graphen mittels PECVD (Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition). Erste wichtige Grundlagen für künftige kosteneffiziente Abscheideverfahren von Graphen konnten nun innerhalb des geförderten EU-Projekts *NewSkin* (FKZ 862100) erarbeitet werden, berichtet das Fraunhofer FEP.

**Versuchsaufbau für Katalysatorbeschichtung und Graphen-Synthese** **(© Fraunhofer FEP)**




**Schema des PECVD-Syntheseverfahrens für Graphen** **(© Fraunhofer FEP)**

## Plasmaverfahren für effizientere Herstellung von Graphen

Aktuelle Syntheseverfahren für Graphen erfordern die Anwendung hoher Temperaturen und den Einsatz von Katalysatoren. Die Wissenschaftler des Fraunhofer FEP nutzen hingegen Plasma-unterstützte Verfahren. Damit lässt sich das Parameterfenster für die Erzeugung von Graphen deutlich erweitern, so dass eine Abscheidung auch bei geringeren Substrattemperaturen und gleichzeitig höheren Durchsätzen möglich wird.

Zur Entwicklung des neuen Verfahrens nutzten die Forschenden des Fraunhofer FEP die Vielseitigkeit der Inline-Beschichtungsanlage MAXI. Die multifunktionale Vakuumanlage bietet je nach Entwicklungsreife des Verfahrens die Möglichkeit, Prozesse sowohl im Sheet-to-Sheet-Modus als auch im Rolle-zu-Rolle-Verfahren durchzuführen. Die Verfahrensvielfalt reicht bis zur Pilotproduktion, wodurch die Anlage eine gute Basis für die Entwicklung und die Skalierung von Verfahren zur Abscheidung von Graphen bietet.

*Mit dem entwickelten PECVD-Verfahren kann Graphen auf metallischen Bändern abgeschieden werden,* erläutert Dr. Stefan Saager, Gruppenleiter für Beschichtung Metall und Energietechnik. Dazu komme der Rolle-zu-

Rolle-Modus der Anlage MAXI zum Einsatz. Das Metallband werde im ersten Schritt mit einer dünnen Schicht eines Katalysatormaterials wie beispielsweise Kupfer im Vakuum beschichtet. Dadurch könne die Auswahl des gewünschten Substratmaterials unabhängig vom geeigneten Katalysatormaterial erfolgen. Unmittelbar danach werde das beschichtete Metallband in eine Prozesseinheit mit einer Argon-Plasmaentladung bewegt. Die dort erzeugten Argonionen kollidieren mit dem Substrat und erwärmen es hocheffizient in sehr kurzer Zeit. Durch Zugabe eines geeigneten Präkursor-Gases wie beispielsweise Methan oder Acetylen in unmittelbarer Umgebung der Plasmaentladung können die jeweiligen Moleküle in ihre Einzelbestandteile zerlegt und gleichzeitig teilweise ionisiert werden. *Die dabei erzeugten Kohlenstoffatome und -ionen lagern sich im Idealfall in einer einlagigen, geordneten 2D-Struktur auf dem Substrat ab und erzeugen so die gewünschte Schicht aus Graphen*, so Saager.

Durch die Unterstützung der im Plasma vorhandenen Ionen kann der Formationsprozess bei vergleichsweise geringeren Substrattemperaturen realisiert werden, als dies mit anderen Verfahren nach dem Stand der Technik bisher möglich war.

Die Forscherinnen und Forscher am Fraunhofer FEP konnten mit dem neu entwickelten PECVD-Verfahren bereits Graphen auf einer Bandbreite von 280 mm bei Prozessgeschwindigkeiten von einem Meter pro Minute synthetisieren. Damit ermöglicht das Verfahren hohe Fertigungsdurchsätze und damit verbundene Kosteneinsparungen für zukünftige Produktionsprozesse. Zudem erlaubt die Technologie eine Erweiterung der einsetzbaren Substratmaterialien und damit ein breiteres Anwendungsspektrum.

## Reproduzierbarkeit und Optimierung auf der Agenda

Im nächsten Schritt arbeiten die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler am Fraunhofer FEP an der Reproduzierbarkeit der Ergebnisse und an der weiteren Verbesserung der erzielten Schichteigenschaften, zum Beispiel hinsichtlich der Anzahl der Graphenlagen. Eine weitere Herausforderung der neuen Technologieentwicklung liegt laut Fraunhofer FEP außerdem in der präzisen Kontrolle der Plasma- und Temperaturbedingungen für gleichmäßige Schichtqualitäten und -morphologien. Zudem wird künftig an der Verbesserung des Wickelprozesses des heißen Bandes und an der weiteren Skalierung der bisherigen Verfahrensparameter geforscht.

Mit den erzielten Ergebnissen, dem vorhandenen Know-how und der Anlagenausstattung bietet das Fraunhofer FEP Herstellern aus den Bereichen Elektronik und erneuerbarer Energien sowie anderen Technologieunternehmen und Forschungseinrichtungen eine Basis für Projekte zur Weiterentwicklung und Skalierung der Prozesse zur Synthese von Graphen.

➲ **www.fep.fraunhofer.de**

# Nachhaltigkeit in der Halbleiterindustrie

**Die gesundheits- und umweltschädlichen Chemikalien PFAS, kurz für Per- und Polyfluoralkylsubstanzen, sind aufgrund ihrer Stabilität, Wasser- und Fettbeständigkeit in vielen Branchen weit verbreitet. In der Fertigung von Halbleitern werden zum Beispiel in zahlreichen Prozessschritten PFAS-haltige Membranen eingesetzt. Mit einer neuartigen, PFAS-freien Membran haben Forschende des Fraunhofer-Instituts für Angewandte Polymerforschung IAP nun eine nachhaltige Alternative entwickelt. Wie das Fraunhofer IAP berichtet, hat die chemisch stabile, hoch permeable Polymermembran einen Porendurchmesser von circa sieben Nanometern und ermöglicht die Filtration von kleinsten Partikelverunreinigungen. Die Membran kann kundenspezifisch angepasst werden, so dass sich das neue Verfahren einfach in bestehende Anlagen integrieren lässt.**

PFAS-Chemikalien sind giftig, sie verschmutzen dauerhaft Wasser und Boden und reichern sich über die Nahrung und verbrauchernahe Produkte in Mensch und Tier an. Die Europäische Chemikalienagentur (ECHA) hat daher im Februar 2023 den Vorschlag für ein Verbot der Herstellung, der Verwendung und des Inverkehrbringens, einschließlich der Einfuhr, von PFAS im Europäischen Wirtschaftsraum veröffentlicht.

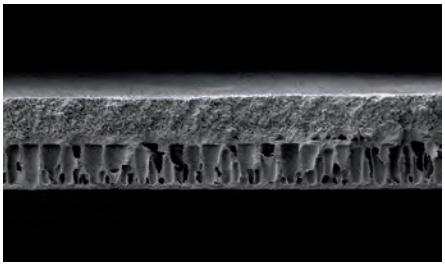
Die Halbleiterindustrie sieht das drohende PFAS-Verbot kritisch, denn dort kommen diese Chemikalien unter anderem in Ätz- und Reinigungsprozessen zum Einsatz, aber zum Beispiel auch als Membranen und Gehäuse in Filtern. Laut vielen Herstellern sind die langlebigen per- und polyfluorierten Chemikalien bislang alternativlos, die Produktion der meisten Halbleiterprodukte sei dann nicht mehr möglich. Forscherinnen und Forschern des Fraunhofer IAP in Potsdam ist es nun nach eigenen Angaben gelungen, für einen Zulieferer der Halbleiterbranche eine PFAS-freie Membran aus konventionellen, spezifisch stabilisierten Polymeren zu entwickeln, die PFAS-Membranen ersetzen kann. Die Membran aus dem Polymer Polyacrylnitril (PAN) zeichnet sich durch eine hohe chemische und mechanische Stabilität aus. Zudem weist sie einen extrem kleinen Porendurchmesser von etwa sieben Nanometern auf. Das ist erforderlich, um partikuläre Verunreinigungen aus der Produktion abzutrennen und die für den Prozess notwendigen Betriebsflüssigkeiten wie Säuren und Lösemittel zu filtrieren und zu recyceln. Die Membran kann kundenspezifisch angepasst werden, so dass sich das neue Verfahren einfach in bestehende Anlagen zur Herstellung der nächsten Chipgeneration integrieren lässt.

**Neuartige, PFAS-freie Hightech-Membran kann kleinste Partikelverunreinigungen abfiltern und ermöglicht so die Fertigung von Halbleitern der nächsten Generation**
**(© Fraunhofer IAP/Till Budde)**

## Verunreinigungen müssen vermieden werden

*Beim Herstellen von Chips finden unzählige Prozessschritte wie Sägen, Reinigen, und Planarisieren statt, um die Strukturen auf die Wafer aufzubringen,* sagt Dr. Murat Tutus, Ingenieur am Fraunhofer IAP und Leiter der Abteilung *Membranen und funktionale Folien.* Bei all diesen Operationen fielen partikuläre Verunreinigungen an, die bei jedem Prozess abgetrennt werden müssten, da sie sonst die Herstellung der nanometergroßen Strukturen schädigen würden. Dem Team um Murat Tutus ist es gelungen, eine chemisch und mechanisch hochstabile Membran aus konventionellem Polymer zu realisieren, die Partikel mit einer Porengröße von nur sieben Nanometern heraussieben kann. Zum Vergleich: In der Medizintechnik werden zur sterilen Filtration Filter im Größenbereich von 220 Nanometern verwendet. *Das Polymer konnten wir durch eine weitere, von uns patentierte Komponente chemisch modifizieren und auch für harsche Prozessbedingungen stabilisieren,* sagt der Forscher.

Zudem standen die Forschenden vor der Aufgabe, eine Verteilung der Porengröße zu erzielen, die nur geringfügig von den sieben Nanometern abweichen sollte. Darüber hinaus sollte die Membran hoch durchlässig sein. Das Maß der Durchlässigkeit definiert laut Tutus die Anzahl der Poren auf der Oberfläche. Je kleiner die Poren seien, desto geringer falle die Durchlässigkeit aus. *Daher mussten wir im zweiten Schritt bei konstanter Porengröße die Anzahl der Poren erhöhen, um so die Permeabilität zu steigern,* erklärt Tutus.



**Die PFAS-freie Polymermembran ist chemisch stabil, hoch permeabel und hat einen Porendurchmesser von circa sieben Nanometern**
**(© Fraunhofer IAP)**

## Herstellung der Membran mit REACh-konformen Lösemitteln

Da sich die Membran über Porengröße und Durchlässigkeit kundenspezifisch anpassen lässt, kann sie einfach auf unterschiedlichste Anwendungen in anderen Branchen angepasst werden. Der Vorteil dabei: Bestehende Anlagen lassen sich weiter nutzen, Mitarbeitende müssen nicht fortgebildet werden. Großes Potenzial für ihre Entwicklungen sehen Dr. Tutus und sein Team vor allem in der pharmazeutischen und der chemischen Industrie, wo ebenfalls mit aggressiven Lösemitteln gearbeitet wird. Bei der Herstellung der Membran selbst werden nachhaltige, REACh-konforme Lösemittel verwendet; der komplette Produktionsprozess ist bei niedrigen Temperaturen nachhaltig gestaltet. Die Membran wird im NIPS-Verfahren, kurz für nicht-lösungsmittelinduzierte Phasentrennung, erzeugt, wobei die Forschenden auch die Morphologie, also die Druckstabilität der Membran, anpassen können.

➲ **www.iap.fraunhofer.de**

# Antrocknen von Latex-Ringen in Aluminiumtuben

**Einsparung von Energie und damit Verbesserung des $CO_2$-Fußabdrucks bei der thermischen Behandlung von Metallen unter Einsatz von zugleich einfacher und kompakter Anlagentechnik**

Aluminiumtuben werden in der Lebensmittelindustrie oder in der Medizin und der Kosmetik für die Verpackung von unterschiedlichen Medien genutzt. Der Verbraucher muss mit der Kappe nur die Versiegelung im Spender öffnen und kann dann sofort den Inhalt nutzen. Sind die Tuben geleert, kann das Aluminium recycelt und wieder verwendet werden. Während des Transports und während der Nutzung müssen die Inhaltsstoffe sicher in der Tube verbleiben; lediglich bei der Entnahme durch den Nutzer soll der jeweilige Inhaltsstoff durch Abschrauben der Kappe und Druck auf die Tube ausfließen. Besondere Anforderungen werden dabei an die Dichtheit des gefalteten Endes der Tube mit ihrem innen befindlichen Latex-Dichtungsring gestellt.

Aus Marketinggründen ist die Aluminiumtube außen bedruckt und zum Schutz des Inhalts und des Tubenmetalls wird sie zudem innen beschichtet. Für die Trocknung dieser Beschichtungen wird heute noch konventionell sehr ineffiziente Heißluft eingesetzt.

Da der Latexring innen in der Tube appliziert wurde, kommt er mit der Transporteinrichtung und später mit der Verpackung nicht in Berührung. Es reicht also, wenn der eingesetzte Latex so weit angetrocknet ist, dass er nicht verläuft. Da die Wandung der Tuben sehr dünn ist und die Tuben insgesamt sehr leicht sind, kann nur mit einer sehr geringen Luftgeschwindigkeit getrocknet werden, um die Tuben nicht von der Transporteinrichtung weg zu blasen. Entsprechend langsam ist die Trocknung und groß die Trockenstrecke. Um nicht zu viel Länge zu benötigen, werden deshalb zur Trocknung häufig sehr teure, meanderförmige Trockenkanäle verwendet.

Um diese drei Kostentreiber einzudämmen, besteht seit kurzem die Möglichkeit zur direkten Erwärmung der Aluminiumtuben im hochfrequenten Magnetfeld. Diese Technologie erfordert eine deutlich geringere Investition im Vergleich zur bisherigen Trocknungstechnik, benötigt nur sehr wenig Förderlänge und die erforderlichen Energiekosten betragen nur einen Bruchteil.

Lediglich der Förderer muss im Bereich der Erwärmstation aus elektrisch neutralem Werkstoff hergestellt sein. Dies kann jeder Kunststoff sein, der die für die Trocknung erforderliche Temperatur verkraftet. Alle anderen Stationen für beispielsweise Übernahme, Applikation oder Transport sind die selben wie bei der bisherigen Produktionsart. Die Tubendurchmesser liegen im Bereich zwischen 6 mm und bis zu 40 mm und die Längen zwischen 50 mm und bis zu 300 mm; die Durchsatzmengen reichen bis 150 Tuben pro Minute. Betrieben wird diese Wirbelstrom-Erwärmung mit elektrischem Strom. Der Energieverbrauch lässt sich einfach ermitteln aus der Masse der durchgesetzten Aluminiumtuben, der notwendigen Temperaturerhöhung und Berücksichtigung des Wirkungsgrades. Dieser liegt bei der Wirbelstrommethode bei 70 %, während es die Heißlufterwärmung lediglich auf 5 % bringt. Bereits umgesetzte Anlagen zeigen, dass die Investition etwa 2/3, der Längenbedarf etwa 2/5 und der Energieverbrauch sogar nur 1/10 der Kosten betragen, wie für eine konventionelle Heißluftanlage zu veranschlagen ist.

Dieses Erwärmungsverfahren kann auch zur Trocknung des Spülwassers sowie der Beschichtung auf der Außen- und der Innenseite der Aluminiumtuben eingesetzt werden.

## Zum physikalischen Effekt der Wirbelstrom-Erwärmung

Eine vertikal und horizontal an die Geometrie der Tuben angepasste Erwärmspule wird von einem Generator mit hochfrequentem Strom versorgt. Die Leistung der Spulen ist variierbar von 100 % bis 2 % und sie kann automatisch und manuell eingestellt werden. Die Spulen lassen sich einfach an sich verändernde Geometrien anpassen. Zu Kühlung ist kein Wasser notwendig; es reicht die umgebende Hallenluft. Mit einer leichten Luftbewegung werden die entstehenden Dämpfe abgeführt. Grundsätzlich für alle Metalle gilt: Mit steigender Frequenz wird die Strom führende Materialschicht auf der Oberfläche des Werkstücks immer dünner. Diese sehr dünne Schicht wird so intensiv von Strom durchflossen, dass sie durch die Flussdichte des Stroms erwärmt wird. Diese Wärme wandert natürlich auch in das Innere des Werkstücks ab, je nach Wärmeleitwert des Werkstoffs.

➲ **www.baueranlagen.de**

Anzeige

# Digitalisierung in der Metallbearbeitung

## Trendbericht zur AMB 2024

**Stand heute sei der Digitalisierungsgrad auf Shopfloor-Ebene immer noch erschreckend niedrig und wenn überhaupt, geprägt von Insellösungen. Diese Aussage eines Umfrage-Teilnehmers unter Ausstellern der diesjährigen AMB zeigt die Wahrnehmung des grundsätzlichen digitalen Reifegrades in der Metallbearbeitung, berichtet die Messe Stuttgart in ihrem Trendbericht zur AMB 2024.**

Trotz der Zurückhaltung vieler Anwenderinnen und Anwender und gescheiterter Versuche digitale Plattformen zu etablieren, sind im Jahr 2024 die Themen Industrie 4.0 und IIoT keine Unbekannten in Maschinenbau und Metallbearbeitung. Es ist alles da, was es braucht, um zeitgemäße Konzepte anzugehen. So zeigt zum Beispiel die Sonderschau mit der von VDW und VDMA getragenen Initiative *Umati* (universal machine technology interface) zur Verbreitung und Nutzung offener Schnittstellenstandards auf Basis von OPC UA, wie Maschinen und Anlagen untereinander kommunizieren oder in kunden- und anwenderspezifische IT-Ökosysteme integriert werden können. Mit 5G-Campusnetzen ist zudem ein leistungsstarker privater Mobilfunkstandard für die Vernetzung von Maschinen und Anlagen verfügbar. Und das Knowhow ist auch vorhanden. Nur ein Beispiel: Steuerungstechnikanbieter wie Fanuc, Heidenhain oder Siemens zeigen in angrenzenden Fertigungsbranchen längst im täglichen Einsatz, welcher Nutzen in der Digitalisierung liegt.

Daher wundert es nicht, dass auch viele Teilnehmerinnen und Teilnehmer einer Umfrage unter AMB-Ausstellerfirmen das Thema Digitalisierung betonen. Sie wollen auf der internationalen Ausstellung für Metallbearbeitung in diesem Jahr in Stuttgart vom 10. bis 14. September den Nachweis antreten, dass integrative Digitalisierungsansätze bereits heute dazu gehören – allen voran die Software-Anbieter. Beispielsweise vernetzt das 2015 gegründete Unternehmen Evomecs Maschinen, Systeme und Prozesse markenneutral und ortsunabhängig. Die Münchener sehen sich als Treiber für die Digitalisierung, um dem zunehmenden Rationalisierungsdruck, dem wachsenden Fachkräftemangel und einem intensiven internationalen Wettbewerb zu begegnen. Diejenigen Unternehmen, denen es gelänge, bereits heute die richtigen Maßnahmen in die Wege zu leiten, würden in Zukunft als Produktionsunternehmen erfolgreicher, aber auch resilienter sein, da sie ihre Wertschöpfung auf digitale Geschäftsmodelle ausweiten können.

**Fachinformationen und Networking bietet die AMB 2024 (Bild: Landesmesse Stuttgart GmbH)**

Die Evomecs-Software integriert alle relevanten Bestandteile eines zerspanenden Unternehmens, wie ERP-Systeme, CAM-Systeme, Werkzeugvoreinstellgeräte, Werkzeuge, Werkstücke, Lagersysteme, CNC-Maschinen aber auch manuelle Arbeitsplätze. Das so erzeugte Ökosystem generiert viele qualitativ hochwertige Daten über die eigenen Fertigungsprozesse. Diese Daten können laut Unternehmen prinzipiell auch für die Entwicklung von datengestützten oder datengetriebenen Geschäftsmodellen genutzt werden.

Produzierende Unternehmen müssten immer schneller und effizienter fertigen. Gerade bei der Produktion von kleinen Stückzahlen entstünde dabei ein enormer Kommunikations-, Verwaltungs- und Dokumentationsaufwand, der zudem leicht zu teuren Fehlern und Schäden in der Fertigung führen könne und ein hohes Maß an Fachkompetenz entlang des kompletten Fertigungsprozesses benötige. Gerade vor dem Hintergrund des zunehmenden Fachkräftemangels müssten Unternehmen optimieren, automatisieren und damit auch digitalisieren, ist man sich bei Evomecs sicher.

Mithilfe der Evomecs-Software entstünde ein wertvoller Datenschatz, der prinzipiell die Grundlage für verschiedenste Anwendungen beispielsweise der künstlichen Intelligenz sein kann. Nutzerinnen und Nutzer können

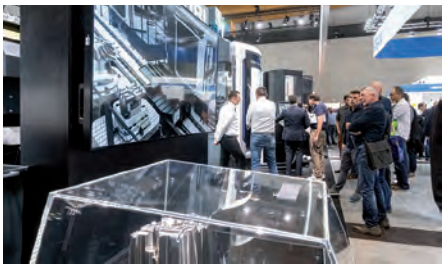
**Durch den Fachkräftemangel werden digital unterstützte Prozesse immer wichtiger (Bild: Landesmesse Stuttgart GmbH)**

sich Informationen aus der Fertigung generieren lassen, die zur Optimierung der Prozesse herangezogen werden könnten. Gearbeitet wird in München derzeit an Konzepten, die Datenanalysen, Prozessoptimierungen, Planungs-Forecasts aber beispielsweise auch die auf Spracheingabe gestützte Steuerung der Fertigung ermöglichen.

### Mit Simulation zur raschen Produkteinführung

Auch im Zentrum der Maschine, im Zerspanungsvorgang selbst, steckt in digitalen Lösungen ein großes Optimierungspotenzial. Modellierungen und Simulationen optimieren den späteren Betrieb und ermöglichen höhere Schnittgeschwindigkeiten und Vorschübe sowie eine längere Werkzeuglebensdauer. Der CAE-Anbieter Third Wave Systems stellt virtuelle Testumgebungen zur Verfügung, die zu weniger Ausfallzeiten führen und Trial-and-Error-Tests überflüssig machen.

Auf der diesjährigen AMB wird das Unternehmen technische Innovationen vorstellen, die Markteinführungszeiten deutlich verkürzen. Besucherinnen und Besucher können erleben, wie eine virtuelle Iteration im Vergleich zu Versuchen an der Maschine sowohl die Zahl der Versuche als auch die der Fehler deutlich verringert. Dies führe zu einem fundierten Design-for-Manufacturing-Prozess mit dem Fokus auf *First-Time-Right*. Der geringere Arbeitsaufwand für die manuel-



**Im Jahr 2024 sind die Themen Industrie 4.0 und IIoT keine Unbekannten in Maschinenbau und Metallbearbeitung**
**(Bild: Landesmesse Stuttgart GmbH)**

le Nachbearbeitung lasse die Maschinenlaufzeiten um 50 Prozent sinken.
Zu den Herausforderungen gehören jedoch noch immer, bei Anwenderinnen und Anwendern ein umfassendes Verständnis der strategischen Beweggründe sowie der erforderlichen Umstellung der Denkweise auf eine flüssige, flexible Simulationstechnologie zu erreichen. Am Ende, so das Unternehmen, lohne sich die materialspezifische Modellierungs- und Simulationstechnologie. Die US-Amerikaner erhalten dieses Feedback bereits heute aus der Luft- und Raumfahrt, der Automobilindustrie und der orthopädischen Medizintechnik.

## Werkzeuge verwalten

Die Digitalisierung gehört auch für die Grob-Werke zum Arbeitsalltag. Zur AMB in diesem Jahr habe man den digitalen Werkzeugkreislauf im Fokus. Dieser sei besonders relevant, um sinnvoll gegen steigende Produktionskosten anzugehen. Daher widmet sich der entsprechende Bereich des Familienunternehmens aus Mindelheim in diesem Jahr der Automatisierung von Prozessen rund um das Werkzeug. Durch zahlreiche Kooperationen mit Herstellern von Werkzeugverwaltungssystemen und Voreinstellgeräten bietet Grob Anwenderinnen und Anwendern die Möglichkeit, sich deutliche Kosteneinsparungen im Umgang mit Zerspanungswerkzeugen zu sichern. Die zugrundeliegende Lösung nennt sich GROB4TDX und ermöglicht die Digitalisierung des Werkzeugkreislaufs in der gesamten Produktion, unabhängig vom Maschinenhersteller. Dies sei ein essenzieller Schritt hin zu einer kostengünstigen und ressourcenschonenden Produktion.
Ein weiterer Maschinenhersteller betont neben der Hardware auch Neuerungen im digitalen Bereich. MTE Deutschland produziert Bettfräsmaschinen und Fahrständermaschinen. Auf der AMB in Stuttgart wird die Starrbettfräsmaschine SBM 8000 ausgestellt. Sie heißt so, da der über Flur montierbare starre Tisch für eine hohe Grundstabilität sorgt. Einen bedeutsamen Schritt in Richtung Digitalisierung in der Fertigungsindustrie sieht man in Montabaur jedoch aus einem anderen Grund: Diese Maschine ist mit der neuesten Steuerung Heidenhain TNC 7 ausgestattet; eine Technik, die Funktionen biete, um sowohl Effizienz als auch Produktivität in der CNC-Bearbeitung signifikant zu steigern. CAD/CAM-Daten werden nahtlos integriert, wodurch die Programmierung von Werkstücken schneller und präziser wird. Die intuitive Multitouch-Bedienung und die grafische Benutzeroberfläche erleichtern die Bedienung und verbessern die Benutzererfahrung erheblich. Darüber hinaus bietet die TNC 7-Steuerung eine Reihe von Smartfunktionen, wie etwa die automatische Werkstückantastung und die grafische Unterstützung beim Ausrichten von Spannmitteln. Diese Funktionen vereinfachen den Einrichtungsprozess und optimieren die Arbeitsabläufe. Ergebnis sind laut Anbieter mehr Effizienz und Präzision.

## Digitale Geschäftsmodelle

Schlanke Arbeitsabläufe hat auch ein noch junges Unternehmen im Sinn. Spanflug Technologies ist eine Ausgründung der TU München und des Instituts für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften. Die Gründer Markus Westermeier und Adrian Lewis verfolgen den Plattformansatz: Sie versammeln Fertigungsbetriebe, die in einem digitalisierten Workflow Teile produzieren. Mittlerweile besteht das Netzwerk nach eigenen Angaben aus mehr als 300 qualifizierten Fertigungspartnern aus Deutschland und Österreich. Unter ihnen, so das Versprechen, finden Nutzerinnen und Nutzer den idealen Lieferanten für jedes CNC-Teil und produzieren beziehungsweise liefern es ab sechs Arbeitstagen. Da auch die Angebotserstellung für Dreh- und Frästeile viel Zeit und Ressourcen kostet, lautete die Überlegung hinter dem Geschäftsmodell, dass die Automatisierung von administrativen Aufgaben deutlich einfacher sein könne als die Optimierung der Fertigung selbst.

**Virtuelle Welten spielen eine wichtige Rolle in der Produktion**
**(Bild: Landesmesse Stuttgart GmbH)**

Allerdings lassen sich komplexe Aufgabenstellungen wie im Bereich der automatisierten Kalkulation für die Zerspanung nicht in kurzer Zeit mit vorgefertigten KI-Modellen oder zugekauften Softwarekomponenten bewältigen. Hier brauche es einen langen Atem und die richtige Mischung aus Branchenkenntnis und Technologie-Knowhow.
Heute bietet die Plattform zwei Zugänge: eine Beschaffungslösung für Anwender und eine Angebotslösung für Unternehmen in der Lohnfertigung. Erstere sollen Kosten und Fertigungszeiten für die zerspanende Bearbeitung sparen. Hersteller profitieren bei der Nutzung der Plattform vom Verzicht auf aufwändige IT-Projekte und große Investitionen. Die Gründer sind stolz darauf, Bauteilbedarfe mit spezialisierten Fertigungsbetrieben und ihren mehr als 6000 Maschinen zusammenzubringen. Die digitale Plattform ermögliche den effizientesten Einsatz wertvoller Ressourcen im Netzwerk, Lasten auszugleichen und Stillstände zu vermeiden.
Zur AMB wird Spanflug eine erweiterte Version der Software präsentieren, die neben den Fertigungszeiten und Preisen auch einen Arbeitsplan ausgibt. Dieser macht zum einen die Kalkulation besser nachvollziehbar, da die automatisch kalkulierten Kosten und Fertigungszeiten gegliedert nach Arbeitsschritten einsehbar sind. Zum anderen werden Anwender noch besser in der Arbeitsvorbereitung unterstützt. Durch diesen völlig neuen Ansatz stehen laut Dr. Markus Westermeier, CEO von Spanflug, alle fertigungsrelevanten Informationen wie benötigte Werkzeugmaschinen und Arbeitsschritte bereits zum Zeitpunkt der Angebotserstellung zur Verfügung und können unkompliziert in ERP-Systeme übernommen werden.

## Vorarbeit leisten und Zeit sparen

Der Siemens-Konzern lenkt den Blick wieder in die Produktionshallen der Unternehmen: Ein Austausch von Maschinen in einer Produktion kann bei guter Auslastung für Engpässe und Lieferverzögerungen führen. Ein Zustand, der manch Fertigungsleiter oder Fertigungsleiterin in die Zwickmühle bringt: Man braucht die neue Maschine mit mehr Kapazität und Leistungsumfang sobald wie möglich, hat aber eigentlich keine Zeit sie

auszutauschen. Denn es kommt nicht selten vor, dass hunderte CNC-Programme von alten auf neue Steuerungen, auch desselben Herstellers, übertragen werden müssen. Siemens-Fachleute haben sich gefragt, wie bei einem Ersatz einer bestehenden Maschine möglichst ohne Unterbrechung der Fertigung weiter produziert werden kann. Eine Lösung bietet das Offline-Programmiertool *SinuTrain* von Siemens. Diese *virtuelle CNC* verhält sich exakt wie die reale CNC in der Maschine: Hier arbeitet dieselbe Sinumerik-Operate-Version wie auf der entsprechenden zukünftigen Maschine, mit denselben Maschinendaten der realen Maschine. Konsistenz und Syntax der CNC-Programme können so im Vorfeld bestmöglich getestet werden.

Hinzu kommt, dass den Anwenderinnen und Anwendern mit dem SinuTrain genau dieselben CNC-Editoren wie an der Maschine zur Verfügung stehen. So kann das Bedien- und Programmier-Know-how der Spezialisten im Shopfloor für die Arbeitsvorbereitung genutzt werden. Im Resultat entspricht die neue Maschine vom ersten Tag an genau dem Verhalten der virtuell vorbereiteten. Eine Lösung, die ohne den digitalen Zwilling nicht möglich wäre.

### Lagerbestände im Dauer-Blick

Softwarelösungen optimieren auch den Bestellprozess von Materialien, die bearbeitet werden sollen. Ein Beispiel liefert Bikar Aerospace: Seit 2016 hat sich das Unternehmen als Metall-Servicecenter für die Luft- und Raumfahrtindustrie positioniert. Alle Services rund um die Materialbeschaffung, -vorbereitung und -lieferung werden aus einer Hand angeboten. Das Ziel lautet, schnellstmögliche Reaktionen auf Materialabruf und -planung von Anwendern zu bieten. Ein Contract-Monitoring-Tool stellt Echtzeitdaten von Lagerbeständen zur Verfügung und ermöglicht einen ständigen Abgleich der an einzelnen Standorten benötigten Waren mit den Lagerbeständen bei Bikar. Dieser Forecast Monitor gewährleistet jederzeit einen sicheren Überblick über die Lieferkette. So können Nutzende frühzeitig auf Unwägbarkeiten des Weltmarkts reagieren. Ziel ist es, mit der Entwicklung von eigenen Softwarelösungen und einer intelligenten Vernetzung der Anlagen den Weg in die digitale Zukunft des Metallhandels zu ebnen.

Diese Beispiele mit unterschiedlichen Ansätzen zur Digitalisierung der Metallbearbeitungsbranche zeigen trotz mancher Zurückhaltung die Breite des Markts. Dies wird auch auf der AMB in diesem Jahr vom 10. bis 14. September in Stuttgart deutlich werden. Digitale Konzepte werden sich wie ein roter Faden durch die Ausstellung ziehen und Werkzeugmaschinen und ihre Steuerungen, Automatisierungslösungen rund um die Maschinen, eingebettete Messtechnik und kollaborative Robotik miteinander vernetzen. So bringt die Digitalisierung die Branche voran auf dem Weg nachhaltiger und effizienter zu produzieren und im internationalen Wettbewerb bestehen zu können.

### Über die AMB

Seit 1982 präsentiert die AMB die Highlights der internationalen Metallbearbeitungsindustrie. Sie ist Marktplatz und Treffpunkt der spanabhebenden Metallbearbeitung, auf dem in sämtlichen Facetten neueste Produkte, Technologien, Innovationen, Dienstleistungen und Konzepte präsentiert werden. Mit 1200 Unternehmen aus 30 Ländern ist die Messe in diesem Jahr voll belegt und bietet ein breit gefächertes Ausstellerangebot. Global führende Hersteller von spanabhebenden Werkzeugmaschinen und Präzisionswerkzeugen werden nach Messemitteilung ebenso vertreten sein wie leistungsstarke mittelständische Unternehmen und innovative Start-ups aus der Region.

Unterstützt wird die AMB von den ideellen Trägerverbänden VDMA (Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau) mit den Fachverbänden Präzisionswerkzeuge, Software und Digitalisierung sowie VDW (Verein Deutscher Werkzeugmaschinenfabriken e. V.).

➲ **www.amb-messe.de**

## PFAS-freie Beschichtung von Elastomeren

**Auf der DKT 2024 haben Walther Trowal und die italienische C.S.I. Centro Servizi Industriali Srl eine umweltfreundliche Alternative für die Beschichtung von Massenkleinteilen aus Elastomeren vorgestellt. Das neue, erstmals PFAS-freie Lacksystem von C.S.I. ist speziell auf die Rotamaten abgestimmt und wird auch auf der diesjährigen AMB gezeigt.**

PFAS (per- und polyfluorierte Alkylverbindungen), die bisher in vielen Lacksystemen enthalten sind, sind in der Umwelt nicht oder nur über sehr lange Zeiträume vollständig abbaubar. Außerdem stehen einige von ihnen im Verdacht, krebserregend zu sein. Es ist absehbar, dass die EU den Einsatz von PFAS in naher Zukunft einschränken wird.

Deshalb präsentierten beide Unternehmen nach Mitteilung von Walther Trowal auf der Deutschen Kautschuk Tagung DKT vom 1. bis 4. Juli in Nürnberg die neuen PFAS-freien Gleitlacke CSIP13 und CSIPN18 für Dichtungselemente aus Elastomeren und Kunststoff, beispielsweise von O-Ringen oder Flachdichtungen. Obwohl sie keine PFAS enthalten, weisen sie nach Unternehmensangaben dennoch einen ebenso niedrigen Reibungskoeffizienten auf wie PTFE-basierte Lacksysteme und sind langzeitbeständig. C.S.I. hat sie speziell für die Beschichtung in den Rotamaten entwickelt, die Walther Trowal entwickelt und vertreibt. Speziell der Rotamat R 100 wird wegen seiner großen Trommel zunehmend von Kunden verwendet, um auch großvolumige Teile zu beschichten, etwa Faltenbälge.

Wie Danilo Olivino, technischer Geschäftsführer bei C.S.I., erklärt, waren zur Erreichung dieses Ziels für das Team einige Herausforderungen zu meistern: Um alle fluorhaltigen Komponenten durch ein alternatives Gleitmittel zu ersetzen, wurden umfangreiche Versuche durchgeführt, sowohl zur Zusammensetzung des Lacks als auch zur eigentlichen Beschichtung. Mit der Möglichkeit, den Prozess in sehr weiten Grenzen präzise und wiederholbar zu regeln, verfüge der Rotamat über die optimale Technik, die Vorgänge in der Sprühkammer exakt zu steuern, so Olivi-

no. Besonders bei der Beschichtung von Teilen für die Automobilindustrie komme es auf hohe Prozesssicherheit und Reproduzierbarkeit an, die der Rotamat biete.

Die umfangreiche Sensorik des Rotamaten liefert seiner Aussage zufolge exakte Messdaten für die auf das Zehntelgramm pro Minute genaue Regelung des Volumenstroms. So ist gewährleistet, dass jederzeit die richtige Menge an Beschichtungsmaterial pro Zeiteinheit auf die Teile aufgetragen wird und die gewünschte Schichtdicke genau und reproduzierbar eingehalten wird.

Erste Kunden von Walther Trowal beschichten mit Rotamaten Massenkleinteile erfolgreich mit PFAS-freien Gleitlacken. Zu ihnen zählt die niederländische Brüning Flexible Coating B. V., die mit mehreren Anlagen unter anderem O- und X-Ringe beschichtet, berichtet Walther Trowal. Der Rotamat ist die wirtschaftliche Lösung für die Oberflächenbeschichtung von Massenkleinteilen, wie zum Beispiel O-Ringe, Griffe, Federn oder Schrauben. Er eignet sich für ein breites Spektrum von Teilen aus Metall oder Holz, Gummi oder unterschiedlichen Kunststoffen. Dazu zählen Teile für die Automobil- und Kosmetikindustrie, Komponenten für Schreib-, Spiel- und Kurzwaren sowie Dichtungs- und Dämpfungselemente. Es können wasserbasierende als auch lösemittelhaltige Lacke verarbeitet werden.

Rotamaten werden ebenso für die Dekorationsbeschichtung mit einer Vielzahl von wasser- und lösungsmittelbasierten Effekt- und Funktionslacken eingesetzt wie für die Beschichtung mit Gleitlack, Haftmitteln, Korrosionsschutz- oder Isolationslacken. In den Anlagen werden Kleinteile in einer sich drehenden, geschlossenen Sprühkammer beschichtet. Sprühautomaten tragen das Beschichtungsmaterial gleichmäßig auf die sich übereinander abrollenden Teile auf und werden dabei sofort getrocknet. Das Resultat: eine homogen beschichtete Oberfläche, gleichmäßige Schichtdicke und hohe Langzeitstabilität des Materialauftrags. Auch geometrisch komplizierte oder besonders empfindliche Teile verlassen die Maschine gleichmäßig beschichtet, vereinzelt und trocken. Sie können sofort weiterverarbeitet werden. Der Beschichtungsprozess läuft vollautomatisch ab, die Bedienung beschränkt sich auf das Füllen und Leeren der Trommel. Die aufwendige Positionierung der Teile auf Gestelle – wie bei konventionellen Beschichtungsautomaten erforderlich – entfällt.

Auf der **AMB 2024** in Stuttgart (10. bis 14. September 2024) zeigt Walther Trowal in **Halle 5, Stand Nr. 5B48**, seine Gleitschleif-Maschinen für die Oberflächenbearbeitung hochwertiger Werkstücke aus Metall entlang der gesamten Prozesskette des Gleitschleifens. Außerdem stellt das Unternehmen seinen Rotamaten für das umweltfreundliche Beschichten von Kleinteilen vor.

## Über Walther Trowal

Walther Trowal entwickelt und produziert seit 1931 Verfahrenslösungen für die Bearbeitung von Oberflächen. Ausgehend von der Gleitschleiftechnik – der Begriff *Trowalisieren* ist abgeleitet von Trommel Walther – hat Walther Trowal das Angebotsspektrum kontinuierlich erweitert. So entstand eine Vielfalt von Anlagen und Maschinen für das Gleitschleifen und Strahlen sowie das Beschichten von Massenkleinteilen.

Das Unternehmen realisiert vollständige Systemlösungen, die sich nahtlos in verkettete Produktionsabläufe der Kunden integrieren. Das umfasst die gesamte, an die spezifischen Anforderungen der Werkstücke angepasste Verfahrenstechnik, bei der sich Maschinen und Verfahrensmittel perfekt ergänzen. Da jedes Werkstück und jeder Produktionsablauf spezielle Anforderungen an die Prozesstechnik stellen, erarbeiten die erfahrenen Spezialisten der Versuchsabteilung gemeinsam mit den Kunden die jeweils optimale Verfahrenstechnik. Werkstücke mit Oberflächen, die exakt den Vorgaben entsprechen, werden mit kurzer Bearbeitungszeit und hoher Reproduzierbarkeit optimal bearbeitet.

Walther Trowal zählt zu den wenigen Herstellern, die sowohl die Maschinen als auch alle Verfahrensmittel für die Gleitschleiftechnik selbst entwickeln und herstellen, zum einen die Schleifkörper aus Kunststoff oder Keramik, zum anderen die Compounds. Das Produktspektrum umfasst auch die Peripherieeinrichtungen für das Handling der Werkstücke wie Hebe- und Kippgeräte, Förderbänder oder Rollengänge, außerdem für die Gleitschleifanlagen Trockner und Anlagen zur Aufbereitung des Prozesswassers.

Mit Austauschprogrammen für Verschleißteile, bei denen sich zum Beispiel Arbeitsbehälter in einem beständigen Kreislauf bewegen, werden wertvolle Ressourcen geschont und ein Beitrag zur Nachhaltigkeit in der industriellen Produktion geleistet. Der schnelle Support und der weltweite Reparatur- und Wartungsservice sichern die hohe Verfügbarkeit der Anlagen. Walther Trowal beliefert Kunden in unterschiedlichsten Branchen in aller Welt, so beispielsweise in der Automobil- und Flugzeugindustrie, der Medizintechnik und der Windenergieindustrie.

➲ **www.walther-trowal.de**

**Bei der niederländischen Brüning Flexible Finishes B. V. werden O- und X-Ringe bereits mit PFAS-freien Lacken beschichtet**

**(Bild: Brüning Flexible Finishes)**

# Internationale Allianz für grünen Wasserstoff

**Das fünfte Laser Colloquium Hydrogen – LKH2 des Fraunhofer-Instituts für Lasertechnik ILT, das am 10. und 11. September 2024 stattfindet, steht erneut im Zeichen nachhaltigen Netzwerkens. Kein Staat, kein Unternehmen, keine Forschungseinrichtung kann den Übergang zu einer nachhaltigen Wasserstoffproduktion allein bewältigen. Deshalb treffen sich wieder zahlreiche Expertinnen und Experten aus Praxis und Forschung in Aachen, um sich auszutauschen und gemeinsam Lösungen zu entwickeln. Ein Vortrags-Highlight des diesjährigen Kongresses ist die Vorstellung des deutsch-australischen Projekts HyGATE.**

*Die Prozesse der Herstellung von Wasserstoff und die Komprimierung, der Transport und die Rückverwandlung in Strom oder mechanische Energie sind noch viel zu ineffizient,* erklärt Dr. Alexander Olowinsky, Abteilungsleiter Fügen und Trennen am Fraunhofer ILT und Organisator des LKH2. Das Erhöhen der Effizienz von Wasserstoffprozessen ist eines der Topthemen des LKH2, das sich als roter Faden durch alle Vorträge zieht, kündigt das Fraunhofer ILT an. Die Themenvielfalt der knapp 20 Vorträge zeigt die Bandbreite der hocheffizienten Laserverfahren für die gesamte Prozesskette der Wasserstoffherstellung. Für besonderes Interesse sorgt bei den Teilnehmenden sicherlich der Vortrag von Robert McConville, Principal Manufacturing Engineer der Hysata Pty Ltd aus Unanderra, Australien, in der Nähe von Sydney. Das Unternehmen will nach eigenen Angaben künftig den weltweit kostengünstigsten grünen Wasserstoff liefern.

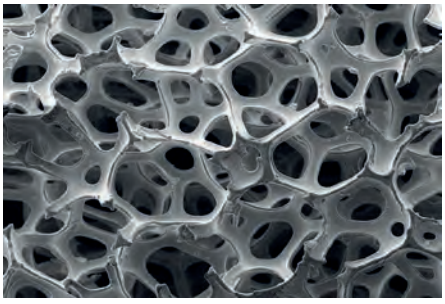
Die Chancen stehen gut, denn ein Spin-off der University of Wollongong hat eine Kapillarelektrolyse entwickelt, bei der kleine Kapillaren das Wasser gleichmäßig verteilen. Dieser Elektrolyseur erreicht einen beachtlich hohen Systemwirkungsgrad von 95 Prozent (41,5 kWh/kg). Der alkalische Elektrolyseur benötigt wesentlich weniger Energie, um ein Kilogramm Wasserstoff zu erzeugen – im Vergleich zu den besten, derzeit erhältlichen kommerziellen Wasserelektrolyseuren. Der in der Praxis nachgewiesene Wirkungsgrad des Hysata-Elektrolyseurs liegt über dem Effizienzziel (42 kWh/kg) der Internationalen Agentur für erneuerbare Energien (IRENA) für das Jahr 2050.

**Dr. Alexander Olowinsky, Organisator und Moderator des 5.LKH2 – Laser Colloquium Hydrogen (© ILT, Aachen)**

**Die Labortour bot Einblicke in das Hydrogen-Lab des Fraunhofer ILT (© ILT, Aachen)**

## Know-how aus Deutschland und Australien bündeln

Nun steht der Einstieg in die effiziente Großserienproduktion im Rahmen der Förderinitiative German-Australian *Hydrogen Innovation and Technology Incubator (HyGATE)* an. Australien und Deutschland bauen seit Juni 2023 die weltweit erste Lieferkette für nachhaltigen Wasserstoff auf. Der leitende HySata-Ingenieur McConville wird in Aachen auch die Rolle von deutscher Produktionstechnik beim Einstieg in die effiziente Herstellung von Elektrolyseuren erklären. Sein Vortrag ist in zweifacher Hinsicht nachhaltig: Er reist nicht mit dem Flugzeug nach Aachen, sondern hält seinen Vortrag auf dem LKH2 online, um über die gemeinsame Vorgehensweise zu berichten. *Wenn wir über Nachhaltigkeit und die Energieversorgung der Zukunft sprechen, können wir einen Referenten nicht um die halbe Welt schicken, um einen Vortrag bei uns zu halten,* erklärt Olowinsky.



**Nahaufnahme von Metallschaum, entwickelt vom Fraunhofer IFAM; Metallschaumelektroden bieten eine vergrößerte Reaktionsoberfläche und verbesserte Wärmeleitfähigkeit, was zu einer höheren Effizienz bei der Wasserstoffherstellung führt (© IFAM, Dresden)**

Der Laser steht im Mittelpunkt von McConvilles Vortrag: Das Fraunhofer ILT entwickelt in einem Teilprojekt zur Produktionstechnik laserbasierte Verfahren und Anlagen, etwa zum Bearbeiten von Metallschaumelektroden. Diese Entwicklung des Dresdner

### HyGATE: Deutsch-australische Wasserstoffallianz

Die Fördermaßnahme *HyGATE* wurde vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gemeinsam mit der Australian Renewable Energy Agency (ARENA) entwickelt. Deutschland stellt für die Förderung der bilateralen Projekte bis zu 39,6 Millionen Euro zur Verfügung, Australien bis zu 50 Millionen australische Dollar (32 Mio. Euro). In Australien koordiniert ARENA die Zusammenarbeit im Auftrag der australischen Regierung (Department of Industry, Science, Environment and Resources, DISER), in Deutschland ist der Projektträger Jülich (PtJ) im Auftrag des BMBF für die Koordination zuständig. Das *High-Efficiency ‚Capillary-fed' Electrolyzer Pilot Project (CFE Pilot)* unter der Konsortialführung der australischen Firma Hysata Pty Ltd startete im Juni 2023 als eines von vier Projekten, das Australien mit rund 8,9 Millionen australischen Dollar (5,5 Mio. Euro) und Deutschland mit mehr als sechs Millionen Euro fördert.

Fraunhofer-Instituts für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM, vergrößert die Reaktionsoberfläche sowie Wärmeleitfähigkeit und erhöht so die Effizienz.

## Von der Metallplattenherstellung bis zu laserinduzierten Nanoschäumen

Andere ebenso spannende Wege zur grünen Wasserstoffzukunft zeigen die weiteren Beiträge aus Industrie und Forschung: Die Vortragenden erklären, wie der Einstieg in die Großserienproduktion von Bipolarplatten und Brennstoffzellen gelingt, wie optimale Beschichtungen entstehen und wie sich komplexe Laserprozesse überwachen lassen. Die Themenvielfalt der rund 20 Vorträge veranschaulicht die Bandbreite der Lasertechnik für die gesamte Prozesskette der Wasserstoffherstellung.

Das wird bei einem kurzen Blick auf die Vorträge deutlich: Stefan Kaiser von der Andritz Kaiser GmbH beispielsweise erklärt die Vorteile hochpräziser Strahlablenkung beim Lasermikroschweißen von Bipolarplatten. Wie sich diese Metallplatten mit dem Ultrakurzpulslaser schneiden lassen, erfahren die Teilnehmenden von Stoyan Stoyanov vom Fraunhofer ILT. Eike Hübner vom Fraunhofer-Heinrich-Hertz-Institut HHI erläutert, weshalb sich mit dem Laser hergestellte Nanoschäume (Laser Induced Nanofoams, LINF) besonders zum Einsatz in Katalysatoren eignen. David Janssens von Siemens zeigt, wie abstimmbare Diodenlaser-Absorptionstechnologie (TDLAS) und das KI-basierte Management von Analysesystemen helfen, hochwertigen grünen Wasserstoff mit hohem Durchsatz zu produzieren.

## Ein Schlüssel zu mehr Effizienz

Die Teilnehmenden erkunden außerdem bei Laborführungen den aktuellen Stand der Forschung. Das Fraunhofer ILT hat mit dem HydrogenLab optimale Bedingungen geschaffen, um die Brennstoffzelle von den Grundlagen bis zur Serienreife zu optimieren. Das HydrogenLab ist auf interdisziplinäre Zusammenarbeit ausgelegt und bietet Raum für öffentliche Projekte und Industriekooperationen, um Synergieeffekte zu erzielen. Fraunhofer-Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler forschen hier an der kostenoptimierten und bedarfsorientierten Serienproduktion von Brennstoffen und beschleunigen den Rollout in Industrie und Gesellschaft.

Das 300 Quadratmeter große HydrogenLab verfügt über lasertechnische Versuchsanlagen für die Herstellung von metallischen sowie Compound-Bipolarplatten. Es bietet Anlagen zur Strukturierung mit Ultrakurzpulslasern, laserbasierte Beschichtung sowie zum Hochgeschwindigkeitsschweißen und -schneiden. Prüfstände testen die Wasserstoffdichtheit und Effizienz der lasergefertigten Komponenten.

Wie die Branche auf die Kritik an der Effizienz von Wasserstoffprozessen reagieren soll, ist eine der Hauptfragen, die das fünfte LKH2 in Aachen ebenfalls beantworten möchte. *Wir demonstrieren, wie die Lasertechnologie die Effizienz der Wasserstoffproduktion verbessern kann,* erklärt Dr. Olowinsky. Sie ist ihm zufolge der entscheidende Schlüssel, das wichtigste Werkzeug, um die Prozesse und Komponenten zu optimieren.

Das Programm der Veranstaltung des Fraunhofer ILT finden Interessenten unter:
➲ **https://s.fhg.de/d52**

**Kontakt**
Dr.-Ing. Alexander Olowinsky,E-Mail: alexander.olowinsky@ilt.fraunhofer.de
➲ **www.ilt.fraunhofer.de**

Galvanikanlagen für dekorative und funktionelle Oberflächen.

walter Lemmen

Gestellanlagen
Trommelanlagen
Tischgalvanikanlagen
Einzelwannen
Ionenaustauscheranlagen

OT
ZVO-OBERFLÄCHENTAGE
LEIPZIG
11.-13.9.2024
Kongress für Galvano- und Oberflächentechnik
Wir stellen aus
Stand Nr.:
47

www.walterlemmen.de

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

Leiterplattentechnik
Wafer Technologie
Galvanotechnik
Medizintechnik
Filtertechnik
Apparatebau

# DIE OBERFLÄCHE 2024 – Feuerwerk der Innovationen in der Oberflächentechnik

Begleitend zur Messe SurfaceTechnology GERMANY 2024, der Leitmesse der Oberflächentechnik vom 4. bis 6. Juni 2024 in Stuttgart, wurde wieder der disziplinoffene Preis *DIE OBERFLÄCHE* vergeben. Die bewährte Jury, bestehend aus Dr. Martin Metzner vom Fraunhofer IPA, Dr. Martin Riester, VDMA, und Dr. Michael Hilt, FPL, hatte 2024 über ein besonders enges Rennen in der Spitzengruppe zu entscheiden.

DIE OBERFLÄCHE stellt den einzigen Preis innerhalb der Oberflächentechnik dar, der disziplinoffen und anwendungsorientiert ist. Obwohl die Jury ebenfalls interdisziplinär zusammengesetzt ist, bleibt die transparente und faire Bewertung eine Herausforderung. Diese folgt jedoch einer über die Jahre hinweg weiterentwickelten Systematik. Die Bewerbungen werden gemäß der Ausschreibung über ein Portal digital eingereicht. Der Einsendeschluss hierfür war in diesem Jahr der 8. April. Anschließend erhält jedes Mitglied der Jury eine Excel-Datei, in der die Bewerbungen in der Reihenfolge ihres Eingangs aufgelistet sind. Jedes Jurymitglied bewertet die Bewerbungen separat nach den vier Kriterien: Innovationsgrad, Nachhaltigkeit, Enabler-Technologie und Industrielle Machbarkeit. Die Punktevergabe in den einzelnen Kategorien reicht von 0 (sehr schlecht) bis 10 (extrem gut). Jedes Jurymitglied hat pro Bewerbung maximal 40 Punkte zu vergeben. In einer Jurysitzung werden die Bewertungen zusammengeführt und die eingegangenen Bewerbungen diskutiert. Bei großen Diskrepanzen zwischen den einzelnen Bewertungen werden die Diskussionen teilweise sehr detailliert geführt. Die interdisziplinäre Zusammensetzung der Jury erweist sich dabei als äußerst hilfreich. Die Diskussion wird so lange geführt, bis im übertragenen Sinne *weißer Rauch* aufsteigt und ein Konsens über die Bewertungen besteht. Dabei werden die fünf Erstplatzierten nominiert und zur Preisverleihung eingeladen. Die ersten drei Plätze werden mit den Preisen Gold, Silber und Bronze gekürt, während die Plätze vier und fünf als Nominierte mit einer Urkunde ausgezeichnet werden.

Sowohl die Zahl der 2024 eingegangenen Bewerbungen als auch deren Qualität waren beeindruckend. Zudem traten in diesem Jahr drei Besonderheiten auf, die aus der hohen Qualität der Bewerbungen und einem sehr dicht gedrängten vorderen Teilnehmerfeld resultierten. So lag zwischen dem ersten und dem zweiten Platz ein Punktedurchschnitt von nur 0,08, was die hohe Qualität im Vorderfeld verdeutlicht. Weiterhin wurden in diesem Jahr nicht fünf, sondern sechs Teilnehmer nominiert, da Platz fünf und Platz sechs exakt punktgleich waren. Der erste nicht nominierte Teilnehmer, also in diesem Jahr Platz sieben, lag im Durchschnitt nur 0,25 Punkte hinter den punktgleichen Plätzen fünf und sechs. Somit stand die Jury in diesem Jahr vor besonderen und sehr erfreulichen Herausforderungen.

Die diesjährigen Preisträger und Nominierten sowie die Preisträger und Nominierten vergangener Jahre sind unter nachfolgender Internetadresse aufgeführt:

➲ **https://www.ipa.fraunhofer.de/de/ueber_uns/institutsprofil/IPA-Innovationspreise/die-oberflaeche/preistraeger.html#32960902_1397793484**

**(Bild: Deutsche Messe AG/ Ole Spata)**

Fraunhofer IPA

**Wir produzieren Zukunft**

Das Fraunhofer IPA entwickelt und implementiert nachhaltige Produktionstechnologien. Die Abteilung Galvanotechnik forscht und berät zu Fragestellungen entlang der gesamten industriellen Produktionskette – von der Entwicklung neuer Schichtwerkstoffe und den dazugehörigen Prozessketten über die Umsetzung der industriellen Anlagentechnik bis hin zu Dienstleistungen wie der Schadensfallanalyse.

In dieser Serie zeigen Forscher der Abteilung, wie den Herausforderungen der Branche in Zukunft begegnet werden kann.

**Ansprechpartner**

Dr.-Ing. Martin Metzner
Abteilungsleiter Galvanotechnik,
Fraunhofer IPA, Stuttgart
➲ www.ipa.fraunhofer.de/galvanotechnik

umicore

# Zeit für Bleianoden läuft ab – EU setzt strenge Grenzwerte

mds.umicore.com

Mit den neuen EU-Richtlinien nähert sich die Ära der Bleianoden weiter dem Ende. Die Grenzwerte für die berufsbedingte Exposition gegenüber Blei und seinen anorganischen Verbindungen am Arbeitsplatz werden auf ein Fünftel der bisher zulässigen Mengen reduziert – damit geht die Europäische Union einen historischer Schritt, der die Arbeitsbedingungen verbessern und die Umweltbelastung verringern wird.

**PLATINODE® – NACHHALTIG, WIRTSCHAFTLICH UND OHNE REGULIERUNG**

Unsere platinierten Anoden ermöglichen Ihnen einen bleifreien Beschichtungsprozess, der neue Standards für Gesundheit und Sicherheit in Ihrem Unternehmen setzt. Gleichzeitig profitieren Sie von einer herausragenden Schichtqualität, geringeren Energie-, Wartungs- und mittelfristig auch geringeren Beschaffungskosten:

**https://mds.umicore.com/zeit-fuer-platinode**

# Zwang zur Substitution von Chrom(VI)verbindungen fordert die Industrie heraus

**Eindrücke von U. König, eiffo eG, zu dem Workshop der EFDS „Drohendes Verbot von Chrom(VI)verbindungen setzt die Industrie unter Druck" am 14. und 15. Mail in Dresden**

Mit dem Sunset Date 21. September 2021 darf Chromtrioxid gemäß der europäischen REACh-Verordnung grundsätzlich nicht mehr verwendet oder in Verkehr gebracht werden, sofern keine Autorisierung für die Verwendung erteilt wurde. Verbunden hiermit ist die Suche nach Alternativen, die das Chromtrioxid ersetzen können, entweder als Chemikalie selbst oder als aufgebrachte Beschichtung, das heißt durch eine andere Beschichtungstechnologie.

Diese Situation sollte aktuell jedem bekannt sein, der Chrom(VI)verbindungen nutzt. Weniger bekannt ist das für die Anwender des Endprodukts Chrom in metallischer Form, da dieses von dem Verbot nicht betroffen ist. Damit ist auch die Motivation für die Suche nach einer anderen Beschichtung als Ersatz für metallisches Chrom bei den Anwendern als eher gering einzustufen.

Der Workshop der EFDS – Europäische Forschungsgesellschaft Dünne Schichten e. V. – zum Thema *Drohendes Chrom(VI)verbot setzt die Industrie unter Druck | Perspektiven mit der Dünnschichttechnologie* fasste einen Teil des aktuellen Standes zusammen und trägt zur Entwicklung von zukünftigen Strategien bei.

## Hintergrund und Anlass

Die in der Gesetzgebung der Chemikaliensicherheit einmalige Situation, dass das metallische Chrom als Anwendung unkritisch ist, erschwert den Umgang mit der gefährlichen Chemikalie sichtlich. Kunden der verchromenden Betriebe sehen nicht die Notwendigkeit, eine funktionierende Beschichtung zu ersetzen.

Lediglich die Unsicherheit in der Lieferfähigkeit macht die Kunden verstärkt auf die Situation aufmerksam. Das Nutzungsverbot von Chrom(VI)verbindungen hat die Diskussion hinsichtlich einer möglichen Weiterverwendung deutlich intensiviert. Deutlich geworden ist die Notwendigkeit einer juristischen und wirtschaftlichen Aufarbeitung, deren Ergebnisse zu möglichen Reaktionen aller beteiligten Gruppen führen wird.

Die aktuellen Bewertungen erfordern eine möglichst sichere und belastbare Informationssammlung. Ziel ist es, jede Anwendung zu beschreiben und hinsichtlich der Notwendigkeit der weiteren Nutzung von Chromtrioxid zu bewerten. In der gesamten Beschichtungstechnologie wird jedoch spätestens seit dem Ende der 1990iger Jahre nicht mehr die Beschichtung als solche betrachtet, sondern die Realisation der gewünschten Eigenschaften und Funktionen. Damit werden verschiedene Technologien erfolgreich genutzt und haben auch bereits zu Erweiterungen der Produktspektren geführt. Weiterhin erfolgreich eingesetzt werden aber auch die klassischen Verfahren, die sich bewährt haben und die für die unterschiedlichsten Anwendungen optimiert worden sind.

Einige Technologien, die in Konkurrenz zueinander stehen, sind beispielsweise:

– Trivalente Chrombeschichtungen (Cr(III))
– Dünnschichttechnologien (PVD und CVD)
– Hochleistungspolymere und organische Beschichtungen
– Zink-Nickel-Legierungen und andere anodische Beschichtungen
– Anodisierung
– Umweltfreundliche Passivierungen
– Nanobeschichtungen

Im Detail werden dabei unter anderem folgende Beschichtungen bereits erfolgreich eingesetzt:

– Vernickelung und sonstige galvanische Verfahren
– Dreiwertiges Verchromen
– Einbau von Nanopartikeln beziehungsweise unterschiedliche Schichtmodifikationen
– Härten unter Anwendung der Technologien Aufkohlen, Carbonitrieren, Cyanisieren, Nitrieren oder Borieren
– Chemische Abscheidung aus der Gasphase (CVD)
– Thermische Hochgeschwindigkeitsverfahren (z. B. Laserauftragschweißen)
– Physikalische Abscheidung aus der Dampfphase (PVD)
– DLC-Beschichtung (bekannt als Diamantbeschichtung)
– Plasmaspritzen
– Allgemeine Laser- und Schweißbeschichtungstechnologie
– Thermische Spritzschichten
– Lackierung

Zu beachten ist, dass nicht nur die Beschichtung selber in der Diskussion steht, sondern auch die Änderung beziehungsweise die Anpassung des Substrats selbst. So wird untersucht, ob die Art des Stahls als häufigstes Substrat angepasst werden kann (rostfreier Stahl beziehungsweise Schnellarbeitsstahl oder ob das Produkt als solches in Design und Ausführung überhaupt noch eine Beschichtung benötigt).

Eine abschließende Bewertung zum Vergleich der Technologien ist derzeit nicht möglich. Grund hierfür ist nicht nur der technologische Aspekt, weitaus wichtiger ist die Bewertung des mit der Anwendung verbundenen Risikos. Es soll unbedingt vermieden werden, eine *Regrettable Substitution* durchzuführen, damit die Alternative nicht ein gleiches oder vielleicht sogar höheres Risiko erzeugt. Doch ein belastbarer Vergleich des Risikos der einzelnen Beschichtungstechnologien ist nur sehr schwer möglich. Auch aufgrund der Vielzahl von Alternativen ist dies absehbar nicht zu erwarten. Damit hat die Verwendung von Chrom(VI)verbindungen juristisch gegenüber den anderen Technologien allerdings einen Nachteil.

Typischerweise werden folgende Bereiche zur Bewertung der Anwendung herangezogen:

– Gesundheitsschutz
– Umweltschutz
– Rechtliche Compliance
– Verbesserung der Corporate Social Responsibility
– Kosteneinsparungen
– Innovation und technologische Entwicklung
– Reduktion von Haftungsrisiken

Die aktuell genutzten Datenquellen sind zum einen die Angaben, die bei der Registrierung der Stoffe angegeben worden sind, und die eingereichten Anträge auf eine Ausnahme vom Verbot, also durch eine Autorisierung von speziellen Anwendungen (Details siehe ECHA-website).

Besonders die Verwendung der Chromsäure zur Verchromung hat sich als so weit verbreitet gezeigt, dass zum einen eine Er-

fassung aller relevanten Anwendungen bisher nur bedingt möglich ist und zum anderen die Bewertung möglicher Substitutionen der Chromschicht zum spezifischen Produktersatz aufgrund der weiten Verbreitung problematisch ist. Letzteres liegt wesentlich daran, dass viele Anwendungen auf die Verwendung einer Chromschicht ausgerichtet worden sind. Hierdurch wurden im Lauf der Jahre Optimierungen ermöglicht, die nur schwer zu substituieren sind.

Allerdings hat sich auch gezeigt, dass viele Anwendungen nicht zwingend den Einsatz von Chrom(VI)verbindungen erfordern. Damit wird jede Anwendung sich hinsichtlich des Nutzens rechtfertigen müssen. Diese Diskussion wird durch den Begriff *Essential Use* beschrieben.

Ausgehend von der Betrachtung der Chrom(VI)verbindungen müssen Alternativen nachweisen, dass diese hinsichtlich des chemischen Risikos sicherer sind. Eine Evaluation des Risikovergleichs ist wie die Bewertung des Ersatzes von Chromschichten aufgrund von fehlenden Daten nur schwer möglich, wenn auch notwendig.

Die Diskussion zum Austausch der Chrombeschichtungen aufgrund der REACh-Verordnung muss deshalb grundsätzlich als Bewertung einer betrieblichen Weiterentwicklung durch technologische Entwicklungen behandelt werden. Eine alleinige Betrachtung des Risikos ist nicht ausreichend, sollte aber alle Beteiligten motivieren, sich der Thematik zu stellen.

Zur Realisierung einer Substitution sind neben der Diskussion nach REACh damit eher die klassischen Aspekte zur Innovationsbereitschaft relevant (siehe Kasten). Diese sind vielfach zusammengefasst und diskutiert worden und sollen hier nicht weiter ausgeführt werden. Verschiedene Umfragen und Untersuchungen zeigen, dass Neuerungen nur sehr zögerlich eingeführt werden, wenn bestehende Strukturen verändert werden müssen. In Kombination mit der REACH Verordnung beschreibt dies die geringe Motivation beim Endanwender, die Chromschicht zu ersetzen bzw. in Frage zu stellen. Es ist also nicht zu erwarten, dass wirkliche Veränderungen erfolgen werden solange eine Substitution nicht zwingend vorgeschrieben wird.

Ein Ende der Diskussion zum Stand der weiteren Verwendung von Technologien auf Basis von Chrom(VI) ist aktuell nicht absehbar. Allerdings haben andere Beschichtungstechnologien ihre Eignung als Ergänzung und teilweise als Ersatz der Chromschicht durchaus nachgewiesen.

Die von der ECHA veröffentlichten Daten zeigen, dass mehr als die Hälfte der Registrierungsdossiers als potentielle und vielversprechendste Alternative die Technologien unter Einsatz von Chrom(III)verbindungen angeben. Etwa ein Viertel sehen PVD, CVD, DLC und chemisch abgeschiedenes Nickel als Alternative. Weitere Nennungen umfassen spezielle Untersuchungen, die nur für eine einzelne Anwendung genutzt werden können. Die Angaben der Autorisierungsanträge bestätigen dieses Bild.

Da die Substitution nur bedingt technologisch erfolgt, sind als wesentliche Alternative für zukünftige Beschichtungen die Verfahren auf Basis von Chrom(III)verbindungen zu erwarten. Diese Bewertung basiert im Wesentlich auf dem Wunsch der Anwender, die metallische Chromschicht beizubehalten. Nichtsdestoweniger werden die anderen Verfahren ihre jeweiligen Potenziale verstärkt entwickeln und in den Prozess einbringen.

## Ergebnisse des Workshops

Der Workshop hat einen Beitrag dazu geleistet, die aktuelle Leistungsfähigkeit verschiedener Beschichtungstechnologien zusammenzufassen und mögliche weitere Entwicklungspotenziale aufzuzeigen.

Die technologischen Eigenschaften der Beschichtungen haben sich als wichtig, aber nicht entscheidend für die Bewertung einer möglichen Substitution erwiesen. Wesentlich ist der Vergleich der Risikobedingungen der Technologien inklusive der darin eingesetzten Substanzen. Jedoch noch wichtiger sind die juristischen Bedingungen für eine zukünftige Verwendung.

Einführend gab Malte Zimmer vom Zentralverband Oberflächentechnik e. V. (ZVO) einen Überblick über die aktuell zu berücksichtigenden Vorschriften, die von Beschichtungsbetrieben einzuhalten sind. Er zeigte auf, das im Bereich der Nutzung der Chrom(VI)verbindungen diskutiert wird, nicht eine Einzelanwendung in den Vordergrund zu stellen sondern Bereiche, die als Ganzes bewerten werden können (Beschränkung). Diese müssen die grundsätzlichen Vorteile für die Gesellschaft nachweisen (essential use). Damit verbunden ist neben der Betrachtung der Chemikaliensicherheit das verstärkte Einbeziehen der Umweltgesetzgebung und die damit verbundenen Betriebsbedingungen. Dies gelte für alle Betriebe, unabhängig von der verwendeten Substanz.

Den Stand der am meisten gewünschte Alternative der Technologie auf der Basis von Chrom(III)verbindungen fasste Martin Leimbach, TU Ilmenau, zusammen. Die Technologie hat seit der Autorisierungspflicht große Fortschritte gemacht. Im Bereich der dekorativen Anwendung konnten auch bereits Ergebnisse erzielt werden, die mit Schichten aus klassischen Chrom(VI)verfahren vergleichbar sind. Allerdings sind im Bereich der Elektrolytzusammenfassung und Produktionssicherheit im Hinblick auf die Einschätzung der Gesamtgefährdung noch weitere Entwicklungen notwendig.

Zehn Hauptgründe, warum Neuerungen nicht umgesetzt werden:
- Verteidigung bestehender Strukturen
- Fehlende Zeit
- Erfahrungen durch anwendende Kunden fehlen
- Unklare Qualitätsanforderungen der Kunden
- Führungskräfte scheuen radikale Entscheidungen
- Unklare rechtliche Vorgaben beziehungsweise zu hohe Anzahl an Sicherheitsanforderungen
- Zu geringes Finanzbudget
- Unternehmen ist zu unflexibel und langsam
- Fehlende Akzeptanz durch Mitarbeiter
- Fehlende Fachkräfte

Das Potenzial der PVD-Technologie wurde von Ottmar Zimmer vom Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik IWS dargelegt. Der wesentliche Vorteil dieser Technologie ist die breitere Anwendung für verschiedene Schichtsysteme und Substrate. Allerdings sind die Kosten derzeit noch höher als für die klassische Verchromung. Jedoch sind die Erfahrungen bei speziellen Anwendungen sehr positiv. Die Flexibilität der Schichteigenschaften ist für die Anpassung an diese Anwendungen von großem Vorteil.

Matthias Janke von der Oerlikon Balzers Coating Germany GmbH bestätigte diese Vorteile. Im Bereich der Luftfahrt und in einigen Bereichen der Automobilfertigung erfolgten erfolgreiche Entwicklungen und Anwendungen. Die Technologien müssen jedoch an die Produkte genau angepasst werden, sind dann aber sehr erfolgreich.

Erfahrungen mit der erfolgreichen Substitution von galvanisch abscheidenden Chrom(VI)prozessen durch PVD stellte Romain Waidelich von Inorcoat Germany dar. Verschiedene industrielle Beispiele zeigen, dass eine Umstellung erfolgreich durchgeführt werden kann.

Auch Ron Dielis, Ionbond Netherlands B. V., berichtete über erfolgreiche Anwendungen, welche ebenfalls angepasst werden müssen. Derzeit sei allerdings ein kompletter Ersatz der Verchromung durch eine geeignete Alternative trotz aller Nachteile nicht möglich - *es ist einfach zu gut.* Langfristig könnte sich dieses Bild aber aufgrund der Entwicklung neuer Funktionen verändern.

Da eine Beschichtung, insbesondere die Verchromung aus Chom(III)elektrolyten, häufig mit einer Nickelschicht verbunden ist, ist für eine Risikobewertung die Nickellässigkeit zu betrachten. Jan Michael vom Institut für Korrosionsschutz IKS Dresden GmbH stellte entsprechende Untersuchungen an verchromten Kunststoffbauteilen vor. Die Ergebnisse zeigen, dass in diesem Bereich Schichten aus Chrom(III)elektrolyten noch nicht zufriedenstellend sind. Die Nickellässigkeit von Bauteilen mit Schichten aus Chrom(III)verfahren ist tendenziell immer höher als diejenige von Schichten aus Chrom(VI)elektrolyten. Während Bauteile mit Schichten aus klassischen Chrom(VI)elektrolyten keine Überschreitung des Grenzwerts der Nickellässigkeit nach DIN EN 12472 zeigen, fällt bei Schichten aus Chrom(III)verfahren eine Überschreitung des Grenzwerts auf.

Annika Wagner, Rübig GmbH & Co. KG, berichtete über PACVD- und Nitrierverfahren sowie DLC-Beschichtungen für Kolbenstangen als Verschleiß- und Korrosionsschutz sowie über die Verwendungen von DLC-Schichten als Alternative für Schwarzchromschichten. Hinsichtlich des Korrosionsschutzes waren die durch PACVD-Beschichtung hergestellten Schichten vergleichbar denen der Chrombeschichtungen, im Salzsprühtest teilweise sogar besser. Die DLC-Beschichtungen weisen einen niedrigeren Korrosionsstrom auf und sind damit als Alternative für die Hydraulikzylinder erfolgversprechend. Als Alternative für die Schwarzchrombeschichtungen haben die DLC-Schichten ebenfalls ein Potenzial.

Als neue Technologie stellte Martin Fenker vom Forschungsinstitut für Edelmetalle & Metallchemie fem das Magnetronsputtern mit zwei Sputterquellen vor. Hergestellt wurden Refraktärmetall-Magnesiumnitridschichten. Möglich ist damit die Anpassung des Schichtsystems an die gewünschte Anwendung, in diesem Fall durch die Zulegierung von Magnesium. Dabei steigert die Zugabe von Magnesium signifikant die Korrosionsbeständigkeit der Stahlproben mit Nitridschichten. Es sei möglich, dass durch Zulegieren von Magnesium die PVD-Schichten eine ernstzunehmende Alternative zu Hartchrom werden können.

Eine ebenfalls neu entwickelte Technologie stellte Konrad Bienk von der CemeCon Scandinavia A/S vor. Ähnlich wie das Magnetronsputtern wird das *high-power impulse magnetron sputtering (HiPIMS)*-Verfahren die PVD-Technologie an spezielle Anwendungen anpassen. In den Bereichen Medizintechnik, Automotive, Packaging und Elektronik konnten bereits positive Entwicklungen durchgeführt werden.

## Zusammenfassung und Ausblick

In der Abschlussdiskussion wurde als wesentliche Größe die fehlende Verlässlichkeit der Entscheidungen über die Durchführung der verschiedenen Aspekte der REACh-Verordnung identifiziert. Die im Workshop dargestellten Beispiele zeigten die Potenziale eines möglichen Ersatzes der Chrom(VI)technologie auf. Solange jedoch keine Entscheidung über die Umsetzung des Chrom(VI)verbots gefallen ist, besteht nach Ansicht der Alternativenanbieter kein Bedarf, sich mit der Verchromung zu intensiv zu befassen.

Die derzeitigen Alternativangebote sind ausreichend und können in vielen Fällen die Chromschicht ergänzen oder ersetzen. Weiterhin sind die Anwendungsmöglichkeiten der verschiedenen Technologien so vielfältig, dass derzeit ein Ersatz der Verchromung kein wirklich zentrales Thema ist.

Ein weiteres Hindernis ist die Notwendigkeit, dass die Substitution das Risiko verringern muss. Die zur Bewertung dieser Anforderung notwendigen Kriterien sind derzeit nicht eindeutig.

Aufgrund der vielfältigen Aspekte bei der Anwendung der Verchromung kann ein Ausblick nur bedingt gegeben werden. Hinsichtlich der Substitution ist nicht zu erwarten, dass diese allein durch die REACh-Verordnung zu machen ist. *Regrettable Substitutions* sind ebenso zu vermeiden wie unkalkulierbare Effekte auf die vorhandenen Ressourcen, sei es Material, Energie oder Wiederverwertung.

Allerdings kann erwartet werden, dass die Risikobetrachtung für alle Technologien eine zunehmende Bedeutung gewinnen wird. Nötig sind dafür neben der technologischen Weiterentwicklung die Erfassung und vergleichende Bewertung von Risikodaten in der Produktion und der allgemeinen Umwelt.

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!

# Nachhaltige Klebtechnik mittels Atmosphärendruckplasma

**Der Anwenderkreis Atmosphärendruckplasma (ak-adp) bietet mit seinem 47. Anwenderworkshop zum Thema *Nachhaltige Klebtechnik mittels Atmosphärendruckplasma: Potenziale, Praxistipps, Erfahrungen* am 13. und 14. November 2024 in Jena informative Vorträge und mit dem ak-adp-talk eine interessante Diskussionsplattform.**

Haftungsoptimierung ist in vielen Industriezweigen ein ständig wiederkehrendes Thema und Qualitätskriterium. Hier können Plasmen – energetisch angeregte Gase – schnell, kosten- und umweltfreundlich helfen. Die Oberflächenfunktionalisierung mit Atmosphärendruckplasma durch Feinstreinigung, Aktivierung oder auch Nanobeschichtung kann chemische und Vakuumprozesse ersetzen beziehungsweise auch völlig neue Funktionalitäten und Materialkombinationen ermöglichen. Damit sind atmosphärische Plasmen ein innovativer Weg zu mehr ökologischer Nachhaltigkeit, Qualitätssicherung und zur Steigerung der Wirtschaftlichkeit von Produktionsprozessen.

Die thematischen Schwerpunkte der Vorträge liegen unter anderem auf effizienter Bauteilreinigung, Haftmechanismen, konkreten Oberflächenvorbehandlungen für verschiedene Materialien und Anwendungen einschließlich Verbundwerkstoffen und Rezyklaten sowie neuen Messmethoden.

In der Session 1 *Haftung als Voraussetzung für Funktionalität informieren* beispielsweise Thomas Stehrer, Fronius International GmbH, über die *Umweltschonende und effiziente Bauteilreinigung mit Atmosphärendruckplasma* und Manuela Ockel von der FAU Erlangen-Nürnberg über *Haftmechanismen von kaltatmosphärischen Plasmametallisierungen auf leistungselektronischen Halbleitern unverändlicher Oberflächenrauigkeit*.

In Session 2 zu den Anwendungen für Materialkombinationen berichtet unter anderen Martin Schollerer vom DLR, über die *Anwendung von Atmosphärendruckplasma bei lokal oberflächenzähmodifizierten Klebverbindungen für die Luftfahrt*. Thema des Vortrags von Kevin Braun, Molecular Plasma Group Foetz, ist die *Nachhaltige Haftungsverbesserung in der Elektronikindustrie*.

Über das Thema *Nachhaltigkeit im Klebeprozess durch Plasmavorbehandlung* referiert Peter van Steenack, Tigres GmbH, in Session 3 *Spezialfall Rezyklate*. Christoph Regula, Fraunhofer IFAM, berichten über den *Einfluss der AD-Plasmabehandlung auf die Verklebung von Polymer-Rezyklaten* sowie Michael Thomas, Fraunhofer IST, und Sven Hartwig, TU Braunschweig, *Optimale Haftung und Debonding-On-Demand – Chancen und Potenziale*.

Die Podiumsdiskussion zu *Nachhaltigkeit* mit Experten aus Forschung und Wirtschaft beschäftigt sich mit der REACh-Problematik hinsichtlich Primer und Klebstoffe sowie Impulsen zur Nachhaltigkeit und Wirtschaftlichkeit von Plasmaprozessen. Alle Informationen zur Veranstaltung finden Interessierte auf der Homepage des Arbeitskreises.

➲ **www.ak-adp.de**

# Oberflächentechnik und Nachhaltigkeit

Bericht über das 45. Ulmer Gespräch am 15. und 16. Mai in Ulm – Teil 2

Zum online-Artikel

**Als eine der Säulen für eine grüne Energietechnologie gilt die Nutzung von hocheffizienten Speichersystemen für elektrische Energie. Diese erfordern unter anderem neuartige elektrochemische Reaktionsabläufe als auch neue Elektrodensysteme, für die Erfahrungen und Leistungen der Oberflächentechnik hilfreich sind. Ähnliches gilt auch für die Aktivitäten zur Begrenzung von Kohlenstoffdioxidemissionen. Im Bereich der Elektromobilität unterstützen Verbesserungen bei den Oberflächen von Kontaktelementen den Verbrauch der Fahrzeuge an elektrischer Energie. Wie am Beispiel eines Lohnbeschichters gezeigt wurde, können auch energieintensive Produktionstechnologien wie die elektrochemische Oberflächenbeschichtung und -behandlung durch eine konsequente Nutzung aller verfügbaren modernen Technologien zur Stromgewinnung zu einer klimaneutralen Arbeitsweise kommen.**

Fortsetzung aus WOMag 6/2024

## Energiegewinnung ohne fossile Brennstoffe

*Die neue Eisenzeit* im Hinblick auf die Energiegewinnung ohne fossile Brennstoffe war Thema des Vortrags von Andreas Dietz vom Fraunhofer Institut für Schicht- und Oberflächentechnik IST. Dazu ging er eingangs auf die aktuellen Bemühungen ein, den Mond als Startbasis für Deep-Space-Missionen zu nutzen. Damit dies gelingen kann, müssen Prozesse der Energiegewinnung entwickelt werden, die eine langfristige Verfügbarkeit mit den erforderlichen Rohstoffen sicherstellen. Auf dem Mond verfügbar sind vor allem Siliziumoxid sowie Aluminium- und Eisenoxid, wogegen Kohlenstoff im Prinzip nicht zu finden ist. Damit muss für die Energieversorgung auf andere als die bekannten Wege ausgewichen werden. Möglich wäre nach Ansicht von Dietz der Einsatz von Ionischen Flüssigkeiten zur Abscheidung von Eisen. Als Energiequelle kommen Solarzellen in Betracht. Daraus ergibt sich ein theoretischer Kreislauf aus der Reduktion von Eisenoxid bei gleichzeitiger Freisetzung von Sauerstoff und Energie.

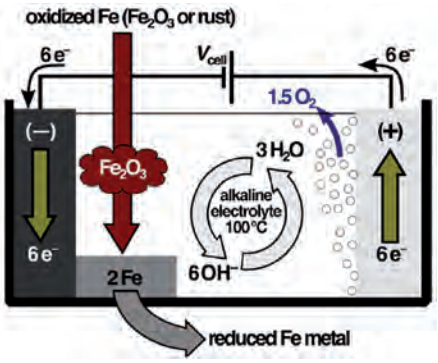
Ein derartiger Prozess müsste nach Ansicht des Vortragenden auch auf der Erde möglich sein. In Betracht kommt ein Reduktionsprozess unter Einsatz von Wasserstoff bei Freisetzung von Wasser und Eisen. Um die dafür notwendige Speicherung von Wasserstoff zu vermeiden, kann Eisenoxid auch direkt in einem speziellen Elektrolyten reduziert werden. Ein Vergleich der aktuell möglichen Energielieferanten lässt erkennen, dass die klassischen Lieferanten wie Diesel oder Ethanol optimale Werte für spezifische Energie und Energiedichte aufweisen. Bei den Metallen kommt vor allem Eisen den notwendigen Anforderungen am nächsten.

Die durchgeführten Reduktionsprozesse zeigen, dass mit dem Verfahrensablauf der Eisengehalt der Verbindungen stark erhöht werden kann. In einem weiteren Schritt wurden Versuche mit pulverförmigem Ausgangsstoff durchgeführt, die zeigen, dass das Verfahren prinzipiell möglich ist, aber prozesstechnisch erheblich verbessert werden muss.

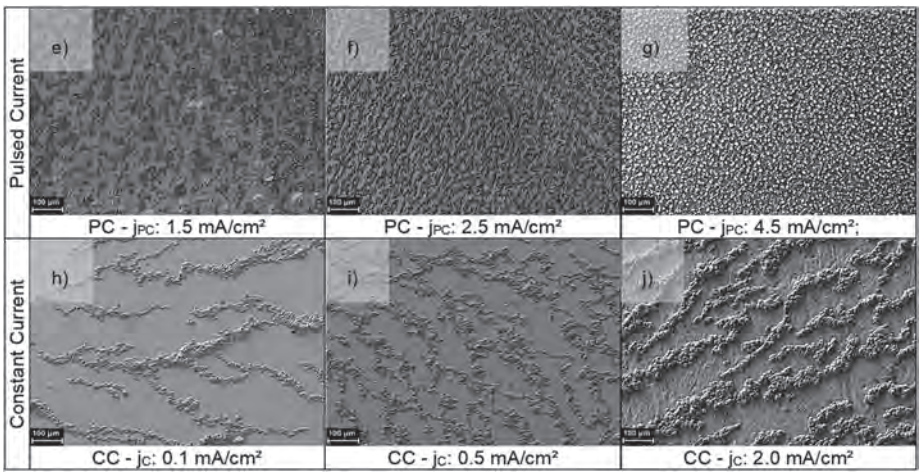
## Galvanisch abgeschiedenes Calcium für Batterieanoden

Als eine Chance für die Galvanotechnik der Zukunft bezeichnet Christoph Kiesl, fem Forschungsinstitut Edelmetalle + Metallchemie, seine Arbeiten zur Herstellung von Batterieanoden durch galvanische Abscheidung von Calcium. Auslöser der Entwicklung ist auch hier das Ziel, $CO_2$-Emissionen durch die Nutzung von erneuerbaren Energien zu reduzieren. Um dieses Ziel zu erreichen, werden unter anderem in großem Umfang Medien zur Speicherung der regenerativ gewonnenen Energie für den eigentlichen Bedarf benötigt. Dafür müssen Speichermedien sowohl die notwendige Redoxeigenschaft aufweisen sowie eine hohe Verfügbarkeit gewährleisten.

Neben Lithium rückt hier Calcium als weiteres Element in den Fokus. Um Stoffe als Anode




**Prinzip der elektrolytischen Reduktion von Eisenoxid (Bild: A. Dietz)**




**Abscheidung von Calcium mit unterschiedlichen Stromformen und Stromdichten aus einem Elektrolyten auf Basis von THF mit $Ca(BH_4)_2$ auf Kupfer als Substrat (Bild: Ch. Kiesl)**

(Bilder: D. Meyer/DGO)

sinnvoll einsetzen zu können, müssen Elektroden in sehr geringer Dicke – sinnvollerweise wenige 10 µm – herstellbar sein. Die Galvanotechnik ist hierzu in vielen Fällen in der Lage; daraus ergibt sich der Ansatz, Calcium galvanisch abzuscheiden. In Betracht kommen hierfür Lösemittelelektrolyte aus THF, DME oder die Mischung EC/EP. Die Versuche wurden mit einer geschlossenen Zelle über einen Zeitraum von mehreren Stunden durchgeführt. Aus THF konnten im ersten Ansatz bei Abscheidestromdichten zwischen 0,1 mA/cm² und 1,6 mA/cm² Calciuminseln erzeugt werden, wogegen in EC/PC keine Abscheidung möglich war.

Ein weiterer Punkt bei der Abscheidung betrifft die Wahl des Substrats: Auf Gold, Zinn oder Kupfer waren die Abscheidungen vergleichbar. Bessere Abscheidungen ließen sich durch Einsatz von Pulsstrom an Stelle von konstantem Gleichstrom erzielen. Einfluss auf die Abscheidung hatte auch die Vorbehandlung des Substrats, einen eher geringer Einfluss die Hydrodynamik. Grundsätzlich ist festzustellen, dass mit Pulsstrom eine vollständige Bedeckung des Substrats möglich ist, also im Prinzip Folien herstellbar sein sollten. Dies war bei Gleichstrom nicht der Fall.

## Entwicklungen bei Redox-Flow-Batterien

Dr. Martin Opitz, ebenfalls vom fem in Schwäbisch Gmünd, sieht bei Redox-Flow-Batterien einen Ansatz zur Zwischenspeicherung von Energie, insbesondere bei großen Speicheransammlungen. In diesem Fall spielt die eigentlich geringere Energiedichte keine Rolle, so dass die Redox-Flow-Technologie interessant wird. Neben der Energiedichte wirken sich bei großen Speichern die deutlich geringeren Anlagenkosten sehr positiv aus.

**Lesen Sie weiter unter womag-online.de**

WOMag-online-Abonnenten steht der gesamte Beitrag zum Download zur Verfügung. Im Weiteren werden die Inhalte eines Vortrags zur Energiespeicherung mittels moderner Batterietechnologie sowie zu vier Vorträgen zum Thema Nachhaltigkeit in der Galvanotechnik zusammengefasst.
Der Gesamtumfang des Beitrags beträgt etwa 4 Seiten mit 9 Abbildungen.

SERFILCO®
Pumpen & Filter
chemiebeständig · robust · langlebig

**Der starke Partner für Industrie & Anlagenbau!**

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

www.serfilco.de • info@serfilco.de • Tel.: 02472-802 60 15

# Manuell gesteuerte Galvanikanlagen und automatisierte Handlings- oder Robotiksysteme mit SPS

**Systemlieferant Walter Lemmen GmbH – Galvano- und Oberflächentechnik hat auf der SurfaceTechnology GERMANY 2024 in Stuttgart mit der Präsentation seiner Anlagentechnik zur chemischen und elektrochemischen Behandlung von Oberflächen von Trommel- und Gestellware, für die Galvanotechnik, Medizintechnik und Leiterplattentechnik großen Zuspruch erhalten. Durch die langjährige Erfahrung im Bereich der Oberflächentechnik kann das Unternehmen umfassende Anlagenlösungen für eine optimale Endoberfläche anbieten.**

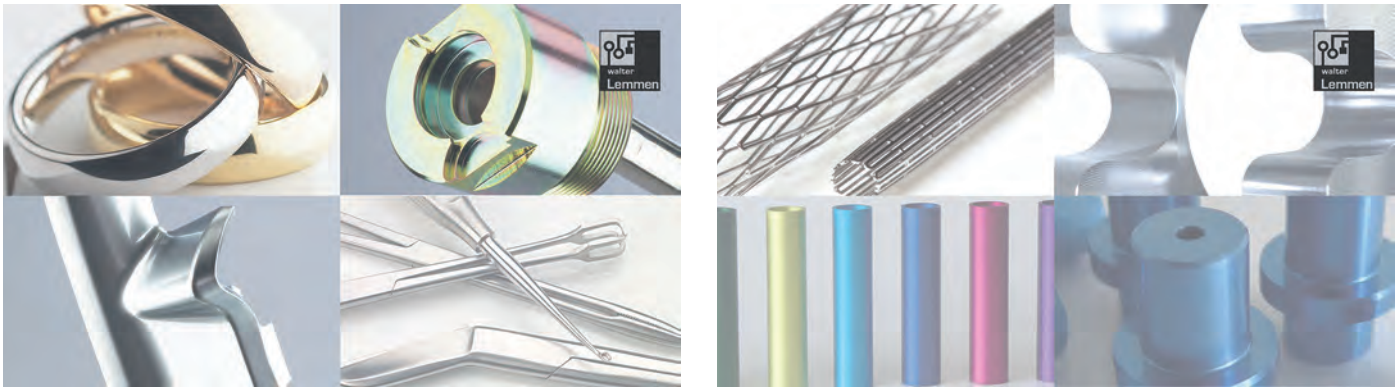
Das von Walter Lemmen lieferbare Anlagenspektrum deckt die gesamte Bandbreite zur Veredelung verschiedenster Materialien der dekorativen und funktionellen Oberflächenbeschichtung ab. Dies umfasst die Vorreinigung, Veredelung und Nachbehandlung von Gestell- oder Trommelware von Kunststoffen, Stahl, Aluminium und Titan oder anderen Metallen. Kundenorientierte Anlagenkonzepte, abgestimmt auf die jeweiligen chemischen Prozesse und zuverlässige Serviceleistungen ergänzen das Portfolio.

In Abstimmung mit dem Kunden und unter Einbeziehung von neuesten Technologieentwicklungen in der Galvanotechnik entstehen multifunktionale Galvanikanlagen, Wannensysteme oder Tischgalvanikanlagen für die Beschichtung von Metallsubstraten oder von Kunststoffmaterialien: Anlagen für Edelmetallbeschichtung für dekorative Oberflächen (zum Beispiel mit Gold, Silber, Rhodium, Chrom) und funktionelle Oberflächen (häufig Kupfer, Nickel, Zinn oder Zink) sowie Anlagen zum Elektropolieren, Färben und Eloxieren und Entfetten.

**COMPACTA dekorativ**

**COMPACTA Eloxal**

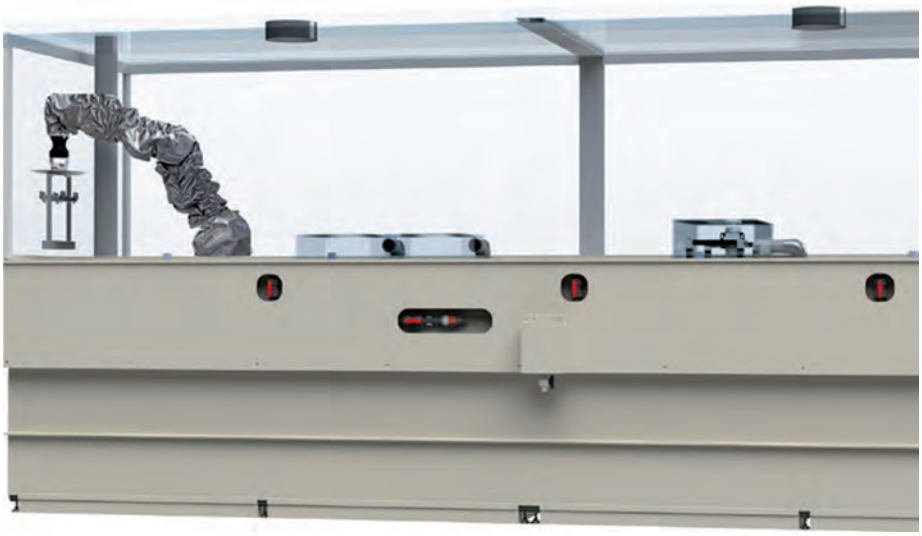
Auf der SurfaceTechnology 2024 präsentierte die Walter Lemmen GmbH neben den Handanlagen ihre neu entwickelten, automatisierten Galvaniklinien mit Handling-System, ROBOTIK und Steuerung (SPS). Die dafür eingesetzte Automatisierungstechnik bietet die Möglichkeit, wiederkehrende Arbeiten schneller und genauer durchführen zu können. Die Vorteile liegen in der Erhöhung der Produktivität, der Einsparung von Kosten, in Qualitätsverbesserung, Dokumentationsmöglichkeiten der Prozessparameter, Erhöhung der Flexibilität und Kundenzufriedenheit.
Ergänzt wird das Lieferprogramm durch die Umsetzung umweltfreundlicher Herstellungstechnologien, für ein hohes Maß an Sicherheit, die Verringerung von Umweltbelastungen sowie einen geringeren Verbrauch an Rohstoffen, Chemie, Energie und Wasser:




**Dekorative und funktionelle Oberflächen (links) sowie anodisierte Oberflächen (Titan, Aluminium) und elektropolierte Edelstahlbauteile (rechts)**

Integrierte Mehrfach-Spültechnik, Regenerationssystemen zur Reduzierung des Chemieverbrauchs, Filtertechnik, Wasseraufbereitungsanlagen und Elektrolysezellen für die vollständige Rückgewinnung von Edelmetallen und Metallen aus den Spülwässern sind feste Systemkomponenten in der Anlagenkonzeption und -umsetzung.

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



**COMPACTA ROBOTIC mit Linearachse, SPS und Roboter-Handlingsystem**

## Anlagenvarianten und Ausführungsbeispiele

Für Kunden stehen unterschiedliche Anlagenvarianten zur Auswahl, wie manuelle Trommel-/ Gestellanlagen, Wannensysteme und automatisierte Galvanikanlagen mit Handling-System; ROBOTIK und Steuerung (SPS):

- Anlagen zur Vorbehandlung
- Anlagen für die Edelmetallbeschichtung für dekorative Oberflächen
- Anlagen für die funktionale Oberflächenbeschichtung
- Anlagen zum Anodisieren von Titan und Titanlegierung (Färben)
- Anlagen zum Anodisieren von Aluminium (Eloxal)
- Anlagen zum chemischen oder elektrochemischen Entgraten, Polieren und Passivieren
- Tischgalvanisieranlagen und Einzelwannensysteme
- Metallrückgewinnung, Spülwasseraufbereitungsanlagen (Ionenaustauscheranlagen)

Der modulare Aufbau der Anlagen in Kombination mit hochwertigen Einrichtungen und Anlagenkomponenten garantiert ein optimales Oberflächenergebnis.

➲ **www.walterlemmen.de**

# Das bringt uns die Zukunft – Oberflächentechnik für die Praxis

**Mehr als 50 Fachvorträge standen auf dem Programm des Forums der diesjährigen SurfaceTechnology Germany in Stuttgart, die auf ein überwiegend großes Interesse der Fachbesucher gestoßen sind. Einige Inhalte der Vorträge aus den verschiedenen Themenbereichen werden in einem Überblick zusammenfassend vorgestellt. Sie belegen sowohl die weitreichenden Einsatzgebiete von Beschichtungen und oberflächenbehandelten Werkstoffen als auch die Optimierungs- und Anpassungsmöglichkeiten der hergestellten Oberflächen.**

Zum online-Artikel

## Neue Verfahren der Galvanotechnik

### Elektrolytisches Nickel-Phosphor-Verfahren für hohe Stromdichten

Veränderte Eigenschaften bei Oberflächen für Steckverbinder werden aufgrund höherer Frequenzen und dadurch kürzeren Wellenlängen bei zukünftigen Generationen im Mobilfunk zu erwarten sein. Bisher verwendete Nickelbeschichtungen werden in diesem Fall aufgrund des Magnetismus nicht mehr für alle Gerätetypen einsetzbar sein. Nickel-Phosphor-Legierungen mit Phosphorgehalten von 9 % und mehr kommen hier in Betracht, da diese Legierungen nicht magnetisch sind. Zudem zeigen sie eine sehr gute Reib- und Korrosionsbeständigkeit. Allerdings sind die bisher gebräuchlichen Verfahren für die elektrolytische Abscheidung aufgrund nachteiliger Schichteigenschaften nicht nutzbar.

Neue Elektrolytsysteme, vorgestellt von Steffen Habekuß, Technic Deutschland, zeigen über einen breiten Stromdichtebereich eine kaum variierende Zusammensetzung der Schicht, so dass auch bei örtlich variierenden Stromdichten durch die Geometrie stets der notwendige Phosphorgehalt von über 9 % erreicht wird. Damit wird es möglich, hohe Abscheidegeschwindigkeiten zu realisieren und so dieser Schichtvariante zum Beispiel Zugang zur Bandbeschichtung zu ermöglichen, bei der hohe Arbeitsgeschwindigkeiten unablässig sind. Zudem können komplexe Geometrien mit einer einheitlich zusammengesetzten Schicht versehen werden.

### Direktbeschichtung von Austauschermembranen für die Wasserelektrolyse

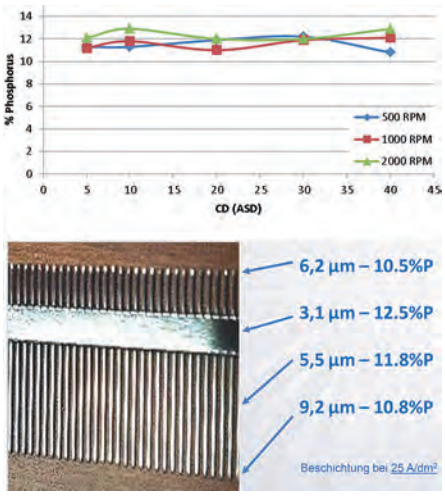
AEM-Elektrolyse von Wasser (AEM: Anionen Exchange Membran) hat das Potential, die Dekarbonisierung durch Umstieg auf grünen Wasserstoff als Energieträger wettbewerbsfähig zu machen. Zu den besonderen Vorteilen zählt, dass sowohl auf kostenintensives Titan als Elektrodenmaterial als auch auf Edelmetallbeschichtungen verzichtet werden kann.

Im Rahmen des vom BMBF geförderten *AEM-Direkt*-Projekts als Teil des *H2Giga*-Leitprojekts werden Direktbeschichtungen auf Anionenaustauschmembranen für die effiziente Wasserelektrolyse untersucht, vorgestellt von Dr. Nils Ulrich, Dr.-Ing. Max Schlötter GmbH & Co. KG. Zur Anwendung kommt ein Verfahren zur stromlosen Abscheidung katalytisch aktiver Beschichtungen einer Zinn-Nickel-Legierung mit eingebettetem Graphit; für diesen Anwendungsfall wurde eine Zusammensetzung aus 65 % Zinn, 35 % Nickel und 1,5 % Kohlenstoff gewählt. Die Schichten wurden in spezifischen elektrochemischen Zellen hinsichtlich ihres Effekts auf Zellpotential und Fremdgasanteil des Wasserstoffs an der Anode untersucht. Mit dem neuen System gelingt eine sehr gleichmäßige Zusammensetzung der Schicht bei gleichzeitig optimaler Verteilung des Graphits in der Schicht. Die Schichten zeichnen sich durch eine hohe aktive Oberfläche aus. Durch die riss- und porenfreie Schicht erzielen die Bauteile eine hohe Lebensdauer im Einsatz. Positiv wirkt sich zudem die gute Abriebbeständigkeit der Zinn-Nickel-Schicht aus.

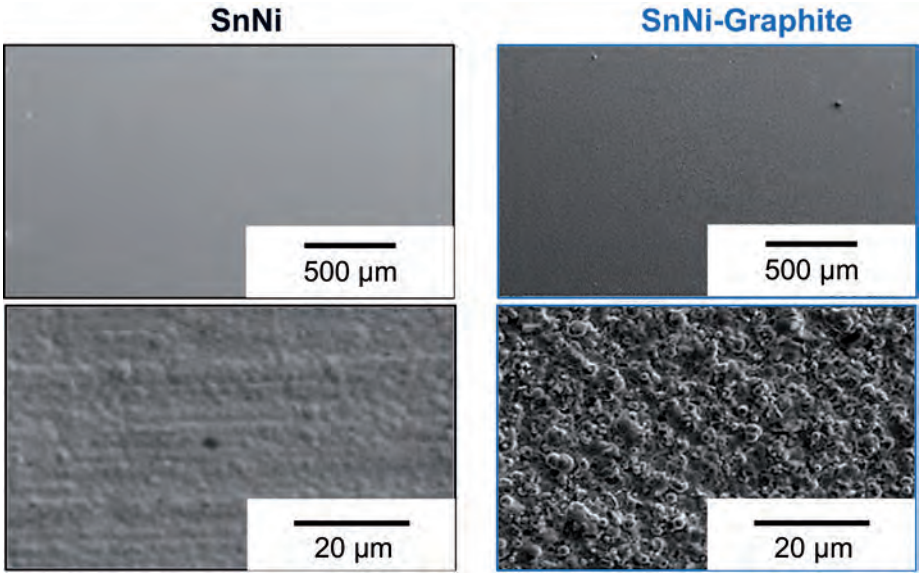
## Digitalisierung in der Oberflächentechnik

### OPC UA-Schnittstellen

Die Vernetzung in der Wertschöpfungskette gelingt nur über einheitliche Standards. Für die Interoperabilität in der Produktion ist OPC UA der zentrale Baustein. Die VDMA-Ab-




**Phosphorgehalte der Nickel-Phosphor-Schicht bei unterschiedlichen Stromdichten und Strömungsgeschwindigkeiten**
**(Bild: St. Habekuß)**




**Durch die Einbettung von Graphit erhöht sich die aktive Oberfläche der Zinn-Nickel-Beschichtung**
**(Bild: N. Ulrich)**

teilung Oberflächentechnik setzt diese Initiative gemeinsam mit der OPC Foundation für die Oberflächentechnik um. Dr. Martin Riester, VDMA, gab zunächst einen Einblick zu den Standardisierungsverfahren. Arbeitsgruppen zu Organic Coating Technology, ShotBlasting-Technology, PlasmaSurfaceTreatmentTechnology und Cleaning- und Pretreatment-Technology erarbeiten Schnittstellen für die standardisierte OPC UA-Kommunikation der zugehörigen Maschinentypen. Daraus entstanden sind Standards für die Oberflächenbehandlung mittels Plasma sowie für die Stahlbehandlung von Oberflächen.
Christopher Liehr, VDMA, ging anschließend auf das entsprechende OPC UA-Informationsmodell für Strahlanlagen ein. Durch die Standardisierung eines Maschinentyps für die Strahltechnik wird die Grundlage für die Einbindung einer derartigen Maschine in eine interoperable Produktion ermöglicht. Er verdeutlichte, welche Building Blocks der branchenübergreifenden OPC UA for Machinery (OPC 40001-1) hierfür implementiert wurden und wie die branchenspezifischen Eigenheiten umgesetzt wurden.

## Digitale Werkzeuge zur Lager- und Gefahrstoffverwaltung

Nach den Erfahrungen von Fabian Herbst, BAG Analytics GmbH, sind zwar viele unternehmensinterne Prozesse in verschiedenen Bereichen bereits für sich digitalisiert, die Herausforderung besteht aber nach wie vor darin, die dort entstehenden Datensätze zu verknüpfen und auszuwerten oder auch die Arbeiten in optimaler Weise zu priorisieren. Am Beispiel der Lager- und Gefahrstoffverwaltung eines Oberflächenbetriebs zeigte er, wie durch ein zentrales, alles verbindendes Datenmanagement übergreifende Betriebsabläufe verbessert und beschleunigt werden, bei gleichzeitiger Verringerung von Risiken. Exemplarisch wurde die Überwachung der Chemikalienbestände, (Mindest-/Maximalbestände, Kapitalbindung) betrachtet. Dabei wird neben der Gefahrstoffklasse auch der Umweltindex der jeweiligen Chemikalie erfasst und bewertet. Entscheidende Vorteile der Datenverknüpfung zeigen sich bei der agilen Abfrage der Daten und der Handlungsschnelligkeit im Notfall.

## Digitalisierung für beschleunigte und intelligente Prozesse

Die Digitalisierung und Bereitstellung von Wissen in Unternehmen sorgt für eine Steigerung der Prozesssicherheit, Qualität und kürzere Einarbeitungszeiten von neuen Mitarbeitern. Nicolas Fleck, Media Soft, befasst sich mit der Entwicklung und Einführung von digitalisierten Abläufen für Betriebe der Oberflächentechnik. Wichtig ist nach seiner Überzeugung, alle Mitarbeitenden im Unternehmen vom Nutzen der neuen Technik zu überzeugen und sie bei der Einführung intensiv zu begleiten.
Ein hoher Stellenwert ist der Datensicherheit zuzuschreiben und die Mitarbeitenden sind intensiv für den Umgang mit den neuen Medien zu schulen. Besonders gute Ergebnisse werden erzielt, wenn die verwendeten Daten vollständig und hochwertig sind, wobei neben den klassischen Datenarten (Text und Zahlen) auch intensiv auf Bildmaterial als Hilfsdaten wie Normen und Vorgaben zurückgegriffen wird.

## Digitalisierte Galvanotechnik und Datennutzung

Das Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA in Stuttgart, befasst sich seit einigen Jahren mit der Entwicklung der Digitalisierung in der galvanotechnischen Fertigung. Dr. Peter Schwanzer gab in seinem Vortrag einen Überblick über die erzielten Ergebnisse der digitalen Verfahren sowie zu aktuellen Weiterentwicklungen.
Wie in anderen Produktionsbereichen auch, stehen im Falle der Galvanotechnik eine Reduzierung der Durchlaufzeit, Senkung der Produktionskosten oder eine Steigerung der Prozessqualität als Ziele im Vordergrund. Dazu ist zwar einerseits eine umfangreiche Ausstattung der technischen Anlagen mit Sensoren erforderlich, andererseits ist aber aufgrund der hohen Komplexität der Prozesse in den meisten Fälle eine deutliche Verbesserung der Ist-Situation möglich. Die Verbesserung beispielsweise im Hinblick auf die Ressourcen- und Energieeffizienz konnte im abgeschlossenen Projekt *SmartPlas* nachgewiesen werden. Neue Ansätze zu einer weiteren Verbesserung der Situation läßt der Einsatz von KI-Technologien erwarten. So ist es möglich, aus den komplexen Zusammenhängen der zahlreichen Prozessparameter Trends zu ermitteln, durch die die angestrebten Ziele einer Kostensenkung oder Qualitätsverbesserung sehr effizient erreicht werden können.
Ein weiterer Vorteil der Digitalisierung ist die Ansammlung von wichtigem Fachwissen zu den verschiedenen Prozessen und Abfolgen in der Fertigung. Damit lässt sich der zunehmende Mangel an Fachkompetenz in der Galvanotechnik ausgleichen oder zumindest vermindern. Eine sehr praxisnahe Entwicklung des Einsatzes der digitalen Technologien wird gewährleistet durch die Nutzung der Lerngalvanik am IPA. Mit dieser Anlage lassen sich die tatsächlichen Fertigungsabläufe der Praxis durchführen und modifizieren.

BRW CHEMIE
SEIT 2020 MIT EINEM NEUEN TEAM UND EINER STARKEN GRUPPE DAHINTER.
WIR LEBEN OBERFLÄCHENTECHNIK
+ **Metarox** – Entfettung
+ **Avant / Amex Elcid** – saure Zinksysteme
+ **Royal** – cyanidische Zinksysteme
+ **Nickofan** – Nickelsysteme
+ **Cobre/Cuprofan** – cyanidische und alkalisch cyanfreie Kupfersysteme
+ **Colorchrom** – Passivierungen
+ **Metastrip** – Beizentfetter und Entmetallisierungen
+ **Cynex** – alkalische Zinksysteme
+ **Quimi** – chemische Nickelsysteme
+ **Cuprocid** – saure Kupfersysteme
+ **RSI-Produktreihe** – Produktlösungen für Eloxalbetriebe
+ **Avant Guard** – Top Coats
+ **Metallfärbungen**
+ **Zink-Nickel Verfahren**
+ **Weißbronze**
+ **Mechanische Verzinkung** – Produktlösungen und Anlagenbau
**BRW Elektrochemie GmbH & Co. KG**
Glärbach 2 | 58802 Balve | info@brw-gmbh.de | 02375-925 217
Ein Unternehmen der WOCKLUM GRUPPE

## Zukunftsthemen in der Oberflächentechnik

### Beitrag der Software zu Energieeffizienz

Es gibt eine Vielzahl von Möglichkeiten, die Energieeffizienz im Produktionsprozess zu steigern. Mit dutzenden Bedingungen und einer sehr großen Anzahl an Aufträgen entsteht dabei jedoch eine Komplexität, die sich nur mit Unterstützung durch Software überblicken lässt, so die Erfahrungen von Michael Hellmuth, Softec GmbH. Im Planungsprozess können so spezifische Bedingungen berücksichtigt und priorisiert werden, um Vorschläge zu generieren, die die Energieeffizienz optimieren. Erreicht werden kann eine hohe Energieeffizienz, indem neben der bisher im Vordergrund stehenden kurzen Durchlaufzeit und geringen Fertigungskosten auch Daten beispielsweise zur Energieverfügbarkeit oder Energieart (im Hinblick auf den $CO_2$-Fußabdruck) mit einbezogen werden. Gesteigert werden kann die Leistungsfähigkeit entsprechender Softwareprodukte durch die Nutzung der KI.

### Neue Wege in der vollautomatisierten Galvanikfertigung

Nico Kahlich, Ditec GmbH, und Benjamin Junghans, Industrial Dynamics GmbH, gaben in ihrem Vortrag einen Einblick in die neuesten, gemeinsam durchgeführten Entwicklungen der vollautomatisierten Galvanikanlage. Während Ditec sich vor allem mit der Steuerung von Galvanikanlagen befasst, liegt einer der Schwerpunkte der Industrial Dynamics auf der Nutzung von Robotern für die Fertigung.

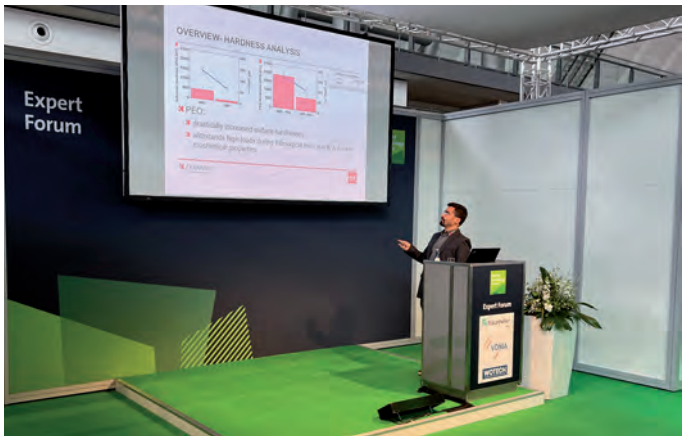
**Be- und Entstückung von Galvanikgestellen durch Roboter (Bild: Kahlich/Junghans)**

Im Bereich der Anlagensteuerung ist in den letzten Jahren die Anlagenwartung stärker in den Vordergrund gerückt, die die Anlagenverfügbarkeit deutlich verbessert. Zudem wird die Steuerung der Anlagen durch die umfassende Verwaltung des Gestellparks erweitert, zum Beispiel für eine präzise Lokalisierung jedes einzelnen Gestells vor, in und nach dem eigentlichen Beschichtungsprozess. Des Weiteren wird die Betreuung der Einrichtungen zur Abwasserbehandlung in die Anlagensteuerung aufgenommen.

Die Hinzunahme der Robotertechnik ermöglicht es, die bisher nahezu ausschließlich manuell durchgeführte Be- und Entstückung von Galvanikgestellen zu automatisieren. Besondere Vorteile für den Anlagennutzer ergeben sich durch eine zusätzlich automatisiert durchgeführte Qualitätskontrolle der Oberflächen. Diese kann sowohl aus einer Vorkontrolle als auch aus einer Prüfung der Oberflächenqualität nach der Beschichtung bestehen. Damit wird die Ausweitung von sogenannten *Geisterschichten*, also ohne Personal, möglich – dies unterstützt die Unternehmen bei der Bewältigung des immer stärker sichtbaren Personalmangels.

**Lesen Sie weiter unter womag-online.de**

WOMag-online-Abonnenten steht der gesamte Beitrag zum Download zur Verfügung. Im Weiteren sind die Inhalte der Vorträge zu Nachhaltigkeit, physikalischen Oberflächentechniken oder Energie- und Ressourceneffizienz zusammengefasst. Der Gesamtumfang des Beitrags beträgt etwa 8 Seiten mit 20 Abbildungen.



# Innovative modulare Verfahrens- und Beschichtungsentwicklung: Beschichtung von Pin Fins und Kühlkörpern

**Die Holzapfel Metallveredelung stellt die Arbeiten rund um ihre Technologie vor, die mit dem diesjährigen Preis *DIE OBERFLÄCHE* des Fraunhofer IPA ausgezeichnet wurde.**

Die Holzapfel Group erweiterte in diesem Jahr ihr Leistungsspektrum um ein eigenentwickeltes Verfahren zur ressourcenschonenden und beschichtungsoptimierten Beschichtung von Kühlkörpern und Pin Fins für die Leistungselektronik. Diese Expertise und das Engagement des Unternehmens wurden jüngst mit dem Stuttgarter Oberflächentechnik-Preis *DIE OBERFLÄCHE* des Fraunhofer-Instituts für Produktionstechnik und Automatisierung IPA ausgezeichnet.

Der mittelhessische Spezialist der Oberflächenveredelung setzt schon seit jeher seinen Fokus darauf, Trends und Neuentwicklungen aktiv mitzugestalten und innovativ kundenorientiert zu arbeiten. Das Unternehmen blickt auf bereits 75 Jahre Galvanoexpertise in unterschiedlichsten Branchen mit einem breiten Oberflächenportfolio zurück. Resultierend aus den neuen Aufgabenstellungen der Elektromobilität, befasst sich die Holzapfel Group intensiv mit den neuen Anforderungen und entwickelt modular auf die Kundenbedürfnisse abgestimmte, neue Verfahren:

– HG-VRT (Variable Rack Technology)
– HG-USC (Ultra Surface Cleaning)
– HG-PPT (Partial Plating Technology)
– HG-SST (Solder-optimized Surface Technology)
– HG-UST (Ultra-Pure Surface Technology)

Treibender Faktor dieser Entwicklung ist der stetig steigende Bedarf nach und die Bedeutung von immer leistungsfähigerer Leistungselektronik bei immer kompakter werdender Bauweise. Neben den durch die Elektrifizierung neu entstandenen Anwendungsfällen in der Elektromobilität im Bereich Antriebsmotoren, Ladetechnik und Akkumulatoren, existiert eine Vielzahl weiterer Anwendungsfälle. Exemplarisch zu nennen sind hier PC- und Schaltschrankkühlungen (sowohl industriell als auch in Rechenzentren), Frequenzumrichter, Elektromotoren, elektronische Geräte (im industriellen wie auch privaten Bereich) sowie nicht zuletzt die Raum- und Gebäudekühlung sowie Beheizung (*Abb. 1* und *2*).

## The future is now – Neue Wege gemeinsam gehen

Als Entwicklungspartner, Hersteller sowie Beschichter von Kathoden, Anoden und kompletten Elektrodenpackages für die Erzeugung von Wasserstoff im AEL-Verfahren bei der industriellen Wasserstoffherstellung seit nunmehr 20 Jahren, kennt die Holzapfel Group die hohen Anforderungen an effiziente und nachhaltige Lösungen zur Abführung von Prozesswärme der hieran beteiligten Leistungselektroniken.

Die konvektive Luftkühlung, die früher üblicherweise zur Kühlung von Aluminiumkühlkörpern ausreichte, ist für heutige Anwendungsfälle oftmals unzureichend. Die immer kompakteren und leistungsstärkeren Komponenten der Leistungselektroniken erzeugen eine deutliche höhere Wärme – und benötigen daher auch eine wesentlich stärkere Kühlleistung.

Außer der erhöhten Temperatur stellen korrosive Umgebungsbedingungen, gekapselte Gehäuse, erhöhte Ansprüche an die Haltbarkeit und beengte Einbaubedingungen, neue Herausforderungen an die Kühltechnologie und somit an die Entwickler. Neben Aluminium kommt bei vielen Kühlkörpern auch Kupfer zum Einsatz. Aufgrund der wesentlich besseren spezifischen Wärmeleitfähigkeit kann Kupfer als Grundwerkstoff den gestiegenen Anforderungen leistungsstark und zuverlässig begegnen (*Abb. 3*).

Flüssigkeitsführende Kühlsysteme werden vermehrt eingesetzt, um die erzeugte Wärme effizient und schnell abzuleiten. Häufig wird eine Materialkombination verwendet, bestehend aus Kupfer für die Kühlkörper und Aluminium für die flüssigkeitsführenden Leitungen und Wärmeaustauscher. Eine geeignete Oberfläche ist hier entscheidend: Ohne eine solche würde der Materialmix des Verbundsystems dieses binnen kürzester Zeit durch Kontaktkorrosion zerstören. Dieser Dynamik und der Vielzahl weiterer, komplexer Anforderungen an die Oberflächenveredelung ist sich die Holzapfel Group deutlich bewusst und hat darauf bereits reagiert: Mit der Entwicklung modularer Verfahren kann für jede

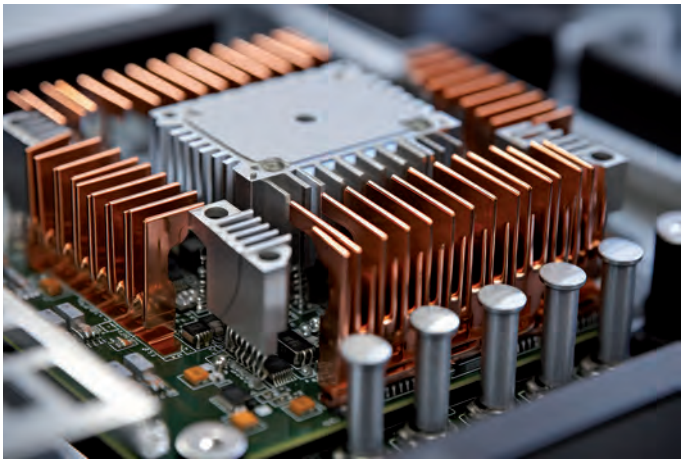


**Abb. 1: Vernickelter Hochleistungskühlkörper in einer Leistungselektronikeinheit (Bild: AdobeStock_759699953 / Holzapfel)**

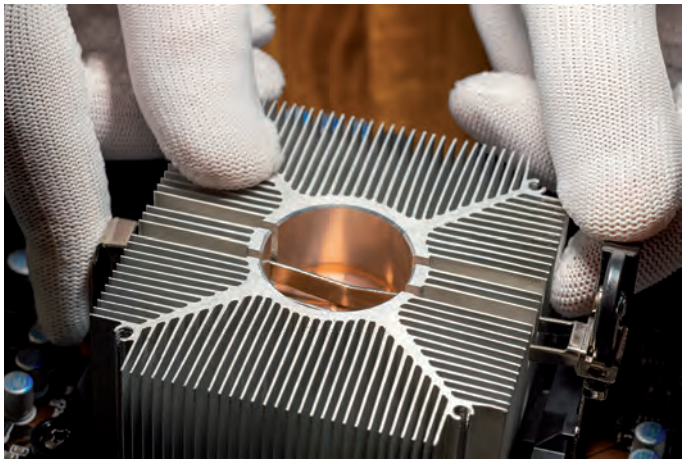


**Abb. 2: Eloxierter Passivkühlkörper (Bild: AdobeStock_790030847 / Holzapfel)**

kundenseitige Anforderung eine passende Lösung angeboten werden.

## Zielgerichtet neue Wege gehen

Die eigenentwickelte variable Gestelltechnologie HG-VRT ermöglicht es dabei, je Prozess und Position individuell unterschiedlichste Bewegungsabläufe zu realisieren. Diese Möglichkeit beschränkt sich dabei nicht nur auf den eigentlichen Prozess: Auch die Hebe- und Senkvorgänge sind individuell steuerbar. Die Steuerung und Überwachung erfolgt SPS-gesteuert in Echtzeit und wird vollumfänglich protokolliert und archiviert. Ein materialschonendes Bauteilhandling und die Reproduzierbarkeit des Prozesses sind dabei stets sichergestellt.

Die HG-VRT ermöglicht und unterstützt dabei die ebenfalls bei der Holzapfel Group entwickelten modularen Verfahren HG-USC (Ultra Surface Cleaning), HG-PPT (Partial Plating Technology), HG-SST (Solder-optimized Surface Technology) sowie HG-UST (Ultra-Pure Surface Technology).

## Makellosigkeit im Fokus

Verschiedene Herstellverfahren und komplexe Bauteilgeometrien erfordern oftmals ein individuelles, an das jeweilige Produkt angepasstes Reinigungskonzept, bevor die wertschöpfenden Funktionsschichten erzeugt werden können. Mit dem entwickelten Prozess HG-USC (Ultra Surface Cleaning) lassen sich diese Voraussetzungen materialschonend, wirtschaftlich, reproduzierbar und zuverlässig schaffen. Hierbei werden die artikelspezifischen Herstellverfahren, das Substrat und die Artikelgeometrie einzeln betrachtet und analysiert. Im Ergebnis wird hieraus der für den Artikel optimale Prozess evaluiert und etabliert.

Aufbauend auf dem Prozess folgt eine Beschichtung der Bauteile entweder vollflächig oder mithilfe der innovativen und ressourcenschonenden Bearbeitungstechnologie HG-PPT (Partial Plating Technology), je nach Anforderungen des Kunden an die zu erzeugende Oberfläche beziehungsweise an die Eigenschaften des gesamten Bauteils.

## Effiziente Steigerung der Wärmeübertragung

Als Antwort auf die komplexen Anforderungen der Produktentwicklungen hat die Holzapfel Group ein mehrstufiges Verfahren entwickelt, um Kühlkörper der Leistungselektronik sowie auch Pin Fins anwendungsgerecht zu beschichten, wobei eine maximale

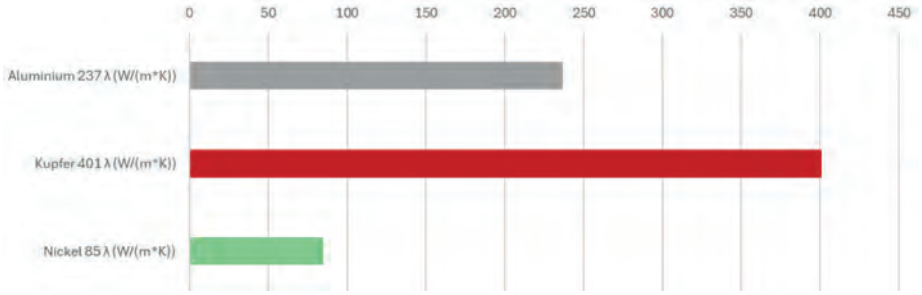



**Abb. 3: Wärmeleitfähigkeiten am Beispiel Kühlkörper (Bild: ddbst.com – DDBST GmbH)**

Wirtschaftlichkeit und Ressourceneinsparung gewährleistet sind. Nur durch die Sicherstellung einer schnellen Wärmeübertragung von den Kühlerstrukturen an das Kühlmedium ist eine wirkungsvolle Funktion garantiert. Die Entwicklungsabteilungen der Kühlkörperhersteller wählen anwendungsabhängig das passende Substrat, wie beispielsweise Kupfer aus, um eine schnellere und effizientere Wärmeübertragung zu erzielen.

Mit hohem konstruktivem Aufwand entstehen so komplexe Kühlerstrukturen, um sowohl eine verlustarme Durchströmung des Kühlmediums als auch einen hohen Anteil an Berührungsflächen zur Wärmeübertragung zu generieren. Die Texturen dieser Flächen und Kanäle werden bei der mechanischen Fertigung mit hoher technischer Komplexität erzeugt, um Verwirbelungen und Reibverluste zu reduzieren.

## Mit Know-how und Kundenorientierung zur Höchstleistung

Bei den genannten Prozessen orientiert sich die Holzapfel Group stets an den Anforderungen ihrer Kunden und unterstützt sie auf Wunsch bereits in der Konstruktionsphase mit umfassendem Know-how bei der Auswahl des passenden Oberflächenverfahrens als auch bei der Erkennung konstruktiver Besonderheiten und dem galvanisiergerechten Konstruieren. Der Fokus liegt dabei immer darauf, das für den Kunden und den Anwendungsfall optimale Gesamtsystem zu finden.

Für flüssigkeitsführende Kühlsysteme empfiehlt der Oberflächenspezialist daher, im modularen Gesamtschichtsystem als korrosionsschützende Schicht innerhalb der Kühlerstruktur eine durch chemische Abscheidung erzeugte Nickel-Phosphor-Beschichtung. Diese verfügt neben der hohen Korrosionsschutzwirkung und Langlebigkeit durch die basisreplikante und gleichmäßige Abscheidung über eine vollständige Porendichtheit bereits bei geringen Schichtstärken. Die benötigten niedrigen Schichtstärken zur Erzielung der erforderlichen Eigenschafteen beeinflussen nur in sehr geringem Umfang die Wärmeleitfähigkeit der Kühlerstruktur (*Abb. 3*). Im direkten Vergleich hierzu müsste eine galvanisch erzeugte Nickelschicht aufgrund elektrochemischer Effekte und verringerter Streuung eine vielfach höhere Dicke im Vergleich zur chemisch abgeschiedenen Nickelschicht aufweisen. Die an exponierten Positionen der Kühlerstrukturen und Bauteilkanten überproportionale Abscheidung (also eine höhere Schichtdicke) hätte zudem negative Einflüsse auf die Maßhaltigkeit sowie auf die Durchströmung der Kühlerstruktur.

Unabhängig davon, ob der Kunde sich für eine Steck-, Schraub- oder Lötverbindung entscheidet, erarbeiten die Experten der Holzapfel Group das optimale Schichtsystem, das den Anforderungen an das Bauteil gerecht wird und bieten maßgeschneiderte Lösungen (abhängig von der Art der Verbindungstechnik zwischen Leistungselektronik und Kühlkörper).

## Ressourcenschonend und $CO_2$-reduziert: Lötfähige Nickelschicht in Bestform

Der vollständige positive Effekt der Technologien HG-PPT (Partial Plating Technology) in Kombination mit der HG-VRT (Variable Rack Technology) wird hierbei mit der finalen Deckschicht erreicht. Insbesondere für das Verlöten der Leistungselektronik hat sich eine Vernickelung mit Nickel aus einem Sulfamatelektrolyten als wirtschaftlich-technisch geeignet erwiesen.

Beim HG-SST-Verfahren (Solder-optimized Surface Technology) wird als finale Funktionsschicht Nickel aus einem schwefel- und glanzbildnerfreien Sulfamatelektrolyten abgeschieden. Diese Schicht wird aufgrund der Verfahrenstechnologien HG-VRT (Variable Rack Technology) und HG-PPT (Partial Plating Technology) nahezu ausschließlich im unmittelbaren Funktionsbereich, der Lötfläche, abgeschieden.

Durch diese Kombination ergeben sich eine Reihe von weiteren Vorteilen im unmittel-

baren Vergleich zur klassischen Gestellveredelung. Neben einer Verdoppelung der Ausbringungsmenge je Warenträger ergeben sich – in Abhängigkeit vom Oberflächenverhältnis Kühlerstruktur/Lötfläche – Energie- und Metalleinsparungen von über 60 Prozent. Außerdem wird durch die Einsparungen von Metallen, Chemikalien und Energie die Emission an Kohlenstoffdioxid ($CO_2$) nachhaltig reduziert.
Ein nicht zu unterschätzender zusätzlicher Vorteil des HG-SST-Verfahren (Solder-optimized Surface Technology) ist, dass eine gezielt nicht feinkörnig abgeschiedene Oberflächentextur der Nickelschicht aus dem Sulfamatsystem dem Kunden bei darauffolgenden Lötprozessen durch vergrößerte Oberfläche zu einer besseren Benetzung verhilft.

### Mit höchster Oberflächenreinheit für die Reinraumfertigung

Als besonderes Add-on im Bereich Kühlkörper gilt die Technologie HG-UST (Ultra-Pure Surface Technology). Hier entwickelte die Holzapfel Group für den speziellen Anwendungsfall für Kühlkörper/Pinfin mit höchsten Ansprüchen an Oberflächengüte und Oberflächenreinheit ein smartes Reinigungsverfahren. So werden die beschichteten Kühlkörper beispielsweise im letzten modularen Bearbeitungsschritt mit einem aufwendigen Spül-, Reinigungs- und Trocknungssystem in der Veredelungslinie behandelt und lassen sich nach der Trocknung unmittelbar unter Reinraumbedingungen verarbeiten. Die eingesetzten Systeme kommen ohne den Einsatz von aprotischen Lösungen aus.

### Innovative Lösungen für komplexe Aufgabenstellungen

Die vorgestellten, modularen Verfahren lassen sich auf eine Vielzahl von kundenspezifischen Anforderungen übertragen und sind nicht beschränkt auf den Einsatz bei Kühlkörpern und Pin Fins. Neben einer partiellen Glanz- oder Mattverzinnung mit entsprechenden Nachtauchlösungen können auch Edelmetalle nebst Nachtauchlösungen abgeschieden werden.
Das kompetente Team der Holzapfel Group berät seine Kunden stets individuell und lösungsorientiert, um gemeinsam einen Mehrwert zu erzeugen.

➲ **www.holzapfel-group.com**


**WOMag-App**

**Online und offline auf mobilen Geräten**

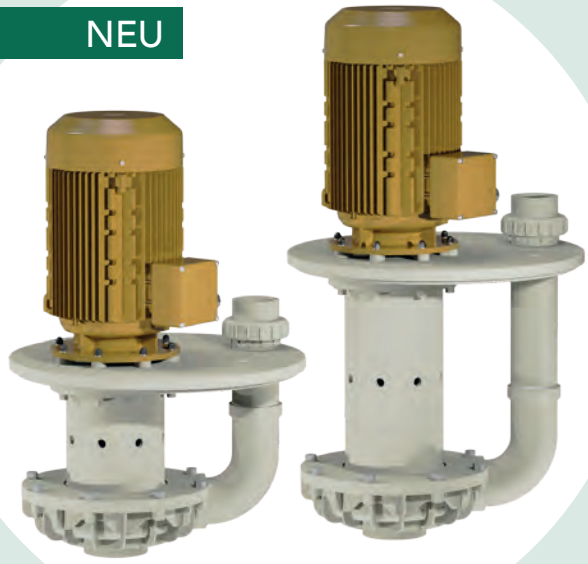
- ➲mobil und bequem nutzen
- ➲Suche nach Stichworten und mit Kategorien
- ➲Schnellsuche mit Bildgalerien
- ➲umfangreiche Verlinkungen nutzen
- ➲Nachrichtendienst zu interessanten Neuheiten
- ➲... und mehr

Laden im App Store | Laden bei Google play



hendor
excellence in pumps & filtration

NEU



*D43 Serie*

**GREEN STARTS WITH US**

Entdecken Sie unsere neue vertikale Pumpenserie D43: energieeffizient, zuverlässig und wartungsfreundlich. Entwickelt, um Ihre Kosten zu senken und die Effizienz zu steigern, produziert mit 65% weniger Abfall und Energieverbrauch.

Join us going green!

info@hendor.de **WWW.HENDOR.DE**

# Ersehnte Fachkräfte für die Galvanotechnik

**Die Technikerschule in Schwäbisch Gmünd verabschiedet ihre erfolgreichen Absolventen**

Am 5. Juli fand in der Aula der Gewerblichen Schule Schwäbisch Gmünd die Verabschiedung mit Zeugnisübergabe der diesjährigen Galvano- und Leiterplattentechniker statt. Die Leiterin des Studiengangs zum Techniker, Dr. Christa Hannak, zeigte sich sehr erfreut, dass die Absolventen einen respektablen Abschluss erzielen konnten. Dies dürfte nach ihrer Meinung auch der guten und motivierten Zusammenarbeit untereinander zuzuschreiben sein. Auch die Schulleiterin Sabine Fath lobte das Engagement und Durchhaltevermögen der Absolventen und Absolventinnen und versicherte ihnen, mit ihrer Studienwahl einen optimalen Grundstock für ein erfolgreiches Arbeitsleben gelegt zu haben. Nach wie vor bieten sich Technikern im Bereich Galvanotechnik hervorragende Aussichten bei der Wahl des Arbeitsplatzes in Industrie und Handwerk mit besten Aufstiegschancen.

Sabine Fath hat die Teilnehmenden der Ausbildung als freundliche und motivierte junge Menschen erlebt. Sie zeigte sich vor allem erfreut darüber, dass die Teilnehmer und Teilnehmerinnen ihre Ausbildung ohne Schwierigkeiten absolviert haben. Sie wünscht sich, dass die Absolventen sich auch zukünftig Ziele setzen und dafür brennen. Auch in Zukunft sollen sie wissbegierig, lernbereit und dadurch auch erfolgreich bleiben. Gefragt sind die Absolventen und Absolventinnen der Oberflächentechnik auf jeden Fall. Dies schließe auch ein, dass sie nie in den Zustand kommen, zu glauben, alles zu wissen und alles zu können. Wichtig sei, die Neugierde, Neues zu lernen, zu behalten, so Sabine Fath.

Fachlehrer und Theologe Volker Rogoll ordnete in seiner humorvollen Rede die Bedeutung des Galvanotechnikers in die Weltordnung ein. Er werde zwar nicht explizit in der Schöpfungsgeschichte erwähnt, zeige sich aber als zuverlässiger Begleiter im Kampf gegen die zerstörerischen Chaosmächte. Rogoll zielte damit auf eines der wichtigsten Tätigkeitsgebiete: den Korrosionsschutz, der nach wie vor zu den Hauptaufgaben galvanischer Oberflächen gezählt werden darf.

Zeugnisse für den erfolgreichen Abschluss der Ausbildung zum Techniker erhielten folgende Absolventen und Absolventinnen:

– Rebecca Berchtold
– Mike Bronner
– Philipp Dellmuth
– Linda Drachenberg
– Patrick Gaborfi
– Pascal Große
– Max Hof
– Muhamed Jumah
– Bathuan Kayaci
– Gianluca Wenner

**Die Absolventen der Technikerausbildung 2024 in Schwäbisch Gmünd**

**Der Förderverein Galvanicus, vertreten durch Arndt Striso, vergibt Preise für gute Leistungen an die Absolventen**

Die besten Absolventen und Absolventinnen der Fachschule für Galvanotechnik wurden darüber hinaus mit einem Preis der Schule sowie des Fördervereins Galvanicus bedacht:

– Preis der Schule und 1. Preis des Fördervereins Galvanicus: Max Hof
– Preis und 2. Preis des Fördervereins Galvanicus: Linda Drachenberg
– Belobigung der Schule und 3. Preis des Fördervereins Galvanicus: Mike Bronner
– Belobigung der Schule: Rebecca Berchtold

Nach der Preisübergabe durch Galvanicus-Vorstandsmitglied Arndt Striso stellten Max Hof und Gianluca Wenner ihre Technikerarbeit zum Thema *Vergleich der technologischen Eigenschaften unterschiedlich erzeugter Nickelschichten durch verschiedene Verfahren* vor. Durchgeführt wurde die Arbeit mit Unterstützung der SurTec und dem Forschungsinstitut fem in Schwäbisch Gmünd.

Primär wurden die Eigenspannungen von Nickelschichten, die beispielsweise zum Abplatzen von Schichten oder zur Rissbildung führen können, je nach Art der Spannung – also Druck- oder Zugspannung – bestimmt. Eingesetzt wurden für die Messungen beispielsweise ein Tensiometer und ein Spiral-Contract-Meter. Bei letzterem kommt eine Feder zum Einsatz, die sich zusammenzieht oder ausdehnt, je nach Art und Stärke der inneren Spannungen. Die Schichtdicke wird durch Wiegen der Feder ermittelt, woraus sich eine Beziehung aus Schichtdicke und Eigenspannung ergibt. Als weiteres Verfahren zur Messung der Eigenspannungen wurde ein Deposit Stress Analyzer eingesetzt. Die-

se Methode ist in der Anwendung relativ einfach, liefert aber weniger genaue Ergebnisse als die anderen beiden Verfahren.
Die entsprechenden Eigenspannungsmessungen wurden an drei Elektrolytsystemen durchgeführt. Hierbei zeigte sich, dass die Standardabweichungen bei den Messungen mit den ersten beiden Verfahren kaum unter einen Bereich von 18 Prozent zu drücken sind, bei gleichzeitig großem Aufwand für die Messungen. Bei den Messungen mit dem Stress-Analyzator konnte eine Standardabweichung von zehn Prozent erreicht werden.
Die größten Standardabweichungen der gemessenen Spannungen traten bei Halbglanznickel auf. Glanznickel und Sulfamatnickel erbrachten Werte mit Standardabweichungen von etwa 20 Prozent bis 25 Prozent. Die Werte selbst entsprachen weitgehend den in der Literatur vermerkten.
Zum Abschluss der Feier gaben Mike Bronner und Bathuan Kayaci einen launigen Rückblick auf die Zeit der Technikerausbildung. Besonders hilfreich waren die guten Kontakte zwischen den Studierenden, begleitet von gemeinsamen Freizeitaktivitäten und Besuchen von Unternehmen und Einrichtungen der Branche. Besonders erwähnt wurde der Besuch der ZVO-Oberflächentage in Berlin. Zum Abschluss bedankten sich die Absolventen mit kleinen Geschenken bei den Fachlehrern und der Direktorin der Schule.
Für die in kleinem Rahmen gehaltene Veranstaltung stiftete der Förderverein Galvanicus Getränke und einen Imbiss und wertete damit die Abschlussfeier auf angenehme Art und Weise auf.

➲ www.gs-gd.de

## Jahrgangsbeste Oberflächenbeschichter-Absolventin Bayerns geehrt

**Die DGO zeichnete am 7. Mai 2024 Elena Feil für den besten Abschluss 2023 in Bayern bei der Ausbildung zum Oberflächenbeschichter (m/w/d) aus. Udo Küger, Leiter der BG Nürnberg, überreichte Elena Feil eine Urkunde sowie das Fachbuch *Geschichte der Galvanotechnik*, das auch vom Leuze Verlag mitgesponsert wurde.**

Ihre schulische Ausbildung hat Elena Feil an der Semper Berufsausbildung und Technikerschule Nürnberg absolviert, die betriebliche Ausbildung bei Rosenberger in Fridolfing. Der Ausbildungsbetrieb, die Rosenberger GmbH Hochfrequenztechnik, stellte bei der letzten Prüfung mit Elena Feil nicht nur die beste Absolventin Bayerns, sondern mit Hanna Wichtlhuber auch die zweitbeste Absolventin und mit Lucas Kühn den drittbesten Absolventen. Alle drei werden ab Herbst gemeinsam für zwei Jahre die Technikerschule in Schwäbisch Gmünd besuchen.
Bernhard Zehentner kümmert sich seit vielen Jahren bei Rosenberger mit großem Engagement um die Auszubildenden. Als Mitglied des Prüfungsausschusses steht er ihnen auch hier mit Rat und Tat zur Seite. Unterstützt wird er seit einiger Zeit von Brian Gappmeier. Neben dem Oberflächenbeschichter bildet Rosenberger zum Chemielaboranten (m/w/d), Umwelttechnologen (m/w/d) für Abwasserbewirtschaftung sowie zum Maschinen -und Anlagenführer (m/w/d) aus.

**Udo Krüger, Lucas Kühn, Eric Küppers, Elena Feil, Brian Gappmeier, Hanna Wichtlhuber und Bernhard Zehentner (v.l.) (Bild: DGO)**

Wichtig ist es dem Unternehmen nach Aussage von Zehentner, die Azubis auch nach Abschluss ihrer Ausbildung im Betrieb zu halten. *Wir legen Wert auf ein sehr gutes Betriebsklima und freuen uns, dass unsere Azubis stets motiviert und lernwillig sind.* Aber auch der Spaß komme nicht zu kurz. Zudem bekämen Azubis Verantwortung, müssten zum Teil schon selbst entscheiden und seien auch schon in der Produktion eigenständig tätig.
Im Gespräch mit DGO-BG-Leiter Udo Krüger erzählte Elena Feil, dass sie schon immer wusste, dass sie beruflich etwas mit Chemie machen wollte: Sie habe in ihrer Schulzeit viele Praktika absolviert, vor allem als Laborantin, wobei ihr dieser Beruf auf Dauer zu eintönig gewesen wäre. Als sie dann beim *Tag der Ausbildung* bei der Firma Rosenberger gewesen sei, habe sie den Beruf des Oberflächenbeschichters kennengelernt. Anschließend folgte für Feil ein Praktikum, danach war ihr schon klar, dass sie diesen Beruf lernen möchte. Durch die abwechslungsreiche Arbeit und das familiäre Firmenumfeld sei ihr die Entscheidung nicht schwergefallen.
Die abwechslungsreichen Arbeitsmöglichkeiten faszinieren sie besonders an dem Beruf: *Durch die Ausbildung habe ich gelernt, große Anlagen zu steuern, handgalvanisch zu beschichten, Laboranalysen zu bestimmen und Abwasser zu behandeln. Dadurch habe ich Einblick in viele Bereiche gewonnen und schließlich auch Möglichkeiten, mich in verschiedene Richtungen weiterzubilden,* sagt Elena Feil. Zudem sei es interessant, die verschiedenen Prozesse zu verstehen und weiterzuentwickeln. Die Möglichkeit, in einem nicht allzu bekannten Beruf zu arbeiten, in dem Frauen nicht stark vertreten sind, sah sie als weitere Herausforderung, der sie sich stellen wollte.

**Udo Krüger übergibt Urkunde und Buch an Elena Feil (Bild: DGO)**

Nach ihrer Weiterbildung zur Galvanotechnikerin und Meisterin in Schwäbisch Gmünd möchte sie beim Aufbau neuer Anlagen helfen und diese betriebsbereit machen. Zudem reizt es sie, in die Personalleitung zu gehen und ein Team zu leiten. *Ich denke aber auch darüber nach, an den Techniker/Meister noch ein Studium im Bereich Chemtronik oder Maschinenbau anzuhängen,* so Feil.

➲ www.zvo.org

# 21. Norddeutscher Galvanotag in Hannover

**Zahlreiche interessierte Teilnehmende beim diesjährigen Norddeutschen Galvanotag**

Der Norddeutsche Galvanotag ist in der norddeutschen Galvanobranche eine fest etablierte Veranstaltung, die bei vielen Branchenunternehmen schon frühzeitig im Kalender vorgemerkt ist. So konnten die DGO-Bezirksgruppen Nord und Bielefeld auch in diesem Jahr am 23. Mai wieder rund 70 Teilnehmende und fünf Vortragende begrüßen, berichtet die Deutsche Gesellschaft für Galvano- und Oberflächentechnik e.V. (DGO). Der Leiter der Bezirksgruppe Bielefeld, Thomas Kruggel, führte gekonnt durch die Veranstaltung.

In zwei Themenblöcken wurde zu den Themen *Nachhaltige Galvanotechnik* und *Rechtlichen Vorgaben* referiert. Den Anfang machte Heinrich-W. Kämper von der Munk GmbH in Hamm zum Thema *Gleichrichtergeräte und deren Technologie: Betrachtung zur Ressourcenschonung und Effizienz.* Nach einer kurzen Vorstellung der Munk GmbH ging er auf die unterschiedlichen Gleichrichtertechnologien und deren Kühlung ein, die derzeit am Markt verfügbar sind. Interessant waren die Berechnungen, die aufzeigten, wie man mit einem Einsatz verstärkter Kupferverschienungen Betriebsspannungen senkt und dadurch Betriebskosten spart. Weitere Beispiele zur Nutzung der Abwärme mittels Kühlwassers beziehungsweise Abluft rundeten den Vortrag ab.

Den zweiten Vortrag hielt Henning Heimann, MKS Atotech Deutschland GmbH & Co. KG Berlin. Sein Thema lautete: *Mittelphosphorhaltiger Chemisch-Nickel-Prozess bei reduzierter Badtemperatur – Reduzierung der $CO_2$-Emission.* Anhand umfangreicher Berechnungsbeispiele führte Heimann aus, wieviel Energie für das Aufheizen und Halten der notwendigen Betriebstemperaturen von Elektrolyten für die chemische Vernicklung benötigt wird. Hieraus leitet sich eine Herausforderung zur Absenkung der notwendigen Betriebstemperatur ab. Die Antwort ist ein Verfahren, das mit einer verminderten Temperatur von 75 °C statt der herkömmlichen 90 °C arbeitet. Die Arbeitsparameter und Schichteigenschaften dieses Verfahrens werden eingehend betrachtet und das Sparpotential an $CO_2$ wird hochgerechnet.

**Henning Heimann zeigte Ansätze zur Reduzierung der $CO_2$-Emissionen auf (Bild: ©Thomas Kruggel)**

Den ersten Themenblock beendete Marc Longerich von der SurTec Deutschland GmbH aus Zwingenberg mit seinem Vortrag *Energieeinsparung durch Badoptimierung.* Steigende Energiekosten machen es notwendig, die Prozesse auf Kosteneffizienz hin zu überprüfen. Am Beispiel einer alkalischen Verzinkung mit Vor- und Nachbehandlung zeigte er auf, dass hier ein erhebliches Einsparpotential ruhen kann. Abkochentfettungen sparen als Niedrigtemperaturverfahren viel Energie, aber auch Elektroentfettungen können auf Kaliumbasis durch eine erhöhte Leitfähigkeit, die auch durch eine hohe Karbonatkonzentration nur geringfügig vermindert wird, interessant sein. Ähnliches gilt auch für den Verzinkungselektrolyten. Abschließend ging der Referent auf die Besonderheiten bei Zinknickelelektrolyten ein.

Die Pause bei bestem Wetter bot wieder Gelegenheit zum Networking und Erfahrungsaustausch bei Kaffee und Kuchen sowie belegten Brötchen.

Nach der Pause startete der zweite Vortragsblock mit Dr. Joachim Heerman von der Dr.-Ing. Max Schlötter GmbH & Co. KG aus Geislingen/Steige. Dr. Heermann referierte zum Thema *Die Regulierungswut der Europäischen Union kennt keine Grenzen: REACh macht's möglich.* Zunächst ging der Referent auf die Vielzahl der Gesetze ein, die ein heutiges Unternehmen in der EU zu beachten hat. Es sind so viele, dass diese nur sehr oberflächlich angerissen werden konnten. Weiterhin werden die Ziele von REACh mittlerweile als *moving targets* definiert. Dr. Heermann legte in seinen Ausführungen den Fokus insbesondere auf die bisherige und derzeitige Situation von Chrom(VI) unter REACh. Hier sei Einiges im Wandel. Wohin dieser aber führe, sei ungewiss. Ein weiteres Thema war die

**Die Teilnehmenden verfolgten aufmerksam die spannenden Vorträge(Bild: ©Thomas Kruggel)**

derzeit geplante Beschränkung von PFAS. Die Zukunftstechnologien, wie zum Beispiel Elektromobilität und Wasserstoffwirtschaft, sind auf diese Substanzen angewiesen, wobei der Bedarf an PFAS in der Metallindustrie nur äußerst gering ist.

Den letzten Vortrag der Veranstaltung hielt Thomas Kruggel. In seinem sehr praxisbezogenen Vortrag *Gut galvanisierte Teile: die Geschichte fängt oft VOR der Galvanik an* beschrieb er Qualitätsprobleme in der galvanischen Fertigung und dem vorgelagert schon beim Lieferanten. Oft sind es hier Materialfehler und Transportschäden, die der Galvanik angelastet werden und hohe Kosten sowie viel Ärger verursachen können. Anhand verschiedener Beispiele aus der dekorativen Verchromung wurden Fehler und deren Ausschaltung beschrieben. Ein genaues Hinsehen vor dem Galvanisieren lohnt sich. Hier können Fehler erkannt und abgestellt werden, bevor vermeidbare Kosten entstehen. Es wäre sicherlich kein Fehler, wenn sich die Firmen auch auf Verbandsebene gegenseitig informieren und unterstützen, um Lieferantenfehler zu erkennen und zu vermeiden.

Im Anschluss beendete Tagungsleiter Thomas Kruggel die Veranstaltung mit seinem Dank an die Referenten, die gekonnt und kurzweilig interessante Themen präsentierten. Auch brachte er seine Freude über die rege Teilnahme zum Ausdruck, die zeige, dass der Norddeutsche Galvanotag nach wie vor ein populäres Ereignis unter den angebotenen Fachtagungen darstellt.

Der nächste 22. Norddeutsche Galvanotag ist für den 22. Mai 2025 geplant.

➲ **www.dgo-online.de**

# Rundumpaket für die Oberflächentechnik – Beratung, Prüfung, Entwicklung

**Die DGO-Bezirksgruppe Stuttgart war am 4. Juli zu Gast bei IFO und Qubus in Schwäbisch Gmünd und konnte Einblick in die Tätigkeiten der beiden wichtigen Dienstleistungsunternehmen für die Oberflächentechnik nehmen.**

In Vertretung der Geschäftsleitung begrüßte Frank Schüle die Teilnehmer der DGO-Bezirkgruppe sowie Auszubildende aus dem Bereich der Galvano- und Oberflächentechnik, die der Einladung von Bezirksgruppenleiter Axel Baus gefolgt waren. Seit fast 30 Jahren sind die beiden Unternehmen als Dienstleister für die Galvano- und Oberflächentechnik aktiv. Die Schwerpunkte der IFO Institut für Oberflächentechnik GmbH liegen in der Prüfung und Qualifizierung von Oberflächen mit organischen Beschichtungen. Die Qubus Planung und Beratung Oberflächentechnik GmbH unterstützt vor allem Betriebe der Galvanotechnik bei der Anlagenplanung und der Einhaltung von umweltrelevanten Auflagen und Anforderungen im Bereich der Arbeitssicherheit. Inzwischen sind für beide Unternehmen mehr als 90 Mitarbeitende tätig. Zudem verfügt die IFO GmbH über eine umfangreiche Ausstattung an Geräten zur Herstellung von Beschichtungen sowie über eine große Zahl an Mess- und Prüfeinrichtung zur Qualifizierung von Oberflächen. Des Weiteren führen die Spezialisten der beiden Unternehmen auch Untersuchungen zur Klärung von Schadensfällen durch.

**Die Teilnehmer der DGO-Bezirksgruppe Stuttgart waren zu Gast bei IFO und Qubus**

## Aktuelle umweltrechtliche Entwicklungen für Betreiber von Anlagen zur Oberflächenbehandlung

Artur Kusminov von Qubus gab den Teilnehmern einen Einblick in die aktuell geltenden umweltrechtlichen Auflagen und deren Umsetzung in der Praxis. Im Mittelpunkt seiner Ausführungen stand der Schutz des Grundwassers, also dessen Beeinträchtigung durch Stoffe, die als wassergefährdend eingestuft sind. Bei der Nutzung derartiger Stoffe wird eine umfassende Kennzeichnung der Behältnisse der entsprechenden Stoffe gefordert. Die Art und der Umfang einer Gefährdung selbst sind aus den Sicherheitsdatenblättern für die einzelnen Stoffe ersichtlich. Wie die verschiedenen Stoffe einzuordnen sind, ergibt sich aus den Inhalten des Wasserrechts WHG. Weitere Angaben ergeben sich aus den anerkannten Regeln der Technik (BVT-Merkblätter, TRws, AWSV (früher VAwS)).

Als Stichwort für den Betrieb einer Anlage mit wassergefährdenden Stoffen ist die Eignungsfeststellung zu nennen. In diesem Fall wird geprüft, ob die genutzten Anlagen für alle verwendeten Stoffe geeignet sind. Als Kriterien gelten die im Betrieb befindlichen Mengen an Gefahrstoffen, aus denen sich unterschiedliche Gefährdungsstufen ergeben. Bewertungen zur Eignung von Anlagen und Anlagenteilen werden von entsprechenden Sachverständigen vorgenommen.

## Entwicklungen bei der Korrosionsprüfung im Bereich Automotive

Andreas Eva von der IFO ging in seinem Vortrag auf die Entwicklungen im Bereich der Korrosionsprüfungen mit Fokus auf die Automobilindustrie ein. Für die Bestimmung der Korrosionsbeständigkeit kommen in erster Linie Salzsprühnebelprüfungen zum Einsatz. Je nach Werkstoffkombination treten

| Test | Parameter | Salzapplikation | Korrosivität |
|---|---|---|---|
| NSS | 5% NaCl<br>Kontinuierlich | 168 h / 168 h Laufzeit | Theoretisch<br>175 - 315 g/m² (168 h) |
| KWT1 / 11997-1 B | 5% NaCl<br>(24h NSS + 8h KK + 16h NK) | 24 h / 168 h Laufzeit | 125 - 170 g/m² (168 h) |
| PV 1210 | 5% NaCl<br>(4h NSS + 4h NK + 16h KK) | 20 h / 168 h Laufzeit | - |
| Tesla TP-0000808 | 5% ($NaCl/CaCl_2/MgCl_2$)<br>(4h NSS + 3h NK + 17h KK) | 20 h / 168 h Laufzeit | 180 - 260 g/m² (168 h) |
| PV 1209 | 5% ($NaCl/CaCl_2$)<br>(4h NSS + 4h NK + 16h KK + Klima) | 20 h / 168 h Laufzeit | - |
| VDA-neu / KWT2 / 11997-3 | 1% NaCl<br>(An drei Tagen je 3h „NSS“) | 9 h / 168 h Laufzeit | 165 - 315 g/m² (168 h) |
| VW 96380 Variante 1 | 1% NaCl<br>manuelle Applikation<br>(4x ca. 5 Min.) | 0,33 h / 168 h Laufzeit | 200 - 325 g/m² (168 h) |
| 12944-6 Zykl. Alterung | 5% NaCl<br>(72h UV + 72h NSS + 24h Kälte) | 72 h / 168 h Laufzeit | Theoretisch<br>ca. 618 g/m² (168 h) |

**Verfahren der Korrosionsprüfung, die Andreas Eva in seinen Ausführungen erläuterte (Bild: A. Eva)**

**Die Teilnehmer erhielten interessante Einblicke in die beeindruckenden Labore der beiden Dienstleistungsunternehmen IFO und Qubus**

hier mehr oder weniger schnell korrosive Angriffe des Grundwerkstoffs auf. Andreas Eva wies einführend darauf hin, dass die ständige Feuchtigkeit in der Prüfkammer nicht der Realität entspricht und bei einigen Stoffen dazu führt, dass die natürliche Passivität nicht auftreten kann, was sich beispielsweise bei Edelstahl schnell bemerkbar macht.
Aus diesem Grund wurden und werden seit einigen Jahren komplexere Tests, wie unterschiedliche Wechselprüfungen, entwickelt. Je nach Art des zu untersuchenden Materials, der Belastungsszenarien oder der vorgesehenen Einsatzfälle werden Salzsprühtests mit Medien im Neutralbereich beziehungsweise im schwachsauren Milieu bei Temperaturen zwischen 35 °C und 50 °C durchgeführt. Bei den Wechseltests wird des Weiteren zwischen Befeuchtung und trockener Phase unterschieden. Bei diesen Testverfahren liegen mehr oder weniger starke Unterschiede im Testverlauf vor, je nach Entwickler des Tests. (Dies gilt insbesondere für die Automobilhersteller Daimler Benz und VW.) So werden Klimawechsel mit deutlich variierenden Temperaturen, zum Beispiel von -40 °C bis +80 °C, sowie variierender Feuchtigkeit in der Prüfkammer betrieben. Derzeit am umfangreichsten im Hinblick auf die Beaufschlagung ist der Test DIN EN ISO 12944-6, der UV-Strahlung enthält und für organische Beschichtungen entwickelt wurde.

### Beeindruckende Laboreinrichtungen

Nach einer Stärkung, gesponsert von den einladenden Unternehmen IFO und Qubus, hatten die Teilnehmer die Möglichkeit, die Labore und technischen Einrichtungen zu besichtigen. Diese umfassen Anlagen zur Herstellung von Vergleichsbeschichtungen auf Aluminium- und Stahlblechen mit unterschiedlichen Reinigungs- und Vorbehandlungsverfahren. Für die Beschichtung selbst stehen Anlagen zum Auftrag von Pulver- und Nasslacken bereit, einschließlich der notwendigen Einrichtungen zum Aushärten der Lacke, in der Regel durch thermische Aushärtung. Für die Qualifizierung der Lacke werden mechanische und chemische Untersuchungen, zum Beispiel zur Lackhärte, plastischen Verformung oder zum Abrieb durchgeführt. Anlagentechnisch den meisten Raum nehmen die unterschiedlichen Verfahren zur Bestimmung der chemischen Auflösung der Oberflächen durch die verschiedenen Klimabelastungen ein. Hier bietet das IFO Anlagen für alle derzeit geforderten Prüftechniken.
Teilnehmer und die DGO-Bezirksgruppe als Organisator bedanken sich auf diesem Wege für die beeindruckenden Einblicke in die Arbeitsgebiete von IFO und Qubus sowie für die leckere und reichhaltige Verköstigung in den Räumen der beiden Unternehmen.

➲ **www.dgo-online.de/bezirksgruppen/bg-stuttgart/stuttgart**

## 19th International Conference on Plasma Surface Engineering PSE2024

Vom 2. bis 5. September öffnet die, von der Europäischen Forschungsgesellschaft Dünne Schichten e. V. gemeinsam mit dem European Joint Committee for Plasma and Ion Surface Engineering EJC/PISE organisierte 19. internationale Konferenz für Plasmaoberflächentechnik, PSE2024 in der Messe Erfurt ihre Türen. Über 500 internationale Teilnehmer und über 60 Aussteller werden sich zusammenfinden, um aktuelle Entwicklungen und Trends im Bereich der Plasmatechnologien und Oberflächentechnik zu diskutieren und neue Kooperationen zu schließen.

Thematisch ist die Konferenz auf Technologien der Dünnschichttechnik und Oberflächenbeschichtungen sowie angrenzende Bereiche wie Anlagenbau, Mess- und Regelungstechnik sowie Schichtsysteme für spezielle Anwendungen in den Bereichen Werkzeugbau, Metallbau, Optik, Präzisionstechnik und Biomedizintechnik ausgerichtet. Auch 2024 befassen sich die aktuellen Entwicklungsthemen der Forschenden zum großen Teil mit tribologischen Schichten und Korrosionsschutz, Hartstoffschichten und PVD-Verfahren. Aber auch Themen der Energietechnik, wie die Beschichtung von Bipolarplatten und Elektrolyseuren für die Wasserstoffwirtschaft sowie Schichtsysteme für die E-Mobilität werden zahlreicher. Im Industrieworkshop wird in vielfältigen Beiträgen vorgestellt, wie Plasmaoberflächentechnik für mehr Nachhaltigkeit eingesetzt werden kann.

➲ **https://pse-conferences.net/**

## INSERENTENVERZEICHNIS


| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| B+T Group | 9 | GusChem | U2 | Serfilco | 27 |
| BauerAnlagen | 13 | Harter GmbH | 1 | Walther Trowal | 11 |
| Brenscheidt Galvanikservice | U3 | Hendor | 35 | Umicore Galvanotechnik | 21 |
| BRW Elektrochemie | 31 | Walter Lemmen GmbH | 19 | WOTech GbR | 35 |
| Chrom-Schmitt | 25 | Munk GmbH | 29 | ZVO | Titel |
| ELB | U4 | Renner GmbH | Titelbanner | | |

Inhouse-Labor: Fachkräftemangel? Hohe Betriebskosten?

# Wir sind die Problemlöser!

Seit diesem Jahr: **Galvaniklabor auf 200 m²**

Die verstärkte Konzentration großer Fachfirmen führt dazu, dass der Support für kleine und mittlere Kunden immer schwieriger wird. Wir bieten die Möglichkeit ihr Labor zu sein, ohne laufende Kosten, ohne großen Personalaufwand und ohne Sorgen. Diesen Service bieten wir auch kleineren Fachfirmen und Beratern der Galvanotechnik in Form einer Co-Brand-Partnerschaft an, bei der wir unter Ihrem Namen agieren. Brenscheidt Galvanik Service – skalierbar, zuverlässig, schnell.

**Treffen Sie uns bei den ZVO-Oberflächentagen.**
**Wir sehen uns an Stand-Nr. 02!**

Weitere Info‘s
auf der Website!

iB! GALVANIK SERVICE

Zum Dümpel 60 . 59846 Sundern-Stemel
info@galvanikservice.de . **0 29 33 - 80 64 9 - 09**

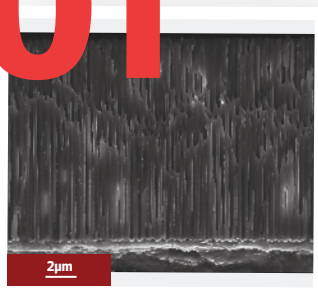
www.ceranod.de/en

CERANOD®
Surface Technology Shaping the Future

# Surface is key.

## We provide that final touch that makes all the difference.

01




5-25 µm, 200-350 HV

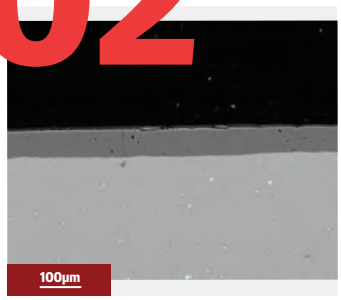
### CERANOD® Anodization

Suitable on precise mechanical parts and decorative applications.

### CERANOD® Hard Anodization

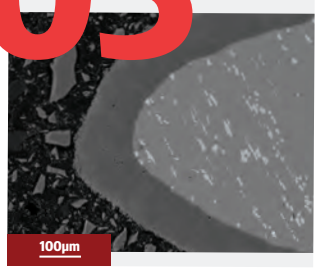
For high demand engineering applications and medical-technical devices.

02




10-100 µm, 400-600 HV

03




10-200 µm, 800-2000 HV

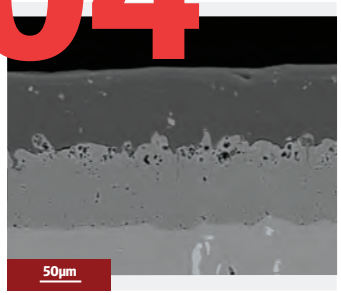
### CERANOD® ULTRACERAMIC® (PEO)

Excellent performance regarding corrosion and wear resistance with homogeneously enclosed edge protection.

### CERANOD® Hybrid Surfaces

High performance composite coatings with oxidic and polymeric character for extreme requirements regarding anti-corrosion and wear resistance.

04




40-250 µm

**The best way to enhance light metals like Al, Mg, Ti – the CERANOD® way.**

ELB® – Eloxalwerk Ludwigsburg · Helmut Zerrer GmbH