

# WOMAG

≡ Kompetenz in Werkstoff und funktioneller Oberfläche

#artificialintelligence



**RENNER**  
#dasoriginal

Made in Germany.

renner-pumpen.de

„Unser neuester Clou: Prozessschutz mit AI.“

Dipl. Ing. (FH) Ulrich Renner, GF und Inhaber/Produktion

Mit RENNER hält Künstliche Intelligenz jetzt auch Einzug in den Prozessschutz. So lernt unsere neueste Entwicklung, das System RPR-Sense 4.0, mit jedem Tag hinzu und hebt damit die vorbeugende Wartung durch automatisierte Prozessschutz-Systeme auf ein ganz neues Niveau. RENNER – Intelligente Lösungen aus einer Hand!

**RENNER**  
INNOVATIVE PUMPEN-  
UND FILTERTECHNOLOGIE

## WERKSTOFFE

Charakterisierung von Oberflächenstrukturen

## OBERFLÄCHEN

Oberflächenmessung für Industrie, Forschung und Labor

## WERKSTOFFE

Laserstrahl-Schweißverfahren für martensitische Chromstähle

## OBERFLÄCHEN

Substitutionsmöglichkeiten für Chromoberflächen

## MEDIZINTECHNIK

Wirtschaftliches Schweißen und Schneiden mit Ultraschalltechnik

## SPECIAL

Erfolgreiche Digitalisierung in der Galvanotechnik

NOVEMBER 2020

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



ZVO-OBERFLÄCHENTAGE

**BERLIN**

**22.-24.09.2021**

Kongress für Galvano- und Oberflächentechnik

*Stichtag:*  
**31.01.2021**

# Jetzt Vorträge einreichen!

online auf <https://oberflaechentage.zvo.org>

Bild: iStockphoto/Nikada

Mit freundlicher Unterstützung von:



Deutsche Messe



## Der Fachkongress für Oberflächentechnik.

Für mehr Informationen rund um das Thema Oberflächentage scannen Sie bitte folgenden QR-Code oder kontaktieren Sie uns direkt.



Direktkontakt

Tel.: 02103 255610

Fax: 02103 255615

mail@zvo.org

oberflaechentage.zvo.org

## Messtechnik, die begeistern kann



Sowohl die Werkstoff- als auch die Oberflächentechnik arbeiten in großem Umfang mit wichtigen Details, die sich der Zugänglichkeit durch das menschliche Auge entziehen. So sind es häufig die geringen Dimensionen der entscheidenden Komponenten wie Legierungselemente oder Werkstoffphasen, deren Bestimmung eine mehr oder wenige aufwendige Messtechnologie erforderlich machen. Aber auch die Oberflächenstrukturen sind bei modernen und hochwertigen Produkten für deren notwendige Funktion ausschlaggebend. Und in der chemischen Verfahrenstechnik ist es heute immer wichtiger, durch genaue Kenntnis der Zusammen-

setzung von Reaktionsmedien einen Prozess zu steuern und konstant in einem optimalen Arbeitsbereich zu halten.

Um diese Anforderungen zu gewährleisten, stehen eine Vielzahl an Messtechnologien und Messverfahren zur Verfügung. Einige der interessanten und wichtigen Technologien und Verfahren stehen im Mittelpunkt der aktuellen WOMag-Ausgabe. Die Autoren der Beiträge zeigen die Voraussetzungen für den optimalen Einsatz von Geräten und Verfahren auf und verdeutlichen, mit welchen Ergebnissen der Fragesteller aus Forschung und Praxis rechnen kann. Eindrucksvoll sind zudem die immer anschaulicheren Bilder und Grafiken aus den Messwerten, wie unter anderem Prof. Dr. Schorr auf Seite 4ff zeigt. Sie helfen dem Nutzer dabei, sich in kürzester Zeit ein Bild der vermessenen Objekte zu machen oder Verläufe von Messdaten bewerten zu können.

Schließlich unterstützt die Datenverarbeitung den Anwender dabei, die Messergebnisse für die Verbesserung der Prozesse und damit der daraus resultierenden Ertragsituation in der Produktion zu nutzen. Einen Einblick in die Vorteile moderner Messtechnik sowie die daraus zu erzielenden Verbesserungen für das Unternehmen des Anwenders zeigt beispielsweise die K-Alpha im Beitrag auf Seite 22.

Lassen auch Sie sich von der modernen Messtechnik im Umfeld der Werkstoff- und Oberflächentechnik begeistern und ziehen Sie die Vorteile für den Einsatz in der Praxis!

## 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** |

## SMART Mack®

Sager + Mack



### IMMER AUF DEM LAUFENDEN...

- Alle wichtigen Daten auf einen Blick
- Effektivere Wartungsintervalle führen zu weniger Stillstand
- Ferndiagnose über die P-Cloud direkt mit dem Hersteller
- Planbare Wartung
- Effektive Ausnutzung der Filtermedien
- Anbindung eines Online Shops für Filtermedien

SOFTWARE BY **QUCOS**



**PUMPEN**  
PUMPS | 泵



**FILTER**  
FILTERS | 过滤器



**FILTERMEDIEN**  
FILTERMEDIA | 过滤耗材



**DAS PLUS**  
THE PLUS | 服务



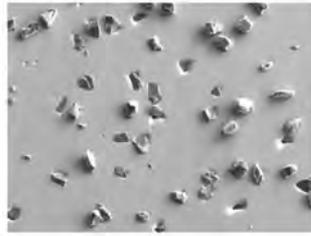
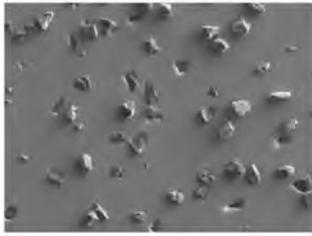
Sager + Mack GmbH

Max-Eyth-Str. 13/17 |

74532 Ilshofen-Eckartshausen

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

# INHALT

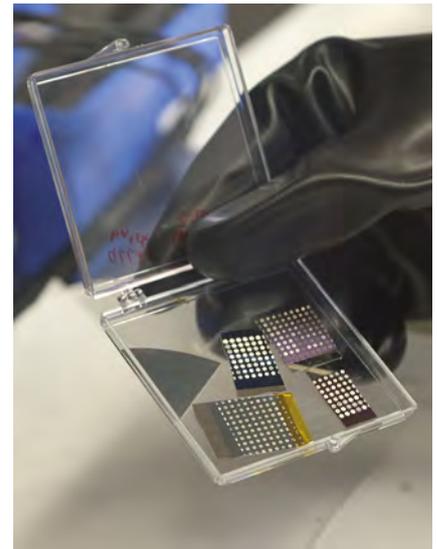


REM-Aufnahme  
Winkel = - 10°

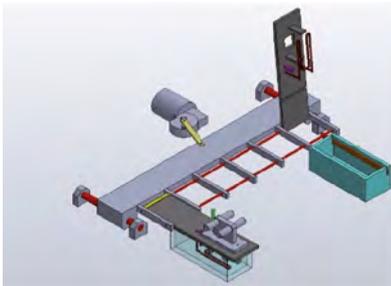
REM-Aufnahme  
Winkel = + 10°



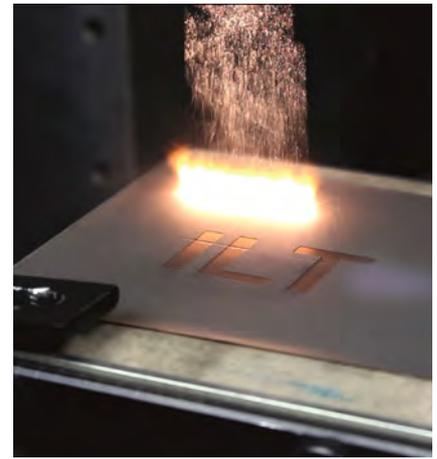
**4** 3D-REM-Bild einer Dispersionsbeschichtung bietet interessante Details



**12** Keramik für Batterien



**20** Digitalisierung im Galvaniklabor mit Hilfe von Robotertechnik



**14** Laserablation

## WERKSTOFFE

- 4** Charakterisierung von Oberflächenstrukturen
- 6** Serientaugliche Hybridstrukturen für den Fahrzeugbau
- 7** voestalpine weitet Leichtbaukompetenz auf den Bahnbereich aus
- 8** Prof. Dr. Martin Dix neuer Institutsleiter des Fraunhofer IWU
- 9** Laserstrahl-Schweißverfahren für martensitische Chromstähle sorgt für crash-sichere Zukunft
- 10** Paradigmenwechsel für die moderne Lasertechnik prämiert
- 11** Randzoneigenschaften prozesssicher definieren
- 12** Dünnschicht-Keramik für Minibatterien
- 13** Effiziente Sandwich-Leichtbaustrukturen mit hoher Oberflächengüte
- 14** Hochraten-Laserablation sorgt für flexibles Batteriedesign
- 15** Neuartiger Fotolack ermöglicht 3D-Druck kleinster poröser Strukturen

## MEDIZINTECHNIK

- 16** Wirtschaftlich Schneiden und Schweißen – Ultraschalltechnik konfektioniert Atemschutzmasken
- 18** Für sichere und verträgliche Implantate: ClickKit-Well

## OBERFLÄCHEN

- 19** Skalierbare Prozesse zur Abscheidung von Aluminiumlegierungsschichten für den Korrosionsschutz – SkalA
- 20** Erfolgreiche Digitalisierung in der Galvanotechnik – Der neue Kollege im Beschichtungslabor
- 22** Analytik als Netzwerkknoten – RFA-Inlineanalyse schafft neue Daten- und Kommunikationswege
- 24** Oberflächenmessung für Industrie, Forschung und Labor
- 26** Amtsübergabe im Bereich Oberflächentechnik
- 27** Der richtige Schritt in die Zukunft: Substitutionsmöglichkeiten für Chromoberflächen nachvollziehbar offenlegen

# INHALT



## 15 Neuer Fotolack für den Einsatz in der additiven Fertigung



## 22 Neue Daten- und Kommunikationswege für die Galvanotechnik

### OBERFLÄCHEN

30 Diffusionshärten – ein Verfahren zur Herstellung von hochbeständigen Edelstahloberflächen

### BERUF + KARRIERE

31 Arbeitsplatz der Zukunft: Neue Lehr- und Forschungsanlage *Engineerium* eröffnet

### VERBÄNDE

32 Architekten und Fassadenbauer im Austausch mit der Oberflächenveredelungsindustrie – VOA e.V.

33 Deutscher Verband für Schweißen und verwandte Verfahren – DVS e.V.  
Verein Deutscher Ingenieure – VDI e.V.

**Zum Titelbild:** Die Renner GmbH bietet Kunden der unterschiedlichsten Branchen auch maßgeschneiderte Pumpen- und Filtersysteme; [www.renner-pumpen.de](http://www.renner-pumpen.de)

# IMPRESSUM

**WOMag** – Kompetenz in Werkstoff und funktioneller Oberfläche – Internationales Fachmagazin in deutscher und (auszugsweise) englischer Sprache  
[www.womag-online.de](http://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](http://www.wotech-technical-media.de)

#### Verlagsleitung

Charlotte Schade  
Mobil 0151/29109886  
[schade@wotech-technical-media.de](mailto:schade@wotech-technical-media.de)  
Herbert Käszmann  
Mobil 0151/29109892  
[kaeszmann@wotech-technical-media.de](mailto:kaeszmann@wotech-technical-media.de)

#### Redaktion/Anzeigen/Vertrieb/Abo

siehe Verlagsleitung

#### Bezugspreise

Jahresabonnement für WOMag-Online:  
149,- €, inkl. MwSt.

Die Mindestbezugszeit eines Abonnements beträgt ein Jahr. Danach gilt eine Kündigungsfrist von zwei Monaten zum Ende des Bezugszeitraums.

Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 10 vom 10. Oktober 2020

#### Inhalt

WOMag berichtet über:

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

#### Leserkreis:

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

#### WOMag-Beirat

WOMag wird von einem Kreis aus etwa 20 Fachleuten der Werkstoffbe- und -verarbeitung sowie der Oberflächenveredelungstechnik 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

## Charakterisierung von Oberflächenstrukturen

Von Prof. Dr. Dietmar Schorr, Duale Hochschule Karlsruhe und Steinbeis-Transferzentrum Tribologie

Die Oberfläche eines Bauteils bestimmt deren Funktion (Reibung, Verschleiß, Dichtverhalten) und das optische Erscheinungsbild. Dazu ist es hilfreich, die verschiedenen Verfahren der Bildgebung durch statistische Verfahren zu erweitern. Vor allem die Nutzung der dreidimensionalen Darstellungsmöglichkeiten der Abbildungen von Licht- und Rasterelektronenmikroskopen unterstützt den Erkenntnisgewinn der mechanischen Oberflächenbearbeitung von Werkstoffen sowie der funktionellen Beschichtung von Bauteilen.

Die Mikrostrukturen von Oberflächen bestimmen das funktionale Verhalten von Bauteilen bezüglich Reibung, Verschleiß, Schmierung und Dichteigenschaften. Zur Bewertung der Mikrostrukturen werden diese durch dreidimensionale Oberflächenmessungen erfasst und anschließend die Merkmale durch geeignete Auswertungen charakterisiert. Je nach der zu bewertenden Funktion einer Oberfläche werden unterschiedliche Merkmale durch spezielle Auswertungen der Oberflächenmessungen charakterisiert und teilweise durch Kennwerte aus den entsprechenden Normen beschrieben.

### Oberflächenspitzen

Die Oberflächenanalyse mit Bewertung der Oberflächenspitzen dient der Analyse von singulären Oberflächenerhabenheiten. Die-

se spielen bei tribologischen Systemen in Zusammenhang mit Elastomeren oder in der Medizintechnik eine wichtige Rolle.

Die Oberflächenspitzen lassen sich durch den Kennwert  $S_{pd}$  (Dichte der Oberflächenspitzen) aus der ISO 25178 beschreiben. Dieser ist definiert als Anzahl der Spitzen je Flächeneinheit. Hierbei werden Spitzen unterschiedlich definiert, das heißt einmal als Peak und einmal als höchster Punkt zu unmittelbar vier angrenzenden Nachbarspitzen. Durch eine spezielle Auswertung ist es möglich, die Oberflächenspitzen hinsichtlich Ihrer Anzahl zu erfassen und diese in Histogrammen auszuwerten (Abb. 1).

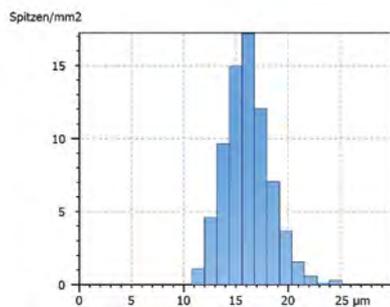
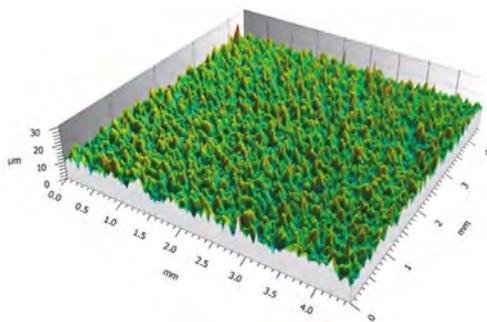
Oberfläche ist ein wichtiges Merkmal für geschmierte Systeme sowie für Tribosysteme mit Dichtfunktion.

### Strukturanalyse / Motivanalyse

Mit der Strukturanalyse oder auch Motivanalyse genannt werden geometrische Merkmale einer Oberfläche in einer 3D-Strukturanalyse statistisch ausgewertet (Abb. 3). Dies sind zum Beispiel Poren, Riefen, Schlagstellen und Fehlstellen. Mit der Oberflächenstrukturanalyse werden diese Merkmale (Motive) hinsichtlich Größe, Tiefe, Fläche, Volumen, Orientierung oder Homogenität charakterisiert. Die Oberflächenstruktur- beziehungsweise Motivanalyse wird beispielsweise für die Bewertung von Fehlstellen an der Oberfläche eingesetzt, die zu Undichtigkeiten von Dichtsitzen führen. Eine weitere Möglichkeit sind die Bewertung von Schlagstellen auf Wälzkörper. Bei geschmierten Systemen ist die Gleichmäßigkeit von Vertiefungen ein wichtiges funktionales Merkmal. Solche Strukturmerkmale lassen mit den Rauheitskenngrößen nicht bewerten.

### Furchen- und Riefenanalyse

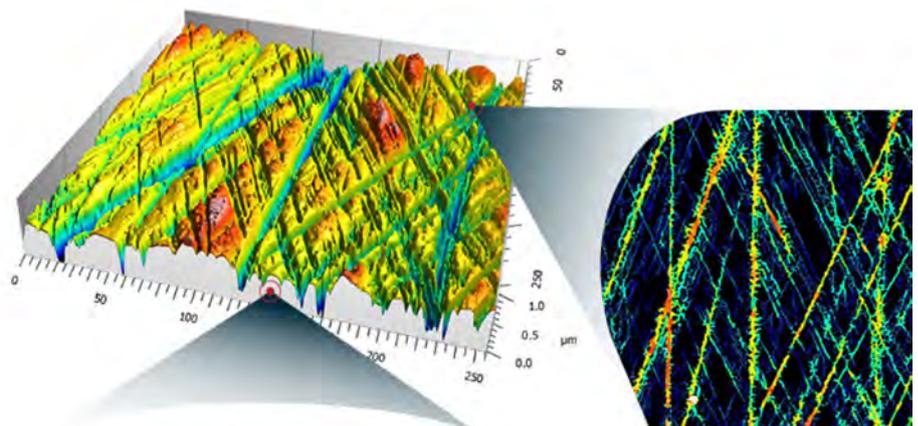
Die Furchenanalyse bewertet durch eine 3D-Strukturanalyse der Oberfläche die Ausprägung von Furchen (Riefen), wie sie beispielsweise infolge eines Honprozesses entstehen. Dabei spielt neben der Richtung und Ausprägung insbesondere die Tiefe der Furchen und deren Dichte eine Rolle (Abb. 2). Die geometrische Ausprägung der Furchen einer



**Information**

Kurve (Anzeigemodus) Spitzenzählungs-Histogramm

**Abb. 1:** Die Spitzen einer Oberfläche, wie sie beispielsweise mittels konfokaler Mikroskopie (oben) darstellbar sind, lassen sich statistisch auswerten



Alle Furchen werden angezeigt.

Parameter	Wert	Einheit
Maximale Tiefe der Furchen	0.771	µm
Durchschnittliche Tiefe der Furchen	0.186	µm
Durchschnittliche Dichte der Furchen	2424	cm/cm2

**Abb. 2:** Mikroskopische Darstellung von Furchen (oben) und deren statistische Auswertung

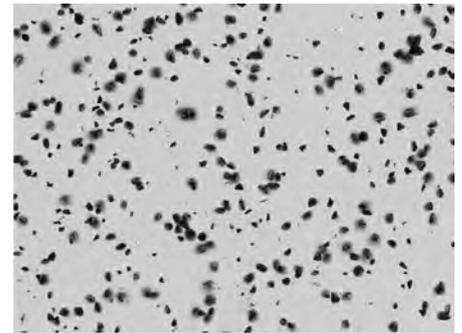


Abb. 4: Partikel in einer Oberfläche in der zweidimensionalen Ansicht

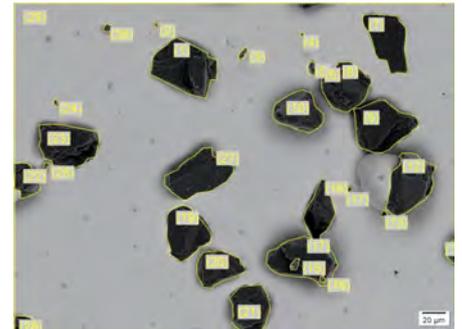


Abb. 5: Partikel einer Oberfläche mit Angaben zu deren Dimension

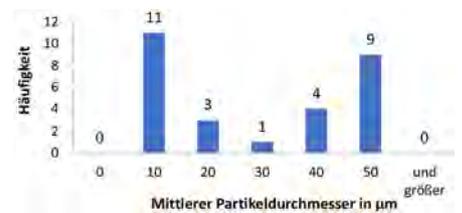
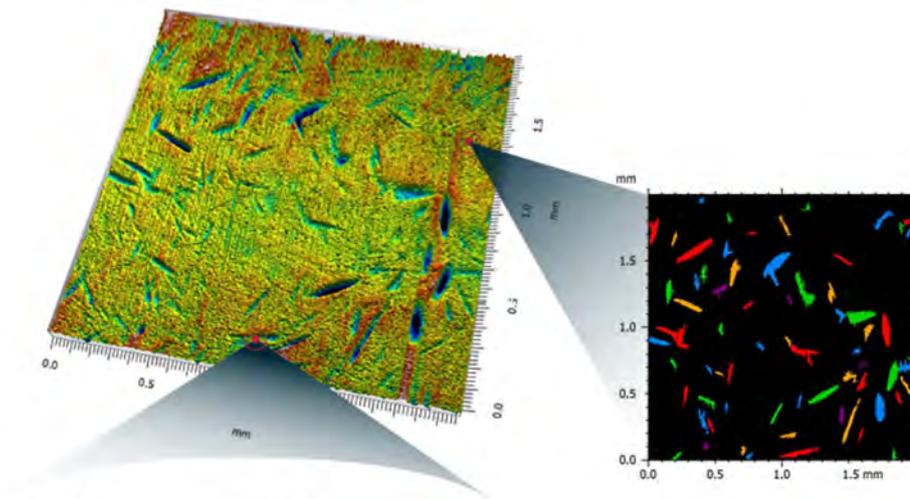


Abb. 6: Partikelgrößenverteilung



Parameter	Stat.	Wert	Einheit
Anzahl Motive		64	
Höhe	Mittelwert	0.304	$\mu\text{m}$
Fläche	Mittelwert	0.00459	$\text{mm}^2$
Durchschnitts-Durchmesser	Mittelwert	0.0605	mm

Abb. 3: Beispiel für die Analyse der Strukturmerkmale einer Oberfläche

## Partikelanalyse

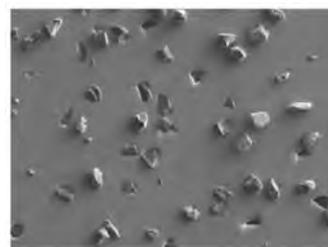
Mit der Partikelanalyse werden Partikel als singuläre Oberflächenerhabenheiten analysiert. Dies kann je nach Methode zweidimensional (Abb. 4) oder dreidimensional erfolgen. Mit dieser Analytik werden Partikel hinsichtlich der horizontalen und vertikalen Dimension statistisch ausgewertet. Die Partikelanalyse kann auf Basis von Aufnahmen mit einem Lichtmikroskop, eines optischen 3D-Messgerätes oder eines Rasterelektronenmikroskops (REM) durchgeführt werden.

Die Analyse von Partikeln mit statistischen Auswertungen der geometrischen Merkmale findet beispielsweise Anwendung bei Restschmutzanalysen von Bauteilen, bei der Klassifizierung von Materialteilchen oder bei dotierten Beschichtungen. Eine beispielhafte Auswertung der horizontalen Dimension einer mit Partikeln dotierten Beschichtung zeigt Abbildung 5. Die statistische Auswertung (Abb. 6) erfolgt hinsichtlich der Merkmale von Partikeln, wie zum Beispiel die Fläche, der Umfang, der Durchmesser, die Form und Kompaktheit oder die Rundheit, um nur die wichtigsten zu nennen.

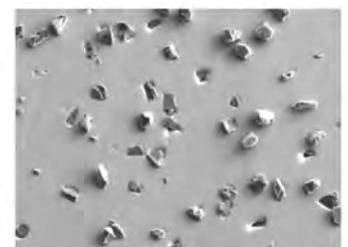
Besonders zur funktionalen Bewertung von Dispersionsschichten, wie sie beispielsweise mit den Verfahren der Galvanotechnik erzeugt werden können, sind dreidimensionale Charakterisierungen der Objektoberfläche wichtig. Eine besondere Methode hierzu stellt die stereoskopische 3D-Rekonstruktion von mit einem Rasterelektronenmikroskop (REM) aufgenommenen Oberflächen dar.

Um eine stereoskopische 3D-Rekonstruktion durchzuführen, werden Aufnahmen mit dem

Rasterelektronenmikroskop unter zwei definierten unterschiedlichen Winkeln durchgeführt (Abb. 7). Durch die dreidimensionale Rekonstruktion können Oberflächenstrukturen nicht nur hinsichtlich der horizontalen geometrischen Merkmale, sondern auch der vertikalen ausgewertet werden. Die vertikalen Merkmale spielen funktional bezüglich Reibungs- und Verschleißverhalten eine wichtige Rolle. Auch hier liefert die statistische Analyse (Abb. 7) einen Anhaltspunkt zu den



REM-Aufnahme Winkel =  $-10^\circ$



REM-Aufnahme Winkel =  $+10^\circ$

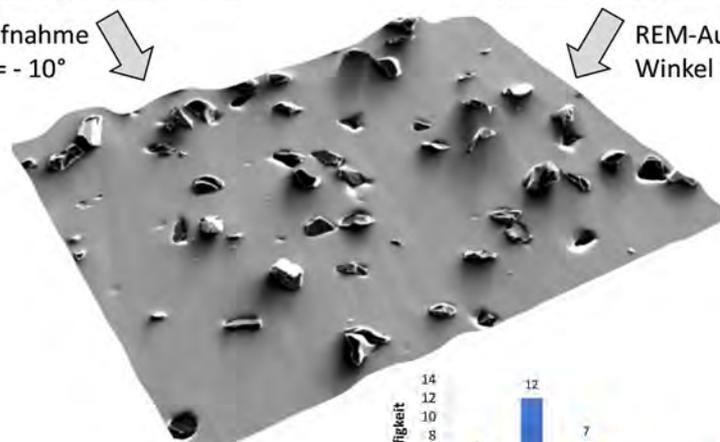


Abb. 7: Stereoskopische 3D-Darstellung aus den Einzelbildern von REM-Aufnahmen und Partikelgrößenverteilung in einer Dispersionsschicht



# WERKSTOFFE

in der Oberfläche befindlichen Partikeln, der Rückschlüsse über die Wirkung von Dispersionschichten in Bezug auf die Einzelkomponenten Partikel und Schichtmaterial ermöglichen kann.

Um eine stereoskopische 3D-Rekonstruktion zu ermöglichen, müssen beide REM Aufnahmen aus zwei verschiedenen Winkeln durchgeführt werden. Dieser Operator wur-

de für REMs (Rasterelektronenmikroskope) entwickelt, die mit einem kippbaren Probentisch (Tilt-Probentisch) ausgestattet sind. Der Tilt-Winkel und die Tilt-Richtung zwischen beiden Bildern, sowohl die horizontale Skala der Bilder (Pixelgröße oder Bildbreite) muss bekannt sein, damit dem rekonstruierten 3D-Bild eine horizontale und vertikale Skala zugeteilt werden kann. Mikroskope der neu-

eren Bauart bieten diese Einrichtungen und erlauben damit eine schnelle und effiziente Analyse von Dispersionschichten, durch die die Weiterentwicklung zur Herstellung von funktionellen Oberflächen erheblich beschleunigt wird.

➔ [www.steinbeis-analysezentrum.com](http://www.steinbeis-analysezentrum.com)

## ≡ Serientaugliche Hybridstrukturen für den Fahrzeugbau

**Fahrzeuge mit hybriden Bauteilen werden für Deutschlands Automobilindustrie immer interessanter. Im Fokus stehen insbesondere hybride Leichtbaustrukturen, zusammengesetzt aus Faserverbund, Kunststoff und Metall. In einem neuen Forschungsprojekt, an dem Wissenschaftler des Laboratoriums für Werkstoff- und Fügetechnik (LWF) der Universität Paderborn beteiligt sind, wird daran gearbeitet, die Produktion dieser Hybridstrukturen industriell serientauglich und wettbewerbsfähig zu machen.**

Hybridstrukturen aus Faserverbund, Kunststoff und Metall werden nach Aussage von Prof. Dr.-Ing. Gerson Meschut bereits im Fahrzeugbau genutzt, um das Karosseriegewicht zu reduzieren und die Crashesicherheit zu erhöhen. *Mit hybriden Bauteilen könnten künftig vermehrt hochbelastbare multifunktionale Fahrzeugstrukturen geschaffen werden, die Energie und umweltschädliche Emissionen einsparen*, so Prof. Meschut. Prof. Dr.-Ing. Gerson Meschut leitet seit Herbst 2011 die 1976 gegründete national und international anerkannte Paderborner Forschungseinrichtung LWF und betreut das Forschungsprojekt *hypro – Ganzheitliche Umsetzung hybrider Bauweisen in die Serienproduktion* mit seinen wissenschaftlichen Mitarbeitern M. Sc. Heinrich Günter und M. Sc. Julian Vorderbrüggen.

Obwohl die aus Faserverbund, Kunststoff und Metall bestehenden Hybridstrukturen verschiedene Vorteile gegenüber den klassischen im Fahrzeugbau eingesetzten Materialien, wie konventionellem Stahl bieten, sind sie bislang nicht Teil der Serienproduktion, denn es gibt noch zu viele Unwägbarkeiten. Hier setzen die Paderborner Forscher mit ihren Partnern an.

Die Forschenden wollen im Projekt eine kombinierte physische und virtuelle Prozesskette für Faserverbund-Kunststoff-Metall-Hybridstrukturen aufbauen und analysieren, wie diese Kette in seriennahen Produktionsszenarien angewendet werden kann. Den Kern der Prozesskette soll eine flexible Fertigungszelle bilden, in der mittels der sogenannten Spritzguss-Kombinationstechnik Hybridstrukturen hergestellt werden. Die Zelle soll es Autobauern später ermöglichen, eine breite Palette von metallischen und nichtmetallischen Werkstoffen vollautomatisiert und wandlungsfähig vorzubehandeln. Mittels etablierter Fügetechnologien untersucht Meschut mit seinem Team, wie sich die Faserverbund-Kunststoff-Metall-Hybridstrukturen effizient in Montagelinien der Serienproduktion von Fahrzeugen integrieren lassen. *Außerdem werden wir spezifische Demontage- und Reparaturkonzepte für die Hybridkomponenten entwickeln*, erläutert Heinrich Günter.

Im Projekt *hypro* werden die Faserverbund-Kunststoff-Metall-Hybridstrukturen ferner

in den einzelnen Prozessschritten Entwicklung, Charakterisierung und Fertigung komplett digitalisiert. *Durch diese Virtualisierung der Prozesskette und durch das Zusammenführen von Real- und Simulationsdaten wird es künftig möglich sein, die Qualität der Hybridstrukturen zerstörungsfrei zu sichern und gezielt die Bauteileigenschaften der Hybridkomponenten zu prognostizieren*, so Julian Vorderbrüggen.

### Über das Projekt

Das auf zweieinhalb Jahre angelegte Projekt *hypro – Ganzheitliche Umsetzung hybrider Bauweisen in die Serienproduktion* startete im Mai 2020 und wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung unter Betreuung des Projektträgers Jülich mit 3,3 Millionen Euro gefördert. Beteiligt sind elf Einrichtungen aus Forschung und Industrie. Das Projekt wird von der Brose Fahrzeugteile SE & Co. KG in Bamberg und dem Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik der TU Dresden koordiniert. Beteiligt sind außerdem die Unternehmen AUMO GmbH, COBES GmbH, FEP Fahrzeugelektrik Pirna GmbH & Co. KG, die GK Concept GmbH, die inpro Innovationsgesellschaft für fortgeschrittene Produktionssysteme in der Fahrzeugindustrie mbH, die Plasmatrete GmbH sowie die Symate GmbH.

➔ [www.uni-paderborn.de](http://www.uni-paderborn.de)



**Blick in einen Bereich des Laboratoriums für Werkstoff- und Fügetechnik (LWF) an der Fakultät für Maschinenbau**

(Foto: Matthias Groppe)

## voestalpine weitet Leichtbaukompetenz auf den Bahnbereich aus

Der Stahl- und Technologiekonzern voestalpine gilt im Automobilbereich als Technologieführer bei der Produktion von höchstfesten und gleichzeitig leichteren Karosserieteilen. Nun übersetzt der Konzern seine Leichtbaukompetenz auch in den Bahnbereich. Mit dem *TransANT* hat die Steel Division der voestalpine und die voestalpine-Logistiktochter Logserv gemeinsam mit der Rail Cargo Group, der Güterverkehrstochter der ÖBB, ein weltweit neues Konzept entwickelt: modular einsetzbare Güterwaggons mit unterschiedlichen Aufbauten in Leichtbauweise.



(© voestalpine AG, Quelle: voestalpine.com)

Für die neuen Leichtbauwaggons liefert die voestalpine ein Komplettsystem bestehend aus Hochleistungsstählen und einer entsprechenden Schweißtechnologie, das wesentlich zur Gewichtsreduktion und Einsatzflexibilität des Wagens beiträgt. So ermöglicht allein das um rund 20 Prozent leichtere Untergestell einen Zuladungsvorteil von bis zu vier Tonnen pro Waggon; steife, höchstfeste Profillösungen in den Waggonaufbauten ermöglichen weitere Gewichtsreduktionen. *Mit unseren innovativen Produktions- und Verarbeitungsverfahren leisten wir nun auch einen wichtigen Beitrag zu mehr Nachhaltigkeit im Schienengüterverkehr. Für die Automobilindustrie sind wir seit Jahren ein wichtiger Entwicklungspartner, wenn es um noch leichtere und gleichzeitig sicherere Fahrzeuge geht*, betont Herbert Eibensteiner, Vorstandsvorsitzender der voestalpine AG. Für den automobilen Leichtbau liefert voestalpine zukunftsweisende Lösungen aus höchstfesten Stählen. Mit der Produktinnovation *phs-ultraform* – feuerverzinktes Stahlband und dessen Weiterverarbeitung zu pressgehärteten Karosserieteilen – hat die Unternehmensgruppe bereits weltweit neue Maßstäbe bei der Herstellung von Leichtbauteilen mit erhöhtem Korrosionsschutz und verbesserter Crash-Performance gesetzt. Premiumautomobilhersteller verwenden Bauteile aus *phs-ultraform* als Längsträger, A- und B-Säulen, Streben in Seitenwänden und Türen (crashrelevante Sicherheitsteile) sowie als Schweller.

Auch beim Design der neuen Leichtbauwaggons beschreitet die voestalpine neue Wege: Erstmals wird im Güterwaggonbau die sogenannte Topologieoptimierung eingesetzt. Die bisher im Automobil- und Luftfahrtbau angewandte Technologie errechnet mittels Software-Algorithmus anhand von vorher festgelegten Parametern selbstständig einen Designvorschlag. Das Ergebnis ist eine Konstruktion, die minimales Gewicht mit maximaler Festigkeit vereint. Die ersten Waggons bewähren sich bereits bei der voestalpine-Logistiktochter Logserv im Transport von Eisenerz. Durch das innovative Leichtbaukonzept der Waggons können jährlich rund 100 Zugfahrten eingespart werden.

### Der voestalpine-Konzern

Die voestalpine ist ein in seinen Geschäftsbereichen weltweit führender Stahl- und Technologiekonzern mit kombinierter Werkstoff- und Verarbeitungskompetenz. Die global tätige Unternehmensgruppe verfügt über rund 500 Konzerngesellschaften und -standorte in mehr als 50 Ländern auf allen fünf Kontinenten. Sie notiert seit 1995 an der Wiener Börse. Mit ihren qualitativ höchstwertigen Produkt- und Systemlösungen zählt sie zu den führenden Partnern der Automobil- und Hausgeräteindustrie sowie der Luftfahrt- und Öl- & Gasindustrie und ist darüber hinaus Weltmarktführer bei Bahninfrastruktursystemen, bei Werkzeugstahl und Spezialprofilen. Die voestalpine bekennt sich zu den globalen Klimazielen und arbeitet intensiv an Technologien zur Dekarbonisierung und langfristigen Reduktion ihrer CO<sub>2</sub>-Emissionen. Im Geschäftsjahr 2019/20 erzielte der Konzern bei einem Umsatz von 12,7 Milliarden Euro ein operatives Ergebnis (EBITDA) von 1,2 Milliarden Euro und beschäftigte weltweit rund 49 000 Mitarbeiter.

➔ [www.voestalpine.com](http://www.voestalpine.com)



**STZ Tribologie**  
Steinbeis Transfer Zentrum

**STEINBEIS-ZENTRUM FÜR  
OBERFLÄCHEN- UND  
MATERIALANALYSEN**

OBERFLÄCHENANALYSE  
BESCHICHTUNGSANALYTIK  
MATERIAL-/BESCHAFFENHEITSANALYSE  
TRIBOLOGIE KNOW-HOW



Mobil: +49 172 9057349  
[www.steinbeis-analysezentrum.com](http://www.steinbeis-analysezentrum.com)



DHBW  
Duale Hochschule  
Baden-Württemberg  
Karlsruhe



Steinbeis-Transferzentrum  
Tribologie in Anwendung  
und Praxis

## Prof. Dr. Martin Dix neuer Institutsleiter des Fraunhofer IWU

Das Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU hat Prof. Dr.-Ing. Martin Dix zum neuen Institutsleiter berufen. Seit dem 1. Oktober 2020 führt er dort den Wissenschaftsbereich *Werkzeugmaschinen, Produktionssysteme und Zerspanungstechnik*. Zugleich übernimmt Prof. Dix in Personalunion die Professur für *Produktionssysteme und -prozesse* an der Fakultät für Maschinenbau der TU Chemnitz.

Das Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU steht nach den Worten von Fraunhofer-Präsident Prof. Reimund Neugebauer an der Spitze der für das Hightech-Land Deutschland so zentralen produktionstechnischen Forschung und Entwicklung. *Ich freue mich sehr, dass wir mit Prof. Dr.-Ing. Martin Dix einen versierten Experten auf dem Gebiet der Produktionstechnologien und -systeme sowie des Produktionsmanagements für die Leitung des Fraunhofer IWU gewinnen konnten*, so Prof. Neugebauer. Als bewährte Führungskraft an der TU Chemnitz und bei Fraunhofer seien Prof. Dix die Mitarbeitenden, Strukturen und Prozesse vor Ort bestens vertraut, als Leiter im Produktmanagement der pro-micron GmbH habe er darüber hinaus wichtige Erfahrungen in der Industrie sammeln können. Prof. Dr.-Ing. Dix tritt nach den Worten von Prof. Dr. Gerd Strohmeier, Rektor der TU Chemnitz, alles andere als eine leichte Nachfolge an. Immerhin handele es sich bei der Professur *Produktionssysteme und -prozesse* um die frühere Professur *Werkzeugmaschinenkonstruktion und Umformtechnik* von Prof. Neugebauer. Strohmeier ist aber fest davon überzeugt, dass Prof. Dix die sich stellenden Herausforderungen meistern und maßgeblich zum Erfolg unserer Universität und dem Wissenschafts- und Wirtschaftsstandort Chemnitz beitragen wird, so der Rektor der TU Chemnitz, der auch Prof. Dr.-Ing. Matthias Putz für die langjährige sowie äußerst engagierte Vertretung der Professur sehr herzlich dankt.

Der geschäftsführende Institutsleiter des Fraunhofer IWU, Prof. Dr.-Ing. Welf-Guntram Drossel, stellt die Bedeutung des Wissenschaftsbereichs *Werkzeugmaschinen, Produktionssysteme und Zerspanungstechnik* heraus: Prof. Dr.-Ing. Dix übernehme damit einen Teilbereich des Instituts mit rund 130 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern, der die DNA des Fraunhofer IWU wesentlich geprägt habe und von Prof. Dr.-Ing. Matthias Putz

über sechs Jahre lang sehr erfolgreich geführt worden sei.

### Schwerpunkte: Prozesstechnologien, Mensch in der Technik, Start-ups

In seiner Doppelfunktion will Dix gleich in mehrfacher Weise Synergien nutzen und die jeweiligen Profile – sowohl der Professur als auch des Fraunhofer IWU – weiterentwickeln. Einen inhaltlichen Schwerpunkt will Martin Dix auf die formgebenden Produktionsprozesse, insbesondere auf die Metallbearbeitung und die damit verbundenen Anlagen und Werkzeuge, legen. *Ich kenne durch meine Forschungstätigkeit an der TU Chemnitz das Wissenschafts- und Transferumfeld vor Ort sehr gut. Kombiniert mit den tollen Erfahrungen in den letzten Jahren bei einem jungen und innovativen Unternehmen im Bereich Messtechnik möchte ich die grundlegende Forschung im universitären mit der einsatznahen Forschung im außeruniversitären Bereich verbinden, um neue Technologien bis in die Anwendung zu begleiten*, sagt Dix. Zudem will er durch die hervorragende Infrastruktur der Universität im Bereich der Start-up-Förderung Ausgründungen verstärkt unterstützen und so den Standort nachhaltig fördern.

Einen weiteren Schwerpunkt der Forschung an seiner Professur und dem Wissenschaftsbereich sieht Martin Dix zudem in der Kernkompetenz *Mensch und Technik* der TU Chemnitz, die der entscheidende Faktor sei, um effizient und flexibel zu produzieren. Hier wird er die Entwicklung neuer Inklusionstechnologien vorantreiben, damit die immer komplexeren Produktionssysteme auch von Quereinsteigern vollumfänglich gesteuert werden können. Insgesamt ist es Dix eine besondere Freude, an den Standort zurückzukehren, denn Chemnitz und die Region zeichne ein historischer Gründergeist aus, zum Beispiel im Maschinenbau. Er möchte dazu beitragen, den Standort zurück an die Spitze zu führen.



Prof. Dr.-Ing. Martin Dix

(Foto: © Fraunhofer IWU)

Vor seiner Berufung ans Fraunhofer IWU und die TU Chemnitz war Martin Dix zwei Jahre lang Leiter des Produktmanagements für die pro-micron GmbH, einem führenden Systemanbieter für drahtlose Mess- und Fertigungsüberwachungstechnik. Dix hat an der TU Chemnitz Maschinenbau studiert und im Rahmen der Sächsischen Landesexzellenzinitiative im Chemnitzer Spitzentechnologiecluster *Energieeffiziente Produkt- und Prozessinnovationen in der Produktionstechnik* (eniProd) zum Thema *Ressourceneffizientes Hochleistungsbohren mit Spiralbohrern – Analyse und Prozessauslegung* promoviert – Prädikat *summa cum laude*. Zunächst wissenschaftlicher Mitarbeiter, war Dix zwischen 2009 und 2011 Gruppenleiter am Fraunhofer IWU und auch zwei Jahre Vorstandsassistent der Wissenschaftlichen Gesellschaft der Produktionstechnik e. V. Von 2011 bis 2018 forschte und lehrte er als Abteilungsleiter an der Professur *Werkzeugmaschinenkonstruktion und Umformtechnik* der TU Chemnitz. Seit dem 1. Oktober 2020 ist Dix einer von drei Institutsleitern des Fraunhofer IWU.

➤ [www.iwu.fraunhofer.de](http://www.iwu.fraunhofer.de)

➤ [www.tu-chemnitz.de](http://www.tu-chemnitz.de)

## Laserstrahl-Schweißverfahren für martensitische Chromstähle sorgt für crash-sichere Zukunft

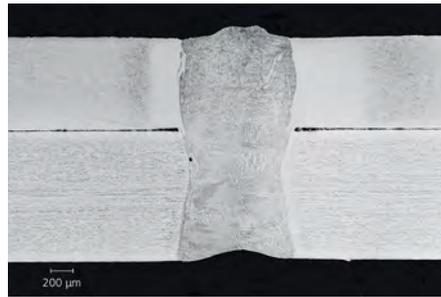
Zu den Stahlsorten mit Zukunft zählen die martensitischen Chromstähle, die sich wegen ihrer Leichtbau- und Korrosionseigenschaften ideal für Anwendungen im Fahrzeugbau eignen. Bei der Konstruktion von crash-sicheren Batteriekästen für Elektroautos sind diese Werkstoffe besonders gefragt. Diese anspruchsvollen Komponenten dienen dem Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT aus Aachen daher auch als Demonstrationsbauteile beim Schweißen und der Wärmebehandlung mit dem Laser.

Im Rahmen des AiF-Forschungsvorhabens FAAM, gefördert durch die Forschungsvereinigung Stahlanwendungen e. V. FOSTA, nahmen Experten aus Industrie und Forschung den aktuellen Stand in puncto Werkstoffe unter die Lupe: Auf der Online-Abschlusskonferenz im Sommer 2020 ging es unter anderem um neue Leichtbaulösungen, Füge-technik und Stirnflächennähte für martensitische Chromstähle. Eine sehr wichtige Rolle spielt die Lasertechnik.

Im Detail untersuchten die Aachener die Eignung zum Schweißen eines pressgehärteten Chromstahls mit martensitischem Gefüge X46Cr13 (1.4034) in artgleichen und artungleichen Verbindungen für die Montage. Dieser gilt aufgrund seines hohen Kohlenstoffgehalts als schwer schweißbar. Bei den artungleichen Verbindungen handelte es sich um Kombinationen mit kaltverfestigtem Hochmanganstahl (1.4678), pressgehärtetem Martensit (1.5528), hochfestem Dualphasenstahl (1.0944) und kaltgewalztem Feinkornbaustahl (1.0984). Nach den Worten von Martin Dahmen, Gruppe Makrofügen und Schneiden am Fraunhofer ILT, lag dabei das Hauptaugenmerk auf der Durchmischung der unterschiedlichen Werkstoffe, der Metallurgie und auf den daraus resultierenden Eigenschaftsprofilen.

### Bessere Verbindungen dank Wärmebehandlung

Durch Wärmebehandlung lässt sich die Fügequalität erhöhen. Dazu wurden bei einer artgleichen 1.4034-Verbindung lineare Nähte im Überlappstoß im Temperaturbereich von 300 °C bis 700 °C außerhalb des Prozesses (ex-situ) wärmebehandelt, die ihre Qualität im anschließenden Scherzugversuch beweisen mussten. Bei 400 °C bis 500 °C ergaben sich laut Dahmen die höchsten Festigkeiten und die geringsten Härten. Bemerkenswert sei der hohe Anteil duktilen Versagens auf der Bruchoberfläche schon bei 400 °C. Mit Blick auf eine Wärmebehandlung mit Laser-



**Artungleiche Schweißverbindung zwischen einem pressgehärteten, martensitischen Chromstahl (oben, 0,9 mm dick) und einem Hochmanganstahl (unten, 1,2 mm dick)**

(© Fraunhofer ILT, Aachen)

strahlung wurden kurze Haltezeiten angestrebt.

### Reaktionen artgleicher Schweißungen variieren

Doch wie sehen die Ergebnisse bei artungleichen Verbindungen aus? Aufgrund des unterschiedlichen Anlassverhaltens variieren die Ergebnisse. So ergaben Untersuchungen an der Kombination 1.4034 mit Dualphasen- und Feinkornbaustahl, dass auch hier eine Anlass temperatur von 400 °C am besten abschneidet. Anders sieht es bei anderen Werkstoffen aus: Vorsicht ist geboten bei pressgehärteten Mangan-Bor-Stählen, da sie ihre Festigkeit schon bei 300 °C verlieren, während diese Temperatur den 1.4034 weitestgehend nicht beeinflusst.

### Oberflächenschichten verbessern Laser-Wärmebehandlung

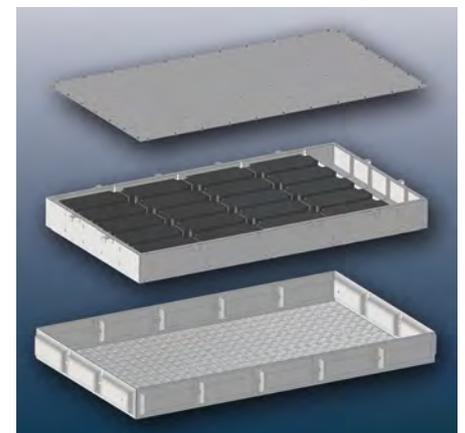
Die Versuchswerte dienen zum Schritt in die Zukunft: die Wärmebehandlung per Laser. In einem nachgeschalteten Prozess mit einem Diodenlaser wurde das Anlassen der Fügezone demonstriert. Die gemessenen Härtewerte zeigten, dass sich Temperaturen von bis zu 650 °C erreichen lassen. Dies entspricht der maximalen Temperatur, bei der ein Anlassen des Werkstoffs ohne Festigkeitsverlust

möglich ist. Die Laser-Wärmebehandlung ermöglicht am Überlappstoß eine selektive Wärmebehandlung, so dass nur der kritische Werkstoff bearbeitet wird.

Die optischen Eigenschaften der Oberfläche lassen sich gezielt für die Wärmebehandlung nutzen. Wie Dahmen erklärt führt der erhöhte Absorptionsgrad an der Schweißnaht zum Anlassen der Schweißnaht und der Schmelzlinie, während die Wärmeeinflusszone einen geringeren Wärmeeintrag erfährt. Mit einer angepassten Intensitätsverteilung sei hier eine signifikante Erhöhung der Effizienz möglich.

### Batteriekästen demonstrieren Schweißqualität

Die Versuche zeigten, dass sich kaltverfestigter Austenit und kaltgewalzter Feinkornbaustahl nicht per Laser wärmebehandeln lassen. 400 °C Anlassen per Laser funktionierte bei der Werkstoffpaarung 1.4034/Dualphasenstahl DP980. Die Ergebnisse will das Fraunhofer ILT nutzen, um die Entwicklung von laserbasierten Verfahren in einem Zukunftsprojekt weiter voranzutreiben.



**Als Demonstrationsbauteil für das Schweißen und Wärmebehandeln von hoch- und ultrahochfesten Stählen befinden sich am Fraunhofer ILT sehr leichte Batteriekästen mit Cras-**

**rahmen in der Aufbau- und Testphase**

(© Fraunhofer ILT, Aachen)

# WERKSTOFFE

Diese Erkenntnisse sollen als Grundlage für die Berechnung und den Entwurf eines Batteriekastens mit aufgesetztem Crashrahmen dienen. Dabei besteht der Modulträger aus einem Materialmix aus ultrahochfesten und supraduktilen Stählen. Die Aachener nutzen beim Crashrahmen aus nicht kaltverfestigtem Hochmanganstahl die hohe spezifische Energieaufnahme zum Abfangen eines Aufpralls. Die hohe spezifische Energieaufnahme kommt durch Zwillingsbildung zustande. Dank dieser Kombination beträgt das Leergewicht mit etwa 70 Kilogramm deutlich weniger als konventionelle Batteriekästen aus Stahl, die in Integralbauweise bis zu 150 Kilogramm auf die Waage bringen.

## Aufblasprozess ohne Werkzeug

Nun folgen in Kürze der Aufbau und der Test: Der Crashrahmen soll per Umformen in In-

nenndruckformen entstehen. Der Effekt entspricht dem des Innenhochdruckumformens – allerdings ohne Werkzeug und Temperierung. *Wir schweißen zwei Bleche im Parallelstoß zusammen. Über ein Druckmedium wird das Bauteil aufgeblasen, um es in die gewünschte Form zu bringen*, erklärt Dahmen. Der Wissenschaftler sieht gute Zukunftschancen für weitergehende Forschungsprojekte. Als vielversprechend sieht er die Stirnflächennähte an, mit denen sich Christoph Wendt von der Anwendungstechnik bei der Scansonic MI GmbH in Berlin intensiv beschäftigt, die für diesen Einsatz einen speziellen Laserkopf entwickelt hat. Mit dieser Technik ließe sich durch schmalere Flansche Material und damit Gewicht einsparen, resümiert Dahmen.

Das IGF-Vorhaben 19556 N/P1175 *Weiterentwicklung fūgetechnischer Absicherung und*

*technischer Auslegung von Schweißverbindungen mit martensitischen Chromstählen* der FOSTA wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestags gefördert. Das Vorhaben wurde am Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT in Zusammenarbeit mit dem Laboratorium für Werkstoff- und Fūgetechnik (LWF) an der Universität Paderborn und dem Fachgebiet Systemzuverlässigkeit, Adaptronik und Maschinenakustik (SAM) an der Technischen Universität Darmstadt durchgeführt.

### Kontakt:

Dipl.-Ing. Martin Dahmen, Gruppe Makrofūgen und Schneiden; E-Mail: martin.dahmen@ilt.fraunhofer.de

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

## Paradigmenwechsel für die moderne Lasertechnik prämiert

**Der in New York City ansässige und weltweit größte technische Berufsverband *Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)* zeichnet Professor Jürgen Czarske mit dem *Laser Instrumentation Award* der IEEE Photonics Society aus. Professor Czarske ist an der Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik der TU Dresden Inhaber der Professur für Mess- und Sensorsystemtechnik. Der Preis würdigt seine innovativen elektrotechnischen Arbeiten zum Thema *computer-gestütztes Lasermessverfahren*. Unter Nutzung der digitalen Transition hat Professor Czarske Paradigmenwechsel für die moderne Lasermesstechnik erreicht, womit Fortschritte für die Informationssicherheit im Internet, bei technischen Prozessen, etwa in Brennstoffzellen, sowie für die Vorsorge und die frühzeitige Diagnostik von Krankheiten ermöglicht werden.**

Der IEEE Laser Instrumentation Award wurde dieses Jahr zum ersten Mal ausgelobt und prämiert die Entwicklung von laserbasierten und elektrooptischen Instrumenten, die wichtige neue Messungen oder Prozessfähigkeiten für Anwendungen in den Bereichen Industrie, Biomedizin, Avionik und Messtechnik ermöglichen. *Es ist eine Freude, dass die IEEE Photonics Society die Auszeichnung vornimmt, die ich ausgesprochen gerne im Namen des gesamten Teams annehme*, so Professor Czarske. Der erstmalig verliehene Laser Instrumentation Award sei für das Team eine große Ehre, Bestätigung und ein Ansporn für weitere Innovationen.

In den letzten Jahren hat in der Optik und Lasertechnik eine digitale Transition stattgefunden. Durch die Entwicklung von leistungsstarken Computern und Algorithmen bieten sich neue Möglichkeiten für die Erforschung innovativer Laserinstrumente. Digital programmierbares Licht ist hierbei der Schlüssel für die Forschung von Professor Czarske und seinem Team. Sie schöpfen aus den Po-

tenzialen digitaler und somit anpassungsfähiger optischer Komponenten. So werden statt traditionellen Linsen programmierbare Lichtmodulatoren verwendet, um beispielsweise durch biologisches Gewebe hindurchzuschauen. In Kombination mit ultraschnellen Computern können auch hoch-dynamische Messaufgaben in Echtzeit gelöst werden. Besonders hierbei ist, dass die entworfenen Systeme im Zuge der Digitalisierung durch Anwendung modernster Algorithmen selbstparametrisierend sind. Das heißt, dass die notwendigen Einstellungen von dem System selbständig gefunden werden. Hierbei werden zum Beispiel holographische Messtechniken oder maschinelles Lernen verwendet. Das Team von Professor Czarske hat Fortschritte bei computerassistierten Laserinstrumenten in zahlreichen Anwendungsgebieten demonstriert. Die erforschten digitalen Systeme werden zur Bekämpfung von Krebs wie mit linsenlosen Faserendoskopen, oder auch bei der Informationssicherheit in faseroptischen Netzwerken eingesetzt.

Professor Czarske ist seit mehr als 35 Jahren ein wegweisender Forscher für Messinstrumente. Er ist Fellow von Optical Society (OSA), European Optical Society (EOS), International Society of Optics and Photonics (SPIE), Senior Mitglied des IEEE, gewähltes Mitglied der Sächsischen Akademie der Wissenschaften, der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Lasertechnologie, Vorstandsmitglied der Deutschen Gesellschaft für Angewandte Optik und Vorstandsmitglied der Deutschen Vereinigung für Laseranemometrie. Er hat über 200 Zeitschriftenartikel veröffentlicht, über 100 eingeladene Vorträge gehalten und mehrere Patente auf die Industrie übertragen. Zu seinen Auszeichnungen zählen der AHMT-Preis für Messtechnik 1996, der Berthold-Leibinger-Innovationspreis 2008, das Reinhart-Koselleck-Projekt 2014 der Deutschen Forschungsgemeinschaft sowie der OSA-Joseph-Fraunhofer Award 2019 / Robert-M.-Burley-Prize.

➔ [www.tu-dresden.de](http://www.tu-dresden.de)

## ≡ Randzoneneigenschaften prozesssicher definieren

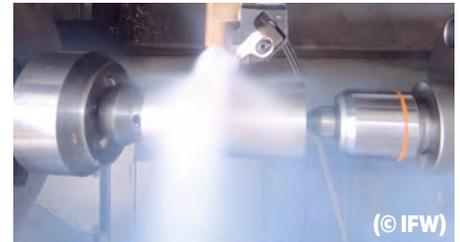
Über die Qualität eines Bauteils entscheiden auch dessen Randzoneneigenschaften. Diese prozesssicher und bauteilindividuell schon im Zerspanungsprozess zu definieren, ermöglicht die Fertigung von Bauteilen mit einer verfestigten Bauteilrandzone unter Beibehaltung eines duktilen Kerns. Das Institut für Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen (IFW) erforscht in Kooperation mit dem Institut für Werkstoffkunde (IW) an einer prozessbegleitenden Softsensorik und einem lernfähigen Modell, um gezielt die Randzoneneigenschaft im Prozess einzustellen.

Das Einstellen von definierten Randzoneneigenschaften von hochfesten und duktilen Stählen beim Drehprozess stellt eine große Herausforderung dar. Bei diesen so genannten Transformation Induced Plasticity (TRIP)-Stählen kann aufgrund einer mechanisch induzierten Gefügeumwandlung von Restaustenit zu Martensit ein hartes und verschleißfestes Gefüge hergestellt werden. Typischerweise wird eine geeignete Mikrostruktur durch Wärmebehandlungsprozesse erzeugt, bevor das Werkstück bearbeitet wird. Diese Prozesse sind jedoch zeit- und energieaufwändig und können zu Bauteilverzug führen. Daher wäre es von großem Vorteil, die gehärtete Randzone direkt bei der spanenden Bearbeitung einzustellen.

Wissenschaftler am Institut für Werkstoffkunde (IW) und am Institut für Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen (IFW) der Leibniz Universität Hannover entwickeln ein lernfähiges Fertigungssystem, welches mittels einer zerstörungsfreien Prüfmethode, basierend auf der Wirbelstromtechnik, den Prozess überwacht und mit einer prozessbegleitenden Simulation die tatsächlichen Eingriffsbedingungen berechnet. Somit soll es möglich sein, durch die direkte Charakterisierung des Bauteils im Prozess eine harte, martensitische Randzone zu erzeugen. Gleichzeitig bleibt ein duktiler Werkstoffkern erhalten und das Bauteil zeigt eine besonders gute zyklische Belastbarkeit.

Nach Aussage von Projektmitarbeiter Hai Nam Nguyen ist eine große Herausforderung, die entsprechenden Phasenumwandlungen bei der spanenden Bearbeitung durch Variation der Prozessstellgrößen herbeizuführen. Unsere experimentellen Untersuchungen zeigen, dass hohe mechanische Belastungen und niedrige Temperaturen sich positiv auf die Umwandlung auswirken. Im Projekt setzen die Wissenschaftler deswegen die kryogene Kühlung im Drehprozess ein und erhöhen durch Auswahl geeigneter Werkzeugmikrogeometrien die mechanische Belastung. Eine prozessparallele Materialabtragssimulation ermöglicht es zudem, die Eingriffsbedingungen während des Prozesses zu ermitteln. Anhand der daraus ermittelten Kenngrößen können Korrelationen mit dem umgewandelten Martensitgehalt ermittelt und somit zur Charakterisierung im Prozess genutzt werden.

Zur Charakterisierung der Randzonen für die Prozessüberwachung zeigt die Wirbelstromprüfung unter Berücksichtigung und Analyse der höherharmonischen Signalanteile ein besonders hohes Potenzial, um nach Korrelation mit den Gefügeeigenschaften eine entsprechende Softsensorik zu entwickeln. Die Wirbelstromtechnik ist ein Verfahren, das unter den zerstörungsfreien Prüftechniken eine besonders große Verbreitung findet. Neben dem klassischen Anwendungsfall – der Fehlerprüfung – ist es hiermit auch möglich, eine



Charakterisierung des Werkstoffs, seines Zustands und seiner Eigenschaften vorzunehmen. Hierdurch ist eine einzigartige Kombination verschiedener Messgrößen möglich, die alle für den fertigungstechnischen Einsatz besonders interessant sind.

Das Forschungsvorhaben ist Teil des DFG-geförderten Schwerpunktprogramms 2086 *Oberflächenkonditionierung in Zerspanprozessen*. Ziel der Arbeiten im Schwerpunktprogramm ist es, für Zerspanungsprozesse unter kombinierter Nutzung von in-process einsetzbarer Softsensorik und Prozesswissen in Form von Prozess-, Geometrie- und Werkstoffmodellen dynamische Vorsteuerungen beziehungsweise -regelungen aufzubauen, die es gestatten, in metallischen Bauteilen gleichzeitig definierte Geometrien und Randschichtzustände einzustellen.

Hai Nam Nguyen

#### Kontakt:

M. Sc. Hai Nam Nguyen,

E-Mail: [nguyen@ifw.uni-hannover.de](mailto:nguyen@ifw.uni-hannover.de)

➔ [www.ifw.uni-hannover.de](http://www.ifw.uni-hannover.de)

## Customized Solutions

Oberflächenveredelung – Perfektion für Ihren Erfolg!

**B + T**  
Unternehmensgruppe

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

Gern auch für Sie.

B+T Unternehmensgruppe

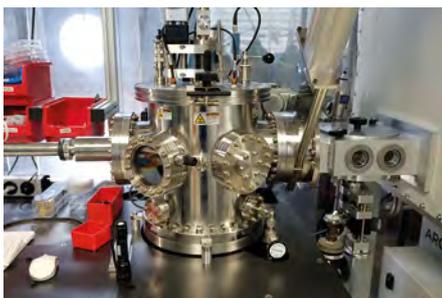
## Dünnschicht-Keramik für Minibatterien

Forscher der Empa haben einen Meilenstein bei der Suche nach einem festen Elektrolyten, dem Leitmedium für künftige Festkörperbatterien, gemeistert. Dieses Material muss zum einen sehr gut leitfähig für Lithiumionen sein, zum anderen möglichst günstig industriell herstellbar. Ultradünne Schichten einer speziellen Keramik (chemisch  $\text{Li}_7\text{La}_3\text{Zr}_2\text{O}_{12}$ ) sollen die Produktion von leistungsstarken Festkörperbatterien in naher Zukunft möglich machen.

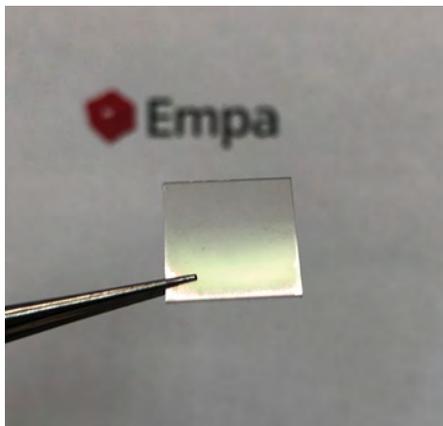
Lithiumionen-Akkus können aufgrund der leicht brennbaren Flüssigkeit in ihrem Inneren ein Risiko bergen. Diese Elektrolytflüssigkeit könnte allerdings in Zukunft durch einen unbrennbaren und zugleich hitzebeständigen Festkörper ersetzt werden. Neben der verbesserten Sicherheit wären auch die höhere Leistungsfähigkeit und eine längere Lebensdauer wesentliche Vorteile solcher Batterien. Das Forschungsteam um Yaroslav Romanyuk an der Empa fokussiert auf Dünnschichttechnologien für die Entwicklung dieser neuen Festkörperbatterien. Der Elektrolyt in solch einer Batterie muss verschiedene Bedingungen erfüllen: Er muss eine sehr gute Leitfähigkeit für Lithiumionen aufweisen und zugleich industriell möglichst günstig herstellbar sein.

### Vom Brocken zur ultradünnen Schicht

Die Keramikverbindung  $\text{Li}_7\text{La}_3\text{Zr}_2\text{O}_{12}$  (kurz LLZO) bringt hierfür die passenden Eigenschaften mit; sie stand im Fokus des Forschungsprojekts von Jordi Sastre, Doktorand an der Empa. Diese Keramik wird bislang zu



**Jordi Sastre forscht im Empa-Labor an Dünnschichtmaterialien für die Batterien der Zukunft, unter anderem unter Einsatz der Sputtertechnologie (oben) (Bild: Empa)**



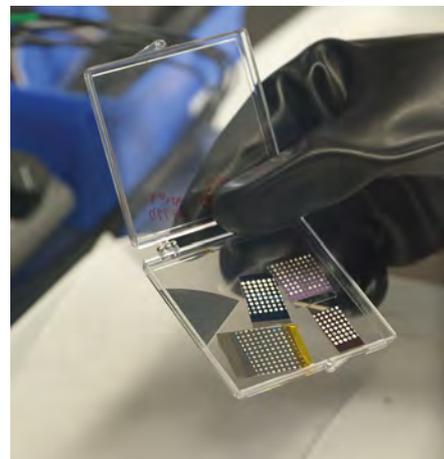
**Dieser ultradünne Keramikfilm könnte die nächste Etappe in der Entwicklung einer leistungsstarken Dünnschicht-Batterie einläuten (Bild: Empa)**

Forschungszwecken in Form von sogenannten Pellets hergestellt, deren Größe auf einige Zentimeter im Durchmesser limitiert ist. Für den Einsatz in Batterien müssen diese Pellets zunächst aufwändig poliert werden – ein zeitraubender Prozess, der mit hohen Materialverlusten einhergeht. Diese Methode ist daher für eine industrielle Fertigung unbrauchbar.

Eine dünne LLZO-Schicht wäre die Lösung und böte außerdem den Vorteil, dass die Lithiumionen schneller durch die Elektrolytschicht fließen können – und damit die Leistung der Batterie steigt. Mittels Magnetron-Sputtering gelang es Sastre nun, die LLZO-Keramik in Form eines ultradünnen Films herzustellen. Die Dicke dieses Films bewegt sich im Bereich von 500 Nanometern. Zum Vergleich: Der Durchmesser eines menschlichen Haars liegt in einem Bereich zwischen 40 000 und 100 000 Nanometern.

### Hundertfach bessere Leitfähigkeit

Messungen an der ultradünnen Materialschicht ergaben eine deutlich höhere Leitfähigkeit im Vergleich zu bisher bekannten Materialien. Schon heute sind Festkörper-Mikrobatterien auf Basis von Lithium-Phosphor-Oxynitrid (LiPON) erhältlich, ein amorphes, glasartiges Material. Die Leitfähigkeit



**In diesen Testbatterien ist die LLZO-Keramik eingebaut. Hier steckt ein enormes Potential für Alltagselektronik (Bild: Empa)**

des an der Empa entwickelten LLZO-Dünnschichtfilms übertrifft nach Angaben der Forscher die Leitfähigkeit von LiPON-Filmen um mehr als das Hundertfache.

Bei ihrer Arbeit behielten die Empa-Forscher immer auch die einfache, großtechnische Herstellung des LLZO-Mikrofilms im Auge. Die Dünnschichten können bei Temperaturen von 600 °C bis 700 °C hergestellt werden, im Vergleich zu bisher bekannten LLZO-Pellets, die mehr als 1100 °C benötigen. Das macht den Prozess schneller, günstiger und zuverlässiger.

In einem nächsten Schritt konnten die Forscher das Material bereits in einer Laborversion einer Dünnschicht-Batterie testen. Und tatsächlich zeigte der neue LLZO-Dünnschichtfilm auch in dieser Testbatterie eine wesentlich höhere Leitfähigkeit, als die bisher bekannten LiPON-Batterien.

LLZO-Festkörperbatterien sind vor allem für kleinere Geräte mit hohem Leistungsbedarf interessant, beispielsweise in der Unterhaltungselektronik oder IoT-Geräten. Die Dünnschicht-Bauweise bei Festkörperbatterien verspricht kürzere Ladezeiten und eine längere Lebensdauer, als bei heutigen, flüssigkeitsgefüllten Lithiumionen-Akkus. Stefanie Zeller

## Effiziente Sandwich-Leichtbaustrukturen mit hoher Oberflächengüte

Faserverbundkunststoffe und die Sandwichbauweise sind als Leichtbautechnologien etabliert. Sie ermöglichen enorme Gewichtseinsparungen bei der Umsetzung von hochbelastbaren Strukturbauteilen und werden etwa für Flugzeug- und Fahrzeuganwendungen eingesetzt. Was diesen Bauteilen bisher für eine breite Anwendung fehlt, sind glatte, optisch ansprechende Oberflächen. In einem gemeinsamen Projekt entwickeln die Firmen ElringKlinger AG, Daimler Truck AG, ThermHex Waben GmbH, Edevis GmbH und das Fraunhofer-Institut für Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen IMWS dafür Lösungen und zugleich die passenden Verfahren für Fertigung und Qualitätsprüfung. Die Partner setzen dabei auf Metall-Kunststoff-Hybrid-Sandwichmaterialien.

Besonders leistungsfähige Leichtbaulösungen bietet die Sandwichbauweise, bei der beispielsweise ein leichter wabenförmiger Stützkern mit dünnen und sehr steifen Deckschichten kombiniert wird, wodurch sich eine hohe Biegesteifigkeit bei gleichzeitig niedriger Dichte ergibt. Gegenüber der monolithischen Bauweise lassen sich damit Gewichtseinsparungen von bis zu 80 Prozent realisieren. Für den Einsatz von thermoplastischen faserverstärkten Kunststoffen in Sandwichverbunden bestehen großserientaugliche Produktionslösungen, die material- und kosteneffizient sind. Zudem sind diese Halbzeuge gut recycelbar. Für Lkw- und Caravan-Aufbauten werden sie bereits erfolgreich eingesetzt.

Um weitere Anwendungsmöglichkeiten zu erschließen, muss ein bisheriger Nachteil der Sandwich-Leichtbaustrukturen überwunden werden: Sie haben keine perfekte Oberfläche, wie sie zum Beispiel in der Automobilindustrie gefordert ist. Ohne aufwändige Nacharbeiten sind an den Oberflächen stets die



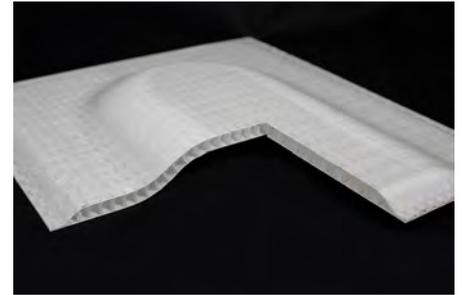
Anhand eines existierenden Bauteils (dem Deckel eines Staufachs aus einem Lkw-Fahrerhaus) soll das Potenzial von 3D-geformten thermoplastischen Sandwichstrukturen mit hoher Oberflächengüte demonstriert werden  
(© Daimler)

Verstärkungsfasern zu erkennen, zudem können dort, wo die Zwischenräume des Stützkerns sind, die Deckschichten in die Wabenzellen einfallen. Die Projektpartner beabsichtigen das zu lösen, indem sie Wabenkerne mit besonders kleinen Zellweiten verwenden und die faserverstärkten Bauteile mit einer metallischen Deckschicht versehen, die eine glatte und somit optimale Oberfläche bildet (Class A-Oberfläche).

Wir nutzen Organosandwich-Halbzeuge, also einen thermoplastischen Wabenkern mit verstärkten Deckschichten aus Faserverbundkunststoff, sagt Matthias Biegerl, Koordinator des Verbundprojekts bei ElringKlinger. Diese erhielten zusätzlich stoffschlüssig angebundene metallische Deckschichten, etwa ein dünnes Metallblech oder eine Metallfolie. Mit diesem Metall-Kunststoff-Hybrid-Material zielen die Projektpartner darauf ab, das enorme Gewichts- und Kosteneinsparungspotenzial der Sandwichbauweise und -technologie für die großserientaugliche Herstellung von Leichtbaustrukturen mit kritischen Oberflächenanforderungen zu erschließen.

Um die Leistungsfähigkeit dieses Ansatzes nachzuweisen, wollen die Projektpartner in dem bis 31. Oktober 2022 laufenden Projekt einen Demonstrator herstellen, der einem existierenden Bauteil aus einem Lkw entspricht, das derzeit in monolithischer Kunststoff-Spritzguss-Bauweise gefertigt wird: den Deckel eines Staufachs. Die Kombination der Kompetenzen der Projektpartner ermöglicht es, nicht nur dieses Bauteil in den Blick zu nehmen, sondern auch die Verarbeitungstechnologie, Funktionsintegration und das Prüfverfahren während der Herstellung. Parallel zum Demonstrator wollen wir Auslegungs-, Prozess- und Qualitätssicherungsmethoden für Metall-Kunststoff-Hybrid-Sandwichmaterialien im Pilotmaßstab entwickeln, sagt Dr. Ralf Schlimper, Projektleiter am Fraunhofer IMWS.

Zu den Zielen des Forschungsteams gehören deshalb die Entwicklung von geeigneten



Die Organosandwich-Technologie ermöglicht die effiziente Fertigung von leichten Bauteilen in Sandwichbauweise (© Fraunhofer IMWS)

Umformverfahren (u. a. 3D-geformte Oberflächen, Dickensprünge, Randabschluss), die Funktionalisierung mittels Spritzguss (u. a. Lasteinleitungs- und Funktionselemente) sowie die Erarbeitung von Lösungen für eine zerstörungsfreie, inlinefähige Prüfmethode auf Basis von aktiver Thermographie. Letztere ist nicht nur zur Qualitätssicherung bei späteren Anwendern essentiell sondern auch für die Bewältigung der material- und prozessseitigen Herausforderungen während des Forschungsprojekts. Dazu gehören die sichere Anbindung zwischen dem thermoplastischen Sandwich und der metallischen Deckschicht, die Prüfung der Oberflächenbeschaffenheit sowie die Steuerung des Umformprozesses, etwa für den nötigen thermischen Zustand der Sandwichstruktur, der eine 3D-Umformung erlaubt, ohne dass der Kern schmilzt und somit instabil wird.

Natürlich sind auch Geometrie/Formgebung, mechanische Performance und Reparaturfähigkeit im Fokus der Projektpartner. Für die gestalterische Vielfalt, die sich beim Einsatz von 3D-umformbaren Sandwichverbunden ergibt, sollen Berechnungsmethoden für die Prozess- und Strukturauslegung sowie Designempfehlungen für die Funktionalisierung und Bauteilgestaltung entwickelt werden.

Biegerl fasst die angestrebten Vorteile zusammen: Unser Fokus liegt darauf, erstmals Sandwich-Leichtbaustrukturen mit

# WERKSTOFFE

Class-A-Oberflächenqualität zu ermöglichen und zugleich einen hohen Grad der Funktionsintegration durch kosteneffizientes Anspritzen von Funktionselementen und inlinefähige Prüftechnologie in einer serien-

tauglichen Umformtechnologie zu realisieren. Die Vorteile der Sandwich-Idee wie die mechanische Performance, Gewichtseinsparung und hohe Wirtschaftlichkeit der Halbzeugherstellung und der Bauteilverarbeitung blie-

ben erhalten. Damit können wir den Weg für einen breiten Markteintritt dieser Technologie bereiten, insbesondere im Bereich Automobilindustrie.

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

## ≡ Hochraten-Laserablation sorgt für flexibles Batteriedesign

Die Stunde des Ultrakurzpulslasers schlägt immer dann, wenn hochempfindliches Material schnell und schonend zu bearbeiten ist. Einen zukunftsrelevanten Anwendungsfall hat das Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT untersucht: Die Aachener entwickelten eine Methode, um das Anodenmaterial von Lithiumionen-Akkus mit ultrakurz gepulster Laserstrahlung schnell, zuverlässig und beschädigungsfrei abzutragen. Dieser Abtragprozess legt die elektrischen Kontaktstellen, die sogenannten Tabs, frei.

Nicht nur in der Elektromobilität, sondern auch bei der Unterhaltungselektronik, etwa bei Tablets und Smartphones, spielen Lithiumionen-Akkus eine sehr wichtige Rolle. Die Batteriehersteller stehen vor einer produktionstechnischen Herausforderung, denn sie müssen auf einer Fertigungslinie noch produktiver als bisher unterschiedlichste Akkufomate fertigen. Ein wichtiger Fertigungsschritt hierbei ist die Beschichtung der metallischen Trägerfolie mit dem sogenannten Aktivmaterial. Es handelt sich um eine hauchdünne Beschichtung, die als Paste auf die wenige Mikrometer dünne Kupfer- oder Aluminiumfolie aufgebracht wird. Wegen der anschließenden elektrischen Kontaktierung der Elektroden über sogenannte Tabs, müssen Teilbereiche der Metallfolie unbeschichtet bleiben. Hierfür wird der Beschichtungs-

prozess immer wieder unterbrochen und neu gestartet.

Hinzu kommt, dass wegen steigender Marktdurchdringung und der Erschließung neuer Anwendungsbereiche die Nachfrage nach Lithiumionen-Akkus unterschiedlicher Geometrien stetig steigt. Gefragt ist daher nicht nur eine schnelle, sondern auch eine flexible Elektrodenfertigung. Ein Lösungsansatz besteht darin, statt der technisch sehr aufwändigen Teilbeschichtung die gesamte Folie vollflächig zu beschichten, um anschließend nur die für die elektrische Kontaktierung notwendigen Stellen mit dem Laser freizulegen. Die Bänder der Produktionsanlagen laufen in der Regel mit Geschwindigkeiten von etwa 60 m/min, erklärt Dr. Karsten Lange, wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Gruppe Mikro- und Nanostrukturierung am Fraunhofer ILT. Die Idee, mit dem Laser diese Flächen freizulegen, scheiterte ihm zufolge bisher an der Produktivität der Ablation. Auch die Qualität der Laserablation habe nicht den hohen Ansprüchen an eine gut zu schweißende Kontaktstelle entsprochen.

nach Aussage von Lange darin, die gesamte Schicht des Aktivmaterials mit einer Überfahrt rückstandsfrei zu entfernen, ohne dabei die dünne Metallfolie zu beschädigen. Mit dem von uns entwickelten Prozess gelingt es uns, mit dem UKP-Laser graphitbasiertes Anodenmaterial mit bis zu 1760 mm<sup>3</sup>/min von einer zehn Mikrometer dünnen Kupferfolie abzutragen, ohne sie zu beschädigen, so Lange. In naher Zukunft wird es möglich sein, die Abtragraten durch den Einsatz der neuen Generation von UKP-Lasersystemen mit Multi-kW-Ausgangsleistung, wie sie derzeit im Fraunhofer Cluster of Excellence Advanced Photon Sources CAPS entwickelt werden, noch weiter zu steigern.

### Partner gesucht für die Weiterentwicklung

Die Laserablation hat sich unter Laborbedingungen bewährt, nun hofft das Fraunhofer ILT auf die Weiterentwicklung zum serienreifen Verfahren. Daher haben wir kürzlich ein Hochleistungs-UKP-Lasersystem installiert, das in ein Rolle-zu-Rolle-System integriert ist und uns die Möglichkeit gibt, die Laserablation in einem kontinuierlichen Prozess zu untersuchen, sagt Lange. Die Forschenden suchen nun Partner, um die Laserablation mit UKP-Laser in einem Industrie- oder Forschungsprojekt weiterzuentwickeln.

#### Kontakt:

Dr. rer. nat. Karsten Lange, Gruppe Mikro- und Nanostrukturierung, E-Mail: [karsten.lange@ilt.fraunhofer.de](mailto:karsten.lange@ilt.fraunhofer.de)

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



**Schnell, schonend und zuverlässig: Mit einem maßgeschneiderten Prozess kann das Fraunhofer ILT mit einem leistungsfähigen UKP-Laser Anodenmaterial mit bis zu 1760 mm<sup>3</sup>/min von sehr dünnen Kupferfolien abtragen, um so Flächen für die elektrische Kontaktierung freizulegen** (© Fraunhofer ILT, Aachen.)

### Neuer UKP-Prozess arbeitet schnell, schonend und exakt

Darüber hinaus sind die Trägerfolien in der Regel nur sechs bis maximal 15 Mikrometer dünn. Dementsprechend bedarf es eines Laserprozesses, der hochproduktiv und rückstandsfrei die Kontaktstellen freilegt – ohne dabei die hauchdünnen Trägerfolien zu beschädigen. Das Fraunhofer ILT entschied sich daher für den Einsatz eines leistungsfähigen UKP-Lasers. Die Herausforderung besteht

## Neuartiger Fotolack ermöglicht 3D-Druck kleinster poröser Strukturen

Forschende des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) und der Universität Heidelberg haben einen Fotolack für den Zwei-Photonen-Mikrodruck entwickelt, mit dem erstmals dreidimensionale polymere Mikrostrukturen mit Hohlräumen in Nanogröße hergestellt werden können. Im Fachblatt *Advanced Materials* berichten die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des gemeinsamen Exzellenzclusters *3D Matter Made to Order*, wie die Porosität im Druckprozess gesteuert werden kann und wie sich dies auf die Lichtstreuungseigenschaften der Mikrostrukturen auswirkt.

Fotolacke sind Drucktinten, mit denen in der sogenannten Zwei-Photonen-Lithographie kleinste Mikrostrukturen 3D-gedruckt werden können. Während des Drucks wird ein Laserstrahl durch den zunächst flüssigen Fotolack in alle Raumrichtungen bewegt. Hierbei härtet der Fotolack lediglich im Fokuspunkt des Laserstrahls aus. Nach und nach können so komplexe Mikrostrukturen aufgebaut werden. In einem zweiten Schritt wäscht ein Lösungsmittel jene Bereiche aus, die nicht belichtet worden sind. Übrig bleiben komplexe Polymerarchitekturen im Mikro- und Nanometermaßstab.

Die Zwei-Photonen-Polymerisation – beziehungsweise der auf diesem Verfahren basierende Zwei-Photonen-Mikrodruck – wird seit einigen Jahren intensiv erforscht; im Hinblick etwa auf die Herstellung von Mikrooptiken, von sogenannten Metamaterialien oder von Mikrogerüsten für Experimente mit einzelnen biologischen Zellen. Um das Anwendungsspektrum zu erweitern, bedarf es neuer druckbarer Materialien. Hier setzen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Exzellenzclusters *3D Matter Made to Order* (3DMM2O) des KIT und der Universität Heidelberg an: Mit bisherigen Fotolacken war es nach Aussage von Frederik Mayer, Hauptautor der Studie und Physiker am KIT,

lediglich möglich, transparente, glasartige Polymere zu drucken. *Unser neuer Fotolack ermöglicht es erstmals, 3D-Mikrostrukturen aus porösem Nano-Schaum zu drucken. Dieser Polymerschaum weist Hohlräume einer Größe zwischen 30 und 100 Nanometern auf, die mit Luft gefüllt sind.*

### Von transparent zu weiß

Einen Fotolack für den 3D Laser-Mikrodruck, mit dem man weißes Material drucken konnte, gab es Mayer zufolge bislang nicht. Wie in einer porösen Eierschale bewirken die zahlreichen winzigen Luftlöcher in den porösen Nanoarchitekturen, dass diese weiß erscheinen. Einfach weiße Partikel in einen herkömmlichen Lack zu mischen, wäre keine Lösung, denn während des Drucks muss der Fotolack für den (roten) Laserstrahl transparent sein. *Unser Lack, so Mayer, ist vor dem Drucken transparent, doch die gedruckten Objekte sind weiß und weisen damit eine hohe Reflektivität auf.* Diese Eigenschaft demonstrieren die Forschenden aus Karlsruhe und Heidelberg mit dem Druck einer haarfeinen Ulbricht-Kugel, eines Bauelements der technischen Optik.

Ein anderer Faktor, der neue Möglichkeiten eröffnet, ist die extrem große innere Oberfläche des porösen Materials. Bei Filtervorgän-

gen auf kleinstem Raum, bei extrem wasserabweisenden Beschichtungen oder bei der Kultivierung biologischer Zellen könnte dies einst positiv zu Buche schlagen.

Wozu der neuartige Fotolack geeignet ist und wie er bestmöglich anzuwenden ist, konnte in übergreifender Zusammenarbeit von drei der insgesamt neun Forschungsschwerpunkte des Exzellenzclusters beschrieben werden. Anhand elektronenmikroskopischer Scans und optischer Experimente zeigten die Forschenden, wie die Hohlräume in gedruckten Strukturen verteilt sind und wie ihre Formation durch Veränderungen der Druckeinstellungen, vor allem der Stärke der Laserpulse, auch gesteuert werden kann. An den aktuellen Arbeiten im Exzellenzcluster haben Heidelberger Forschende auf dem Gebiet der Materialwissenschaften und Karlsruher Forschende auf den Gebieten Chemie und Physik mitgewirkt.

### Exzellenzcluster 3D Matter Made to Order

In dem Exzellenzcluster 3D Matter Made to Order ([www.3dmm2o.de](http://www.3dmm2o.de)) forschen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Karlsruher Instituts für Technologie und der Universität Heidelberg interdisziplinär an innovativen Technologien und Materialien für digitale skalierbare additive Fertigungsverfahren, um den 3D-Druck präziser, schneller und leistungsfähiger zu machen. Ziel ist es, die 3D-Fertigung und Materialverarbeitung vom Molekül bis zur Makrostruktur vollständig zu digitalisieren. Zusätzlich zur Förderung als Exzellenzcluster innerhalb der Exzellenzstrategie des Bundes und der Länder wird 3DMM2O durch die Carl-Zeiss-Stiftung gefördert.

### Originalveröffentlichung:

F. Mayer, D. Ryklin, I. Wacker, R. Curticean, M. Čalkovský, A. Niemeyer, Z. Dong, P. A. Levkin, D. Gerthsen, R. R. Schröder, M. Wegener: 3D Two-Photon Microprinting of Nanoporous Architectures; *Advanced Materials* 2020, <https://doi.org/10.1002/adma.202002044>

www.kit.edu



**Farbwechsel:** Der rechte, mit dem neuartigen Fotolack gedruckte Mikro-Zylinder erscheint weiß, weil in seiner schwammartigen Struktur das Licht gestreut wird, während der aus herkömmlichem Fotolack gedruckte Zylinder transparent erscheint (Foto: 3DMM2O)

## Wirtschaftlich Schneiden und Schweißen – Ultraschalltechnik konfektioniert Atemschutzmasken

Atemschutzmasken schützen vor Feinstaub, Rauch oder Aerosolen und bieten je nach Auslegung auch Schutz gegen bakterielle und virale Tröpfcheninfektion wie durch das Coronavirus SARS-CoV-2. Die marktüblichen, partikelfilternden Faltschleier- oder Formmasken sind in unterschiedliche Schutzklassen unterteilt, die den Aufbau ihrer Filtermaterialien definieren. Heute beschäftigt die Produktion solcher Atemschutzmasken ganz unterschiedliche Branchen, um die benötigten Stückzahlen zu fertigen. Ultraschalltechnologie kann dazu einen wichtigen Beitrag leisten, denn mit ihrer Hilfe lassen sich Atemschutzmasken besonders ressourcenschonend, schnell und wirtschaftlich konfektionieren, egal ob Operationsmasken, Formmasken mit und ohne Ventil oder wiederverwendbare Masken mit austauschbaren Filtersystemen.

Die Produktion von Atemschutzmasken (Abb. 1) stellt vielfältige Anforderungen an die Hersteller. Einfache Nasen-Mundschutz- und Operationsmasken müssen beispielsweise in hohen Stückzahlen kostengünstig gefertigt werden. Notwendig sind Fertigungsverfahren, die der Massenproduktion gerecht werden, gleichzeitig aber auch qualitativ hochwertige Produkte garantieren. Der Prozess ist dabei keineswegs trivial, denn beim Konfektionieren der Masken gilt es zahlreiche Details zu beachten, wie Prägungen, den Einsatz von Filtern, die Fixierung von Form-

bügel, Aussparungen für die Befestigung von Tragebändern oder die Versiegelung der Randzonen. Bei allen dafür notwendigen Fertigungsschritten kann die Ultraschalltechnik als prozesssicheres, dabei aber wirtschaftliches Verfahren punkten. Per Ultraschallschweißen lassen sich alle Teile schnell, produktschonend und dicht zusammenfügen. Gleichzeitig kann Ultraschall auch zum Schneiden genutzt werden; Stanzen, Prägen und Siegeln sind dadurch beim Trennschweißverfahren in einem Arbeitsgang möglich. Bei der Produktion von Atemschutzmasken bringt das gleich etliche Vorteile: Atemschutzmasken bestehen je nach Verwendungszweck aus verschiedenen Vlies- und Deckstoffschichten. Die flachen Zuschnitte, die das Ausgangsprodukt für die Masken bilden, müssen einer bestimmten Form entsprechen und dürfen an den Schnittkanten nicht offen sein. Beide Anforderungen kann die Ultraschalltechnik in nur einem Arbeitsgang erfüllen. Mit einer Formmatrize und eines mit Ultraschallfrequenz schwingenden Werkzeugs lassen sich Konturteile wirtschaftlich ausschneiden und gleichzeitig wird durch Erwärmung im Schnittbereich die Randzone versiegelt. Auch Öffnungen für Ventile oder Durchführungen zum Einschleusen der Tragebänder lassen sich mit dem

Trenn-Schweißverfahren schnell und mit sauberen Schnittkanten in einem Schritt realisieren.

### Fügen und Trennen mit nur einer Technologie

Die prinzipielle Funktionsweise des Verfahrens ist einfach zu verstehen. Als Ultraschall werden Schallfrequenzen oberhalb der menschlichen Hörgrenze bezeichnet, also ab etwa 20 kHz. Zum Schneiden und Schweißen mit Ultraschall kommen Frequenzen im Bereich von 20 kHz und 35 kHz zum Einsatz. Erzeugt werden sie durch einen Piezo-Konverter, der eine Sonotrode in eine hochfrequente resonante Schwingung versetzt, die besonders wirkungsvoll ist und dabei gleichzeitig wenig Leistung benötigt. So entstehen bei geringer thermischer Belastung von Produkt und Umgebung entweder saubere Schnitte mit glatten Kanten oder hochfeste Fügeverbindungen.

Beim Fügen werden durch die akustischen Schwingungen die Moleküle der zu verbindenden Teile ebenfalls in Schwingung versetzt. Dadurch entsteht an den Kontaktstellen Wärme, die die Materialgrenzen aufbricht und die Materialien miteinander verschmilzt. Die so entstehende hochfeste Siegelnaht ist nicht nur dicht, sondern kann auch sehr schmal und damit material- und kostensparend sein. Zudem gibt es kein Ausfransen der Schnittkanten und weiche Kanten sorgen für hohen Tragekomfort.

Weder beim Fügen noch beim Schneiden entsteht Materialverlust und es entwickeln sich – im Gegensatz zum Laserschneiden – keine Verbrennungsgase, die abgesaugt werden müssten. An den Ultraschallwerkzeugen sammeln sich auch keine Rückstände, das Verfahren ist praktisch verschleißfrei, benötigt nur wenig Energie und keine Zusatzstoffe wie zum Beispiel Kleber. Zudem sind die Zykluszeiten ausgesprochen kurz.



**Abb. 1: Mit Ultraschalltechnologie lassen sich Atemschutzmasken besonders ressourcenschonend, schnell und wirtschaftlich konfektionieren** (Quelle: 123RF, nanthm)

### Individuelle Applikationsberatung

Gegen das Coronavirus SARS-CoV-2 kommen verschiedene Arten von Atemschutzmasken in Frage. Für ihre Produktion bietet Telsonic CE-konforme Ultraschallkomponenten für den Anlagenbau und Handarbeitsplätze. Welche Komponenten sich für die jeweilige Anwendung eignen, klären die Ultraschallspezialisten wegen COVID-19 digital und häufig via Livestream: locker sitzende Mund-Nasen-Schutzmasken oder dicht anliegende FFP-Masken, FFP2, FFP3, mit oder ohne Ventil, welche Materialart, welche Materialkombinationen, geplante Produktionsleistung? Sind diese Fragen mit dem Kunden geklärt, werden die passenden Schweißwerkzeuge ausgewählt, Muster erstellt und die Produktionsparameter spezifiziert. Prozessspezialisten von Telsonic berechnen anhand dieser Angaben und der gewünschten Produktionsleistung die benötigten Systemkomponenten.

## Einzelarbeitsplatz oder automatisierte Fertigungslinien

Der Ultraschallspezialist Telsonic hat auf die aktuelle Situation reagiert und bietet für die Produktion von Atemschutzmasken passgenaues Equipment einschließlich kompetenter Beratung an. Die Ultraschallkomponenten



**Abb. 2: CE-konforme Ultraschallkomponenten für den Anlagenbau: digitaler Ultraschallgenerator, akustische Werkzeuge zum Trennen oder Fügen und Ultraschallkonverter (Quelle: Telsonic)**

sind modular aufgebaut (Abb. 2) und bestehen aus Konvertern, Sonotroden, Generatoren, Vorschubeinheiten und Steuerungen. Die Sonotroden werden individuell auf die je-



**Abb. 3: Automatisierte Maskenproduktion von der Vliesabrollung bis zum Ausschleusen der fertigen Maske (Quelle: Telsonic)**

weilige Schneid- oder Fügeaufgabe ausgelegt. Der Ultraschallgenerator MAG eignet sich für alle bei der Maskenproduktion denkbaren Schweiß- und Trennaufgaben und er-

möglicht dank dynamischer Regelung höchste Taktraten bei hoher Prozessstabilität. Er ist für den platzsparenden Schaltschrank einbau ausgelegt und lässt sich wahlweise analog oder über alle gängigen Feldbussysteme ansteuern.

Die Ultraschallsysteme sind zudem sehr flexibel und können an Handarbeitsplätzen wie auch in automatischen Fertigungslinien integriert werden. Ihre Steuerungssoftware bietet verschiedene Schweißmodi und Trigger-Funktionen sowie die Möglichkeit, Amplituden- und Kraftprofile an die jeweilige Anwendung anzupassen. Damit lassen sich alle Schneid-, Trennschweiß- und Fügeoperationen bei der Schutzmaskenproduktion in hoher Fertigungsqualität abdecken. Abbildung 3 zeigt den schematischen Aufbau einer solchen automatisierten Maskenproduktion von der Vliesabrollung bis zum Ausschleusen der fertigen Maske. In die Anlage integriert sind Ultraschallsysteme zum Schneiden der Nasenbügel, Schweißen der Maskenkontur und zum Aufschweißen der Ohrenschlaufen auf beiden Seiten.

Das in Korea ansässige Unternehmen HJ PNC beispielsweise ist von diesen Möglichkeiten der Ultraschalltechnik überzeugt. Um dem Mangel an Schutzmasken offensiv zu begegnen, produziert es seit März 2020 vollautomatische Maschinen für die Maskenproduktion (Abb. 4). Mittlerweile verlassen jeden Monat 70 Maschinen das Werk. Ihre Herzstücke sind Ultraschallsysteme von Telsonic, die hier ihre Zuverlässigkeit und Langlebigkeit unter Beweis stellen. Shaun Youn, Co-räsident von HJ PNC und Präsident von Zhongtai Korea, ist begeistert: *Obwohl es nur eine kleine Maske ist, hilft sie, Leben zu retten. Daher werden HJ PNC und Telsonic weiterhin zusammenarbeiten, um Maskenproduktionsmaschinen von höchster Qualität und mit optimaler Leistungsfähigkeit herzustellen*, betont Shaun Youn.

Dirk Schnur/Ellen-Christine Reiff



**Abb. 4: Ultraschalltechnologie hilft HJ PNC im Kampf gegen COVID-19: Das Unternehmen produziert pro Monat 70 vollautomatische Maschinen für die Fertigung von Atemschutzmasken (Quelle: HJ PNC)**

## Über Telsonic

Die Telsonic-Gruppe mit Hauptsitz in Bronschhofen, Schweiz, ist seit 1966 mit technologischen Ultraschalllösungen in Europa, Amerika und Asien vertreten. Ständige Innovationen tragen dazu bei, dass sich das Unternehmen in vielen Anwendungen einen Vorsprung erarbeitet hat, der den Anwendern Mehrwert bietet. Das inhabergeführte Familienunternehmen mit über 250 hochqualifizierten Mitarbeitern hat sich auf das Kunststoff- und Metallschweißen sowie das Reinigen, Sieben und Schneiden mit Ultraschall spezialisiert. Diese Kompetenzen sind bei aktuellen Trendthemen stark gefragt, zum Beispiel bei Leichtbau, Elektromobilität, Batterieherstellung, Verpackungsindustrie, Medizintechnik und 3D-Druck.

➔ [www.telsonic.com](http://www.telsonic.com)

## Für sichere und verträgliche Implantate: ClickKit-Well

Zur Beurteilung der Verträglichkeit von Implantaten mit dem menschlichen Körper haben Forschende des Fraunhofer-Instituts für Keramische Technologien und Systeme IKTS ein Testsystem entwickelt, das die biologische Untersuchung von Implantatmaterialien auf eine neue Stufe hebt. Mit dem patentierten *ClickKit-Well* werden Materialien vergleichbar getestet, indem identische Testoberflächen geschaffen werden. Zudem sind multiple Tests auf einem Prüfkörper möglich. Das spart Material und ermöglicht effizientere Analysen der Implantatverträglichkeit.

Die Verträglichkeit von Implantaten hängt wesentlich vom eingesetzten Material ab. Daher werden Implantatmaterialien in einer künstlichen Laborumgebung, die dem lebenden Organismus nachempfunden ist, umfassend geprüft. Für diese In-vitro-Tests stellen die Materialhersteller Prüfkörper zur Verfügung, die sich entsprechend ihrer Herstellungsverfahren in Größe und Form stark unterscheiden. Testet man diese Prüfkörper in einer herkömmlichen Zellkulturplatte, lassen sich die Ergebnisse nicht direkt quantitativ vergleichen, da verschieden große Bereiche des jeweiligen Prüfkörpers mit Testflüssigkeit benetzt werden.

### Neuartiges modulares Testszenario für Implantatmaterialien

Mit dem am Fraunhofer IKTS entwickelten Testsystem *ClickKit-Well* werden auf den Materialprüfkörpern definierte Bereiche geschaffen, die mit der Testflüssigkeit, zum Beispiel Blut- oder anderen Körperzellen, in Kontakt kommen. *Diese Testflächen werden erzeugt, indem eine flexible, durchlochte Silikonmatte auf die Oberseite des zu testenden Materials gepresst und fluiddicht fixiert wird. Dieser sogenannte Well-Aufsatz ist einer Standardzellkulturplatte nachempfunden* erläutert Dr. Juliane Spohn, Leiterin der Gruppe Biologische Materialanalytik am Fraunhofer IKTS. In die Wells wird Testflüssigkeit eingebracht und so die Wechselwirkung mit dem Materialprüfkörper untersucht. Da die so realisierten Testflächen immer gleich groß sind, kön-

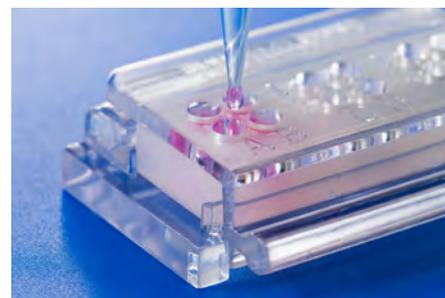
nen diese direkt quantitativ verglichen werden. So sind genauere Ergebnisse möglich. Je nach Größe des Materialprüfkörpers, können verschiedene Tests gleichzeitig an einem Prüfkörper durchgeführt werden. So lassen sich im Vergleich zu etablierten Systemen bis zu 75 Prozent Material und Kosten sparen. Steriles Arbeiten ist dank eines Deckels, der auf das geschlossene System aufgesetzt wird, möglich. Das Testsystem ist modular konzipiert und in den gängigen Zellkulturformaten 96-Well, 48-Well und 24-Well konstruiert.

### Vielfältige Anwendungsmöglichkeiten

Das Testsystem kann Juliane Spohn zufolge überall da eingesetzt werden, wo die Wir-



**Das modular aufgebaute In-vitro-Testsystem ClickKit-Well erlaubt höchste Flexibilität. Es besteht aus einem Bodenelement, in das die Prüfkörper eingelegt werden und einem durchlochten Aufnahmeelement (Silikon), das die sogenannten Wells auf den Prüfkörperoberseiten nach Druckverschluss mit dem Deckelement erzeugt** (© Fraunhofer IKTS)



**Das In-vitro-Testsystem ClickKit-Well (DE 10 2018 221 415.8, 12/18) ermöglicht standardisierte Tests direkt am Implantatmaterial mit reproduzierbaren Ergebnissen**

(© Fraunhofer IKTS)

kung eines Materials beziehungsweise einer Materialoberfläche auf angrenzende Bereiche von Interesse ist. Das betreffe insbesondere die Wechselwirkung mit biologischen Materialien, Zellen, Geweben und auf molekularer Ebene mit Proteinen. Entsprechend sei das Testsystem vor allem für Forschungsinstitute und Prüflabore relevant. *Gemeinsam mit Anwendern möchten wir ClickKit-Well weiterentwickeln und für weitere Medizinprodukte und Einsatzgebiete adaptieren, so Spohn.*

Interessante Anwendungen eröffnen sich auch im Hinblick auf die Herausforderungen durch die aktuelle Corona-Pandemie. Einsatzszenarien des Testsystems wären beispielsweise Untersuchungen von neuartigen antiviralen Oberflächen.

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



Lufttechnische Anlagen  
Abluftreinigung  
Ventilatoren

Wärmerückgewinnungssysteme  
Prozesskühlung  
Modernisierung bestehender Anlagen



Wir schließen Ihren Energiekreislauf

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

## Skalierbare Prozesse zur Abscheidung von Aluminiumlegierungsschichten für den Korrosionsschutz – Skala

Von Julia Eckert

Bis heute werden in der Luft- und Raumfahrtbranche mangels vorhandener Alternativen noch Cadmiumschichten für den kathodischen Korrosionsschutz eingesetzt. Das vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) geförderte Verbundvorhaben *Prozesssichere Aluminiumlegierungsschichten für den umweltfreundlichen Korrosionsschutz in der Luftfahrt (ProAlu)* hat sich zum Ziel gesetzt, die aktuell eingesetzten Cadmiumschichten zur Vermeidung von Korrosion auf Stahlbauteilen durch unbedenklichere Aluminiumlegierungsschichten zu ersetzen. Die REACh-Verordnung (Abkürzung

für: Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals) stuft Cadmium und dessen Salze als besonders besorgniserregende Stoffe ein [1]. Daher ist der Einsatz von Cadmium derzeit nur noch in der Luft- und Raumfahrtbranche erlaubt. Im Teilprojekt Skala werden Aluminiumlegierungsschichten aus einem lösemittelbasierenden Elektrolyten abgeschieden. Grundlagen dieser Arbeiten wurden im Projekt *Nickel- und Cadmium-freier Oberflächen-schutz (NiCO)* erarbeitet. Dort konnte gezeigt werden, dass sich Aluminiumlegierungsschichten für den Einsatz im Bereich



### 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

### Projekt-Steckbrief

Titel	Skalierbare Prozesse zur Abscheidung von Aluminiumlegierungsschichten für den Korrosionsschutz – Skala im Verbund ProAlu
Laufzeit	Juli 2020 bis September 2023
Partner	Verbundpartner: Airbus Operations GmbH, Fairschild Fasteners Europe – VSD GmbH, Fraunhofer FEP, Helmholtz-Zentrum Geesthacht, Technische Universität Ilmenau Assoziierte Partner: Airbus Helicopters Deutschland GmbH, Airbus Defence and Space GmbH
Förderung	540 000 €, gefördert vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), Förderkennzeichen: 20W1921F
Link:	<a href="https://www.ipa.fraunhofer.de/skala">https://www.ipa.fraunhofer.de/skala</a>



**Für die Abscheidung von Aluminiumlegierungsschichten ist eine Inertgasatmosphäre notwendig; aus diesem Grund finden die Abscheidungen in einer Glovebox unter Sauerstoffausschluss statt (Quelle: Fraunhofer IPA/Rainer Bez)**

kathodischer Korrosionsschutz eignen. Im Projekt Skala werden die Aluminiumlegierungsschichten nun intensiv charakterisiert und auf ihre Eignung als Substituent hin bewertet. Dies erfordert einen reproduzierbaren und stabilen Abscheideprozess. Es soll dabei auch untersucht werden, inwieweit sich eine Änderung der Elektrolytzusammensetzung und/oder der Prozessparameter auf die Performance der Schicht auswirken. Um eine industrielle Umsetzung dieses Prozesses bewerten zu können, wird am Fraunhofer IPA eine erste Laborversuchsanlage für einen lösemittelbasierten Prozess zur Abscheidung von Aluminiumlegierungsschichten aufgebaut.

➔ <https://www.ipa.fraunhofer.de/skala>

### Literatur

- [1] Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH) – Anhang XVII

## ≡ Erfolgreiche Digitalisierung in der Galvanotechnik – Der neue Kollege im Beschichtungslabor

Von Holger Klempnow<sup>1)</sup>, Torsten Behrendt<sup>1)</sup>, Benjamin Szalkiewicz<sup>1)</sup>, Günter Mollath<sup>1)</sup>, Roy Morgenstern<sup>2)</sup> und Thomas Lampke<sup>2)</sup>



[Zum online-Artikel](#)

Im Rahmen des vom BMBF geförderten Vorhabens *ReKoPP – REACH-konformer Korrosionsschutz durch Pulse-Plating* haben die Technische Universität Chemnitz, der Chemie- und Verfahrensanbieter Coventya, der Stromquellenanbieter plating electronic sowie die Beschichter Gazima und B+T ein Vorhaben durchgeführt, in dem Methoden zur Elektrolyt- und Prozessentwicklung erforscht wurden. Das Projektziel bestand in der Entwicklung einer großserientauglichen, REACH-konformen ternären Zinklegierungsschicht, die gegenüber den verfügbaren nickelfreien Alternativen überlegene Schichteigenschaften aufweist. Als Schlüsseltechnologie wurde die Pulsabscheidung identifiziert. Die hierfür erforderlichen Pulsstromquellen entwickelte das Unternehmen plating electronic. Mithilfe der statistischen Versuchsplanung und der Auswertung durch neuronale Netze haben die Forscher der TU Chemnitz komplexe Wechselwirkungen identifiziert und Modellvorstellungen für die Legierungsabscheidung erarbeitet und erprobt. Für die automatisierte Experimentdurchführung entwickelten die KleRo GmbH Roboterautomation und OTE Oberflächen- & Elektrotechnik Scheigenpflug GmbH eine Anlage, die in der Lage ist, Experimentreihen automatisch abzuarbeiten. Entstanden ist ein Labor-Roboter (Labo-Rob), der autonom in einem für seine Tätigkeiten ausgestatteten Labor tätig ist.

As part of a project funded by the BMBF, the Chemnitz University of Technology, the chemical supplier Coventya and the coaters Gazima and B+T have carried out a research project in which novel methods for the electrolyte and process development were researched. The project objective was the development of a REACH-compliant ternary zinc alloy layer suitable for large-scale production, which has superior coating properties compared to the nickel-free alternatives available. Pulse plating was identified as a key technology. The required pulse current sources were developed by plating electronic. By using a statistical design of experiments and the data analysis by neural networks, the researchers at Chemnitz University of Technology identified complex interactions and developed and tested models for alloy deposition. For this purpose, the companies KleRo GmbH Roboterautomation and OTE Oberflächen- & Elektrotechnik Scheigenpflug GmbH have developed a system that is able to process series of experiments automatically. The result is a laboratory robot that works autonomously in an environment equipped for its activities.

### 1 Motivation

Eine ganze Reihe von Forschungs- und Entwicklungsvorhaben in der Galvanotechnikbranche basieren auf der Planung und Auswertung von Experimenten. Wer Berechnungsverfahren und dafür geeignete Modelle anwenden möchte, muss sich mit der Skalierungs-Thematik auseinandersetzen. Für die Voraussage der Bildung von Schichten mit bestimmten mechanischen, optischen und chemischen Eigenschaften gibt es keine universell anwendbaren Modelle. Weder eine Betrachtung der Vorgänge in der atomaren Dimension, in der Dimension von Molekülen oder im Bereich der Schichtdicken, noch die bekannten physikalischen Zusammenhänge, beschrieben durch beispielsweise die Buttlervolmer-Gleichung oder Gesetze der Diffusion, führen zu einer ganzheitlichen Lösung.

Die übliche Vorgehensweise besteht dann darin, auf der Basis von Erfahrungen schrittweise einen Abscheidungsprozess zu entwickeln. In vielen Fällen geschieht das durch *trial and error*.

Ein vor etwa zehn Jahren durchgeführtes Forschungsvorhaben mit der Zielsetzung einer anwenderorientierten Simulation der Schichtbildung (ANSIM: Anwendungsorientierte Simulation zur Planung und Produktion maßgeschneiderter, elektrolytisch erzeugter Oberflächen) hat diese Thematik der Modellbildung aufgegriffen. In diesem Vorhaben wurden die Ergebnisse aus Experimenten den Ergebnissen aus mathematischen Modellen gegenübergestellt. Es zeigte sich, dass beide Verfahren sich ergänzen können. Mit den mathematischen Modellen lassen sich grob Elektrolytzusammensetzungen und Prozessparameter definieren. Mit den auf Experimenten basierenden Untersuchungen (phänomenologische Modelle) kann der Zusammenhang zwischen den Prozessparametern und den Schichteigenschaften ganzheitlich dargestellt werden.

Die phänomenologisch beobachteten Zusammenhänge wurden mit sogenannten Kennfeldern grafisch dargestellt. Die Identifikation der Kennfelder erfolgte durch ein Trainieren neuronaler Netze. Dieser Verfahrensansatz kommt heute in vergleichbaren Vorhaben zur Modellbildung im Rahmen der Digitalisierung der Materialwissenschaft sowie in der Abbildung sogenannter digitaler Zwillinge zum Einsatz.

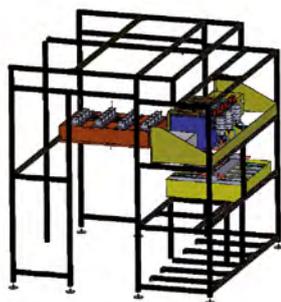
Die Professur Werkstoff- und Oberflächentechnik der Technischen Universität Chemnitz hat diesen Ansatz frühzeitig aufgegriffen. Die Anzahl der Experimente zur Bildung von Kennfeldern ist bei herkömmlichen Verfahren äußerst umfangreich. Durch eine statistische Planung der Versuche lässt sich der experimentelle Aufwand für die Modellbildung deutlich mindern. Die Methode DoE (Design of Experiments) findet schon seit vielen Jahren Anwendung in der Automobilindustrie zur kennfeldbasierten Steuerung von Verbrennungsmotoren.

Die Besonderheit bei der Durchführung statistisch geplanter Versuche besteht darin, alle

<sup>1)</sup> KleRo GmbH Roboterautomation, Berlin

<sup>2)</sup> Technische Universität Chemnitz, Professur Werkstoff- und Oberflächentechnik

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



**Abb. 1: Konzeptionierung einzelner Komponenten (re.) sowie die fertiggestellte Anlage (li.)**

Versuchsparameter vor dem jeweils nächsten Schritt der Ausführung eines Experiments zu ändern. Diese Methode erlaubt die Zahl der erforderlichen Experimente gegenüber der herkömmlichen Vorgehensweise drastisch zu senken. Nachteil: Die Rückführung von Ergebnissen auf den Einfluss eines Parameters ist während der laufenden Experimentierphase nicht möglich. Erst wenn die Ergebnisse aller geplanten Versuche vorliegen, erfolgt die Auswertung.

Diese Vorgehensweise, vor jedem Experiment alle Versuchsparameter neu einzustellen, stellt hohe Anforderungen an den Laboranten. Fehler bei der Experimentausführung und der Dokumentation können auftreten. Diese und weitere Betrachtungen waren für die TU Chemnitz Anlass, eine weitgehend automatische Experimentplanung, Ausführung und Auswertung zu realisieren. In Zusammenarbeit mit dem Unternehmen KleRo GmbH Roboterautomation wurde ein kompakt aufgebautes Labor mit allen in der Galvanotechnik erforderlichen Einrichtungen entwickelt, in dem ein Roboter die Arbeiten eines Menschen weitgehend übernimmt.

Der Nachweis, dass eine automatische, robotergeführte Anlage wesentlich die Forschung und Entwicklung von Elektrolyten mit neuen Eigenschaften unterstützen kann, wurde in einem vom BMBF geförderten Forschungsvorhaben ReKoPP (REACH-konformer Korrosionsschutz durch Pulse-Plating) erbracht. In diesem Vorhaben waren Elektrolythersteller, Beschichter und Gerätehersteller interdisziplinär tätig. Die zu vermittelnde Botschaft des Vorhabens besteht darin, das Potential der Automatisierung von robotergeführten Anlagen bei der Forschung und Entwicklung exemplarisch zu zeigen. Nachfolgend sind einige Details der Anlage beschrieben.

## 2 Der Arbeitsplatz des Roboters

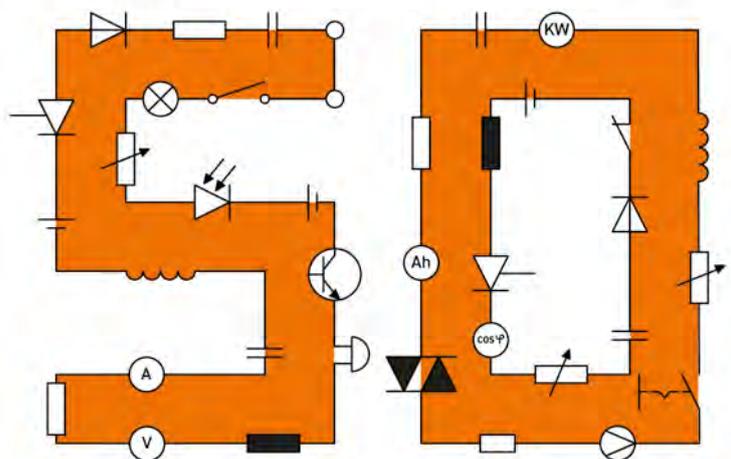
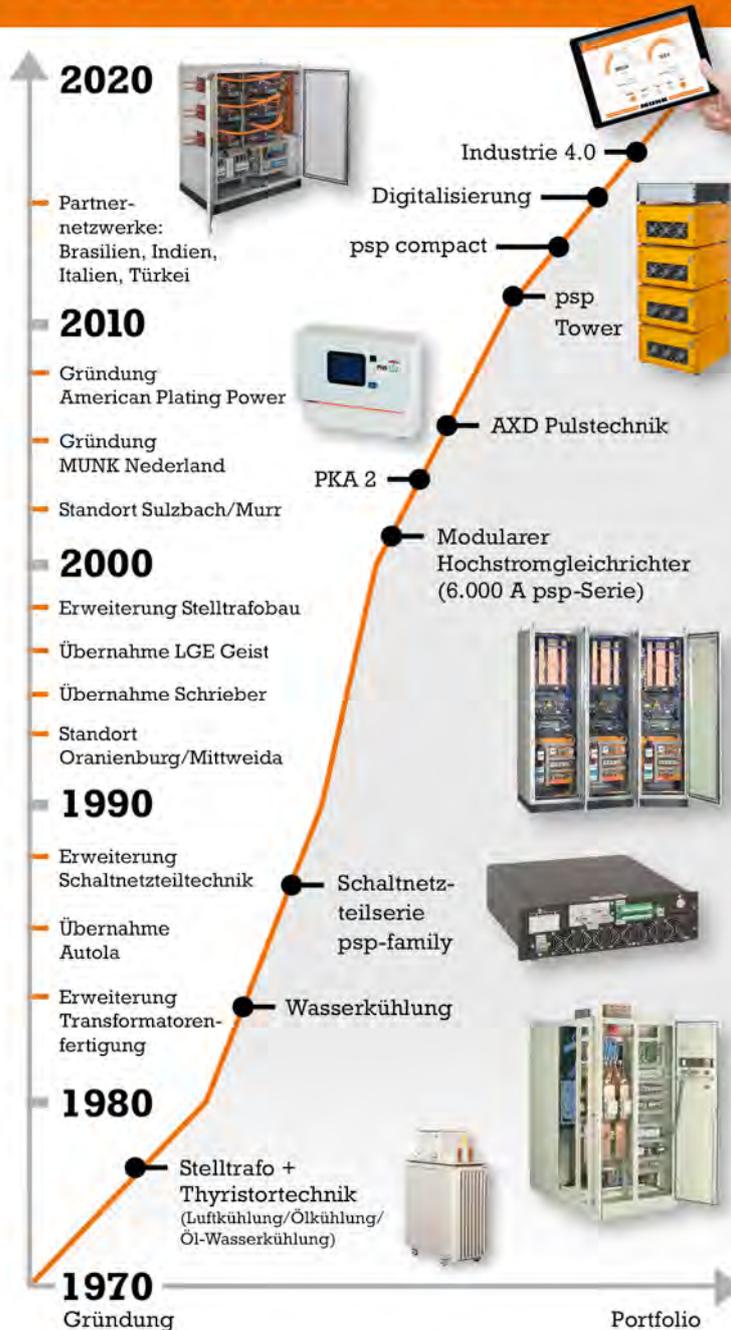
Im vorliegenden Vorhaben ist für den Roboter ein vollständiges Labor erstellt worden (Abb. 1). In diesem Labor arbeitet der Roboter isoliert von der Umgebung. Diese gekapselte Arbeitsweise vermeidet jegliche Gefährdung der im Umfeld tätigen Personen.

### Lesen Sie weiter unter [womag-online.de](http://womag-online.de)

Unter [WOMag-online.de](http://WOMag-online.de) steht der gesamte Beitrag zur Ansicht zur Verfügung. Die weiteren Abschnitte des Beitrags sind:

- Die Steuerung des Roboters
- Einsatzgebiete und Übertragbarkeit auf vergleichbare Anwendungen
- Kundenspezifische Konzepte der KleRo.

Der Gesamtumfang des Beitrags beträgt etwa 4 Seiten mit 8 Abbildungen und 7 Literaturhinweisen.



WE HAVE THE POWER!

Gewerbepark 8 + 10 • 59069 Hamm / Germany  
[www.munk.de](http://www.munk.de) • [www.rectifier.com](http://www.rectifier.com)

## ≡ Analytik als Netzwerkknoten – RFA-Inlineanalyse schafft neue Daten- und Kommunikationswege

Von Dipl.-Ing. Monika Hofmann-Rinker, Hüttenberg

Für die Analytik von Elektrolytsystemen in der Galvanobranche ist Inlineanalyse ein erster Schritt zur vernetzten Prozesssteuerung. Entscheidender Faktor ist die Verfügbarkeit aller entscheidungskritischer Prozessparameter. Automatisierte, regelnde Inlineanalyse im Minutentakt sorgt, im Vergleich zur zeit- und personalaufwendigen nasschemischen Laboranalyse, für nahezu konstante Metallgehalte, und somit gleichbleibende Schichtdicken mit minimaler Schwankungsbreite.

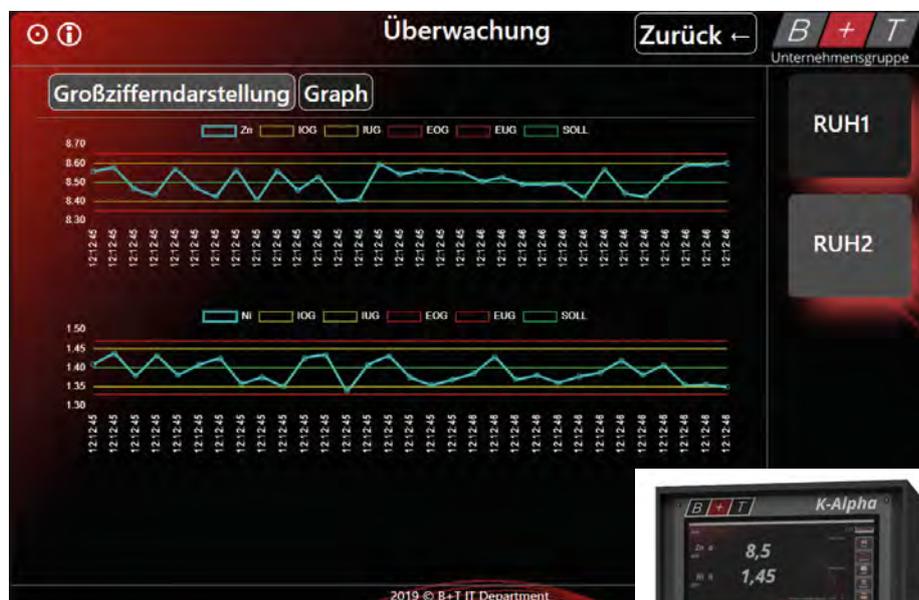
Von aktuellen Daten profitiert aber nicht nur die Anlagensteuerung. Das Team der B+T K-Alpha GmbH hat bei der Entwicklung der neuen Gerätegeneration RF-200 CF Pro ihr Blickfeld erweitert, und auch andere Unternehmensbereiche betrachtet. Wie eine Spinne, die zunächst die Ankerpunkte für ihr Netz sucht, um dann aus der Mitte heraus stabile, tragfähige Querverbindungen zu schaffen, haben die Entwickler ausgehend vom RFA-Analysesystem Prozesspartner ermittelt, Prozessinformationen beschrieben und anschließend mit Schnittstellen und Datenwegen ein innovatives Netzwerk rund um die RFA-Inlineanalytik geschaffen.

### Ausgangspunkt Elektrolyseanalyse

Das Verfahren der Röntgenfluoreszenzanalyse von Flüssigkeiten ermöglicht für Metalle eine physikalische Konzentrationsbestimmung innerhalb von Minuten mit direkt aus dem galvanischen Elektrolyten gezogenen, unbehandelten Proben. Die neue Gerätegeneration RF-200 CF Pro mit intelligenter Automation des Messprozesses und Vernetzung des RF-Analysators mit der Anlage ermöglicht eine *Just-in-Time*-Steuerung der Dosierung, sei es über analoge Ansteuerung von Anodenhub und Dosierpumpen oder Bereitstellung der Messdaten via Datenschnittstelle für die Anlagensteuerung. Diese Automation ist der Kernprozess, den es 24/7 zu schützen und am Laufen zu halten gilt.

### Unternehmensinterne Akteure

Für die weitere Vernetzung gilt es jetzt, das Prozessumfeld und dessen Aufgaben – Systemüberwachung, Wartung und Instand-



Anlage BTH2	Soll	Ist	Diff.
Tag	213	12	-48
Früh	74	74	0
Spät	71	12	-48
Nacht	68	0	68

Zn: 8.52  
Ni: 1.38  
02.11.2020

Anlageninfos:



**Aufarbeitung und Darstellung der Messdaten bei der Gerätegeneration RF-200 CF Pro**

haltung – zu betrachten. Zunächst werden zu diesem Zweck die unternehmensinternen Akteure und Prozesspartner, sowie deren Informationsbedarf ermittelt. Für den Anlagenbediener ist es notwendig über Abweichungen und Fehler informiert zu werden. Das Labor benötigt für die Validierung der Messwerte, die Systemmesswerte zum Zeitpunkt ihrer Probennahme. Die Messmittelüberwachung beziehungsweise Instandhaltung benötigt Vorgaben für Prüfungs- und Wartungstermine. Der Betriebsleiter nutzt Konzentrationsangaben und deren Schwankungsbereiche zur Produktionsplanung. Die Qualitätskontrolle benötigt Mess-/Wartungszeiten, Hintergrundinformationen und Ablaufprotokolle für das Fehlermanagement, und der Einkauf benötigt Ansprechpartner, Ersatzteillisten und Preisinformationen.

Um das Analysesystem individuell diesem Informationsbedarf anzupassen, entschieden sich die Entwickler für einen modularen Sys-

temaufbau. Der Kernprozess – messen und regeln – läuft über das RFA-Gerät und dessen Basissoftware WinKαPro. Sie beinhaltet Tools zur Probendefinition, autonomen Probennahme, Konzentrationsbestimmung und Dosiersteuerung, digitale Schnittstelle zur Anlagensteuerung oder analoge Steuerung über Relais, Benutzermanagement, und Alarmfunktionen. Die Dokumentation erfolgt in einer SQL-Datenbank.

Für den weiteren Netzerweiterung wird ein separater Server eingesetzt. Er dient dank WinKαServ nicht nur zur Sicherung der SQL-Datenbank und Backup, sondern auch als Schutzschild gegen externe Zugriffe. Daten werden stets gezielt, nach Zugriffsrechten und Bedarf gefiltert, zur Verfügung gestellt. Dank dieser Hardware und der unterschiedlichen Softwaremodule können Informationen auf mobilen Endgeräten und Büroarbeitsplätzen bereitgestellt (WinKα-Mobil), analysiert, ausgewertet und

gegebenenfalls auch Systemeinstellungen verändert werden (WinKαLab).

## Externe Partner

Aufgrund eng verzahnter Prozessabläufe ist schnelle und gezielte Hilfestellung bei Fragen und Problemen nahezu unverzichtbar. Daher kann das Netzwerk auch auf externe Dienstleister ausgeweitet werden. K-Alpha als Hersteller kann über den Fernwartungszugang WinKαVision System- und Fehleranalysen durchführen, sowie statistische Auswertungen erstellen oder den Nutzer mit gerätespezifischen Online-Schulungen (WinKαE-Learning) unterstützen. Denjenigen, die in enger Kooperation mit ihren Fachfirmen arbeiten, bietet das System auch die Vernetzung mit diesen Unternehmen (WinKα-Mobil Special). Die zusätzliche Option Daten in der B+T Cloud (Deutschland) zu sichern, eröffnet weitere Innovationsansätze für die Zukunft, wie zum Beispiel Big Data und die Ausnutzung von Schwarmintelligenz auf Basis anonymisierter Datenbestände von Anwendern, Laboren, Fachfirmen, Instituten und Herstellern.



## Bereit für ein neues Netz

Dank der BT-Unternehmensgruppe mit ihrer innovativen IT-Abteilung, die schon seit Jahren die Vernetzung unter dem Motto Galvanik 4.1 vorantreibt und an vielen Forschungsprojekten beteiligt ist, wissen die Entwickler der K-Alpha GmbH, dass der Vernetzungsgrad und der Wunsch nach Vernetzung in der Branche sehr unterschiedlich ist. Daher wurde dem modernen Analysensystem der kun-

denfreundliche, modulare Ansatz zugrunde gelegt: Alles ist möglich, aber jeder kann sein Netzwerk sukzessiv erweitern und im eigenen Tempo *spinnen*.

## Kontakt

B+T K-Alpha GmbH, Dipl.-Ing. Monika Hofmann-Rinker,  
Key Account Managerin,  
Am Surbach 5, D-D-35625 Hüttenberg

➔ [www.bt-unternehmensgruppe.de](http://www.bt-unternehmensgruppe.de)

## Energiesch trocknen?

**FST DRYTEC**  
TROCKNEN UND TEMPERN MIT SYSTEM



- Haftwassertrockner nach Maß für die Galvano- und Reinigungstechnik.
- Kammer- und Durchlauf Trockner für Beschichtungen
- Temperöfen zur Wärmebehandlung

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



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

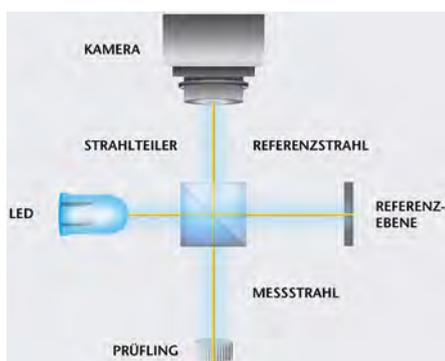
innovativ  
präzise  
engagiert

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

## ≡ Oberflächenmessung für Industrie, Forschung und Labor

Hohe laterale Auflösung und großer Messbereich für Strukturen im Nanometerbereich

Immer wenn es um die Prüfung der Oberflächenbeschaffenheit feinsten Strukturen geht sind Weißlichtinterferometer in ihrem Element, in Fertigung und Entwicklung ebenso wie im Labor und in der Forschung. Das Verfahren funktioniert auf nahezu allen Materialien, arbeitet berührungslos und liefert Höherauflösungen im Nanometerbereich. Dabei sind großflächige Messungen heute ebenso möglich wie detaillierte, mikroskopbasierte Untersuchungen mit hoher lateraler Auflösung, zum Beispiel zur Oberflächencharakterisierung von Wafern, optischen Komponenten oder in der Tribologie.



**Abb. 1: Optischer Aufbau eines Weißlichtinterferometers** (Quelle: Polytec)

Moderne Weißlichtinterferometer nutzen die Interferenzeffekte, die bei der Überlagerung des vom Messobjekt reflektierten Lichts mit einem Referenzsignal auftreten. Das Messverfahren basiert auf dem Prinzip des Michelsoninterferometers, wobei der optische Aufbau (Abb. 1) eine Lichtquelle mit einer Kohärenzlänge im Mikrometerbereich enthält. An einem Strahlteiler wird der kollimierte (also gerade gerichtete beziehungsweise parallelisierte) Lichtstrahl in Mess- und Referenzstrahl aufgeteilt. Der Messstrahl trifft das Messobjekt, der Referenzstrahl einen Spiegel. Das vom Spiegel und Messobjekt jeweils zurückgeworfene Licht wird am Strahlteiler überlagert und auf eine Kamera abgebildet. Stimmt der optische Weg für einen Objektpunkt im Messarm mit dem Weg im Referenzarm überein, kommt es für alle Wellenlängen im Spektrum der Lichtquelle zu einer konstruktiven Interferenz. Das Kamerapixel des betreffenden Objektpunkts hat dann die maximale Intensität.

Für Objektpunkte, die diese Bedingung nicht erfüllen, hat das zugeordnete Kamerapixel eine niedrigere Intensität. Geräte mit telezentrischem Aufbau erlauben damit eine simultane Vermessung mehrerer Punkte und erfassen so die Topographie großer Flächen in einem einzigen Messvorgang und innerhalb einer kurzen Messzeit. Wenn dagegen eine



**Abb. 2: Für jede Oberfläche die passende Messtechnik: die bewährte TopMap-Familie** (Quelle: Polytec)

hohe laterale Auflösung gefordert ist, bieten sich mikroskopbasierte Systeme an, bei denen der optische Aufbau mitsamt dem Referenzarm in das Objektiv integriert ist.

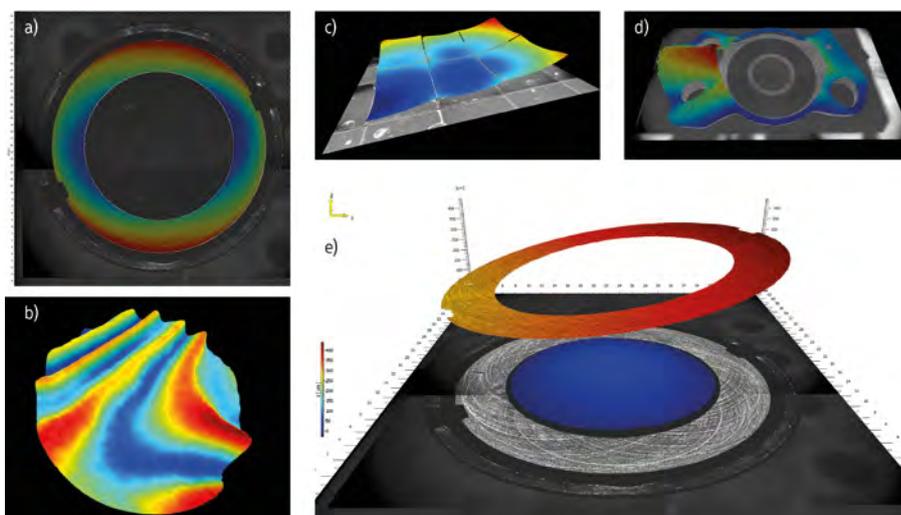
### Hohe laterale Auflösung über den gesamten Messbereich

Mit den Weißlichtinterferometern der TopMap-Familie bietet Polytec für unterschiedliche Anwendungsfelder bereits seit etlichen Jahren passende Messsysteme an (Abb. 2), die sich in vielen Applikationen bewährt haben. Typische Anwendungen für Scanning-Interferometer (Abb. 3) sind Ebenheitsmessungen an Dichtflächen, Wölbungen von

Membranen, das Erkennen von Platinenverzug oder die Detektion von Formabweichungen an Pumpen sowie Hochdruckkomponenten.

In letzter Zeit hat die Nachfrage nach Messungen von Strukturdetails, beispielsweise Rauheit, sowie nach motorisiertem Zubehör wie Optiken und Verfahr- beziehungsweise Kipptischen, deutlich zugenommen. Deshalb wurde die TopMap-Familie jetzt um weitere mikroskopbasierte Ausführungen erweitert (Abb. 4), die das vorhandene Mikroskopsystem TopMap  $\mu$ .Lab ablösen.

Die neuen Gerätevarianten bieten eine deutlich höhere Anzahl der Messpunkte in X- und



**Abb. 3: Typische Anwendungsbeispiele für Scanning-Interferometer: Ebenheitsmessungen an Dichtflächen (a), Wölbungen von Membranen (b), Erkennen von Platinenverzug (c), Detektion von Formabweichungen an Pumpen (d) sowie Hochdruckkomponenten (e)** (Quelle: Polytec)

Y-Richtung und das dank spezieller Scanning-Technologie (Continuous Scanning Technology) über den gesamten vertikalen Messbereich von 100 mm, statt nur über 250 µm. Damit sind nun noch detailliertere Messungen möglich, beispielsweise um Mikrostrukturen auf Waferoberflächen zu detektieren, die Mikrostrukturen bei Druckverfahren zu analysieren oder um Oberflächenrauheiten von optischen Komponenten zu bestimmen (Abb. 5). Die zusätzlich zur Höhenmessung gelieferte Farbinformation (RGB) vom Messobjekt vereinfacht dabei die Fehlerzuordnung und Dokumentation (Abb. 6). Werden die Weißlichtinterferometer in rauer Fertigungsumgebung eingesetzt, kompensiert die optionale EC-Technologie (Environmental Compensation Technologie) Umwelteinflüsse automatisch.

## Zwei Varianten, viele Möglichkeiten

Die beiden Mikroskopsysteme decken die in der Praxis häufig recht unterschiedlichen Anwenderwünsche ab. So ist die Standardversion TopMap Micro.View® (Abb. 4, links) als Einstiegsmodell konzipiert, das sich als Stand-alone-Lösung schnell und unkompliziert überall einsetzen lässt, zum Beispiel in kleineren Prüflabors oder Forschungsinstituten. Objektivrevolver und X/Y-Verfahrtschienen lassen sich manuell positionieren, einen kleinen motorisierten Verfahrtschisch gibt es als Option. Die Z-Achse lässt sich immer motorisiert verfahren.

Wer eine größere Flexibilität und Leistungsfähigkeit braucht, ist mit dem TopMap Micro.View+ (Abb. 4, rechts) gut beraten. Die Advanced-Version bietet motorisierte X-, Y- und Z-Achsen mit einem Verfahrbereich von 200 x 200 x 100 mm<sup>3</sup> sowie einen ebenfalls motorisierten Objektiv-Revolver und eine motorisierte Kippplattform (Neigtisch).

## Über Polytec

Als Lasertechnologie-Pionier bietet Polytec bereits seit 1967 optische Messtechnik-Lösungen für Forschung und Industrie. Nach den Anfangsjahren als Distributor machte sich das Hochtechnologie-Unternehmen mit Sitz in Waldbronn bei Karlsruhe schon in den 1970er-Jahren einen Namen als Entwickler eigener laserbasierter Messgeräte – heute zählt das Unternehmen zu den Weltmarktführern im Bereich der berührungslosen Schwingungsmesstechnik mit Laservibrometern. Systeme für die Längen- und Geschwindigkeitsmessung, Oberflächencharakterisierung, Analytik sowie die Prozessautomation gehören ebenfalls zur breiten Palette an Eigenentwicklungen. Eine weitere Kernkompetenz von Polytec ist die Distribution von Bildverarbeitungs-komponenten und optischen Systemen. Polytec berät potenzielle Kunden dabei, welches der unterschiedlichen Weißlichtinterferometer für die spezielle Messaufgabe am besten geeignet ist. Außerdem können sich potenzielle Anwender auf die Angaben in den Datenblättern verlassen. Polytec ist Mitglied der Initiative *Faires Datenblatt*, die Vorgaben für einheitliche Geräte- und Verfahrensspezifikationen definiert, damit Datenblätter für die optische Oberflächenmesstechnik transparent und vor allem auch vergleichbar sind.

[www.polytec.com/microview](http://www.polytec.com/microview)

Prüfabläufe können dadurch automatisiert nach bestimmtem Rezepten ablaufen. Darüber hinaus ergeben sich konstruktive Variationsmöglichkeiten. So kann die Probenhöhe bis auf 370 mm gemessen werden und bei Bedarf lässt sich der Messkopf auch separat direkt in der Fertigungslinie integrieren. Dank Autofokus-Funktion und automatischem Fokus-Tracker hat das Messsystem Objekt oder Probe immer im Blick. Der Fokus-Tracker funktioniert so ähnlich wie eine Gesichtserkennung, bei variierenden Objektpositionen wird der Fokus automatisch wiedergefunden.

## Hardware und Software, alles aus einer Hand

Dank vieler Exportmöglichkeiten können die 3D-Messdaten der Weißlichtinterferometer mit jeder geeigneten Auswertesoftware bearbeitet werden. Besonders einfach und praxisgerecht wird der Umgang allerdings mit der speziell für diese Polytec-Topografie-



**Abb. 4: Neue Mikroskopsysteme mit hoher lateraler Auflösung im gesamten Messbereich bis 100 mm (Quelle: Polytec)**

Messsysteme entwickelten TMS Software, die zahlreiche Möglichkeiten bietet, um die Messergebnisse zügig und ISO-konform auszuwerten. Messrezepte beispielsweise erleichtern Routineaufgaben. Hier lassen sich die Einstellungen für die Datenaufnahme (z. B. Messposition, Beleuchtungseinstellungen, Kameraparameter) zusammen mit

■ ■ ■ Ihr Prüflabor für alle Fragen rund um den Beschichtungsprozess

## Unser Technikportfolio

- Rasterelektronenmikroskopie (REM/EDX)
- Photoelektronenspektroskopie (XPS)
- Sekundärionenmassenspektrometrie (ToF-SIMS)
- Optische Profilometrie (u.v.m.)

## Auszug aus unserem Leistungsangebot

- Identifizierung und Lokalisierung filmischer/partikulärer Verunreinigungen
- Ursachenermittlung bei Delaminationen (z.B. durch Silikone)
- Aufklärung von Schichtsystemen
- Analyse von funktionalisierten Oberflächen
- Reverse Engineering von Konkurrenzprodukten



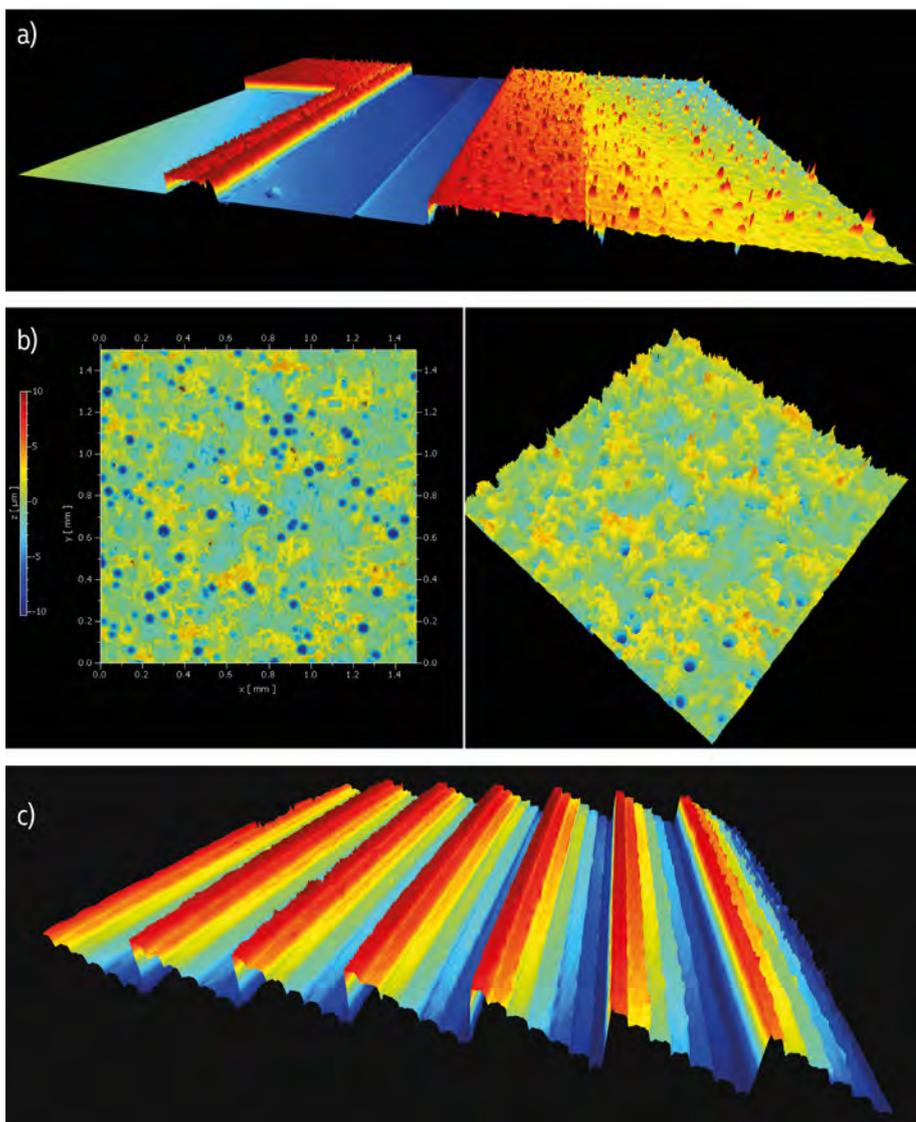
**Tascon GmbH**

Mendelstr. 17  
48149 Münster  
Germany

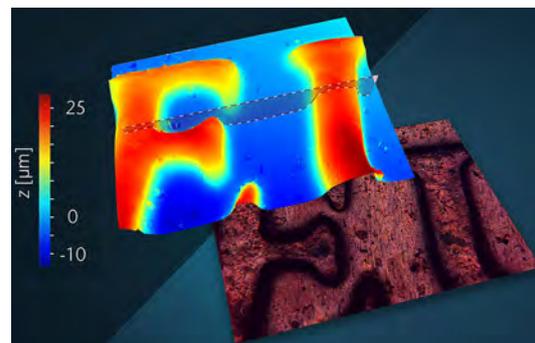
akkreditiert nach  
DIN ISO 17025

Mehr Informationen  
auf [www.tascon.eu](http://www.tascon.eu)

# OBERFLÄCHEN



**Abb. 5: Detaillierte Messungen mit hoher lateraler Auflösung, z. B. um Mikrostrukturen auf Waferoberflächen zu detektieren (a), die Mikrostrukturen bei Druckverfahren zu analysieren (b) oder um Oberflächenrauheiten optischer Komponenten zu bestimmen (c) (Quelle: Polytec)**



**Abb. 6: Die zusätzlich zur Höhenmessung gelieferte Farbinformation vom Messobjekt vereinfacht die Fehlerzuordnung und Dokumentation (Quelle: Polytec)**

Auswerteparametern (z. B. Nachbearbeitungsschritte, Visualisierungs- oder Exportmöglichkeiten) für spezielle Messaufgaben definieren und abspeichern. Somit werden aus komplexen Oberflächenanalysen einfache Ein-Klick-Lösungen. Das spart besonders im Produktionsumfeld Zeit, vermeidet Bedienfehler und auch Nicht-Fachleute können mit den Messsystemen arbeiten.

#### Autoren:

Dr.-Ing. Özgür Tan, strategisches Produktmarketing optische Messsysteme bei Polytec, und Ellen-Christine Reiff, M.A., Redaktionsbüro Stutensee



## Amtsübergabe im Bereich Oberflächentechnik

Eine Ära geht zu Ende: Nach mehr als 15 Jahren als Leiter des Bereichs Oberflächentechnik (OFT) übergaben Dr. Bernd Grünler und Dr. Arnd Schimanski zum 1. September die Verantwortung über den Bereich OFT an ihre Kollegen Dr. Sebastian Spange und Dr. Sven Gerullis, um den Fokus künftig voll auf die Geschäftsführung des Forschungsinstituts Innovent e. V. zu legen. Die Doppelspitze übernimmt die Bereichsleitung zwar in einer herausfordernden Zeit, kann jedoch auf den Stärken des Instituts sowie auf dem bisher Geleisteten hervorragend aufbauen. Seit Dr. Bernd Grünler und Dr. Arnd Schimanski den Bereich Oberflächentechnik im Jahr 2004 übernommen haben, wurde eine Vielzahl an anwendungsorientierten Themen

und Projekten vorangebracht, die das gesamte Spektrum der Oberflächentechnik, von Atmosphärendruckplasma bis hin zu klassischen Niederdruck-Beschichtungsverfahren, abbildet. Weiterhin etablierten sich unter ihrer Leitung bundesweite Fachtagungen und Veranstaltungen, zu denen neben dem ak-adv Anwenderkreis Atmosphärendruckplasma auch die ThGOT Thementage Grenz- und Oberflächentechnik gehören. Das neue Bereichsleiter-Duo stammt aus den eigenen Reihen. Dr. Spange und Dr. Gerullis verfügen über langjährige Erfahrungen im Bereich Oberflächentechnik bei Innovent und haben an der bisherigen Strategie und der Durchführung renommierter Projekte bereits maßgeblich mitgewirkt. *Unsere gemein-*

*samen Ziele als Bereichsleiter stehen deshalb auch unter den drei Schlagworten: Kontinuität, Profilschärfung und Weiterentwicklung – in allen Kompetenzbereichen, betonen die neuen Amtsinhaber, die beide auf ihre Erfahrungen und Netzwerke aufbauen und die kommenden Herausforderungen motiviert angehen werden.*

Für die Übergabe in Zeiten wie diesen macht der scheidende Bereichsleiter einmal mehr Mut: Er freut sich darauf, die Bereichsleitung in vertrauensvolle, kompetente Hände übergeben zu können und ist optimistisch, dass das neue Führungsteam auch künftig die Geschicke im Bereich Oberflächentechnik optimal lenken und meistern wird.

➔ [www.innovent-jena.de](http://www.innovent-jena.de)

## Der richtige Schritt in die Zukunft: Substitutionsmöglichkeiten für Chromoberflächen nachvollziehbar offenlegen

Jährlich stattfindende Mitgliederversammlung des VECCO e. V. erstmals als Online-Veranstaltung

Unter Leitung von Matthias Enseling fand die Mitgliederversammlung des VECCO e. V. in diesem Jahr als virtuelle Veranstaltung aus einem professionellen Studio in Königswinter statt. Mit einer Vorstellung des Tagungsprogramms und der Feststellung der Beschlussfähigkeit wurde die pflichtgemäße Mitgliederversammlung 2020 eröffnet.



**Der Vorsitzende des VECCO e. V. Matthias Enseling bei der virtuellen Mitgliederversammlung 2020** (Bild: hk)

### Next Level - wie geht es weiter

Matthias Enseling gab zu Beginn einen Überblick über die Entwicklungen bei den Arbeiten des VECCO e. V. im vergangenen Geschäftsjahr. Im Vordergrund stand dabei die Erstellung eines Substitutionsplans für Chromtrioxid und andere SVHC-Substanzen. Als Einreichungstermin dafür war seitens der Behörden für den Antrag des VECCO/hapoc der 10. September angegeben worden. Neben der Hapoc als Antragsteller für VECCO wurden auch weitere Antragsteller zur Vorlage eines Substitutionsplanes aufgefordert und haben ihren Plan abgegeben.

In den dazu angesetzten Workshops Euro-metalex/CETS (28. Mai und 18. Juni 2020) wurden unter anderem neue Begriffe eingeführt, die zukünftig an Bedeutung gewinnen werden. Der erste Begriff *Utilization* löst den bisher schon genutzten Begriff *Cluster* ab. Damit sollen sinnvolle Untergruppen entstehen, die die Abarbeitung des Plans vereinfachen sollen. Die dazu erarbei-

teten Untergruppen für Beschichtungen sind: dekorativ-funktionell, funktionell, Schwarzchrom sowie Sonstige. Insbesondere aber ergibt sich daraus die Konsequenz, dass auf der Ebene des Einzelunternehmens keine Substitutionspläne zu erstellen sind. Der zweite Begriff ist SAGA (Suitable Alternative General Available), hinter dem sich ein zweistufiges Verfahren verbirgt. In der ersten Stufe ist zu entscheiden, ob beim betrachteten Verfahren eine Alternative existiert; trifft dies zu, so muss ein Substitutionsplan vorgelegt werden. In der zweiten Stufe müssen Technologien bewertet werden. VECCO bearbeitet das SAGA-Konzept auf Ebene des Clusters. Der jetzt fertiggestellte Substitutionsplan enthält Maßnahmen und Zeitpläne mit Meilensteinen, Begründungen zu bereits getroffene Maßnahmen, Plausibilisierung mit Analysen von Unwägbarkeiten und Hemmnissen sowie F&E-Aktivitäten zu den Alternativen. Die Arbeiten zum Substitutionsplan haben aufgezeigt, dass alle Alternativen neben Chrom(III)verfahren (wie sie z. B. von der BAuA in einer Veröffentlichung beschrieben worden sind) für die Mitglieder des VECCO e. V. als kaum tragbar gelten können, da hierfür die technisch-wirtschaftlichen Voraussetzungen nicht gegeben sind.

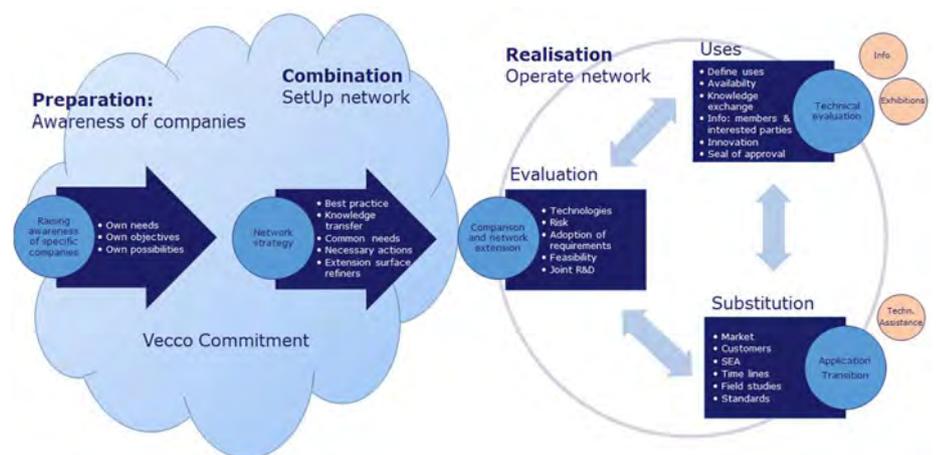
Der Prozess des Public Consultation zu allen ergänzten Substitutionsplänen hat am 21. Oktober 2020 begonnen und endet am 18. November 2020. Mit Entscheidungen

der Behörden über den Substitutionsplan ist nach bisherigem Stand im Juni 2021 zu rechnen.

Der Bereich der politischen Arbeit des VECCO e. V., der sich beispielweise mit den Diskussionen um Artikel 58(2), Intermediates oder Entschließungsanträgen des EU-Parlaments auseinandersetzt, wird nach Ansicht von Matthias Enseling in nächster Zeit an Wichtigkeit zunehmen. Zum Artikel 58(2) wurde beispielsweise eine Anfrage des Vecco an die zuständigen Stellen gerichtet, die nach wie vor nicht beantwortet wurde. Vermutlich hat nach Ansicht von Matthias Enseling die Realität in der Umsetzung der REACH-Forderungen diese Diskussion eingeholt; für VECCO empfiehlt sich deshalb, diesen Punkt in der Dringlichkeit zurückzustellen.

Beim Thema Intermediates finden bei der ECHA Anpassungsarbeiten bei den rechtlichen Vorgaben statt, die sich in erster Linie auf die Definition von zukünftigen Einschätzungen von Stoffen beziehen. In diesem Bereich orientiert sich der VECCO an den laufenden Arbeiten des ZVO e. V., beispielsweise an den Inhalten eines am 26. Oktober stattgefundenen ZVO-Online-Seminars.

Der Entschließungsantrag 2020 zum Antrag von REACHLaw ist durch das im Patt endende Ergebnis mit 325 Pro- und 325 Kontra-Stimmen de facto abgelehnt worden. Hier arbeitet der VECCO daran, einen eventuellen Entschließungsantrag des EU Parlamentes



**Aktivitäten des VECCO-Net**

**(Quelle: VECCO e.V.)**

# OBERFLÄCHEN

in 2021 so vorzubereiten, dass hier nicht ein ähnliches Resultat erzielt werden wird.

Beim REACH-Committee wurde am 3. September 2020 über die Anträge der Chemservice GmbH (bisher CTAC), der REACH Law Ltd. sowie der Cromomed S.A. diskutiert. Die Stellungnahmen des REACH Committees, welche aktuell durch schriftliche Stellungnahmen der Mitgliedsstaaten ermittelt wurden, sind positiv. Nun werden die Anträge durch die EU Kommission weiter bearbeitet werden können um die Bewilligungsbescheide vorzubereiten. Laut Beschlussvorlage ist eine Zulassung bis zum 21. September 2024 vom REACH Committee vorgesehen. Damit muss im Falle des Wunsches einer Verlängerung der dann notwendige Reviewreport bis 21. März 2023 eingereicht werden.

Aufgrund der Unsicherheiten bei den zu erwartenden Entscheidungen hat der VECCO inzwischen seine Arbeit zur Re-Autorisierung aufgenommen. Hierbei wird von einer Entscheidung über den Erstantrag im kommenden Jahre mit einer Laufzeit von vier Jahren ausgegangen, so dass bei einer daraus folgenden Zulassung im 2025 der Review-Report im Frühjahr 2024 eingereicht werden müsste.

Mit seinem eingerichteten Netzwerk wird der VECCO Arbeiten und Einrichtungen zur Durchführung von F&E-Arbeiten forcieren; die Mitglieder des Netzwerks können mitarbeiten und von den Arbeiten profitieren. Im Vordergrund stehen hierbei die Entwicklung und Umsetzung beziehungsweise die Umsetzungsmöglichkeiten von alternativen Beschichtungsverfahren.

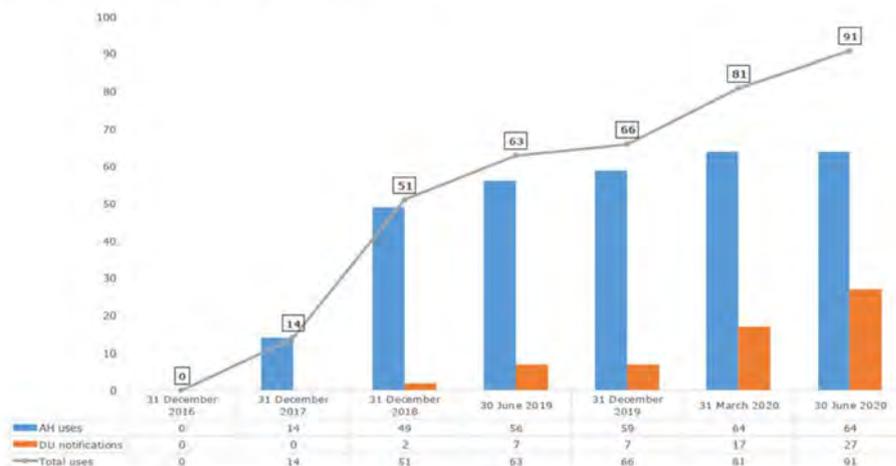
## Die fachlichen Arbeiten

Dr. Uwe König gab in seinen Ausführungen einen Überblick über den Stand der fachlichen Arbeiten des VECCO mit Schwerpunkten bei Substitution, Risikodaten und Re-Autorisierung.

Der aktuelle Stand bei der Zulassung von Chromtrioxid/Chromsäure liegt bei insgesamt 49 eingereichten Anträgen in 82 Anwendungen. Für Upstream liegen unverändert neun Anträge beziehungsweise 20 Anwendungen vor. Von der Kommission wurden von den 82 Anwendungen bisher 41 Anwendungen bewilligt und von der ECHA 27 Anwendungen zur Bewilligung empfohlen. In diesem Jahr sind aktuell neun Anwendungen eingereicht worden. Bei den Upstream-Anträgen wurden von der EU Kommission drei Anträge und drei Anwendungen bewilligt. Insgesamt wurden zwölf Antragsteller zur Abga-

REACH Authorisations: Uses of Authorisation Holders (AH) and their Downstream Users (DU)

Chromium trioxide, EC: 215-607-8, CAS: 1333-82-0



## Entwicklungen bei der Einreichung von Autorisierungsanträgen und Anwendungen

(Bild: König/VECCO)

be von Substitutionsplänen aufgefordert und vier Substitutionspläne bis September 2020 eingereicht.

Positiv stellt sich die Situation bei den EU-Entscheidungen und ECHA-Empfehlungen dar, für die seit 2017 eine stetige Zunahme zu verzeichnen ist. Dabei zeigt sich, dass die Beschichter und Anwender in engem Kontakt stehen. Bezüglich der lokalen Verteilung bei der Autorisierung von Upstream-Anträgen besteht ein deutliches Übergewicht auf Deutschland und Frankreich; das bedeutet, dass Entscheidungen in Deutschland als Richtungsvorgabe für alle anderen europäischen Länder gelten können.

Nach Einschätzung von Dr. König wird die Anzahl der Einzelautorisierungen zunehmen. Die Unternehmen sind angehalten zu prüfen, ob eine Einzelautorisierung sinnvoll sein könnte.

Bei der Arbeit an den Substitutionsplänen hat sich gezeigt, dass die Zusammenarbeit der Beschichter mit den Kunden unumgänglich ist, in erster Linie zur Abklärung der Anforderungen eines Kunden. Des Weiteren zeigt sich, dass für die Anwendung von Alternativen längere Zeiträume im Bereich von etwa zehn Jahren notwendig sind. Zudem müssen an Substitutionen strenge Anforderungen gelegt werden, beispielsweise: Umsetzung in der Praxis (nicht nur im Labor), Machbarkeit für den Betrieb, technische und wirtschaftliche Machbarkeit in der EU oder das Vorliegen von ausreichenden Produktionskapazitäten. Dazu müssen umfangreiche Anforderungen seitens der Kunden vorliegen und erfassbare Parameter benannt werden. Des Weiteren sind Daten aus Feldversuchen und Angaben zur Wertschöpfung und Wirtschaftlichkeit notwendig. Zum letzten Punkt

Produktgruppe	No. articles	Umsatzanteil	Lieferkette (meistens viele)	Schlüsselfunktionalitäten (Beispiele)
Automobil	100	20 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>Konsum</li> <li>Möbel</li> <li>Sanitär</li> <li>Maschinenbau</li> <li>Werkzeugbau</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Adhäsion</li> <li>UV resistance</li> <li>Verschleißfestigkeit</li> <li>Härte</li> <li>Schichtdicke</li> <li>Korrosionsbeständigkeit</li> <li>Nickellässigkeit</li> <li>Erscheinungsbild</li> </ul>
Textil	50	30 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>Textilindustrie</li> <li>Möbel</li> <li>Handel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verschleißfestigkeit</li> <li>Härte</li> <li>Schichtdicke</li> <li>Korrosionsbeständigkeit</li> <li>Nickellässigkeit</li> <li>Erscheinungsbild</li> </ul>
Wehrtechnik	20	20 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>Waffentechnik</li> <li>Geschosse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verschleißfestigkeit</li> <li>Härte</li> <li>Schichtdicke</li> <li>Korrosionsbeständigkeit</li> <li>Reibungskoeffizient</li> <li>Einfluss der Oberflächenmorphologie</li> </ul>
Sanitär	100	10 %	Sanitär	See above
Möbel/Ladenbau	1.00	30 %	Konsument Handel	See above

## Schlüsselfunktionalitäten der Produktgruppen der Datenbank

(Quelle: König/VECCO/Hapoc)

zählen auch die Lebenszyklusbetrachtungen; insgesamt sind damit für den Beschichter Angaben zu Technik, Markt/Kunden und betrieblichen Eckpunkten von Bedeutung.

Bei der galvanischen Verchromung hat sich unter all diesen Parametern für die Prüfung der Substitution die Weiterentwicklung der Chrom(III)technologie als Schwerpunkt herauskristallisiert. Andere Verfahren sollten im Blick behalten werden, ohne jetzt intensive Umsetzungsarbeiten zu starten. Zur Bewältigung der notwendigen Arbeiten könnten sich intensivere Kooperationen zwischen Beschichtungsunternehmen als sinnvoll erweisen.

Beim Thema Risikodaten wies Dr. König darauf hin, dass zukünftig die Beschichtungsbetriebe von sich aus die Risiken durch Beauftragung von Messkampagnen erfassen müssen. Nach Aussage der ECHA hat sich die Anzahl der Betriebe, welche deutlich niedrigere Werte als den europäischen Arbeitsschutzgrenzwert  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ausweisen, deutlich erhöht, insbesondere in Deutschland. Europäischer Durchschnittswert sei  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , wobei die Betriebe des VECCO auch Werte unterhalb dieses Wertes erreichen. Dies wird von den Behörden positiv bewertet. In diesem Zusammenhang wies Dr. König darauf hin, dass bislang die Vergleichbarkeit von Messungen nur beschränkt möglich ist. Hieran muss in nächster Zeit gearbeitet werden, um die Situation zu verbessern.

Als Basis für die weiteren Arbeiten und zur Verbesserung der Nutzbarkeit von Risikodaten wird eine Datenbank von VECCO und Hapoc dienen, bei der hoher Wert auf die Datensicherheit gelegt wird. Die Daten sollen unter anderem in Zukunft durch Angaben für bestimmte Anwendungsbereiche, wie zum Beispiel für die Automobil- oder die Textilindustrie, erweitert werden.

Schließlich richtete Dr. König den Blick auf die möglichen Szenarien für die nächsten Jahre. Auch hier wird klar, dass eine Intensivierung der Zusammenarbeit zwischen Beschichter und Kunden unumgänglich ist. So dürfen die Chancen für einen Autorisierungszeitraum von sieben Jahren und mehr als durchaus realistisch eingeschätzt werden. Bei Einzelautorisierungen und betriebsspezifischen Anwendungen könnten auch bei Kombinationen mit überzeugenden Substitutionsplänen Autorisierungszeiträume von mehr als zwölf Jahren möglich sein. Nach derzeitigen Angaben wird für den VECCO/Hapoc-Antrag eine Laufzeit der Autorisierung bis Dezember 2025 erwartet, woraus sich ein Abgabetermin für den Review-Antrag im Juni 2024 ableiten lässt.

## Wechsel im Vorstand des VECCO e.V.

Mit Christian Herzog (Betriebsleiter Lahner KG, Brunn bei Wien; Vorstand AOT) als zweiter Vorsitzender erhält der VECCO e. V. ein neues Gesicht. Herzog übernimmt damit den Platz von Peter Glaum, der als Gründungsmitglied aus privaten Gründen nicht mehr für den Vorstand zur Verfügung stand. Wiedergewählt wurden Matthias Enseling (1. Vorsitzender) und Marita Voss-Hageleit (Schatzmeisterin). Als Beirat sind nach wie vor Andrea Thoma-Böck, Antonella LoBue und Frank Leyendecker aktiv.

➔ [www.vecco.info](http://www.vecco.info)

## Precision in detail



### electroplating units for decorative and functional surfaces

PCB technology • Electroplating • Metal finishing • Medical technology







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

STUDIO TSCHÖP • Wertheim, 03/2020

## Diffusionshärten – ein Verfahren zur Herstellung von hochbeständigen Edelstahloberflächen

Namhafte Hersteller aus den Bereichen Automotive, Pump- und Förderungstechnik sowie Lebensmittelverarbeitung ersetzen Hartverchromung durch Expanite. Mit mehr als 20 % des Umsatzes aus Hartchromersatzprojekten ist Expanite, der dänische Pionier im Bereich der Oberflächenhärtung von Edelstahl, nach eigenen Angaben auf dem Weg, sich als eine der am häufigsten verwendeten Alternativen für das Hartverchromen zu positionieren.

Die Suche nach einem Ersatz für Hartverchromung kann eine Herausforderung sein: Da die EU-Vorschriften den Einsatz von Verbindungen auf Basis von sechswertigem Chrom auf den Industriemärkten senken, müssen Alternativen gefunden werden. Die Hartverchromung in verschiedenen Formen ist bisher eines der Standardverfahren zur Verbesserung der Verschleiß- und Korrosionsbeständigkeit von Edelstahlbauteilen. Da neue Lösungen erforderlich sind, finden die Härtungstechnologien von Expanite in Automobilen, Pumpen, Ventilen und Lebensmittelmaschinen zunehmend Anwendung.

### Nachhaltige Lösung

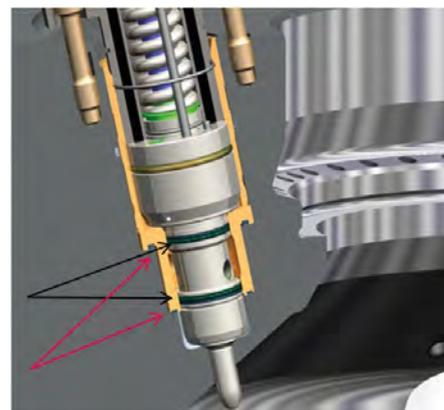
Bei den Expanite-Prozessen werden für die Oberflächenhärtung Stickstoff und Kohlenstoff in atomarer Form eingesetzt. Dies macht das Verfahren zu einem umweltfreundlichen und nachhaltigen Prozess. Bei dem Verfahren wird die natürliche Oxidschicht, die rostfreie Stähle bedeckt, während der ersten Schritte

des Gasprozesses ohne den Einsatz aggressiver Chemikalien effektiv entfernt. Dies ermöglicht in der Folge eine kontrollierte Diffusion von Kohlenstoff- und Stickstoffatomen in das darunter liegende Edelstahlgefüge.

### Ersatz für die Hartverchromung

Nach Aussage von Thomas Abel Sandholdt, CEO von Expanite, wurden mehr als 20 % der Teile, die heute mittels Expanite-Verfahren bearbeitet werden, bisher durch Hartverchromung bearbeitet. Hierbei handelt es sich um Bauteile für Einspritzventile in der Automobilindustrie, Buchsen für Schiffsmotoren oder den Rotoren für große Pumpen. Als besondere Vorteile sehen die Spezialisten der Expanite, dass beim Diffusionsprozess keine Schädigungen durch Beschichtungsrisse, -abplatzungen oder inhomogene Härtezonen auftreten.

Thomas Abel Sandholdt weist auf die Möglichkeiten zum Ersatz von Hartchrom durch Expanite in der Automobilindustrie mit Ven-



(Foto: Expanite)

tilkomponenten hin: Unabhängig voneinander hätten sich drei große Zulieferer der Automobilindustrie an Expanite gewandt. Sie alle produzieren Einspritzdüsen mit Ventilkomponenten aus ferritischem Edelstahl, die traditionell hartverchromt wurden. Alle drei waren mit Problemen wie Verschleiß, allgemeinen Qualitätsproblemen und hohen Kos-

### Die WOMag-Redaktion informiert: Hintergründe zur Technologie

Bei einer Variante des Verfahrens wird Stickstoff in der Randschicht des korrosionsbeständigen Edelstahls bis zu einer Tiefe von 0,2 mm bis 2 mm gelöst. Daraus resultieren Härtewerte der Oberflächen von 280 HV bei austenitischen korrosionsbeständigen Edelstählen und bis zu etwa 700 HV bei ferritischen/martensitischen korrosionsbeständigen Edelstählen. Bei einer weiteren Variante werden sowohl Stickstoff als auch Kohlenstoff in der Randschicht von korrosionsbeständigen Edelstählen bis zu einer Tiefe von 5 µm bis 45 µm gelöst. Das Härtemaximum liegt im Bereich von 900 HV bis 1200 HV im Falle austenitischer Werkstoffe sowie etwa 1200 HV bis 1500 HV bei ferritischen/martensitischen Werkstoffen.

Die Kombination von Verfahren erlaubt es den Angaben der Expanite zufolge, sowohl die Tragfähigkeit der harten Oberfläche als auch die Korrosionsbeständigkeit signifikant zu steigern. In einem ersten Prozessschritt wird die Technologie ExpaniteHigh-T angewendet, um eine große Schichtdicke (bis zu 2 mm) mit moderatem Stickstoffgehalt zu erzielen. In einem zweiten Prozessschritt kann mittels ExpaniteLow-T auf der bereits gebildeten Hochtemperaturschicht eine sehr harte und verschleißresistente Oberfläche erzeugt werden.

Die Bildung von Expanite-Schichten kann beim Oberflächenhärten in der Gasphase thermodynamisch exakt kontrolliert werden – im Gegensatz zu bisherigen Verfahren aus dem Bereich des Salzbad sowie Plasma. Folglich ist das Einstellen einer Kombination aus individuellen Kohlenstoff- und Stickstoff-Potentialen möglich und erlaubt daher eine flexible Anpassung der Materialeigenschaften auf die jeweilige Anforderung – sei es Kratzbeständigkeit, oder Erhöhung der Schwingfestigkeit von Komponenten. Der graduelle Übergang des Diffusions-Tiefenprofils ist dabei ausschlaggebend für die Stützwirkung der extrem harten Oberflächenschicht und der Ermüdungsbeständigkeit.

Im Zuge der Autorisierung von Chrom(VI)-verbindungen für den Einsatz in der galvanischen Verchromung sind die Anwender aufgefordert, die Möglichkeiten zur Substitution genau zu prüfen. Eine solche Substitutionsmöglichkeit könnte die von Expanite angebotene Technologie sein. Dazu müssen die Beschichter zusammen mit den Kunden sowohl die technologische Machbarkeit als auch die Wirtschaftlichkeit der Alternativen prüfen und sorgfältig abwägen. Ein solcher entscheidender Punkt kann im hier beschriebenen Fall beispielsweise der Einsatz von hohen Temperaturen im Vergleich zur Hartverchromung sein. Aber auch die für den Prozess erforderlichen Energiemengen oder die erreichbaren Durchsätze werden darüber entscheiden, in welchem Umfang eine neue Technologie das bewährte Verfahren Hartchrom ersetzen können

ten konfrontiert - und alle fanden verschiedene Lösungen in der Expanite-Toolbox. Das erste der drei Projekte ging im Januar 2020 in Serie, während die beiden anderen Projekte 2021 und 2022 mit der Serienproduktion beginnen sollen. Die Gründe für den Wechsel unterliegen aber Thomas Abel Sandholdt zufolge den Geheimhaltungsvorschriften der Kunden.

## Wettbewerbsvorteil: Kosten

Auf den ersten Blick erscheint die Expanite-Härtungstechnologie im Vergleich zum Hartverchromen kostspieliger. Aber Thomas Abel Sandholdt ist überzeugt, dass sich der Preis-

unterschied ausgleichen wird, wenn die Gesamtkosten und die Leistung des Lebenszyklus berücksichtigt werden. Der Beweis liege in den Entscheidungen, die viele Kunden von Expanite getroffen haben.

## Über Expanite

Expanite wurde 2010 von führenden Experten für Material- und Oberflächenhärtung gegründet. Das Unternehmen hat seinen Hauptsitz in Hillerød bei Kopenhagen und verfügt über Behandlungszentren in den USA, Deutschland, Korea und China. Die Lösungen von Expanite sind für alle Edelstahltypen anwendbar und können im Rahmen



(Foto: Expanite)

einer Lizenzvereinbarung auf die kundeneigene Produktlinie zugeschnitten werden.

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

## Arbeitsplatz der Zukunft: Neue Lehr- und Forschungsanlage *Engineerium* eröffnet

Die Fakultät für Technik der Hochschule Pforzheim eröffnet eine neue Lehr- und Forschungsanlage: Ausgestattet mit Hochleistungsrechnern und einer modularen Fertigungsanlage soll das *Engineerium* die Zukunft der Automatisierungsplanung erforschen und die Entwicklung von innovativen Engineeringmethoden im Kontext von Industrie-4.0 durch neue Methoden der Softwarearchitektur, Kommunikationsnetzwerke und Informationsmodelle (be-)greifbar machen. Das neue Raumangebot am Hochschulstandort in der Pforzheimer Innenstadt richtet sich an Studierende sowie Industrie- und Forschungspartner. Das Vorhaben des Wissens- und Technologietransfers unter Leitung von Prof. Dr.-Ing. Rainer Drath wurde im Rahmen des *Struktur- und Innovationsfonds für die Forschung (SI-BW)* des Ministeriums für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg gefördert.

Das *Engineerium* erleichtert nach den Worten von Rainer Drath die Vermittlung von Lösungskonzepten der Digitalisierung im Rahmen der Lehre und in Diskussion mit Industrie- und Projektpartnern erheblich. Im Fokus der Forschung steht eine der Kernherausforderungen der Industrie: die Wandelbarkeit in Produktionssystemen. Aktuell existiert Drath zufolge keine vergleichbare Forschungsanlage, welche die Beherrschbarkeit des ganzheitlichen mechatronischen Engineerings (Mechanik, Elektrik, Informatik) strukturvariabler und wandelbarer Systeme in einer heterogenen Modullandschaft ad-

ressiert. Für viereinhalb Jahre wird auch das BMBF die Arbeiten zusätzlich mit circa 1 Million Euro unterstützen – *so können wir die Forschungsarbeiten ab dem ersten Oktober 2020 mit einem Forschungsteam intensiv beginnen*, so Prof. Dr. Drath.

Ein Ziel von Industrie-4.0 besteht in der Einführung von Flexibilität in der industriellen Produktion. Strukturvariable Anlagen, deren Maschinen mehr oder minder selbstständig zusammenarbeiten, sind heute zwar technisch möglich, praxistaugliche standardisierte Lösungen müssen jedoch noch erforscht und umgesetzt werden. Im *Engineerium*, so Rainer Drath, würden Maschinen und Module auf neue Weise automatisiert und mittels Informationsmodellen variabel verknüpft. Jede Maschine wird umfangreich beschrieben und somit von außen erkundbar. Die Orchestrierung der Maschinen erfolgt durch ein übergeordnetes Manufacturing Execution System. Forschungsziel ist die Entwicklung eines tragfähigen Plug-and-Produce-Gesamtkonzepts – eines Baukastensystems für reale und virtuelle Maschinen und Produktionsanlagen, in dem Module unterschiedlicher Hersteller problemlos ausgetauscht, erweitert oder entfernt werden können – und dessen abschließender Transfer in die Wirtschaft. Die neuartige Engineeringmethodik soll die Orchestrierung der Module in jedem Versuch neu generieren und optimieren. Durch Neukombination und Verschaltung von realen (bereits vorhandenen) und virtuellen (simulativ vorgedachten) Modulen lassen sich



**Pascal Habiger ist Absolvent des Masterstudiengangs Mechatronische Systementwicklung der Fakultät für Technik. Zwischenzeitlich ist er, zusätzlich zu seiner Promotion im Bereich der Automatisierungstechnik, als wissenschaftlicher Mitarbeiter der HS PF im *Engineerium* tätig** (Foto: Sophia Zundel)

so immer wieder neue Fertigungsanlagen erstellen. Durch Kombinatorik der verfügbaren Module ermöglicht das Pforzheimer Forschungskonzept die Errichtung von 1000 Anlagen in einem einzigen Labor. *Wir wollen insbesondere erreichen, dass unterschiedliche Module unterschiedlicher Hersteller im gemeinsamen Kontext interagieren können*, so Pascal Habiger, Doktorand und wissenschaftlicher Mitarbeiter der Hochschule. Studenten der Pforzheimer Fakultät für Technik werden im *Engineerium* durch Projekt-, Bachelor-, Master- und Forschungsarbeiten im fachlichen Kontext der mechatronischen Systementwicklung ihren Beitrag zum Forschungsvorhaben leisten. Ergänzt werden sollen diese durch Industriekooperationen, insbesondere mit kleinen und mittelständischen Unternehmen der Region.

➔ [www.hs-pforzheim.de](http://www.hs-pforzheim.de)

## Architekten und Fassadenbauer im Austausch mit der Oberflächenveredelungsindustrie



Erfolgreiche Online-Premiere des QUALICOAT-Seminars

Der Verband für die Oberflächenveredelung von Aluminium e. V. (VOA) hat sein bewährtes QUALICOAT-Seminar in diesem Jahr völlig neu im Online-Format aufgesetzt und erstmals digital veranstaltet. Das wurde nicht nur von Mitgliedern des VOA positiv aufgenommen, sondern begeisterte auch neue Berufsgruppen: Auf der Teilnehmerliste des QUALICOAT-Seminars am 30. September 2020 standen zahlreiche Architekten und Fassadenbauer. Abgerundet wurde das Teilnehmerfeld durch Vertreter der Presse.

Langlebigkeit, Sicherheit und eine hohe Qualität sind wichtige Eckpfeiler für alle Anwender im Geschäftsfeld beschichteter Aluminiumoberflächen. Das klar definierte und international gültige Qualitätszeichen QUALICOAT, das genau diese geforderte, hochwertige Qualität auf dem globalen Markt widerspiegelt, ist daher für alle Marktteilnehmer von größtem Interesse. Vor allem im Bauwesen, das von der Corona-Krise bislang weniger betroffen ist\*, gewinnt die Oberflächenveredelung an Attraktivität. Deshalb ist es nicht verwunderlich, dass sich Architekten und Fassadenbauer immer mehr für die Thematik der Oberflächenveredelung interessieren und tiefer einsteigen möchten. Die Chance dazu bot sich beim QUALICOAT-Seminar des VOA, der in Deutschland Generallizenznehmer des internationalen Qualitätszeichens QUALICOAT ist. *Über das gesteigerte Interesse zahlreicher Berufsgruppen an unserem QUALICOAT-Seminar freuen wir uns besonders*, so VOA-Geschäftsführerin Dr. Alexa A. Becker. Wenn sich Oberflächenveredler bereits im Vorfeld mit Architekten und Fassadenbauern abstimmen, um wichtige Details zu klären, beispielsweise im Hinblick auf den Schutz der Oberfläche, die gezielte Verbesserung der Werkstoffeigenschaften oder die dekorative Gestaltung, kann im In- und Ausland gleich die optimale Quali-

tät zum Einsatz kommen. Das spart Zeit, reduziert langwierige Absprachen und erhöht die Haltbarkeit des verwendeten Materials. Speziell die hohen Qualitätsanforderungen an die Oberflächenveredelung im Hinblick auf aggressive Umwelteinflüsse wie Abgase oder salzhaltige Luft in Küstengebieten sind für den Kunden von Interesse. Hier bescheinigt der SEASIDE-Zusatz des Qualitätszeichens QUALICOAT, dass die Beschichtung besonderen geographischen und meteorologischen Ansprüchen standhält.

Doch nicht nur bei dieser neuen Zielgruppe kam das Online-Format des QUALICOAT-Seminars gut an. Auch die Mitgliedsunternehmen des Verbands machten vom Fortbildungsangebot des VOA aktiv Gebrauch und bewerteten Themenumfang, Praxisbezug und Ablauf positiv. Dr. Alexa Becker betonte, dass sich auch in Krisenzeiten wie dieser Lizenz- und Zulassungsnehmer des internationalen Qualitätszeichens QUALICOAT stetig fortbilden und weiterentwickeln müssen. Dabei unterstützt der Verband seine Mitglieder selbstverständlich mit großer Tatkraft. Daher hat der VOA den so wertvollen fachlichen Austausch im Expertenkreis nun online möglich gemacht. Dr. Becker zeigte sich stolz auf die gelungene Premiere und dankte den Referenten Ralf Heitzelmann (ALBEA Metall-Oberflächentechnik GmbH), Stephanie Greber (NABU-Oberflächentechnik GmbH), Thomas Sondermann (Alufinish GmbH & Co. KG) und Dr. Birgit Lindlar-Kremer (Henkel AG & Co. KGaA) dafür, dass sie die Veranstaltung mit Fachwissen bereichert haben.

➔ [www.voa.de](http://www.voa.de)



Dr. Alexa A. Becker, Geschäftsführerin des VOA (Bild: VOA)



Matthias Krämer, Leiter Technik beim VOA, führte durch das digitale QUALICOAT-Seminar (Bild: VOA)

\*Der Zentralverband Deutsches Baugewerbe rechnet damit, dass die Bauwirtschaft am Ende des Jahres den gleichen Umsatz wie 2019 erwirtschaftet hat; Weiteres unter: <https://www.zdb.de/baukonjunktur/konjunkturprognose-2020>

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

### Zwei DVS-Mitglieder mit IIW-Awards ausgezeichnet

Der DVS freut sich, dass zwei DVS-Mitglieder einen der renommierten Preise des International Institute of Welding (IIW) erhalten haben. Jedes Jahr verleiht das internationale schweißtechnische Institut seine IIW-Awards auf der Annual Assembly, die nun erstmals online stattfand. Vom 15. bis 25. Juli konnten Mitglieder, Experten, Young Professionals und Interessierte in virtueller Umgebung an den Arbeitsgruppen und Besprechungen teilnehmen. Die Gewinner bekamen jetzt ihre Preise vorab per Post.

Professor Dr.-Ing. Adolf Hobbacher, Träger des DVS-Ehrenringes, wurde für seine langjährige Tätigkeit im IIW mit dem Preis *Fellow of the IIW* geehrt. Mit diesem IIW-Award werden Persönlichkeiten für ihren besonderen Beitrag in Wissenschaft und Technik auf dem Gebiet der Schweißtechnik gewürdigt. Im Jahre 2013 wurde Professor Hobbacher bereits der *Evgeny Paton Prize* für sein bedeutendes Lebenswerk in Wissenschaft und Technik vom IIW verliehen.

Den *Henry Granjon Prize* in der Kategorie *B Werkstoffverhalten und Schweißbeignung* erhielt DVS-IIW Young Professional Dr.-Ing. Klaus Schricker von der TU Ilmenau. Mit dem Henry Granjon Prize werden Master- und Doktorarbeiten oder vergleichbare Projekte der Industrieforschung von Nachwuchswissen-

schaftlern in vier Kategorien gewürdigt. Mit dieser Auszeichnung wird das Interesse von jungen Menschen für das Schweißen und die verwandten Verfahren gefördert.

Aufgrund der aktuellen Situation erhält jeder Gewinner der IIW-Awards 2020 seinen Preis bei der offiziellen Verleihung im Rahmen der kommenden IIW Annual Assembly vom 20. bis 25. Juni im nächsten Jahr in Genua, Italien.

➔ [www.die-verbindungs-spezialisten.de](http://www.die-verbindungs-spezialisten.de)

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

### VDI-Direktor Ralph Appel ist neuer Präsident der FEANI

VDI-Direktor Ralph Appel ist am 9. Oktober 2020 zum Präsidenten der FEANI (Fédération Européenne d'Associations Nationales d'Ingénieurs) gewählt worden. Damit verstärkt der VDI seine europäische Sichtbarkeit. Der Dachverband FEANI umfasst knapp 350 technisch-wissenschaftliche Organisationen aus 32 Ländern des europäischen Wirtschaftsraums und ist damit die von der EU-Kommission offiziell anerkannte Stimme von rund sechs Millionen Ingenieuren und Ingenieurinnen in Europa. Appel freut sich auf diese Rolle und möchte helfen, die technologisch und wirtschaftlich bedeutsame Kraft der Ingenieurskunst für Europa weiter zu stärken.

Die FEANI kümmert sich um Qualitätssicherung in der Ingenieurausbildung, die Anerkennung von Ingenieurqualifikationen auf internationaler Ebene und fördert Transparenz und Mobilität auf dem europäischen Ingenieurarbeitsmarkt. FEANI bietet nach den Worten von VDI-Präsident Dr. Volker Kefer den Ingenieurvereinigungen Europas die Plattform, in einer Welt, in der Themen nicht mehr allein national behandelt werden können, ihre Interessen und Anliegen auf die europäische Ebene zu tragen. *Dass dem VDI dabei eine wichtige Rolle angetragen wird, freut uns*, so Dr. Kefer.

Eines der wichtigen Projekte innerhalb der FEANI ist es derzeit, technisches Know-how zur Erreichung der UN Sustainable Development Goals (SDGs) einzusetzen. Das Thema



**Dipl. Wirtsch.-Ing. Ralph Appel, Direktor des VDI**  
(Foto: VDI/Catrin Moritz)

Nachhaltigkeit spielt nach Aussage von VDI-Direktor Appel über die Landesgrenzen der einzelnen Mitgliedsländer hinaus eine große Rolle. *Wir erarbeiten gemeinsam mit Partnern Lösungen, die wir an politische Entscheidungsträger herantragen*, so Appel. Die FEANI vereine Ingenieure und Ingenieurinnen, die sich zusammen einer europäischen Herausforderung stellten, insbesondere dadurch, dass man diese aus verschiedenen, länderspezifischen Perspektiven beleuchte. Appel will außerdem die drei Jahre seiner Amtszeit in Brüssel nutzen, um den Beitrag von innovativen Ingenieurleistungen zum *European Green Deal* der EU-Kommission deutlich zu machen.

In Brüssel hat die FEANI erst seit 1997 ihren Sitz. Gegründet wurde sie in Paris im Jahr 1951 von deutschen und französischen Ingenieuren und Ingenieurinnen, die kurz nach dem Ende des Zweiten Weltkriegs gemeinsam an technischen Innovationen arbeiteten. Innerhalb der beginnenden Europäisierung brachte die FEANI zwei ehemalige Kriegsgegner so näher zueinander, die mit ihrem gemeinsamen Engagement einen Beitrag für Frieden und Wohlstand in Europa leisteten. Sie kooperiert seitdem mit Organisationen auf europäischer und internationaler Ebene: Beispielsweise ist sie Gründungsmitglied der World Federation of Engineering Associations (WFEO) und enger Kooperationspartner der European Young Engineers (EYE), der Dachverband der europäischen Ingenieurorganisationen für Studierende und Berufsanfänger.

➔ [www.vdi.de](http://www.vdi.de)

### 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

## INSERENTENVERZEICHNIS

Airtec MUEKU GmbH	18	Gebr. Liebisch	U4	Steinbeis-Transferzentrum	7
B+T Unternehmensgruppe	11	Munk GmbH	21	Tascon GmbH	25
FST Drytec GmbH	23	Renner GmbH	Titel	WOTech GbR	33
Walter Lemmen GmbH	29	Sager + Mack GmbH	1	ZVO e.V.	U2

# PV-1210 climate change tests

DIN EN ISO 9227

VDA 621-415

SAE J2334

VCS 1027, 1449

salt spray tests



Umweltsimulation

PV-1210

MO158

DT17 2028/C ECC 1

ASTM B-117

CETP 00.00-L-467

humidity storage

VDA 621-415

environmental simulation

STD 1027, 114

ASTM B-117

modulare Freiheit

Normalklima

constant climate tests

KKT

Kesternichtests

Konstantklimatests

Klimawechseltests

ST 423-0014

CETP 00.00-L-467

Salznebelprüfung

Feuchtelagerung

ST 423-0014



## 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