

# WOMAG

**Kompetenz in Werkstoff und funktioneller Oberfläche**

IMO

IMO OBERFLÄCHENTECHNIK

**WIR BESCHICHTEN  
DIE GANZE BANDBREITE**



IMO Oberflächentechnik GmbH  
Remchinger Str. 5  
75203 Königsbach-Stein  
[www.imo-gmbh.com](http://www.imo-gmbh.com)

## WERKSTOFFE

Laser als Werkzeug  
für die Oberflächenverfahren

## OBERFLÄCHEN

Galvanisch abgeschiedene Silber-  
legierungen für die Elektrotechnik

## WERKSTOFFE

Sicheres Beheizen von Prozess-  
flüssigkeiten mit Wärmetauschern

## OBERFLÄCHEN

Die Zukunft galvanisierter Kunst-  
stoffe im Automobilbau

## MEDIZINTECHNIK

Design and Mass-Production of  
Functional Textures

## SPECIAL

Filmischen Verunreinigungen mit  
Oberflächenanalytik auf der Spur

OKTOBER 2020

Branchen-News täglich: [womag-online.de](http://womag-online.de)

# PV-1210 climate change tests



ST 423-0014

D17 2028/C ECC 1

DIN EN ISO 9227  
VDA 621-415

SAE J2334

salt spray tests

Umweltsimulation

PV-1210

D17 2028/C ECC 1

ASTM B-117

VCS 1027, 1449

humidity storage

VDA 621-415

STD 1027, 114

MO158

CETP 00.00-L-467

Normalklima

environmental simulation



modulare Freiheit

ASTM B-117

KKT

Kesternichttests

Konstantklimatests

Klimawechseltests

ST 423-0014

CETP 00.00-L-467  
Salznebelprüfung  
Feuchtelagerung

constant climate tests

## KORROSIONSPRÜFGERÄTE

nasschemische Qualitätsprüfung

Je nach Prüfanordnung können die Betriebssysteme Salznebel [S], Kondenswasser [K], Raum [B], Warmluft [W] und Schadgas [G] sowie geregelte relative Luftfeuchte [F] einzeln oder kombiniert (Wechsel testprüfungen) in über 70 Varianten kombiniert werden. Optional sind Prüfkimate bis 20°C (niedrigere Temperaturen auf Anfrage). und Beregnungsphasen z.B. Volvo STD 423, Ford CETP 00.00L467 möglich. Die Geräte sind intuitiv bedienbar, wahlweise als praktische manuelle bzw. komfortable automatische Lösung.

Gebr. Liebisch GmbH & Co. KG



Eisenstraße 34  
33649 Bielefeld | Germany



Tel: +49 521 94647 -0  
Fax: +49 521 94647 -90



sales@liebisch.com  
www.liebisch.de



Made in Germany since 1963

## Digitalisierung



Derzeit wird rege über das bereits erreichte beziehungsweise oft auch zu geringe Leistungsniveau der Schulen im Bereich der Digitalisierung diskutiert. Aber nicht nur der Bereich Bildung befindet sich in einem deutlichen Umbruch. Auch in der Technik, insbesondere der Prozesstechnik zur Herstellung von Gütern, steigt das Interesse an digitalen Möglichkeiten, nicht zuletzt durch die veränderten Arbeitsbedingungen in Folge der Pandemie. Dies betrifft viele Ansätze rund um Industrie 4.0, die oftmals aufgrund fehlender personeller Kapazitäten in den letzten Jahren zu kurz gekommen sind. Die Sager + Mack GmbH geht jetzt einen weiteren Schritt in

Richtung Digitalisierung: Mit einer Sensorik ausgestattete Pumpensysteme werden in die Lage versetzt, umfangreiche Betriebsdaten zu erfassen und aufzubereiten. Die Ergebnisse der Datenverarbeitung stehen beispielsweise einer Anlagensteuerung zur Optimierung im Hinblick auf Energieeinsparung oder Durchsatzhöhung zur Verfügung. Die Arbeit der Anlagenbediener wird zugleich erleichtert, indem umfangreiche Funktionsdaten zusammengestellt und über mobile Geräte einfach und übersichtlich verfügbar gemacht werden.

Unter anderem die Präsentation der neuen Technologie von Sager + Mack stand auf dem Programm des 1. Netzwerktreffens Galvano-Zirkel (Bericht in der vorliegenden Ausgabe der WOMag auf Seite 30ff) in den Betriebsräumen der Sager + Mack. Auch die anderen Partner des Netzwerks präsentierten einer großen Zahl an Fachleuten ihre Produkte und Leistungen - nach langer Zeit wieder im persönlichen Gespräch. Die Arbeitslage bei den Unternehmen der Branche zu diskutieren sowie die unterschiedlichen Einschätzungen der Kollegen zu erfahren ist etwas, das nur sehr schwer über Online-Veranstaltungen, sei es als Online-Meeting zwischen Geschäftspartnern oder als Online-Tagung mit einer mehr oder weniger großen Anzahl an Teilnehmern, realisierbar ist. Hierfür sind persönliche Treffen nach wie vor unersetzlich.

Anders ist die Lage eher bei reinen Arbeitstreffen zwischen einem bestehenden Kreis von Fachleuten oder auch Mitgliederversammlungen - sie könnten zukünftig mit gutem Erfolg als Online-Veranstaltung abgehalten werden. Ein sehr gelungenes Beispiel dafür lieferte die Deutsche Gesellschaft für Galvano - und Oberflächentechnik DGO Mitte September mit ihrer Mitgliederversammlung. Sowohl die Ausführungen der Geschäftsführung und des Vorstandes waren in vollem Umfang gelungen, als auch das Abstimmungsverfahren über Vereinsbelange. Den Organisatoren muss hier ein uneingeschränktes Lob gezollt werden. Mit dieser online abgehaltenen Mitgliederversammlung haben DGO/ZVO gezeigt, dass Einsparung bei Zeit, Kosten und Energie möglich ist und somit auch der Umweltschutzgedanke auf diese Weise gelebt werden kann.

## WOMAG - VOLLSTÄNDIG ONLINE LESEN

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



# Sager + Mack®

Leading the way in pumps and filters

**STRONG** | **CLEAN** | **DURABLE** |  
**SMART**



**DANKE!**  
**AN UNSERE**  
**GÄSTE UND ALLE PARTNER**  
**DES**  
**GALVANO-ZIRKELS!**



**MAZURCZAK**  
THERMOPROZESSE  
**SYNOTHERM**

**Sager + Mack®**  
Leading the way in pumps and filters

**HARTER**  
drying solutions

**GALVANO-**  
**Zirkel**

**QUCOS**

**50 MUNK**  
1976 - 2020

**Linnhoff & Partner**



**PUMPEN**  
PUMPS | 泵



**FILTER**  
FILTERS | 过滤器



**FILTERMEDIEN**  
FILTERMEDIA | 过滤耗材



**DAS PLUS**  
THE PLUS | 服务

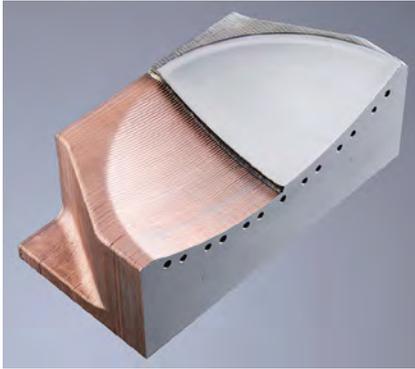
[www.sager-mack.com](http://www.sager-mack.com)



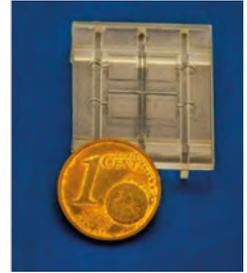
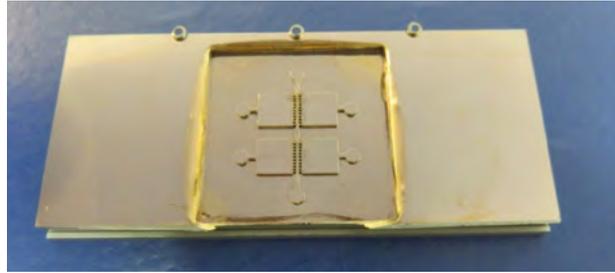
**Sager + Mack GmbH**

Max-Eyth-Str. 13/17  
74532 Ilshofen-Eckartshausen  
info@sager-mack.com  
+49 7904 9715-0

# INHALT



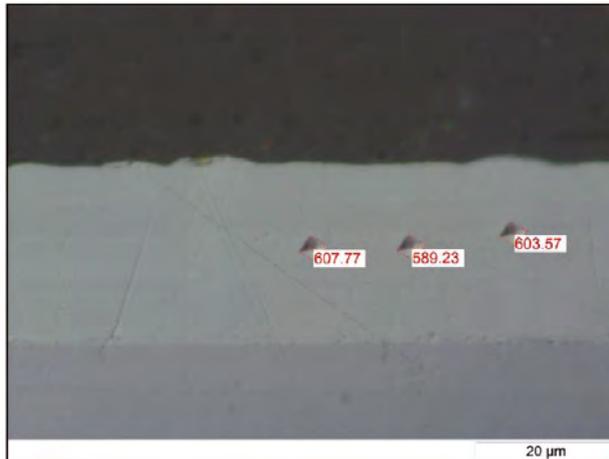
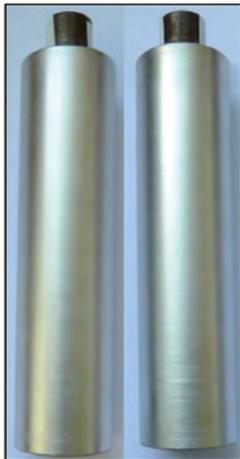
**4** Einsatz der Lasertechnik



**18** Funktionelle Oberflächentexturen für Produkte der Medizintechnik



**30** Industrie 4.0 für Pumpsysteme



**22** Galvanisch Bronze als mögliche Alternative für Nickelschichten



**10** Laser für die additive Fertigung

## WERKSTOFFE

- 4** Laser als Werkzeug für die Oberflächenverfahren
- 6** Forschungspartnerschaft: TRUMPF und Fraunhofer IPA bringen künstliche Intelligenz zur Industriereife
- 8** VLC350 GT von EMAG: Zukunftslösung für viele Futterteile im Getriebe- und Motorenbau
- 9** GrindTec 2020: Branchentreff der Schleiftechnik
- 10** Grüner Laser schmilzt reines Kupfer
- 11** Graphit statt Gold: Dünne Schichten für bessere Wasserstoff-Autos
- 12** Brennstoffzellen für Wasserstoff-Fahrzeuge werden langlebiger
- 14** Elektroden schneller trocknen – Batterien kostengünstiger herstellen
- 15** Wasserstoff darf als Luxusgut nicht nur der Großindustrie zur Verfügung stehen

- 16** Wärmetauscher – Sicheres Beheizen von Prozessflüssigkeiten durch indirekte Beheizungssysteme

## MEDIZINTECHNIK

- 18** Design and Mass-Production of Functional Textures for Medical Engineering Applications
- 20** Perfekte Politur für additiv gefertigten Klammermodellguss und mehr
- 21** Blutgerinnsel durch kleinste Materialmuster reduzieren

## OBERFLÄCHEN

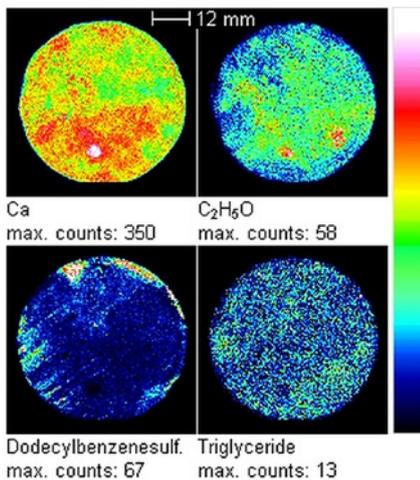
- 22** Bronze – ein umweltverträglicher Ersatz für Nickelschichten?
- 24** Filmische Verunreinigungen auf der Spur – Wie moderne Oberflächenanalytik ihren Beitrag leistet
- 27** Silber: Glänzend, leitend, zu weich, sucht ... Legierungspartner
- 30** Galvano-Zirkel – Innovative Anlagentechnik im Verbund

# INHALT

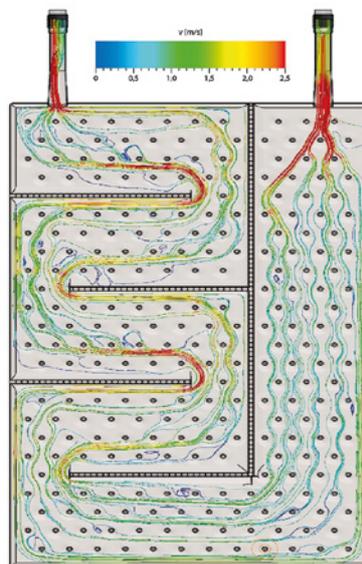


1K-Bauteile

## 36 Galvanische Metallisierung von Kunststoffen für den Automobilbau



## 24 Oberflächenanalyse



## 16 Heizen mit Wärmetauschern

### OBERFLÄCHEN

- 34 Nanostrukturen kostengünstig erzeugen
- 35 DWA-Vorhaben – Galvanisieren und stromlose Metallabscheidung
- 36 Chrom 2030 – Die Zukunft galvanisierter Kunststoffe im Automobilbau
- 39 Rolle-zu-Rolle-Verfahren: Netzwerk R2RNet bündelt Expertise zur kontinuierlichen Funktionalisierung von Oberflächen

### VERBÄNDE

- 39 Deutsche Gesellschaft für Galvano- und Oberflächentechnik e.V. – DGO  
Zentralverband Oberflächentechnik e.V. – ZVO  
Verband für die Oberflächenveredelung von Aluminium e.V. – VOA  
Verein Deutscher Ingenieure e.V. – VDI

**Zum Titelbild:** Die IMO Oberflächentechnik GmbH stellt neue Entwicklungsansätze zur galvanischen Versilberung von Kontaktoberflächen vor; Beitrag auf Seite 27ff

# 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 2019 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. 9 vom 10. Oktober 2019

#### Inhalt

WOMag berichtet über:

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

#### Leserkreis:

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

#### WOMag-Beirat

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

#### Bankverbindung

BW-Bank, IBAN: DE71 6005 0101 0002 3442 38  
BIC: SOLADEST600; (Konto 2344238, BLZ 60050101)

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

#### Gerichtsstand und Erfüllungsort

Gerichtsstand und Erfüllungsort ist Waldshut-Tiengen

#### Herstellung

WOTech GbR

#### Grafische Gestaltung (Grundlayout)

Wasserberg GmbH

#### Druck

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

## Laser als Werkzeug für die Oberflächenverfahren

Von Dr. Sabrina Vogt, Ditzingen

Die Lasertechnologie bietet eine sehr breite Palette an unterschiedlichen Strahlungsquellen mit gut einstellbaren Laserleistungen. Dadurch ist es möglich, gut regelbare Energiemengen einfach und schnell auf einer Oberfläche bereitzustellen. Dadurch lassen sich beispielsweise Werkstoffe durch die Bereitstellung von metallischen Pulvern beschichten, sowohl großflächig als auch in begrenzten Oberflächenbereichen. Des Weiteren eignet sich die Lasertechnik unter Einsatz geeigneter Geräte zum Oberflächenhärten, Entfernen von Beschichtungen oder Oberflächenverunreinigungen sowie zur Strukturierung in unterschiedlichen Dimensionen. In allen Fällen zeichnet sich die Technologie dadurch aus, dass das Kernmaterial eines Bauteils keiner nennenswerten Belastung unterliegt.

### 1 Einleitung

Vor 60 Jahren wurde erstmals ein Laserstrahl erzeugt. Seitdem entwickelte sich Licht als wertvolles Werkzeug für Industrie und Forschung und ist aus der Welt der industriellen Materialbearbeitung nicht mehr wegzudenken. Die Trends zu mehr Produktvarianten, Sondereditionen, flexiblen Kleinaufträgen und Personalisierungen haben fast alle Branchen erfasst. Bei mechanischen Werkzeugen schnellen daher die Kosten nach oben; Umrüstzeiten sind lang – oft sogar länger als der eigentliche Produktionsprozess. Laser hingegen brauchen weder Werkzeuge noch Umrüstzeiten, maximal eine Programmieränderung. Ein anderer großer Vorteil der Lasertechnik gegenüber herkömmlichem Werkzeug liegt in der nicht vorhandenen Abnutzung, denn Licht hat keinerlei Verschleißerscheinungen, da es berührungslos arbeitet. Schon seit einiger Zeit werden mechanische Bearbeitungsschritte, wie zum Beispiel Stanzen oder Fräsen, und thermische Bearbeitungsschritte, wie das Punktschweißen, eliminiert. Stattdessen werden das Laserschneiden und Laserschweißen eingesetzt. Aber auch bei den Oberflächenverfahren, wie beispielsweise Reinigen, Ablation/Entlacken, Strukturieren, Wärmebehandeln sowie dem Beschichten kommt der Laser immer mehr als Werkzeug zum Einsatz.

### 2 Beschichten

Das Beschichten mittels Laser kann durch das konventionelle Laserauftragschweißen (kurz LMD) sowie das Hochgeschwindigkeitslaserauftragschweißen (kurz HS-LMD) erfolgen (detaillierte Beschreibung des Unterschieds zwischen LMD und HS-LMD in [1]). Die Vorteile dieser beiden Verfahren gegenüber konventionellen Beschichtungsverfahren sind zum Beispiel die metallurgische Verbindung zwischen der aufgetragenen Schicht

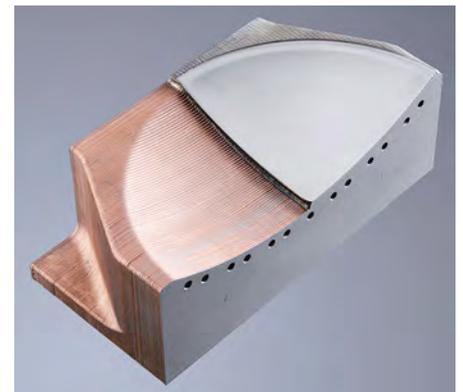
und dem Substrat, die definierte und gut kontrollierbare Energieeinbringung und die reduzierte Wärmeeinflusszone. Die beiden Verfahren können zur Reparatur und Funktionalisierung von Oberflächen eingesetzt werden.

Beim Laserauftragschweißen wird Pulvermaterial kontinuierlich und koaxial durch eine Pulverzufuhrdüse in einen Laserstrahl eingebracht. Durch die Bewegung des Laserstrahls und der Düse relativ zum Oberflächenmaterial des Substrats können einzelne Schweißbahnen aufgetragen werden. Die Spuren können beispielsweise zum Oberflächenschutz großflächig an Bauteilen aufgebracht oder zu Reparaturzwecken lokal aufgetragen werden. Die Schichtsysteme können großflächig oder nur lokal auftraggeschweißt werden. Je nach Spotgröße, Laserleistung und Bahngeschwindigkeit sind Aufbauraten von bis zu 100 cm<sup>2</sup> pro Minute für LMD und 1000 cm<sup>2</sup> pro Minute beim HS-LMD realisierbar.

In Abhängigkeit von den erforderlichen Eigenschaften der aufgetragenen Volumina können unterschiedliche Zusatzwerkstoffe eingesetzt werden. Als Korrosionsschutzwerkstoffe für die Technik des Laserauftragschweißens dienen hauptsächlich FeNiCr-Basislegierungen, NiCr-Basislegierungen und Kobaltbasislegierungen. Zum Verschleißschutz werden Schichtsysteme aus martensitischen Stählen, karbidhaltigen Zusatzwerkstoffen, Nickel- und Kobaltbasislegierungen eingesetzt. Bei der Instandsetzung von Flugzeugtriebwerkskomponenten spielen Nickel- und Titanbasislegierungen eine wichtige Rolle. Ein großer Vorteil ist, dass beim LMD in Bezug auf Härte und Zugeigenschaften die Werte des Referenzmaterials übertroffen werden können, aufgrund der großen Abkühlraten, was bei Werkstoffen zu einer sehr feinen Mikrostruktur führen kann. Beispiele von Beschichtungen zeigen *Abbildung 1* und *2*.

### 3 Wärmebehandeln

Die Laserwärmebehandlung ist ein idealer Anwendungsfall für die lokale Eigenschaftsänderung von komplexen Bauteilen. Denn durch die gezielte und lokal begrenzte Wärmeeinbringung verzieht sich das Bauteil bei der Bearbeitung im Prinzip nicht. Mit dem



**Abb. 1: Werkzeugform mit konturnahen Kühlkanälen aufgebaut aus Blechschichten (Multi-Layer-Technologie), beschichtet mittels LMD, anschließendes 3D-Endkonturfraßen (Quelle: Trumpf)**



**Abb. 2: Drei Fertigungsstadien für das LMD von Schneidscheiben eines Maishäcklers; vor der Beschichtung (unten), beschichtetes Bauteil mit einer Hartstoffschicht (Mitte) sowie fertig bearbeitetes Bauteil (oben) (Quelle: Trumpf)**

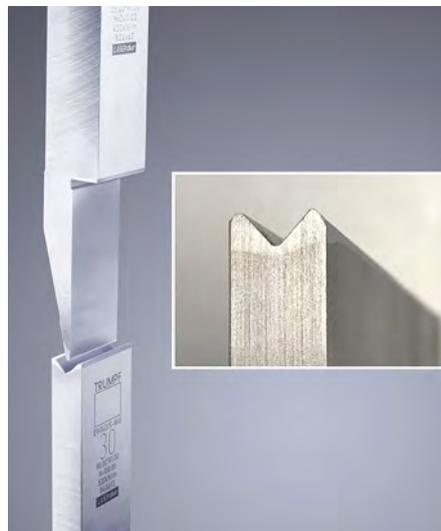
berührungslosen und vor allem flexiblen Laserverfahren können selbst Anwendungen erschlossen werden, die mit konventionellen Wärmebehandlungsverfahren wie dem Induktions- oder Flammhärten nicht realisierbar wären. Durch die integrierte Temperaturregung bei der Lasertechnologie können der Prozess und der Wärmeeintrag exakt gesteuert werden. Dadurch können beispielsweise geometrisch komplexe und filigrane Bauteile wärmebehandelt werden. Es lassen sich somit Bauteile lokal härten, um mechanisch und chemisch stark beanspruchte Oberflächen zu verbessern.

Beim Laserhärten wird die Randschicht eines kohlenstoffhaltigen Werkstücks aus Stahl bis knapp unter der Schmelztemperatur erwärmt. Der Laserstrahl bewegt sich über die Oberfläche, die sich dabei in Vorschubrichtung kontinuierlich erwärmt (Abb. 3). Nach der Bestrahlung kühlt das umgebende Material die heiße Schicht ab (Selbstabschreckung). Bei der dadurch auftretenden schnellen Abkühlung bildet sich Martensit und dieses führt zu einer Härtesteigerung (Abb. 4 und 5). Typische Randhärteiefen reichen bis 1 mm; es können aber auch größere erreicht werden.

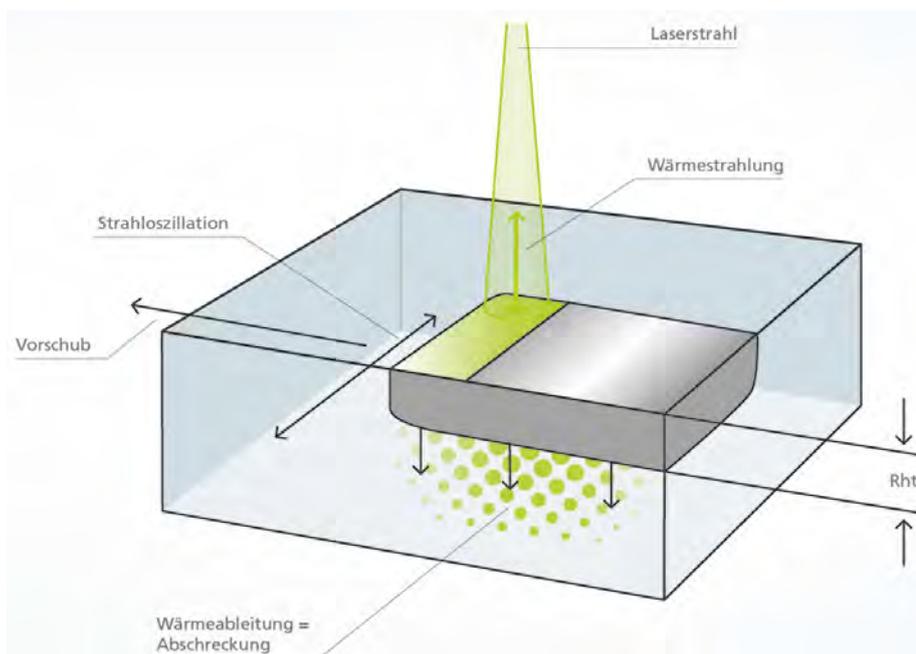
Aber nicht nur das Härten, auch das Enthärten (Entfestigen) kann mit dem gleichen Laserequipment durchgeführt werden. Als Mechanismus der Wärmebehandlung kann eine Austenitisierung in Verbindung mit einer langsamen Abkühlung, ein Anlassen oder ein Rekristallisieren vorgenommen werden, je nach Werkstoff. Es gibt Bauteile, die als An-



**Abb. 4: Randschichthärten einer Nockenwelle**  
(Quelle: Trumpf)



**Abb. 5: Randschichthärten von Biegewerkzeugen und Querschliff des unteren Biegewerkzeugs**  
(Quelle Trumpf)



**Abb. 3: Prinzipskizze des Laserhärtens**

(Quelle: Trumpf)

forderungen lokale höhere Duktilität beziehungsweise geringere Festigkeiten besitzen. So lassen sich zum Beispiel bei hochfesten Stählen festgelegte Verformungszonen zur Energieaufnahme erzeugen oder die Umformbarkeit von kaltverfestigten Stählen verbessern.

## 4 Reinigen und Ablation

Saubere, homogene Oberflächen sind eine Voraussetzung für die erfolgreiche Nachbearbeitung von Bauteilen, wie zum Beispiel Schweißen, Kleben oder Beschichten. Doch oft sind Bauteile verunreinigt, oxidiert oder mit Schutzschichten oder Lacken versehen. Hier bieten Laser, vor allem Kurzpuls laser, die Lösung für definierte Oberflächenreinigung. Die hohe Spitzenintensität eines kurz gepulsten Lasers ist erforderlich, um die Abtragschwelle der unerwünschten Verunreinigung oder Deckschichten zu erreichen. Sie befreien die Bauteile von Schmutz-, Oxidations- und Funktions- oder Lackschichten. Und zwar nur dort, wo dies lokal benötigt wird. Pulse mit hohen Pulsspitzenleistungen verdampfen die dünnen Schichten, ohne das Bauteil zu beeinflussen. Die Taktzeiten sind sehr kurz – ein Tellerrad (Abb. 6) reinigt der Laser (TruMark 5070) in 10 s beziehungsweise mit 10 cm<sup>2</sup> Flächenabtrag pro Sekunde; beim Nanosekundenlaser (TruMicro 7000) sind es sogar bis zu 80 cm<sup>2</sup> pro Sekunde bei gewissen Applikationen. Frisch freigelegt eignen sich die Oberflächen ideal zur Weiterbearbeitung wie beispielsweise zum Fügen. Der anschließende Fügeprozess läuft homogener, schneller und absolut reproduzierbar ab und die Schweißnaht ist porenarmer und weist eine bessere Festigkeit auf.



**Abb. 6: Lasergereinigtes Differential-Tellerad mit vorbereiteter Fügestelle**

(Quelle: Trumpf)



Abb. 7: Laserreinigung einer Reifengussform

(Quelle: Trumpf)



Abb. 8: Laserstrukturierte Metalloberfläche

(Quelle: Trumpf)

## 5 Strukturieren

Leichtbau und Verbundwerkstoffe verlangen neue Fügetechniken. Immer häufiger wird geklebt oder mit formschlüssigen Verbindungen gearbeitet. Beispielsweise können Kunststoff-Metall-Verbunde ihre Haftung verbessern, indem eine Mikrostrukturierung der Metallkomponente eingebracht wird. Die Strukturierung der Metallkomponente erfolgt dabei mit der Zielstellung, eine hinterschnittige Topologie zu erzeugen. Der Kunststoff

dringt während der Verarbeitung in hinterschnittige Bereiche der Metallkomponente ein und verbindet sich mit dieser über einen Mikro-Formschluss. Solche Strukturen können mittels Laser eingebracht werden (Abb. 8). Bei langen Laserpulsen mit großen Schmelzaufkommen und großen Intensitäten kann sich ein Teil der zähflüssigen Phase in Form von Tropfen ablösen und aus der Wechselwirkungszone geschleudert werden. Die Pulsdauern liegen dabei im Bereich von

einigen Nanosekunden bis zu wenigen Millisekunden.

### Literatur

- [1] S. Vogt, M. Göbel: Perspektiven für den Ersatz von konventionellen Beschichtungsverfahren durch das Laserauftragschweißen; WOMAG 7-8/2020; [https://www.wotech-technical-media.de/womag/ausgabe/2020/07-08/24\\_vogt\\_lmd\\_07-08/24\\_vogt\\_lmd\\_07-08.php](https://www.wotech-technical-media.de/womag/ausgabe/2020/07-08/24_vogt_lmd_07-08/24_vogt_lmd_07-08.php)

## Forschungspartnerschaft: TRUMPF und Fraunhofer IPA bringen künstliche Intelligenz zur Industriereife

TRUMPF und Fraunhofer IPA schließen Forschungsk Kooperation bis 2025 ab. Ziel ist es, Lösungen für die vernetzte Blechfertigung mit künstlicher Intelligenz zu entwickeln

Das Hochtechnologieunternehmen TRUMPF und das Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA aus Stuttgart haben bis zum Jahr 2025 eine Forschungsk Kooperation vereinbart. Ziel ist es, Lösungen für die vernetzte Fertigung mit künstlicher Intelligenz (KI) zur Industriereife zu bringen. Die Fördersumme für das Projekt beläuft sich für die nächsten fünf Jahre auf rund zwei Millionen Euro. Insgesamt sind zehn Mitarbeiter von TRUMPF und dem Fraunhofer IPA in den Projekten beschäftigt. TRUMPF möchte nach Aussage von Thomas Schneider, Geschäftsführer Entwicklung bei TRUMPF Werkzeugmaschinen, seine führende Stellung bei KI in der Blechfertigung weiter ausbauen. *Deshalb investieren wir heute schon in Zukunftstechnologien, die Unternehmen zu großen Effizienzgewinnen verhelfen und ihre Wettbewerbsfähigkeit steigern.* TRUMPF und das Fraunhofer IPA arbeiten beim Thema Smart Factory (Abb. 1)



Abb. 1: Smart Factory – TRUMPF und das Fraunhofer IPA sind bis 2025 eine Forschungsk Kooperation eingegangen, um KI-Lösungen in der Blechfertigung zur Industriereife zu bringen

(Quelle: Fraunhofer IPA/Foto: Rainer Bez)

bereits seit fünf Jahren zusammen und wollen im Zuge der neuen Forschungspartnerschaft auch bisherige Projekte fortführen. *Seit Jahren arbeitet TRUMPF mit uns gemeinsam am Thema vernetzte Produktion, weil das Unternehmen – ebenso wie wir – die Entwicklungen rund um Industrie 4.0 als große Chance erkennt*, sagt Prof. Thomas Bauernhansl, Leiter des Fraunhofer IPA. Die nächsten Jahre würden deshalb so spannend sein, weil sie alles entschieden. Er erwartet, dass die Corona-Pandemie hier wie ein Katalysator wirkt: Diejenigen, die vorbereitet seien, würden die sich daraus ergebenden Opportunitäten massiv nutzen können. *Nun wird sich also auch zeigen, ob wir uns mit den Arbeiten in den gemeinsamen Projekten gut für die Zukunft vorbereitet haben*, so Thomas Bauernhansl.

## Künftige Projekte sollen KI erklärbar machen

In den nächsten fünf Jahren wollen TRUMPF und das Fraunhofer IPA unter anderem Lösungen für eine bessere Datenqualität in der Produktion entwickeln. Denn hochwertige Daten sind die Voraussetzung, um mit KI eine Effizienzsteigerung zu erzielen. In diesem Zusammenhang beforschen die Partner verstärkt das Thema *Erklärbarkeit von KI* (engl. Explainable Artificial Intelligence, EAI). Ziel ist, die Arbeitsweise von neuronalen Netzen nachvollziehbar zu machen. Für die Blechfertigung sind solche Ergebnisse von großem Nutzen. Die Ergebnisse der Datenauswertung können die Qualität der Produktion steigern und Kosten und Zeit sparen.

## Neue Lösungen kurz vor Marktreife

Die Zusammenarbeit zwischen TRUMPF und dem Fraunhofer IPA zur digitalen Fertigung ist bereits 2015 gestartet. Erste Ergebnisse stehen jetzt vor der Marktreife. Hierzu gehört das Assistenzsystem *Sorting Guide* von TRUMPF, das Mitarbeiter beim Absortieren von lasergeschnittenen Blechbauteilen unterstützt. Die KI-Lösung erkennt den Entnahmevergange und stellt dem Werker automatisch alle notwendigen Informationen für die Intra-logistik zur Verfügung. So stellt es zusammengehörende Blechteile in verschiedenen Farben übersichtlich dar, etwa anhand des Auftrags, des Kunden oder des nachfolgenden Bearbeitungsschritts. Auf diese Weise ersetzt die Lösung Begleitpapiere, spart Zeit und hilft, Fehler zu vermeiden. Um an diese Erfolge anzuknüpfen, setzen die Partner die strategische Kooperation fort.

## Projektübersicht: Datenqualität für die Produktionsplanung und -steuerung in der Blechfertigung

Zwischen dem Fraunhofer-IPA und TRUMPF Werkzeugmaschinen besteht eine langfristige Forschungskoope-ration, in der verschiedene Projekte zur Zukunft der Blechfertigung gemeinsam bearbeitet werden. Die Kooperation selbst hat die Kunden von TRUMPF im Fokus: Diese sollen durch die Ergebnisse ihr Leistungsangebot verbessern und so wiederum ihre Kunden unterstützen.

## Kundenanforderungen an die Blechbearbeitung

Die Kunden der Blechfertiger stellen folgende Anforderungen: Die Blechfertigung erfolgt häufig kundenspezifisch und oft als Einzel- oder Kleinserie. Motiviert durch den Onlinehandel aus dem Konsumbereich setzen die Kunden kurze Lieferzeiten bei zuverlässiger Termineinhaltung als selbstverständlich voraus; viele fordern darüber hinaus Expressaufträge. Ein hoher Preisdruck bei gleichbleibenden oder erhöhten Qualitätsanforderungen kommen hinzu. Es sind also eine Vielzahl von Kleinaufträgen mit unterschiedlichsten Fertigungsdurchläufen terminlich (und preislich) einzuplanen sowie im Auftragsdurchlauf *in Echtzeit* zu überwachen und reaktionsschnell zu steuern. Dies gilt im besonderen Maße für Expressaufträge, die ja bereits zugesagte Aufträge terminlich nicht gefährden sollen. Vollständige, aktuelle und korrekte Bewegungs- und Stammdaten bilden die Basis einer wirkungsvollen Produktionsplanung und -steuerung (PPS). Diese Erkenntnis ist altbekannt. Doch die Praxis tut sich bis heute erstaunlich schwer, eine angemessene Datenqualität zu erreichen beziehungsweise sicherzustellen.

## Bewertung der Datenqualität

Um die verfügbare Datenqualität objektiv zu bewerten, entwickelte das Projekt eine Bewertungsmethode zur Datenqualität und wendete diese TRUMPF-intern als auch bei Kunden von TRUMPF anonymisiert an. Ein anschauliches Beispiel bildet die sogenannte *Sternenhimmelanalyse* (Abb. 2). Diese vergleicht Datenpaare von Soll- und Ist-Werten und visualisiert die Ergebnisse. So zeigt die Analyse der Bearbeitungsdauern an einer Maschine:

– *Auffällig extrem*: Soll- und Ist-Werte weichen auffällig stark voneinander ab (roter Bereich). Diese Prozesse sind also sehr unsicher: Dies deutet entweder auf techni-

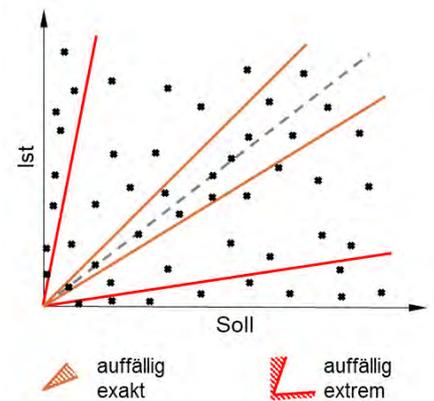


Abb. 2: Sternenhimmelanalyse (Quelle: Fraunhofer IPA)

sche Ursachen wie Bearbeitungen im technologischen Grenzbereich hin oder die Mitarbeiter halten Organisationsregeln nicht konsequent ein. (Nullwerte weisen auf eine gemeinsame Bearbeitung und Rückmeldung unterschiedlicher Arbeitsvorgänge, sodass für die anderen dann keine Ist-Zeiten rückgemeldet wurden.)

– *Auffällig exakt*: Entlang der Winkelhalbierenden (gelber Bereich) weichen Soll- und Ist-Werte auffällig gering ab. Hier gilt: Entweder ist die Messgenauigkeit zu gering oder die Mitarbeiter haben die Daten so manipuliert, dass Vorgesetzte möglichst nicht nachfragen.

## Trackingsysteme zur Verbesserung der Datenqualität

Grundsätzlich sind organisatorische und technische Maßnahmen denkbar. Um die Mitarbeiter von der lästigen und nicht-wertschöpfenden Routinetätigkeit der Rückmeldung zu entlasten, verfolgte das Projekt die Umsetzung von technischen Maßnahmen weiter. Die Umsetzung der Vision einer weitgehend automatisierten Bewegungsdatenerfassung erfordert ein geeignetes Trackingsystem. Dieses soll den Auftrag auf seinem Produktionsweg verfolgen und die erforderlichen Informationen bereitstellen. Das von TRUMPF entwickelte System Track & Trace verfolgt den Produktionsweg auftragsgenau, ersetzt so die manuelle Buchung durch den Mitarbeiter und verbessert die Datenqualität deutlich. Erst ein solcher Ansatz schafft die Grundlagen für eine verbesserte PPS und weist den Weg in Richtung einer selbststeuernden Produktion.

➤ [www.ipa.fraunhofer.de](http://www.ipa.fraunhofer.de)  
 ➤ [www.trumpf.com](http://www.trumpf.com)

## **VLC 350 GT von EMAG: Zukunftslösung für viele Futterteile im Getriebe- und Motorenbau**

Wie sieht die automobiler Zukunft auf unseren Straßen aus? Eine neue Studie der Boston Consulting Group prognostiziert einen Mix aus Benzin- und Dieselmotoren (48 %), Hybridfahrzeugen (33 %) und rein elektrischen Antrieben (19 %). Und das heißt im Umkehrschluss: Bei OEMs und Zulieferunternehmen entstehen zukünftig sowohl klassische Bauteile wie Getrieberäder als auch viele neue Getriebekomponenten – und das im Wechsel und unter erheblichem Kostendruck. Bei der Dreh-Schleif-Maschine VLC 350 GT von EMAG laufen verschiedene Hartbearbeitungsprozesse an Futterteilen bis zu einem Durchmesser von 350 Millimetern hintereinander und in einer Aufspannung ab. Anwender profitieren von einer flexiblen Lösung mit einem sehr guten Preis-Leistungs-Verhältnis.

Große Stückzahlen, präzise Bearbeitungsprozesse und massiver Kostendruck – die Anforderungen im Getriebebau sind hoch und steigen zukünftig sogar noch an, denn die Veränderungen im Automobilbau betreffen diesen Bereich in besonderer Weise. Zukünftig müssen deutlich mehr Getriebevarianten produziert werden. Wie begegnet man dieser Herausforderung? Eine eindrucksvolle Antwort gibt EMAG mit der VLC-GT-Baureihe, die nach Firmenangaben zuletzt eine der erfolgreichsten Neuentwicklungen der süddeutschen Maschinenbauer war. Als erste Maschine erschien vor rund zwei Jahren die VLC 200 GT. Die Abkürzung GT steht dabei für die Worte *Grinding* und *Turning*. Sie deuten die große Stärke dieser Maschinen an: Die Kombination aus Schleifen und Drehen (plus weiterer Verfahren) mit der bewährten EMAG Pick-up-Automation ermöglicht unzählige Fertigungslösungen. Die komplette spanende Bearbeitung von Getriebebauteilen lässt sich mit ihr abbilden.

Jetzt bringt EMAG die Maschine VLC 350 GT auf den Markt. Sie ist einerseits größer als die VLC 200 GT und deshalb für Bauteile bis zu 350 Millimetern Durchmesser ausgelegt. Andererseits gibt es erstmalig die Option, eine

Schleifspindel mit NC-Schwenkachse zu integrieren. Auf ihr befindet sich beispielsweise ein zylindrischer Schleifkörper, mit dem innenliegende Bohrungen geschliffen werden. Welche Strategie steckt insgesamt hinter dieser Neuentwicklung? *Wir haben unter anderem Herstellungsprozesse mit kleineren Losgrößen im Blick, bei denen es zwangsläufig zu vielen Umrüstprozessen kommt*, erklärt Marina Manger vom EMAG-Vertrieb. In so einem Anwendungsfall sei es natürlich von Vorteil, wenn die Maschine von vornherein verschiedene Schleifspindeln beinhalte. Dazu stehe genügend Platz im Arbeitsraum zur Verfügung. Sie ist dann Manger zufolge für alle Aufgaben vorbereitet.

### Vom klassischen Getrieberad bis zum Futterteil mit Innenkegel

Folglich kann in der VLC 350 GT die klassische Hartbearbeitung von Getrieberädern – vom Hartdrehen der Planflächen über Vordrehen der Bohrung und des äußeren Synchronkegels bis zum Fertigschleifen dieser Konturen – und von vielen weiteren Futterteilen mit Innenkegeln erfolgen. Bei Letzterem zahlt sich die Innenschleifspindel mit NC-Schwenkachse aus:

- Drehen der Planflächen: Das Beladen (und spätere Entladen) erfolgt mit hohem Tempo per Pick-up-Spindel. Die Bearbeitung startet mit dem Hartdrehen der Planflächen.
- Drehen von Konturen: Je nach Bauteilgeometrie können im zweiten Schritt Innenkonturen (mit ein oder zwei Kegeln), eine zylindrische Bohrung und der äußere Synchronkegel vorgedreht werden.
- Schleifen der Innenkonturen: Der Einsatz eines zylindrischen Schleifkörpers auf der schwenkbaren NC-Achse ermöglicht es, unterschiedliche innenliegende Kegelwinkel zu bearbeiten. Dazu wird die Schleifspindel präzise auf den jeweils benötigten Winkel geschwenkt. Auch eine etwaige



**In der VLC 350 GT erfolgt die klassische Hartbearbeitung von Getrieberädern und vielen weiteren Futterteilen mit Innenkegeln**

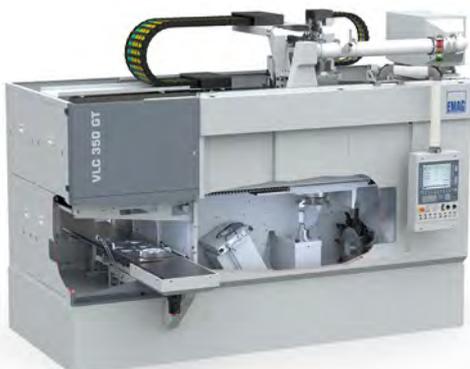
(Quelle: EMAG GmbH & Co. KG)

Bohrung wird so fertiggestellt (mit einem Schleifwinkel von Null Grad).

- Schleifen der Außenkontur: Abschließend erfolgt das Schleifen des äußeren Synchronkegels mit der Außenschleifspindel.

Wenn der Kunde ein großes Teilespektrum mit vielen verschiedenen Bohrungen bearbeiten will, können wir auch zwei Innenschleifspindeln in die VLC 350 GT integrieren, sagt Marina Manger. Der Hintergrund sei hier, dass kleinere Bohrungen höhere Drehzahlen am Schleifkörper erforderten, große Bohrungsdurchmesser erforderten hingegen eher eine niedrigere Drehzahl. Das könne man unter Umständen nicht mit einer Schleifspindel abdecken.

Grundsätzlich wichtig ist zudem, dass die Kombinationsbearbeitung aus (Hart-)Drehen und Schleifen für schnelle Prozesse und eine hohe Bearbeitungsqualität sorgt: Nach dem Drehen verbleibt nur noch ein Restaufmaß von wenigen Millimetern. Der Schleifprozess mit Korund- oder CBN-Schleifscheiben fällt somit deutlich kürzer aus. Außerdem lässt sich die Schleifscheibenspezifikation – angesichts des geringen Aufmaßes – gezielter auf die Endqualität hin auslegen. Ein integrierter Messtaster überprüft Durchmesser und Län-



**Der Arbeitsraum ist für alle Aufgaben vorbereitet und bietet Platz für mehrere Schleifspindeln** (Quelle: EMAG GmbH & Co. KG)

ge des Bauteils nach dem Prozess. Für kleine Span-zu-Span-Zeiten sorgt darüber hinaus ein Linearmotor in der X-Achse, weil er die Bauteile besonders schnell in die Bearbeitungsposition bringt.

## Flexible Konfiguration ermöglicht viele Lösungen

Insgesamt eröffnen sich viele Einsatzmöglichkeiten für die VLC 350 GT – zum Beispiel mit Blick auf das gewünschten Produktionsvolumen, wie Marina Manger betont: Auf-

grund der Leistungsfähigkeit empfehle sich die Maschine vor allem für die Mittel- und Großserie. Ihre Rüstfreundlichkeit inklusive großer Türen und zugänglichen Werkzeugen sowie die angesprochene Flexibilität bei der Konfiguration mache sie allerdings auch für geringere Stückzahlen mit häufig wechselnden Produktionsaufgaben interessant. Dabei kann die Maschine von Hand beladen oder in Linien integriert werden.

Nicht zuletzt bietet EMAG seinen Kunden die VLC 350 GT zu einem attraktiven Preis-Leis-

tungs-Verhältnis an. Der konsequente Einsatz bewährter Standardkomponenten macht es möglich. *Wir sind sehr optimistisch, dass sich dieser Ansatz im Markt durchsetzt*, betont Manger abschließend. Die Kombination aus schnellen Prozessen, niedrigen Werkzeugkosten und flexiblen Einsatzmöglichkeiten habe bereits bei der Vorgängermaschine viele Produktionsplaner überzeugt. Markus Isgro

➔ [www.emag.com](http://www.emag.com)

## GrindTec 2020: Branchentreff der Schleiftechnik

Am 10. November startet die Internationale Fachmesse für Schleiftechnik in der Messe Augsburg. Mit dabei sind auch die führenden Anbieter der Branche. Der metallverarbeitenden Industrie bietet sie somit die von vielen lang herbeigesehnte wichtige und notwendige Plattform.



Die deutsche Wirtschaft beginnt sich nach dem Lockdown zu erholen. Darauf deutet der ifo Geschäftsklimaindex hin, der im August 2020 erneut auf 92,6 Punkte nach 90,4 Punkten (saisonbereinigt korrigiert) im Juli gestiegen ist. Die Stimmung in den deutschen Unternehmen befindet sich im Aufwind. Wenn die GrindTec 2020 am 10. November ihre Tore öffnet, dann ist das nicht nur der Auftakt der Internationalen Fachmesse der Schleiftechnik – es ist vor allem ein Symbol für die Rückkehr zur Normalität. Gerade deshalb dürfte die Aufmerksamkeit aller Marktteilnehmer besonders groß sein. Gleichzeitig erwartet auch so mancher erste Impulse für die Wiederbelebung der Umsätze.

Auf rund 50 000 Quadratmetern werden die nahezu 600 Aussteller ein umfassendes An-

gebot mit zahlreichen Innovationen präsentieren. Einen Blick in die Zukunft gewährt der GrindTec Campus: Hier präsentieren renommierte Forschungseinrichtungen und Universitäten den neuesten Stand in Forschung und Entwicklung.

Nach Ansicht von Prof. Dr. Wilfried Saxler, Geschäftsführer des Fachverbands der Präzisionswerkzeugmechaniker FDPW, wird die kommende Grindtec als führende Messe für neue Technologien im Bereich Schleifen, Honen, Läppen und Polieren die Branche nach langer Zeit wieder zusammenführen. Im direkten Dialog zwischen Besuchern und Herstellern eröffneten sich neue Perspektiven für das Werkzeugschleifen. Impulse geben ihm zufolge unter anderem hochfunktionale Lösungen und Weiterentwicklungen wie

- hybride Schleifmaschinenkonzepte, die auch andere Fertigungstechnologien integrieren
- additiv gefertigte strömungsoptimierte Kühlschmierstoffdüsen
- Direktantriebe in den Schleifmaschinenachsen zur Verbesserung der dynamischen Steifigkeit und Genauigkeit sowie zur Leistungssteigerung
- neue 5-Achs-Maschinenkonzepte für das Werkzeugschleifen
- Laserbearbeitungsmöglichkeiten von Diamantwerkzeugen oder diamantbeschichteten Werkzeugen.

Lesen Sie online weiter!



Zum online-Artikel

## Customized Solutions

Oberflächenveredelung – Perfektion für Ihren Erfolg!



Unternehmensgruppe

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

Gern auch für Sie.

B+T Unternehmensgruppe

## Grüner Laser schmilzt reines Kupfer

Fraunhofer IWS setzt erstmals innovative Laserschmelzanlage für komplexe Kupferbauteile ein

Raffiniert geformte Kunststoffteile mit dem 3D-Drucker zu erzeugen ist heute keine Kunst mehr, sondern Alltagstechnologie. Anders dagegen bei reinem Kupfer: Bisher gelang es nicht, das Metall mit Infrarotlasern vollständig aufzuschmelzen, um daraus Schicht für Schicht komplexe Bauteile zu erzeugen. Deshalb setzt das Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik IWS in Dresden nun eine neuartige additive Fertigungsanlage ein, die das Metall mit einem kurzwelligen grünen Laser nahezu defektfrei verarbeitet. Sie ermöglicht nach Angaben des Fraunhofer IWS neue Fertigungsansätze, die bisher mit Reinkupfer nicht realisierbar waren. Damit lassen sich komplexe Bauteile aus reinem Kupfer und Kupferlegierungen für die Raumfahrt- und Automobilindustrie umsetzen und die Effizienz von Elektromotoren sowie Wärmetauschern steigern.

Damit kann das Fraunhofer IWS nun Reinkupferbauteile aufbauen, die elektrisch und thermisch besonders leitfähig sind. Solche Komponenten ermöglichen effizientere Elektromotoren und neue Kühlkörper in der Leistungselektronik. Auch Anwendungen in der Spulen- und Induktorenfertigung sind denkbar. Additiv gefertigte Kupferkomponenten eignen sich für kompakte Geräte mit geringem Bauraum, hohem Wirkungsgrad und

starker Leistung. Damit lassen sich beispielsweise effizientere und kompaktere Kühlkörper für die Leistungselektronik von übermorgen herstellen sowie spezielle individuelle Spulen für elektrische Antriebe in Satelliten, Kühlungen in Raumfahrtantrieben.

Die neue Laserstrahlschmelzanlage ist einzigartig in Sachsen – auch deutschlandweit gibt es nur wenig Vergleichbares. Statt Infrarotlicht mit 1064 Nanometer (Millionstel Millimeter) Wellenlänge verwendet sie einen Scheibenlaser mit energiereichem grünen Licht der Wellenlänge 515 Nanometer. Bei früheren Versuchen hat sich nach Aussage von Samira Gruber immer wieder gezeigt, dass infrarote Laserstrahlquellen bis 500 Watt nicht leistungsstark genug sind, um Kupfer vollständig aufzuschmelzen; Samira Gruber betreut als wissenschaftliche Mitarbeiterin am Fraunhofer IWS das Projekt. Denn lediglich 30 Prozent der eingesetzten Energie erreichen den Kupferwerkstoff – den großen Rest reflektiert das Metall. Anders beim neuen grünen Laser mit maximal 500 Watt: Hier absorbiert das Kupferpulver mehr als 70 Prozent der eingesetzten Energie und schmilzt vollständig, so dass es dann für die additive Fertigung einsetzbar ist.

Weil Kupfer Wärme und Strom sehr gut leitet, ist es ein großer Fortschritt, wenn sich dieses Metall auch in additiven Fertigungsanlagen verarbeiten lässt. *Bauteile aus reinem Kupfer und Kupferlegierungen spielen beispielsweise in der Luft- und Raumfahrt, der Elektronikbranche und im Automobilbau in elektrischen Antrieben oder als Wärmetauscher eine wichtige Rolle*, betont Elena Lopez, Abteilungsleiterin für die Additive Fertigung am Fraunhofer IWS. Additiv gefertigte Kupferteile seien vielen Aluminium-Lösungen durch eine höhere volumenspezifische Leitfähigkeit überlegen. Interessant sei das überall dort, wo es auf kleine Bauweisen und hohe Leistung ankomme.

Viele Kupferteile lassen sich heute schon zerspanen, schmieden oder gießen. Allerdings eröffnen sich durch den Einsatz additiver Fertigung Möglichkeiten, hochkomplexe Geometrien herzustellen, die mit konventioneller Fertigung nicht möglich sind. *Die erhöhte geometrische Flexibilität eröffnet nun die Chance, die Kühlleistung von Kupferbauteilen*



**Die neue additive Fertigungsanlage schmilzt reines Kupferpulver vollständig auf**  
(© Fraunhofer IWS Dresden)



**Es entstehen schichtweise komplex geformte Kupferteile – zum Beispiel Kühlkörper**  
(© Fraunhofer IWS Dresden)

*weiter zu erhöhen, indem wir den verfügbaren Bauraum optimal ausnutzen und damit die Lebensdauer der gekühlten Bauteile verlängern*, sagt Samira Gruber. Dabei werden Kühlkanäle so konstruiert, dass Gase oder Flüssigkeiten möglichst druckverlustarm fließen können und komplexe Rippengeometrien die wärmeaufnehmende Oberfläche vergrößern.

### Additive Fertigung: Forscher ziehen in Sachsen an einem Strang

Die Beschaffung der neuen Anlage war über das Leistungszentrum *Smart Production and Materials* möglich. Dies ist ein Verbund der Technischen Universität Chemnitz, der Technischen Universität Dresden sowie der Fraunhofer-Institute IWS, ENAS, IWU und IKTS. Die mit einem grünen Laser ausgestattete *TruPrint1000* gehört nun zum *Additive Manufacturing Center Dresden*. In diesem Zentrum arbeiten die IWS-Experten gemeinsam mit Kollegen der TU Dresden an weiteren bahnbrechenden Technologien für die additive Produktion.

➔ [www.iws.fraunhofer.de](http://www.iws.fraunhofer.de)



**Die mit einem grünen Laser ausgestattete TruPrint1000 gehört nun zum Additive Manufacturing Center Dresden**  
(© Fraunhofer IWS Dresden)

## Graphit statt Gold: Dünne Schichten für bessere Wasserstoff-Autos

Markus Forytta Unternehmenskommunikation, Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik IWS

**Elektroautos, die binnen fünf Minuten vollgetankt sind, auf Reichweiten wie ein Diesel kommen und doch sauber fahren: Das schaffen mit Wasserstoff betankte Brennstoffzellen-Fahrzeuge bereits heute. Allerdings sind sie bisher noch selten und teuer. Neben Effizienzproblemen liegt das unter anderem an einer Kernkomponente: goldbeschichtete Bipolarplatten (BiP) in Brennstoffzellen, die aufwendig in der Herstellung sind. Das Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik IWS Dresden, der deutsche Automobilkonzern Daimler und das finnische Stahlunternehmen Outokumpu Nirosta haben nun eine preiswerte Alternative für die schnelle Massenproduktion entwickelt.**

Wissenschaftler des Fraunhofer IWS haben eine Technologie entwickelt, die auch eine kontinuierliche Produktion von Bipolarplatten ermöglicht. Statt mit Gold beschichten sie diese hauchdünn mit Kohlenstoff. Dieses Konzept ist massenproduktionsstauglich und kann die Fertigungskosten stark reduzieren. Außerdem liefert es einen wichtigen Beitrag zum Bau umweltfreundlicher Fahrzeuge.

### Brennstoffzellen - interessante technologische Alternativen

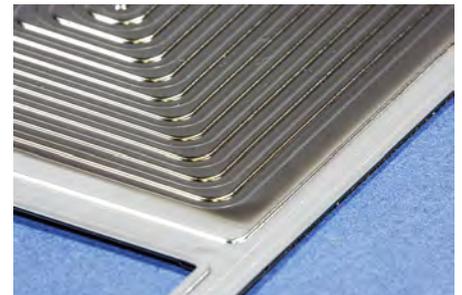
Wenn die Automobilindustrie heute von alternativen Antriebskonzepten redet, ist nach Meinung von IWS-Leiter Prof. Christoph Leyens meist das batterieelektrische Fahren gemeint. Für Einsatzszenarien wie zum Beispiel Lastkraftwagen, die eine große Reichweite brauchen, könnten Brennstoffzellen eine interessante technologische Alternative bieten. Deshalb arbeiten Prof. Leyens und sein Team mit Partnern aus der Wirtschaft eng zusammen, um preisgünstigere und leistungsfähige Brennstoffzellen zu ermöglichen. Auch Ingenieure sind Idealisten und deshalb hängen wir an diesem Projekt mit besonderem Herzblut, sagt Dr. Teja Roch vom Fraunhofer IWS. Denn damit liefern die Forscher einen Baustein für eine klimaneutrale Mobilität jenseits der klassischen Verbrennungsmotoren. Das funktioniert aber nur, wenn sich ein neues Verfahren in der Praxis auch rechnen. Wie Dr. Roch betont, hat die entwickelte Technologie das Potenzial, die Produktionskosten für Brennstoffzellen spürbar zu senken.

### Funktion einer Brennstoffzelle

Brennstoffzellen funktionieren wie Mini-Kraftwerke: Sie werden mit dem Energieträger Wasserstoff sowie mit Sauerstoff gespeist und erzeugen daraus in einer chemischen Reaktion Wasser, Strom und Wärme. Dafür kommen unterschiedliche Bauweisen in Betracht. Eine weit verbreitete ist die

PEM-Brennstoffzelle. Sie besteht aus Stapeln (Stacks) vieler Einzelzellen, in deren Mitte sich jeweils eine Protonen-Austausch-Membran (englisch: Proton Exchange Membrane = PEM) befindet. Rechts und links dieser Membran sind Elektroden mit Katalysatoren, je eine Gasdiffusionslage (GDL) und ganz außen auf beiden Seiten sogenannte Bipolarplatten angeordnet. Durch diese Platten strömen Wasserstoff und Sauerstoff in die Zelle. Sie bestehen aus jeweils zwei Edelstahl-Halbblechen, auf die in einem Umformungsprozess spezielle Strukturen für den Gasfluss und die Wärmeabfuhr geprägt und die dann zusammengeschweißt werden.

Weil aber Stahloberflächen Strom nur mäßig gut leiten, werden Bipolarplatten oft mit Gold beschichtet, um Korrosion zu vermeiden. Vor allem aber sorgt das Edelmetall dafür, dass der Strom gut fließen kann, der Kontaktwiderstand zwischen der Gasdiffusionslage und der Bipolarplatte also gering bleibt. Neben dem Einsatz des teuren Edelmetalls werden zudem die Edelstahlbleche für die Platten zuerst umgeformt und zusammengeschweißt, um sie dann stapelweise zu beschichten. Das ist nach den Worten von Dr. Roch ein recht aufwendiger und langwieriger Prozess.



**Die etwa 50 µm bis 100 µm dünnen Stahlbleche werden mit einer nur wenige Nanometer dünnen graphit-ähnlichen Schicht überzogen (Bild: Fraunhofer IWS)**

Daher sind die IWS-Forscher und ihre Partner aus der Automobil- und Stahlindustrie im Zuge des vom Bundeswirtschaftsministerium geförderten Verbundprojekts *mini-BIP II* neue Wege gegangen: Statt mit Gold beschichten sie die etwa 50 µm bis 100 µm (1 µm = 1 Tausendstel Millimeter) dünnen Stahlbleche mit einer nur wenige Nanometer (1 nm = 1 Millionstel Millimeter) dünnen graphit-ähnlichen Schicht. Dafür setzen sie die Physikalische Gasphasenabscheidung (PVD) ein. Dabei verdampft ein Lichtbogen in einer Vakuumkammer zunächst den Kohlenstoff,



**Die Bipolarplatte von Daimler (oben) wird mit einer Kohlenstoffschicht versehen (unten), die den Kontaktwiderstand verringert und gleichzeitig die Korrosionsbeständigkeit erhöht (Bild: Fraunhofer IWS)**

# WERKSTOFFE

der sich dann in einer hochreinen, gleichmäßigen und sehr dünnen Schicht auf dem Edelstahl niederschlägt.

## Beschichtungskosten halbiert

Bereits im Vorserienstadium erreicht diese Kohlenstoffschicht einen ähnlich niedrigen Kontaktwiderstand wie Gold. Anders ausgedrückt: Wenn die Ingenieure ihr Verfahren bis zur Massenproduktion weiter verfeinern, wird ihre Schicht den Strom mindestens ebenso gut wie das Edelmetall leiten, womöglich sogar besser – bei halbierten Beschichtungskosten. Die Wissenschaftler des Fraunhofer IWS sind davon überzeugt, dass dies zu einer neuen Generation effektiverer Brennstoffzellen mit höherer elektrischer Ausbeute beitragen wird.

Darüber hinaus verspricht die innovative Fraunhofer-Technologie auch eine höhere Produktionsgeschwindigkeit. Denn die Koh-

lenstoffschicht ist so dünn, dass die Beschichtung selbst nur Sekunden dauert. Zudem können Stack-Produzenten in Zukunft ganze Blechrollen noch vor der Umformung als Band beschichten. Denn die hergestellte Schicht ist so strapazierfähig, dass sie auch den Umform- und Schweißprozess aushält. Das ermöglicht nach Aussage von Dr. Roch einen kontinuierlichen Fertigungsprozess und damit einen viel höheren Produktionsdurchsatz als bisher.

## Brennstoffzellen-Fahrzeuge mit der Reichweite eines Diesels

Solcherart aufgebaute und preiswerte Brennstoffzellen sind insbesondere für den mobilen Einsatz wichtig. Sie eignen sich beispielsweise für umweltfreundlichere Autos, Busse und Lastkraftwagen mit großer Reichweite, die schnell nachtankbar sein müssen. Das Projekt *miniBIP II* trägt inso-

fern zur jüngst bekräftigten Strategie der Bundesregierung bei, Deutschland zu einem Vorreiter zukunftsweisender Wasserstofftechnologien zu machen. Einige Marktbeobachter wie IDTechEx und McKinsey erwarten, dass im Jahr 2030 bereits mehrere Millionen Fahrzeuge mit Brennstoffzellen weltweit unterwegs sein werden. Die Fraunhofer-Gesellschaft hat sich dieser Herausforderung gestellt. In einer gemeinsamen Initiative machen die beteiligten Institute ihre Kompetenz für das Wasserstoff-Zeitalter verfügbar. Auch das IWS ist Teil dieses Netzwerks. Weitere Informationen hierzu finden Interessierte unter: <https://www.fraunhofer.de/de/forschung/aktuelles-aus-der-forschung/wasserstoff.html>

### Kontakt:

Dr.-Ing. Teja Roch,

E-Mail: [teja.roch@iws.fraunhofer.de](mailto:teja.roch@iws.fraunhofer.de)

➔ [www.iws.fraunhofer.de](http://www.iws.fraunhofer.de)

## ≡ Brennstoffzellen für Wasserstoff-Fahrzeuge werden langlebiger

**Einem internationalen Forschungsteam unter Leitung der Universität Bern ist es gelungen, einen Elektrokatalysator für Wasserstoff-Brennstoffzellen zu entwickeln, der im Gegensatz zu den heute üblichen Katalysatoren ohne Kohlenstoffträger auskommt und dadurch deutlich stabiler ist. Das neue Verfahren ist industriell anwendbar und kann zur weiteren Optimierung von brennstoffzellenbetriebenen Fahrzeugen ohne CO<sub>2</sub>-Ausstoß genutzt werden.**

Brennstoffzellen gewinnen als Alternative zur batteriebetriebenen Elektromobilität im Schwerverkehr an Bedeutung, insbesondere da Wasserstoff ein CO<sub>2</sub>-neutraler Energieträger ist, wenn er aus erneuerbaren Quellen gewonnen wird. Für eine effiziente Arbeitsweise benötigen Brennstoffzellen einen Elektrokatalysator, der die elektrochemische Reaktion, bei welcher der Strom erzeugt wird,

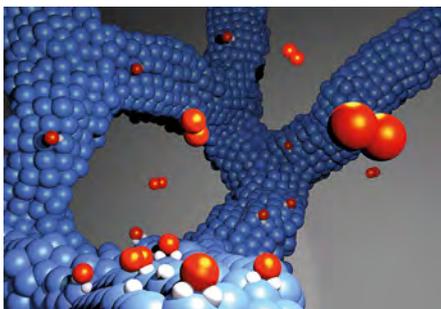
verbessert. Die heute standardmäßig dafür eingesetzten Katalysatoren aus Platin-Kobalt-Nanopartikeln besitzen gute katalytische Eigenschaften und benötigen nur so wenig wie nötig an seltenem und teurem Platin. Damit der Katalysator in der Brennstoffzelle eingesetzt werden kann, muss er über eine Oberfläche mit sehr kleinen Platin-Kobalt-Partikeln im Nanometerbereich verfügen, die auf ein leitfähiges Trägermaterial aus Kohlenstoff aufgetragen wird. Da die kleinen Partikel und auch der Kohlenstoff in der Brennstoffzelle Korrosion ausgesetzt sind, verliert die Zelle mit der Zeit an Effizienz und Stabilität.

Einem internationalen Team unter Leitung von Prof. Matthias Arenz vom Departement für Chemie und Biochemie (DCB) der Universität Bern ist es nun gelungen, mittels eines speziellen Verfahrens einen Elektrokatalysator ohne Kohlenstoffträger herzustellen, der im Gegensatz zu bestehenden Katalysatoren aus einem dünnen Metallnetzwerk besteht und dadurch langlebiger ist. *Der von uns entwickelte Katalysator erreicht eine große Leistungsfähigkeit und verspricht ei-*

*nen stabilen Brennstoffzellenbetrieb auch bei höherer Temperatur und hoher Stromdichte,* sagt Matthias Arenz. Die Resultate der Studie wurden im Fachjournal *Nature Materials* publiziert. Die Studie ist eine internationale Zusammenarbeit des DCB unter anderem mit der Universität Kopenhagen und dem Leibniz-Institut für Plasmaforschung und Technologie, bei der auch die Infrastruktur der Swiss Light Source (SLS) am Paul Scherrer-Institut zum Einsatz kam.

## Die Brennstoffzelle – direkte Stromgewinnung ohne Verbrennung

In einer Wasserstoff-Brennstoffzelle werden Wasserstoffatome aufgespalten, um daraus direkt elektrischen Strom zu erzeugen. Dafür wird Wasserstoff einer Elektrode zugeführt, wo er in positiv geladene Protonen und negativ geladene Elektronen aufgespalten wird. Die Elektronen fließen über die Elektrode ab und erzeugen außerhalb der Zelle elektrischen Strom, der beispielsweise einen Fahrzeugmotor antreibt. Die Protonen durchqueren eine Membran, die nur für Protonen



**Der neue Elektrokatalysator für Wasserstoff-Brennstoffzellen besteht aus einem dünnen Platin-Kobaltlegierungsnetzwerk und kommt ohne Kohlenstoffträger aus**

(Bild: Gustav Sievers)

durchlässig ist, und reagieren auf der anderen Seite an einer zweiten, mit einem Katalysator (hier aus einem Platin-Kobaltlegierungsnetzwerk) beschichteten, Elektrode mit Sauerstoff aus der Luft, wodurch Wasserdampf erzeugt wird. Dieser wird über den Auspuff abgeführt.

## Die wichtige Rolle des Elektrokatalysators

Damit die Brennstoffzelle Strom produziert, müssen beide Elektroden mit einem Katalysator beschichtet sein. Ohne Katalysator würden die chemischen Reaktionen nur sehr langsam ablaufen. Dies gilt insbesondere für die zweite, die Sauerstoffelektrode. Doch die Platin-Kobalt-Nanopartikel des Katalysators können beim Betrieb in einem Fahrzeug zusammenschmelzen. Dies verringert die Oberfläche des Katalysators und damit die Leistungsfähigkeit der Zelle. Zudem kann der Kohlenstoff, der üblicherweise verwendet wird, um den Katalysator zu befestigen, beim Einsatz im Straßenverkehr korrodieren. Dies beeinträchtigt die Lebensdauer der Brennstoffzelle und somit des Fahrzeugs. *Unsere Motivation war es daher, einen Elektrokatalysator ohne Kohlenstoffträger herzustellen, der dennoch leistungsfähig ist*, erklärt Arenz.

Vorherige, ähnliche Katalysatoren ohne Trägermaterial verfügten bisher immer nur über eine reduzierte Oberfläche. Weil die Größe der Oberfläche entscheidend ist für die Aktivität des Katalysators und somit seine Leistungsfähigkeit, waren diese für den industriellen Einsatz weniger geeignet.

## Technologie ist industriell einsetzbar

Die Idee konnten die Forschenden dank eines speziellen Verfahrens, der Kathodenzerstäubung (*Sputtern*) in die Tat umsetzen. Bei dieser Methode werden einzelne Atome eines Materials (hier Platin bzw. Kobalt) durch Beschuss mit Ionen herausgelöst (zerstäubt). Die herausgelösten gasförmigen Atome kondensieren anschließend als haftende Schicht. *Mit dem speziellen Sputterverfahren und anschließender Behandlung kann eine sehr poröse Struktur erreicht werden, die dem Katalysator eine große Oberfläche gibt und gleichzeitig selbsttragend ist*, so Dr. Gustav Sievers, Studien-Erstautor vom Leibniz-Institut für Plasmaforschung und Technologie. Ein Kohlenstoffträger sei somit überflüssig. Diese Technologie ist nach Aussage von Matthias Arenz industriell skalierbar und kann somit auch für größere Produktionsvolu-

men beispielweise in der Fahrzeugindustrie eingesetzt werden. Mit dem Verfahren kann die Wasserstoff-Brennstoffzelle weiter für den Einsatz im Straßenverkehr optimiert werden. *Unsere Erkenntnisse sind somit von Bedeutung für die Weiterentwicklung nachhaltiger Energienutzung, insbesondere angesichts der aktuellen Entwicklungen im Mobilitätssektor für den Schwerverkehr*, so Arenz. Die Studie wurde unter anderem finanziert durch den Schweizerischen Nationalfonds (SNF), das Deutsche Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) und das Danish National Research Foundation Center für High-Entropy Alloy Catalysis.

➔ [www.unibe.ch](http://www.unibe.ch)

### Kontakt:

Prof. Dr. Matthias Arenz,  
E-Mail: [matthias.arenz@dcb.unibe.ch](mailto:matthias.arenz@dcb.unibe.ch)  
Dr. Gustav Sievers,  
E-Mail: [sievers@inp-greifswald.de](mailto:sievers@inp-greifswald.de)

### Originalpublikation:

G. W. Sievers et. al.: Self-supported Pt-CoO networks combining high specific activity with high surface area for oxygen reduction, in: Nature Materials, 24. August 2020, <https://doi.org/10.1038/s41563-020-0775-8>

WALTHER  
TROWAL!

## BEWÄHRT IN DER KÖNIGSKLASSE.

Starten Sie mit unserer Gleitschleiftechnik  
von der Pole-Position.

[walther-trowal.com](http://walther-trowal.com)



WE IMPROVE SURFACES!

Wir erstellen  
automatisch Ihre  
Aufträge.



SIE SCANNEN EINFACH IHRE  
VDA- ODER KUNDEN-LABEL.

 **SOFTEC**  
[www.softec.de](http://www.softec.de)

## Elektroden schneller trocknen – Batterien kostengünstiger herstellen

Mit dem Ausbau der Elektromobilität steigt die Nachfrage nach geeigneten Batterien. Hochwertige Elektroden für Lithium-Ionen-Batterien schneller und energieeffizienter zu trocknen und damit kostengünstiger herzustellen – darauf zielt das am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) koordinierte neue Projekt EPIC. Ein innovatives Trocknungsmanagement in der Elektrodenherstellung senkt die Kosten der Batterieproduktion, verbessert die Umweltbilanz und stärkt den Standort Deutschland.

In Batteriezellen auf der Basis von Lithium-Ionen, beispielsweise für zukünftige Elektroautos, sind die Elektrodenschichten entscheidend: Diese Aktivmaterialien speichern die Energie. Sowohl das Anoden- als auch das Kathodenmaterial wird als wasser- oder lösemittelbasierte Paste in einer dünnen Schicht auf je eine Stromableiterfolie aus Kupfer und Aluminium aufgetragen. Die Herstellung der Elektroden benötigt viel Zeit und treibt die Investitions- und Produktionskosten nach oben. Am KIT hat ein Forscherteam der Gruppe Thin Film Technology (TFT) ein innovatives Beschichtungsverfahren entwickelt, mit dem sich Elektroden für Lithium-Ionen-Batterien im Labor so schnell wie nie zuvor produzieren lassen. Die nachfolgenden Prozessschritte, das heißt die Trocknung mit Strukturausbildung und Nachtrocknung, bilden allerdings derzeit noch einen Flaschenhals, der die Erhöhung der Durchsatzgeschwindigkeit der gesamten Elektrodenherstellung verhindert. *Gerade dieser Bereich erlaubt jedoch deutliche Kosteneinsparungen in der Batteriezellproduktion*, erklären die Forschenden der TFT.

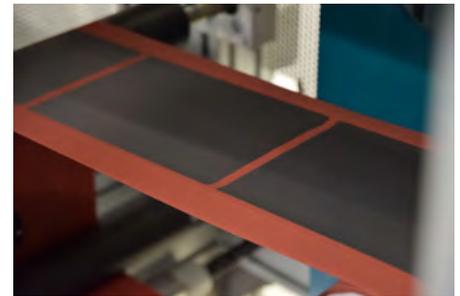
### Prozessschritte zusammenhängend betrachtet

Die Batterieproduktionskosten insgesamt zu reduzieren und speziell die Energiekosten bei der Elektrodentrocknung um mindestens 20 % zu senken – darauf zielt das Projekt *Erhöhung der Durchsatzgeschwindigkeit in der Elektrodenproduktion durch ein innovatives Trocknungsmanagement*, kurz EPIC. Hier arbeiten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler daran, die Trocknungsgeschwindigkeit um mindestens 50 % zu erhöhen. Dabei gilt es, Qualität und Langzeitstabilität der Elektroden zu erhalten oder sogar weiter zu verbessern. Wesentlich ist nach Aussage von Prof. Wilhelm Schabel, die einzelnen Prozessschritte zusammenhängend zu be-

trachten und Interaktionen zu berücksichtigen. Die von Prof. Schabel geleitete Gruppe TFT am KIT koordiniert das Projekt. Ebenfalls an EPIC beteiligt sind Prof. Jürgen Fleischer vom wbk Institut für Produktionstechnik des KIT sowie Forschende am Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW) in Ulm und an der Technischen Universität Braunschweig. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) fördert EPIC im Rahmen des Forschungsclusters *ProZell II* für drei Jahre mit insgesamt drei Millionen Euro. Projektstart war im August 2020.

Im Projekt EPIC geht es nicht nur um innovative Trocknungs- und Nachtrocknungstechnologien, die Energieeffizienz und hohe Qualität vereinen, sondern auch um ein optimal auf die Materialien abgestimmtes Feuchte-Management entlang der Prozesskette – von der Trocknung bis hin zur Zellausbaueinrichtung. Die Gruppe TFT am KIT befasst sich mit konventionellen Trocknungsverfahren und dem Einsatz von Hochleistungsstrahlern sowie mit dem gesamten Trocknungsmanagement. *Höhere Beschichtungsgeschwindigkeiten werden dann besonders attraktiv, wenn sich gleichzeitig die Trocknungszeit verkürzen lässt, damit die teure Trocknerstrecke nicht verlängert werden muss*, erläutert Dr. Philip Scharfer von der TFT.

Das wbk des KIT untersucht sowohl die Nachtrocknung direkt im Zellstapel vor der Elektrolytbefüllung als auch das Einstellen der benötigten Zellfeuchte ohne vorangegangene Nachtrocknung im Zellstapel direkt vor der Elektrolytbefüllung. In allen Fällen evaluiert das wbk zusammen mit der Technischen Universität Braunschweig, wie Trocknungsintensität und -dauer die Zelleigenschaften beeinflussen. Das ZSW in Ulm wird auf seiner Forschungsproduktionslinie, auf der sich Batteriezellen im industriellen Maß-



**Herstellung von Elektroden für Lithium-Ionen-Batterien: Das Aktivmaterial wird als Paste aufgetragen und anschließend getrocknet**  
(Foto: Ralf Diehm, KIT)

stab herstellen lassen, unter regulierter Produktionsatmosphäre die Feuchteexposition in einem mit der Serienzellfertigung vergleichbaren Maßstab abbilden.

### Vernetzung stärkt Batterieforschung

Die Projektpartner bewerten die verschiedenen Produktionsansätze anhand geeigneter Prozess-Kosten-Modelle und geben Handlungsempfehlungen für die Übertragung in einen industriellen Produktionsprozess. Neben der Energie- und Ressourceneffizienz sowie der Batteriezellqualität beziehen sie dabei auch die Umweltverträglichkeit der verschiedenen Ansätze ein. Die Gruppe TFT entwickelt ihre Technologien zur Elektrodenherstellung – auch für zukünftige neue Materialsysteme – im Center for Electrochemical Energy Storage Ulm & Karlsruhe (CELEST), einer der weltweit größten Batterieforschungsplattformen. Neue Erkenntnisse zur Produktionstechnologie fließen zudem direkt in das Exzellenzcluster Post Lithium Storage (POLiS), in dem das KIT gemeinsam mit der Universität Ulm und dem ZSW die Batterien der Zukunft entwickelt.

➔ [www.kit.edu](http://www.kit.edu)

## Wasserstoff darf als Luxusgut nicht nur der Großindustrie zur Verfügung stehen

SPD-Fraktionsvorsitzender Thomas Kutschaty zu Gast bei ZINQ in Gelsenkirchen

Der Vorsitzende der SPD-Landtagsfraktion Nordrhein-Westfalens Thomas Kutschaty folgte der Einladung der Gelsenkirchener Landtagsabgeordneten Heike Gebhard und Sebastian Watermeier und besuchte das Gelsenkirchener Unternehmen für Oberflächentechnik ZINQ. Mit dem geschäftsführenden Gesellschafter der ZINQ-Gruppe Lars Baumgürtel und der Geschäftsführerin der ZINQ Technologie GmbH Dr. Birgitt Bendiek fand ein rund einstündiger Austausch über die Chancen und Herausforderungen der Energiewende für den energieintensiven industriellen Mittelstand und die Notwendigkeit einer nachhaltigen und klimaneutralen Produktion statt. Dabei wurde das große Potenzial der Wasserstofftechnologie in Gelsenkirchen und im gesamten Emscher-Lippe-Raum verdeutlicht.

### Wasserstoff für die Prozesswärme

Um eine Zinkschmelze permanent für Tauchprozesse produktionsbereit zu halten, ist vor allem eins notwendig: Energie. ZINQ nutzt derzeit in seinen 45 europäischen Standorten Erdgas als Energieträger, noch – denn, die Substitution von fossilem Gas durch Wasserstoff ist bereits auf den Weg gebracht. In

sogenannten Power-to-ZINQ-Anlagen soll zukünftig aus regenerativ erzeugter Überschussenergie Wasserstoff erzeugt und in den Wärmeprozess als Beimischung zum Erdgas eingeführt werden. Beim Besuch im Werk und im neuen Technikum konnten sich die Teilnehmer überzeugen, dass ZINQ als Cradle to Cradle-zertifiziertes Unternehmen und Pionier der Circular Economy das Umdenken im Bereich der Energieversorgung nicht nur unterstützt, sondern als *Möglichmacher* ein sektorenübergreifendes CO<sub>2</sub>-Management mit Innovationen vorantreibt. Ohne politische Unterstützung ist eine Umstellung auf Wasserstoff für ZINQ aber nicht zu stemmen. Die im Juni verabschiedete Nationale Wasserstoffstrategie (NWS) der Bundesregierung ist dazu ein guter erster Schritt. Allerdings ist in der Strategie der Prozesswärmebedarf der energieintensiven mittelständischen Industrie vergessen worden. Der Wasserstoffbedarf dieser Anwendungen übersteigt die derzeit von der Wasserstoffstrategie vorgesehene Menge um das Dreifache. Wie Lars Baumgürtel, geschäftsführender Gesellschafter der ZINQ-Gruppe, bei der Begrüßung der Besucher deutlich machte, ist es wichtig, dass Wasserstoff nicht als Lu-

xusgut nur der Großindustrie zur Verfügung steht, sondern möglichst allen potenziellen industriellen Anwendern zu möglichst günstigen Kosten.

Nach den Worten von Thomas Kutschaty liegt bei den kleinen und mittleren Unternehmen in der Region, gerade in energieintensiven Branchen, ein großes Potenzial bei der klimafreundlichen Nutzung von grünem Wasserstoff anstelle von Erdgas. Die hier bereits vorhandene Infrastruktur muss so genutzt werden, dass Wasserstoff in ausreichender Menge bei den Unternehmen ankommt. *Für uns ist klar, dass wir die Zukunft nur gestalten können, wenn wir die Industrieunternehmen als Teil der Lösung und nicht als Teil des Problems sehen, so der Landtagsabgeordnete Sebastian Watermeier.* Landtagskollegin Heike Gebhard ergänzte, dass auch künftig im Emscher-Lippe-Raum erfolgreiche, industrielle Unternehmen und Arbeitsplätze gewünscht sind. Deshalb setzt sie sich für mehr Nachhaltigkeit ein und wird gemeinsam mit der SPD-Fraktion im Landtag für den Wasserstoffstandort im nördlichen Ruhrgebiet werben.

Allein für den ZINQ-Standort im Gelsenkirchener Hafen bedeutet das konkret, dass jährlich durch Wasserstoff 12.000.000 KWh Erdgas klimafreundlich ersetzt werden könnte, das entspricht dem Gasverbrauch von circa 650 Einfamilienhäusern.

### Über Voigt & Schweitzer

Seit mehr als 125 Jahren auf Feuerverzinken und Beschichten spezialisiert, ist Voigt & Schweitzer heute einer der marktführenden Unternehmen im Bereich Korrosionsschutz auf Stahl durch Zink. Das unter der Dachmarke ZINQ® zusammengeführte Unternehmen konzentriert sich auf das Entwickeln und Herstellen von innovativen, Cradle to Cradle®-zertifizierten Oberflächen, die in den unterschiedlichsten Anwendungsgebieten der Stahlverarbeitung eingesetzt werden. So werden jedes Jahr an 45 europäischen Standorten über 650 000 Tonnen Stahl mit den Beschichtungen vor Korrosion geschützt.

➔ [www.zinq.com](http://www.zinq.com)



Die Besucher besichtigen das Technikum der Voigt & Schweitzer in Gelsenkirchen (Bild: Voigt & Schweitzer)

## Wärmetauscher – Sicheres Beheizen von Prozessflüssigkeiten durch indirekte Beheizungssysteme

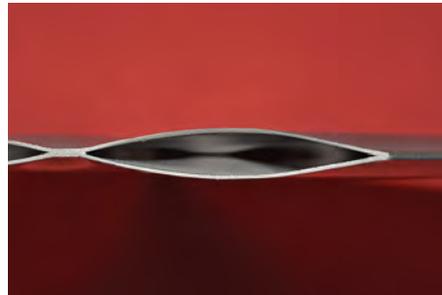
Die Mazurczak GmbH unterstützt die Galvano- und Oberflächentechnik mit Einrichtungen und Verfahrenstechnik für das sichere Heizen von wässrigen Medien in Fertigungsanlagen

In den letzten Jahren hat in Deutschland die Anzahl der Brände in den Betrieben der Oberflächentechnik zugenommen und ist auf 70 bis 80 Ereignisse pro Jahr angestiegen. Darunter waren zehn bis 15 Großschäden mit Schadenssummen von mehr als 500 000 Euro. In den meisten Fällen ist die Schadenssumme aus dem Betriebsausfall höher, als die des Brandschadens. Industrieversicherungen decken die Risiken von galvanotechnischen Betrieben zukünftig im ungünstigsten Fall gar nicht mehr oder nur noch unter deutlich erweiterten Auflagen ab. Verfahrenstechnische Schutzmaßnahmen wie der Einsatz von indirekten Beheizungssystemen beziehungsweise Wärmetauschern reduzieren das Brandrisiko [1, 3].

Indirekte Beheizungssysteme wie zum Beispiel Wärmetauscher SYNOTHERM® stellen eine Lösung für die sichere Prozesstemperierung dar, allerdings muss eine Heizquelle für die Erwärmung des Wärmeträgers vorhanden sein. Als zuverlässigste und gleichzeitig sichere Sekundärmedien haben sich Wasser, Thermoöl, Dampf und Glykol erwiesen. Entsteht bei einem Prozess ein Wärmeeintrag (z. B. durch die Umgebungswärme, Gleichrichter oder eine exotherme Reaktion) so kann dieser mit Hilfe von Wärmetauschern kompensiert und die Prozessflüssigkeit gekühlt werden.

### Metallische und beschichtete Plattenwärmetauscher

Den wesentlichsten Bestandteil der Plattenwärmetauscher SYNOTHERM® aus Titan 3.7035/Grade 2 und Edelstahl (1.4301, 1.4404 und 1.4571) stellen zwei Metallbleche für die Herstellung der Basisplatte dar. Auf einer Tafelchere werden die Metallbleche auf die erforderliche Abmessung zugeschnitten. Das Punktschweißen und Kantenschweißen erfolgt durch einen reproduzierbaren, vollautomatischen Schweißprozess. Die beschichteten Plattenwärmetauscher verfügen ebenfalls über einen metallischen Grundkörper. In einem mehrstufigen Beschichtungsprozess wird eine Fluorpolymerbeschichtung auf die metallische Oberfläche aufgebracht.



**Abb. 1: Charakteristische Kissenstruktur bzw. Linsenform (Bild: Mazurczak GmbH)**

Vor- und Rücklauf bestehen aus einer Verrohrung mit der entsprechenden Anschlusstechnik. Als Anschlusstechnik kann unter anderem ein Flansch oder ein Gewindenippel ausgewählt werden. Durch Hochdruckumformung wird die kissenähnliche Struktur der Plattenwärmetauscher erzeugt.

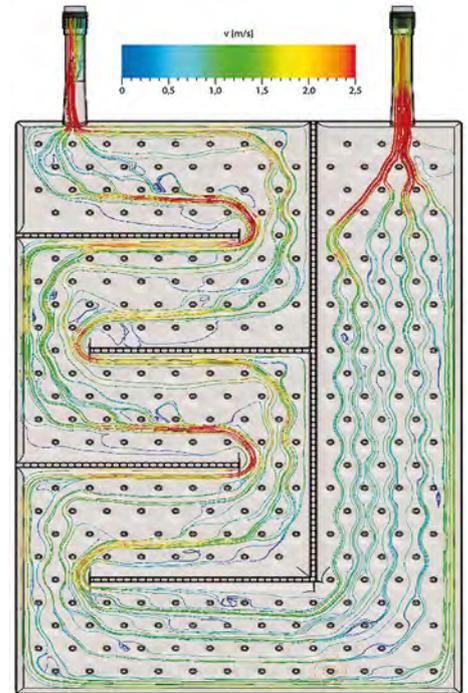
Alle Plattenwärmetauscher werden so ausgelegt, hergestellt und geprüft, dass sie der Druckgeräterichtlinie 2014/68/EU entsprechen. Vor der Auslieferung wird jedes Gerät einer Überdruck- und Dichtigkeitsprüfung unterzogen. Die Mazurczak GmbH ist als Schweißfachbetrieb nach DIN EN ISO 3834-3 zertifiziert und hat alle schweißtechnischen Voraussetzungen zur Fertigung von Druckgeräten gemäß der Druckgeräterichtlinie 2014/68/EU nachgewiesen.

### Vorteile metallischer Plattenwärmetauscher gegenüber Rohrschlangenwärmetauschern

Die Kissenstruktur ermöglicht eine starke Verwirbelung des Wärmetauschermediums und führt zu einer hohen Wärmedurchgangszahl  $k$ . Wie die Grundformel (Gl. <1> [2]) zeigt, wird bei gleichbleibender Temperaturdifferenz  $\Delta\vartheta_{in}$  weniger Wärmeübertragungsfläche  $A$  benötigt, um die gleiche Leistung  $Q$  zu übertragen.

$$Q = k \cdot A \cdot \Delta\vartheta_{in} \quad <1>$$

Plattenwärmetauscher sind bis zu 33 % energieeffizienter, als Rohrschlangenwärmetauscher und haben einen geringeren Platzbedarf. Die Platzersparnis reduziert die Baugrößen und Kosten der Behälter und es



**Abb. 2: Verwirbelung des Wärmetauschermediums im inneren des Wärmetauschers (Bild: Mazurczak GmbH)**

steht mehr Platz für andere Komponenten des Behälters oder der Anlage zur Verfügung. Folglich sparen Plattenwärmetauscher Platz, Gewicht, Material und Kosten.

Die kompakte, leichte und druckfeste Bauweise ohne Verschleißteile ermöglicht eine hohe Lebensdauer und große Betriebssicherheit einer Anlage. Durch die hohe Stabilität der Plattenwärmetauscher SYNOTHERM® wird die Gefahr der mechanischen Beschädigung oder Deformation im Vergleich zu Rohrschlangenwärmetauschern enorm reduziert. Der Aufwand für die Instandhaltung der Plattenwärmetauscher ist im Vergleich zu Rohrschlangenwärmetauschern wesentlich geringer. Die ebene und glatte Oberfläche lässt sich einfach und schnell reinigen.

### Kunststoff-Wärmetauscher

Die Kunststoff-Wärmetauscher SYNOTHERM® eignen sich zum Beheizen und Kühlen vieler Medien, in denen metallische Plattenwärmetauscher nicht eingesetzt werden können.

Mehrere PFA-Schläuche werden auf Halter aus den Kunststoffen PP oder PVDF gewickelt. Distanzlaschen zwischen den Schläuchen stellen eine ausreichende Durchströmbarkeit mit Prozessmedium sicher. Die Halter werden durch Rahmenstäbe stabilisiert, welche mit einer Schutzplatte abgedeckt sind.

Die Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten erfolgt bei den Kunststoffwärmetauschern SYNOTHERM® abhängig von den Betriebsparametern, sodass die Baugröße optimal an die Anwendung angepasst wird. Die Kunststoffwärmetauscher wurden so konstruiert, dass das einzige druckbeaufschlagte Bauteil aus Kunststoff der PFA-Schlauch ist.

Das Material zeichnet sich durch eine ausgezeichnete Temperaturbeständigkeit aus, auch bei höheren Drücken. Die Schlauchwandstärke wurde so gewählt, dass eine große Stabilität bei gleichzeitig guter Wärmeleitfähigkeit erreicht wird. Die übrigen Bauteile sind nicht druckbeaufschlagt und dienen allein der Unterstützung der Schläuche, sodass Materialien wie PP und PVDF ausreichend stabil sind. Es ergibt sich eine materialseitig optimierte Bauteilkombination, die für ein breites Spektrum an Betriebsparametern geeignet ist. Die Kunststoff-Wärmetauscher SYNOTHERM® werden druckgeprüft und entsprechen der Druckgeräterichtlinie 2014/68/EU.

Alle verfügbaren Wärmetauscher der Baureihe SYNOTHERM® werden individuell pro-

jektiert und realisiert. Auch bei schwierigsten Einbausituationen kann so die optimale Einbauvariante durch variable Abmessungen und verschiedene Anschlussmöglichkeiten gefunden werden. Die 3D-CAD-Zeichnungen ermöglichen eine passgenaue Integration in den Behälter.

## Effizienter Einsatz durch Überwachungstechnik

Mit Hilfe von geeigneter Überwachungstechnik können Wärmetauscher noch effizienter eingesetzt werden. Die Temperatur- und Niveauüberwachung von Prozessflüssigkeiten können vom Anwender optimal mit Temperatursensoren, Niveaustabsonden und Schwimmerschaltern mit zugehöriger Elektronik realisiert werden. Um die bestmögliche Wärmeübertragung zu gewährleisten sind bestimmte Vorgaben einzuhalten. Die Niveaustabsonden stellen eine optimale Umströmung der gesamten Wärmetauscheroberfläche sicher. Unter Verwendung von Temperaturfühlern kann je nach Temperatur der Prozessflüssigkeit der Volumenstrom des Wärmetauschermediums angepasst werden.

## Zusammenfassung

Insbesondere in der Galvano- und Oberflächentechnik wird in den prozesstechnischen Anlagen eine Vielzahl von Flüssigkeiten und Chemikalien zur Oberflächenbehandlung von Bauteilen verwendet. Prozessparameter

wie zum Beispiel die exakte Temperaturführung des Elektrolyten in den Tanks und Behältern haben einen entscheidenden Einfluss auf die Qualität der Produktoberfläche [1, 3]. Die Prozessflüssigkeiten und das Wärmetauschermedium stellen die unterschiedlichsten Anforderungen an die chemische und thermische Beständigkeit der eingesetzten Wärmetauscherwerkstoffe. Die sehr gute chemische und thermische Beständigkeit der Wärmetauscher wird durch den Einsatz unterschiedlichster Werkstoffe gewährleistet. Unter Berücksichtigung der oben genannten Anforderungen ist die sichere Beheizung von Prozessflüssigkeiten in der Galvano- und Oberflächentechnik bei richtiger Anwendung von indirekten Beheizungssystemen wie Wärmetauschern empfehlenswert.

➔ [www.synotherm.de](http://www.synotherm.de)

➔ [www.mazurczak.de](http://www.mazurczak.de)

## Literatur

- [1] Klaus Frischmann: Sicheres Heizen – Brandschutz in der nasschemischen Produktion, (2018); <https://www.mazurczak.de/de/Prospekte/Prospekt-73>
- [2] P. Böckh, T. Wetzel T. (Hrsg.): Wärmeübertragung, Grundlagen und Praxis, 6. Auflage (2015), Karlsruhe, S. 9
- [3] Klaus Frischmann: Sicheres Heizen – Brandschutz in der nasschemischen Produktion; WOMag 1-2/2017; [https://www.wotech-technical-media.de/womag/ausgabe/2017/01-02/22\\_frischmann\\_heizung\\_02j2017/22\\_frischmann\\_heizung\\_02j2017.php](https://www.wotech-technical-media.de/womag/ausgabe/2017/01-02/22_frischmann_heizung_02j2017/22_frischmann_heizung_02j2017.php)



**MAZURCZAK**  
THERMOPROZESSE

**Wir sind Komplettanbieter für Wärmetauscher zum Heizen und Kühlen!**

**Metallische Plattenwärmetauscher**

- Geringer Platzbedarf
- Hohe thermische & mechanische Stabilität
- Einfache Reinigung

**Beschichtete Plattenwärmetauscher**

- Kundenindividuelle Abmessungen
- Wärmeleitfähige Beschichtung
- Anti-adhäsiv → geringe Inkrustationsneigung

**Kunststoff-Wärmetauscher**

- Große Wärmeübertragungsfläche
- Höchste chemische Beständigkeit
- Schläuche aus PFA
- Hohe Temperatur- und Druckbeständigkeit

**SYNOTHERM®**  
WÄRMETAUSCHER

info@synotherm.de | www.synotherm.de

Mazurczak GmbH  
D-91126 Schwabach  
Tel. +49 / 9122 / 98 55 0



SYNOTHERM

# Design and Mass-Production of Functional Textures for Medical Engineering Applications

By Andrés Díaz Lantada<sup>1,\*</sup>, Markus Guttman<sup>2,#</sup>, Stefan Hengsbach<sup>2</sup>, Florian Rupp<sup>2</sup>, Klaus Bade<sup>2</sup>, Markus Wissmann<sup>2</sup>, Marc Schneider<sup>2</sup> and Matthias Worgull<sup>2</sup>



Zum online-Artikel

The emerging field of biointerfaces, as interacting regions between technology and life, requires innovative design and manufacturing strategies, to develop and use their remarkable potentials, especially with regard to the engineering of biomedical appliances. Within the human body, miniaturized medical devices with hierarchical or multi-scale biointerfaces, capable of interacting at cellular, organic, and systemic levels, may perform in more biocompatible ways and even help to control the fate of cells and tissues. In vitro testing devices and surgical tools may also benefit from design-controlled biointerfaces, to achieve more controlled interactions during their missions. This article summarizes a long-term collaboration between research groups from the Karlsruhe Institute of Technology (KIT) and from the Technical University of Madrid (UPM) in the field of biointerfaces for medical engineering applications. Synergies between the working groups have led to innovative approaches for the design and fabrication of functional textures, which are reviewed.

Der stetig zunehmende Einsatz biologischer Grenzflächen, mehr und mehr als Interaktion zwischen Technologie und Leben, erfordert innovative Design- und Fertigungsstrategien, um ihre Potentiale weiter zu entwickeln und zu nutzen, insbesondere im Hinblick auf die Entwicklung von biomedizinischen Geräten. Innerhalb des menschlichen Körpers müssen miniaturisierte medizinische Systeme mit hierarchischen oder multiskaligen Biogrenzflächen, die auf zellulärer, organischer und systemischer Ebene miteinander interagieren, verstärkt biokompatibel funktionieren und können dann sogar dazu beitragen, das Verhalten von Zellen und Geweben zu kontrollieren. Auch In-vitro-Testgeräte und chirurgische Instrumente können von design-kontrollierten Biogrenzflächen profitieren, zum Beispiel um während ihres Einsatzes gezielte Interaktionen zu ermöglichen. Der vorliegende Beitrag fasst eine langfristige Zusammenarbeit zwischen Forschungsgruppen des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) und der Technischen Universität Madrid (UPM) auf dem Gebiet der Biogrenzflächen für medizintechnische Anwendungen zusammen. Die Synergien zwischen den Arbeitsgruppen haben zu innovativen Ansätzen für das Design und die Herstellung funktioneller Oberflächen im Bereich der Medizintechnik geführt.

## 1 Introduction

Surface topographies or textures radically affect the properties and performance of materials and devices; consequently, important research efforts are being targeted at the discovery and mastering of innovative texture design and production processes. Optical properties like colour, reflectivity and overall aesthetic aspect of materials and components can be fine-tuned by modifying surface texture. Tribological contact phenomena like adhesion, lubrication ability and wettability, linked to the development of self-cleaning objects, can be also controlled through texturing. Even the ergonomics of devices or the flavour of processed food can be importantly improved through texturing strategies.

Adequately controlling the surface textures of materials and devices and straightforwardly achieving an affordable mass-production is necessary, in order to promote the societal impact of the several types of devices that may benefit from counting with functional surfaces for enhanced interactions with their environment. These functional surfaces will promote the sensory and actuation abilities of engineering products, will help to interact in a more efficient way with microorganisms for better understanding and dealing with disease, will enhance the sustainability and durability of energy conversion processes or appliances and will break down the frontiers between natural and synthetic systems, between biology and engineering [1].

To this end, research groups from the Karlsruhe Institute of Technology (KIT) and the Technical University of Madrid (UPM) have been collaborating, for more than six years now, exploring processes for designing and prototyping devices with functional surfaces and defining manufacturing chains, to achieve tools with surface microstructures and mass-produced polymeric components with controlled textures. These studies [2–10] have been performed with the continued support of the Karlsruhe Nano Micro Facility (KNMF) at KIT ([www.knmf.kit.edu](http://www.knmf.kit.edu)), a Helmholtz Research Infrastructure. Some of the studied approaches to designing and producing such textures are detailed described in the following sections; directions for application and future research are discussed towards the end of the article.

## 2 Designing of functional textures

Different approaches coexist for the design of textured materials, components and devices, most of them relying on computational modelling tools. Perhaps the most direct one

<sup>1</sup> Universidad Politécnica de Madrid (UPM); Mechanical Engineering Department; c/José Gutiérrez Abascal 2, ES-28003 Madrid, Spain

<sup>2</sup> Karlsruhe Institute for Technology (KIT); Institute for Microstructure Technology (IMT); Hermann-von-Helmholtz-Platz 1, D-76344 Eggenstein-Leopoldshafen, Germany

\* E-Mail: [andres.diaz@upm.es](mailto:andres.diaz@upm.es)

# E-Mail: [markus.guttman@kit.edu](mailto:markus.guttman@kit.edu)

is based on the application of state-of-the-art CAD (computer-aided design) resources for generating patterns by using arrays of micro-(holes, columns, bumps), normally combining solid design operations, matrix-based tools and Boolean operations. Specific design software or CAD modules have been also developed, like *Materialise 3-matic* or *Hypermesh Optistruct*, to enable topology and topography optimization processes, as well as the mapping of 2D images, whose variations of colour or shade are used to create textures upon complex 3D surfaces. Another option relies on the employment of mathematical functions, which are able to define infinite multi-scale surfaces (even in a single line of code) and to store them in the form of surface matrices, which can be further processed or linked to computer-aided manufacturing systems. These math-based surfaces can be also hybridised with the surface matrices generated from the CAD files of previously designed objects, to apply functional regions to desired portions of an object.

The different approaches differ in terms of use of computational resources, design versatility, control upon final results, adequacy for reaching hierarchical or multi-scale structures and software cost. For example, the conventional CAD-based approach rapidly leads to large sized files, which are difficult to process, in spite of its very direct applicability. The use of specific CAD complements for controlling topography is a nice option for texturing complex surfaces using collections of images, although these resources are normally expensive. The math-based approach requires from programming skills, but is unbeatable in terms of defining multi-scale surfaces, for instance by using recursive functions and fractal models, which are also very well suited for imitating nature and the extremely interesting features and functions of natural materials and living organisms. Combining these strategies promotes design versatility.

*Figure 1* presents some examples of hierarchical (or multi-scale) functional surfaces

achieved by combining CAD-based arrays of pillars and pyramids:

- with math-based bioinspired fractal texture,
- with the intention of controlling the wettability properties of surfaces and devices,
- with promoting anti-fouling and self-cleaning effects for enhanced performance (i. e. self-cleaning surgical tools for remote regions, implants with improved compatible response, and smart diagnostic systems).

### 3 Producing of functional textures

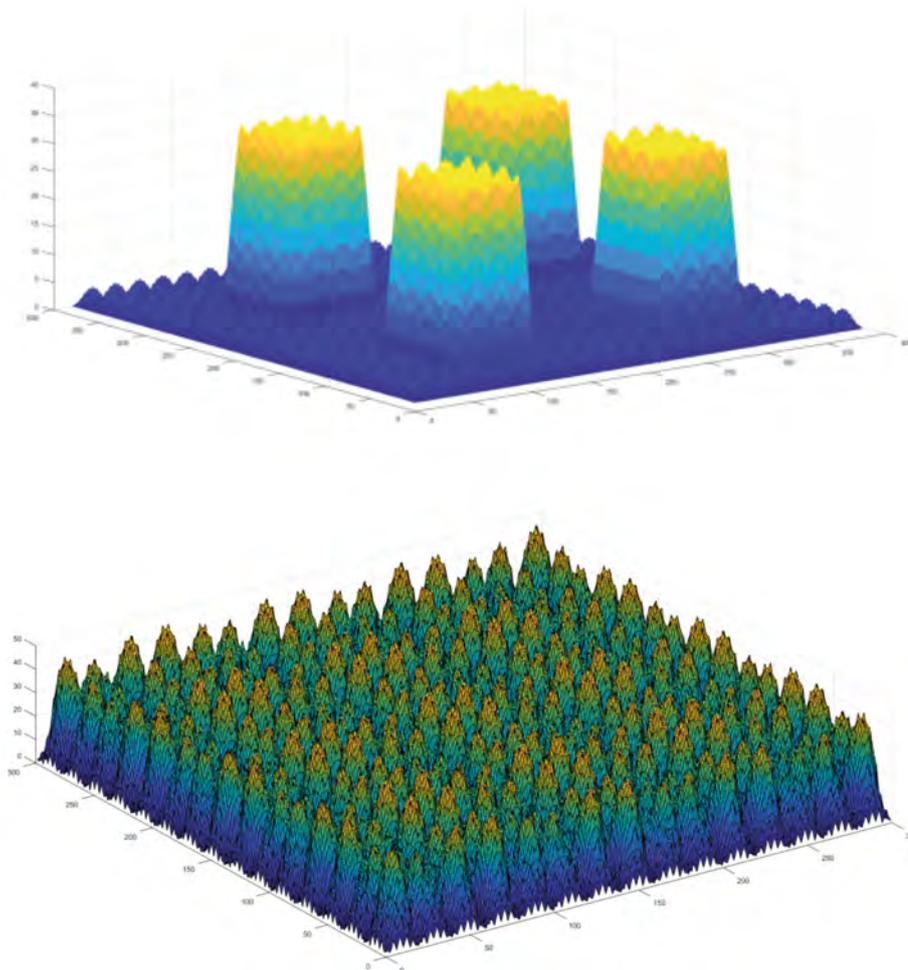
In many cases, the surface texture of objects is just a consequence of the materials and technologies employed for their manufacture. Several physical-chemical processes are able to synthesise or process materials with porous structures and textured surfaces. Both top-down (i. e. chemical etching, laser ablation) and bottom-up (i. e. molecular self-assembly, chemical and physical vapour deposition) alternatives can be found in the technological portfolio. However, to achieve better design-controlled microstructures, especially in connection with final polymeric components, alternative manufacturing chains, capable of transforming design files into real products are needed.

Different additive manufacturing technologies (AMTs), from fused-deposition modelling and digital light processing, to selective laser sintering and powder-based laser fusion, have proven very useful in the last decades and somehow transformed traditional approaches to product design and engineering. These additive resources, which normally work on a layer-by-layer fashion, help to rapidly obtain both prototypes and final parts using many different materials, including: metals, polymers, ceramics, composites and even from biological origins. They prove especially useful when dealing with very complex geometries, due to the fact that the additive processes enable a sort of *solid free-form fabrication*.

#### Read on in womag-online.de

WOMag online subscribers can download the entire article. Furthermore, the steps of production and applications for this kind of functional texture, for example for bio-MEMS, are described and examples of parts with textures are shown.

The total volume of the article is about 5 pages with 4 figures and 11 references.



**Fig. 1: Examples of hierarchical functional surfaces achieved by combining CAD-based arrays of regular and wavy features with math-based bioinspired fractal textures: bridging the gap between micro and nano systems by design**

## Perfekte Politur für additiv gefertigten Klammermodellguss und mehr

Die TEAMZIEREIS GmbH erweitert Dienstleistungsspektrum mit innovativem Elektropolier-Verfahren von AM Solutions – 3D post processing technology

Mit der Investition in das innovative Trockenpolierverfahren DryLyte baut das auf Dentalprodukte und Dienstleistungen spezialisierte Fräszentrum TEAMZIEREIS GmbH sein Angebotsspektrum weiter aus. Die DLyte 10D-Anlage ermöglicht das automatisierte Polieren von additiv sowie in Hybridtechnik hergestellten Klammermodellgüssen, Kronen und Komponenten für die kieferorthopädische Versorgung mit reproduzierbaren Ergebnissen.

Das Unternehmen ist nach den Worten von Geschäftsführer Ralph Ziereis durch einen Kunden auf das Trockenpolierverfahren aufmerksam geworden und während der Formnext 2019 habe man sich am Stand von AM Solutions, einer Marke der Rösler-Gruppe, über die Technologie und Möglichkeiten informiert. Ralph Ziereis hat das in Engelsbrand im Schwarzwald ansässige Fräszentrum TEAMZIEREIS GmbH vor 20 Jahren gegründet. Das Unternehmen fokussiert sich ausschließlich auf Dentalprodukte und Dienstleistungen, die in unmittelbarem Zusammenhang mit dem digitalen Workflow stehen. Dadurch verfügt es über höchste CAD/CAM-Kernkompetenz und ein digitales Gesamtkonzept.

### Reproduzierbare Maschinenarbeit statt kostenintensiver Handarbeit

Dieses Konzept beinhaltet unter anderem, dass Klammermodellguss, Kronen und Komponenten für die kieferorthopädische Versorgung, beispielsweise filigrane Drähte, mittels pulverbettbasierten Laserschmelzens additiv aus Cobalt-Chrom-Legierungen hergestellt werden. Nach dem Druck wurden die Teile zeit- und kostenaufwendig in Handarbeit poliert, was üblicherweise im zahntechnischen Labor erfolgte. Um ihren Kunden das Polieren abzunehmen und eine weitere Dienstleistung anbieten zu können, hat sich TEAMZIEREIS nach den Worten von Ziereis bereits längere Zeit nach einem geeigneten Verfahren umgeschaut und es mit der DryLyte-Technologie gefunden. *Dieses Verfahren spart unseren Kunden Zeit und Geld und liefert darüber hinaus reproduzierbare Ergebnisse*, so Ziereis. Durch den Einsatz der DLyte 10D kann die Bearbeitungszeit, je nach Ap-

plikation, um bis zu 80 Prozent im Vergleich zur Handarbeit reduziert werden. Darüber hinaus lassen sich mehrere Teile gleichzeitig bearbeiten.

### Trockenes, nicht-abrasives Elektropolieren

Bei dem von der spanischen Firma GPAINNOVA entwickelten Hochleistungspolierverfahren kommt statt einer Flüssigkeit ein trockenes Elektrolytgranulat zum Einsatz. Für das Polieren werden die Teile auf spezielle Halterungen in der Anlage aufgespannt und in definierter Geschwindigkeit durch die Elektrolyte rotiert. Dabei findet zwischen Bauteil und Elektrolyten ein Ionenaustausch statt, durch den Rauheitsspitzen auf der gesamten Oberfläche und auch in Hohlräumen reduziert werden. Im Gegensatz zum klassischen Elektropolieren bleiben durch die Verwendung von nicht-abrasiven Medien Geometrie, Maße, Kanten und Winkel der Werkstücke in ihrer Ursprungsform erhalten, sodass die spätere Passform gewährleistet ist.

### Durch Tests zu optimalen Prozessen

Ein definierter Glanzgrad, keine Veränderung von Geometrie, Dimensionen und Kanten sowie eine makellose Oberfläche waren



**Der Klammermodellguss zählt zu den additiv gefertigten Werkstücken, die mit dem innovativen Trockenpolierverfahren bearbeitet werden. Statt einer Stunde händischer Polierarbeit werden nun nur noch circa 30 Minuten benötigt. Zudem können mehrere Teile gleichzeitig bearbeitet werden**

(Foto: TEAMZIEREIS GmbH)



Ralph Ziereis, Geschäftsführer der TEAMZIEREIS GmbH Foto: TEAMZIEREIS GmbH

auch die Anforderungen, die Ralph Ziereis als Polierergebnis definierte. Durch Versuche im Technologiezentrum von AM Solutions – 3D post processing technology, die auf Nachbearbeitungslösungen für additiv gefertigte Teile spezialisierte Marke der Rösler-Gruppe und Vertriebspartner von GPAINNOVA, wurde zunächst die generelle Eignung des Verfahrens für die Aufgabenstellung von TEAMZIEREIS festgestellt. *Nachdem wir gesehen haben, dass wir mit der Technologie die von uns gewünschten Oberflächen erzielen können, haben wir uns für die kompakte und flexible Anlage DLyte 10D entschieden*, merkt der Geschäftsführer an. Die Individualisierung der Bearbeitungsparameter auf die verschiedenen Teile erfolgte durch die Zusammensetzung und Größe der Elektrolyte sowie die Prozesszeit. *Bei der Ausarbeitung der teilespezifischen Programme, die bei uns im Unternehmen erfolgte, haben uns die Mitarbeiter von AM Solutions – 3D post processing technology optimal unterstützt*, ergänzt Ralph Ziereis. Alle Programme können in der Anlagensteuerung hinterlegt und einfach per Knopfdruck ausgewählt werden.

Das automatische Polieren ist für die TEAMZIEREIS GmbH nach den Worten ihres Geschäftsführers eine optimale Ergänzung ihres Dienstleistungsangebots und mache die Teile, die es fertige, für die Kunden noch ein Stück attraktiver.

D. Schulz

➤ [www.solutions-for-am.com](http://www.solutions-for-am.com)

➤ [www.roesler.com](http://www.roesler.com)

## Blutgerinnsel durch kleinste Materialmuster reduzieren

Wenn Blutgefäße stark geschädigt sind oder die Herzklappen nicht mehr richtig arbeiten, ist Ersatz notwendig. Allein in Deutschland werden daher pro Jahr etwa 190 000 Gefäßprothesen und 30 000 Herzklappenersätze implantiert. Diese Lebensretter bestehen in der Regel aus Kunststoffen. Neben vielen Vorteilen haben diese Materialien einen wesentlichen Nachteil beim Kontakt mit Blut: Sie aktivieren häufig die Gerinnung, was dazu führen kann, dass sich auf ihrer Oberfläche Blutgerinnsel bilden. Lösen sich diese von den Materialoberflächen, kann es zu lebensbedrohlichen Komplikationen, wie Thrombosen oder Embolien, kommen. Daher müssen Patienten mit solchen Implantaten oft ein Leben lang Gerinnungshemmer einnehmen und leiden unter deren Nebenwirkungen.

Einen neuen Ansatz zur Lösung dieser Probleme haben jetzt Forschende der Friedrich-Schiller-Universität Jena entwickelt. Dazu schuf das Team um die Physikerin und Materialwissenschaftlerin Dr. Izabela Firkowska-Boden besondere nanostrukturierte Polymeroberflächen. Beim Abkühlen aus der Schmelze bilden sich unter den richtigen Bedingungen feinste hochgeordnete Oberflächenmuster aus Polymerkristallen auf diesen Materialien. Diese Kristalle sind nach Aussage von Firkowska-Boden nur wenige zehn Milliardstel Meter groß.

Das Besondere dabei ist: Diese geordneten Muster sind etwa genau so klein wie das Eiweißmolekül Fibrinogen, das ein wichtiger Faktor bei der Blutgerinnung ist. Durch diese Größenübereinstimmung und physikalische Kräfte richtet sich das Fibrinogen entlang der Muster aus. Werden Blutplättchen, sogenannte Thrombozyten, die ebenfalls wichtig bei der Blutgerinnung sind, mit den mit Fibrinogen behandelten Polymernustern in Kontakt gebracht, verändern sich diese. *Die Änderungen der Blutplättchen sind stark von der Struktur der Polymernuster abhängig und lassen sich durch diese beeinflussen*, erklärt die Jenaer Wissenschaftlerin. Während die Blutplättchen sich auf einem Polymernuster stark verändern und ihr Potenzial für die Blutgerinnung steigern, reagieren diese Blutplättchen auf anderen Polymernustern kaum, wie Firkowska-Bodens Team jetzt herausfand.

Aus biomedizinischer Sicht zeigt die Arbeit, dass die Strukturierung der Materialoberflächen in einem nanoskaligen Größenbereich einen Feinabstimmungsmechanismus zur Manipulation der Fibrinogen-Bioaktivität und Blutplättchenaktivierung bieten kann, der vielversprechend für das Design von neuen thromboresistenten Oberflächen von Biomaterialien ist. Damit wäre ein wichtiger Schritt getan, Implantatmaterialien aus Polymeren in Zukunft weniger anfällig für die Bildung von Blutgerinnseln zu machen.

Die Forschungsergebnisse sind in der amerikanischen Fachzeitschrift *Langmuir* erschienen

**Kontakt:**

Dr. Izabela Firkowska-Boden, E-Mail: [izabela.firkowska-boden\[at\]uni-jena.de](mailto:izabela.firkowska-boden[at]uni-jena.de)

**Originalpublikation:**

I. Firkowska-Boden, Chr. Helbing, Th. J. Dauben, M. Pieper, K. D. Jandt: How Nanotopography-Induced Conformational Changes of Fibrinogen Affect Platelet Adhesion and Activation, *Langmuir* 2020; <https://doi.org/10.1021/acs.langmuir.0c02094>.

www.uni-jena.de

**Precision in detail**



**walter  
Lemmen**

**electroplating units for decorative and functional surfaces**

PCB technology • Electroplating • Metal finishing • Medical technology

STUDIO TSCHÖP • Wertheim 03/2020

**Walter Lemmen GmbH**  
 +49 (0) 93 42 - 7851  
[info@walterlemmen.de](mailto:info@walterlemmen.de)  
[www.walterlemmen.de](http://www.walterlemmen.de)

## ≡ Bronze – ein umweltverträglicher Ersatz für Nickelschichten?

Von Christian Mock

An Nickelschichten führt bisher kein Weg vorbei. Allerdings reagieren viele Menschen bei Hautkontakt allergisch auf das Metall und bei der Herstellung der Schichten kommen hochgiftige Stoffe zum Einsatz. Im Forschungsprojekt *UmBroNi* sind Wissenschaftler des Fraunhofer-Instituts für Produktionstechnik und Automatisierung IPA deshalb auf der Suche nach schonenderen Alternativen mit ähnlichen Eigenschaften.

Nickel ist das am häufigsten eingesetzte Schichtmetall innerhalb der Galvanotechnikbranche. Jährlich werden weltweit bis zu 150.000 Tonnen Nickel für galvanische Beschichtungen benötigt. Dies entspricht bei einer durchschnittlichen Schichtdicke von 8 µm einer beschichteten Fläche von 2100 km<sup>2</sup> oder umgerechnet der vierfachen Fläche des Bodensees [1, 2]. Je nach Anwendungsfall können die Eigenschaften der Nickelschichten gezielt eingestellt werden, um funktionale und/oder dekorative Anforderungen zu erfüllen. So können Nickelschichten duktil oder spröde mit Härten von 160 HV bis 550 HV, von glänzend bis matt in allen Abstufungen, galvanisch abgeschieden werden.

Trotz der Vielzahl an positiven Eigenschaften wird der Einsatz von Nickelschichten besonders in der heutigen Zeit kritisch betrachtet, da das Metall die weltweit verbreitetste Kontaktallergie auslöst. Bis zu 18 Prozent der weltweiten Bevölkerung sind an einer Nickelallergie erkrankt, allein in Europa leiden 65 Millionen Menschen an der unheilbaren Abwehrreaktion. Zudem zählen Nickelsalze zu den krebserregenden, erbgutverändernden oder fortpflanzungsgefährdenden Stoffen, weshalb Nickelsalze als Produktionsmit-

tel zunehmend strengere Auflagen erfüllen müssen. Speziell bei Produkten, die von Endanwendern genutzt werden, ist die Verwendung von Nickel ein fortlaufend öffentlich diskutiertes Thema mit hoher Brisanz.

Zur Vermeidung von allergischen Reaktionen werden bereits seit vielen Jahren Weißbronzeschichten (CuSnZn) als Nickelerersatz verwendet. Diese finden jedoch aktuell nur eingeschränkt Anwendung, da sie aufgrund ihrer Rissigkeit bei größeren Schichtdicken keine ganzheitliche Alternative zu Nickelschichten darstellen. Aus diesem Grund werden sie momentan nur im dekorativen Bereich, wie zum Beispiel bei Schmuck oder Knöpfen, eingesetzt, da hier geringe Schichtdicken von bis zu 10 µm ausreichend sind. Um eine korrosionsschützende Wirkung zu erreichen, sollten die Schichten jedoch in Abhängigkeit des korrosiven Mediums eine Dicke von 25 µm oder mehr besitzen. Zudem werden zur Herstellung der Weißbronzeschichten cyanidhaltige Elektrolyte eingesetzt, die hochtoxisch und abwassertechnisch zwar beherrscht sind, aber kostenintensiv und aufwendig zu handhaben sind. Zusammengefasst bedeutet dies, dass es auf dem heutigen Markt kein galvanisch abscheidbares Schichtsystem gibt,

 **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.

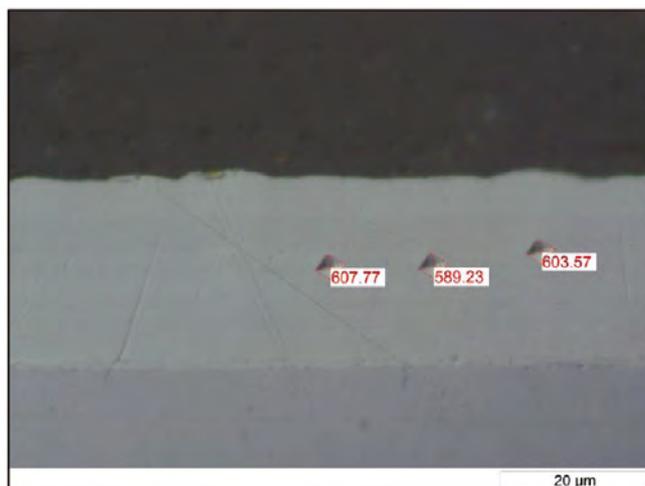
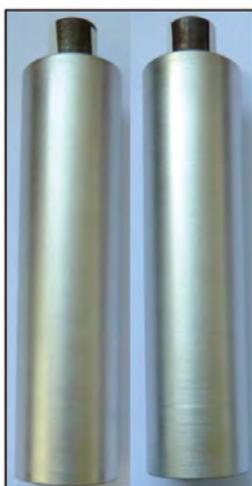
In dieser Serie zeigen Forscher der Abteilung, wie den Herausforderungen der Branche in Zukunft begegnet werden kann.

#### Ansprechpartner

Dr.-Ing. Martin Metzner

Abteilungsleiter Galvanotechnik,  
Fraunhofer IPA, Stuttgart

[www.ipa.fraunhofer.de/galvanotechnik](http://www.ipa.fraunhofer.de/galvanotechnik)



**Makrobild einer cyanidfrei abgeschiedenen Bronzeschicht auf einem Rundstab-Probekörper aus Stahl (links) sowie Härten der cyanidfrei abgeschiedenen binären Bronzeschicht im Querschliff (rechts)**  
(Bild: Fraunhofer IPA)

welches eine prozess- und anwendungstechnisch umweltverträgliche Alternative zu Nickelschichten darstellt.

Das aktuelle Forschungsvorhaben *UmBroNi*, das vom Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau Baden-Württemberg gefördert wird, beschäftigt sich mit der umweltverträglichen galvanischen Abscheidung von Bronzeschichten als potenzielle Nickelersatzschicht. Die Schwerpunkte liegen dabei für das Fraunhofer IPA in der Entwicklung eines stabilen Elektrolytsystems zur cyanidfreien galvanischen Abscheidung von Bronzeschichten (CuSn) und damit verbunden der Weiterentwicklung der Schichteigenschaften, wie zum Beispiel der gezielten Einstellung von Korrosions- und Verschleißschutz, Härte, Schichtdicke oder einebnendem Verhalten.

# OBERFLÄCHEN



**Der Elektrolytprüfstand am Fraunhofer IPA ermöglicht es, durch seinen standardisierten Aufbau verschiedene definierte Probekörper (Rundstab und Profilkörper) bei gleichbleibender Versuchsumgebung zu beschichten**  
(Bild: Fraunhofer IPA/Rainer Bez)

Die bisher abgeschiedenen Bronzeschichten zeigten Seidenglanz und Härten bis zu 600 HV. Insgesamt können mit dem entwickelten Verfahren auf Basis der binären Bronze bereits zwei aktuelle Problemstellungen der am Markt verfügbaren potenziellen Nicklersatzschicht, der ternären cyanidbasierten Weißbronze (CuSnZn), gelöst werden. Das Verfahren für binäre Bronzen ermöglicht die rissfreie Abscheidung von Schichtdicken größer 30 µm und verzichtet dabei auf Cyanid als Komplexbildner. Zudem sind die bislang erreichten Härten mit der Härte von Nickelschichten vergleichbar und lassen sich durch die Einstellbarkeit des Zinngehalts gut variieren.

Mehr zum Projekt UmBroNi finden Interessierte unter:

➔ <https://www.ipa.fraunhofer.de/de/referenzprojekte/UmBroNi.html>

## Literatur

- [1] N.N.: Das Leben von Ni; Nickel Institute, 2016; verfügbar unter: <https://www.nickelinstitute.org/>
- [2] I. Rose, C. Whittington: Nickel Plating Handbook; 2014; verfügbar unter: <https://www.nickelinstitute.org>

## Projekt-Steckbrief

Titel	Umweltverträgliche galvanische Abscheidung von Bronzeschichten als potenzielle Nicklersatzschicht (UmBroNi)
Laufzeit	6. Dezember 2018 bis 31. Oktober 2020
Partner	Rieger Metallveredelung GmbH & Co. KG, Karl Simon GmbH & Co. KG, Ifm efactor GmbH, Fraunhofer-Institut IPA Stuttgart und Fraunhofer-Institut IWM Freiburg
Förderung	Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau Baden-Württemberg

## Energiesch trocknen?

**FST DRYTEC**  
TROCKNEN UND TEMPERN MIT SYSTEM



Haftwassertrockner nach Maß für die Galvano- und Reinigungstechnik.

Kammer- und Durchlaufrockner für Beschichtungen

Temperöfen zur Wärmebehandlung

[www.fst-drytec.de](http://www.fst-drytec.de)



**Was Sie wollen, wie Sie wollen.**

innovativ  
präzise  
engagiert

FST Drytec GmbH  
Ferdinand-von-Steinbeis-Ring 43 · 75447 Sternenfels · Fon 07045-203620 · E-mail: [info@fst-drytec.de](mailto:info@fst-drytec.de)

## ≡ Filmischen Verunreinigungen auf der Spur – Wie moderne Oberflächenanalytik ihren Beitrag leistet

Von Dr. Reinhard Kersting, Karsten Lamann, Tascon GmbH, Münster

Die technische Sauberkeit ist seit längerem ein wichtiges Kriterium innerhalb eines Fertigungsprozesses. Dies gilt vor allem bei der Herstellung von beschichteten Bauteilen, da eine mangelhafte Sauberkeit von Oberflächen häufig die Ursache für Fehler bei nachfolgenden Bearbeitungsschritten wie dem Beschichten sein kann. Zur Klärung und Abstellung der Fehlerursachen ist die Identifizierung des Störstoffes essenziell. Im Falle von organischen Bestandteilen leistet das Verfahren ToF-SIMS sehr gute Dienste, da es die organischen Moleküle bei der Analyse nicht verändert und zudem eine sehr hohe Empfindlichkeit besitzt.

### 1 Sauberkeit als Qualitätskriterium

Die stetig steigenden Anforderungen an die Qualität, Langlebigkeit und Funktionalität industrieller Erzeugnisse haben dazu geführt, dass Fertigungstoleranzen heute durch immer strengere Spezifikationen definiert werden. Bei technischen Produkten umfasst dieser Trend unter anderem die Sauberkeit von Oberflächen, die für Eigenschaften wie Glanz, Farbe, Benetzbarkeit und das grundsätzliche Beschichtungsverhalten von enormer Bedeutung ist. Der in diesem Zusammenhang gebräuchliche Begriff der technischen Sauberkeit hat seinen Ursprung in der Automobilbranche, die vor einigen Jahrzehnten sogenannte Restschmutzanalysen für funktionsrelevante Bauteile einführte. Aus diesen Anfängen hat sich die technische Sauberkeit rasch zu einem durch die Normen VDA-19 und ISO 16232 geregelten Verfahren entwickelt, das sich vor allem mit der Vermeidung, Beseitigung und Analytik von Partikel- und Faserunreinigungen auf Werkstoffoberflächen beschäftigt.

Erst seit wenigen Jahren sind auch flächige Kontaminationen, sogenannte filmische Verunreinigungen, vermehrt in den Fokus gelangt, die ebenso wie Partikel die Qualität und Funktionalität von Bauteilen reduzieren oder nachfolgende Verarbeitungsschritte (z. B. Verklebungen, Beschichtungen) empfindlich stören können. Filmische Verunreinigungen entstehen beispielsweise durch Rückstände von Betriebshilfsstoffen wie Ölen, Fetten oder Kühlschmierstoffen, durch zum Teil entfernte Passivierungs- und Korrosionsschutzschichten oder durch Rückstände von Tensiden aus Reinigungsprozessen.

### 2 Analyseverfahren

Zur Kontrolle von Oberflächen auf filmische Verunreinigungen sind im produktionsnahen Umfeld neben optischen Begutachtungen

auch Prüf- oder Testtinten sowie Kontaktwinkelmessungen etabliert. Diese vergleichsweise einfachen Analysemethoden liefern Hinweise auf die Benetzungseigenschaften einer Oberfläche und können damit die Einhaltung kundenspezifischer Vorgaben überprüfen und dokumentieren. Allerdings liefern diese Methoden keine genauere Information über die Ursache einer Benetzungsstörung. Zwar kann bei festgestellten Abweichungen in vielen Fällen durch einfache Optimierung bestehender Reinigungsprozeduren das Problem einer filmischen Verunreinigung dauerhaft beseitigt werden. Führt dies aber nicht zum Erfolg, ist ein weitergehender Ansatz zur gezielten Beseitigung von hartnäckigen Verschmutzungen oder unbekanntem Kontaminationen notwendig. Meist handelt es sich dabei um Laboranalysen zur Identifizierung der filmischen Verunreinigung und ihres Ursprungs. Diese Untersuchungen werden häufig in Kooperation mit externen Laboren durchgeführt, die sich auf Analysen der technischen Sauberkeit oder filmischer Verunreinigungen spezialisiert haben.

Für Untersuchungen an filmischen Verunreinigungen werden meist Analysemethoden zur chemischen Charakterisierung angeboten, die auch im Bereich der Partikel- und Faseranalytik eingesetzt werden. Hierzu zählen die Gravimetrie, die Rasterelektronenmikroskopie (REM-EDX), die Gaschromatographie mit Massenspektrometrie-Kopplung (GC-MS) oder die Infrarotspektroskopie (IR). Allerdings fehlt diesen Analysemethoden entweder die Empfindlichkeit für molekulare Strukturen (REM/EDX, Gravimetrie), die Möglichkeit filmische Verunreinigungen durch Abbildungen zu lokalisieren (GC-MS, Gravimetrie) oder die Sensitivität für nur wenige Nanometer dicke organische Schichten (IR). Eine leistungsstarke Analysemethode, die alle genannten Kriterien zur Analyse von

filmischen Verunreinigungen erfüllt, ist die Flugzeitsekundärionenmassenspektrometrie (engl. Time of Flight Secondary Ion Mass Spectrometry (ToF-SIMS)).

### 3 ToF-SIMS als leistungsfähige Methode

Beim ToF-SIMS Verfahren wird eine Probe durch Ionenbeschuss zur Emission sogenannter Sekundärionen aus der Probenoberfläche angeregt, die nachfolgend hinsichtlich ihres Verhältnisses von Masse zu Ladung ( $m/z$ ) analysiert werden. Der zugrunde liegende Anregungsprozess ist dabei so sanft, dass neben Elementen auch komplette Moleküle und zugehörige organische Bruchstücke aus den obersten Schichten (Informationstiefe ca. 1 nm) der Probe emittiert werden. Die chemische Zusammensetzung der äußersten atomaren und molekularen Schichten kann daher durch ein vergleichsweise einfaches chemisches Screening (Spektralanalyse, Spektrometrie) umfassend charakterisiert und mit Empfindlichkeiten bis in den unteren ppm-Bereich (engl. ppm = parts per million) nachgewiesen werden. Dabei ist keine Vorkenntnis über die Probe oder die zu untersuchenden Zielanalyten notwendig. Moderne Analysegeräte ermöglichen zudem bildgebende Analysen (Imaging, Mapping) auf Flächen mit Kantenlängen von wenigen Mikrometern bis hin zu einigen Zentimetern und die Untersuchung dickerer anorganischer oder organischer Schichten mit Dicken von bis zu einigen Mikrometern durch einen in-situ Probenabtrag (Tiefenprofilierung). Im Folgenden soll die Leistungsfähigkeit der ToF-SIMS anhand von zwei Praxisbeispielen aufgezeigt werden.

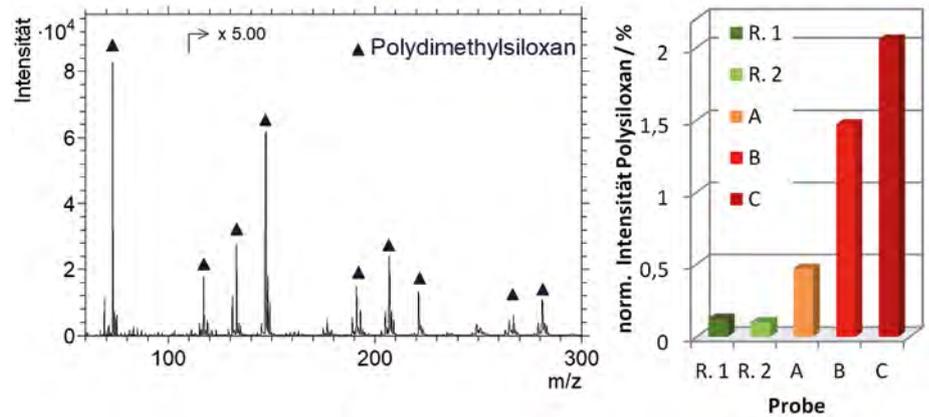
### 4 Identifizierung einer filmischen Verunreinigung mit ToF-SIMS

Stahloberflächen sollten nach einem Umformungsprozess und einer nachfolgenden Rei-

nigung mit einem Lacksystem beschichtet werden. Dabei zeigte sich bei einigen Chargen ein Versagen der Lackhaftung, obwohl zuvor keine optischen Auffälligkeiten an den Metalloberflächen erkennbar waren. Seitens des Beschichters wurde daraufhin die vor der Lackierung durchgeführte Reinigungsprozedur angepasst und die Haftungseigenschaften später abgeschiedener Lackierungen mit sogenannten Gitterschnitten überprüft.

Diese Untersuchungen zeigten ein sehr uneinheitliches Bild. So wiesen einige Stahlchargen eine gute, andere hingegen eine unzureichende Lackhaftung auf. Rückstellmuster dieser Chargen wurden daher nach Durchlaufen des Reinigungsprozesses der Produktion entnommen und für eine chemische Charakterisierung der Oberflächen mit dem ToF-SIMS-Verfahren zur Verfügung gestellt, um die Ursache für die Lackenthaftungen zu klären. Bei den durchgeführten spektrometrischen Untersuchungen konnte auf allen Stahloberflächen eine filmische Verunreinigung mit einem Polysiloxan (Silikonöl, PDMS) festgestellt werden.

Abbildung 1 (links) zeigt den Ausschnitt eines Spektrums einer stark mit Polysiloxan kontaminierten Oberfläche. Vergleichbar mit einem menschlichen Fingerabdruck zeigen jedes Material und jede Kontamination charakteristische Sekundärionensignale in der ToF-SIMS. Die im Spektrum in Abbildung 1 markierten Sekundärionensignale sind dabei typisch für Polysiloxan und eindeutiger Beleg für die Anwesenheit von Polydimethylsiloxan (PDMS) auf der Oberfläche. Die semi-quantitative Auswertung dieser charakteristischen Polysiloxansignale belegt eine deutliche Korrela-



**Abb. 1: Ausschnitt eines ToF-SIMS-Spektrums einer mit einem Polysiloxan stark belegten Oberfläche (links) sowie eine semi-quantitative Bestimmung der Polysiloxanbelastung von Stahl-oberflächen und farbcodierte Ergebnisse einer Gitterschnittprüfung (rechts; grün: gute Haftung, orange bis rot: schlechte Haftung)**

tion des Polysiloxananteils an der Oberfläche mit den Ergebnissen der Gitterschnittprüfung (Abb. 1, rechts).

Während auf den Blechmustern mit sehr guter Lackhaftung (R. 1 und 2) nur geringe Mengen eines Polysiloxans gefunden wurden, konnte auf den Schlechtmustern A bis C Polysiloxan mit einer bis zu zwanzigfach erhöhten Konzentration nachgewiesen werden. Weitere Untersuchungen zeigten, dass die erhöhten Polysiloxanbelastungen vor allem auf Blechen eines Zulieferers auftraten und auch durch die bereits angepasste Reinigung nicht ausreichend beseitigt werden konnten. Um vergleichbare Produktionsprobleme zukünftig zu vermeiden, wurde eine maximal zulässige Polysiloxan-Belastung der Stahlchargen spezifiziert und die ToF-SIMS als

Methode zur Prüfung zufällig ausgewählter Chargen etabliert.

Dieses Beispiel zeigt eindrucksvoll, wie das ToF-SIMS-Verfahren helfen kann, filmische Verunreinigungen zu identifizieren und Produktions- und Reinigungsprozesse zu optimieren. Allerdings findet sich in vielen Fällen nicht nur eine einzige Kontamination, sondern eine komplexe Mischung von mehreren potentiell haftungsmindernden, organischen Rückständen, wie eine weitere Untersuchungen an Optikauteilen zeigt.

## 5 Nachweis und Lokalisierung haftungsmindernder Substanzen auf Glas

Bei der Herstellung von optischen Filtern erfolgte vor dem Abscheiden metalli-

Das SERFILCO-Team ist für Sie da!

Mo. - Do. von 08:00 - 17:00 Uhr  
Freitag von 08:00 - 14:30 Uhr

## Saubere Lösungen - perfekte Oberflächen!



**SERFILCO®**  
Pumpen & Filter  
chemiebeständig · robust · langlebig

Der starke Partner für Industrie & Anlagenbau!

- Reinigung, Entfettung, Phosphatierung, Passivierung
- Pumpen f. galvanische Prozesse auf Metall & Kunststoff
- Filtration von Elektrolyten, Beizen und Spülbäder
- SerDuctor-Düsensysteme zur Badbewegung ohne Luft für Prozessbäder u. Abwasserneutralisation
- Badheizer und Wärmetauscher

# OBERFLÄCHEN

scher Beschichtungen eine Reinigung der Glasoberfläche. Aus zunächst unbekanntem Gründen zeigten die aufgetragenen metallischen Schichten trotz dieser Reinigung im Randbereich und punktuell auch auf der Oberfläche ein unzureichendes Haftungsverhalten zum Substrat. Daher sollte der Erfolg der Reinigung durch vergleichende ToF-SIMS-Analysen vor und nach erfolgter Reinigungsprozedur überprüft werden.

Im Rahmen dieser Restschmutzanalyse wurden auf den ungereinigten Spezialgläsern deutliche Spuren potenziell haftungsmindernder, organischer Substanzen identifiziert. Dies waren einerseits sauerstoffhaltige Kohlenwasserstoffe und Fettbestandteile in Form von Triglyceriden und andererseits stickstoffhaltige Signale eines Dimethyldialkylammoniums, das unter anderem als kationisches Tensid, Additiv in Lackformulierungen oder Antistatikum in Polyolefinen zum Einsatz kommt.

Nach der Reinigungsprozedur der Optiken, die mit einem manuellen Abwischen mit einem mit Aceton befeuchten Tuch endete, war der Anteil dieser Substanzen signifikant reduziert. Da aber weiterhin Haftungsprobleme zu beobachten waren, wurde die laterale Verteilung organischer Rückstände auf gereinigten Glasoberflächen in einem zweiten Analyseschritt bildgebend auf Gesichtsfeldern von 60 x 60 mm<sup>2</sup> analysiert. *Abbildung 2* zeigt einige der hieraus resultierenden Sekundärionenbilder (*Images*). Die roten Bereiche zeigen eine erhöhte Konzentration der unter den Bildern aufgeführten Stoffe. Die schwarzen und blauen Bereiche weisen auf eine niedrige Konzentration hin.

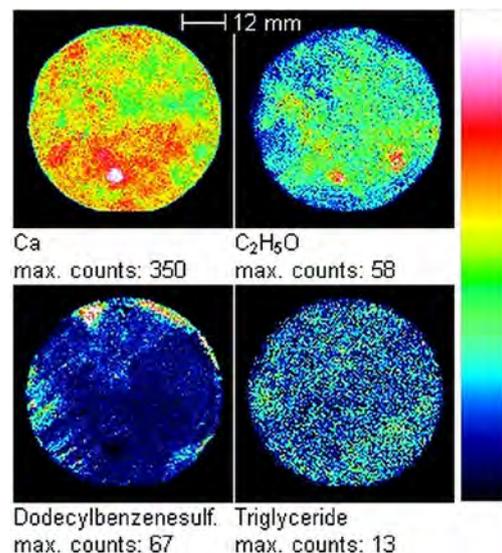
Die Sekundärionenbilder belegen, dass sich nach der Reinigungsprozedur Salze eines Dodecylbenzolsulfonats, einem typischen Tensid in Waschlösungen, in den Randbereichen des optischen Filters lokal anreichern. Die ebenfalls nachgewiesenen sauerstoffhaltigen Kohlenwasserstoffe (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>O) zeigen hingegen eine eher gegenläufige Anreicherung in zentralen Bereichen der Optik. Zudem finden sich auch nach der Reinigung noch geringe Mengen der Triglyceride relativ gleichmäßig auf der Glasoberfläche verteilt. Die ebenfalls gezeigte Calciumverteilung repräsentiert die Oberfläche des eigentlichen Glaskörpers und zeigt damit an, an welchen Positionen die Oberfläche nahezu kontaminationsfrei vorliegt.

Ein Abgleich der Sekundärionenbilder mit dem typischen Erscheinungsbild der Schadensfälle legte den Verdacht nahe, dass vor

allem das Dodecylbenzolsulfonat für die beobachteten Haftungsprobleme verantwortlich sein könnte. Bei genauerer Begutachtung der Reinigungsprozedur erwies sich insbesondere das Abwischen mit Aceton als Schwachpunkt, da die Randbereiche der Optiken offenbar nicht zuverlässig gereinigt werden konnten. Daher wurde diese Acetonreinigung durch einen effektiveren Reinigungsschritt ersetzt. Nach der Umstellung der Reinigungsprozedur war eine deutlich höhere Festigkeit der aufgetragenen Beschichtungen festzustellen.

## 6 Fazit

Die oben gezeigten Beispiele verdeutlichen, dass Störungen im Rahmen der Herstellung, Weiterverarbeitung oder dem Gebrauch von technischen Produkten nicht nur durch Partikel und Fasern, sondern auch durch flüchtige Verunreinigungen organischen oder anorganischen Ursprungs entstehen können. Diese filmischen Verunreinigungen werden bei Analysen gemäß VDA-19 und ISO 16232 nicht untersucht, da die genannten Normen diesbezüglich keine Regelungen vorsehen. Auch die etablierten analytischen Methoden zur Überprüfung der technischen Sauberkeit, die sich zur Charakterisierung partikulärer Verunreinigungen gut eignen, sind bei der Untersuchung extrem dünner, filmischer Verunreinigungen nur von begrenztem Nutzen. Diese Lücke kann allerdings durch das ToF-SIMS-Verfahren hervorragend geschlossen werden. Die einzigartige Kom-



**Abb. 2: ToF-SIMS-Image (Makroraster) eines optischen Filters zum Nachweis der Verteilung möglicher filmischer Verunreinigungen nach Oberflächenreinigung**

bination aus hoher Oberflächensensitivität, parallelem Nachweis von Elementen und Molekülen und extremer Nachweisempfindlichkeit macht die ToF-SIMS zu einem idealen Screening-Werkzeug für die Charakterisierung filmischer Verunreinigungen auf beliebigen Oberflächen wie Glas, Kunststoff oder Metall, wobei die Geometrie der Bauteile oftmals keine Rolle spielt.

➔ [www.tascon.eu](http://www.tascon.eu)

## 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

Sager + Mack®  
Leading the vision in manual and filters

www.sager-mack.com

ALLE AUSGABEN

## Silber: Glänzend, leitend, zu weich, sucht ...

### Legierungspartner

Die IMO Oberflächentechnik ist einer der großen Lohnbeschichter für Bandmaterial, wie es in großem Umfang im Automobilbau oder der Elektrotechnik benötigt wird. Vor allem die Forderung nach höherer Leistungsübertragung in Fahrzeugen erfordert den zunehmenden Einsatz von Silber als Grundwerkstoff. Zugleich muss aber auch die Oberfläche der Bauteile einen geringen elektrischen Widerstand und eine gute Beständigkeit gegen Deckschichtbildung aufweisen. Hierzu entwickelt die IMO Oberflächentechnik neue Beschichtungsverfahren und trägt somit deutlich zu attraktiven Gesamtkosten der hergestellten Bauteile bei.

#### Silber – Metall für einen vielfältigen Einsatz

Silber wird von Menschen seit vielen tausend Jahren genutzt. Sein Glanz faszinierte von Beginn an. Unter anderem die alten Griechen, Germanen und Ägypter nutzten es als Material für Münzen und Gefäße oder zur Herstellung von Schmuck. Mit der Entwicklung des rostfreien Stahls Mitte des 19. Jahrhunderts nahm die Bedeutung des Metalls Silber im Alltag ab. Heute ist es beliebter denn je – auch dank der Automobilindustrie und den Elektroautos. Denn Silber ist relativ günstig und besitzt unter allen Metallen die höchste Leitfähigkeit für Strom. Es könnte also perfekt sein, wenn es nur nicht so *weich* wäre. Denn als galvanische Beschichtung wird in der Regel eine Beschichtung aus Feinsilber eingesetzt und dieses tritt somit gegen eine bewährte Hartvergoldung an (Hartgold

ist eine Legierung, zum Beispiel Gold-Nickel oder Gold-Kobalt). Dies führt zu markanten Unterschieden bei Verschleiß, Härte und anderen Kennwerten. Bleibt am Ende doch nur der Griff zum teuren Gold? Nein, ist die klare Antwort, aber: Hier sind Ideen und Innovationen der Oberflächenbeschichter gefragt! Silberbeschichtungen sind sicherlich kein Universalersatz für Hartgold. Viele Teile der Elektroautos benötigen Steckverbinder mit guter Leitfähigkeit. Das ist ein großer Pluspunkt für Silber. Außerdem ist Silber weitaus kostengünstiger als Gold, was bei den zum Teil sehr massiven Steckverbindern der Elektroautos im wahrsten Sinne des Wortes ins Gewicht fällt. Es fließen jedoch hohe Ströme und es treten hohe Kontaktkräfte mit starker Reibung auf. Damit kommen reine Silberoberflächen weniger gut zurecht. Silber neigt zum Kaltverschweißen und kann die geforderte Anzahl der Steckzyklen, beispielsweise bei Ladevorgängen eines Elektroautos, alleine nicht leisten. Silber hat in diesem Fall nur etwa ein Zehntel der Leistungsfähigkeit verglichen mit Gold.

Ist Silber deshalb prinzipiell nicht geeignet für den Einsatz in der boomenden Branche der Elektroautos? Markus Klingenberg, Leiter Forschung & Entwicklung bei der IMO Oberflächentechnik GmbH, möchte das nicht so stehen lassen: *Wird über den Ersatz von Hartgold durch Silber gesprochen, muss in jedem einzelnen Fall eine genauere Betrachtung darüber erfolgen, wofür und in welcher Schichtdicke Gold zum Einsatz kam. Hier ist die Beratungskompetenz eines Fachmanns gefragt.* Ein wichtiger Punkt in der Elektromobilität sind natürlich die Steckzyklen. Bei der Produktion von Steckern für Ladekabel & Co. muss daher in jedem Fall auch die Frage gestellt werden, wie oft ein versilberter Stecker in eine versilberte Buchse ge-

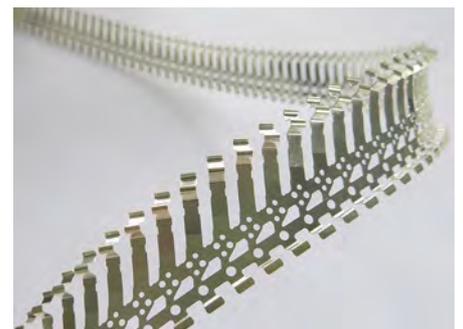


**Silber – Edelmetall mit großem technischem Potenzial** (Bild: IMO)

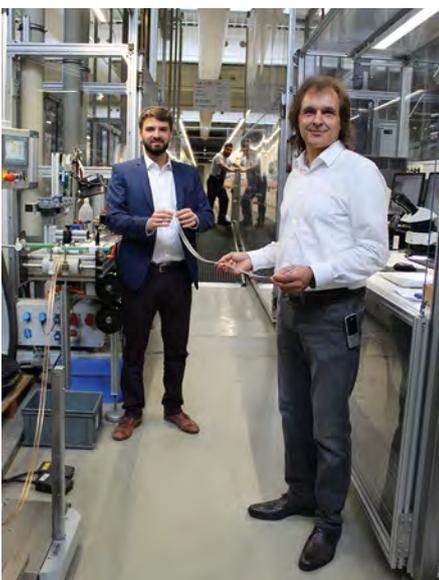
steckt werden kann und sollte. Aus diesem Grund baut IMO Oberflächentechnik ein eigenes Steckverbinderlabor auf. *Dort untersuchen und testen unsere Mitarbeiter aus Forschung & Entwicklung die Eigenschaften von Silber, verschiedenen Silberlegierungen, Passivierungen von Silber und neue Methoden, um den Werkstoff Silber in Form der galvanischen Beschichtung noch widerstandsfähiger zu machen,* berichtet Markus Klingenberg.

#### Durch Passivierung zum Erfolg

Passivierung von Silber ist seit geraumer Zeit die gängigste Methode, um das Metall vor der ungewollten Reaktion mit Schwefel, der sogenannten Sulfidierung, zu schützen. Durch das Eintauchen in eine Passivierungslösung bildet sich eine organische Schutzschicht auf Silber. Im Bereich der Bandgalvanik kann dies durch das Anlegen einer definierten Spannung beschleunigt werden, wodurch die Belegung der Silberoberfläche mit passivierenden Molekülen verstärkt wird (der genaue Reaktionsmechanismus ist jedoch noch nicht geklärt). Die Methode eignet sich somit gut für den Einsatz in der Bandgalvanik.



**Silberband für den Einsatz im Bereich Automotive / Elektromobilität** (Bild: Härter/IMO)



**Armin Müller und Markus Klingenberg an einer Bandgalvanikanlage der neuesten Generation** (Bild: IMO)

# OBERFLÄCHEN

Neben dem Schutz vor Sulfidierung hat die Passivierung einen weiteren Vorteil für die Eigenschaften des Silbers: Sie reduziert die Reibungskräfte beim Steckvorgang und ermöglicht so eine größere Zahl von Steckzyklen. Das ist besonders wichtig bei nicht dauerhaften Steckverbindungen oder automatisch ausgeführten Schaltungen, wie sie bei Elektroautos häufig vorkommen. Ein weiterer Pluspunkt der Passivierung ist, dass es

die Gefahr des Kaltverschweißens verringert. Denn dazu neigt Silber im unbehandelten Zustand relativ stark. Dabei verbinden sich die Silberteile eines Steckers ohne Temperatureinwirkung miteinander. Beim *gewaltsamen* Lösen oder sogar durch bloßes Stecken und Ziehen der kaltverschweißten Steckverbinderstelle wird die Silberoberfläche zerstört. Selbst wenn nur Mikrostellen des Silbers miteinander verschweißen, ist dies problematisch. Durch das Ausreißen feinsten Partikel entstehen Schmirgel, die bei nachfolgenden Steckzyklen die Oberfläche weiter zerstören.

Dennoch kann die Passivierung nur eine Teillösung sein, denn sie verringert die Leitfähigkeit des Silbers. Bei hohen Strömen ist dies nicht ausschlaggebend, jedoch ungünstig bei geringen Signalströmen von (Automotive-)Sensoren und Steuerungen. Für diese Einsatzgebiete muss also ein anderer Weg gefunden werden, um die Vorteile des Silbers nutzen zu können, ohne Nachteile zu generieren.

## Legierung – eine stärkende Verbindung

Die Vorteile des Silbers liegen auf der Hand: Es verfügt über eine sehr gute Leitfähigkeit, ist kostengünstig und gut verfügbar. Aufgabe ist es, einen Legierungspartner zu finden, der so gut mit Silber harmoniert, dass es stärker, also härter wird, seine Neigung zur Kaltverschweißung herabsetzt, mehr Steckzyklen ermöglicht und gleichzeitig seine Leit-

fähigkeit nicht einbüßt. *An diesem Thema wird bereits seit geraumer Zeit geforscht und wir sind intensiv auf der Suche nach diesem idealen Partner*, wie Markus Klingenberg betont. Dazu gibt es bereits einige Ideen: Unter Umständen ist Silber-Antimon geeignet, oder auch Silber-Palladium. *Wir als Unternehmen haben natürlich noch eine wichtige, zusätzliche Anforderung an das Partnermaterial für Silber: Es muss galvanotechnisch abscheidbar sein*, erklärt der IMO-Fachmann. Denn die beste Legierung nütze nichts, wenn eine industrielle Fertigung unmöglich sei.

Der perfekte Legierungspartner für Silber muss damit folgende Anforderungen erfüllen:

- Der Legierungspartner muss galvanotechnisch gut abscheidbar sein
- Der Legierungspartner erhält viel von der Leitfähigkeit des Silbers
- Der Legierungspartner ermöglicht mehr Steckzyklen als bisher
- Der Legierungspartner ist gut zu beschaffen im Hinblick auf Menge und Kosten

Kommt Palladium als idealer Partner in Frage? Palladium ist unter anderem aus der Schmuckindustrie bekannt. Tests mit ihm als Legierungspartner haben gute Ergebnisse geliefert. Die Verbindung ist galvanotechnisch abscheidbar und ermöglicht eine große Zahl an Steckzyklen. Aber: Palladium ist verhältnismäßig teuer, da es einerseits relativ selten ist und nur in kleinen Gebieten der Erde abgebaut wird. Ein großer Lieferant für Palladium ist zum Beispiel Russland. Ande-



**Die Bandanlagen werden von motivierten Mitarbeitern mit hoher technischer Qualifikation bedient (Bild: IMO)**

## IMO Beratungskompetenz

Grundwerkstoff, Beschichtungsverfahren oder Überzugseigenschaften sind nur einige der vielen Faktoren, die ein beschichtetes Bauteil beeinflussen. Häufig sind es die galvanotechnischen Verfahren, die bei ungünstiger Konstruktion ein Bauteil erheblich verteuern können. Eine wichtige Voraussetzung für ein perfekt beschichtetes und ökonomisch attraktives Bauteil ist daher die frühzeitige Einbeziehung von Galvano-fachleuten in den Entwicklungsprozess eines Stanzteils. Bereits in der Planungs- und Konstruktionsphase sollte ein Dialog zwischen Stanzer, Galvanik und Kunststofftechnik stattfinden, um ein technisch und wirtschaftlich erfolgreiches Produkt zu generieren. Darauf ist IMO seit Jahren spezialisiert. Die Kunden werden über mögliche Bearbeitungsverfahren informiert, es werden die Vor- und Nachteile der einzelnen Technologien aufgezeigt, auf eventuell eintretende Risiken hingewiesen und offen über Kosten gesprochen. Auf dieser Basis werden technisch optimierte, kostengünstige Beschichtungslösungen mit genau definierten Funktionseigenschaften erarbeitet. Spezialisten aus den Bereichen Forschung und Entwicklung, Produktion und Qualität stehen hier den technischen Vertriebsmitarbeitern zur Seite. Das Ergebnis: Ein perfekt abgestimmtes Produkt aus Stanz-, Oberflächen- und Kunststofftechnik. Durch die hauseigene Forschungs- und Entwicklungsabteilung hat das Unternehmen die Möglichkeit, für seine Kunden individuelle Bemusterungen zu fertigen. Anhand dieser kann IMO gut abschätzen, wie es vom Muster zur Serie in der Großmenge gelangt. Die fachlich kompetente und ehrliche Beratung der Kunden ist nach den Worten von Markus Klingenberg nicht nur eine der Stärken des Unternehmens, sie ist auch zwingend notwendig: *Nur so können wir bereits am Anfang des Projekts realistisch einschätzen, was in großer Menge umsetzbar ist und welche Kosten für den Kunden entstehen.*

Die Erfahrung zeigt, dass dieser Service leider nicht immer in Anspruch genommen wird. Häufig sind die mechanischen Belange vom Rohmaterial bis hin zum fertigen Bauteil bereits festgelegt und das Galvanik-Fachunternehmen hat im Allgemeinen keinerlei Einfluss mehr auf die Gestaltung des zu beschichtenden Teils. Gerade diese sollte aber rechtzeitig in die Planung miteinbezogen werden, da es oft Kleinigkeiten sind, die zu erheblichen Kostenreduzierungen und stabileren Prozessen führen können. Denn durch den Einsatz von Edelmetallen sind die Galvanikkosten nicht selten höher verglichen mit den reinen Stanzkosten. Dementsprechend höher ist hier aber auch das Einsparpotenzial.

## Unser Portfolio $\hat{=}$ Ihr Nutzen!



Das Steckverbinderlabor verfügt über umfangreiche technische Einrichtungen (Bild: IMO)

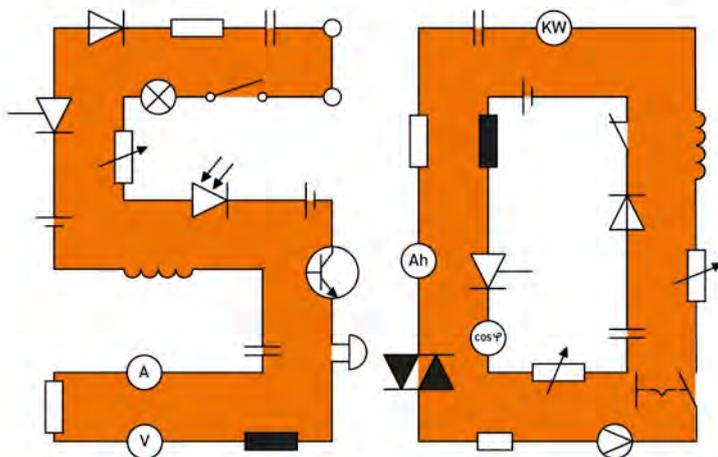
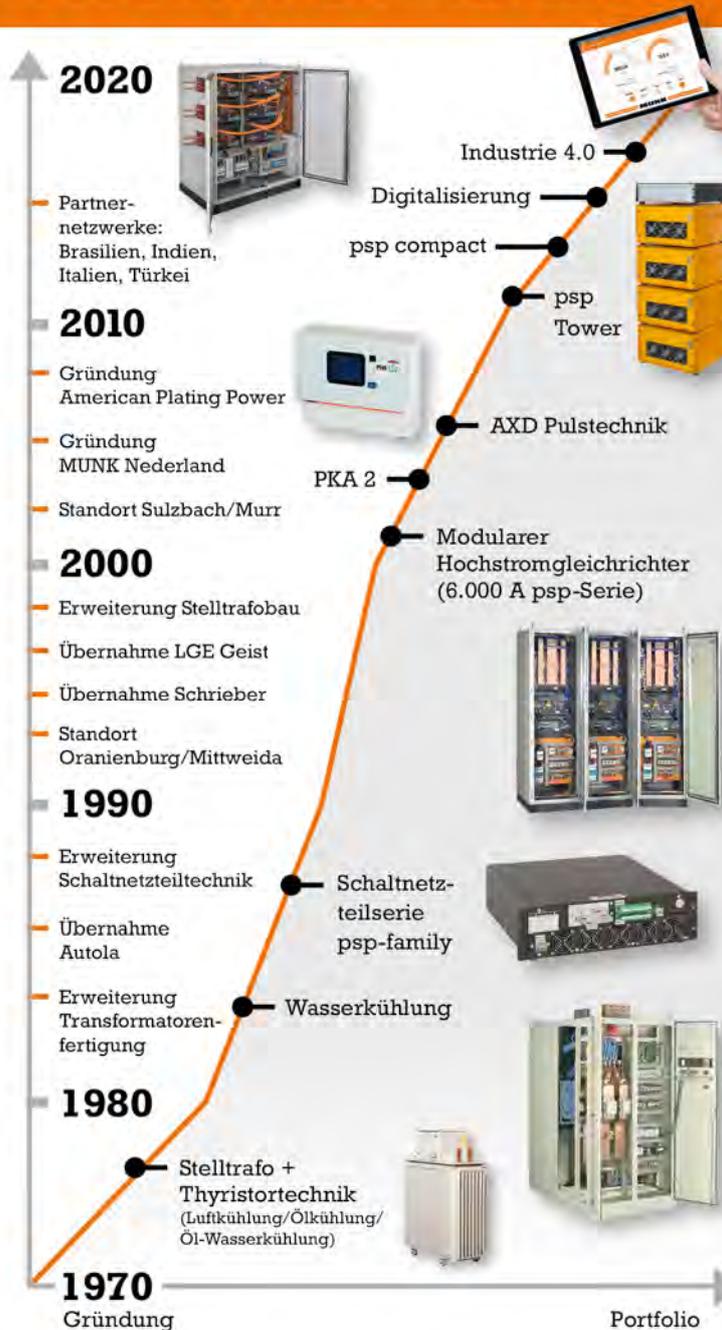
rerseits ist Palladium sehr beliebt. Aufgrund seiner chemischen Eigenschaften ist es, gemeinsam mit Platin, ein wichtiger Bestandteil in modernen Abgaskatalysatoren der Kraftfahrzeugindustrie. Hiermit werden giftige Stickoxide und Kohlenstoffmonoxid aus dem Verbrennungsvorgang zu weniger schädlichem Stickstoff und Kohlenstoffdioxid umgewandelt. Zwar werden in jedem einzelnen Katalysator nur wenige Gramm des Edelmetalls eingesetzt, in der Summe macht dieser Verbrauch die Kraftfahrzeugindustrie jedoch zum entscheidenden Käufer auf dem Palladiummarkt. Und eine gestiegene Nachfrage bei knappem Angebot treibt bekanntlich die Preise in die Höhe. Im Endeffekt ergibt sich, wenn überhaupt, nur ein geringer Kostenvorteil der Silber-Palladium-Legierung im Vergleich zu der Verwendung von Gold. Abhängig ist dies natürlich immer von den aktuellen Rohstoffpreisen.

Kann Antimon die Eigenschaften des Silbers optimieren? Das sogenannte Hartsilber ist eine Silber-Antimon-Legierung, die bereits seit vielen Jahren am Markt ist. Der bekannte Nachteil ist, dass die Elektrolytssysteme eine sehr geringe Abscheidungs geschwindigkeit aufweisen aufgrund der zulässigen, geringen Abscheidestromdichten. Eine Verarbeitung in der Bandgalvanik war daher bislang nicht möglich. *Das könnte sich jedoch bald ändern. Es muss sich noch zeigen, wie produktiv unser Ansatz ist, verrät Markus Klingenberg und gibt einen kleinen Hinweis darauf, woran im IMO-Steckverbinderlabor unter anderem gearbeitet wird. Und auch den nächsten, möglichen Legierungspartner hat er bereits im Blick: Wolfram. Die Idee ist, Silber und minimale Mengen Wolfram gemeinsam abzuscheiden, so Klingenberg.*

### IMO Partner für die Industrie

Um bewährte Techniken zu optimieren, neue Ideen aufzugreifen und aktuellen Trends nachzugehen, forscht und entwickelt IMO laufend. *Gemeinsam mit Bestandskunden und Neukunden ermöglichen wir passende Lösungen für spezifischen Anwendungen. Daher sind wir auch immer auf der Suche nach interessierten Partnern aus der Industrie, um beispielsweise am Thema Silberlegierungen zu arbeiten oder Passivierungen weiterzuentwickeln. So sei etwa auf Kongressen bereits der Ansatz diskutiert worden, Passivierung durch den Einsatz von Schmierstoffen voranzubringen. Wir halten Augen und Ohren stets offen, versichert Markus Klingenberg.*

www.imo-gmbh.com



# MUNK

WE HAVE THE POWER!

Gewerbepark 8 + 10 59069 Hamm / Germany  
www.munk.de www.rectifier.com

Premiere bei Sager + Mack: Insgesamt mehr als 120 Besucher an zwei Tagen fanden sich beim 1. Zusammentreffen des Galvano-Zirkels am Stammsitz des Unternehmens in Ilshofen-Eckartshausen ein. Der Galvano-Zirkel sieht sich als ein starkes Netzwerk aus Herstellern und Partnern der Galvanobranche in Deutschland. Die Unternehmen Aucos AG, Munk GmbH, Mazurczak GmbH, Harter GmbH, Linnhoff & Partner GmbH und die Sager + Mack GmbH boten am 24. und 25. September eine interessante Produktausstellung und informative Fachvorträge.

Eine Präsenzveranstaltung in Zeiten von Covid-19 zu veranstalten, ist eine Herausforderung – Sager + Mack als Gastgeber des ersten Zusammentreffens des Galvano-Zirkels hat diese mit Bravour gemeistert.

Die aktuelle Lage der Gesamtwirtschaft lässt sich momentan wohl am besten durch ein hohes Maß an Lethargie und erheblicher Unsicherheit über die weitere Entwicklung beschreiben. Dennoch gibt es Unternehmen, die trotz der gestiegenen wirtschaftlichen Herausforderungen positiv in die Zukunft schauen. Zu diesen Unternehmen zählt die Sager + Mack GmbH, die sich mit weiteren wichtigen Mitspielern der Anlagentechnik im Galvano-Zirkel zu gemeinsamen Aktivitäten zusammengeschlossen hat. Mitglieder dieses Netzwerks aus Herstellern und Partnern der Galvanobranche in Deutschland sind der Steuerungshersteller Aucos AG, der Trocknungsspezialist Harter, der Hersteller von hochwertigen Stromversorgungen Munk, der Spezialist für Heizungen Marzuczak sowie Linnhoff & Partner, Hersteller von Kontakten. Gemeinsam hatten sie zu einer Leistungsschau am 24. und 25. September bei Sager + Mack eingeladen. Mehr als 120 Teilnehmer aus allen Bereichen der Oberflächentechnik hatten diese Gelegenheit zu persönlichen Gesprächen – selbstverständlich unter Einhaltung der gebotenen Sicherheitsvorkehrungen im Hinblick auf die Corona-Pandemie – und für einen Einblick in die Fertigung des Pumpenherstellers Sager + Mack genutzt.

Zu Beginn der Veranstaltung konnten die Teilnehmer einen Blick in die Fertigung hochwertiger Pumpen werfen. Peter Mack ist ein Verfechter der Eigenproduktion – mit dieser Art der Pumpenherstellung ist das Unternehmen in der Lage, sehr schnell auf die Bedürfnisse und Anforderungen der Kunden reagieren zu können und die bestmögliche Qualität für seine Produkte selbst in der Hand zu haben und zu gewährleisten. Dafür ist die Sager + Mack GmbH mit allen Anlagen und Maschinen ausgestattet, die für die Fertigung aller Teile mit mehr als 10 mm Durchmesser im eigenen Haus erforderlich sind. Zudem stehen

alle Typen an Motoren und peripheren Teilen zur Verfügung, um weltweit die verschiedenen Anforderungen an Pumpen kurzfristig bedienen zu können.

Neben der Fertigung von Teilen für Pumpen und Pumpsystemen befasst sich ein Team von sechs Mitarbeitern mit der Entwicklung neuer Technologien für das Pumpen, Filtrieren und Steuern von Pumpsystemen. Durch diesen Ansatz der Betriebsführung konnten Peter Mack und seine Mannschaft in den letzten Jahren zahlreiche Neuerungen auf dem Gebiet der Medienumwälzung und -filtration anbieten. Neben dem Highlight der letzten Jahre *BIGMack* steht jetzt mit *SMARTMack* eine weitere Neuheit zur Integration der digitalen Technologien mit all ihren Möglichkeiten und Vorzügen für die Kunden der Oberflächentechnik zur Verfügung.

### Fachvorträge des 1. Galvano-Zirkels

Details zur Neuentwicklung *SMARTMack* wurden im Rahmen einer Vortragsreihe von Markus Schlagwein vorgestellt. Diese stellt beispielsweise einen wichtigen Baustein in der modernen Anlagensteuerung der Aucos AG dar. Hierbei spielen auch Aspekte der Energieeinsparung eine zentrale Rolle, die unter anderem vom Trocknungsspezialisten Harter GmbH bei der Entwicklung entsprechender Trocknungsanlagen berücksichtigt werden. Der effiziente Umgang mit Energie sowie hohe Anforderungen an die Gerätesicherheit stehen bei der Produktion von Gleichrichtergeräten und Heizungen im Mittelpunkt, wie die Munk GmbH und die Mazurczak GmbH in weiteren Fachvorträgen darlegen konnten. Ergänzt werden diese Aspekte um die sicheren und effektiven Kontaktierungen der Linnhoff & Partner GmbH.

### SMARTMack

Die Digitalisierung der Pumpentechnik stand nach den Worten von Markus Schlagwein, Vertriebsleiter bei Sager + Mack, im Vordergrund bei der Entwicklung einer smarten Filterstation, speziell die Integration des Gedankens der Industrie 4.0 in die galvanische

Oberflächentechnik. Dies beinhaltet Ansätze wie die Steigerung der Effektivität bei der Ausnutzung der Filtermedien, die Stärkung beziehungsweise Einführung des Plattform-Gedankens, vorausschauende Instandhaltung, die Vermeidung von Produktionsausfällen oder auch allgemein die Gewinnung von effektiven Daten zum Einsatz von Pumpen und Filtern.

Der letzte Punkt richtet sich auf die Optimierung der Filtersysteme. So sollte der Wechsel eines Filters für jede Pumpe erst dann erfolgen, wenn er tatsächlich notwendig wird. Für die Realisierung dieses Ansatzes wurde eine zentrale Stelle zur Speicherung und Verarbeitung der gewonnenen Daten geschaffen, die sogenannte *P-Cloud*. Die Entwicklung wurde zusammen mit dem Experten für Steuerungstechnik Aucos AG in Form des Systems Aucos Sense geschaffen. Die Pumpen nutzen dabei die vorhandenen beziehungsweise zusätzlichen Sensoren. Durch die Verschlüsselung der Daten und die Nutzung von Servern in Deutschland wurde hierbei auf einen maximalen Datenschutz geachtet. Die durchgeführten Entwicklungsarbeiten resultieren in der Pumpenstation *SMARTMack* mit einem dafür geschaffenen digitalen Abbild. Die Anlage verfügt über eine offene Schnittstelle via Aucos Sense in alle Leitsysteme und stellt



Zustandsdaten einer Pump- und Filterstation sind auf den allgegenwärtigen Mobilgeräten verfügbar (Bild: Sager + Mack)



**Petra und Peter Mack, Inhaber und Geschäftsführer der Sager + Mack GmbH**



damit die ideale Plattform sowohl für Anlagenbauer wie auch für Anlagenbetreiber dar. Zu den erfassbaren Daten der Pumpe gehört unter anderem der Vibrations-Level. Mit Hilfe dieses Werts ist es beispielsweise möglich, Veränderungen der Laufeigenschaften einer Pumpe zu erkennen. Alle Daten können unter anderem in Form einer Historie das Dauerverhalten darstellen. Damit lässt sich beispielsweise erkennen, wie die Pumpe gewartet wurde, wodurch sich die Prozessüberwachung für den Anlagenbediener verbessert. Darüber hinaus hat der Anwender die Möglichkeit, sich stets den Standort der jeweiligen Pumpe anzeigen zu lassen - was für große Anlagen durchaus ein nicht zu vernachlässigender Vorteil ist.

## Künstliche Intelligenz

Florian Wimmenauer, stellte die kreative Lösung der Aucos AG für die Zukunft der Oberflächentechnik vor. Künstliche Intelligenz (KI) ist nach Ansicht Wimmenauers deshalb interessant, weil inzwischen die Hardware in der Lage ist, eine immense Zahl an Rechenoperationen in kurzer Zeit durchzuführen. Damit wird es möglich, Arbeitsabläufe als Simulation im Voraus zu betrachten. Besonders hilfreich ist dabei die KI auf Basis des sogenannten maschinellen Lernens. Hierfür wird in großem Maße auf die Erfahrungen aus dem Bereich der Computerspiele zurückgegriffen. Die Basis solcher Systeme besteht darin, zu vorgegebenen Aufgabenstellungen keine detaillierten Programme zu erstellen, sondern

die eingesetzten elektronischen Komponenten selbst lernen und brauchbare Lösungen entwickeln zu lassen, also das sogenannte selbstständige maschinelle Lernen zu betreiben.

Für die Anwendung in der Galvanotechnik wurde ein KI-System in Betrieb gesetzt, das die optimale Mischung an Warenträgern in einer Beschichtungsanlage erarbeitet. Bei Aucos wurde hierzu ein Vergleich der Produktionszeiten von konventionellem System zu KI-System vorgenommen, bei dem die KI etwa 15 Prozent an Produktionszeit einspart. Ebenfalls betrachtet werden kann hierbei die Optimierung der Reihenfolge, der Gestellwechsel oder eine bestmögliche Einhaltung der Takte. Die Technologie schafft es damit

# OBERFLÄCHEN

unter anderem, die Termintreue zu optimieren. Dabei ist das System in der Lage, die Rechenzeit auf wenige Minuten zu begrenzen. Mit Hilfe derartiger KI-Systeme wird der Nutzer eine deutlich bessere Prozessüberwachung sowie eine erhöhte Qualitätssicherheit erzielen. Aktuell wird daran gearbeitet, derartige Systeme zu globalem kontinuierlichem Lernen zu befähigen.

## Trocknen in der Oberflächentechnik

Der Geschäftsführer der Harter GmbH, Reinhold Specht, stellte die Kondensationstrocknung unter dem Aspekt einer hohen Energieeffizienz vor. Für die von ihm angebotene Trocknungstechnologie werden Wärmepumpen eingesetzt, durch die deutliche Energieeinsparungen möglich sind. Das System kann mit Unterstützung staatlicher Förderung eingerichtet werden.

Als eine der Besonderheiten der Harterrocknungstechnik gilt die Anpassung der Trockner auf die jeweiligen Bedürfnisse des Kunden. Einheitlich ist bei allen Anlagenarten die Nutzung von sehr trockener Luft. Die Anlage ist damit in der Lage, die Feuchtigkeit der zu trocknenden Teile sehr schnell und effizient aufzunehmen. Anschließend wird die Luft entfeuchtet und wieder in den Trocknungsprozess zurückgeführt. Mit Hilfe von Wärmetauschern wird die Energie für die Abkühlung beziehungsweise Aufheizung genutzt. Ein weiterer Vorteil der Technologie ist, dass die Energieumwandlung und die Entfeuchtermodule nicht direkt am Trockner der Beschichtungsanlage platziert werden müssen. Damit können auch Beschichtungsanlagen mit eingeschränktem Platz in der Linie mit dem Trocknungssystem ausgestattet werden.

Bei der Harter-Technik liegen die Trocknungstemperaturen im Bereich von etwa

40 °C, wohingegen bei der klassischen Trocknung Temperaturen zwischen 80 °C und 100 °C durchaus üblich sind. Die Effizienz der Trocknungsanlage wird durch die Verwendung von automatisch arbeitender Deckeltechnik sowie durch optimierte Luftströmung im Trockner erhöht.

Anhand von zahlreichen Beispielen gab Reinhold Specht einen Einblick in die vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten. Seit langem im Einsatz ist die Trocknungstechnik für die Schlammensorgung in der Galvanotechnik, bei der die Kosten in Abhängigkeit vom Schlammgewicht sind. Durch das erhebliche Entwässern des Schlammes können die Kosten für die Entsorgung deutlich gesenkt werden.

## Gleichrichter 2020 – von KI bis Energie

Hocheffiziente Gleichrichtertechnik war das Thema von Thomas Mark von der Munk GmbH, die in diesem Jahr ihr 50-jähriges Jubiläum feiern konnte. Vor allem die hohe Qualität der Munk-Geräte wird nach wie vor von den Kunden geschätzt und hat inzwischen zu einer großen Zahl an Stammkunden geführt. Die hohe Qualität der Geräte unterstützt unter anderem den Trend zur Nachhaltigkeit, wobei aber durchaus auch moderne Technologien wie Industrie 4.0 Berücksichtigung finden. Besonders gefragt ist in immer stärkerem Maße die Erfassung und Verfolgung des Energieverbrauchs sowie die Energieeffizienz der Gleichrichter. Dazu müssen auch Spezialeffekte wie die Verzerrungsblindleistung als Nebenwirkung von Schaltnetzteilen betrachtet werden. Interessant werden derartige Daten für die Abschätzung der Leistung des Energieanbieters beim Nutzer.

Durch die Nutzung von neuer Gleichrichtertechnologie und neuer Schalttechnik wird

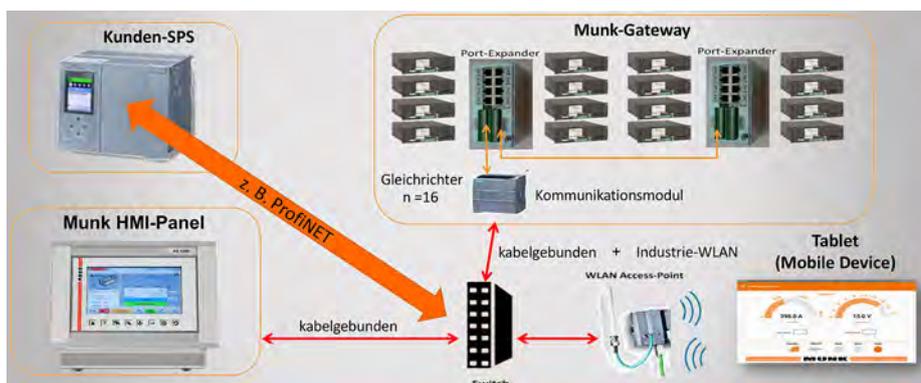
mit Hilfe der Modulbauweise ein erhebliches Einsparpotenzial von bis zu 40 Prozent beim Energieverbrauch erzielt. Bei den neuen Gleichrichtern wurde zudem ein großes Augenmerk auf die Wartungsfähigkeit der Geräte gerichtet, um die Ausfallzeiten beim Nutzer so gering wie möglich halten. Die Geräte der neueren Generation sind auf die Integration in digitale Netzwerke und den damit verbundenen Datentransfer ausgerichtet. Großer Wert wird bei Munk auf die elektronische Sicherheit der Geräte gelegt, um dem Nutzer die Gefahr einer Schädigung der Betriebseinrichtungen durch Ausfall und Brandschäden zu vermeiden oder zumindest zu minimieren.

## Brandgefahren durch Heizungen

Einen Einblick in die Risiken durch Heizungen in der Galvanikindustrie gab Matthias Deuner von der Mazurczak GmbH. Nach wie ist für Galvanikbetriebe immer noch eine große Zahl an Brandschäden zu vermelden – so liegen die Zahlen der vergangenen Jahre bei 70 bis 80 Bränden pro Jahr mit zehn bis 15 Großbränden bei Schadenssummen von mehr als 500 000 Euro. Dadurch werden von den Industrieversicherern stetig höhere Anforderungen an die Sicherheit gestellt und die zu zahlenden Prämien steigen. Zu den Hauptfehlern zählt nach Ansicht des Vortragenden eine mangelhafte Flüssigkeitsabdeckung, wobei die Brandgefahr beispielsweise durch brandfähige Gase oder Schädigungen der Leitungen weiter erhöht wird.

Bei der Verwendung von Heizungen sind die geltenden Normen für Brandschutz oder zur Implementierung des Risikomanagements zu beachten, insbesondere die DIN EN 60335-1, DIN EN 60519-2 und DIN EN 60519-1. Eine Möglichkeit zur Risikominimierung ist der Einsatz von Sicherheitsheizungen mit Anti-Brand-System. Hier unterbricht ein Temperaturbegrenzer den Stromfluss, wobei die Unterbrechung nach Prüfen und Abstellen der Ursache zurückgesetzt werden kann. Eine weitere Möglichkeit ist die Nutzung einer indirekten Heiztechnologie durch Wärmetauscher. Einer der Vorteile ist, dass diese sowohl für das Heizen als auch für das Kühlen verwendet werden können. Ein weiteres Element für den Brandschutz ist die Nutzung von effektiven Füllstandssensoren und geeigneten Temperatursensoren in Verbindung mit Temperaturregelsystemen und Temperaturbegrenzern.

Als konzeptionellen Ansatz für einen vorbeugenden Brandschutz empfahl Matthias Deuner



**Einzelgeräteüberwachungen weisen zeitnah auf Wartungsmaßnahmen und schützen vor spontanen Ausfällen** (Bild: Munk GmbH)



**Brandschutztechnik bei Heizungen für die Galvanotechnik (Bild: Mazurczak GmbH)**

ner beispielsweise den Einsatz von redundanten Systemen, wie:

- doppelte Ausführung von Niveauüberwachungssystemen
- Niveauüberwachung und Einsatz von Heizgeräten mit Anti-Brand-System
- Temperaturregelung und Temperaturbegrenzung auf separate Leistungsschütze aufschalten

Des Weiteren empfahl Deuner umfassend dokumentierte Wartungskonzepte und eine periodische Überwachung möglicher Hotspots (z. B. Schaltschrank, Kabelkanäle) mit

Wärmebildkameras. Unumgänglich ist nach seinen Worten ein verantwortungsvoller Umgang der Betreiber von galvanotechnischen Anlagen; dies muss von der Geschäftsleitung vorgeschrieben und gepflegt werden.

### Kontaktierung in der Galvanotechnik

Zum Abschluss der Vortragsreihe befasste sich Gerhard Lippert von Linnhoff & Partner mit der Kontaktierung für Galvanikanlagen. Bei Kontaktsystemen wird zwischen passiven und aktiven Kontakten unterschieden. Bei aktiven Kontakten werden beispielsweise Federkräfte zur Unterstützung der Kontaktkräfte genutzt. Schließlich kommen bei sehr hohen Strömen pneumatische Kontakte zum Einsatz, die erhebliche Reduzierungen bei der Wärmeentwicklung zur Aufgabe haben. Unterstützt werden solche Kontakte durch eine Wasserkühlung zur Abführung von Wärme. Die verschiedenen Kontakttypen unterscheiden sich durch ihre Belastbarkeit, die Möglichkeit zur Selbstreinigung, die Flexibilität bezüglich der Gegenkontakte, die Wartungsmöglichkeit der Kontaktflächen oder die Herstellkosten der Kontakte.

Neben dem eigentlichen Kontakt spielt für die Energienutzung die Art der Ausführung der Stromzuführung – über Kabel oder Stromschienen – eine Rolle. Die Effizienz der Kontaktierung hat einen merklichen Ein-

fluss auf die Prozesssicherheit der galvanischen Abscheidung, also beispielsweise der Einbringung der Teile (Gestell, Trommel). Daraus resultiert die heute immer mehr gefragte Temperaturkontrolle am Kontakt, zum Beispiel unter Einsatz von Wärmebildkameras oder Temperaturfühlern. Eine Verbesserung der Wartung von Kontaktbereichen wird beispielsweise durch die Integration von Bürsten im Kontaktblock erreicht, durch den die Kontaktfläche am Warenträger bei jedem Wechsel der Warenträgers gereinigt wird.

### Fazit

Die Unternehmen des Netzwerks Galvano-Zirkel haben es geschafft, trotz der weniger erfreulichen wirtschaftlichen Gesamtsituation in der Galvano- und Oberflächentechnik mit der 1. Veranstaltung des Netzwerks einen Lichtblick zu setzen. Die Teilnehmer der Veranstaltung haben dies erkennbar genossen und sicher die eine oder andere Idee für die eigene Arbeit mitgenommen. Zudem versteht es Sager + Mack immer wieder, für den geeigneten Rahmen zu sorgen, um Kunden und Geschäftspartner zu motivieren und positiv in die Zukunft blicken zu lassen – dafür muss dem Unternehmen und den Partnern des Galvano-Zirkels ein Lob ausgesprochen werden! hk

**HARTER**  
drying solutions

## NIE WIEDER UNSICHERHEIT BEI DER TROCKNUNG.

Wie Sie Ihre Produkte sicher  
trocknen, deren Qualität steigern  
und dabei noch CO<sub>2</sub> sparen.



## Nanostrukturen kostengünstig erzeugen

Wie lassen sich Strukturen erzeugen, die kleiner als ein Mikrometer sind? Und wie kann man sogar noch kleinere Strukturen unter 100 Nanometer ohne großen Aufwand herstellen? Wissenschaftler am Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT in Aachen haben für solche Fragen mehrere Technologien entwickelt. Damit können sie periodische Mikrostrukturen simulieren, herstellen und vermessen. Sie nutzen dafür phasenschiebende Transmissionsmasken, die Nanostrukturen bis hinunter zu 28 Nanometern effizient generieren können.

Seit über 50 Jahren verdoppelt sich die Dichte der Transistoren auf den integrierten Schaltkreisen etwa alle zwei Jahre. Die Einhaltung dieses von Gordon Moore formulierten Gesetzes wird durch immer neue Fortschritte in der Mikrolithografie ermöglicht. Der technische Fortschritt dahinter ist immens. Immens ist inzwischen aber auch der systemtechnische Aufwand zur Herstellung kleinster Strukturen. Ein Mikrolithographiesystem der neuesten Generation kostet deutlich über 100 Millionen Dollar und wiegt 180 Tonnen. Wir entwickeln Technologien zur Herstellung von Nanostrukturen, die auch Start-ups oder Mittelständler bezahlen können beschreibt Dr. Serhiy Danylyuk, Teamleiter EUV and DUV-Technology am Fraunhofer ILT in Aachen die Strategie seiner Arbeitsgruppe.

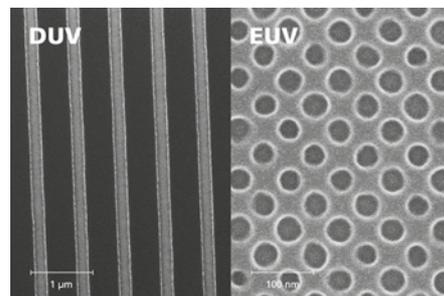
### Sub-Mikrometer-Strukturierung von Oberflächen mit Deep-UV-Lasern

Die Grundidee ist die Erzeugung von periodischen Strukturen über Interferenzeffekte kohärenter Strahlung, wie den achromatischen Talbot-Effekt. Dabei entsteht im Nahfeld, also weniger als 500  $\mu\text{m}$  hinter einer Maske, eine Intensitätsverteilung, mit der mikrolithografisch Strukturen erzeugt werden



Die EUV-Quelle am Fraunhofer ILT liefert 40 W bei 13,5 nm (+/- 1% Bandbreite)  
(© Fraunhofer ILT, Aachen)

können. Mit einem KrF-Excimer-Laser bei 248 nm Wellenlänge lassen sich so Strukturen mit einer Periode von mehreren hundert Nanometern erzeugen. Am Fraunhofer ILT wurde das mit einem LEAP150K-Lasersystem der Firma Coherent erprobt. 180 nm breite Linien lassen sich so mit einer Periode von 600 nm in Fotolack generieren. Mit höheren Energien von 250 mJ/cm<sup>2</sup> kann außerdem Silizium auf Glas in diesen Strukturgrößen abgetragen werden. Darüber hinaus ist diese Technologie gut geeignet für den Abtrag von PET-Kunststoff-Oberflächen auf 300-nm-Skala.



Nanostrukturen mit 300 nm (links, DUV) und 28 nm (rechts, EUV) half-pitch (HP), generiert mit laborbasierter EUV-Quelle  
(© Fraunhofer ILT, Aachen)

### Entladungsbasierte EUV-Quelle für Strukturen kleiner 100 Nanometer

Das Prinzip funktioniert auch mit den Wellenlängen im extremen Ultraviolett (EUV). Dafür haben die Aachener mit der FS5440 eine eigene Strahlquelle entwickelt. Auf Basis einer Gasentladung wird die notwendige Strahlung bei 13,5 nm erzeugt. Sie ist erheblich kompakter als die laserbasierte EUV-Quelle, wie sie in den großindustriellen Anlagen zum Einsatz kommt. Dennoch ist die Leistungsfähigkeit für viele Anwendungen bei der Herstellung oder Vermessung von Nanostrukturen mehr als ausreichend.

Die EUV-Quelle ist mit einer Überwachung der Leistung und des Spektrums ausgerüstet. Sie erzeugt bis zu 40 W bei 13,5 nm in +/- 1% -Bandbreite. Die verfügbare Intensität in der Maskenebene beträgt mehr als 0,1 mW/cm<sup>2</sup>. Damit werden in der Anlage des Fraunhofer ILT Wafer mit bis zu 100 mm Durchmesser bearbeitet. Im Test konnten mit Hilfe des achromatischen Talbot-Effekts Strukturen mit einer Strukturgröße von 28 nm (half pitch) hergestellt werden. In Zukunft soll die Auflösung noch weiter bis zu 10 nm gesteigert werden.

### Den Mittelstand im Blick

Periodische Nanostrukturen haben unterschiedliche Anwendungen. Sie sind zum Beispiel optimal, um neue Fotolacke (engl. resists) im EUV-Bereich zu testen. Die am Fraunhofer ILT entwickelte Technologie er-



Am Fraunhofer ILT wurde ein Laborsystem für die EUV-Bearbeitung von Wafern mit bis zu 100 mm Durchmesser aufgebaut  
(© Fraunhofer ILT, Aachen)

möglichst es zudem, komplexe Geometrien und Strukturen zu erzeugen. Dafür werden Methoden der computergestützten Lithografie genutzt. So können nanostrukturierete Beschichtungen auf breitbandig reflektierenden Spiegeln für Hochleistungslaser oder Nanoantennen für spezielle plasmonische Strukturen aufgebaut werden.

Das Ziel der Experten am ILT ist eine nachhaltige Technologieentwicklung: Für die Wissenschaftler ist es nach Aussage von Projektleiter Danylyuk wichtig, die Prozesskette komplett anbieten zu können. Deshalb wurden von der Simulation über die Maskenfertigung bis zur Vermessung von Oberflächen und Schichten die Prozesse im Haus aufge-

baut. Startups oder Mittelständlern wird so der Zugang zu dieser Spitzentechnologie zu vertretbaren Investitionskosten ermöglicht.

#### Kontakt:

Dr. Serhiy Danylyuk, E-Mail: serhiy.danylyuk@ilt.fraunhofer.de ; Dipl.-Phys. Martin Reininghaus, E-Mail: martin.reininghaus@ilt.fraunhofer.de

➔ [www.ilt.fraunhofer.de](http://www.ilt.fraunhofer.de)

## DWA-Vorhaben – Galvanisieren und stromlose Metallabscheidung

### Vorhabenbeschreibung und Aufruf zur Mitarbeit an der Erweiterung des Merkblatts DWA M-765 Galvanisieren und stromlose Metallabscheidung auf die metallverarbeitende, die metallbeschichtende und Leiterplattenindustrie

Es ist vorgesehen, das sich derzeit in Überarbeitung befindliche Merkblatt DWA-M 765 *Galvanisieren und stromlose Metallabscheidung* auf die metallverarbeitende, die metallbeschichtende und die Leiterplattenindustrie zu erweitern. Das Merkblatt soll für die Branchen Beizelei, Anodisierbetrieb, Brüniererei, Härterei und Leiterplattenherstellung des Anhangs 40 der Abwasserverordnung geöffnet werden. Das bestehende Merkblatt 765 stammt aus dem Jahr 2000, ist nicht mehr aktuell und wird von der Arbeitsgruppe DWA IG-2.36 *Emissionen aus der metallverarbeitenden Industrie* seit 2019 überarbeitet. Die Arbeitsgruppe IG-2.36 hält eine Zusammenfassung der genannten Branchen aus dem Anhang 40 in dem Merkblatt für sinnvoll, weil viele Verfahrensschritte der Galvanotechnik ähneln, neue Verfahren und der Stand der Technik beispielsweise in diesen Industriezweigen nach Ansicht der Arbeitsgruppe derzeit nicht zusammenfassend abgebildet sind. Planern, Betreibern und Behörden fehlen somit wichtige Entscheidungsgrundlagen und Erkenntnisquellen. Aus gesetzlicher und stofflicher Sicht, insbeson-

dere Stoffverbote auf der Basis von REACH oder die Neubewertung von organischen Farbstoffen, sowie auch hinsichtlich der Aufgabenfelder der genannten Betriebe hat sich in den letzten Jahren Entscheidendes verändert. Die Substitution von Chrom(VI)verbindungen, die Rückgewinnung von Elektrolyten durch chemische Verfahrenstechnik, Teilstrombehandlungen der Spülwässer zur Wasserrückgewinnung und Elimination von wassergefährdenden Stoffen und auch die bei der Abwasserbehandlung neu hinzugekommenen Verfahren haben zu Ergänzungen des Standes der Technik geführt. Emissionen von Stickstoff- und Phosphorverbindungen werden zukünftig möglicherweise eine größere Rolle spielen.

Das Merkblatt dient der Beschreibung von Verfahren nach dem Stand der Technik beziehungsweise den besten verfügbaren Techniken zur Vermeidung von gefährlichen Stoffen im Abwasser und zur Behandlung von Abwasser. Möglichkeiten des Recyclings werden dargestellt. Darüber hinaus gibt das Merkblatt Empfehlungen und Hilfen zur Lösung technischer Probleme, zur Dokumen-

tation und Organisation sowie bei der Umsetzung der einschlägigen Vorschriften. Es richtet sich an Behörden, Verbände, Planer und an die einschlägigen Betriebe.

Die Überarbeitung des Merkblatts erfolgt in der Arbeitsgruppe AG IG-2.36 *Emissionen aus der metallverarbeitenden Industrie* unter der Leitung von Rüdiger Miller. Die Arbeitsgruppe möchte sich um Experten aus den Branchen Beizelei, Anodisierbetrieb, Brüniererei, Härterei und Leiterplattenherstellung verstärken. Interessierte Fachleute werden gebeten, ihre Interessensbekundung mit einer kurzen Darstellung zur Person an die DWA-Bundesgeschäftsstelle zu senden. Hinweise für die Erweiterung des Merkblattes sollten ebenfalls an die DWA-Bundesgeschäftsstelle geleitet werden:

#### Kontakt

DWA, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Bundesgeschäftsstelle, Dipl.-Ing. Iris Grabowski, Theodor-Heuss-Allee 17, D-53773 Hennef; Tel.: 02242/872-102, Fax: 02242/872-135;

E-Mail: [grabowski@dwa.de](mailto:grabowski@dwa.de)

➔ [www.dwa.de](http://www.dwa.de)

# aqua

# plus

...wasser und mehr

### Wasser- und Recyclingsysteme

für den effizienten und umweltgerechten Umgang mit einer wertvollen Ressource

water and recycling systems

for an efficient and environmentally compliant dealing with a valuable resource

zertifizierter Fachbetrieb nach § 19 I WHG

aqua plus  
Wasser- und Recyclingsysteme GmbH

Am Barnberg 14  
D-73560 Böbingen an der Rems

Tel.: +49 71 73 / 71 44 18 - 0  
[www.aqua-plus.de](http://www.aqua-plus.de)

### Die Zukunft galvanisierter Kunststoffe im Automobilbau

Das ursprünglich als Präsenzveranstaltung im März dieses Jahres geplante Fachseminar Chrom 2030 des FGK/ZVO fand Corona-bedingt am 23. September 2020 als eineinhalbstündige Online-Veranstaltung statt. Unter anderem wurden die Ergebnisse des FGK-Ringversuchs zu chrom(VI)freien Vorbehandlungssystemen in der Kunststoffgalvanik vorgestellt.

Mit über 70 Teilnehmern war das vom Fachverband Galvanisierte Kunststoffe e. V. (FGK) und Zentralverband Oberflächentechnik e. V. (ZVO) veranstaltete Online-Seminar gut besucht. Neben einer großen Zahl an Vertretern aus den Automobilunternehmen und von Zulieferern waren nach Angaben der Veranstalter Teilnehmer aus den Bereichen Verfahrenstechnik, Kunststofftechnik sowie aus den Reihen des FGK und ZVO im virtuellen Tagungsraum anwesend. Die Veranstaltung befasste sich neben der Autorisierung von Chromtrioxid und der dreiwertigen Verchromung mit den alternativen, chrom(VI)freien Verfahren zur Kunststoffvorbehandlung. Wie Bernd Jülicher, Vorsitzender des FGK, eingangs betonte, gehen die Mitgliedsunternehmen nicht durch eine Krise, sondern durch eine schwierige Zeit. In diesem Zusammenhang wies er darauf hin, dass der FGK mit seinen Mitgliedern die Herausforderungen aus REACh nach wie vor intensiv bearbeitet. Moderiert wurde die Veranstaltung von Jörg Püttbach, stellvertretender Vorsitzender des FGK und des ZVO.

#### Status der Autorisierung

Zur Eröffnung informierte Dr. Carsten Brockmann, stellvertretender Vorsitzender des FGK, über die Statussituation zur Autorisierung von Chromtrioxid für die Kunststoffmetallisierung. Zwar wurden in den letzten Jahren erhebliche Anstrengungen mit guten Zwischenergebnissen unternommen, allerdings gestaltet sich der Ablauf bei den europäischen Behörden als sehr zeitraubend und mühsam. Bereits 2019 wurden durch den REACh-Regelungsausschuss der Kommission für den CTAC-Antrag zur funktionalen Verchromung mit dekorativem Charakter eine Autorisierung für vier Jahre und für den FGK-Antrag für sieben Jahre empfohlen. Allerdings fiel im selben Jahr eine Entscheidung des EuGH zu Bleichromaten mit strikten Auflagen für weitere Autorisierungen, so dass die Entscheidung über die anstehende Autorisierung von Chromverbindungen für die Kunststoffmetallisierung seitens des

EU-Parlaments abschlägig beschieden wurde und damit eine neue Abstimmung des Regelungsausschusses erforderlich wird. Daraus ergibt sich die Situation, dass der Stoff (Chrom(VI)) in der Galvanotechnik weiter genutzt werden kann, da die Unternehmen des FGK die dafür erforderliche Antragstellung durchgeführt haben. Nach den Worten von Dr. Brockmann verursachen die Einzelanträge derzeit weniger Probleme im Hinblick auf eine Genehmigung, als Joint-Anträge.

Upstream / Joint	
CTAC (6)	GERHARDI KUNSTSTOFFTECHNIK (1) FGK
CRONOMED S.A. (1)	REACH LAW Ltd. (4)
Oy Kromatek Ab (1)	Hoogovens Court Roll (1)
HAPOC (6)	
Einzel (Bsp.)	
Wesco Aircraft	Schell GmbH & Co KG
ZF-Luftfahrttechnik GmbH	KEUCO GmbH & Co KG
Mahle Ventilttrieb GmbH	Thyssen Krupp Rasselstein
Doosan Electronic	Thyssen Krupp Electric Steel
Aloys F. Dornbracht	Tata Steel UK

#### Aktueller Status für Joint- und Einzelanträge (Bild: FGK/Dr. Brockmann)

Aufgrund der EuGH-Entscheidung zu Bleichromat sind Planungen zur Substitution durchzuführen, sofern Alternativen eines Stoffes vorliegen. Inzwischen zeigt sich auch, dass Chromoberflächen aus Chrom(III)elektrolyten bei verschiedenen Kunden eingesetzt werden können. Derzeit liegt die Hauptaufgabe darin, Substitutionspläne für die Verchromung und die Konditionierung zu erstellen. Zwar wird diese Aufgabe einige Zeit in Anspruch nehmen, allerdings erweitert sich dadurch der Umfang der planbaren Zeiträume über die review period hinaus. Sichtbar wird der aktuell stattfindende Wandel zudem dadurch, dass einige Unternehmen bereits in der Umstellungsphase auf Chrom(III)verfahren sind. Als Resümee der Arbeiten des FGK zu den Herausforderungen aus REACh zeigt sich, dass die EU-Behörden mit ihren eigenen Ansprüchen bezüglich des Zeitplans vollständig überfordert sind. Außerdem wird ersichtlich, dass bei der Analyse der Alternativen (AoA) deutlich zwischen Beschichtung und Konditionierung unterschieden werden muss:

- Beschichtung: Alternativen sind verfügbar, aber die Umsetzung ist aufwendig und muss geplant werden
  - Konditionierung: Alternativen befinden sich noch in der Entwicklung
- Der notwendige Substitutionsplan für die Unternehmen des FGK muss die Verchromung und die Konditionierung des Kunststoffsubstrats getrennt betrachten. Durch die Substitutionspläne erwartet der FGK eine lösungsorientierte Diskussion und am Ende die bisher fehlende Planungssicherheit.

#### Umstellung auf Chrom(III)schichten

Dr. Moje (ZVO e.V.) stellte das Ergebnis seiner Arbeit als Vertreter der Branche bei den Automobilkunden vor, deren Augenmerk hauptsächlich auf die Akzeptanz der Schichten im Bereich Automobil gerichtet ist. Hier macht sich vor allem die deutlich unterschiedliche Prozesstechnik mit speziellen Anoden und einem System zur Elektrolytreinigung bemerkbar. Darüber hinaus ist zu bedenken, dass es sich bei Chrom(VI) um reines Chrom mit höheren Schichtdicken handelt, wogegen Chrom(III)verfahren nur zu etwa 95 % aus Chrom bestehen und auf Schichtdicken von etwa 0,3 µm begrenzt sind. Die Bewertungen in Zusammenarbeit mit der Automobilindustrie gehen dahin, dass alle Anforderungen der Kunden (Farbe, Glanz, Beständigkeit) erfüllt werden können. Dies bedeutet im Fall der Farbe beispielsweise, dass keine Unterschiede bei Mischverbauung erkennbar sind. Die Verfahren selbst sind nach bisherigem Stand mit vertretbarem Aufbau in bestehende Anlagen einführbar, indem entsprechende Umbauten vorgenommen werden. Zusätzlich sind die Einrichtungen für die Abwasserbehandlung zu ändern beziehungsweise zu erweitern. Für die Teileoberflächen selbst sind Freigabeabläufe bei den Kunden vorzunehmen, also innerhalb der Lieferkette mit den unterschiedlichen Zwischenstufen. Zulassungen für den Mischbau werden empfohlen, wobei auch Familienbemusterungen möglich sind. Sehr empfehlenswert ist hierbei eine in-

# OBERFLÄCHEN

	Cr(VI)-Verfahren	Cr(III)-Verfahren
Elektrolyt	<ul style="list-style-type: none"> <li>Basis Chromsäure H<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub></li> <li>Chrom-Abscheidung aus dem Anion</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Basis gelöstes Cr(III)-Sulfat oder Cr(III)-Chlorid</li> <li>Chrom-Abscheidung aus dem Kation</li> </ul>
Prozess	<ul style="list-style-type: none"> <li>Einfache <b>Bleianoden</b> (zinnlegiert)</li> <li>Keine Elektrolyt-Filtration notwendig</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aufwändige Anodentechnik (Iridium-Tantal-<b>Mischoxidanoden</b>)</li> <li><b>Ionenaustauscher</b> notwendig (Prozessstabilität)</li> </ul>
Chromschicht	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>98 - 99 % Chrom</b></li> <li>Rest in der Regel Sauerstoff</li> <li>Cr-Schichtdicke &gt;0.3 µm bis 1.0 µm</li> <li><b>Keine Passivierung</b> notwendig</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>90 - 95 % Chrom</b></li> <li>Rest Fremdmetalle und andere Elemente</li> <li>Cr-Schichtdicke bis 0.3 µm</li> <li><b>Passivierung erforderlich</b></li> </ul>

**Wichtige Parameter beim Vergleich der Abscheidung aus Chrom(III)- und Chrom(VI)elektrolyten (Bild: FGK/Dr. Moje)**

tensive Zusammenarbeit zwischen OEMs und TIERS. Die Zusammenarbeit zwischen OEMs und Zulieferern wird mit dem Fortschreiten der Arbeiten zur Umstellung von Chrom(VI) auf Chrom(III) besser, insbesondere durch das Erzielen von definierten Farbwerten und hoher Farbkonstanz. Noch aufwendig ist die Anpassung der Beschichtungskapazitäten bei den Beschichtern, da in der Regel die Kapazität für Chrom(VI) reduziert wird, sobald Anlagen für Chrom(III) umgebaut werden.

## Vorbehandlung

Christian Klaiss von der Fischer Oberflächentechnologie und Dr. Felix Heinzler von BIA Kunststoff- und Galvanotechnik, gaben einen Überblick zum Stand des Benchmarkings für chrom(VI)freie Vorbehandlungssysteme; sie stellten den Stand der Entwicklungen bis Ende 2019 vor. Aus Sicht der Entwickler ste-

hen für die zu verwendenden Kunststoffe noch zu wenig Alternativen für eine Vorbehandlung zur galvanischen Beschichtung zur Verfügung.

Die bei dem 2019 durchgeführten FGK-Ringversuch herangezogenen Verfahren erfüllten vor allem die notwendigen Werte für die Wärmelagerung und den Klimawechseltest nicht. Für den Test wurden Bauteile der Fahrzeughersteller herangezogen, die zum Teil höhere Anforderungen an die Beschichtung stellen, beispielsweise ein Ring eines Schaltelements oder eine Zierhülse für einen Schaltknopf. Die Prüfung wurde stets mit einer alternativen Vorbehandlung und einer alternativen Beschichtung durchgeführt.

Als Alternativen für die Vorbehandlung wurden Ansätze mit Manganverbindungen als Oxidationsmittel bevorzugt geprüft. Des Weiteren wurden das Lackieren mit leitfähigen

Stoffen, starkes Quellen, Bedampfen sowie der Angriff mit oxidativen Gasen betrachtet. Interessant ist das Lackverfahren, das mit dem Zwischenschritt in Form einer UV-Aktivierung zur Erzeugung der Leitfähigkeit und einer nachfolgenden Aktivierung mit Palladium arbeitet.

Bei den einzelnen geprüften Verfahren waren erhebliche Unterschiede zwischen den geprüften Bauteilen festzustellen; so ergab ein Verfahren bei einem Bauteil zu 100 % gute Ergebnisse und bei einem anderen Bauteil ausschließlich Schlechtereile. Bessere Zwischenergebnisse konnten für 2K-Bauteile erzielt werden. Hier zeigten sich Ausfälle, die als lösbar betrachtet werden können. Insgesamt traten aber bei den verschiedenen Verfahren deutliche Unterschiede in der Art der Fehler auf, beispielsweise großflächige Ablösungen bei einem Verfahren, während bei einem anderen vor allem Probleme an nicht vordergründig erkennbaren Flächen festzustellen waren. In die Untersuchungen wurden im Übrigen auch die Abwasserbehandlung sowie die Gestellmetallisierung mit einbezogen. Die geringsten Anforderungen bestehen hier bei der Behandlung auf Basis von Manganverbindungen.

## Praxiserfahrung mit chrom(VI)freien Vorbehandlungen

Andreas Baumbach (Saxonia Galvanik GmbH) hatte die Möglichkeit, Vorbehandlung ohne Chrom(VI) im Serienprozess zu prüfen. Hierfür wurde beim Unternehmen des Vortra-

Gesamt niO-Rate	Verfahren					mittlere niO-Rate	Legende niO-Rate
	1	2	3	4	5		
<b>#1 - Zierhülse</b>							
PV1200 - 8 Zyklen	100%	100%	80%	95%	30%	81%	
Warmlagerung @110°C	100%	47%	100%	100%	0%	69%	
Thermoschock (3 Zyklen)	95%	20%	70%	80%	60%	65%	
<b>#2 - Ring Chrome Touch</b>							
PV1200 - 8 Zyklen	0%	0%	0%			0%	
Warmlagerung @100°C	0%	13%	73%			29%	
Thermoschock (3 Zyklen)	0%	55%	45%			33%	
<b>#3 - Adjuster Ring</b>							
PV1200 - 8 Zyklen	20%	95%	90%			68%	
Warmlagerung @110°C	0%	0%	100%			33%	
Thermoschock (3 Zyklen)	5%	5%	20%			10%	
<b>#4 - Schaltabdeckung</b>							
PV1200 - 8 Zyklen	0%	50%	25%	95%	60%	46%	
Warmlagerung @110°C	100%	33%	45%	100%	100%	76%	
Thermoschock (3 Zyklen)	40%	25%	43%	42%	55%	41%	
<b>#5 - TT-Deckel</b>							
PV1200 - 20 Zyklen	100%	45%	100%	100%	60%	81%	
Warmlagerung @100°C	0%	0%	7%	53%	100%	32%	
Thermoschock (3 Zyklen)	50%	10%	35%	80%	100%	55%	

**Übersicht über die Ergebnisse der unterschiedlichen Vorbehandlungen bei verschiedenen Teilearten**

**(Bild: FGK/Klaiss, Heinzler)**

# OBERFLÄCHEN



**1K-Bauteile**



**Teile aus den durchgeführten Versuchen mit chrom(VI)freien Vorbehandlungen an 1K-Teilen (oben) und 2K-Teilen (Bild: FGK/Baumbach)**

genden eine Anlage mit geringem Behältervolumen von etwa 900 Litern und einer frei programmierbaren Taktzeit genutzt. In der Anlage wurden Verfahren von mehreren Lieferanten untersucht. Inzwischen ist ein saures Verfahren mit Oxidationsmittel im Einsatz, das sich durch einen einfachen Aufbau und gut fuhbare Bedingungen auszeichnet.

Begonnen wurde mit einem 1K-Teil, das eine funktionelle Beschichtung (mit Einsatzzweck Shielding) erhielt. Im Weiteren wurden auch dekorative 1K-Teile beschichtet. Erste Versuche mit 2K-Teilen sind vielversprechend. Derzeit wird an der Erweiterung auf größere Serienvolumen gearbeitet. Vorteilhaft für Serienfertigungen wäre es dabei, wenn die

OEMs übergangsweise die Verwendung von Chrom(VI)- und Chrom(III)vorbehandlungen zulassen würden.

## Fazit und Perspektiven zur Initiative Chrom 2030

Reinhard Hoffmann (Gerhardi Kunststofftechnik GmbH) gab im letzten Vortrag einen Einblick in die rechtliche Situation rund um die Autorisierung von Chromverbindungen im Rahmen der FGK-Aktivitäten. Nach bisherigen Erfahrungen ist ihm zufolge der REACh-Prozess für das Marktumfeld der galvanischen Beschichtung nicht geeignet beziehungsweise reif. Unter anderem ist die Einflussnahme durch politische und ideologische Interessengruppen hoch, aber auch die unterschiedliche Bewertung von ECHA und EU-Kommission ungewöhnlich und bei den Arbeiten schwer zu berücksichtigen.

Seitens der Kunden der Beschichter hat sich eine eigene Entscheidungsdynamik entwickelt, die sich durch eine Entkopplung bei den rechtlichen von den technologischen Erfordernissen auszeichnet. Positiv ist festzustellen, dass die Chemieindustrie und die Beschichter sich noch stärker auf die Wünsche der Kunden eingestellt haben. Mit zu den stärksten Anforderungen bei der galvanischen Beschichtung gehört die Wirtschaftlichkeit: Die neuen Oberflächen können nur dann Bestand haben, wenn deren Wirtschaftlichkeit gewährleistet werden kann. Benötigt werden aber vor allem langfristige Zusagen der Kunden. hk

### Hinweis

Eine umfangreiche Dokumentation des zweiten FGK-Ringversuchs ist auf der ZVO-Homepage unter *Publikationen* zu finden:

➔ [www.zvo.org](http://www.zvo.org)

## **BONER** GALVANOTECHNIK GmbH & Co. KG



78054 VS-Schwenningen  
Grabenäckerstraße 65 + 76  
Telefon 0 77 20 / 9 95 99-0  
Telefax 0 77 20 / 9 95 99-99  
E-Mail: [info@boner-galvanotechnik.de](mailto:info@boner-galvanotechnik.de)  
[www.boner-galvanotechnik.de](http://www.boner-galvanotechnik.de)

## ≡ Rolle-zu-Rolle-Verfahren: Netzwerk R2RNet bündelt Expertise zur kontinuierlichen Funktionalisierung von Oberflächen

Rolle-zu-Rolle (R2R)-Verfahren, bei denen zum Beispiel Folien, Textilien, Flachmembranen, Metallfolien oder auch ultradünnes Glas funktionalisiert werden, spielen in zahlreichen industriellen Prozessen eine wichtige Rolle. In dem am 10. Juni 2020 gegründeten Netzwerk R2RNet bündeln 21 europäische Partner aus Industrie, Forschungseinrichtungen und Universitäten ihre Kompetenzen bei der kontinuierlichen Funktionalisierung von Oberflächen im Rolle-zu-Rolle-Verfahren. Damit soll der Erfahrungsaustausch befördert und der Zugang zu diesen Technologien und entsprechenden Anlagen erleichtert werden. Initiiert wurde das Netzwerk von den Fraunhofer-Instituten für Angewandte Polymerforschung IAP und für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB.

Die Anwendungen der R2R-Technologie sind äußerst vielfältig: Im Bereich der biologischen und medizinischen Diagnostik sind beispielsweise Oberflächen mit immobilisierten biologisch aktiven Substanzen erforderlich, die kostengünstig in großer Menge auf Folienbahnen hergestellt werden. Bei der Trinkwasseraufbereitung oder auch für Batterien und Brennstoffzellen werden Membranen mit kontinuierlich hergestellter, wohldefinierter

nano-skalierte Funktionalisierung der Porenoberflächen eingesetzt. Und für die Solarthermie werden optische Beschichtungen auf Metallfolienbändern hergestellt, um nur einige Anwendungsbeispiele zu nennen.

R2R-Technologien ermöglichen eine kontinuierliche Oberflächenfunktionalisierung von großen Substraten – chemisch, physikalisch oder durch Strukturierung – und bieten dadurch eine hohe Produktivität bei vergleichsweise niedrigen Kosten. Beispielsweise kann die Produktion mittels Rolle-zu-Rolle-Funktionalisierung flexibler Substrate mehr als zehnmals günstiger sein, als mit der Behandlung einzelner Folien oder Platten. Allerdings stellen die relativ hohen Kosten für R2R-Anlagen, der begrenzte Zugang zu Know-how und die hohen Produktionsvolumina eine relativ hohe Eintrittsschwelle für einen ersten Markteintritt mit neuen Produkten dar.

In Europa stellen eine ganze Reihe von Firmen Komponenten oder ganze Anlagen zur Oberflächenfunktionalisierung von bahnförmigen Materialien her. Forschungsinstitute und Universitäten entwickeln Technologien für die R2R-Produktion, die meist als Aufskalierung von diskontinuierlichen Batch-Prozessen den Weg von der Entwicklung in



**Strukturierte Oberflächenfunktionalisierung von Folien mittels R2R-Technologie, zum Beispiel für die Herstellung von Microarrays**  
(© Fraunhofer IAP, Foto: Armin Okulla)

die Produktion nehmen. Diese Kompetenzen, das Know-how und die Anlagentechnik sollen mit R2RNet zusammengeführt werden. Die 21 Partner aus zehn europäischen Ländern wollen so den Austausch von Erfahrungen und die Kooperation befördern, neue technologische Entwicklungen ermöglichen und potenziellen Anwendern Unterstützung bei Scale-up und bei der Produktionseinführung geben.

➔ [www.iap.fraunhofer.de](http://www.iap.fraunhofer.de)

### ≡ Zentralverband Oberflächentechnik e.V. (ZVO)

#### Berufsbild Oberflächenbeschichter ins rechte Licht gerückt

Um den Beruf des Oberflächenbeschichters noch bekannter zu machen, hat der ZVO eine entsprechende, eigene Website entwickelt und seine Informationsbroschüre überarbeitet. Unter [www.oberflaechenbeschichter.org](http://www.oberflaechenbeschichter.org) finden junge Technikinteressierte nun neben einem Kurzfilm viele weitere Informationen rund um den Ausbildungsberuf. Die Website bietet Einblicke in den Arbeitsalltag von Oberflächenbeschichtern, in die Ausbildung, ihre Grundlagen und ihre vier Fachrichtungen – kompakt, anschaulich und verständlich. Flankierend hat der ZVO seine Informationsbroschüre zum Berufsbild Oberflächen-

beschichter überarbeitet und einem *Face-lift* unterzogen. Die Informationsbroschüre ist unter dem Menüpunkt *Publikationen / Broschüren* als pdf abrufbar.

➔ [www.zvo.org](http://www.zvo.org)

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

##### Ausschreibung Galvanopreis 2021

Die DGO-Bezirksgruppen Thüringen und Sachsen schreiben den Galvanopreis 2021 aus, der anlässlich des Leipziger Fachseminars 2021 überreicht werden wird. Der Preis war 2010 erstmals verliehen worden, um die Galvanotechnik und die Innovationskraft dieser Schlüsseltechnologie weiter in den Fokus des Betrachters zu rücken. Mit ihm werden beeindruckende Entwicklungen prämiert.

Alle Unternehmen der Galvano- und Oberflächentechnik, also Rohstoff-, Verfahrenschemie-, Anlagen- und Komponentenlieferanten, Galvaniken/Beschichter und sonstige Branchenmitglieder können sich bewerben oder vorgeschlagen werden. Firmen, die innovative anlagen- oder verfahrenstechnische Leistungen, material- oder energieeffiziente Lösungen erfolgreich umsetzen konnten, haben gute Chancen, die Auszeichnung zu erhalten, ebenso wie Unternehmen, die innovative ökologische Lösungen oder strategische Unternehmens-/Managementkonzepte umgesetzt haben. Die Bewerbung beziehungsweise der Vorschlag muss bis zum **31. Oktober 2020** mit einer aussagekräftigen und ausreichend detaillierten Beschreibung per E-Mail unter [bewerbung@galvanopreis.de](mailto:bewerbung@galvanopreis.de) eingereicht werden.

# VERBÄNDE

Der Preisträger erhält neben einer Bronzestatue, einer Urkunde und einer Rezension in der Zeitschrift *Galvanotechnik* die Möglichkeit, sein Thema zu Beginn des Leipziger Fachseminars am 4. März 2021 in einem 20-minütigen Vortrag vorzustellen.

Weitere Informationen erhalten Interessierte unter [www.galvanopreis.de](http://www.galvanopreis.de)

➔ [www.dgo-online.de](http://www.dgo-online.de)

## DGO-Fach- und Meisterlehrgänge werden mit Hygienekonzept an neuem Veranstaltungsort fortgesetzt

Zu Beginn der Corona-Pandemie mussten die insgesamt vier laufenden DGO-Fach- beziehungsweise Meisterlehrgänge zunächst ausgesetzt werden. Mittlerweile können alle Lehrgangsböcke als Präsenzveranstaltung wieder im gewohnten Turnus stattfinden. Der neue Veranstaltungsort, das historische Bürgerhaus Langenberg in Velbert-Langenberg, bietet ideale Voraussetzungen zur Einhaltung aller Hygiene- und Abstandsrichtlinien.

Der nächste DGO-Meisterlehrgang *Fachtheoretische Ausbildung zum Galvaniseurmeister (M 40)* beginnt am 1. März 2021. Anmeldungen über die DGO sind bereits jetzt möglich.

In den Meisterlehrgängen (*Fachtheoretische Ausbildung zum Galvaniseurmeister (m/w/d)*) erhalten Galvaniseure, Oberflächenbeschichter-Facharbeiter und Laboranten (m/w/d), die in der Galvanotechnik arbeiten und eine Gesellen- oder Facharbeiterprüfung abgelegt haben, das theoretische Fachwissen zur Leitung eines galvanischen Betriebs. Der Meisterlehrgang baut auf dem vorhandenen Basiswissen der Teilnehmenden auf und dauert etwa 2,5 Jahre. Die Einteilung in zehn Wochenmodule im Abstand von etwa drei Monaten erlaubt den Teilnehmern ein intensives Durcharbeiten des Lehrstoffs und hält die zusätzliche zeitliche Belastung des berufsbegleitenden Lehrgangs in Grenzen. Am Ende eines jeden Moduls wird eine entsprechende Teilnahmebescheinigung ausgestellt. Nach erfolgreicher Teilnahme an diesem modular aufgebauten Gesamtlehrgang verfügen die Absolventen über das erforderliche fachtheoretische Wissen für den zweiten Teil der Meisterprüfung im Galvaniseur-Handwerk. Für die Teile drei (Wirtschafts- und Rechtskunde) und vier (Berufs- und Arbeitspädagogik) der Meisterprüfung werden Kurse bei den Handwerkskammern angeboten. Der erste Teil umfasst die praktische Meisterprüfung. Diese praktischen Kenntnisse und Fertigkeiten werden in den Meisterlehrgängen

der DGO nicht vermittelt. Sie sind durch eine mehrjährige Facharbeiter- beziehungsweise Gesellentätigkeit als Galvaniseur beziehungsweise Oberflächenbeschichter nachzuweisen. Weitere Informationen und das Anmeldeformular finden Interessierte auf der Homepage der DGO ([www.dgo-online.de](http://www.dgo-online.de)) unter dem Menüpunkt *Bildung*.

Der nächste DGO-Fachlehrgang *Fachtheoretische Ausbildung zum Oberflächenbeschichter (F 47)* soll am 13. September 2021 beginnen. Anmeldungen nimmt die DGO bereits jetzt entgegen.

Eine der zentralen Aufgaben der DGO besteht in der Qualifizierung von Personal der Branchenunternehmen. Aus diesem Grund bietet die DGO regelmäßig Fachlehrgänge für Mitarbeitende aus Betrieben der Oberflächentechnik an. Nach erfolgreicher Teilnahme am Lehrgang *Fachtheoretische Ausbildung zum Oberflächenbeschichter* können die Absolventen bei der Industrie- und Handelskammer die Facharbeiterprüfung oder bei der Handwerkskammer die Gesellenprüfung ablegen; vorausgesetzt, sie weisen die erforderliche praktische Tätigkeit in der Oberflächentechnik nach. Doch auch ohne eine Prüfung anzustreben, können bisher nur angelernte Hilfskräfte durch diesen Lehrgang das theoretische Fachwissen erhalten, das für eine praktische Tätigkeit in der Oberflächentechnik erforderlich ist.

Der nächste Fachlehrgang (F 47) soll am 13. September 2021 beginnen und besteht inklusive einer obligatorischen Einführungswoche aus insgesamt neun Lehrgangswochen. Weitere Informationen und das Anmeldeformular finden Interessierte auf der Homepage der DGO ([www.dgo-online.de](http://www.dgo-online.de)) unter dem Menüpunkt *Bildung*.

➔ [www.dgo-online.de](http://www.dgo-online.de)

## Angebote von Studentenpraktika online

Der erste im März erfolgte Aufruf von DGO und ZVO an ihre Mitgliedsunternehmen, bezahlte Praktikumsplätze für Studenten der Galvano- und Oberflächentechnik bekannt zu geben, ist auf positive Resonanz gestoßen. Eine ganze Reihe von Unternehmen hat diese Möglichkeit bereits genutzt. Das mittels Fragebogen erhobene Stellen- und Anforderungsprofil der interessierten Unternehmen wird mittlerweile auf der DGO-Website unter dem Menüpunkt *Bildung/Praktika* für Studenten veröffentlicht. Neben Mitgliedsfirmen sind auch andere Branchenunternehmen weiterhin eingeladen, über die DGO bezahlte Praktikumsplätze bekannt zu geben.

Die Unternehmen Chrom-Müller Metallveredelung GmbH, Cotec GmbH, Metoba Metalloberflächenbearbeitung GmbH, Umicore Galvanotechnik GmbH, Innovent e. V. Technologieentwicklung und Liebherr-Aerospace Lindenberg GmbH haben bereits die neue Möglichkeit zur Suche nach studentischen Praktikanten über die DGO-Homepage genutzt. Nicht nur Mitgliedsfirmen von DGO und ZVO, auch alle anderen Unternehmen der Galvano- und Oberflächenbranche steht diese Möglichkeit zur Verfügung.

Interessenten wenden sich per E-Mail an Sabine Groß: [s.gross@dgo-online.de](mailto:s.gross@dgo-online.de). Sie erhalten einen kurzen Fragebogen zur Erhebung der Kontaktdaten und Randbedingungen. Die Angaben werden zusammen mit dem Firmenlogo auf der DGO-Homepage eingestellt. Auf neue Einträge wird regelmäßig hingewiesen.

➔ [www.dgo-online.de](http://www.dgo-online.de)

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

### Eloxal-Workshop – Aus der Praxis für die Praxis

Der Verband für die Oberflächenveredelung von Aluminium e. V. (VOA) bietet neu online die Fortbildung rund um das Thema *Eloxieren* für alle Interessierten in fünf aufeinanderfolgenden Themenblöcken an. Das bedeutet: praxisnahe Weiterbildung plus Zeitersparnis für VOA-Mitglieder und interessierte Personen.

Wie Dr. Alexa A. Becker, Geschäftsführerin des VOA überzeugt ist, leben wir in Zeiten, in denen wir online gehen, um das Bedürfnis der Oberflächenveredelungsbranche und interessierter Berufsgruppen nach einer qualifizierten Fort- und Weiterbildung zu stillen. Die Lernziele der bisherigen Seminare Eloxal I und Eloxal II wurden überarbeitet und in ein Onlineseminar, das an drei Tagen in fünf Blöcken zu etwa zwei Stunden stattfindet, neu konzipiert. Besonderer Schwerpunkt ist zum ersten Mal die Qualitätssicherung. Damit entspricht das neue Format den Wünschen der Teilnehmer und kommt dem Bedürfnis nach dem fachlichen Austausch zumindest online entgegen, so Dr. Becker.

Das VOA-Eloxal-Seminar, welches vom 3. bis 5. November 2020 als Videokonferenz stattfinden wird, gibt einen umfassenden Überblick über alle Prozessschritte im Bereich des Eloxierens. Neu ist, dass es jeweils einen Block zu den einzelnen Arbeitsschritten geben wird, der zunächst die Grundlagen legt und anschließend passgenau die Fehler,

die bei dem konkreten Arbeitsschritt im Alltag passieren können, aufgreift; sowie die Prophylaxe und Fehlerbehebung. Besonderes Augenmerk wird im Seminar auf die Qualitätssicherung und die Dokumentation des Qualitätsmanagements im Hinblick auf das internationale Qualitätszeichen QUALANOD gelegt, das vom VOA als weltweit gültiges Qualitätszeichen beim Vorliegen der umfangreichen Voraussetzungen vergeben wird. Mit diesem Seminaraufbau ist es sowohl angehenden Mitarbeitern als auch qualifizierten Fachkräften möglich, die einzelnen Prozessschritte komprimiert aus unterschiedlichen Blickwinkeln zu betrachten.

Nach einer Einführung zum *Grundwissen Aluminium* folgt der tiefe und praxisnahe Blick in die einzelnen Arbeitsschritte und in das Fehlermanagement des Kontaktierens, des Reinigens und Entfettens, des Beizens, des Spülens und des Dekapierens, des Eloxierens, des Vor- und Hartanodisierens, des Elektrolytischen Färbens, des Tauchfärbens und des Verdichtens. Den Abschluss eines jeden Blocks bildet die Qualitätssicherung und die Prüfung im Sinne der QUALANOD-Spezifikationen. Die Teilnehmer haben ausreichend Zeit, Fragen zu stellen und fachlich zu diskutieren.

Dem VOA ist es gelungen, als Referenten namenhafte Vertreter aus VOA-Mitgliedsunternehmen gewinnen, die in der Lage sind, die Grundlagen zu schaffen und ihren umfangreichen Erfahrungsschatz in die Lernziele des Seminars einfließen zu lassen. Darüber hinaus sind diese Experten bereit, ihr Fachwissen aus der täglichen Praxis umfangreich einzubringen. Damit werden alle Mitarbeiter mit unterschiedlichen Vorbildungen für das Qualitätsmanagement begeistert, damit keine Fehler gemacht werden oder, sollte es zu einem solchen gekommen sein, sofort und effektiv im Sinne eines sinnvollen Fehlermanagements reagiert werden kann.

Gerade vor dem Hintergrund der sich nach den neusten Erkenntnissen von Wissenschaft und Forschung richtenden Qualitätssicherungsmaßnahmen und zur Herstellung einer vollumfänglichen Kundenzufriedenheit bei immer schnelleren Produktionsabläufen wird die Weiterbildung der Mitarbeiter immer wichtiger. Es gilt, neugierig zu bleiben, um die neuen Herausforderungen der Branche anzunehmen – auch in Zeiten von Corona. Wir haben für alle Interessierten einen erheblichen Beitrag geleistet, gehen online und freuen uns auf die Teilnehmer, so Dr. Becker.

➔ [www.voa.de](http://www.voa.de)

## VDI Verein Deutscher Ingenieure e.V. (VDI)

### Arnold-Eucken-Preis für Kai Langenbach

Die Gesellschaft Verfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen (GVC) zeichnet Jun. Prof. Dr.-Ing. Kai Langenbach von der TU Kaiserslautern mit dem Arnold-Eucken-Preis 2020 aus. Den bedeutendsten deutschen Nachwuchspreis der Verfahrenstechnik erhält Langenbach für seine herausragenden Leistungen in der thermischen Verfahrenstechnik – insbesondere der Untersuchung von Phasengrenzen und der Entstehung von Schäumen. Seinen Ehrungsvortrag hält Langenbach am 23. September 2020 im Rahmen der digitalen ProcessNet-Jahrestagung.

Die GVC vergibt seit 1956 jährlich den mit 5000 Euro dotierten Arnold-Eucken-Preis für hervorragende technisch-wissenschaftliche Leistungen auf dem Gebiet der Verfahrenstechnik. Damit fördert sie begabte Nachwuchskräfte aus Industrie, Hochschulen oder Forschungsinstituten. Die Preisträger sollten nicht älter als 40 Jahre sein und weder einen Lehrstuhl innehaben noch eine Forschungs- oder Entwicklungseinrichtung verantwortlich leiten. Der Arnold-Eucken-Preis wird in Erinnerung an den deutschen Physikochemiker

und ersten Vorsitzenden des VDI-Fachausschusses Verfahrenstechnik verliehen.

Kai Langenbach ist seit 1. August 2020 Universitätsprofessor für Thermische Verfahrenstechnik in Innsbruck. Bis dahin war er Juniorprofessor für



(Bild: Kai Langenbach).

Grenzflächenthermodynamik an der TU Kaiserslautern und leitete dort die zugehörige interdisziplinäre Arbeitsgruppe. Diese Forschergruppe betrachtet sowohl die Stoffeigenschaften von homogenen Phasen als auch die Eigenschaften von Phasengrenzen, die zusammen eine zentrale Rolle in der Auslegung und Optimierung von Apparaten spielen. Dabei stehen unter anderem die folgenden Fragestellungen im Mittelpunkt: Welchen Einfluss haben Grenzflächeneigenschaften auf Transportprozesse in verfahrenstechnischen Anlagen? Wie lassen sich die etablierten Methoden der Grenzflächenthermodynamik auf komplexe Stoffsysteme erweitern, in denen zum Beispiel eine Orientierung von Molekülen an der Grenzfläche auftritt? Wie lassen sich die Oberflächeneigenschaften verschiedener Materialien so kombinieren, dass ein Nutzen für die Verfahrenstechnik entsteht?

Mit diesen Arbeiten vertritt Langenbach einen wichtigen und zukunftsweisenden Forschungsbereich, der die Welt der Thermodynamik mit dem Anlagenbau verbindet. Die Jury ist der Meinung, dass es aktuell in Deutschland keinen Nachwuchswissenschaftler gibt, der die Methoden der Modellierung und Simulation in der Thermodynamik in ihrer Breite und Tiefe besser beherrschen würde als Kai Langenbach.

➔ [www.vdi.de](http://www.vdi.de)

## INSERENTENVERZEICHNIS

aqua plus GmbH	35	IMO Oberflächentechnik	Titel	Sager + Mack GmbH	1, U4
Boner Galvanotechnik	38	Walter Lemmen GmbH	21	Serfilco	25
B+T Unternehmensgruppe	9	Gebr. Liebisch	U2	Softec AG	13
FST Drytec GmbH	23	Mazurczak GmbH	17	Walther Trowal	13
Harter GmbH	33	Munk GmbH	29	WOTech GbR	26



MAGNETIC DRIVEN PUMPS  
IMMERSION PUMPS  
FILTER SYSTEMS

STRONG | CLEAN | DURABLE |  
SMART

**Sager**  
**+ Mack**<sup>®</sup>

Leading the way in pumps and filters



PUMPEN  
PUMPS | 泵



FILTER  
FILTERS | 过滤器



FILTERMEDIEN  
FILTERMEDIA | 过滤耗材

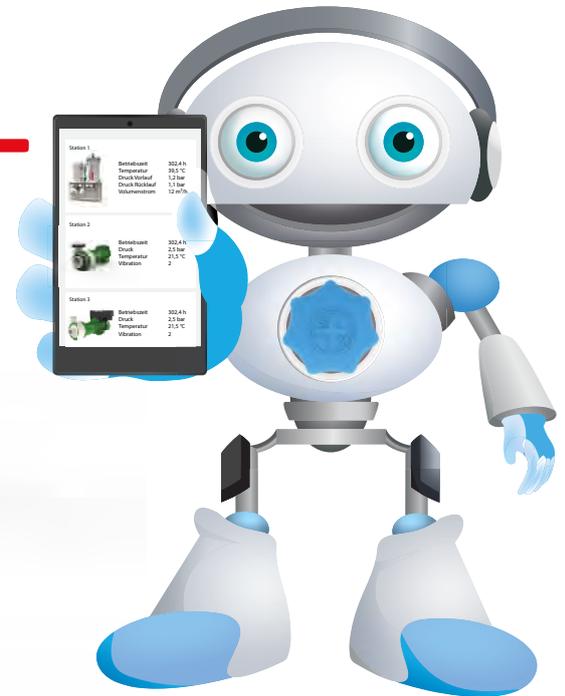


DAS PLUS  
THE PLUS | 服务

# SMART Mack<sup>®</sup> - Die schlaue Filterstation

Sager  
+ Mack

*coole Idee!*



- Alle wichtigen Daten Ihrer Station auf einen Blick
- Planbare Wartung führt zu weniger Stillstand
- Ferndiagnose über die P-Cloud direkt mit dem Hersteller
- Effektive Ausnutzung der Filtermedien



[www.sager-mack.com](http://www.sager-mack.com)