

# WOMAG

**Kompetenz in Werkstoff und funktioneller Oberfläche**

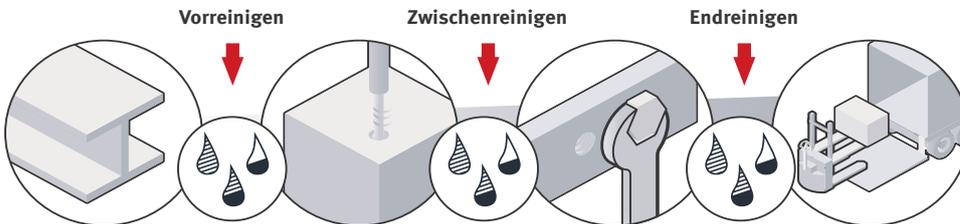
*pero*



- + Termin sofort vereinbaren
- + Zeit optimal nutzen
- + Reinigungsergebnis gleich mitnehmen

## DEN EIGENEN, INDIVIDUELLEN REINIGUNGSPROZESS ENTWICKELN

IM PERO KOMPETENZ-ZENTRUM



Das optimale Reinigungsmedium

- + testen und
- + nachweisen

**Vereinbaren Sie Ihren Termin jetzt!**

+49 (0)8231 6011-883

[pero.technologie@pero.ag](mailto:pero.technologie@pero.ag)

PERO | ANLAGEN ZUR TEILEREINIGUNG

[www.pero.ag](http://www.pero.ag)

### WERKSTOFFE

Schneller, sparsamer, langlebiger?  
Studie zur additiven Fertigung

### MEDIZINTECHNIK

Polymere Barrierschichten für  
Elektronik in harscher Umgebung

### MEDIZINTECHNIK

Galvanisch beschichtete Kunststoffe  
in der Medizintechnik

### OBERFLÄCHEN

Laserauftragschweißen als alterna-  
tives Beschichtungsverfahren

### OBERFLÄCHEN

Kommunikation – essenzielles  
Element unter REACH

## SPECIAL

Edelmetalle im Auto:  
Heute und Morgen

MÄRZ 2020

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

# PV-1210 climate change tests

DIN EN ISO 9227

VDA 621-415

SAE J2334

humidity storage



Umweltsimulation

PV-1210

MO158

D17 2028/C ECC 1

ASTM B-117

VCS 1027, 1449

CETP 00.00-L-467

salt spray tests

VDA 621-415

environmental simulation

STD 423-0014

STD 1027, 14

ASTM B-117

modulare Freiheit

Normalklima

constant climate tests

KKT

Kesternichtests

Konstantklimatests

Klimawechseltests

ST 423-0014

CETP 00.00-L-467

Salznebelprüfung

Feuchtelagerung

## 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 (Wechseltestprüfungen) 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



**Liebisch**<sup>®</sup>  
LABORTECHNIK



05.-08.05.2020  
Ort: Stuttgart  
Halle 6  
Stand 6413



16.-18.06.2020  
Ort: Stuttgart  
Halle 1  
Stand H15

## Heilsamer Schock - oder doch nicht?



Die größten europäischen Industriebereiche stehen derzeit enorm unter wirtschaftlichem Druck: Dieselkrise, E-Mobilität, Handelsstreit, Brexit, Energiegewinnung und jetzt auch noch die dramatischen Ereignisse rund um den Corona-Virus. Einiges davon ist auf unglückliches Agieren der großen Konzerne zurückzuführen, wie beispielsweise die Diesellaffäre oder der Umstieg von Verbrennungs- auf Elektromotoren als Antrieb für Fahrzeuge. Anderes beruht auf den - nicht immer zu akzeptierenden - Wünschen nach nationaler Stärke einiger Staaten. Der Corona-Virus wiederum ist wohl ein Phänomen, mit dem alle Lebewesen von Zeit zu Zeit zu kämpfen haben - Viren entstehen,

verändern und verbreiten sich dank unserer Lebens- und Wirtschaftswelt immer häufiger relativ schnell global. Erstaunlich hierbei ist allerdings die panische Reaktion vieler Menschen darauf, da andere Virus-Krankheiten wie etwa die Grippe bedrohlicher erscheinen - aktuelle Meldungen sprechen in dieser Saison von knapp 100 000 Grippeinfizierten und über 160 Todesfällen.

Die Auswirkungen der verschiedenen derzeit zu verzeichnenden Krisen sind in wirtschaftlicher Sicht sehr beunruhigend. Vor allem das Blockieren der Lieferketten zeigt, wie dramatisch sich Unterbrechungen auf die globale Wirtschaft auswirken können. Besonders kritisch ist die Situation in diesen Bereichen, in denen der größte Teil der weltweiten Produktion auf einen oder wenige Staaten der Erde entfällt. Diese Rolle hat China übernommen. Die schnelle Umsetzung eines Lieferstopps mit dessen heftigen Auswirkungen hängen natürlich auch mit der rigorosen Vorgehensweise des herrschenden Regierungssystems zusammen.

Eigentlich könnte (oder sollte) aber der jetzt herrschende, auf dem Corona-Virus basierende Zustand ein Anlass sein, über die in den letzten Jahren gebildeten Lieferketten nachzudenken. Eine andere globale Verteilung der Produzenten, beispielsweise eine stärkere Berücksichtigung von Unternehmen in Europa, könnte die Lieferfähigkeit der gesamten Industrie stärken. Die Aufrechterhaltung von Lieferketten führt sicher auch dazu, dass eine ausreichende Zahl an Fachleuten für die verschiedenen Fertigungstechnologien vorhanden ist (und Nachwuchs dafür gewonnen werden kann). Dies wiederum stärkt die Fähigkeit, auf diesen Gebieten die notwendigen Weiterentwicklungen in großem Umfang betreiben zu können.

Die nächsten Wochen werden darüber entscheiden, wie groß der Einfluss einer gesundheitlichen Bedrohung auf die Gesamtwirtschaft ist und werden kann. Daraus folgen werden mit Sicherheit neue Strategien für die verschiedenen Prozesse zur Herstellung der benötigten Produkte. Wir werden die Entwicklungen im Blick behalten.

## 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

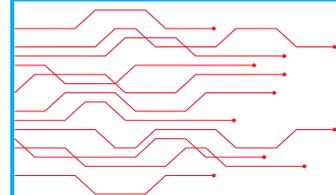


MAGNETPUMPEN  
TAUCHPUMPEN  
FILTERSYSTEME

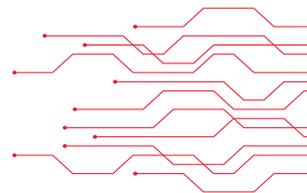


LOADING...

## NEW THINGS TO COME



### Next Generation



PUMPEN  
PUMPS | 泵



FILTER  
FILTERS | 过滤器



FILTERMEDIEN  
FILTERMEDIA | 过滤耗材



DAS PLUS  
THE PLUS | 服务

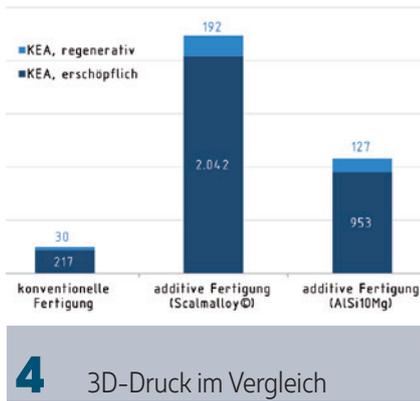
[www.sager-mack.com](http://www.sager-mack.com)



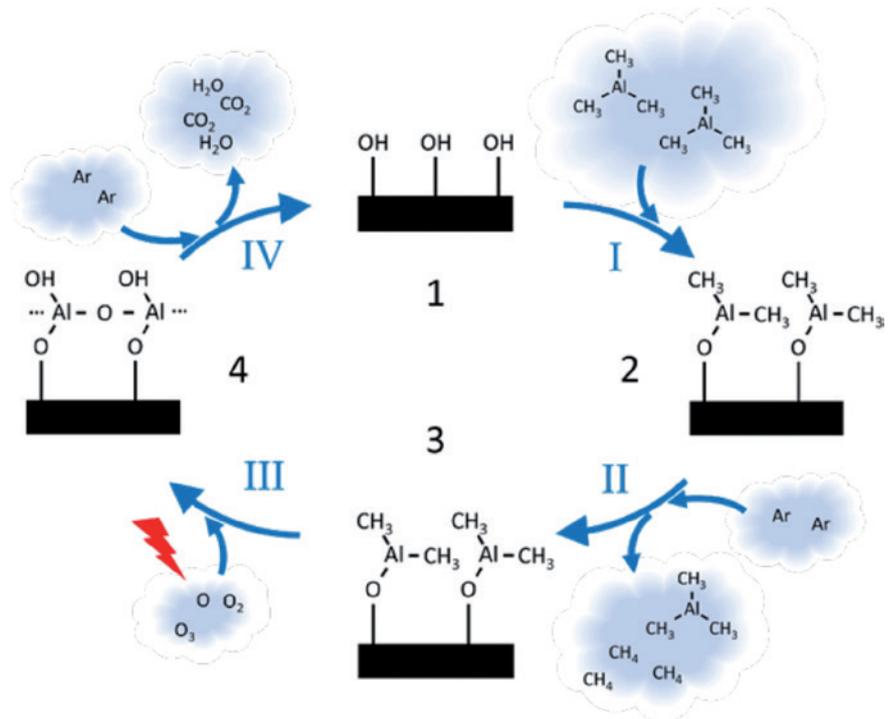
Sager + Mack GmbH

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

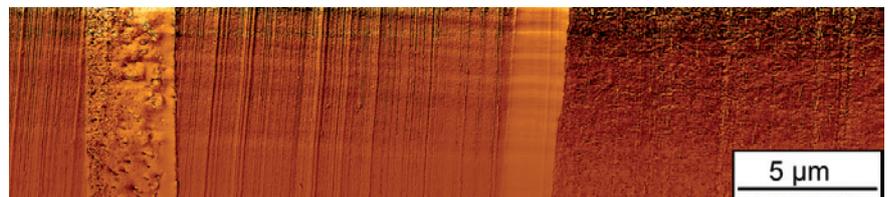
# INHALT



**28** Laserauftragschweißen



**15** Beschichtung von elektronischen Bauteilen unter Einsatz von ALD



**14** Beschichtete Mehrlagenfolie für Lebensmittelverpackungen

## WERKSTOFFE

- 4** Schneller, sparsamer, langlebiger?
- 6** Erfolgreiche DVS-Fachtagung: ROBOTER 2020 informiert über Trends in der automatisierten Schweißtechnik
- 7** Optische Prüfverfahren als Herausforderung und Chance für die Produktion
- 8** Nachhaltigkeit beim Gleitschleifen
- 10** Neues Spann- und Referenziersystem zur schnellen Weiterbearbeitung additiv gefertigter Bauteile
- 10** 3D-Druckverfahren durchdringen verstärkt die deutsche Industrie
- 11** Kühllösungen für die additive Fertigung
- 12** AM-Teile von der Konstruktion bis zum komplett nachbearbeiteten Werkstück
- 13** Leichtbau-Perspektiven aus Wirtschaft und Forschung
- 14** Biopolymerbasierte Mehrlagenfolien mit natürlicher Beschichtung für Lebensmittelverpackungen

## MEDIZINTECHNIK

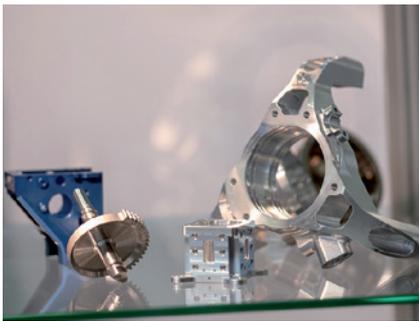
- 15** Polymere Barrierschichten für Elektronik in harscher Umgebung – Teil 3
- 17** Ob Gehäuse, Elektronik oder Elektrodenmaterial – auch in der Medizintechnik werden Kunststoffe durch galvanische Beschichtungen aufgewertet
- 20** Mit smarten Prozessen zu smarten Medizinprodukten
- 22** Reinraumtechnik für Schutz vor Einflüssen der Umgebung

## OBERFLÄCHEN

- 23** Fraunhofer IPA zeigt Galvanik-Software auf der Messe *Woche der Umwelt*
- 24** Edelmetalle im Auto: Heute und Morgen – E-Mobility-Trends und deren Bedeutung für die Galvanotechnik
- 28** Laserauftragschweißen – eine Alternative zu konventionellen Beschichtungsverfahren
- 30** Das europäische Schwergewicht der Oberflächentechnik wirft seine Schatten voraus



## 17 Galvanische Beschichtung von Kunststoffen für die Medizintechnik



## 20 Fertigung von Metallteilen



## 8 Gleitschleifanlagen

## OBERFLÄCHEN

- 32 Kommunikation – essentielles Element unter REACH
- 34 Zulieferer von Chrombauteilen bereit für Marktumstellung
- 35 Innovent startet Anwenderprojekt (INNAP) Sol-Gel-Beschichtungen für temperatur-empfindliche Substrate
- 36 Die industrielle Lackiertechnik an neue Anforderungen anpassen
- 38 Ein Klassiker geht auf Reisen

## BERUF + KARRIERE

- 39 Studenten der TU Ilmenau besuchten die Galvanotechnik J. Holzapfel GmbH

## VERBÄNDE

- 40 Nanomaterialien: ZVO plädiert für partikelgrößenbezogene Einstufung
- 41 ZVO e.V. – DGO e.V.

**Zum Titelbild:** Die Pero AG entwickelt, fertigt und vertreibt Reinigungsanlagen für alle Industriebereiche mit unterschiedlichen Reinigungsverfahren; [www.pero.ag](http://www.pero.ag)

**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 Käzmann – 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 Käzmann  
Mobil 0151/29109892  
[kaesmann@wotech-technical-media.de](mailto:kaesmann@wotech-technical-media.de)

### Redaktion/Anzeigen/Vertrieb/Abo

siehe Verlagsleitung

### Bezugspreise

Jahresabonnement Online-Ausgabe:

149,- € inkl. MwSt.

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

Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 9 vom 10. Oktober 2019

### Inhalt

WOMag berichtet über:

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

### Leserkreis:

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

### WOMag-Beirat

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

### Bankverbindung

BW-Bank, IBAN: DE71 6005 0101 0002 3442 38

BIC: SOLADEST600; (Konto 2344238, BLZ 60050101)

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

### Gerichtsstand und Erfüllungsort

Gerichtsstand und Erfüllungsort ist Waldshut-Tiengen

### Herstellung

WOTech GbR

### Grafische Gestaltung (Grundlayout)

Wasserberg GmbH

### Druck

Holzer Druck + Medien GmbH & Co. KG

Fridolin-Holzer-Straße 22+24, 88171 Weiler

© WOTech GbR, 2016

## **Schneller, sparsamer, langlebiger?**

### Neue VDI ZRE-Studie vergleicht additive mit konventioneller Fertigung

Additive Fertigung, auch 3D-Druck genannt, gilt als Schlüsseltechnologie der Digitalisierung. Additive Verfahren gelten als schneller und kostengünstiger. Unter anderem, weil weniger Ausschuss produziert wird und bei der Herstellung weniger Abfall anfällt. Deshalb wird dem 3D-Druck künftig eine zentrale Rolle in kleinen und mittleren Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes prophezeit. Allerdings wird aus den unterschiedlichsten Gründen an der einen oder anderen Stelle hinterfragt, ob diese Annahme zu Recht besteht.

#### Mittelfristig Kostenangleichung bei Verfahren

Das VDI Zentrum Ressourceneffizienz (VDI ZRE) hat in einer Studie den Ressourcenverbrauch eines additiven Fertigungsverfahrens mit einem konventionellen Fertigungsverfahren verglichen. Bei dieser Studie wurde eine mittelgroße Serienproduktion untersucht, wie sie derzeit für den 3D-Druck noch nicht üblich ist. Zunächst wurde die Struktur des additiv zu fertigenden Bauteils optimiert. So ließen sich das Volumen des Bauteils reduzieren und der Materialverbrauch verringern. Produziert wurde eine Dämpfergabel für einen Pkw. Konventionell besteht diese aus einer gesenkgeschmiedeten Aluminium-Gusslegierung und wiegt 1,3 Kilogramm. Die Herstellung umfasst die Produktionsschritte Gießen, Gesenk Schmieden, Entgraten, Wärmebehandeln und Fräsen. Bei der additiven Fertigung kam das Laser Beam Melting (LBM) zum Einsatz. Bei diesem selektiven Laserschmelzen wurden zwei verschiedene Aluminiumpulver lokal geschmolzen und Schicht für Schicht auf einer Grundplatte aufgebracht.

Im betrachteten Fall zeigte sich, dass beim 3D-Druck mehr Energie, mehr Rohstoffe, mehr Wasser und mehr Fläche verbraucht wurden, als bei der konventionellen Produktion. Auch die Treibhausgasemissionen steigen an. Zudem sind Material- und Betriebskosten wesentlich höher. Diese Effekte sind vor allem auf den hohen elektrischen Grundverbrauch der LBM-Anlage sowie auf deren Pulver- und Wartungskosten zurückzuführen. Technische Verbesserungen an der LBM-Anlage, mit denen in Zukunft fest zu

rechnen ist, werden die Umweltauswirkungen und die Kosten stark reduzieren. Der Abstand zwischen konventioneller und additiver Fertigung wird sich hinsichtlich Wirtschaftlichkeit und Ressourceneffizienz mittelfristig verringern.

#### Additive Fertigung als Ergänzung

Die Studie zeigt, dass im Einzelfall sehr genau abzuwägen ist, wann additive und wann konventionelle Herstellungsverfahren gewählt werden. Im Falle der Pkw-Dämpfergabel fällt die Massereduktion durch die additive Fertigung so gering aus, dass dies keinerlei Effekte auf den Treibstoffverbrauch des Autos haben wird. Anders sieht es in der Luft- und Raumfahrt, in der Medizintechnik oder für bionische Produktkonzepte aus: Hier sind in der Nutzungsphase durch leichtere Bauteile höhere Einsparpotenziale erzielbar. Metallische Werkstücke werden in Zukunft sehr wahrscheinlich weder ausschließlich auf konventionellem Wege noch ausschließlich additiv gefertigt werden. Stattdessen werden die 3D-Druckverfahren die herkömmlichen Methoden ergänzen.

#### Diskussion und Schlussfolgerungen

Nachfolgend sind die Schlussfolgerungen der Studie verkürzt wiedergegeben. Die gesamte Studie in einem Umfang von 112 Seiten mit 27 Abbildungen und 15 Tabellen beschreibt zunächst den Stand der Technik und befasst sich ausführlich mit den Technologien sowie den Funktionellen Einheiten und deren Sachbilanz der additiven Fertigung. Schließlich wird eine umfangreiche ökologische und ökonomische Bewertung der Ergebnisse durchgeführt und daraus zusammenfassend eine Schlussfolgerung für die Technologie gezogen.

#### Ergebnisse im Gesamtkontext

Die dargestellten Ergebnisse der ökologischen Bewertung zeigen, dass die additive Fertigung über alle umweltbezogenen Wirkungskategorien hinweg deutlich stärkere Auswirkungen verursacht, als die konventionelle Fertigung. Dies ist vor allem auf den elektrischen Grundverbrauch der Anlagen für das Laserschmelzen zurückzuführen. Insbesondere hat sich die konstant messbare elek-



trische Grundlast der eingesetzten EOS-M-400-Anlage mit etwa 5 kW als überraschend hoch erwiesen. Der gemessene Grundstrombedarf deutet in erster Linie auf eine noch nicht voll ausgereifte Anlagentechnologie hin. Demgegenüber ist der Strombedarf für den eigentlichen, laserbasierten Schmelzvorgang des Pulvers vergleichsweise moderat (8,8 % des gesamten Strombedarfs). Hier besteht also bei der Anlagentechnik ein signifikantes Potenzial zur Optimierung der Energieeffizienz.

Die angewandte Sensitivitätsanalyse verdeutlicht, dass technische Verbesserungen bei Anlagen für das Laserschmelzen bei den ökologischen Wirkungskategorien ein deutliches Verbesserungspotenzial bewirken könnten. Allein die höhere Anzahl der parallel arbeitenden Laser sowie ein größeres Bauvolumen führen zu einer deutlichen Reduktion der für die Fertigung von 10 000 Bauteilen benötigten Anzahl an Anlagen. Diese Produktivitätssteigerung hätte auch einen geringeren Energiebedarf zur Folge. Beispielsweise kann im Falle von Scalmalloy® beziehungsweise von AlSi10Mg eine Einsparung von fast 30 Prozent beziehungsweise über 40 Prozent des kumulierten Energieaufwands erzielt werden. In diesem Optimierungsfall benötigt die additive Fertigung mit AlSi10Mg-Pulver nur noch 2,5-mal so viel Energie pro Werkstück wie die konventionelle Fertigung.

Weitergehende technische Verbesserungen, insbesondere die Reduktion der elektrischen Grundlast der Anlagen für das Laserschmelzen, könnten dazu beitragen, den Abstand

der additiven zur konventionellen Fertigung in Hinblick auf deren Umweltauswirkungen zu verringern.

Zudem zeigen die Ergebnisse deutlich den Einfluss der verwendeten Pulverlegierung auf den Ressourcenaufwand und das Treibhausgaspotenzial. Im Falle der Anwendung von Scalmalloy® wirkt sich der Aufwand für die Bereitstellung der Rohstoffe erheblich auf das Gesamtergebnis aus. Dies betrifft insbesondere den Legierungsbestandteil Scandium, welches die EU-Kommission 2017 zudem als einen für die EU kritischen Rohstoff identifiziert hat. Scalmalloy® eignet sich als High-tech-Werkstoff vorrangig für die Fertigung hoch optimierter Bauteile mit überdurchschnittlichem Marktwert, jedoch weniger für generische Fahrzeugkomponenten. Für solche Produkte ist AlSi10Mg wesentlich günstiger und auch weniger ressourcenrelevant.

Darüber hinaus lässt sich die Erkenntnis ableiten, dass der Einsatz einer hochfesten Stahlliegierung, beispielsweise eines für das Laserschmelzen häufig verwendeten Maraging-Stahlpulvers (Festigkeit ca. 2200 MPa), ein ebenso deutliches Einsparpotenzial birgt. Bei gleicher Festigkeit lässt sich ein geringeres Bauteilvolumen als mit Aluminiumlegierungen realisieren. Die Fertigung von Werkstücken mit geringem Volumen durch Laserschmelzen benötigt weniger Energie für den Schmelzvorgang. Hieraus würde nicht nur ein deutlich geringerer Pulverbedarf resultieren, sondern auch eine deutlich kürzere Fertigungsdauer. Hingegen hat der höhere Schmelzpunkt von Stahl nur geringen Einfluss auf den Energiebedarf des laserbasierten selektiven Schmelzprozesses. Je nach Anwendungsfall sollten somit die Entscheidungsfaktoren *spezifische Werkstoffeigenschaften* und *Werkstückgeometrie* unterschiedlich bewertet werden.

Die mittels numerischer Strukturoptimierung erzielte Massenreduktion der additiv gefertigten Referenzbauteile war für die untersuchten Referenzbauteile zu gering, um den Treibstoffverbrauch eines Fahrzeugs im Gebrauch deutlich zu reduzieren. Bei anderen Anwendungsgebieten (z. B. in Luft- und Raumfahrt) würde die Leichtbauweise wesentlich stärkeren Einfluss auf die Verringerung der für Hubarbeit und Beschleunigung benötigten Treibstoffmengen haben. Gleichwohl ist die Strukturoptimierung eine notwendige Voraussetzung zur Nutzung der Laserschmelztechnologie. Ohne Strukturoptimierung würden die in der Studie ermittelten ökonomischen und ökologischen Kennwerte der additiven Fertigung ungünstiger ausfallen.

Die Ergebnisse der ökonomischen Bewertung zeigen, dass die Anwendung der additiven Fertigung für den gewählten Anwendungsfall (Herstellung von 10 000 Dämpfergabeln) wirtschaftlich nicht sinnvoll ist. Sie ist bei Anwendung von AlSi10Mg, dem günstigeren Werkstoff, immer noch um den Faktor 40 teurer, als die konventionelle Fertigung. Neben den Investitionskosten sind bei der additiven Fertigung auch die Material- und Betriebskosten wesentlich höher, als bei einer konventionell industriellen Fertigung. Insbesondere zu nennen sind hier die Kosten für das Pulver (vor allem bei Verwendung von Scalmalloy®) sowie die Wartungskosten der Laserschmelzanlagen. Die Herstellung von Bauteilen mit relativ einfacher Geometrie und geringem Marktpreis erreicht nicht die Höhe der Wertschöpfung, die erforderlich wäre, um die Nutzung des gegenwärtig noch sehr teuren Laserschmelzens (so wie es in der Studie zugrundegelegt wurde) zu amortisieren. Für die betrachtete Losgröße von 10 000 Stück ist die konventionelle Fertigung zum gegen-

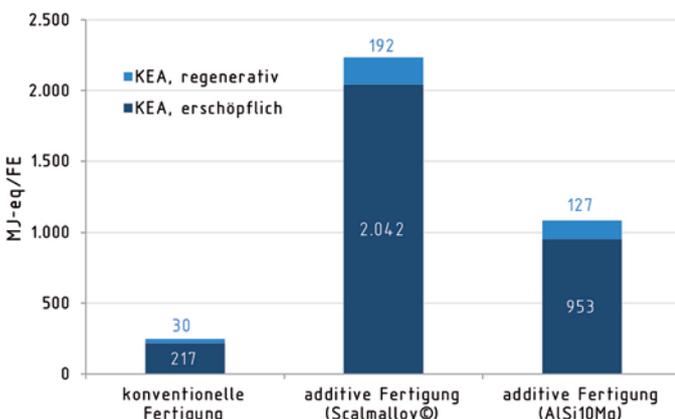
wärtigen Zeitpunkt (September 2019) deutlich günstiger.

Gleichzeitig ist jedoch hervorzuheben, dass die wirtschaftliche Bewertung stark vom jeweilig betrachteten Anwendungsfall abhängt. Generelle Aussagen über die Wirtschaftlichkeit der additiven Fertigung sind deswegen nicht möglich. Vielmehr bietet diese Studie einen detaillierten Einblick in die Bewertungsmechanismen und Herausforderungen, die es zu bewältigen gilt, um solide Entscheidungen bezüglich der Investition in additive Fertigungsverfahren zu tätigen.

Technologische Innovationen bei additiven Fertigungsanlagen können deren Wirtschaftlichkeit in Zukunft deutlich verbessern. So könnte der Studie zufolge eine Reduktion der Maschinenzeit pro Werkstück und bei gleicher Losgröße zu einer geringeren Anzahl von Anlagen führen und daraus folgend der Stückpreis, beispielsweise bei der Verwendung von AlSi10Mg, um fast 80 Prozent reduziert werden. Allerdings ist anzunehmen, dass die Materialkosten für das Pulver weiterhin deutlich über den Materialkosten der konventionellen Fertigung liegen. Die Pulverherstellung wird weiterhin einen zusätzlichen Kostenfaktor in der gesamten Wertschöpfungskette darstellen. Deshalb bleibt die Fertigung auf der Basis des Laserschmelzens in absehbarer Zukunft der Studie zufolge noch mindestens um den Faktor 10 teurer, als die konventionelle Fertigung (unter den in der Studie getroffenen Annahmen).

## Geltungsbereich

Unter den in der Studie angenommenen Rahmenbedingungen könnte die additive Fertigung ihre technologischen Vorteile nur bei sehr kleinen Losgrößen ausspielen. Hier wären die Stückkosten der konventionellen Fertigungsverfahren ebenfalls hoch. Aller-



Kumulierter Energieaufwand je funktioneller Einheit

(Bild: VDI ZRE-Studie, S. 77)

Prozess	Investitionskosten je RB		zugrunde liegende Allokationsfaktoren
	Einzelpositionen	gesamt	
konventionelle Fertigung		2,94 €	
Fertigungsanlagen inkl. Flächenbedarf (gesamt)	2,05 €		1/20 der Anlagenlebensdauer; 3 % Zinssatz (Diskontierung); 2,4 % des jährlichen Produktionsvolumens
Spritzgusswerkzeug	0,23 €		1/10 der Werkzeugstandzeit; 3 % Zinssatz (Diskontierung);
Gesenkschmiedewerkzeug	0,66 €		1/5 der Werkzeugstandzeit; 3 % Zinssatz (Diskontierung);
additive Fertigung		-	
LBM-Anlage mit Scalmalloy®	213,36 €	213,36 €	1/10 der Anlagenlebensdauer; 3 % Zinssatz (Diskontierung);
LBM-Anlage mit AlSi10Mg	167,64 €	167,64 €	1/10 der Anlagenlebensdauer; 3 % Zinssatz (Diskontierung);

RB - Referenzbauteil

Investitionskosten der konventionellen und additiven Fertigung pro Referenzbauteil (Bild: VDI ZRE-Studie, S. 88)

# WERKSTOFFE

dings würde im Fall der konventionellen Fertigung bei kleinerer Losgröße als 10 000 Stück pro Jahr nicht das in dieser Studie betrachtete Gießverfahren eingesetzt werden. Dieses ist auf wesentlich größere Stückzahlen ausgelegt. Stattdessen würden für konventionell herzustellende Kleinserien andere Fertigungsverfahren, wie beispielsweise CNC-Fräsen oder Gießen mit verlorener Form, genutzt werden. Diese alternativen Fertigungsverfahren weisen andere ökonomische und ökologische Kennwerte auf, die im Rahmen dieser Studie zwar nicht betrachtet wurden, jedoch weitere interessante Erkenntnisse bezüglich eines Vergleichs von additiven und konventionellen Fertigungsverfahren erzeugen würden.

Ein wesentlicher Vorteil der additiven Fertigung liegt in der Möglichkeit zur topologischen Strukturoptimierung von Leichtbauteilen. Diese konnten mit dem in dieser Studie betrachteten Referenzbauteil nicht vollends ausgereizt werden, da die (aus Gründen der Vergleichbarkeit gewählte) Anlehnung an das konventionelle Automobil-Design nur eine geringe Gestaltungsfreiheit gestattete. Durch ein explizit auf additive Fertigung optimiertes Gesamtdesign von komplexen Produktsystemen, wie beispielsweise Automobilen oder Flugzeugen, lässt sich das Leichtbaupotenzial von Einzelkomponenten umfassender

erschließen. Hingegen lohnt sich die additive Fertigung für die Serienfertigung individualisierter Bauteile, wie beispielsweise digital modifizierbare Unikate mit bionischen Strukturen, welche Funktions- und Integralbauweisen ermöglichen. Trotz des hohen Potenzials der numerischen Strukturoptimierung ist festzuhalten, dass die Materialeffizienz stark von der Werkstoffwahl abhängt.

In Anbetracht der hohen Investitionskosten der Anlagen für das Laserschmelzen ist eine dauerhaft hohe Auslastung der Fertigungskapazität der Anlagen anzustreben. Dies lässt sich nur durch rationalisierte Geschäftsmodelle erreichen, etwa Fertigung durch Dienstleister, die eine optimierte Bauraumauslastung und eine weitgehend unterbrechungsfreie Betriebsweise der Anlagen erreichen können.

In Zukunft könnte die Anwendungsbreite der additiven Fertigung ausgeweitet werden. Dazu erscheint allerdings eine verbesserte verfahrenstechnische Toleranz der Laserschmelztechnologie notwendig, um die Nutzung von kostengünstigen Pulverwerkstoffen zu ermöglichen. Geringere Anforderungen an Legierungsbestandteile, Körnungsqualität und Homogenität der Pulverwerkstoffe könnten helfen, Kostennachteile und höhere Umweltwirkungen gegenüber den in der konventionellen Fertigung eingesetzten

Werkstoffen abzumildern. Bei Titanlegierungen zum Beispiel, wo die konventionelle Fertigung einen subtraktiven Fräsvorgang mit erheblichem Materialverlust umfasst, könnte die additive Fertigung bereits in naher Zukunft ökonomisch wie ökologisch besser abschneiden. Dies liegt unter anderem darin begründet, dass sich nicht aufgeschmolzenes Pulver direkt wiederverwerten lässt, während sich Titanspäne aus der spanenden Verarbeitung aufgrund der Verunreinigung mit Kühlschmierstoffen nicht in einen geschlossenen Recyclingkreislauf rückführen lassen.

Zusammenfassend kann die additive Fertigung als Ergänzung zur konventionellen Fertigung verstanden werden. Es ist davon auszugehen, dass Innovationen die Prozessabläufe von additiven Fertigungsverfahren optimieren und damit weitere beziehungsweise neue Anwendungsfelder erschlossen werden.

## Hinweise

Die im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit erstellte Gesamtstudie der VDI Zentrum Ressourceneffizienz GmbH (VDI ZRE) ist verfügbar unter

[www.ressource-deutschland.de/fileadmin/user\\_upload/downloads/studien/VDI\\_ZRE\\_Studie\\_Additive\\_Fertigungsverfahren\\_bf.pdf](http://www.ressource-deutschland.de/fileadmin/user_upload/downloads/studien/VDI_ZRE_Studie_Additive_Fertigungsverfahren_bf.pdf)

## Erfolgreiche DVS-Fachtagung: ROBOTER 2020 informiert über Trends in der automatisierten Schweißtechnik

Zahlreiche Besucher diskutierten in Fellbach über Digitalisierung und Robotereinsatz in der Schweißtechnik

Wo werden Roboter in mittelständischen, schweißtechnischen Betrieben gebraucht? Wo führt ihr Einsatz zu praktischen und anwendernahen Lösungen? Und wie gestaltet sich der Arbeitsalltag mit oder ohne sie? Was gilt es, bei der Einbindung von kollaborierenden Robotern zu beachten? Das waren zentrale Fragen auf der Fachtagung ROBOTER 2020, zu welcher der DVS – Deutscher Verband für Schweißen und verwandte Verfahren e. V. am 12. und 13. Februar 2020 in die Schwabenlandhalle nach Fellbach eingeladen hatte. Die Tagung wurde von einer Ausstellung begleitet.

Mehr als 130 Fachbesucher und fast 20 Aussteller waren nach Baden-Württemberg

gekommen, um über Digitalisierung und Robotereinsatz in der Schweißtechnik zu diskutieren und sich zu informieren. Dabei standen vor allem Themen wie Fertigungsprozesse und Prozesssicherheit, moderne Bedienkonzepte sowie die Aus- und Weiterbildung im Zentrum des Interesses. In 18 spannenden und praxisnahen Vorträgen erhielten die Teilnehmer einen Überblick zu aktuellen Trends in der automatisierten Schweißtechnik.

*Aktuelle Entwicklungen unter dem Eindruck von Industrie 4.0 und der Wille zur weiteren Digitalisierung verleihen dem technischen Fortschritt in der Robotertechnik Aufschwung*, erklärt Dipl.-Ing. Karsten Letz, technischer Referent im DVS und Ansprech-

partner der DVS-Arbeitsgruppe *Mechanisierung, Automatisierung und Robotereinsatz beim Lichtbogenschweißen*. Namhafte Roboterhersteller, die DVS-anerkannten Bildungseinrichtungen und der DVS haben nach Aussage von Letz ein Ausbildungskonzept entwickelt, das diesen Entwicklungen Rechnung trägt. Schweißtechnisches Fachwissen und Roboterbedienung müssen ihm zufolge zusammengeführt werden für die Fachkräfte der Zukunft.

Die nächste ROBOTER-Tagung des DVS findet am 16. und 17. März 2022 erneut in Fellbach statt.

 [www.dvs-ev.de](http://www.dvs-ev.de)

## Optische Prüfverfahren als Herausforderung und Chance für die Produktion

Mit diesem Thema befasste sich eine Fachveranstaltung am 20. November 2019 an der Hochschule Landshut. Gerade spiegelnde Oberflächen und Inline-Prüfungen ohne Stillstand zeigten sich als aktuelle Herausforderungen auf diesem Gebiet.

Zwei Faktoren seien für die Veranstaltung prägend und erfreulich, wie Prof. Dr. Holger Timinger, Vizepräsident der Hochschule Landshut, bei seiner Begrüßung den rund 30 Teilnehmerinnen und Teilnehmern erläuterte: die hohe fachliche Expertise, welche die Hochschule Landshut und besonders Prof. Dr. Christian Faber in diesem Themenfeld vorweisen können, und die Zusammenarbeit mehrerer Hochschulen bei der Veranstaltungsorganisation. Die Veranstaltung wurde im Rahmen des Hochschulverbundprojekts TRIO durchgeführt; das Gründerzentrum Landshut (LINK e. V.) agierte als Kooperationspartner.

Zentrale Aufgabe dieses Zusammenschlusses aller sechs ostbayerischen Hochschulen und Universitäten zum Hochschulverbund TRIO ist die Intensivierung des Wissens- und Technologietransfers in der Region. Dabei wird der Transfer stark an den Bedarfen von Wirtschaft und Gesellschaft ausgerichtet; das behandelte Thema der Veranstaltung entsprang beispielsweise einer fortwährenden Befragung ostbayerischer Unternehmen.

### Jede zusätzliche Formel halbiert das Publikum

Der maßgeblich an der Ausgestaltung dieses Themenabends beteiligte Landshuter Professor für Sensorik und Bildverarbeitung, Prof. Dr. Christian Faber, gab zunächst einen Einblick in die optischen Prüfverfahren und hob die zentrale Bedeutung der optimalen Ausnutzung von Vorwissen bei der industriellen 3D-Messtechnik hervor. Wissen über Prüfaufgabe, Objekteigenschaften, Produktionsumfeld und -ausstattung, die Beleuchtung oder die verwendeten Messsysteme sei wichtig, um anschließend Wahrscheinlichkeiten errechnen und mit Messdaten kombiniert Abweichungen bewerten zu können. Getreu seinem Motto *jede zusätzliche Formel halbiert dein Publikum* konzentrierte er

sich in seinem Vortrag auf eben jene im Unternehmenskontext wichtige Interpretation von Messdaten – exemplarisch dargestellt anhand einer fiktiven betriebsinternen Qualitätsüberprüfung von Schrauben.

Spezielle Anwendungsfelder der 3D-Inline-Inspektion stellten die Referierenden der beiden weiteren Vorträge in den Mittelpunkt. Bei der Deflektometrie wird mit Bildaufnahmen eines Streifenmusters gearbeitet, das schrittweise verschoben und an einer Oberfläche reflektiert wird. Störungen im reflektierten Muster zeigen an, dass es Abweichungen in der Oberfläche gibt. Mit der Herausforderung, dieses Verfahren in Bewegung ohne das für die Streifenverschiebung eigentlich nötige Stillstehen der Bänder durchzuführen, befasste sich der Vortrag von Liang Hanning, wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Hochschule Landshut und Doktorandin bei Professor Faber.

### Single-Shot-Methoden und Einseitenbandmodulation

Micheal Strohmeier, Doktorand von Professor Faber bei der BMW Group, erläuterte sein Promotionsthema ebenfalls vor dem Hintergrund aktueller Problemstellungen aus der Produktionspraxis. So erfolge die Prüfung von 3D-Defekten an metallischen Freiformflächen nach der Blechumformung in der Automobilindustrie noch häufig per manueller Sichtkontrolle; kleine oder kleinere Defekte seien dabei schwer erkennbar. Bei der optischen Messtechnik stellen hingegen die Schwingungen der Presse sowie die Lagetoleranz der Bauteile kritische Störgrößen dar, welche die Anwendung von konventioneller Streifenprojektion erschweren. Ein Lösungsansatz stelle die Verwendung sogenannter *Single-Shot-Methoden* dar, die mittels *Einseitenbandmodulation* (SSB, engl.: single-sideband modulation) eine vollflächige 3D-Messung aus nur einer einzigen Bildaufnahme



Prof. Dr. Faber gab Einblicke in die optischen Prüfverfahren

(Foto: TRIO/Hochschule Landshut)

ermöglichen. Auch hier sei Vorwissen über Form und Kontrast des Objekts wichtig, die in eine inverse Streifenprojektion geeignet mit einbezogen werden müssten. Über Referenzdaten aus dem Originalteil könne dann der Rückschluss auf Abweichungen erfolgen.

Tobias Schön, Leiter der Gruppe *Algorithmik* beim Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS, ging in seinem Vortrag auf die Inline-Computertomographie in der Gussteilprüfung ein und räumte hier mit einigen Vorurteilen gegenüber dieser Methode auf. Gussfehler können mittels Inline-CT beispielsweise nicht nur erkannt, sondern auch präzise geortet und analysiert werden. So können auch Bauteile mit Auffälligkeiten, die bisher aufgrund mangelnder Information als Ausschuss zu behandeln waren, weiterverarbeitet werden – sofern die Auffälligkeiten in einem unkritischen Bereich liegen oder die Region später maschinell bearbeitet wird. Zudem besteht die Möglichkeit, die gewonnenen Metadaten direkt in den Herstellungsprozess einzuspeisen und so kritische Fehler gar nicht erst entstehen zu lassen. All diese komplexen Inline-Verfahren sind insbesondere für die industrielle Serienfertigung von hoher Bedeutung.

➔ [www.haw-landshut.de](http://www.haw-landshut.de)

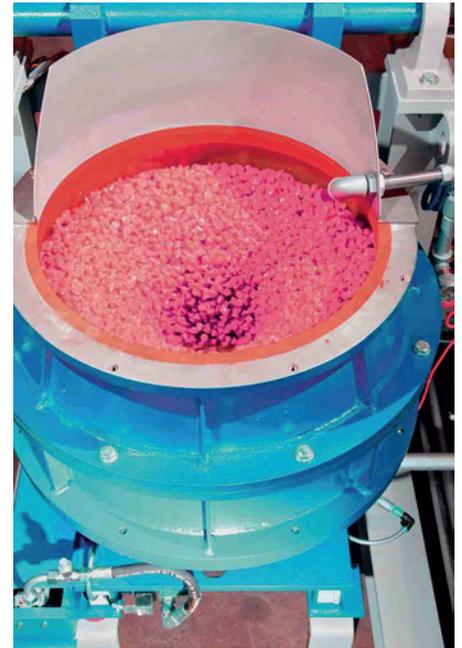
## Nachhaltigkeit beim Gleitschleifen

Austauschprogramm hält die Anlagen von Walther Trowal über viele Jahre fit für die effiziente Oberflächenbehandlung

Im September hat Walther Trowal eine neue Halle für das Auskleiden neuer und gebrauchter Arbeitsbehälter seiner Gleitschleifanlagen in Betrieb genommen. Damit verdoppelt das Unternehmen die Kapazität für das Generalüberholen der Arbeitsbehälter und sichert so die hohe Verfügbarkeit der Anlagen bei seinen Kunden.

Es liegt in der Natur des Gleitschleifens, dass Material von Werkstücken abgetragen wird. Doch je effektiver der Schleifvorgang ist, umso mehr werden auch die Wände der Arbeitsbehälter beansprucht, in denen sich die Teile und die Schleifkörper bewegen. Des-

halb bietet Walther Trowal seit langer Zeit ein Austauschprogramm, in dessen Rahmen die Arbeitsbehälter aufgearbeitet werden. Es beschränkt sich nicht auf das Beschichten der Wände der Arbeitsbehälter, sondern umfasst die vollständige Inspektion aller Komponenten



Beim Gleitschleifen unterliegt die Auskleidung des Arbeitsbehälters naturgemäß beträchtlichem Verschleiß

ten und gegebenenfalls das Schweißen der Stahlkonstruktion und das Austauschen verschlissener Bauteile mit Originalersatzteilen. So sind die Kunden sicher, dass ihre Gleitschleifanlage nach der Überholung in allen Funktionen wieder zuverlässig arbeitet.

In der neuen Halle am Firmensitz in Haan erweitern neue Öfen die Gießkapazität auf mehr als 15 Behälter pro Woche. Ein neues digitales Produktionsleitsystem verkürzt die Prozesszeiten – und somit die Lieferzeiten – deutlich. Dazu trägt auch bei, dass die Gießformen für alle Maschinentypen und Baugrößen sofort verfügbar sind.

Für Klaus Peter Dose, den Service Manager bei Walther Trowal, beschränkt sich das Überarbeiten nicht allein auf das Auskleiden der Arbeitsbehälter: Im Rahmen des Austauschprogramms ersetzt Walther Trowal bei Bedarf auch verschlissene Komponenten. Die Behälter sind in einem beständigen Kreislauf und müssen nicht verschrottet werden – für Peter Dose ein Musterbeispiel für Nachhaltigkeit in der Industrie.

### Die Technik im Detail: Das Austauschprogramm

Wenn die Behälter zur Generalüberholung zu Walther Trowal zurückkommen, wird nicht nur die Innenwand des Behälters neu beschichtet: Der Kunde erhält einen neuwertigen Behälter mit neuer Auskleidung und Originaleinbauteilen.

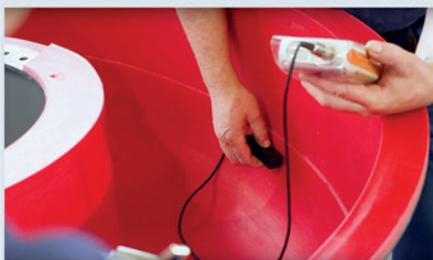
### Das Austauschprogramm bei Walther Trowal (Bilder: Walther Trowal)



Im neuen Service-Zentrum sind die Gießformen für alle Maschinentypen und Baugrößen sofort verfügbar



Ein neu ausgekleideter Arbeitsbehälter vor dem Lackieren



Die Dicke der neuen Auskleidung wird geprüft und dokumentiert



Am Ende des Prozesses werden auch die Spaltmaße geprüft



Die Endmontage eines neu ausgekleideten Behälters



Generalüberholte Arbeitsbehälter in der Endmontage

Eine Besonderheit der Gleitschleifanlagen von Walther Trowal ist deren integrierte Verschleißanzeige. Dabei nutzt das Unternehmen eine Methode, die jeder von den Reifen seines Autos kennt: In die Auskleidung sind PU-Kegel eingegossen, die sich farblich deutlich vom sie umgebenden Material unterscheiden. Werden sie sichtbar, weiß der Anwender, wann eine Überarbeitung fällig wird. Anhand des Durchmessers kann er sofort abschätzen, wie viel Zeit bis zum Austausch des Behälters bleibt, und die Bestellung eines Austauschbehälters auslösen. Walther Trowal liefert dann rechtzeitig zum geplanten Termin einen generalüberholten Behälter. In der Regel gehen die Gleitschleifanlagen nach ein bis zwei Tagen wieder in Betrieb.

Im Werk in Haan wird jeder eintreffende Arbeitsbehälter einer umfassenden Überprüfung unterzogen, die neben dem Zustand der Auskleidung auch die Stabilität des Stahlbaus, alle Einbauteile und, wenn gewünscht, auch den Antrieb umfasst. Zu Beginn des Prozesses wird die alte Auskleidung thermisch entfernt, anschließend wird der Behälter sandgestrahlt und dann mit Risssspray geprüft; gegebenenfalls wird nachgeschweißt. Für das Schweißen wurden spezielle Verfahren entwickelt, die sicherstellen, dass sich der Arbeitsbehälter nicht verzieht. Der Hintergrund: Die Unwuchtmotoren bringen sehr hohe Kräfte in den Arbeitsbehälter ein und müssen dementsprechend sorgfältig befestigt werden. Schon geringe Unplanheiten der Flansche, die beim Schweißen ungewollt durch zu hohen Wärmeeintrag entstehen, könnten zum Verformen und somit zum Versagen der Befestigung führen. Anschließend wird das Innere des Behälters neu beschichtet. Walther Trowal ist einer der wenigen Hersteller von Gleitschleifanlagen, der die Komponenten des Polyurethans selbst mischt und die Eigenschaften der Beschichtung mit Additiven gezielt steuert. Den Anforderungen des jeweiligen Gleitschleifprozesses entsprechend werden verschiedene Polyurethane mit einer Härte zwischen 45 und 92 Shore A hergestellt. Ein willkommener Nebeneffekt ist dabei die lückenlose Rückverfolgbarkeit von allen verwendeten Werkstoffen.

Bei der Auswahl des Polyurethans hat sich Walther Trowal schon sehr früh seiner Verantwortung für die Umwelt und Arbeitssicherheit gestellt: Bereits seit 2012 – lange Zeit, bevor ein entsprechender Passus im Gesetzestext verankert wurde – wird ausschließlich quecksilberfreies Polyurethan verwendet. So haben die Kunden, die am Austauschprogramm teilnehmen, schon ab 2012 Behälter mit der quecksilberfreien Auskleidung erhalten.

Bevor der neuwertige Behälter das Werk verlässt, werden auch verschlissene Ein- und Anbauteile ausgetauscht oder erneuert, anschließend wird die gesamte Maschine auf einwandfreie Funktion überprüft. Das Ergebnis: ein Arbeitsbehälter, der in allen Eigenschaften einem neuen entspricht.

Christoph Cruse, der Gesamtverkaufsleiter bei Walther Trowal sieht sich in der Verantwortung für die Funktion der Maschinen. Wie er betont, muss die ganze Maschine in allen Funktionen wieder arbeiten wie eine neue. Ebenso muss sie die gesetzlichen Bestimmungen erfüllen. Beim Aufarbeiten geht es bei Weitem nicht nur um das Beschichten. Wird beispielsweise eine Klappe als verschlissen erkannt, wird diese ersetzt. Natürlich werden nach seiner Aussage nur Originalersatzteile verwendet. *Da die Behälter dann neuwertig sind, übernehmen wir nach dem Austausch für ein Jahr die Gewährleistung für den kompletten Arbeitsbehälter*, so Christoph Cruse.

## Über Walther Trowal

Walther Trowal konzipiert, produziert und vertreibt seit über 85 Jahren modularisierte und individuelle Lösungen für vielfältige Herausforde-

rungen der Oberflächentechnik. Mit mehr als 12 000 installierten Maschinen zählt der Erfinder der Gleitschleiftechnik bei der Oberflächenbehandlung zu den weltweit führenden Unternehmen.

Ausgehend von der Gleitschleiftechnik hat das Unternehmen die Angebotspalette kontinuierlich erweitert. Hieraus entstand ein breites Spektrum von Anlagen und Dienstleistungen für das Vergüten von Oberflächen, das Gleitschleifen, das Reinigen, Strahlen und Trocknen von Werkstücken sowie das Beschichten von Kleinteilen.

Realisiert werden vollständige Systemlösungen: Durch Automatisierung und Verkettung von unterschiedlichen Modulen wird die Verfahrenstechnik optimal an die kundenspezifischen Anforderungen angepasst. Dazu zählen auch Peripherieeinrichtungen wie die Prozesswassertechnik. Umfangreiche Serviceleistungen wie die Musterbearbeitung oder der weltweite Reparatur- und Wartungsservice runden das Programm ab. Beliefert werden Kunden in unterschiedlichsten Branchen weltweit, so beispielsweise in der Automobil- und Flugzeugindustrie, der Medizintechnik und der Windenergieindustrie.

➔ [www.walther-trowal.de](http://www.walther-trowal.de)

Surface  
Technology  
GERMANY

Halle 1, Stand H15  
16.–18. Juni 2020



**STZ Tribologie**  
Steinbeis Transfer Zentrum

STEINBEIS-ZENTRUM FÜR  
**TRIBOLOGIE,  
OBERFLÄCHENANALYSE  
UND MATERIALPRÜFUNG**

UNSERE DIENSTLEISTUNG:

**ANALYSE- UND  
MESSDIENST-  
LEISTUNGEN**



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

## Neues Spann- und Referenziersystem zur schnelleren Weiterbearbeitung additiv gefertigter Bauteile

Mit additiven Fertigungsverfahren lassen sich komplexe und individualisierte Bauteile besonders flexibel herstellen. Das pulverbettbasierte Laserschmelzen, kurz L-PBF für Laser Powder Bed Fusion, kommt beispielsweise in der Fertigung von Turbomaschinenkomponenten oder in der Medizintechnik immer öfter zum Einsatz. Jedoch ist die Produktionsprozesskette noch längst nicht effizient; das gilt besonders dann, wenn das Werkstück konventionell weiterbearbeitet werden muss. Um die Referenzierung zwischen den einzelnen Schritten der L-PBF-Prozesskette zu vereinfachen und die Genauigkeit der Bearbeitung zu verbessern, hat ein Forscherteam des Fraunhofer-Instituts für Produktionstechnologie IPT aus Aachen im Projekt *GenChain* ein Spann- und Referenziersystem entwickelt, das nun zum Patent angemeldet wurde.

Aufgebaut wird ein L-PBF-Werkstück auf einer sogenannten Substratplatte. Mit dem neuen Spann- und Referenziersystem lassen sich L-PBF-Werkstücke nun an konventionellen Maschinen weiterbearbeiten, ohne dass sie vorher durch mechanische Verfahren wie Sägen oder Drahterodieren von der Substratplatte gelöst werden müssen, um dann in einem Spannsystem fixiert zu werden. Das Lösen birgt immer die Gefahr, dass sich das Bauteil aufgrund innerer Spannungen verformt. Zudem ist das exakte Referenzieren und Spannen auf konventionellen Maschinen umso schwieriger, je komplexer die Geometrie eines Bauteils ist.

### Wiederverwendbare Substratplatte ermöglicht schnelleres Spannen und Referenzieren

Das neue System basiert auf einer wiederverwendbaren, keramikbeschichteten Substratplatte aus Hochtemperaturstahl, in die Zylinderstifte mit einem Durchmesser von fünf Millimetern eingelassen sind. Die Stifte dienen zur Verbindung des Bauteils mit der Substratplatte und können individuell bewegt und gelöst werden. Die Keramikbeschichtung verhindert, anders als bei herkömmlichen Substratplatten, dass die ersten Aufbauschichten des Werkstücks direkt auf das Spannsystem aufgebracht werden. Nach

Abschluss des schichtweisen Aufbaus kann das Werkstück einfach auf der Substratplatte zum nächsten Arbeitsschritt transportiert werden. Das Referenzieren und Spannen des Substratplattensystems erfolgt automatisch durch ein Nullpunkt-Spannsystem auf der Unterseite. Nach dem Ende der Bearbeitung werden die Verbindungsstifte einfach gelöst. Die Stifte lassen sich kostengünstig ersetzen, während das Substratplattensystem weiterverwendet werden kann.

Durch das Nullpunkt-Spannsystem gelingt erstmals eine Standardisierung des Spann- und Referenzierungsprozesses über die gesamte Prozesskette hinweg. Der Aufwand zur Entnahme des Werkstücks verringert sich, dadurch verkürzen sich Nebenzeiten und der Automatisierungsgrad der Fertigung steigt. Sind im Bauteil Eigenspannungen vorhanden, können nach der L-PBF-Fertigung die Verbindungsstifte gelöst werden, um gezielt Bauteilverformungen zuzulassen und Risse zu verhindern. Nachfolgende Bearbeitungsschritte können dann eigenspannungsfrei durchgeführt werden.

### Patentiertes System soll für Weiterentwicklungen des L-PBF genutzt werden

Das Entwicklerteam des Fraunhofer IPT hat die Technologie der Substratplatte nun zum Patent angemeldet. Um das System noch



Das System basiert auf einer wiederverwendbaren Substratplatte aus Hochtemperaturstahl, in die Zylinderstifte eingelassen sind. Darauf können Werkstücke additiv gefertigt und nachbearbeitet werden (©Fraunhofer IPT)

weiter zu verbessern und neue Einsatzfelder zu erschließen, planen die Wissenschaftler bereits die nächsten Forschungsprojekte: So analysiert das Team jetzt die Verbindungsfestigkeit zwischen den Zylinderstiften und dem L-PBF-Werkstück anhand von Zug- und Scherprüfungen. Experimente mit verschiedenen Pulverwerkstoffen und die Analyse unterschiedlicher Brückenstrukturen der L-PBF-Grundform sowie die Integration von Heizpatronen zwischen den Verbindungselementen, sollen die Qualität der L-PBF-Werkstücke in Zukunft weiter verbessern.

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

## 3D-Druckverfahren durchdringen verstärkt die deutsche Industrie

### VDI-Statusreport Additive Fertigung erschienen

Die Additive Fertigung (AM) wird erwachsen und hält in Unternehmen Einzug. Die deutsche Industrie hat nach Meinung von Prof. Dr.-Ing. Gerd Witt, Vorsitzender des VDI-Fachausschusses *Additive Manufacturing*, die riesigen Potenziale der 3D-Druckverfahren

erkannt. Unternehmen sind so nicht nur flexibler in ihrer Produktion, sie könnten Kosten sparen, den Materialeinsatz reduzieren und Ressourcen schonen. Die Industrie nutzt immer mehr die Möglichkeit, AM für Prototypen, Fertigungsmittel und Endprodukte einzu-

setzen. In den letzten drei Jahren hat es laut dem neuen VDI-Statusreport *Additive Fertigung* viele Fortschritte gegeben, die für eine intensivere industrielle Nutzung wichtig sind. Der Statusreport *Additive Fertigung - 3-D-Druckverfahren sind Realität in der industri-*

ellen Fertigung behandelt drei Innovations-treiber besonders ausführlich:

- Neue AM-Verfahren: Mit neuen Fertigungs-konzepten sind beispielsweise Multimateriallösungen (Kunststoff-Kunststoff, Kunststoff-Metall, Metall-Metall, Keramik-Metall) oder eine höhere Fertigungsgeschwindigkeit möglich.
- Materialentwicklung: Die additive Fertigung ermöglicht die Herstellung und Verarbeitung von Legierungen, deren Verwendung bisher nicht praktikabel war. Durch das schnelle Aufheizen und Abkühlen beim Laserstrahlschmelzen entstehen dabei völlig neue Gefügestrukturen. Im Bereich der Hartmetalllegierungen wurden bereits eindrucksvolle Erfolge erzielt. Dabei stehen die Entwicklung von neuen Legierungen und die gezielte Nutzung der kurzen Aufschmelz- und Abkühlphasen zur Einstellung der gewünschten Eigenschaften erst am Anfang.

– Neben den Materialentwicklungen zählt der VDI-Statusreport auch neue Softwaretools als Innovationstreiber: Den Gestaltungsmöglichkeiten additiv hergestellter Bauteile sind bezüglich Fertigbarkeit und Komplexität wenig Grenzen gesetzt. Durch die mögliche Anzahl an Variationen entsteht jedoch eine Herausforderung für Konstrukteure und Entwickler, denn herkömmliche 3D-CAD-Systeme bieten hier kaum Hilfestellungen. Der zeitliche Aufwand für die Realisierung der einzelnen Konstruktionen ist hier ein kritischer Faktor. Neue Software- und Simulationstools unterstützen die Entwickler an vielen Stellen der digitalen Prozesskette. AM-gerechtes Design von Bauteilen wird so vereinfacht und die Entwicklungszeit verkürzt.

Ein weiterer wichtiger Schritt für die stärkere Nutzung in der Industrie: Die AM-Maschinen stehen nicht mehr nur in den Entwicklungsabteilungen, sondern vermehrt auch in den

Fertigungshallen. Wenn Bauteile so konstruiert werden, dass sie die Potenziale der additiven Fertigung voll ausschöpfen, dann ist im Umkehrschluss die Fertigung mit anderen Verfahren nicht mehr möglich. Wichtig ist daher eine Automatisierung der Prozesskette. Beispielsweise können AM-Maschinen über eine Schnittstelle an ein Manufacturing Execution System (MES) oder Scada-System angebunden und in IT-vernetzten Fertigungslinien eingesetzt werden. So können nicht nur Fertigungs- und Qualitätsdaten erfasst und ausgewertet werden. Die AM-Maschine kann so beispielsweise auch mit einem Roboter zur Bauteilentnahme kooperieren.

Der vollständige Statusreport *Additive Fertigung - 3-D-Druckverfahren sind Realität in der industriellen Fertigung* steht unter [www.vdi.de/publikationen](http://www.vdi.de/publikationen) kostenfrei zur Verfügung

➔ [www.vdi.de](http://www.vdi.de)

## ≡ Kühllösungen für die additive Fertigung

Hohe Kontrolle über Prozessparameter in der additiven Fertigung, mit dem Fokus auf das Laseraufschmelzverfahren

Die technotrans SE bietet mit dem Kühlsystem der mako-Reihe und dem 19-Zoll-Einschubkühler kompakte Lösungen zur präzisen Temperierung, zugeschnitten auf die spezifischen Anforderungen der additiven Fertigung. Die Temperiersysteme zeichnen sich insbesondere durch ihre hohe Prozesssicherheit, Präzision und Energieeffizienz aus. Im Bereich der additiven Fertigung kommen heutzutage immer anspruchsvollere Systeme zum Einsatz. Diese benötigen ein entsprechend leistungsfähiges thermisches Management. Hier besteht nach Ansicht von Ingo Gdanitz, Business Development Manager bei technotrans, eine Möglichkeit, die Branche mit den Kühlern aus der mako-Reihe zu unterstützen.

Die Lasersysteme benötigen eine effektive Kühlung, um ihre Abwärme abzutransportieren sowie eine Temperierung, die einen Präzisionsverlust durch Wärmedehnung verhindert. Hier sieht der Spezialist für Kühlung, Temperierung und Filtration deshalb das größte Potenzial. Das Unternehmen möchte sich in dieser Branche als Systempartner mit ausgereiften, anwendungsspezifischen Produkten positionieren. Ziel ist es, die Gesamt-

systeme der Anwender zu optimieren – sowohl in der Leistung als auch in der Präzision, betont Gdanitz.

Für die additive Fertigung hat technotrans vor allem zwei kompakte Kühlsysteme in seinem Produktportfolio: Durch seine Zuverlässigkeit, Robustheit und Präzision ist der mako Kühler optimal für den industriellen 3D-Druck. Zusätzlich ist er sehr wirtschaftlich hinsichtlich der Investitions- und Betriebskosten sowie besonders geräusch- und vibrationsarm. Der 19-Zoll-Einschubkühler ist dank eines neuartigen liegenden, drehzahl-geregelten Miniverdichters ebenfalls sehr leise und einfach in Einbaurecks integrierbar.

Darüber hinaus ist die Serie toolsmart ideal für die Hybridfertigung, bei der sowohl additiv gefertigt als auch zerspanend nachbearbeitet wird. Die Kühlung unterstützt den Prozess im additiven Teil durch eine Laserkühlung und im zerspanenden Bereich durch Kühlung und Filtration des Kühlschmierstoffs. Das System kann individuell entsprechend der Anforderungen der Anwendung konfiguriert werden.

Die technotrans-Unternehmensgruppe produziert, vertreibt und modernisiert Anwen-



dungen aus dem Bereich Flüssigkeiten-Technologie. Ihre Kernkompetenzen umfassen die Kühlung, Temperierung, Filtration sowie Sprüh- und Dosiertechnik. Mit 20 Standorten ist das Unternehmen aus Sassenberg im Münsterland auf allen wichtigen Märkten weltweit präsent. Die Gruppe ist in die Segmente Technology und Services untergliedert. Mittels Produktinnovationen und gezielten Zukäufen erschließt sich die Unternehmensgruppe kontinuierlich neue Branchen. Hierzu zählen sowohl Laserindustrie, Kunststoffverarbeitung und Werkzeugmaschinen als auch Industrie-, Stanz- und Umformtechnik, Batterie und Umrichter, Halbleiter, Elektromobilität sowie Medizin- und Scannertechnik. Darüber hinaus bietet technotrans ein breites Portfolio an Service- und Dienstleistungen an, das unter anderem Ersatzteile, Installationen, Wartung und technische Dokumentationen umfasst. Im Geschäftsjahr 2018 erzielte das Unternehmen einen Umsatz von 216,3 Millionen Euro.

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

## AM-Teile von der Konstruktion bis zum komplett nachbearbeiteten Werkstück

AM Solutions, eine Marke der Rösler-Gruppe, erweitert Portfolio um 3D printing services

Unter der Marke AM Solutions bündelt die Rösler-Gruppe alle Aktivitäten rund um das Additive Manufacturing (AM). Das bereits bestehende Angebotsportfolio für die Nachbearbeitung 3D-gedruckter Bauteile (AM Solutions - 3D post processing) wird um AM Solutions - 3D printing services erweitert. Das dazu neu gegründete Unternehmen (AM Solutions S.r.l.) mit Sitz in Italien wird ein umfassendes Dienstleistungspaket im Bereich des 3D-Drucks anbieten. Das Spektrum reicht von der Konstruktion und Optimierung der Bauteile für die additive Fertigung über den eigentlichen 3D-Druck bis zu mechanischer Nachbearbeitung, Oberflächenfinish und Qualitätskontrolle.

Es sind Vorteile wie die zeitnahe und werkzeuglose Herstellung geometrisch sehr komplexer und individualisierter Bauteile, die in konventionellen Fertigungsverfahren nicht oder nur mit extrem hohem Aufwand produziert werden können, mit denen sich das AM in immer mehr Branchen etabliert. Ob in der Luftfahrt, Medizintechnik, Automobilindustrie, im Werkzeugbau oder anderen industriellen Anwendungen, der Bedarf an 3D-gedruckten Teilen wächst kontinuierlich. Voll ausschöpfen lässt sich das Potenzial, die additive Fertigung für innovative und optimierte Produkte sowie die Erhöhung der Wertschöpfung bietet, wenn bereits in der Konstruktionsphase additiv gedacht wird.

### Additives Denken – von der Konstruktion bis zum fertigen Produkt

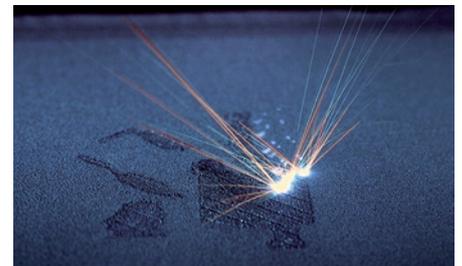
Das Dienstleistungsspektrum von AM Solutions - 3D printing services beginnt deshalb genau hier. Mit modernsten Werkzeugen (z. B. Simulationstool Altair, CAD-Software Siemens NX und GOM 3D-Scanner Atos) und

umfassendem Know-how sorgen die Experten des Unternehmens dafür, dass die Gestaltungsfreiheiten und -möglichkeiten des 3D-Drucks bestmöglich für die jeweilige Aufgabe genutzt werden. Dabei spielt es keine Rolle, ob es sich um die komplette Neukonstruktion von Komponenten, das Re-Design bestehender Bauteile für die additive Fertigung, eine Konstruktionsvalidierung oder um Topologieoptimierung handelt.

Gedruckt werden die Komponenten unter anderem aus Edelstählen, Aluminium und Titan. Dabei kommt ebenso State of the Art-Technologie, zum Beispiel der EOS M 290 mit einem Bauvolumen von 250 mm x 250 mm x 325 mm, zum Einsatz. Der vollautomatisierte Fertigungsprozess gewährleistet neben hoher Präzision und gleichbleibender Qualität ein Höchstmaß an Reproduzierbarkeit. Eine eventuell erforderliche mechanische Nachbearbeitung führen die erfahrenen Mitarbeiter mit einer entsprechenden Maschinenausstattung wie etwa einer 5-Achs-Fräsmaschine DMU 50 von DMG Mori durch.



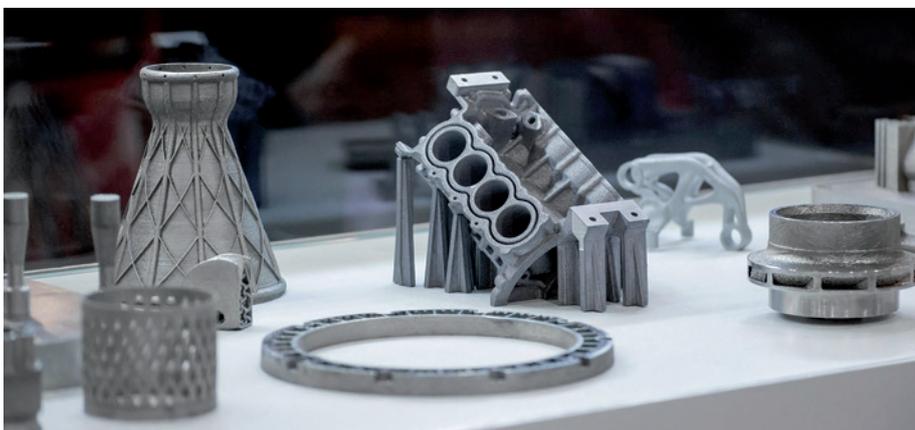
AM Solutions S.r.l. in Italien (Bild: AM Solutions S.r.l.)



Modernste Software wie das Simulationstool Altair oder die CAD-Software Siemens NX sowie modernste Hardware wie eine EOS M290 oder 5-Achsen-Fräsmaschine DMU 50 von DMG Mori werden genutzt (Bild: EOS GmbH)

### Post Processing – Mehrwert durch Expertise

Für die Nachbearbeitung der Teile – vom Entpulvern und Entfernen von Stützstrukturen bis zum Einglätten und Polieren der Oberflächen – setzt das Unternehmen unterschiedlichste Technologien und Prozesse ein. Dazu zählt das gesamte Portfolio von AM Solutions - 3D post processing. Durch die enge Zusammenarbeit ergeben sich verschiedene Vorteile. So kann beispielsweise bereits im Vorfeld der Konstruktionsphase geprüft werden, ob sich kundenspezifische Anforderungen an die Oberflächengüte realisieren lassen oder eine konstruktive Anpassung nötig ist. Je nach Aufgabenstellung ist es auch möglich, bestehende Prozesse oder Verfahrensmittel anwendungsgerecht zu modifizieren. Diese Expertise im Bereich der Oberflächentechnik unterstützt dabei, Probleme bei der Nachbearbeitung zu vermeiden und trägt damit zu einer wirtschaftlichen additiven Teilefertigung bei. Abgerundet werden die Services durch die Qualitätskontrolle der Teile.



Das Angebot von AM Solutions - 3D printing services umfasst auch die mechanische Nachbearbeitung, die Oberflächenveredelung sowie die Qualitätskontrolle

(Bild: Rösler Oberflächentechnik GmbH)

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

## Leichtbau-Perspektiven aus Wirtschaft und Forschung

Gut 70 Teilnehmer folgten der Einladung der IHK Ostwürttemberg, der Hochschule Aalen sowie der Landesagentur Leichtbau BW und weiterer regionaler Partner in das Technologiezentrum Leichtbau (TZL). Dort fand am 24. Oktober bereits zum dritten Mal unter dem Motto *Anwendungsnah aus der Wirtschaft und Forschung für die Wirtschaft und Forschung* der Technologietag *Leichtbau Regional* statt. Fachleute aus Wirtschaft und Wissenschaft stellten bei der Fachtagung den Leichtbau als Schlüsseltechnologie vor.

Die Experten, die in spannenden Fachvorträgen die vielfältigen Möglichkeiten und branchenübergreifenden Anwendungen des modernen Leichtbaus und additiver Fertigung aufzeigten, kamen aus Unternehmen der Region, der Hochschule Aalen, dem Forschungsinstitut Edelmetalle + Metallchemie Schwäbisch Gmünd und der Universität Stuttgart. Der Leiter des TZL, Dr. Wolfgang Rimkus, erläuterte den Impuls-Charakter der Veranstaltung und betonte: *Leichtbau spielt eine zentrale Rolle bei der CO<sub>2</sub>-Reduktion und der Einsparung von Rohstoffen*. Er ist sich sicher, dass intelligenter Leichtbau bei vielen Bauteilen eine erhebliche Gewichtsreduktion ermöglicht. Die sogenannte Topologieoptimierung, also die Gestaltung von Bauteilen nach dem Vorbild der Natur, ist dabei eines der wichtigsten Elemente des modernen Leichtbaus.

Aktuelle Fragestellungen und Zukunftstrends im Leichtbau wurden in neun Impulsvorträgen beleuchtet. Dr. Timo Möller erläuterte, welche Möglichkeiten Produkte von Zeiss für eine Sicherstellung der Qualität von additiv hergestellten Bauteilen bieten. Dass der Leichtbau auch im Bauwesen außerordentliches Potenzial hat, verdeutlichte Valentin Koslowski vom Institut für Tragkonstruktionen und Konstruktives Entwerfen der Universität Stuttgart. Er berichtete über den für die Bundesgartenschau in Heilbronn entworfenen Faserpavillon, dessen Konstruktionsprinzipien an den Netzbau der Wasserspinn angelehnt sind. Eindrucksvoll ist auch, welche Rolle Leichtbau bei Kreuzfahrtschiffen spielt. Hier liefert die Stengel GmbH aus Ellwangen demnächst die 50 000-ste Sanitärkabine an die Meyer Werft in Papenburg. Unter anderem dank innovativer, 3D-gedruckter Leichtbauwände realisiert Stengel nach den Worten von Christoph Raab, Stengel, beim Kreuzfahrtschiff AIDAnova eine Gewichtseinsparung von 440 Tonnen. Weitere spannende Einblicke in die Welt des Leichtbaus lieferte unter anderem Dr. Martin Fenker vom Forschungsinstitut Edelmetalle + Metallchemie in Schwäbisch Gmünd. Er berichtete über die Möglichkeiten der Oberflächenveredelung im Leichtbau.

Um die Potenziale moderner Leichtbautechnologien wie 3D-Druck voll ausschöpfen zu

können, bedarf es umfangreicher Kenntnisse. Zu dessen Erarbeitung trägt die Hochschule Aalen mit ihren zahlreichen Kooperationen mit der regionalen Wirtschaft bei. Dazu gehört auch das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderte Kooperationsnetzwerk *SmartPro* mit über 50 Partnern, das Grundlagen für smarte Produkte erarbeitet. Professoren und Mitarbeitende präsentierten Forschungsinhalte, beispielsweise die Laser-Oberflächenvorbehandlung von Leichtbauwerkstoffen oder innovativen 6D-Druck, welcher die Möglichkeit eröffnen soll, in Zukunft sogar ganze Flugzeugflügel zu drucken.

Dass der Leichtbau immense Bedeutung für Ostwürttemberg hat, verdeutlichte IHK-Technologietransfermanager Markus Hofmann. Die Region verfügt ihm zufolge bereits über starke Leichtbaukompetenzen. Um diese zu stärken, bietet die IHK Ostwürttemberg beispielsweise die mit dem TZL und der Leichtbau BW konzipierten Leichtbaukurse für Azubis und Ausbilder an. Außerdem initiiert sie über den Wissens- und Technologietransfer Kontakte und Kooperationen, die ihre Mitgliedsunternehmen nicht nur, aber eben auch beim Thema Leichtbau voranbringen.

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

**HARTER**  
drying solutions

## NIE WIEDER UNSICHERHEIT BEI DER TROCKNUNG.

Wie Ihre Bauteile schnell und sicher getrocknet werden und Sie dabei noch Energie sparen.

Harter-Trockner werden staatlich gefördert

BESUCHEN SIE UNS:  
**SWISSTECH**  
in Basel  
14. - 17. Mai 2019

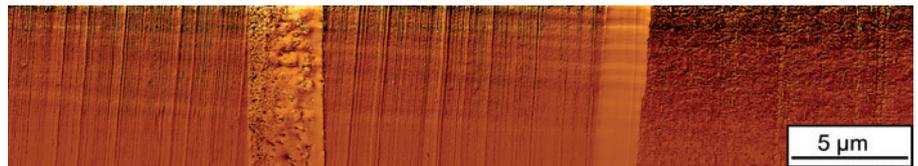
## Biopolymerbasierte Mehrlagenfolien mit natürlichen Beschichtungen für Lebensmittelverpackungen

Lebensmittelverpackungen aus Kunststoff werden speziell angepasst, damit die Produkte vor Umwelteinflüssen wie Licht, Verunreinigungen, Beschädigungen, Mikroorganismen geschützt sind. In einem gemeinsamen Forschungsprojekt arbeitet das Fraunhofer-Institut für Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen IMWS mit dem Folienspezialisten POLIFILM Extrusion GmbH an der Entwicklung von biopolymerbasierten Folien für Lebensmittelverpackungen. Dabei setzen die Fachleute unter anderem auf Chitosanbeschichtungen, um die Lebensmittel gegen mikrobiologische Angriffe widerstandsfähiger zu machen.

Es gibt einen hohen industriellen Bedarf an technischen Folien und Verpackungsfolien, wie sie beispielsweise zum Schutz für Getränkeflaschen, Möbelfronten, Ladungstransporte und vieles mehr eingesetzt werden. Im Bereich der Lebensmittelverpackungen werden zumeist flexible, transparente Folienprodukte verwendet, die zahlreichen Anforderungen genügen müssen: Sie benötigen zum Transportschutz eine hohe mechanische Stabilität und bewahren durch eingebrachte Migrationsbarrieren sowohl die wertvollen Aroma- und Geschmacksstoffe der Produkte als auch die Frische und Haltbarkeit.

Um all diese Ziele zu vereinen, kommen oft Mehrlagenfolien zum Einsatz, die verschiedene Materialeigenschaften miteinander kombinieren. Die meisten dieser technischen Folien werden heute nach wie vor aus den Kunststoffen Polyethylen (PE), Polypropylen (PP), Polyethylenterephthalat (PET) und Polyvinylchlorid (PVC) hergestellt. Die Hersteller werden durch das 2019 in Kraft getretene Verpackungsgesetz dazu angehalten, die Recyclingquote für Kunststoffverpackungen von derzeit 36 Prozent auf künftig 63 Prozent zu verbessern. Damit nimmt die Nachhaltigkeit in der Verpackungsmittelindustrie einen immer bedeutsameren Stellenwert ein und recycelte beziehungsweise recycelfähige Materialien, biologisch abbaubare und/oder biobasierte Kunststoffe werden zukünftig an Bedeutung gewinnen.

Hier gilt es, Materialinnovationen voranzutreiben und Alternativen zu den konventionellen Polymersubstraten einschließlich der Barrierematerialien zu identifizieren und darauf basierende Produkte zu entwickeln. Neue Materialien, die im besten Falle biologisch abbaubar, gut recycelbar und/oder aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt sind, können außerdem dazu beitragen, alternative Entsorgungswege zu erschließen und ressourcenschonender zu produzieren. Hier möchte das Fraunhofer IMWS mit der POLI-



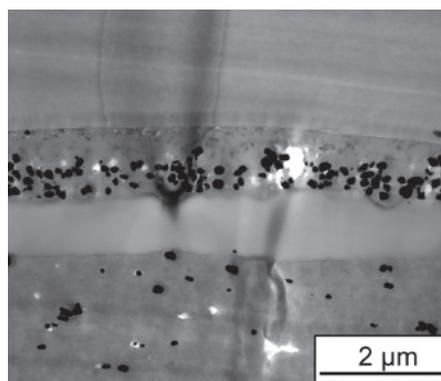
Querschnitt einer Mehrlagenfolie (AFM)

(Foto: ©Fraunhofer IMWS)

FILM Extrusion GmbH aus Weißandt-Görlau in Sachsen-Anhalt in einem bis August 2021 laufenden Forschungsvorhaben ansetzen: Gemeinsam wollen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler biopolymerbasierte Folien für Lebensmittelverpackungen herstellen, die den komplexen Anforderungen genügen, nachhaltiger hergestellt und besser recycelt werden können. Ziel ist die Entwicklung und Herstellung von neuen, innovativen Mehrlagenfolien auf Biopolymerbasis mit verschiedenen Barriereigenschaften und funktionalen Folienoberflächen für den Einsatz in Verpackungsmaterialien.

Wir wollen eine Mehrlagenfolie aus Biopolymeren entwickeln, die eine effiziente Barriere Wirkung und trotzdem eine hohe mechanische Stabilität, hinreichende Transparenz und weitere für den späteren Einsatz relevante Eigenschaften aufweist, sagt Dr. Sandra Richter, Projektleiterin am Fraunhofer IMWS. Die Barriereigenschaften der neuartigen Folien sollen dabei durch geeignete Biopoly-

merkombinationen und/oder die Einarbeitung von plättchenförmigen Füllstoffen erreicht werden. Die Projektpartner wollen die Folienoberfläche zudem mit antimikrobiellen Eigenschaften ausstatten. Dies soll durch eine Modifizierung mittels Chitosan oder Chitosan-Derivaten erfolgen, die in mehreren Aufarbeitungsschritten aus Chitin hergestellt werden. Chitosan ist nach Aussage von Richter ein Naturstoff, der aus den Schalen von Krustentieren gewonnen wird. Damit nutzen wir für die Modifizierung der Biopolymerfolien einen weiteren natürlichen Rohstoff. Das Chitosan besitze neben einer antibakteriellen Wirkung eine sehr gute Biokompatibilität, es sei bioabbaubar, nicht toxisch und habe eine natürliche Barriere Wirkung, so Richter weiter. Das Chitosan soll in die Außenschicht der Verpackungsfolie eingetragen, als netzartiges Vlies aufkaschiert oder als nasschemische Beschichtung auf die Folie aufgebracht werden. Ein industrielles Verfahren, das die Projektpartner entwickeln möchten, soll die Herstellung der Biopolymer-Verpackungsfolie in großen Mengen ermöglichen. Zudem streben die Forschungspartner die Entwicklung einer zerstörungsfreien Diagnostikmethode an, die speziell für Mehrlagenfolien geeignet ist und Erkenntnisse etwa über die Schichtdicken der einzelnen Folienlagen, eventuelle Verbundfehler durch Delamination oder Einschlüsse erlaubt. So kann sichergestellt werden, dass auch die neuen Bio-Folien auf industrieprozessgerechte Weise getestet werden können und die nötigen Qualitätsanforderungen erfüllen.



Querschnitt einer Mehrlagenfolie (STEM)

(Foto: ©Fraunhofer IMWS)

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

# Polymere Barrierschichten für Elektronik in harscher Umgebung

## Teil 3: Flexible Verkapselungsschichten basierend auf Atomlagenabscheidung

Von Volker Bucher, Felix Blendinger, Nicolai Simon und Michael Engel, Furtwangen University, Faculty of Mechanical and Medical Engineering (MME), Villingen-Schwenningen



Zum online-Artikel

Für die Verkapselung von elektronischen Bauteilen als Schutz der Bauteile gegen den korrosiven Einfluss von wässrigen Medien eignen sich insbesondere Multilagenschichten. Als Beschichtungsverfahren bietet sich vor allem die Atomlagenabscheidung (ALD) an, da diese eine extrem gute Streuung auch bei sehr komplexen Bauteilgeometrien besitzt. Mittels der ALD-Technologie hergestellte Schichten aus Parylen und Metalloxiden zeichnen sich durch eine sehr gute Biokompatibilität und Barriereeigenschaft gegen Wasserdampfdiffusion aus. In Kombination mit Metalloxiden wird zudem eine hohe Korrosionsbeständigkeit der Multilagen erreicht. Mit einem neu entwickelten Messverfahren können derartige Mehrschichtsysteme mit hoher Zuverlässigkeit auf deren Barrierewirkung überprüft werden.

Fortsetzung aus WOMag 6/2019

In Teil 2 der Artikelserie *Polymere Barrierschichten für Elektronik in harscher Umgebung* wurden die Anforderungen von aktiven Implantaten an mechanisch flexible Verkapselungsschichten ausführlich diskutiert. Ziel der Verkapselung ist es, neben der elektrischen Isolation das Eindringen von Wasser in das Polymer zu verhindern und damit ein Aufquellen und eine Delamination des Schichtverbundes zu verhindern.

Die zu schützende Elektronik wird normalerweise mit elektrischen Spannungen im Bereich von einigen Volt betrieben. Mechanisch aktive Implantate, wie zum Beispiel Piezo-angetriebene Knochendistraktoren arbeiten mit Spannungen knapp unter 100 V. Einige Spezialanwendungen für medizinische Instrumente (minimalinvasive HF-Chirurgie) verlangen sogar eine Spannungsfestigkeit im Bereich von etwa 1000 V.

Diese Spannungswerte erfordern zwingend den Einsatz von Polymeren im Bereich von einigen Mikrometern Dicke. Das Polymer Parylen C kann beispielsweise pro Mikrometer Schichtdicke etwa 200 V Spannungsfestigkeit liefern. Würde man hier spröde Metalloxide mit der gleichen Schichtdicke verwenden, würden zwar die Spannungsfestigkeiten erreicht werden. Allerdings wäre die mechanische Flexibilität nicht gegeben. Zum Teil würde allein aufgrund von intrinsischen Eigenspannungen der Beschichtung eine Rissbildung eintreten.

Zielführend ist deshalb die Kombination von mechanisch flexiblen und elektrisch isolierenden Polymeren in Kombination mit sehr dünnen Metalloxiden, welche das Eindringen von Wasser in das Polymer und die darunterliegende zu schützende Elektronik verhindern. Metalloxide im Bereich von wenigen 10 nm weisen eine gute Biegeflexibilität auf. Hier bieten sich insbesondere Schichten an, die im Verfahren Atomlagenabscheidung (engl. Atomic Layer Deposition, ALD) abgeschieden werden. Mittlerweile sind Beschichtungstemperaturen (zum Teil durch Plasmaunterstützung) im Bereich unterhalb von 100 °C möglich.

### 6 Schutzschichten und deren Herstellmethoden

#### 6.1 Parylen

Parylen (bzw. Parylene) ist ein weißes, kristallines Material und stellt einen allgemeinen Begriff für mehrere Parylenformen dar. Folgen-

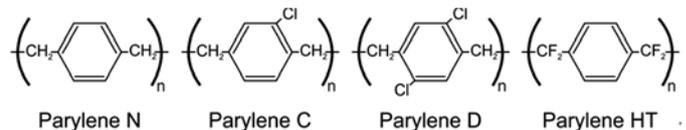


Abb. 8: Strukturformeln der gängigen Parylenformen [1]

de drei wesentliche Formen unterscheiden sich in ihrer chemischen Struktur nur geringfügig (Abb. 8).

Jede der gezeigten Parylenformen besitzt im speziellen verschiedene Eigenschaften; alle Arten haben jedoch folgendes gemeinsam:

- sehr gute dielektrische Eigenschaften
- gleitfähige Oberflächen
- von der U.S. Food and Drug Administration (FDA) zertifiziert und biokompatibel
- transparent (abhängig von der Schichtdicke)
- temperaturstabil
- chemisch inert und lösemittelbeständig
- hervorragender Korrosionsschutz
- Wasserdampfdiffusionsrate bei einer Schichtdicke von etwa 10 µm circa 1 Gramm pro Quadratmeter und Tag

**BENSELER**

Oberflächentechnik Entgratung Beschichtung

BENSELER-Firmengruppe

Zeppelinstraße 28  
71706 Markgröningen  
www.benseler.de



Parylen wird mithilfe des Gorham-Prozesses [2], der im Jahr 1966 von William Franklin Gorham entwickelt wurde, hergestellt. Wie in *Abbildung 9* am Beispiel von Parylen N zu sehen ist, besteht der Prozess zur Herstellung aus drei Teilschritten:

– Sublimation

Zunächst wird der als p-Xylol oder seine halogenierten Derivate vorliegende Ausgangsstoff in [2,2]-Paracyclophan überführt. Dazu wird er im Vakuum bei einer Temperatur von 70 °C bis 150 °C erhitzt und damit in den gasförmigen Zustand gebracht.

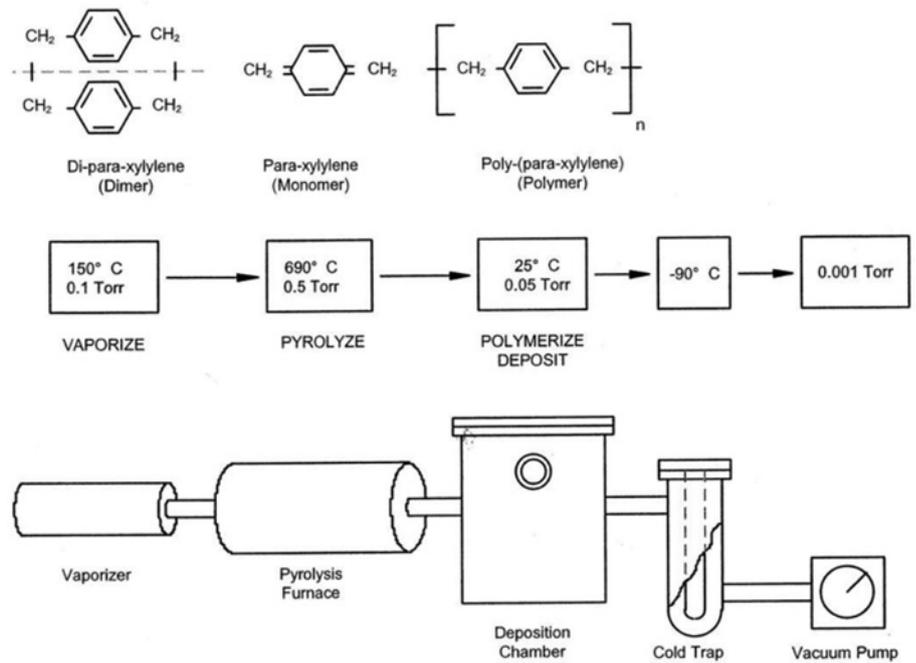
– Pyrolyse

Das entstandene Gas wird im Vakuum über eine Pyrolyseeinheit geleitet, in der das Dimer bei 630 °C zu reaktiven Monomeren gespalten wird. Das geschieht unter Aufbrechung der Methylenbindungen.

– Polymerisation

Im letzten Schritt erfolgt die Resublimierung (ohne Übergang in die Flüssigkeitsphase) auf der Substratoberfläche bei einer Kammertemperatur von 25 °C bis 50 °C.

Überschüssige Monomere werden zum Schutz der Pumpe durch eine Kühlfalle abgehalten, damit sich diese nicht in der Pumpe ablagern und die Pumpe gegebenenfalls zu setzen beziehungsweise beschädigen.

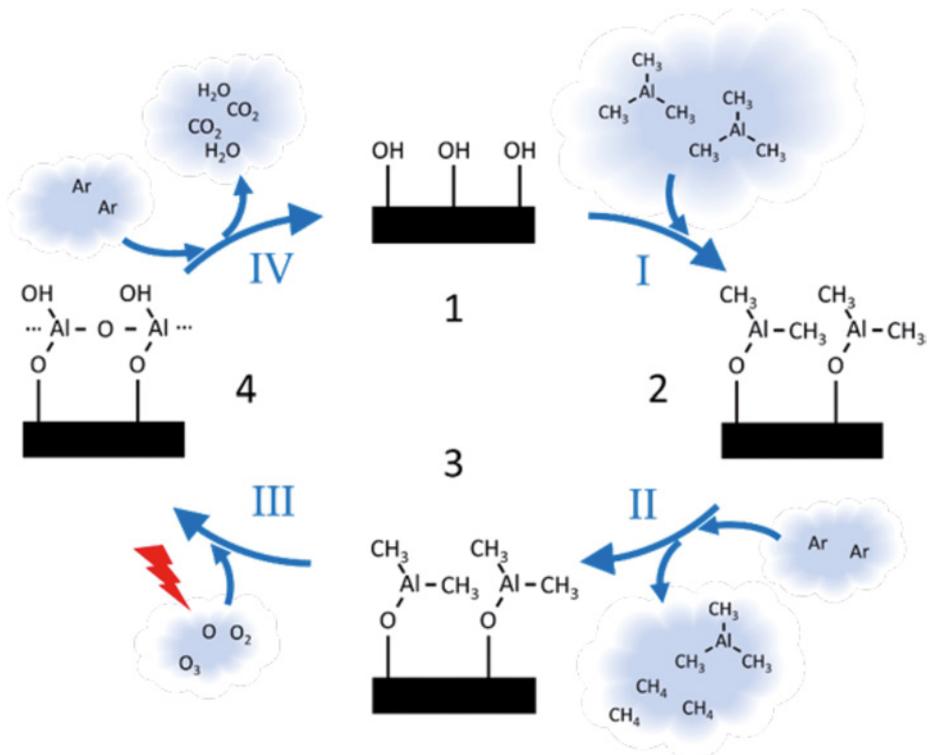


**Abb. 9: Prozess der Parylenherstellung am Beispiel von Parylene N [2]**

## 6.2 Atomlagenabscheidung

Die Atomlagenabscheidung (engl. Atomic Layer Deposition, ALD) ist ein Dünnschicht-Beschichtungsverfahren, welches auf dem Prinzip der chemischen Gasphasenabscheidung (engl. Chemical Vapour Deposition, CVD) beruht. Das Schichtwachstum erfolgt durch die chemische Reaktion von mindestens zwei Ausgangsstoffen, den sogenannten Präkursoren, welche in Form von Prozessgasen in die Reaktionskammer eingeleitet werden. Im Unterschied zum CVD-Verfahren werden bei der Atomlagenabscheidung die einzelnen Präkursoren nicht permanent, sondern zeitlich getrennt eingeleitet. Daher findet das Schichtwachstum im ALD-Verfahren zyklisch und durch selbstbegrenzende Oberflächenreaktionen in verschiedenen Teilschritten statt.

Die grundlegenden Vorteile dieser Methode sind die Schichtdickenkontrolle im Nanometerbereich (bis zu einzelnen Atomlagen), die Möglichkeit der defektfreien Beschichtung von komplexen 3D-Strukturen sowie eine hohe chemische Güte der Schicht. Selbst Spalte mit extrem hohem Aspektverhältnis werden homogen beschichtet. Dies garan-



**Abb. 10: PEALD-Prozess zur Abscheidung von  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -Schichten mit Trimethylaluminium (TMA) und Sauerstoff als Präkursoren**

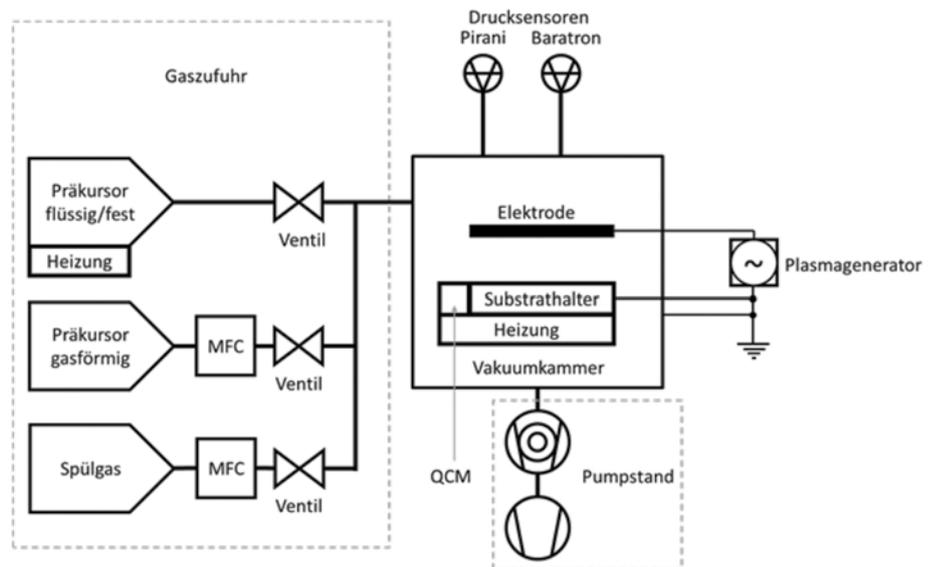
tiert eine prinzipiell defektfreie Beschichtung. Im Gegensatz zu CVD sind die ALD-Schichten deutlich dichter gegen Diffusion und werden beispielsweise als Diffusionsbarrieren gegen Sauerstoff auf Displays mit organischen Leuchtdioden (OLEDs) verwendet.

## 6.3 PEALD-Verfahren

Das ALD-Verfahren wurde in den 70er-Jahren als Herstellverfahren für hochwertige

Schichten entwickelt. Ab den 90er-Jahren erlangte das Verfahren zunehmende Bekanntheit im Forschungsbereich der Halbleiterindustrie. Dort wurde die ALD-Beschichtung für die Herstellung von high-k-Materialien für Transistoren und Speicherbausteinen mit hohen Aspektverhältnissen angewendet [3]. Heute hat sich die Anwendung der ALD auch auf andere Bereiche ausgeweitet. In der Biomedizintechnik wird zum Beispiel an

Wasserdampf-Barriereschichten für aktive intelligente Implantate geforscht. Wenn im ALD-Prozess auch Plasma-Anregung verwendet wird, spricht man von Plasma Enhanced Atomic Layer Deposition (PEALD). Diese Technologie ermöglicht auch eine Abscheidung bei niedrigeren Temperaturen [4]. *Abbildung 10* zeigt einen typischen PEALD-Zyklus zur Beschichtung mit Aluminiumoxid ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) in einem plasmaunterstützten Verfahren. In Schritt I wird der Präkursor eingeleitet und adsorbiert an die OH-Gruppen des Substrats. In Schritt II folgt das Spülen mit Argon, um überschüssigen Präkursor aus der Kammer zu leiten; es verbleibt eine Monolage des Präkursors auf dem Substrat (3). In Schritt III wird Sauerstoff als zweiter Präkursor eingeleitet und ein Plasma gezündet, wodurch Sauerstoff-Radikale, Ionen und Ozon-Moleküle erzeugt werden. Diese reagieren mit der Oberfläche des Substrats und hinterlassen eine Aluminiumoxidschicht. Die entstandenen Reaktionsprodukte werden im letzten Schritt (IV) abgepumpt, sodass im Anschluss ein neuer Zyklus von vorn beginnen kann. Der Hauptbestandteil der Anlage ist die Prozesskammer, in der das Substrat auf Prozess-temperatur gehalten wird und die Prozessgase eingeleitet werden. Ein Pumpstand, beispielsweise bestehend aus Drehschieber- und Turbomolekularpumpe, dient zum Evakuieren der Kammer. Ziel ist hier die Vermeidung von Reaktionen mit Molekülen aus der Restgasatmosphäre. Der optimale Basisdruck dieses Vakuums liegt üblicherweise im Bereich von etwa 0,2 Pa.



**Abb. 11: Allgemeiner Aufbau einer plasmaunterstützten ALD-Beschichtungsanlage, mit den grundlegenden Komponenten**

Den schematischen Aufbau einer derartigen ALD-Beschichtungsanlage zeigt *Abbildung 11*. Zentrale Komponente ist dabei die Vakuunkammer, in welcher sich der Substrathalter befindet. Die Kammer wird durch den Pumpstand, bestehend aus Drehschieber- und Turbopumpe, abgepumpt und verfügt über zwei Sensoren (Pirani und Baratron) zur Drucküberwachung. Zum Einleiten der Präkursoren und des Spülgases dienen Hochgeschwindigkeits-ALD-Ventile. Flüssige und feste Präkursoren werden geheizt, gasförmige Präkursoren und das Spülgas werden zusätzlich mit einem Mass Flow Controller (MFC) geregelt.

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

WOMag-online-Abonnenten steht der gesamte Beitrag zum Download zur Verfügung. Im Weiteren werden verschiedene Kombinationen von Multilayern mit Parylen und Metalloxiden sowie ein verbessertes Messverfahren zur Bestimmung der Wasserdampfdiffusion der Schichten vorgestellt.

Der Gesamtumfang des Beitrags beträgt etwa 4,5 Seiten mit 10 Abbildungen und 6 Literaturhinweisen.

st  
w
Steinbeis-Transferzentrum  
Oberflächen- und  
Beschichtungstechnik

[www.steinbeis.de/su/1877](http://www.steinbeis.de/su/1877)

Halle 1, Stand H15  
16 – 18 June 2020

Surface  
Technology  
GERMANY

### Dienstleistungsangebot

- Beratung
- Schulung, Weiterbildung
- Beschichtungen mit Plasma-, Dünnschichttechnik
- Angewandte Forschung und Entwicklung

### Schwerpunktthemen

- Maßgeschneiderte Oberflächen
- Oberflächentechnologien für Medizintechnik
- Plasma-, Dünnschichttechnik

### Projektbeispiele

- Ultradünne hochspannungsfeste Schichten
- Diffusionsbarrieren für Wasserdampf
- Korrosionsfeste Beschichtungen für Schwimmbadpumpen in Salzwasser-Umgebung
- Langzeitstabile Oberflächen-Funktionalisierungen

**Steinbeis-Transferzentrum  
Oberflächen- und Beschichtungstechnik**

Olgastr. 5 | 78628 Rottweil  
Prof. Dr. Volker Bucher | [volker.bucher@stw.de](mailto:volker.bucher@stw.de)

192444-2015-00 | [fdelta.com](http://fdelta.com) © fabiazender | Ein Druckzeugnis der Steinbeis GmbH & Co. KG für Technologietransfer

## Ob Gehäuse, Elektronik oder Elektrodenmaterial – auch in der Medizintechnik werden Kunststoffe durch galvanische Beschichtung aufgewertet

Von Dr. Jürgen Hofinger, Radeberg

**Die Beschichtung von Kunststoffen ermöglicht es, auch hochwertigen Spezialkunststoffen beispielsweise neben deren gutem mechanischem oder thermischem Verhalten zusätzliche Eigenschaften zu verleihen. Dazu zählen zum Beispiel eine erhöhte Kratzbeständigkeit, ein hohes Reflexionsvermögen, eine gute elektrische Leitfähigkeit oder Kontaktierung und nicht zuletzt ein ansprechendes dekoratives Aussehen. Diese Möglichkeiten wurden bisher noch nicht in vollem Umfang ausgeschöpft. Ein umweltfreundliches Vorbehandlungsverfahren ebnet den Weg für den Einsatz von galvanisch beschichteten Kunststoffen in der Medizintechnik.**

Kunststoffe werden in der Medizintechnik sehr häufig eingesetzt. Der größte Anteil entfällt dabei auf Einwegartikel, was gerade in dieser Branche eine enorme Arbeitserleichterung und Kosteneinsparung ermöglicht. Während vor einigen Jahrzehnten Kanülen, Spritzen oder Infusionsbestecke häufig auch vor dem ersten Gebrauch aufwändig sterilisiert werden mussten, gelangen diese heute sterilverpackt aus Kunststoff in die Kliniken und tragen dort nicht zuletzt auch zu einer Verringerung des Infektionsrisikos bei. Für diese Einwegartikel werden vor allem einfache und billige Massenkunststoffe wie PP, PE, PVC, PUR oder PET eingesetzt. Beschichtungen werden für diese Artikel selten benötigt. Eine der wenigen Ausnahmen stellen Elektroden für das Monitoring der Herzmuskelaktivität (EKG) sowie der Gehirnaktivität (EEG) dar.

### Einwegelektroden in der Medizintechnik – eine Nische mit Milliardenstückzahlen

Auch heute noch verwenden viele Haus- und Fachärzte wiederverwendbare Elektroden für die Elektrokardiographie. Kliniken greifen dagegen für diese Anwendung fast ausschließlich auf Einwegprodukte zurück. Weltweit wird der Verbrauch an Einmalelektroden für Elektrokardiogramme auf mehrere Milliarden Stück pro Jahr geschätzt. Vor allem die niedrigen Kosten von etwa 20 Cent pro Elektrode machen dieses Einwegprodukt so attraktiv für Kliniken, die ihre Gesamtkosten unter Kontrolle halten müssen.

Das Herzstück einer Einwegelektrode ist ein kleines zylindrisches, druckknopfähnliches Bauteil aus ABS-Kunststoff, das in einem Nasschemischen Prozess mit einer Silber-

schicht überzogen wird und die Verbindung zwischen einem leitfähigen Klebepad und einem Steckkontakt herstellt (Abb. 1). Silber ist als edles Metall auch bei längerem Kontakt hervorragend hautverträglich und verfügt von allen Metallen bei Raumtemperatur über die höchste Leitfähigkeit. Um eine gute Haftfestigkeit zwischen Silberschicht und Kunststoffsubstrat herzustellen, wird die ABS-Oberfläche chemisch vorbehandelt. Dieses Verfahren unterscheidet sich nach dem Stand der Technik nicht von der Beize für dekorative Bauteile, wie sie für die Automobilindustrie in Form von Blenden, Schaltern und Zierelementen für den Fahrzeuginnenraum, Verchromungen im Außenbereich oder in der Sanitärindustrie beispielsweise für Duschköpfe verwendet wird.

Wie in der Kunststoffgalvanik üblich wurde in der Vergangenheit auch für die Herstellung der versilberten Elektroden Chromsäure in Kombination mit Schwefelsäure für die Vor-

behandlung eingesetzt. Im Gegensatz zu den großen dekorativen Anwendungen gibt es jedoch keine Autorisierung, die für den Einsatz von chrom(VI)haltigen Lösungen für einzelne Anwendungen in Europa erforderlich wäre. Eine Alternative ist daher ein von der Biconex GmbH entwickeltes Verfahren zur Silberbeschichtung von ABS-Elektroden speziell für die Medizintechnik, das vollständig ohne Chrom(VI) auskommt und hohe Schichthaftfestigkeit, hervorragende Leitfähigkeit mit niedrigen Kosten kombiniert.

### Elektromagnetische Abschirmungen

Beschichtungen von Kunststoffgehäusen zur Abschirmung elektromagnetischer Wellen werden meist mittels PVD-Verfahren hergestellt (Physical Vapour Deposition). Die Beschichtung erfolgt chargenweise im Hochvakuum. Besonders beliebt ist für diese Anwendung das thermische Bedampfen, wobei Metalle wie Kupfer bei hohen Temperaturen und niedrigem Druck in den gasförmigen Zustand gebracht und anschließend auf den Bauteiloberflächen abgeschieden werden. Mit dieser Spielart der PVD-Beschichtung lassen sich vergleichsweise hohe Schichtdicken im Mikrometerbereich in relativ kurzer Zeit von einigen Minuten erzeugen. Den größten Teil der Prozesszeit nimmt somit das Ein- und Ausschleusen ins Hochvakuum in Anspruch. Die so erzeugten Schichten sind jedoch nicht sehr kompakt; es kommt zu einem Stengelwachstum, das die elektrischen und mechanischen Eigenschaften der Schicht mindert. Für viele Anforderungen zur elektromagnetischen Schirmung ist dies jedoch ausreichend.

Grenzen hat das Verfahren vor allem bei bedeckten Geometrien, wie zum Beispiel den



**Abb. 1: Das druckknopfähnliche Element einer Einwegelektrode stellt die elektrische Verbindung zwischen leitfähigem Klebepad und Anschlussstecker her**

Innenflächen von Zylindern mit Längen, die den Durchmesser deutlich übersteigen. Da der Metalldampf bei PVD-Verfahren gerichtet auf das Bauteil trifft, sorgen Abschattungseffekte für eine deutliche Abnahme der Schichtdicke in schwer zugänglichen Bereichen. Auch galvanische Beschichtungsverfahren zeigen einen ähnlichen, wenn auch nicht so ausgeprägten Effekt. In Vertiefungen wird das elektrische Feld stark abgeschwächt und sorgt für eine verringerte Abscheidengeschwindigkeit. Gute Elektrolyte können diesen Effekt zwar durch die Erzeugung einer höheren Streufähigkeit reduzieren. Dennoch eignen sich für derartige Geometrien am besten nasschemische (außen-)stromlose Verfahren wie chemisch abscheidende Nickelprozesse.

Anwendungen für EMV-Schutzschichten, bei denen sowohl besonders hohe Anforderungen an die Abschirmung gestellt werden als auch komplexe Innengeometrien auftreten, sind Komponenten für Steckverbindungen in der Medizintechnik. Der Einsatz von Kunststoffen hat hier vor allem drei Vorteile:

- Mit selektiven Beschichtungen lassen sich leitende und isolierende Bereiche in einem Bauteil kombinieren
- Verschiedene Qualitäten von Steckverbindungen hinsichtlich der Abschirmung lassen sich ohne Geometrieänderungen über die Beschichtung realisieren
- Im Vergleich zu Vollmetallausführungen wird das Gewicht der Stecksysteme reduziert

Bei Steckverbindungen ist die elektrische Leitfähigkeit nicht immer ein Vorteil: So ist bei Steckbuchsen, die frei zugänglich sind, die Vermeidung von direktem Körperkontakt wünschenswert. Ein Schutz vor Berührung (Abb. 2) muss daher entweder durch zusätzliche isolierende Komponenten realisiert werden, oder aber einfacher durch Verwendung von selektiv beschichteten Kunststoffteilen. Da nicht für alle Anwendungen gleich hohe Standards gefordert werden, müssen auch nicht alle Steckverbindungen mit den gleichen Oberflächen ausgestattet werden. Damit aber nicht ein möglicher Kostenvorteil von einfacheren Ausführungen durch gerin-



**Abb. 2: Steckerkomponente mit Berührungsschutz, herstellbar beispielsweise durch eine selektive Beschichtung des Polyetherimid-Bauteils durch Biconex GmbH**

gere Serienstückzahlen gleich wieder wegschmilzt, kann mit ein und derselben Geometrie für alle Komponenten nur durch die Beschichtung eine höherwertige Variante einer ansonsten in großen Mengen hergestellten einfachen Ausführung erzeugt werden.

### Autoklavierbare Kunststoffgehäuse

Auch Kunststoffgehäuse sind in der Medizintechnik weit verbreitet. Wenn Oberflächen steril sein müssen und es sich dennoch aus Kostengründen nicht um Einwegprodukte handelt, müssen die verwendeten Materialien neben ihrer Verträglichkeit auch sterilisierbar sein. Für den Arzt oder die Klinik vor Ort bedeutet das im Allgemeinen eine Temperaturbehandlung in einem Autoklaven; aus diesem Grund wird für die Kunststoffe daher eine ausreichende thermische und chemische Stabilität gefordert. Die meisten günstigen Massenkunststoffe wie Polypropylen, ABS oder Polyamid verformen sich bei den relevanten Temperaturen. Da die Oberflächen auch aggressiven Reinigungsmitteln ausgesetzt sind, sollte das Material außerdem eine hohe Beständigkeit aufweisen, und zwar möglichst gegenüber Säuren, Laugen, Lösungsmitteln und Oxidationsmitteln.

Für diese speziellen Anwendungen kommen daher vor allem Spezialkunststoffe wie PPS (Polyphenylsulfid), PEI (Polyetherimid),



**Abb. 3: Zahnkronenhalter zur Bestimmung der Zahnfarbe aus Polyphenylsulfid (PPS) mit einer chemisch-galvanischen Metallisierung**

PEEK (Polyetheretherketon) sowie PVDF (Polyvinylidenfluorid) infrage. Rein optisch sind diesen Kunststoffen ihre besonderen Eigenschaften jedoch nicht anzusehen. Die eigentlich hochwertigen Werkstoffe wirken optisch und haptisch ähnlich minderwertig wie einfache Massenkunststoffe. Aufgrund der geringen Beständigkeit gegenüber Laugen sind Lacke weniger gut für die Oberflächenveredelung solcher Produkte geeignet. Das gilt natürlich dementsprechend auch für die Kombination aus PVD-Beschichtung und Klarlack.

Mit einer geeigneten chrom(VI)freien Vorbehandlung lassen sich jedoch auch Spezialkunststoffe chemisch-galvanisch beschichten (Abb. 3). Je nach Anforderung eignen sich als Metalle für die Deckschicht Chrom oder eine hochbeständige Zinn-Nickel-Legierung mit einer darunter liegenden Kombination aus Kupfer- und Nickelschichten. Bei Schichtdicken größer 40 Mikrometer, ähnlich wie bei den dekorativen Schichten für die Automobil- und Sanitärindustrie, wird nicht nur eine hervorragende Optik, sondern auch eine metallähnliche haptische Anmutung erreicht.

Biconex hat chrom(VI)freie Verfahren für die Vorbehandlung der Spezialkunststoffe PPS und PEI entwickelt. Beide Verfahren kommen in der eigenen Kleinseriengalvanik zum Einsatz und ermöglichen je nach Bauteilgröße die Beschichtung kleiner und mittlerer Serien. Zudem können hiermit Bauteile für den Eignungstest mit unterschiedlichen Kunststoffen oder Schichtkombinationen hergestellt werden.

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

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

Fachbeiträge in digitaler Form mit allen Möglichkeiten der modernen Medien!

1 Monat kostenfrei zum Kennenlernen!

Kommen Sie auf unsere Webseite: **[www.womag-online.de](http://www.womag-online.de)**

**Umfassend und immer auf dem neuesten Stand!**

## Mit smarten Prozessen zu smarten Medizinprodukten

Wird Smart Manufacturing die Medizintechnik auf den Kopf stellen? Antworten hierzu sollen MedtecLIVE und MedTech Summit Newsroom vom 31. März bis 2. April in Nürnberg liefern

Einer der Förderschwerpunkte des Bundesministeriums für Bildung und Forschung mit dem Titel *Vernetzte Produktion medizintechnischer Systeme wirtschaftlich und in höchster Qualität* klingt stark nach Industrie 4.0, der intelligent vernetzten Produktion. Weitergedacht kann diese Vernetzung zu personalisierten Medizinprodukten führen. Auf der Fachmesse für Herstellung und Zuliefererbereiche der Medizintechnik wird unter anderem darüber informiert, welche Chancen die vernetzte, intelligente Fertigung bietet und wie der Reifegrad dieser neuen technologischen Möglichkeiten ist.

Auch wenn das BMBF die Prozessinnovation in der Medizintechnik ausdrücklich zum Gegenstand der Förderung erhebt, zeigt ein Blick in den Katalog der geförderten Projekte: Es überwiegt klar die Produktinnovation, bei der die Entwicklung von einzelnen Medizinprodukten gefördert wird. Bei der Prozessinnovation hingegen ist noch viel Potenzial zu heben. Eine Studie der Unternehmensberatung Roland Berger und des Industrieverbands Spectaris sieht insbesondere große Chancen durch die Vernetzung von Medizinprodukten und die Nutzung von KI. Bei den Produktionsprozessen der mittelständisch geprägten deutschen Medizintechnikindustrie allerdings steckt die Vernetzung von Maschinen noch in den Kinderschuhen. Dabei bietet das sogenannte *Smart Manufacturing* jede Menge Potenzial.

**BMBF (Halle 10, Stand 321)**

Personalisierte, also individuell auf den Patienten zugeschnittene Medizinprodukte sind nach Aussage von Alexander Stein, Director MedtecLIVE bei der NürnbergMesse, eines der großen Zukunftsthemen der Gesundheitswirtschaft. Die Technologien, solche Produkte in intelligenten Fabriken herzustellen sind ihm zufolge vorhanden. Der nächste Schritt sei jetzt, Prozess-Know-how, Automatisierungstechnik und Hersteller von Medizinprodukten bestmöglich zu vernetzen, um die Innovationsgeschwindigkeit zu erhöhen.

### Digitaler Informationsfluss zwischen Zulieferer und Hersteller

Eine Herausforderung sehen viele Hersteller in den verhältnismäßig kleinen Losgrößen der Produktion. Dr. Stephan Hüwel vom Systemtechnikproduzenten Jüke weist darauf hin, dass derzeit Komponenten batchweise in

Hunderter- oder Tausender-Stückzahlen produziert werden. Die Produktionsdaten sind heute schon vollständig digitalisiert: Alle Prozesse von Einkauf und Entwicklung über Produktion und Qualitätsmanagement werden durch ein zentrales ERP-System unterstützt. Die digitale Montageanleitung ist dann verfügbar, wenn der Mitarbeiter sie benötigt, und die QM-Prüfung wird ebenfalls digital dokumentiert. Der Automatisierungsgrad der Produktion ist dabei gering. Dennoch ist Industrie 4.0 ein Thema für die Kunden. Der Systemtechnikhersteller produziert die Serienprodukte, die in der Konfiguration dann individualisierbar sind. Deshalb werden vermehrt spezielle Funktionalitäten in die Komponenten eingebaut. Das sind zum Beispiel Kommunikationsschnittstellen für die Datenübertragung zu anderen Geräten.

**Jüke Systemtechnik (Halle 10, Stand 334)**



(Bildquelle: NürnbergMesse)

## KI liefert smarte Diagnostik

Dass zunächst die großen Unternehmen von Smart Manufacturing profitieren, unterstreicht auch Prof. Dr. Ing. Philipp Gölzer, Leiter des Geschäftsfelds *Digitalisierte Produktion* bei der Fraunhofer-Arbeitsgruppe für Supply Chain Services SCS in Nürnberg. Der Professor für Digitale Fabrik und Materialflusssysteme an der TH Nürnberg weist darauf hin, dass für kleinere Unternehmen die Hürde recht hoch ist, Smart Manufacturing einzuführen. Der Einsatz von Smart Manufacturing bedeutet nämlich Ansätze auf verschiedenen Ebenen. So muss die Prozesskette neu erfunden und implementiert werden. Das umfasst nach seiner Erfahrung viele Facetten.

Leichter sei der Einsatz von Künstlicher Intelligenz innerhalb von medizintechnischen Geräten zu realisieren. Nach Meinung von Prof. Dr. Gölzer ist KI auch im Kleinen machbar. Damit hebt er auf eine zweite Sphäre des Smart Manufacturing ab: die Vernetzung von medizinischen Geräten, um die Diagnostik – also letztlich die Produktion von Befunden – intelligent zu automatisieren. Wenn eine Anlage eine selbstständige Entscheidung treffen kann, wie beispielsweise ein Computertomograph, der seine Bilder mit KI selbst auswertet, ist auch das smart. Smart Manufacturing bedeutet, dass Bestandteile der Produktion oder von Systemen intelligent werden. Das bedeutet, sie sind in der Lage, eigene Entscheidungen zu treffen, ihre Prozesse zu optimieren und sich autonom zu verhalten, so Gölzer.

## Bewährte Lösungen in der Zahnheilkunde

In der Zahnheilkunde sind smarte Produktionsverfahren bereits seit Jahren im Einsatz: Der Zahnarzt stellt Bilddaten zur Verfügung, im Laserschmelzverfahren wird dann ein Kronengerüst in wenigen Minuten gefertigt. Die Arbeit des Zahntechnikers wird deutlich erleichtert. Die große Individualität bei den Produkten stellt dank Smart Manufacturing kein Problem für Produktion oder Logistik dar, wie Alexandros Lagaris, Geschäftsführer der LAC Laser Add Center GmbH im oberfränkischen Selb, betont.

## Vom CT-Scan zum personalisierten Implantat

Während in der Zahnheilkunde auch früher schon vom Zahntechniker individuelle Brücken oder Kronen angefertigt wurden, überwiegt in der Mehrzahl der Medizinprodukte der Standard. Große Modell- und Größenvielfalt sorgen heute dafür, dass ein Medizinprodukt annähernd zum Patienten passt. Ob künstliches Hüftgelenk oder Fußprothese – Standardprodukte decken viele Bereiche ab, die Herstellung von individuellen Prothesen ist jedoch aufwändig und teuer. Eine Lösung dieses Zielkonflikts von Passgenauigkeit und Kosten kann Smart Manufacturing bieten, wie zwei Beispiele aufzeigen.

Auf der Basis der eigenen Product Lifecycle Management (PLM)-Software hat Siemens für die Herstellung von Endoprothesen einen vollständig digitalisierten Prozess entwickelt. Mit Hilfe eines CT-Scans und von Kernspindaten entsteht ein virtuelles 3D-Modell des zu ersetzenden Gelenks. Der Chirurg plant dann webbasiert die passende Versorgung und entscheidet sich entweder für eine Standard-Endoprothese oder ein personalisiertes Implantat. Sind für den Eingriff gegebenenfalls spezielle, individuell anzufertigende Instrumente nötig, kann auch dies bei der Operationsplanung berücksichtigt werden. In dem Fall, dass ein personalisiertes Implantat angefertigt werden muss, entstehen automatisch CAD-Daten, die wiederum für die CNC-Maschine

**Precision  
in detail**



**electroplating units  
for decorative and  
functional surfaces**



PCB technology • Electroplating • Metal finishing • Medical technology

STUDIO TSCHÖP • Wertheim 03/2020

Besuchen Sie uns:

Halle 1, Stand D48

16.–18. Juni 2020  
Stuttgart • Germany



Surface  
Technology  
GERMANY

**Walter Lemmen GmbH**  
+49 (0) 93 42 - 7851  
info@walterlemmen.de  
www.walterlemmen.de

## Was ist Smart Manufacturing?

Smart Manufacturing, die intelligent vernetzte Fertigung, ist ein technologisches Konzept. Maschinen werden dabei über das Internet (Internet of Things) miteinander vernetzt. Sie tauschen Daten aus und nutzen Datenanalysen für die eigenständige Optimierung der Produktion. Im Idealfall entsteht ein autonom produzierendes System. Aufgrund der durchgängig verfügbaren Daten erlaubt Smart Manufacturing einerseits eine vorausschauende Wartung von einzelnen Einheiten. Smart-Manufacturing-Systeme können auch in der Lage sein, automatisch Rohstoffe zu bestellen, wenn der Vorrat zu Neige geht, nach Bedarf weniger ausgelasteten Geräten Produktionsaufträge zuordnen und Verteilungsnetze vorbereiten, wenn ein Auftrag eingegangen ist. Damit können Produkte bis hin zur Losgröße eins vollständig automatisiert produziert werden.

Wie Smart Manufacturing die Medizintechnik-Entwicklung und Produktion voranbringen kann, ist auch Thema im MedTech Summit Congress & Partnering parallel zur MedtecLIVE.

aufbereitet werden. Parallel dazu kann der Materialbeschaffungsprozess starten, das Implantat wird in der Produktion eingeplant und die Maschinendaten rechtzeitig an die Maschine übergeben.

Auch die Qualitätskontrolle wird im PLM-System regelgerecht dokumentiert. Die PLM-Software stellt dabei das Bindeglied zwischen Klinik und Hersteller dar: Alle Kommunikations- und Datenflüsse werden zentral organisiert, die Produktionsdaten aufbereitet und in die Fertigung übergeben.

Im Gegensatz zum Standard-Implantat, bei dem der Knochen an das Implantat angepasst werden muss, passt das personalisierte Implantat perfekt zur Anatomie des Patienten. PLM-Systeme – als zentrale Plattform der smarten Fertigung – unterstützen den Hersteller auch dabei, die regulatorischen Vorschriften einzuhalten und ihre Einhaltung zu dokumentieren.

Dokumentation und Compliance, insbesondere mit Blick auf die MDR, ist auch Thema beim MedTech Summit Congress & Partnering parallel zur MedtecLIVE.

### Geförderte Prozessinnovation

Manuel Opitz, Geschäftsführer des Münchner Medizintechnikunternehmens Mecuris, weist darauf hin, dass zukünftig die Möglichkeit geboten wird, über Nacht maßgeschneiderte Orthesen und Prothesen zu erstellen. Dazu hat das Unternehmen die digitale *Werkstatt* Mecuris Solution Platform entwickelt. Für die Orthesenerstellung dient ein 3D-Scan als Ausgangspunkt und ersetzt den klassischen Gipsabdruck. Die Maße des Anwenders werden eingelesen und Fehlhaltungen durch das System automatisch oder manuell durch den Orthopädietechniker korrigiert. Zusammen mit dem Patienten wählt dieser dann das Wunschdesign aus. Die Daten verschickt der

Techniker im Anschluss an ein lokales, auf additive Fertigung spezialisiertes Druckzentrum, welches das entsprechende Hilfsmittel präzise fertigt. Nach einer Qualitätskontrolle durch Mecuris bekommt der Orthopädietechniker die Schiene, die er anschließend final anpasst. Die Arbeitszeit, die ein Orthopädietechniker in die Erstellung einer Orthese in der digitalen Werkstatt investiert, wird im Vergleich zur traditionellen Herstellungsweise deutlich reduziert. Der 3D-Druck ersetzt keinesfalls die physische Werkstatt, geschweige denn das Fachwissen der Orthopädietechniker. Aber in zwei bis drei Jahren wird er nach Meinung von Opitz einen signifikanten Anteil in der Produktion ausmachen.

Damit hat Mecuris genau das umgesetzt, was Professor Gölzer als Schlüssel zu einer smarten Fertigung bezeichnet: Das Unternehmen hat die Prozesskette der Orthesenherstellung neu aufgezogen und ein gänzlich neues Fertigungsverfahren implementiert. Damit die 3D-gedruckten Orthesen den mechanischen Belastungen im Patientenalltag gewachsen sind, werden diese dann vor Ort vom Orthopädietechniker mit thermoplastischen Fasertapes individuell verstärkt. Eine echte Innovation im Prozess, die es auch auf die Förderliste des Bundesministeriums für Bildung und Forschung geschafft hat.

Die Kooperation eines mittelständischen Unternehmens mit der Technischen Hochschule Kaiserslautern zeigt anschaulich, dass Smart Manufacturing auch für den Medizintechnik-Mittelstand beeindruckende Chancen bietet.

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

## Reinraumtechnik für Schutz vor Einflüssen der Umgebung

In immer mehr Bereichen der Technik, allen voran der Mikroelektronik, der Feinmechanik, der Lebensmittelindustrie, der Pharmazie oder der Medizintechnik, aber auch im Bereich der Akku-Technologie, werden besondere Anforderungen an die Reinheit der Raumluft, der eingesetzten Betriebsmittel, des Arbeitsplatzes, der Prozessmedien sowie der Personen gestellt. Die verschiedenen Aufgaben und Maßnahmen der Reinraumtechnik zur Absicherung dieser Anforderungen sind in der Richtlinienreihe VDI 2083 beschrieben. Das neue Blatt 1 der VDI 2083 legt die Klassifizierung für die Partikelreinheit der Luft in Reinräumen und reinen Bereichen fest.

Die Aufgabe der Reinraumtechnik besteht darin, Prozessabläufe zu ermöglichen, bei denen entweder Umgebungseinflüsse das Produkt kompromittieren oder Produkteinwirkungen die Umgebung und/oder den Menschen gefährden könnten. Die VDI 2083 Blatt 1 legt die Zuordnung der gemessenen Konzentrationen von luftgetragenen Partikeln bestimmter Größen zu international genormten Luftreinheitsklassen fest.

Die Klassifizierung der Richtlinie bezieht sich auf Reinräume und Reinraumbereiche. Darüber hinaus kann sie herangezogen werden, um die Anforderungen an verschiedene Installations-/Betriebszustände zu spezifizieren.

Herausgeber der Richtlinie VDI 2083 Blatt 1 *Reinraumtechnik – Partikelreinheitsklassen der Luft* ist die VDI-Gesellschaft Bauen und Gebäudetechnik. Die Richtlinie ist im Januar 2020 als Entwurf erschienen und kann beim Beuth-Verlag ([www.beuth.de](http://www.beuth.de)) oder unter [www.vdi.de/2083](http://www.vdi.de/2083) bestellt werden. Die Möglichkeit zur Mitgestaltung der Richtlinie durch Stellungnahmen besteht durch Nutzung des elektronischen Einspruchportals des VDI oder durch schriftliche Mitteilung an die herausgebende Gesellschaft (E-Mail: [gbg@vdi.de](mailto:gbg@vdi.de)). **Die Einspruchsfrist endet am 31. März 2020.**

➔ [www.vdi.de](http://www.vdi.de)

## Fraunhofer IPA zeigt Galvanik-Software auf der Messe *Woche der Umwelt*

Das Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA ist am 9. und 10. Juni zu Gast bei der *Woche der Umwelt* im Schloss Bellevue in Berlin. Das Institut gehört zu den Ausstellern, die eine vom Bundespräsidenten einberufene Jury aus insgesamt 440 Bewerbern ausgewählt hat und stellt ein Projekt der Abteilung Galvanotechnik vor.

Um beim Galvanisieren Strom zu sparen und Ressourcen zu schonen, sollte die Schicht nicht dicker als nötig sein. Oft genügen schon wenige Mikrometer, also tausendstel Millimeter – ein menschliches Haar ist mit 50 bis 80 Mikrometer deutlich dicker. Doch bei der Minimierung ist eine Eigenheit des Verfahrens zu berücksichtigen. Beim Galvanisieren wird in einer metallhaltigen Lösung zwischen zwei Elektroden (Anode und Kathode) ein elektrisches Feld angelegt, was zur Abscheidung des Metalls führt. Allerdings besitzt das Feld nicht überall die selbe Stärke, sodass die Schichtdicke erheblich variieren kann.

Dieses Phänomen lässt sich mit verschiedenen Methoden weitgehend beheben: Das elektrische Feld lässt sich verändern, indem ihm beispielsweise Fremdkörper in den Weg gestellt werden. Ein ähnlicher Effekt wird durch eine leicht veränderte Positionierung des Bauteils bis hin zum kontinuierlichen drehen erzielt. Alle Möglichkeiten empirisch durchzutesten, wäre allerdings sehr aufwendig. Ein Team um Klaus Schmid, Gruppenleiter Galvanische Prozesse und Anlagen am Fraunhofer IPA, setzt deshalb konsequent Software ein, die das Feld durch Simulationsrechnungen sichtbar macht – wahlweise zwei- oder dreidimensional. So lassen sich rasch viele Varianten durchspielen, bis schließlich die optimale Lösung gefunden ist, also beispielsweise eine Minimierung der Gesamtmenge an Metall darauf hin, dass funktionelle Bereiche die optimale Schichtdicke aufweisen.

### Schichtdicke um 40 Prozent reduziert

Beim galvanischen Verchromen von Kolbenstangen haben die Forscher so eine Reduzierung der Schichtdicke von 40 % erzielt. Zudem ließen sich drei Bauteile gleichzeitig beschichten. Vorher waren es nur zwei. Entsprechend hoch waren die Einsparungen an Energie und Material. Das hilft nicht nur der Umwelt, sondern auch der Rendite: Allein die Stromkosten einer Galvanikproduktion können bis zu einem Viertel der Gesamtkosten ausmachen.

Schmid weist allerdings darauf hin, dass jede Optimierung eine individuelle Lösung erfordert. Denn die eingesetzten Maschinen unterscheiden sich ebenso wie die Bauteile, die bearbeitet werden. Um ein praktikables Ergebnis zu erzielen, braucht es deshalb nicht nur Verfahrenstechniker, sondern auch Maschinenbauer. Die Experten vom Fraunhofer IPA besitzen das nötige Know-how, schließlich beschäftigen sie sich seit mehr als 20 Jahren mit dem Einsatz von Simulation in der Galvanotechnik. Ein weiteres Plus ihrer Simulationsrechnungen: Sie lassen sich auch zur Mitarbeiterschulung nutzen.

### Kostenlose Messtickets verfügbar

Am 9. und 10. Juni zeigen die Forscher um Schmid auf der *Woche der Umwelt* im Park von Schloss Bellevue in Berlin ihre Arbeit. Insgesamt präsentieren auf der *Woche der Umwelt* rund 190 Aussteller ihre Ideen und Projekte rund Umweltschutz und Nachhaltig-



### Wir produzieren Zukunft

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

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

#### Ansprechpartner

Dr.-Ing. Martin Metzner

Abteilungsleiter Galvanotechnik,

Fraunhofer IPA, Stuttgart

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

keit und diskutieren die damit verbundenen wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Chancen. Die Messe findet in diesem Jahr bereits zum sechsten Mal seit 2002 statt und wird vom Bundespräsidenten und der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) veranstaltet.

Wer sich die Softwaresimulationen für die Galvanik bei einem persönlichen Gespräch auf dem Messestand des Fraunhofer IPA zeigen lassen möchte, vereinbart am besten im Vorfeld einen Termin und erhält dann ein kostenloses Messticket. Eine kurze E-Mail an Sina-Helena Gross, Portfolio-Marketing-Managerin am Fraunhofer IPA ([sina-helena.gross@ipa.fraunhofer.de](mailto:sina-helena.gross@ipa.fraunhofer.de)), genügt; **Anmeldeschluss ist der 1. Mai 2020.**

Mehr Informationen zur Woche der Umwelt:

☞ <https://www.woche-der-umwelt.de>



(Bild: Peter Himsel/DBU)

## Edelmetalle im Auto: Heute und Morgen

### E-Mobility-Trends und deren Bedeutung für die Galvanotechnik

DGO-Fachausschuss Edelmetalle, Hilden

Die stetige Miniaturisierung in der Elektronik hat im Laufe der Zeit den notwendigen Verbrauch an wichtigen Metallen (Kupfer, Zinn, Edelmetalle) reduziert. Allerdings hat in den letzten Jahren ein starker Trend zum vermehrten Einsatz von elektronischen Systemen dazu geführt, dass der Verbrauch an diesen Metallen im Steigen begriffen ist. Durch die Elektromobilität wird diese Entwicklung noch verstärkt. Bei den Edelmetallen betrifft dies neben Gold vor allem Silber als wichtigen Werkstoff für die Hochstromtechnik in Fahrzeugen. An die Galvanotechnik werden unter anderem für die Herstellung von Leiterplatten und Steckverbindungen Anforderungen zur Weiterentwicklung gestellt. Darüber hinaus ist es erforderlich, die eingesetzten Metalle mittels Recyclingtechnologien in den Kreislauf zurückzuführen.

#### 1 Einleitung

Diese Abhandlung versucht, die in den kommenden Jahren zu erwartenden Änderungen beim Einsatz von funktionalen Oberflächenbeschichtungen und speziell der von Edelmetalloberflächen in Automobilen zu beschreiben. Die aktuellen Beschichtungen im konventionellen Kraftfahrzeug werden beleuchtet und die erkennbaren Trends, hervorgerufen durch den Wandel zur Elektromobilität, beschrieben.

#### 2 Status Quo

Vor 50 Jahren waren die wichtigsten Bereiche der Automobilelektronik Systeme wie Batterie, Anlasser, Zündung, Licht und Radio. Die Mechanik stand im Vordergrund. Heute bestimmen elektrische und elektronische Komponenten im Fahrzeug die Funktion und Zuverlässigkeit im täglichen Betrieb. Allein ein moderner Motor hat heute teils mehr als 300 Leitungen, die über Kontaktstellen Aktoren und Sensoren steuern. Die Anforderungen im Fahrzeug sind nicht in allen Einsatzbereichen gleich groß. Naturgemäß liegen, wie aus *Tabelle 1* hervorgeht, die höchsten Anforderungen im Antriebsstrang und den Sicherheitssystemen. Die Verbindungstechnik im Motorraum und Antriebsstrang wird stark durch Wärme, Vibration und Schmutz beansprucht. Steckverbinder für Sicherheitssysteme müssen hoch zuverlässig sein, da sie sich nicht im Dauerbetrieb befinden, aber in Gefahrensituationen 100-prozentig funktionieren müssen.

Der Aufbau elektrischer Kontakte für Steckverbinder basiert derzeit meistens auf der Anwendung von unedlen Basislegierungen (Kupfer-, Zinn-, Zink-, Eisen-, Nickel-, Siliziumlegierungen) und Kontaktbeschichtungen aus edlen Legierungen (Silber-, Palladium-,

Goldlegierungen), die überwiegend galvanotechnisch auf den Kontaktoberflächen niedergeschlagen werden, und unedlen Zinnbeschichtungen. Zinn und Zinnlegierungen werden auch durch Schmelztauchbeschichtung, Gold- und Silberlegierungen auch durch Walzplattieren auf Kontaktoberflächen aufgebracht (*Tab. 2*).

Kupfer- und Nickel beziehungsweise Nickellegierungen werden im Wesentlichen zur

Haftungsverbesserung und als Diffusionsbarriere direkt in der Kontaktzone verwendet. Nickel und seine Legierungen spielen darüber hinaus eine wichtige Rolle als Korrosionsschutz und im tribologischen Verhalten eines Kontakts.

Zinn und seine Legierungen finden vorzugsweise bei Kontakten im Niedrigkostensektor Anwendung. Edelmetalle kommen immer dort zur Anwendung, wo hohe Anforderun-

Tab. 1: Anforderungen an Kontaktelemente in unterschiedlichen Kfz-Bereichen

Bereich	Anforderungen in Bezug auf			
	Vibration	Dichtheit	Sicherheit	Packungsdichte
Antriebsstrang / Fahrwerk	++	++	++	++
Energieversorgung	++	-	++	-
Sicherheitssysteme	++	++	++	+
Licht	+	+	+	-
Infosysteme	-	-	+	+
Komfort	-	-	-	+

++ = sehr hoch, - = gering

Tab. 2: Beschichtung für Steckverbinder [1]

	Schichtwerkstoff	Verfahren
Nicht-Edelmetalle	Zinn (über Nickel)	galvanisch, Feuerverzinnen
	Zinn-IMC	Feuerverzinnen
	Zinn-Silber (SnAg1...4)	Feuerverzinnen
	Nickel	galvanisch
	Nickel-Phosphor + Goldflash	galvanisch
Edelmetalle	Silber (über Nickel)	galvanisch
	Gold (legiert mit Co, Ni, Fe)	über Nickel
	Palladium mit Goldflash	über Nickel
	Palladium-Nickel mit Goldflash (PdNi10...30)	über Nickel
	Gold-Nickel (AuNi5...10)	(über Nickel)
	Silber-Palladium (AgPd10...30)	(über Nickel)

gen an Kontaktverhalten und Zuverlässigkeit gestellt werden. Probleme bei den unedlen Werkstoffen für Kontaktbeschichtung sind die hohen Reibungskräfte und die Neigung zur Tribokorrosion (Fretting). Bei den edlen Beschichtungsmaterialien sind es die Kosten. Aufgrund der stetig steigenden Anforderungen an die Kontakte, wie zum Beispiel höhere Temperaturen im Motorraum/Antriebsstrang eines Automobils, stoßen die derzeit verwendeten Beschichtungswerkstoffe zunehmend an ihre Grenzen. Für den applikationsspezifischen Einsatz von Steckverbindern spielt dabei die Temperaturbeständigkeit der eingesetzten Beschichtungsabfolgen eine zunehmende Bedeutung (Tab. 3).

Neben den galvanischen Beschichtungen sind im Bereich der Leiterplattentechnik aus chemisch abscheidenden Systemen Zinn- und Silberschichten zu finden. Goldschichtsysteme kommen in diesem Bereich in Form von ENIG (Electroless Nickel Immersion Gold) und ENEPIG (Electroless Nickel Electroless Palladium Immersion Gold) zur Anwendung. Der kontinuierliche Anstieg der Menge an Edelmetallen (Gold und insbesondere Silber) pro Fahrzeug in der Vergangenheit, ist darauf zurückzuführen, dass beispielsweise die Anzahl an elektronischen Steuergeräten stetig gewachsen ist. So ist im Golf 1 nur ein Steuergerät verbaut, im Golf 7 aber sind es bereits etwa 60 Stück. Heute sind im gesamten Elektrik- und Elektronikbereich in Deutschland zwölf Tonnen Gold im Einsatz [3].

### 3 Zukünftige Entwicklung

Während über Jahrzehnte der Verbrennungsmotor in den Fahrzeugen dominierte, droht dieser nun von neuen Antriebsformen abgelöst zu werden. Besonders dem rein elektrisch angetriebenen Fahrzeug wird diesbezüglich eine große Erfolgschance eingeräumt. Mit den Brennstoffzellen steht ein weiteres Antriebssystem für die Elektromobilität im Wettbewerb zur Batterietechnik.

Für beide Antriebstypen werden neue Elektronikkomponenten mit neuen und/oder modifizierten Schichtsystemen für folgende Bereiche benötigt:

- elektrischer Antriebsstrang
- Hochspannungsbatterie / Brennstoffzelle
- Batteriemangement
- Komfortsysteme
- Infotainment
- Sicherheitssysteme
- Systeme für automatisiertes Fahren
- Leistungselektroniksysteme
- Ladekabel und Dose

Dies stellt auch die Oberflächentechnik vor Herausforderungen.

In *Abbildung 1* ist die Einschätzung des Öko-instituts e. V. zur Relevanz wichtiger Metalle, einschließlich der Edelmetalle, im Auto für die wesentlichen Komponenten (ausgenommen Batterie) der Elektromobilität in einer halbquantitativen Darstellung wiedergegeben [4]. Je nach Größe der dargestellten Kreise werden die Metalle entweder im Milligramm-, Gramm- oder Kilogramm-Bereich

(betrifft nur Kupfer) in den einzelnen Komponenten der E-Mobile eingesetzt. Von den Edelmetallen sind im Grammbereich Silber in der Leistungselektronik, der Verkabelung und der Ladekabel sowie Platin in Brennstoffzellen der entsprechenden Fahrzeuge im Einsatz. Gold und Palladium sind heute in der Elektromobilität vor allem in der Leistungselektronik im Milligrammbereich zu finden.

In der schraffierten Darstellung sind im Vergleich die Größenordnungen der Metallmengen für Komponenten des konventionellen (ICE = internal combustion engine) Antriebsstrangs dargestellt. Hier sind vor allem Kupfer (beispielsweise Standardverkabelung oder Lichtmaschine) sowie Platin und Palladium (Abgaskatalysator) hervorzuheben. Gerade im Fall von Platin und Palladium ergeben sich gegenläufige Effekte, da die Elektromobilität einerseits den Bedarf spezifisch erhöht (Platin für Brennstoffzellen, Palladium in der Leistungselektronik), aber andererseits bei vollelektrischen Fahrzeugen und Brennstoffzellenfahrzeugen der Abgaskatalysator und

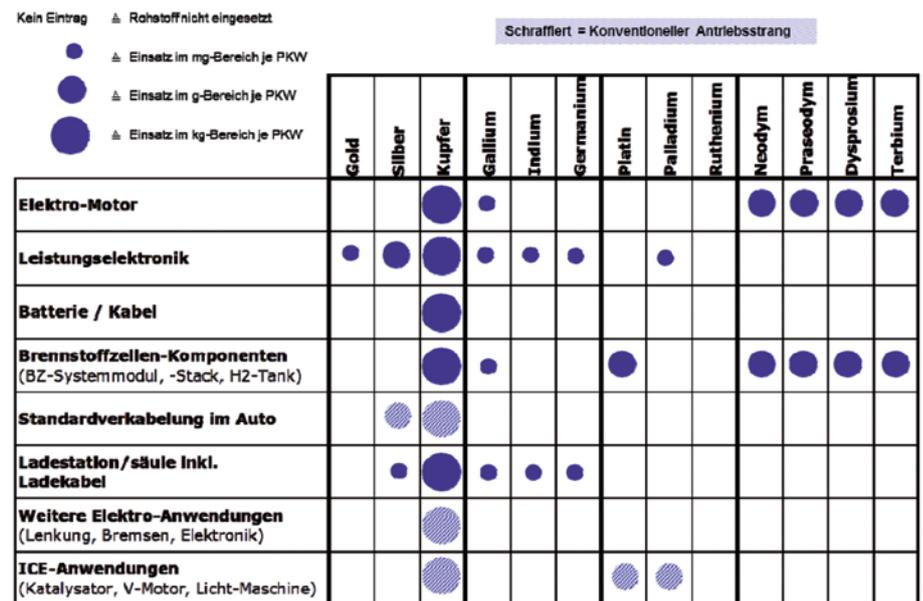


Abb. 1: Übersicht der Komponenten und der Rohstoffbedarfe [4]

Tab. 3: Grenzwerte für Langzeittemperaturbeanspruchung bei verschiedenen Kontaktbeschichtungen [2]

Eigenschaften	Zinn	Galvanisch Silber	Galvanisch Hartgold	Flashgold
Art der Beschichtung Zwischenschicht	Feuerverzinnung, CuSn-intermetallische Phasen	galvanisch Sn, m/o, Cu/Ni-Zwischenschicht	ohne Zwischenschicht	Ni-Zwischenschicht
Übliche Schichtdicken	0,8–1,6 µm 1–3 µm 2–4 µm	galvanisch Pd, Pd/Ni20, Ni-Zwischenschicht	ohne Zwischenschicht	galvanisch Pd, Pd/Ni20, Ni-Zwischenschicht
Empfohlene maximale Einsatztemperatur	120 °C	130 °C	140 °C	150 °C (160 °C)

# OBERFLÄCHEN

damit der entsprechende Platin- und Palladiumbedarf eingespart wird.

Für die Zukunft prognostizieren die Experten in einer Studie des Ökoinstituts, dass bei einem künftigen jährlichen Absatz von einer Million Elektrofahrzeugen sieben Tonnen Zinn, 85 Kilogramm Gold, 300 Kilogramm Silber, 17 Kilogramm Palladium und 70 Tonnen Kupfer durch Recycling wiedergewonnen werden können. Durch die Einführung der Elektromobilität kommt mit den benötigten Leistungsmodulen und der Verbindungstechnik zu den Antrieben und Batteriesystemen dem Edelmetalleinsatz eine besondere Bedeutung zu.

Zudem wird mit autonomen Systemen die Datenverarbeitung innerhalb der Automobile rapide ansteigen, was neue Architekturen des Bordnetzes zur Folge haben wird. Diese Systeme müssen bezüglich ihrer Sicherheit ausfallsicher arbeiten, was eine Verwendung von Edelmetallen für die Verbindungstechnik zur Folge haben wird. Auch immer höhere Datenraten werden genutzt werden, so dass HF-Signale störsicher durch die Bordnetze geleitet werden müssen.

## 3.1 Steckverbinder

In der Elektromobilität sind Kontaktoberflächen für Steckverbinder von besonderer Bedeutung. Für höchste Ansprüche in Bezug auf Temperaturstabilität und Vibrationsbelastungen werden verschleißfeste Silberoberflächen benötigt. Im Low-Cost-Bereich dominiert die Zinnbeschichtung. Zur Verdeutlichung der Unterschiede zwischen einer Silber- und einer Zinnbeschichtung ist festzustellen, dass Silberoberflächen bis zum Versagen etwa 40 000 bis 50 000 Mikrobewegungszyklen erlauben, während es für Zinn weniger als 100 sind [5]. Im Motorraum wird Silber wegen der steigenden Temperatur- und Vibrationsbelastung am häufigsten zur Anwendung kommen.

Bei Leistungssteckverbindern, wie sie im elektrischen Antriebstrang eingesetzt werden, ist ein kleiner Kontaktwiderstand notwendig. Da Silber von allen Metallen die höchste elektrische Leitfähigkeit besitzt, gilt diese Beschichtung für diesen Anwendungsbereich als gesetzt.

Im Bereich der Informationsverarbeitung mit der Übertragung von hohen Datenraten über geschirmte Leitungen ist Hartgold (Goldlegierung mit geringem Anteil an Legierungszusätzen und hoher Härte) die am häufigsten verwendete Kontaktbeschichtung. Bei künftigen Bordnetzarchitekturen zeigt sich der

Trend, dass aufgrund der hohen zu verarbeitenden Datenraten vermehrt Zentralrechner Anwendung finden werden. Dabei werden hochpolige High-Speed Steckverbinder eingesetzt, die in Folge der hohen Zuverlässigkeitsanforderungen bei geringen Steckkräften möglicherweise mit Hartgoldoberflächen ausgeführt werden müssen.

## 3.2 Leistungselektronik

Leistungselektronikmodule können elektrische Energie umformen. Dabei werden die Spannungsform sowie deren Frequenz umgewandelt. So lässt sich beispielsweise der Gleichstrom eines Akkumulators passend in Spannung, Strom und Frequenz für den elektrischen Antriebsmotor konvertieren. Im Bereich der Leistungselektronik werden die Anforderungen an Leistungsdichte und Stromtragfähigkeit der Module steigen.

Die Miniaturisierung wird schnell fortschreiten (Einsparung von Bauraum und Gewicht) und damit und durch den Einsatz der *wide-band-gap*-Materialien (z. B. Siliziumcarbid, SiC) auch die Temperaturanforderungen an die Bauteile. Temperaturen von 200 °C bis 220 °C in der Nähe des Halbleiterbauteils werden dann erreicht.

Im Bereich der Aufbau- und Verbindungstechnik wird sich das Silbersintern der Siliziumchips anstelle des Lötens durchsetzen. Dafür werden Silberoberflächen auf den Metall-Keramik-Substraten (DCB, AMB) benötigt. Aufgrund der höheren Leistungen, Ströme, Temperaturen oder Zuverlässigkeitsanforderungen können nur noch Silberkontakte beziehungsweise Silberbeschichtungen für Steckverbindungen und für Schraubanschlüsse eingesetzt werden.

## 3.3 Ladestecker

Die neuen Generationen von Steckern für die Schnellladung von Elektroautos müssen Ladeleistungen von 400 Kilowatt mit Ladeströmen über 400 Ampere und mehr übertragen. Dabei werden zurzeit bis zu 20 000 Steckzyklen gefordert. Um diese Ladesysteme noch handhaben zu können, müssen Ladekabel und Steckverbinder gekühlt ausgeführt werden. Für diese wassergekühlten Stecksysteme kommen aus Sicht der Stromtragfähigkeit und der geforderten Betätigungen – Stand heute – nur dicke Silberschichten als Funktionsoberflächen in Frage, die entsprechend verschleißfest und abriebsicher ausgeführt werden müssen. Bezüglich der Sicherheit müssen die Ladevorgänge vor Überhitzung geschützt werden und die Kontakte entspre-

chend temperaturüberwacht werden. Die entsprechende Norm IEC TS 62196-3-1 ist in der Überarbeitung.

## 3.4 Hochfrequenz- / BUS-Systeme

Autonomes und automatisiertes Fahren, Kommunikation mit der Infrastruktur und die Anbindung an das Internet sind Herausforderungen, die Auswirkungen auf die Bordnetzarchitektur haben werden. So werden die riesigen Datenmengen, die dadurch anfallen und verarbeitet werden müssen, nicht mehr dezentral in diversen Steuergeräten ausgewertet werden, sondern in zentralen teils redundanten Hochgeschwindigkeitsrechnern, die eine andere, nicht traditionelle Automobilbautechnik erfordern. Aus heutiger Sicht sind Backplane-Systeme angedacht, wobei die hochpoligen und vibrationsfesten Ausführungen möglicherweise nur mittels Kontaktbeschichtungen unter Einsatz von Gold oder Palladium-Nickel (PdNi) ausgeführt werden können.

## 4 Konsequenzen für die Galvanotechnik

Für alle Elektronikkomponenten müssen zukünftig effiziente und kostengünstige Beschichtungstechnologien entwickelt und eingeführt werden. Dazu werden Reel-to-Reel Beschichtungen nötig sein. Speziell für die Leistungselektronik kann dies bedeuten, dass vermehrt stärkere Substrate (> 2 mm) zur Anwendung kommen werden, die dann neue Anforderungen an die Anlagentechnologie bezüglich der Bandführungen, Zellentechnik und Wickeltechnik stellen. Für größere Bauelemente oder Kontaktelemente, die nicht mehr in Stanzgitterbändern gefertigt und gehandhabt werden können, müssen hochproduktive Anlagen für Stückgutgalvanisierung in Selektivtechnik entwickelt werden. Aufgrund der höheren Zuverlässigkeit und Temperaturfestigkeit wird Silber gegenüber Zinn bevorzugt eingesetzt werden. Die Abscheidung dieser Funktionsoberflächen mit höheren Schichtdicken und guter Verschleißfestigkeit stellt im Hinblick auf Abscheidegeschwindigkeiten und Selektivität eine Herausforderung dar.

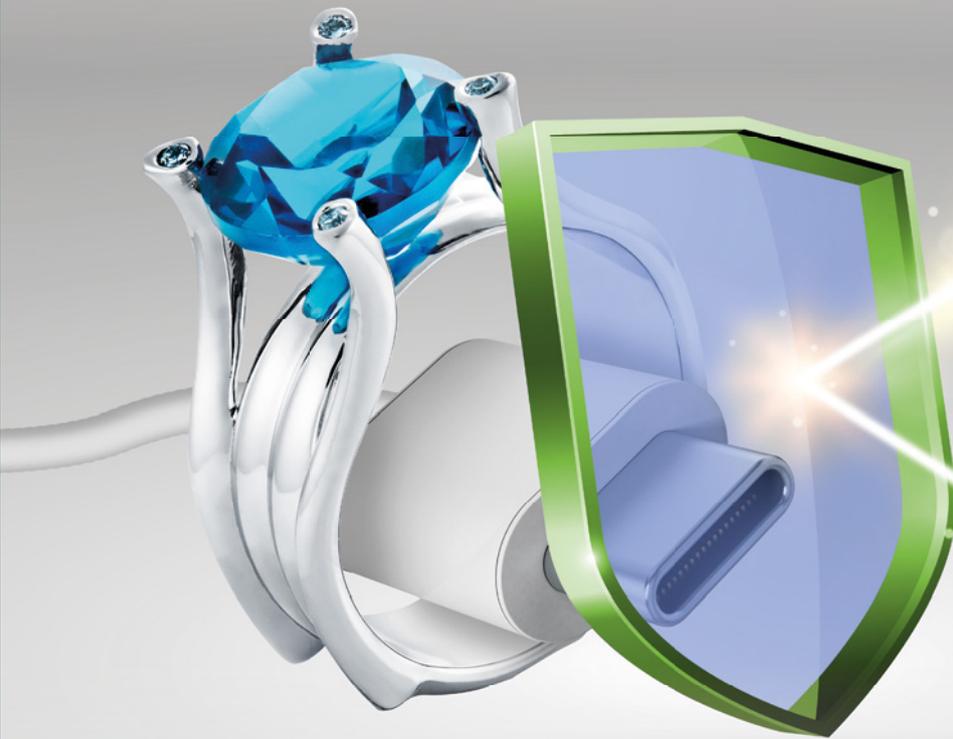
### Literatur

- [1] H. Schmidt, TE Connectivity Germany GmbH, 2019
- [2] H. Schmidt, TE Connectivity Germany GmbH, 2019
- [3] E. Bulach, Ökoinstitut, emobilitaet.online, 7.3.2017
- [4] Ökoinstitut, aus: Ressourceneffizienz und ressourcenpolitische Aspekte des Systems Elektromobilität, 2011
- [5] H. Schmidt, TE Connectivity Germany GmbH, 2019

Perfekter Schutz

Gesteigerte Qualität

Umicore Sealing und Anlaufschutz  
schützt und optimiert Edelmetalloberflächen



Surface Technology Germany  
16. - 18. Juni 2020 in Stuttgart  
Halle 1, Stand Nr. D27/58



Edelmetalle sind per Definition in natürlicher Umgebung weitestgehend korrosionsbeständig. Im täglichen Gebrauch sind sie aber Umwelteinflüssen ausgesetzt, welchen auch sie nicht standhalten können. Optische Makel oder technische Funktionsstörungen sind die unerwünschten Folgen.

#### QUALITÄTSSTEIGERUNG DURCH PASSENDE SCHUTZSCHICHT

Erfahren Sie auf [www.perfekte-oberflaeche.de](http://www.perfekte-oberflaeche.de), wie Sie Ihren dekorativen und technischen Produkten gezielten Schutz und qualitative Vorteile verleihen ohne dabei die Eigenschaften Ihrer Edelmetalloberfläche zu beeinflussen.

[www.perfekte-oberflaeche.de](http://www.perfekte-oberflaeche.de)

## Laserauftragschweißen – eine Alternative zu konventionellen Beschichtungsverfahren

Weltweit steht das gängige Verfahren des Hartverchromens unter einem immer stärkeren gesetzlichen Regulierungsdruck, besonders in der Europäischen Union. Die neue High-Speed-Variante des Laserauftragschweißens (Hochgeschwindigkeitslaserauftragschweißen) bietet sich als wirtschaftliches und sicheres Verfahren, nicht nur als Alternative für das Hartverchromen, an, soweit einige Voraussetzungen bezüglich des Substrats vorliegen.

Ein noch junges, aber vielversprechendes Verfahren für die Herstellung von hochbeanspruchten Oberflächen ist das Hochgeschwindigkeitslaserauftragschweißen. Dabei handelt es sich um eine Weiterentwicklung des Laserauftragschweißens (LMD) durch das Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT und der RWTH Aachen University. Der wesentliche Unterschied zum herkömmlichen Laserauftragschweißen besteht darin, dass der Laserstrahl die Pulverpartikel schon vor dem Auftreffen auf das Werkstück nahezu aufschmilzt und nicht erst auf dessen Oberfläche (Abb. 1). Entscheidend für die Qualität der Beschichtung und insbesondere für die Wirtschaftlichkeit des Prozesses ist die Technologie der Düse.

Das neu entwickelte Trumpf-Equipment mit und rund um die Düse verhilft der Technologie zu neuen Einsatzmöglichkeiten. Dies lässt sich an einer Reihe von positiven Eigenschaften erkennen.

Mittels Hochgeschwindigkeitslaserauftragschweißens können Schichtdicken auf 25 µm bis 300 µm je Einzelschicht reduziert werden. Bisher lagen die Schichtdicken bei Werten um 500 µm.

Die aufgetragenen Schichten zeichnen sich im Vergleich zum klassischen Laserauftrag-

schweißen durch eine geringe Oberflächenrauheit von  $R_z = 10 \mu\text{m}$  bis  $20 \mu\text{m}$  aus. Die Oberfläche ist nach dem Auftrag nahezu glatt und benötigt keine oder nur eine geringfügige Nachbearbeitung je nach Applikation, beispielsweise als Verschleißschutz auf Brems scheiben (Abb. 2).

Die Wärmeeintragszone bemisst lediglich 5 µm bis 10 µm. Das erlaubt es erstmals, auch temperaturempfindliche Materialien wie Aluminium oder Gusseisenlegierungen gegen Verschleiß durch schmelzmetallurgisch angebundene Schichten zu schützen.

Der Vorteil der Werkstoffkombination beim Laserauftragschweißen bleibt bei der High-Speed-Variante erhalten (Abb. 3). Im Gegensatz zum galvanischen Hartverchromen oder dem thermischen Spritzen erzeugt das Hochgeschwindigkeitslaserauftragschweißen durch das Verschmelzen eine stoffschlüssige Verbindung ohne Risse und Poren. Die Schicht kann nicht abplatzen und zeigt sich in diesem Hinblick auf lange Sicht und bei hohen Belastungen qualitätsstabil.



Abb. 2: Durch Hochgeschwindigkeitslaserauftragschweißen beschichtete Brems scheibe

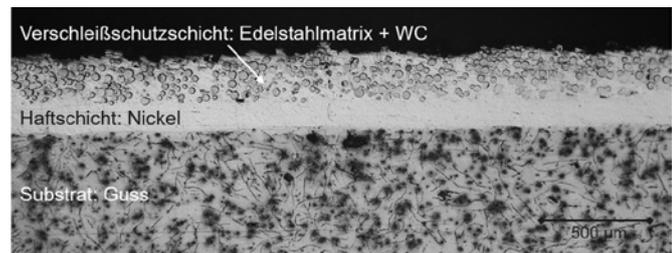


Abb. 3: Im Querschliff einer mittels Hochgeschwindigkeitslaserauftragschweißens hergestellten Beschichtung ist die stoffschlüssige Verbindung zu erkennen; auf Guss entsteht mit einer Haftschiicht aus Nickel ein hervorragender Verschleißschutz durch Wolframkarbid in einer Edelstahlmatrix, wie er beispielsweise bei Brems scheiben eingesetzt werden kann



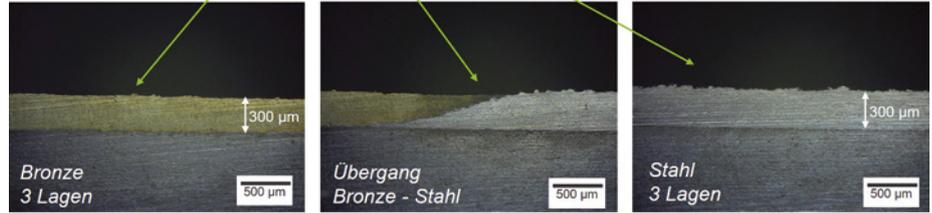
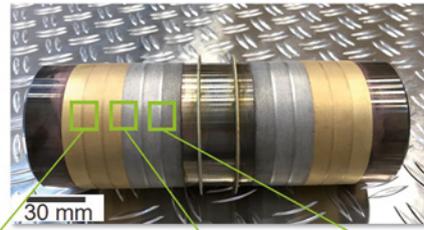
Abb. 1: Der Laserstrahl schmilzt das Pulver über der Verbindungszone (dem sogenannten Schmelzbad) auf, wodurch sich unter anderem besonders hohe Aufbauraten und Bearbeitungsgeschwindigkeiten erzielen lassen, wie auch der schematische Vergleich zwischen konventionellem Laserauftragschweißen (links) und Hochgeschwindigkeitslaserauftragschweißen erkennen lässt



**Abb. 4:** Durch Hochgeschwindigkeitslaserauftragschweißen beschichtete Welle, bestehend aus einem Stahlsubstrat und einer Schicht aus Inconel 718

Zudem werden beim Hochgeschwindigkeitslaserauftragschweißen keine Chemikalien eingesetzt und der Energieeinsatz ist verhältnismäßig klein.

Unter ökonomischen Gesichtspunkten ist die hohe Bearbeitungsgeschwindigkeit der interessanteste Parameter: Mit Vorschubgeschwindigkeiten von bis zu 500 m/min sind Flächenraten von bis zu 1000 cm<sup>2</sup>/min möglich, so dass sich das Hochgeschwindigkeitslaserauftragschweißen auch zur wirtschaftlichen Beschichtung von Großbauteilen eignet. Die Vorschubgeschwindigkeiten liegen beim konventionellen Laserauftragschweißen bei maximal 2 m/min. Die hohen Bearbeitungsgeschwindigkeiten lassen sich besonders leicht bei rotationssymmetrischen Bauteilen wie Hydraulikzylindern oder Arbeitswalzen aufgrund einer guten Werkstückführung erzielen.



**Abb. 5:** Bei dem Querschliff einer Beschichtung mittels Hochgeschwindigkeitslaserauftragschweißen sind die stoffschlüssige Verbindung und die Werkstoffkombination zu erkennen. Das Substrat ist Stahl, die Schicht besteht aus Stahl und Bronze

Auch ist der Pulverwirkungsgrad beim Hochgeschwindigkeitslaserauftragschweißen mit bis zu 90 % hoch.

Versuche zeigen, dass das Hochgeschwindigkeitslaserauftragschweißen derzeit technologisch, qualitativ und wirtschaftlich ein attraktives Verfahren zur Erzeugung eines effektiven Verschleiß- und Korrosionsschutzes ist. Insbesondere die hohe Bearbeitungsgeschwindigkeit unterstützt bei Einsatz von entsprechenden Anlagen die Anwendung bei hohen Stückzahlen beziehungsweise Losgrößen, vorzugsweise bei rotationssymmetrischen Teilen (Abb. 4).

Moderne Anlagen mit der neuen Düsenteknik von Trumpf bieten die Möglichkeit, in einem Arbeitsgang unterschiedliche Werkstoffe nebeneinander, also in Zonen mit unterschiedlicher Geometrie, oder in Lagen übereinander aufzutragen (Abb. 5). Dabei

wird bei allen Schichtkombinationen eine sehr gute Haftung auf dem Grundwerkstoff sowie ein guter Übergang zwischen parallel angeordneten Schichtzonen sowie horizontal aufgetragenen Schichtlagen erreicht.

## Hinweis

Die Trumpf Laser- und Systemtechnik stellt die neue Beschichtungstechnologie auf der Surface Technology Germany 2020 auf dem WOTech-Gemeinschaftsstand aus.

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

Halle 1, Stand H15  
16.–18. Juni 2020

Surface  
Technology  
GERMANY

## Customized Solutions

Oberflächenveredelung – Perfektion für Ihren Erfolg!

**B + T**  
Unternehmensgruppe

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

Gern auch für Sie.

B+T Unternehmensgruppe

## Das europäische Schwergewicht der Oberflächentechnik wirft seinen Schatten voraus

Interview mit Olaf Daebler von der Deutschen Messe AG zur bevorstehenden Fachmesse Surface Technology Germany 2020 vom 16. bis 18. Juni in Stuttgart



**Redaktion WOMag:** Die Surface Technology Germany zählt inzwischen zu den größten Fachmessen für Oberflächentechnik. Wie sehen Sie die Position der Messe in einem weltweiten Ranking?

**O. Daebler:** Das kann man weltweit schwierig pauschal beantworten, da sich die Messen zu diesem Themenbereich auch inhaltlich stark unterscheiden. Europaweit fällt die Antwort schon eindeutiger aus. Hier sehen wir uns klar an der Spitze. Erfreulich ist auch, dass wir mit der Umbenennung der Messe von der O&S zur Surface Technology Germany nochmals deutlich prominenter im Ausland wahrgenommen werden. Dadurch konnten wir den Auslandsanteil steigern. Das sehen wir in Veranstaltungsanalysen und Befragungen.

**Redaktion WOMag:** Wie unterstützt die Deutsche Messe AG, die weltweite Stellung der Surface Technology Germany zu halten und insbesondere zu verbessern?

**O. Daebler:** Internationalität ist ein sehr wichtiger Erfolgsfaktor. Die Deutsche Messe AG ist international aufgestellt und treibt die Internationalisierung des Geschäfts strategisch voran. Das ist seit vielen Jahren so. Wir haben ein weltweites Netzwerk von Tochtergesellschaften und Sales Partnern, die in den unterschiedlichen Regionen und Märkten unsere Messen bekanntmachen und Teilnehmer sowohl auf Aussteller- als auch auf Besucherseite gewinnen. Konkret auf den Bereich der Oberflächentechnik bezogen sind unsere internationalen Markenabnehmer von Bedeutung, etwa in den USA und in der Türkei. Mit Hilfe dieses Netzwerks bauen wir – neben den sonstigen Marketingaktivitäten – die Stellung der Surface Technology Germany weiter aus.

**Redaktion WOMag:** Bisher ist die Fachmesse am Messeplatz Stuttgart vor allem aufgrund der Namensgebung und Ausrichtung der Gründungsveranstaltung *Galvanica* stark auf die Galvanotechnik ausgerichtet. Inzwischen zeigt sich, unter anderem durch REACH, dass weitere Technologien zur Herstellung von hochwertigen Oberflächen

deutlich an Interesse gewinnen – Stichwort Substitution für Chrom. Wird das von der Deutsche Messe AG ähnlich gesehen?

**O. Daebler:** Wir sind gern Plattform und Branchentreffpunkt der Galvanotechnik. Wir sind aber definitiv auch mehr als das. Unser Untertitel sagt es schon: Wir sind die internationale Fachmesse für Oberflächentechnik – material- und technologieübergreifend sowie entlang der gesamten Prozesskette. In Stuttgart treffen unsere Aussteller nicht nur Zulieferer, sondern auch Endkunden, zum Beispiel Konstrukteure, die nach neuen Beschichtungstechnologien suchen. Thematische Schwerpunkte sind beispielsweise Strahltechnik, Thermisches Spritzen, industrielle Plasma- und Oberflächentechnik, Vorbehandlung, Nano- und Mikrotechnologie oder Umweltschutz und Versorgungstechnik.

**Redaktion WOMag:** Unterstützt die Deutsche Messe AG den Trend zur Verstärkung alternativer Verfahren der Oberflächenbehandlung und -beschichtung auf der Surface Technology Germany?

**O. Daebler:** Als Messeveranstalter machen wir nicht Politik, sondern offerieren einen Marktplatz, der den unmittelbaren Vergleich und damit den Wettbewerb möglich macht. Gleichzeitig sind wir als Messe immer Spiegelbild der Branchen und Märkte. Trends und Entwicklungen ändern sich und damit auch die Erscheinung der Surface Technology Germany. Unsere Leistung besteht darin, Angebot und Nachfrage zusammenzubringen. Wenn Angebot und Nachfrage für alternative Verfahren da sind, bilden wir das ab.

**Redaktion WOMag:** Gibt es seitens der Aussteller ein steigendes Interesse an alternativen Oberflächenanbietern zur Teilnahme an der Surface Technology Germany, also an Unternehmen außerhalb der klassischen Galvanotechnik?

**O. Daebler:** Ja, weil der Markt es verlangt. Die Anforderungen und Auflagen werden immer strenger. Nehmen wir wieder das Stichwort REACH, dann wird klar, dass die Unternehmen gezwungen sind, sich mit anderen Verfahren und alternativen Lösungen auseinanderzu-

setzen. Die Schwierigkeit besteht darin, dass diese alternativen Verfahren nicht unbedingt eins zu eins den Anforderungen der Praxis gerecht werden wie herkömmliche Verfahren. Das Thema ist ja sozusagen ein Evergreen, der besonders im Forum behandelt wird. Dieser Diskussion bieten wir also mit der Surface Technology Germany eine Plattform. Wenn Trends, Chancen und Risiken nicht auf unserer Messe thematisiert werden – wo dann? Das ist unser Anspruch, den wir und unsere Aussteller klar formulieren.

**Redaktion WOMag:** Wie entwickelt sich die Belegung der verfügbaren Standfläche?

**O. Daebler:** Insgesamt entwickelt sich die Größe der Surface Technology Germany positiv. Wenn wir zurückgehen und die zehn Jahre von 2008 bis 2018 anschauen, dann sehen wir eine klare Wachstumskurve. Für 2020 gehe ich davon aus, dass wir das sehr gute Ergebnis von vor zwei Jahren halten können. Für uns ist vor allem wichtig, dass wir unsere etablierte Position behaupten. Und das geschieht am Ende nicht ausschließlich über eine Wachstumsquote, sondern vor allem dadurch, dass wir die aktuellen Themen und Herausforderungen darstellen und unsere Aussteller auf genau die Besucher treffen, die sie brauchen. Das macht uns relevant.

**Redaktion WOMag:** Spüren Sie das Schwächeln der deutschen Industrie beziehungsweise die steigende Verunsicherung der überwiegend kleinen und mittleren Unternehmen unter den Anbietern von oberflächentechnischen Geräten, Anlagen und Dienstleistungen?

**O. Daebler:** Ja, jedoch nicht in dem Maße wie vielfach befürchtet wurde. Aktuell herrscht eine gewisse Unsicherheit, ganz besonders in der Automobilbranche und in Bereichen, die mit ihr zu tun haben. Und Unsicherheit wirkt sich negativ auf geplante Investitionen aus. Sei es für Messeauftritte auf Seiten der Aussteller oder Investitionen in Maschinen/Anlagen seitens der Besucher. Also ja, wir spüren das. Orientiert man sich jedoch an den tatsächlichen Zahlen und dem Klimaindex, sind wir von einer Regression weit entfernt.

**Redaktion WOMag:** Bei der letzten Surface Technology Germany war eine erkennbare Zunahme an internationalen Besuchern festzustellen. Welche Aktivitäten unternimmt die Deutsche Messe AG zur erneuten Steigerung der ausländischen Besucher?

**O. Daebler:** Da gibt es einiges, das wir machen. Grundsätzlich kooperieren wir mit Partnern und Verlagen, die auch im Ausland aktiv sind. Zudem passen wir unsere Media-Planung an und verschieben Budget ins Ausland. Wir nutzen zahlreiche Kanäle, um gerade im europäischen Ausland die Besucherquote noch weiter zu erhöhen. Dazu gehört beispielsweise die Werbung über Suchmaschinen, also Google oder auch Facebook. Wir machen Programmatic Advertising, also individualisierte Werbeflächen und Werbespots, die wir im Umfeld von Wettbewerbsmessen auf mobilen Endgeräten ausspielen. Und wir setzen auf Lookalike Audiences in Social Media, um neue Besuchergruppen zu erreichen. Darüber hinaus sind wir auch live vor Ort. Unsere internationalen Sales Partner sind mit Roll-ups oder Infoständen bei anderen Veranstaltungen im Ausland dabei. Und wir übersetzen unsere Inhalte in diverse Sprachen – von Englisch über Französisch und Italienisch bis hin zu Chinesisch.

**Redaktion WOMag:** Sicher ist es sinnvoll, die potenziellen Kunden aus wichtigen Industriebereichen wie Automobil, Maschinenbau oder Schrauben- und Beschlagindustrie für den Besuch auf der Surface Technology Germany zu motivieren. Wie steht die Deutsche Messe AG dazu?

**O. Daebler:** Definitiv. Deshalb haben wir dies auch in unserer Marketing- und Kommunikationsstrategie berücksichtigt. Wir positionieren uns also bewusst so, dass wir in diesen Bereichen wahrgenommen werden. Beispielsweise durch die Präsenz in entsprechenden Fachmagazinen oder durch Kooperation mit entsprechenden Verlagen.

**Redaktion WOMag:** Vermutlich wird der ZVO mit seinem Gemeinschaftsstand einer der Schwerpunkte der Surface Technology Germany sein. Wie hoch ist der prozentuale Anteil des Gemeinschaftsstands an der gesamten Ausstellungsfläche?

**O. Daebler:** In Bezug auf die Netto-Ausstellungsfläche, also ohne Gänge und so weiter, wird der ZVO zwischen einem Fünftel und einem Viertel der Messe belegt. Der Gemeinschaftsstand ist ein sehr wertvoller Bestandteil der Surface Technology Germany. Ende Januar waren es bereits 65 Aussteller, die mit dem ZVO nach Stuttgart kommen werden.

Schwerpunktt Themen werden dort unter anderem Chrom III, Industrie 4.0, Digitalisierung, Energieeffizienz und Materialeffizienz sein.

**Redaktion WOMag:** Gibt es einen Schwerpunkt der diesjährigen Messe, mit dem die Deutsche Messe AG den Erfolg der Messe nochmals steigern möchte?

**O. Daebler:** Einen Schwerpunkt geben wir nicht vor, weil wir davon überzeugt sind, dass die Basis des Erfolgs einer Surface Technology Germany darin liegt, dass wir ein sehr breites Angebotsspektrum abbilden. Die Industrie ist jedoch aktuell in einem großen Transformationsprozess, der sich mit Stichworten wie Digitalisierung, kürzere Produktzyklen oder Losgröße 1 kaum hinreichend beschreiben lässt. Hinzu kommen Umbrüche im Bereich Automobilindustrie und Mobilität sowie geänderte Anforderungen im Bereich Umweltschutz. All das sind Themen, die für 2020 auf der Agenda stehen und nicht nur auf den Ständen, sondern auch im Fachforum der Surface Technology Germany intensiv diskutiert werden.

**Redaktion WOMag:** Herr Daebler, vielen Dank für das Gespräch und viel Erfolg mit der diesjährigen Surface Technology Germany!

➤ [www.surface-technology-germany.de](http://www.surface-technology-germany.de)

## Wir danken für Ihr Vertrauen!

The advertisement features a central graphic celebrating 50 years of MUNK. The number '50' is prominently displayed in a stylized font, surrounded by leaves. The years '1970' and '2020' are placed on leaves at the top left and right respectively. Below the '50', the text 'MADE IN GERMANY' is written in a bold, sans-serif font. Underneath that, the company name 'Gleichstromgerätektechnik' is displayed in a grey box. The background is filled with various pieces of industrial power equipment, including large cabinets, smaller units, and a stack of yellow components. At the bottom, there is a call to action box and the MUNK logo with the slogan 'WE HAVE THE POWER!'.

**1970**  
solide  
innovativ  
langlebig  
nachhaltig

**2020**  
Fachkompetenz  
Fertigungskompetenz  
Servicekompetenz  
Beratungskompetenz

**50**

**MADE IN GERMANY**

**Gleichstromgerätektechnik**

Besuchen Sie uns in Stuttgart!  
**Surface Technology Germany**  
**16. – 18. Juni 2020**  
Halle 1, Stand D27/16

**MUNK**  
WE HAVE THE POWER!  
Gewerbepark 8 + 10 ■ 89069 Hamm / Germany

[www.munk.de](http://www.munk.de)  
[www.rectifier.com](http://www.rectifier.com)

## ≡ Kommunikation – essenzielles Element unter REACH

Eine Gemeinschaftsveranstaltung des VECCO e. V. und der IHK Düsseldorf informierte und erörterte den Weg hin zu einer sachbezogenen und realistischen Lösung der aktuellen Probleme im Zusammenhang mit der galvanischen Verchromung unter den Aspekten von REACH

REACH wird immer mehr zu einem zentralen Thema für kleine und mittelständische Betriebe sowie deren Kunden. Am Beispiel von Chromtrioxid, das galvanotechnische Betriebe einsetzen, wird ersichtlich, dass ohne Zulassung die Weiterverwendung des Stoffes über ein bestimmtes Datum hinaus nicht mehr möglich ist. Die Suche nach möglichen und marktfähigen Alternativen, aber auch die kontinuierliche Reduzierung des Risikos bei der Verwendung, stehen dabei für die gesamte Branche der Galvanotechnik im Vordergrund. Im Rahmen einer Veranstaltung der IHK Düsseldorf zusammen mit den Rheinlandkammern und dem VECCO e. V. am 5. Februar, wurden praktische Probleme der Betriebe erörtert, die im Bereich Arbeits- und Umweltschutz bei der Erfüllung der Anforderungen auftreten. Im Mittelpunkt standen hierbei praxisnahe Lösungsansätze zur Erfüllung der Informationen und Anforderungen der EU-weiten Zulassung über die Verwendung, Schutzmaßnahmen und Exposition, auf die sich Betriebe und Behörden stützen können und die aufzeigen, wie diese zu realisieren sind.

### Erfahrungen und Anforderungen für nachgeschaltete Anwender

Der VECCO e. V. mit derzeit 140 Mitgliedern, von Kleinunternehmen bis zu Konzernen, verfügt inzwischen über knapp sieben Jahre Erfahrung im Umgang mit REACH, insbesondere für die Autorisierung von Chrom(VI)-verbindungen zur Abscheidung von dekorativen Chromschichten und von Hartchrom. Zu diesem Zweck arbeitet VECCO intensiv mit der Eupoc GmbH und der Hapoc GmbH zusammen. Der Vorsitzende des VECCO e. V., Matthias Enseling, wies darauf hin, dass die Aufgaben des Vereins vielfältig sind: Sie reichen von der politischen Interessenvertretung über die fachliche Arbeit zur Erfüllung der REACH-Anforderungen und Netzwerkarbeit bis hin zur Betreuung der Arbeiten im Hinblick auf Substitution.

Bisher wurden vom EU-Parlament trotz umfangreicher Zuarbeit für die europäischen Behörden nur in geringem Umfang Entscheidungen zur Autorisierung getroffen. Dies ist unter anderem auf Entschließungsanträge gegen Zulassungsanträge zurückzuführen. Diese beruhen auf Urteilen des EuGH zu Bleichromaten, die Schweden gegen die EU-Kommission erwirkt hatte (T-837/16). Daraus folgend sind die Analysen der Alternativen stärker in der Vordergrund gerückt worden, was bedeutet, dass zunehmend Substitutionspläne von den Behörden eingefordert werden.

Um die erforderliche Datenlage zu erhalten, sind vor allem belastbare Zahlen zu Emissionen bei den betroffenen Unternehmen notwendig. Hier unterstützt der VECCO in Zusammenarbeit mit Partnern beispielsweise



**Mehr als 90 Fachleute haben sich über Neuerungen zu REACH informiert und zu diesem Thema diskutiert (Bild: IHK Düsseldorf)**

das Sammeln und Auswerten von Messdaten in allen beschriebenen Expositionsszenarien. Hierzu wird unter anderem eine Wissensdatenbank oder eine Zusammenstellung wichtiger Unterlagen (Musterschreiben, Videos, Anweisungen) bereitgestellt.

Die kontinuierlich wachsende Datensammlung aller Mitglieder des VECCO stellt eine aussichtsreiche Basis dar, um die Situation der Betriebe beschreiben zu können. Gemeinsam mit dem Partner hapoc wird hierzu eine interaktive Datenbank eingerichtet. Über diese Plattform stellen die Unternehmen ihre Daten ein, unter Beachtung aller Anforderungen hinsichtlich der Datensicherheit und Vertraulichkeit. Mit diesem Werkzeug werden weiterhin wesentliche Informationen zum sicheren Umgang zugänglich gemacht. Auch durch eine Autorisierung vorgegebene Fristen und Termine werden berücksichtigt.

Ein bereits vorliegendes wichtiges Ergebnis der Datenanalyse ist beispielsweise, dass sich die Werte für die Expositionen in den betrachteten Fertigungen kontinuierlich ver-

ringert haben. Dies zeigt bereits jetzt, dass die Gefährdung der Mitarbeiter entsprechend dem geforderten Minimierungsgebot kontinuierlich verringert werden. Ergänzend zur Zusammenstellung von Messdaten bietet die Plattform die Möglichkeit zum Einkauf von zur Fertigung notwendigen Chromsäure sowie in Zukunft ergänzende Produkte.

Dazu zählt vor allem Arbeitsschutz-ausrüstung oder Unterlagen für die Informationsvermittlung innerhalb der Lieferkette, also insbesondere für Kunden der Beschichtungsunternehmen. Auch dies unterstützt die Planungssicherheit für alle beteiligten Arbeitsstufen innerhalb der Lieferkette.

### Wer investiert, braucht Rechtssicherheit

Ein seit langer Zeit aktiver Betrieb ist in diesem Zusammenhang das Unternehmen Saueressig (Unternehmensbereich der Matthews International GmbH), die Druck- und Prägewalzen herstellt. Als große Herausforderung im Zusammenhang mit der weiteren Verwendung von Chromtrioxid sieht Dr. Gerald Jenke von Saueressig die Tatsache, dass es noch keine rechtliche Sicherheit gibt. Dr. Jenke leitet die Forschungs- und Entwicklungsabteilung des Unternehmens. Der Umgang mit den Anforderungen von REACH und die Suche nach Alternativen für Chromtrioxid spielt für ihn eine große Rolle und er sieht es als problematisch an, dass viele Unternehmen nicht wissen, ob sie eine Autorisierung für die Verwendung des Stoffs erhalten – und wenn ja, über welchen Zeitraum und was danach passiert. Wenn Unternehmen in neue Technologien investieren müssen, dann brauchen

sie nach Überzeugung von Dr. Jenke Rechtsicherheit und klare Rahmenbedingungen. Saueressig hat ihre Anlagentechnik entsprechend modernisiert, um Chromtrioxid weiter verwenden zu können. Als möglicher Ersatz für bestimmte Anwendungen werden Elektrolyte auf Basis von Chrom(III) sowie weitere Alternativen beobachtet und getestet.

## Branchenüblich oder Stand der Technik

Im Zusammenhang mit den Anforderungen an die Arbeitssicherheit und damit auch im Hinblick auf REACH bietet der sogenannte Stand der Technik einen Anhaltspunkt für den Aufbau von Produktionsanlagen. Dr. Romy Marx von der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), befasst sich mit der Fragestellung, welcher Zusammenhang mit der Zulassung von Chrom(VI) für die galvanische Verchromung mit technischen Beschreibungen besteht, wie er sich hinter den Begrifflichkeiten *branchenüblich* und *Stand der Technik* verbirgt. Nach Aussage von Dr. Romy Marx ist *Stand der Technik* nicht mit *branchenüblich* gleichzusetzen; zum einen ist der Stand der Technik nur für einige Beispiele konkret ermittelt (also nicht allumfassend) und zum anderen ist er dynamisch, durch die Einbeziehung der stetigen Entwicklungen, zu sehen. Schließlich wird der Stand der Technik durch nationale Gegebenheiten erkennbar beeinflusst und ist damit nicht unbedingt auf EU-Regelungen direkt anwendbar.

Im Falle des Hartverchromens beschreibt der Stand der Technik acht verschiedene Szenarien (gekennzeichnet durch die Buchstaben A bis H) zu Expositionen bei Verwenden von Chrom(VI). Diese liegen beim Einsatz von Randabsaugung als einzige technische Maßnahme bei  $24,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  Chrom(VI) und lassen sich durch den Einsatz von weiteren Technologien wie Absenkung des Elektrolytspiegels, Fließumhüllung der Kathode zur Vermeidung von Aerosol bis zur Verwendung von geschlossenen Anlagen auf Werte unter  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  senken. Dieses Beispiel verdeutlicht, dass durch REACH die Anpassung der Inhalte zum Stand der Technik erforderlich sind und diese nach Ansicht der Vortragenden durch gesetzliche Regelungen gefordert werden müssen.

## Perspektive der Vollzugsbehörden

Dr. Andrea Mayer-Figge, Ministerium für Arbeit, Gesundheit und Soziales NRW, lenkt den Blick vom Schwerpunkt der galvanischen

Verchromung auf die generelle Situation im Hinblick auf den Umgang mit Gefahrstoffen. Damit rückt die Betrachtungsweise von den technischen und wirtschaftlichen Konsequenzen der Verwendung von Gefahrstoffen unter deutlich erhöhtem bürokratischem Aufwand oder der technischen Herausforderungen einer Substitution auf die veränderte Gefährdung von Mensch und Natur. Seitens der Behörden macht es erst REACH möglich, einen umfassenden Blick auf die Verwendung aller Stoffe zu bekommen und die sich daraus ergebenden Risiken zu beurteilen. Nach Ansicht der Behörde ist der Gesamtnutzen für die Gesellschaft höher zu bewerten, als die entstehenden Einschränkungen in der Wirtschaft – ein Aspekt, der sicher nicht von allen Teilnehmern unserer Volkswirtschaft geteilt wird.

Die von der Vortragenden genannten Beispiele entstammten nahezu ausschließlich aus dem Gebiet der organischen Chemie, insbesondere aus dem Bereich der Lösemittel. Für diesen Bereich bietet nach Ansicht der Behörden REACH die längst benötigte Basis zur zuverlässigen Gefährdungsbeurteilung mit Hilfe der Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW) sowie der abgeleiteten Expositionshöhen (DNEL), unterhalb deren ein Stoff die menschliche Gesundheit nicht beeinträchtigt. So liegen jetzt erste Erfahrungen zum Nutzen der DNEL und der daraus abgeleiteten Weiterentwicklung des Arbeitsschutzes vor [1].

Besondere Berücksichtigung für die Gefährdungsbeurteilung kommt den Sicherheitsdatenblättern zu. Die VO (EU) 453/2010 bedeutet nach Ansicht der Behörde einen deutlichen Fortschritt hin zu einer verbesserten Transparenz und Nachvollziehbarkeit; allerdings zeigt die Praxis diesbezüglich noch deutlichen Verbesserungsbedarf. Der hierfür relevante Grundsatz für den Arbeitsschutz verlangt die Durchführung von vier Aufgaben:

- Substitution betrachten
- technische Maßnahmen erfassen
- organisatorische Maßnahmen beschreiben
- personenbezogene Maßnahmen beschreiben

Diese als STOP-Prinzip bezeichnete Vorgehensweise wird durch REACH gefördert. Im Rahmen eines Pilotprojekts zu Überprüfung der erweiterten Sicherheitsdatenblätter in Rheinland-Pfalz wurde 2015 noch ein deutlicher Nachholbedarf in der Industrie ermittelt, wobei besonders die Punkte *Erste-Hilfe-Maßnahmen* und *Exposition/persönliche Schutzausrüstung* mit einem Mängelanteil

von über 70 Prozent (aus 111 Sicherheitsdatenblättern) betroffen waren.

2017 wurde mit REACH-EN-FORCE-5 ein europaweites Überwachungsprojekt durchgeführt, dessen Ergebnisse in zwei Berichten verfügbar sind [2, 3]. Im Rahmen des Projekts wurden unter anderem 95 deutsche und 486 europäische Unternehmen beziehungsweise zwölf deutsche und 169 europäische Hersteller von Metall-/Elektroerzeugnissen überprüft. Die Prüfungen bezogen sich auf insgesamt 192 Stoffe (Deutschland) beziehungsweise 1435 Stoffe (Europa). In Deutschland wurden bei 13 Prozent der Sicherheitsdatenblätter nennenswerte Mängel festgestellt gegenüber 17 Prozent an Mängeln bei europäischen Unternehmen; damit schnitten die deutschen Unternehmen besser ab [3]. Allerdings erbrachte die Prüfung auch, dass bei den erweiterten Sicherheitsdatenblättern die Verwendungsbedingungen mit 19 Prozent in Deutschland deutlich häufiger fehlen (5 % in der EU) sowie die Risikomanagementmaßnahmen zum Schutz der Arbeitnehmer in deutschen Sicherheitsdatenblättern mit 20 Prozent (8 % in der EU) unzureichend sind. Damit zeigt sich, dass die aktive Kommunikation innerhalb der Lieferkette noch nicht ausreichend ist.

## Der ganzheitliche Blick auf Gefahrstoffe

Aus der schwierigen Situation im Hinblick auf den Umgang mit Chromtrioxid gelte es nach Ansicht von Dr. Martin Wieske, Leiter Arbeits- und Gesundheitsschutz sowie Chemikalienrecht bei der Wirtschaftsvereinigung Metalle, zu lernen. Dazu betrachtet er Praxislösungen für den Umgang mit krebserzeugenden Stoffen am Beispiel der Technischen Regel für Gefahrstoffe (TRGS) 561. Seiner Ansicht nach ist der Fall *Chromtrioxid* ein Pilotfall für die Diskussion um die Zulassung von Gefahrstoffen sowie den Umgang damit – die Erfahrungen, die jetzt gemacht werden, sollten nach seiner Meinung dazu führen, dass künftig andere, nachhaltige Wege gegangen werden. In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage, welche Substitutionen die richtige Wahl sind – ein ganzheitlicher Blick ist aus Sicht von Wieske angebracht. Der Fachmann empfiehlt die Lektüre der TRGS 561 [5], die nur wenigen im Publikum der Veranstaltung bekannt war.

## Was muss in Zukunft folgen?

In der Abschlussdiskussion besteht Einigkeit darüber, dass vor allem Rechtssicherheit geschaffen werden muss. Gleichzeitig erklären

# OBERFLÄCHEN

die Podiumsteilnehmer, es müsse gewährleistet sein, dass die Betriebe die Bedingungen umsetzen können – sowohl hinsichtlich der Risikomanagementmaßnahmen als auch hinsichtlich möglicher Substitutionen. Die Expertenrunde stimmt darin überein, dass es weiterhin wesentlich ist, Sicherheit in der Einstufung von Chemikalien zur Entwicklung von Substitutionen zu erhalten.

Neue wissenschaftliche Erkenntnisse zu Toxikologie etc. sind im Sinne von Umwelt- und Gesundheitsschutz immer – und nicht nur im Zusammenhang mit Zulassungsverfahren – zu berücksichtigen. Es muss transparent sein, welche Alternativen im Markt verfügbar sind und mit welchen Unsicherheiten deren Verwendung verbunden ist. Nur so kann den betroffenen Unternehmen die Möglichkeit gegeben werden, die Weiterverwendung von Chrom(VI) und die Zulassung mit den eigenen Investitionen zu bewerten. Auch muss

laut den Spezialisten der globale Aspekt beachtet werden, der zum einen durch die Möglichkeit einer Verlagerung von Wirtschaftskapazitäten und zum anderen durch die weltweiten Initiativen zur Verminderung der Verwendung von Gefahrstoffen gegeben ist. REACH wird verstärkt global diskutiert, allerdings in verschiedenen Ländern teilweise unterschiedlich eingeführt. Zudem muss REACH verstärkt im Kontext mit anderen Herausforderungen diskutiert werden – Umweltaspekte, Arbeitsschutz, Ressourcensicherheit und soziale Entwicklungen sind dabei nur einige Gesichtspunkte, die es zu berücksichtigen gilt.

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



## Hinweis

Auf der Seite der IHK sind neben einem kurzen Überblick über die Veranstaltung (<https://www.duesseldorf.ihk.de/industrie-innovation-umwelt/nachberichte/reach-und-zulassung-von-chrom-vi-4699090>) alle Vorträge der Referenten zum Thema *REACH-Zulassung Chrom VI-Auswirkungen auf die betriebliche Praxis* zum Download verfügbar.

## Literatur

- [1] R. Pipke; <https://www.baua.de/DE/Aufgaben/Geschaeftsfuehrung-von-Ausschuessen/AGS/pdf/AGS-Diskussion-2017-12.pdf>
- [2] <https://echa.europa.eu/de/about-us/who-we-are/enforcement-forum/forum-enforcement-projects>
- [3] [https://www.blac.de/documents/ref-5-abschlussbericht\\_1577971912.pdf](https://www.blac.de/documents/ref-5-abschlussbericht_1577971912.pdf)
- [4] T. Wolf, E. Lechtenberg-Auffarth; BPUVZ, 2013
- [5] [https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/TRGS/pdf/TRGS-561.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=5](https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/TRGS/pdf/TRGS-561.pdf?__blob=publicationFile&v=5)

## Zulieferer von Chrombauteilen bereit für Marktumstellung

### BIA Gruppe erweitert Chrom(III)kapazitäten

Der in den kommenden Jahren zu erwartende Wechsel von Chrom(VI)- auf Chrom(III)-prozesse infolge der REACH-Gesetzgebung stellt für die Galvanotechnikbranche eine große Herausforderung dar. Insbesondere die Zulieferer verchromter Automobilbauteile müssen den Spagat schaffen, ihre Anlagentechnik während laufender Serien umzurüsten und rechtzeitig Kapazitäten für Neuaufträge zu schaffen, für die bereits Chrom(III)oberflächen vereinbart sind.

Die Solinger BIA Gruppe hat im Februar 2020 die ersten Anlagenumrüstungen abgeschlossen. Am Standort Forst wurde die Galvanikanlage über den Jahreswechsel so umgebaut, dass dort nun sowohl Chrom(III)- als auch Chrom(VI)oberflächen produziert werden können. *Mit der Anpassung der Anlagen haben wir unsere Chrom(III)kapazitäten in der BIA Gruppe erheblich erweitert*, betont Waldemar Ungefug, Geschäftsführer bei BIA Forst. *Zudem können wir nun unseren Kunden erstmals auch die Lieferversorgung mit Chrom(III)bauteilen aus Deutschland zusage*n, formuliert Ungefug mit Hinblick auf die

strategisch wichtige Lieferversorgung für den heimischen Markt.

Während die BIA Gruppe an ihren Standorten in China und der Slowakei bereits seit Jahren die Möglichkeit bietet, mit dreiwertig Prozessen zu verchromen und auch die Anlage am 2020 neu eröffnenden Standort Mexiko entsprechend ausgelegt ist, erfolgte die Produktion an den deutschen Standorten bislang noch ausschließlich auf Basis von Chrom(VI)-verfahren.

Diese Tatsache war nach Aussage von Danny Kelm, Geschäftsführer Produktion der BIA Gruppe, dem Umstand geschuldet, dass die Umrüstung der Anlagen an den deutschen Standorten aufgrund der räumlichen Bedingungen vor Ort schwierig umzusetzen ist. Wo die BIA von Beginn an auf der grünen Wiese planen konnte, wurden in den vergangenen Jahren die Anlagen bereits für beide Verfahren aufgebaut. In Forst und Solingen hat das Unternehmen dafür etwas Vorlauf benötigt. So mussten neben Umbauplänen und Genehmigungsverfahren auch Verlagerungsstrategien ausgearbeitet werden, um zeit-



Dekoratives galvanisches Verchromen bei der BIA Gruppe (Bild: BIA Group)

weilig wegfallende Kapazitäten aufzufangen, bevor es mit dem Umbau losgehen konnte.

*Der Umbau in Forst war für uns der erste Schritt in unserem Investitionsplan für die kommenden Jahre*, erläutert Kelm. Damit wurden die Chrom(III)kapazitäten innerhalb der Unternehmensgruppe um rund 25 Prozent erhöht. Ab Herbst dieses Jahres wird dann auch mit der Umrüstung der Anlagen am Hauptsitz in Solingen begonnen, die bis 2022 abgeschlossen sein soll. Damit ist BIA bestens aufgestellt für das Umschwenken der Automobilindustrie auf Chrom(III)oberflächen, das definitiv und unabhängig vom weiteren Entscheidungsverhalten der EU in dieser Sache kommen wird, attestiert Kelm der BIA Gruppe eine gute Aufstellung für die Zukunft.

➔ [www.bia-group.com](http://www.bia-group.com)

## Innovent startet Innovatives Anwenderprojekt (INNAP)

### Sol-Gel-Beschichtungen für temperaturempfindliche Substrate

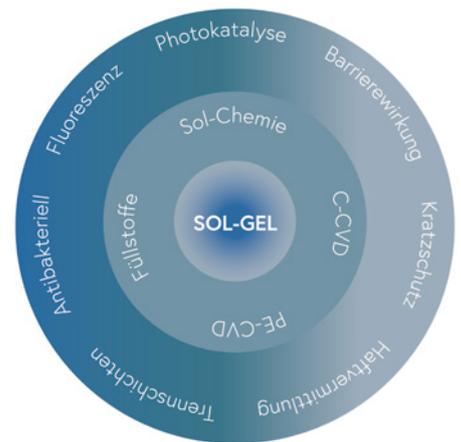
In INNovativen Anwender-Projekten (INNAP) bündelt die gemeinnützige Forschungseinrichtung Innovent e. V. Entwicklungsarbeiten zu neuartigen Themen und Technologien der Oberflächenmodifizierung und -funktionalisierung sowie Beschichtungstechnik für interessierte Unternehmen. Gemeinsam mit den teilnehmenden Firmen stimmt Innovent die jeweiligen Projektarbeitspläne ab und bezieht dabei firmenrelevante Fragestellungen mit ein. Innovent übernimmt die komplette Projektabwicklung, versuchstechnische Durchführung und Dokumentation. Teilnehmende Firmen erhalten hierdurch zügig, unkompliziert und exklusiv Zugang zu innovativen Technologien, wissenschaftlich-technischem Know-how und neuen methodischen Ansätzen.

Kunststoffe finden aufgrund ihrer Eigenschaften Anwendung in den verschiedensten Bereichen. Durch ihre oftmals geringe Temperaturbeständigkeit sind die Möglichkeiten einer funktionellen Beschichtung von Polymeren eingeschränkt. Für eine haftfeste und langzeitstabile Beschichtung von unpolaren Kunststoffen ist eine Vorbehandlung der Oberfläche notwendig. Im Mai 2020 startet das Innovative Anwenderprojekt (INNAP) zum Thema Sol-Gel-Beschichtungen für temperaturempfindliche Substrate – Oberflächenfunktionalisierung unter Atmosphärendruck-Bedingungen.

Das Projekt richtet sich an Unternehmen, die polymerbasierte Materialien (z. B. Kunststoffoberflächen, Folien und kunststoffmodifizierte Substrate) mittels Sol-Gel-Technik funktionalisieren möchten. Hierbei handelt es sich um eine innovative, nasschemische Beschichtungsmethode, mit der aufgrund der geringen thermischen Belastung insbesondere temperaturempfindlichen Substratmaterialien anwendungsspezifische Eigen-

schaften verliehen werden können. Für eine optimale Anbindung der funktionalisierten Sol-Gel-Beschichtungen können bei Bedarf spezielle Vorbehandlungsverfahren (z.B. C-CVD und PE-CVD) eingesetzt werden. Diese stehen ebenfalls hausintern bei Innovent zur Verfügung.

Ziel dieses Projekts ist das Schaffen einer breiten Datenbasis durch Untersuchungen zu Funktionalisierungsmöglichkeiten von polymerbasierten Materialien, wie Kunststoffe, Folien und kunststoffmodifizierte Substrate hinsichtlich der genannten Eigenschaften. In die Durchführung von Versuchsreihen zur Applikation verschiedener anorganischer und anorganisch-organischer Sol-Gel-Schichten werden gegebenenfalls notwendige Vorbehandlungsverfahren mit der vorhandenen Anlagentechnik einbezogen. Weiterhin erfolgt eine Prüfung der entsprechenden Funktionalisierungen sowie eine umfassende Analyse der entwickelten Beschichtungen. Somit können für die jeweils firmenspezifische Anwendung das Potenzial und die Eigen-



Möglichkeiten der Sol-Gel-Technik

(Bildquelle: Innovent e.V.)

nung der Sol-Gel-Technik beurteilt werden. Die Startveranstaltung zum Projekt findet am 6. Mai 2020 statt. Interessenten finden weitere Details zur Teilnahme, Anmeldung und Projektgestaltung unter:

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

## DIAPRODUCTS – PREMIUM PLATING CHEMICALS

**IPT International Plating Technologies** bietet ein komplettes Sortiment an Verfahrenstechnologie für moderne Schichtsysteme.

**Moderne Vorbehandlung für alle Substrate.** Biologisch abbaubare Reiniger für die umweltbewusste Oberflächenbehandlung mit optimalen Kosteneffekten in der Entsorgung.

**Innovative Kupfer-, Nickel-, Chrom- und Dispersionsverfahren** ergeben ein extrem breites Spektrum für die Herstellung funktionaler Schichten für

- > Reibwerterhöhung,
- > Reibwertreduzierung,
- > Verschleißschutz &
- > Korrosionsschutz.



**IPT** CHEMICAL INTELLIGENCE

**Wir sind für Sie da!!**  
**PaintExpo 2020**  
**Halle 3 – Stand 3218**  
**21.-24.04.2020**

**IPT INTERNATIONAL PLATING TECHNOLOGIES GMBH**  
 Tel. +49 (0)711 / 914 02 50-0  
 Fax. +49 (0)711 / 914 02 50-9  
 E-Mail [sales@ipt-gmbh.com](mailto:sales@ipt-gmbh.com)  
[www.ipt-gmbh.com](http://www.ipt-gmbh.com)

## Die industrielle Lackiertechnik an neue Anforderungen anpassen

Die internationale Fachmesse für industrielle Lackiertechnik PaintExpo präsentiert vom 21. bis 24. April in Karlsruhe Trends und Entwicklungen

Geht es um die wesentlichen Trends in der industriellen Lackiertechnik, stehen automatisierte und digitalisierte Prozesse sowie Lösungen für eine effiziente Produktindividualisierung ganz oben. Neue Entwicklungen in diesen Bereichen ermöglichen es, die steigenden Anforderungen an Qualität, Material- und Energieeffizienz sowie Flexibilität effektiv zu erfüllen und einem wachsenden Kostendruck zu begegnen.

Die Oberfläche eines Produkts ist häufig ein wesentliches Kriterium für dessen Erfolg und damit auch entscheidend für die Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen. Inhouse-lackierende Firmen stehen in diesem Bereich ebenso wie Lohnbeschichter vor veränderten und neuen Anforderungen. Ein substanzieller Trend dabei ist die Automatisierung und Digitalisierung der Lackierung. Dabei geht es einerseits darum, qualitativ stabilere Prozesse sicherzustellen, geringere Verbräuche zu realisieren sowie der anhaltenden Nachfrage nach stärker individualisierten Produkten und daraus resultieren kleineren Losgrößen bis zur Stückzahl 1 gerecht zu werden. Andererseits spielen eine höhere Nachhaltigkeit, Wirtschaftlichkeit sowie der weltweit zu beobachtende Fachkräftemangel eine Rolle.

### Automatisierung der Lackierprozesse

In der Automobilindustrie und verschiedenen anderen Industriebereichen ist die automatisierte Lackierung mit Robotern seit einiger Zeit Stand der Technik. In vielen kleineren und mittelständischen Unternehmen besteht jedoch inzwischen auch der Bedarf, die La-

ckierung durch den Einsatz von Robotern zu automatisieren und dadurch die Fehlerquote zu senken. Nicht selten sollen auch bisher eingesetzte Ein- und Zweiachshubgeräte ersetzt werden. Ziel dabei ist, die hohe Qualität und Reproduzierbarkeit der Roboterlackierung mit einer flexiblen und kostengünstigen Lösung zu verbinden.

Dieser Wunsch ist auch in der Pulverbeschichtung vermehrt vorhanden. Die Lackiertechnik- und Roboterhersteller beantworten diesen Bedarf mit speziell für die Beschichtungsindustrie konzipierten Mehrachsrobotern sowie sogenannten Roboter-Lackierzellen. Die erforderliche Applikationstechnik für den Auftrag von lösemittel- oder wasserbasierten Ein- und Mehrkomponentenlacken wird dabei an das jeweilige Kundenprojekt angepasst. Dabei ermöglichen neue Pistolensteuerungen eine sehr präzise Applikation. Auf sämtliche Lackierparameter kann einfach zugegriffen und diese hochgenau eingestellt werden. Daraus resultieren eine hohe Wiederholgenauigkeit sowie konstante Lackiererergebnisse. Ein weiteres Plus der neuen Pistolensteuerung ist die Möglichkeit des



**Kompakte Lackierzellen mit speziell für die Beschichtungstechnik abgestimmten Robotern ermöglichen den kostengünstigen Einstieg in die roboterbasierte Lackierung (Bildquelle: Reiter Oberflächentechnik)**



**Mit neuen Elektrostatik-Spritzpistolen lässt sich der Auftragwirkungsgrad in der manuellen und automatisierten Nassapplikation deutlich erhöhen (Bildquelle: Wagner Group)**



**Die automatisierte Lackierung mit Robotern zählt zu den wesentlichen Trends in der industriellen Lackiertechnik (Bildquelle: Gema / Metallbau Ferk)**

Datenaustauschs mit übergeordneten Steuerungssystemen.

Für die Programmierung der Bewegungsabläufe des Roboters sind zahlreiche Programme verfügbar, die ein manuelles Teachin ermöglichen. Eine effizientere Alternative zum klassischen Teachin stellt die Offline-Programmierung dar. Entsprechende Softwaretools ermöglichen die Programmerstellung von Bewegungsablauf und Sprühbahnen für jedes zu lackierende Bauteil am PC-Arbeitsplatz, teilweise kann vor dem Überspielen des Programms auch noch eine Simulation durchgeführt werden. Dies bedeutet aller-

dings nicht, dass auf den Lackierfachmann komplett verzichtet werden kann, um den Lackierprozess optimal zu gestalten.

Die Automatisierung beschränkt sich jedoch nicht alleine auf Bewegungsabläufe und Lackapplikation. Weitere Themen sind dabei die Farbaufbereitung, der Farbtransport, die Dosierung und der Farbwechsel. Auch hier stehen neue Entwicklungen für automatisierte Prozesse zur Verfügung, die zu einer Optimierung der Qualität und Ressourceneffizienz beitragen.

## Prozessüberwachung, Prozesskontrolle und Dokumentation

Die Einbindung von Systemen für die automatisierte Überwachung von Prozessparametern, wie beispielsweise Lackmenge, Temperatur, Prozessluft bis zur Sprühstrahlüberwachung sowie die Protokollierung und Auswertung dieser Daten sind weitere Aufgabenstellungen, die bei inhouse-lackierenden Unternehmen und Lohnbeschichtern zunehmend an Bedeutung gewinnen. Auch hier stehen neue Lösungen zur Verfügung, die eine Anbindung an MES-Systeme der Anlagenbetreiber ermöglichen.

Ebenso lassen sich Lösungen für die Qualitätskontrolle der beschichteten Oberfläche in den Prozess integrieren. Die kann beispielsweise mit der Tetrahertz-Technik erfolgen. Damit lassen sich Schichtdickenmessungen zerstörungsfrei und berührungslos auf nasen und gehärteten Lackschichten durchführen. Die Tetrahertz-Strahlung ist dabei in der Lage, Mehrschichtaufbauten zu betrachten und Werte für die einzelnen Schichtdicken

## PaintExpo – Messe für industrielle Lackiertechnik

Die PaintExpo deckt die gesamte Prozesskette der Lackiertechnik ab und bietet einen umfassenden Überblick über die neuesten Entwicklungen für das Pulverbeschichten, Nasslackieren und Coil Coating von der Vorbehandlung bis zur Qualitätskontrolle. Das Ausstellungsspektrum beinhaltet Anlagen für die Beschichtung in Nass-, Pulver-, UV-, Tauch- und Coil-Verfahren, Lacke für alle Verfahren, Applikationssysteme, Spritzpistolen und Zerstäuber, Automatisierungs- und Fördertechnik, Reinigung und Vorbehandlung, Trocknung und Aushärtung, Umwelttechnik, Drucklufttechnik, Luftversorgung und Abluftreinigung, Wasseraufbereitung, Recycling und Entsorgung, Zubehör, Maskierung, Mess- und Prüftechnik, Qualitätssicherung, Kennzeichnung, Entlackung, Lohnbeschichtung, Dienstleistungen sowie Fachliteratur. An der Weltleitmesse für industrielle Lackiertechnik nehmen praktisch alle führenden Anbieter teil. Das umfassende und repräsentative Angebot ermöglicht die gezielte und detaillierte Information sowie den direkten Vergleich unterschiedlicher Systeme und Verfahren an einem Ort. Die PaintExpo findet vom 21. bis 24. April 2020 auf dem Messegelände Karlsruhe, Deutschland, statt.

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

auszugeben. Die Deflektometrie macht Lackierfehler wie Krater, Kocher, Agglomerate und Schmutzeinschlüsse auf der beschichteten Oberfläche berührungslos sichtbar. Beide Messverfahren können inline eingesetzt werden. Dies eröffnet bei einer Abweichung die Möglichkeit, erforderliche Reparaturen umgehend vorzunehmen. Es laufen dazu verschiedene Projekte, für die Beseitigung der Fehler automatisierte Schleifprozesse mit Robotern einzusetzen. Der Manipulator weiß dabei aufgrund der erfassten und ausgewerteten Daten genau, an welchen Stellen geschliffen werden muss.

Noch ein wenig Zukunftsmusik ist, dass auf Basis der erfassten und ausgewerteten Pro-

zess- und Qualitätsdaten mit entsprechenden Algorithmen, ein sogenanntes Machine-Learning erfolgen kann, Prozesse also adaptiv angepasst werden.

## Intelligente Lackierzelle für Losgröße 1

Im Rahmen eines abgeschlossenen Forschungsprojekts wurde die selbstprogrammierende Roboter-Lackierzelle Selfpaint entwickelt. Sie erlaubt es, kleinste Chargen und Einzelteile vollautomatisch und kostengünstig zu lackieren. Auf Basis dreidimensionaler Modelle und Simulationen werden dabei nicht nur die zu lackierenden Bauteilbereiche für den Roboter berechnet, sondern

**ZWEI UNTERNEHMEN. EIN ZIEL. WELTWEIT.**  
Dienstleistungen rund um Oberflächentechnik  
und Produktion.



Institut für  
Oberflächentechnik  
GmbH



Planung und Beratung  
Oberflächentechnik  
GmbH



Besuchen Sie uns  
auf der PaintExpo  
**Halle 1, Stand 1428**  
21. - 24.4.2020 in Karlsruhe

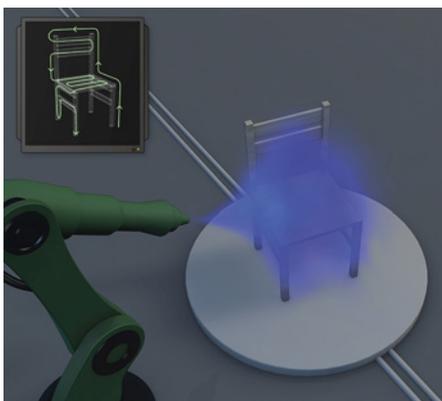
- › Labordienstleistungen
- › Korrosionsprüfungen
- › Gutachten bei Schadensfällen und Sachverständige
- › Güte- und Qualitätsprüfungen
- › Beschichtungsinspektionen
- › Bauaufsichtliche Prüfstelle
- › Industrie- und Auftragsforschung

- › Anlagen- und Fabrikplanung
- › Umwelt und Arbeitssicherheit
- › Managementsysteme QU/UM/EM
- › Gutachten
- › Brandschutz
- › CE Konformitätserklärungen
- › Genehmigungsverfahren

Alexander-von-Humboldt-Straße 19  
73529 Schwäbisch Gmünd

[www.ifo-gmbh.de](http://www.ifo-gmbh.de)  
[www.qubus.de](http://www.qubus.de)

# OBERFLÄCHEN



**Die selbstprogrammierende Roboter-Lackierzelle Selfpaint erlaubt, kleinste Chargen und Einzelteile vollautomatisch und kostengünstig zu lackieren (Bildquelle: Fraunhofer IPA)**

auch, worauf er zu achten hat und wie er lackieren soll. Nach dem Beschichtungsprozess erfolgt eine robotergeführte Qualitätsprüfung mit einem Tetrahertz-Messsystem,

bei der die Schichtdicke des aufgetragenen Lacks gemessen wird. Im Vergleich zur bisher bei diesen Anwendungen dominierenden Handlackierung ermöglicht die intelligente Roboter-Lackierzelle Einsparungen von 20 Prozent beim Lack und 15 Prozent beim Energieeinsatz sowie eine um fünf Prozent geringere Produktionszeit. Der modulare Aufbau ermöglicht einen Einsatz der entwickelten Software und Technologien über die selbstprogrammierende Lackierzelle hinaus und lässt sich auch in bestehende Lackieranlagen integrieren.

## Reduzierung von Overspray

Neben der Automatisierung ist die Verringerung von Overspray ein zweiter großer Trend in der industriellen Lackiertechnik. Eine effektive Möglichkeit dafür stellt der Einsatz elektrostatischer Applikationssysteme dar. Noch einen Schritt weiter geht es mit der overspray-freien Lackierung, für die inzwischen eine entsprechende Lösung zur Verfügung



**Eine neue Entwicklung erlaubt die overspray-freie Lackierung, mit der eine einfache Mehrfarblackierung ohne Maskierungsaufwand und Zwischentrocknung durchgeführt werden kann (Bildquelle: Dürr)**

steht und die bereits im Serieneinsatz genutzt wird. Neben einer vergleichsweise einfachen Mehrfarblackierung ohne Maskierungsaufwand und Zwischentrocknung ermöglicht diese Technik, Lackierkabinen einfacher und energieeffizienter zu gestalten.  
Doris Schulz

## Ein Klassiker geht auf Reisen

EnviroFALK Experten-Treff für die Oberflächentechnik erstmals in Erfurt

Seit vielen Jahren ist er eine geschätzte Einrichtung: der *EnviroFALK Experten-Treff für die Oberflächentechnik*. Die Teilnehmer dürfen nützliches Wissen zu VE-Wasseraufbereitung, Membrantechnik und Filtration (EDI) erwarten; darüber hinaus Antworten auf Fragen zu Rein- und Reinstwassererzeugung. Das eintägige Kompaktseminar wartet zudem mit Neuigkeiten rund um den Einsatz von aufbereitetem Prozesswasser speziell in der Oberflächentechnik auf.

*Selbstverständlich bleibt zwischendurch genügend Zeit für den Austausch und das gute Gespräch mit Kollegen aus der Branche, so Dr. Rolf Schreinert und Peter Wagner, Produktmanager für die Oberflächentechnik bei EnviroFALK. Der Experten-Treff findet am 25. März 2020 in Erfurt, im Dompalais, statt. Anmeldungen nimmt EnviroFALK entgegen. Die Teilnehmerzahl ist begrenzt.*

Seit der Gründung des Unternehmens im Jahr 1989 steht die Idee, Prozesswasseranlagen für Industrie, Gewerbe, Krankenhäuser, Labor- und Medizintechnik zu entwickeln. EnviroFALK kümmert sich um branchenspezifische Verfahren und Anlagen der Wasseraufbereitung und der Wasserbehandlung. Das Produktangebot umfasst Lösungskonzepte für die Glas-, Solar-, Optische, Metall-, und Grafische Industrie bis hin zu Medizintechnik, Gewerbliche Küche, Energieerzeugung sowie Werkzeug- und Formenbau. Zu den speziellen Wasseraufbereitungsverfahren



(Bild: EnviroFALK)

ren des Unternehmens gehören Filtrationsanlagen, Ionenaustausch mit Harz-Regenerationservice, Elektrodeionisation (EDI) und Membrantechnologien wie Umkehrosmose und Ultrafiltration. Die ressourcenschonende Kreislauftechnik, die das Wasser wieder in den Prozess zurückführt, zeigt den verantwortungsbewussten, ökologischen und ökonomischen Umgang mit Wasser.

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

## Studenten der TU Ilmenau besuchten die Galvanotechnik J. Holzapfel GmbH

Studenten und Mitarbeiter der Technischen Universität Ilmenau folgten gerne der Einladung der Galvanotechnik J. Holzapfel GmbH nach Georgenthal in Thüringen. Geschäftsführer Jens Holzapfel und André Hofmann, Technischer Leiter bei der Galvanotechnik J. Holzapfel GmbH, stellten den Teilnehmern zunächst die Entwicklung des mittelständischen Unternehmens vor.

Nach der Neugründung einer Lohngalvanik zur Oberflächenveredelung von Metallen durch Jens Holzapfel im August 1992 mit insgesamt 17 Mitarbeitern erfolgten in den weiteren Jahren kontinuierlich Modernisierungen der Galvanikanlagen und der Bausubstanz. So wurden in der Zeit von 2000 bis 2005 eine neue Zink- und Zink-Nickel-Trommelanlage gebaut und die Zink-Eisen-Beschichtung eingeführt. Ebenso wurden der Fuhrpark und der Sozialtrakt erweitert. 2007 schließlich erfolgte eine Erweiterung der Lager- und Produktionsfläche um insgesamt 2500 Quadratmeter und der Neubau des Hochleistungs-Zink-Gestell-Automaten mit chrom(VI)freien Passivierungen und Versiegelungen.

Gegenwärtig sind in mehreren Trommel- und Gestellanlagen Kupfer-, Nickel-, Chrom-, Zink/Nickel-, Zink/Eisen- und Zink- (mit Passivierung) Beschichtungen von Kleinteilen möglich. In einer speziellen Gestellanlage können unterschiedlich große Aluminiumteile mit einer Beizpassivierung versehen werden. Besonders zu erwähnen ist auch der Bau einer neuen, leistungsstärkeren Abwasseranlage. Durch die gute Wirtschaftslage sind derzeit 130 Mitarbeiter im Schichtbetrieb tätig. Mit einer erfolgreichen Bilanz über das mittelständische Unternehmen in Thüringen endete die Präsentation.

Im Anschluss führten Jens Holzapfel und André Hofmann die Teilnehmer durch die einzelnen Abteilungen. So konnten sie unter anderem die Arbeitsweise der Trommelanlage 9000 für die Zink/Nickel-Abscheidung und die Gestellanlage 8500 für die Zink- beziehungsweise Zink/Eisen-Beschichtung mit Passivierung beobachten. In den Anlagen werden Kleinteile, vorrangig für die Automobilindustrie, galvanisiert. In der Gestellanlage 7500 werden größere Teile (z. B. Türelemente für Premiumfahrzeuge) aus Aluminium einer Beizpassivierung unterworfen. Nach einem kurzen Blick in die Abteilung



Exkursion zur J. Holzapfel GmbH in Georgenthal

(Foto: Galvanotechnik J. Holzapfel GmbH)

Qualitätssicherung (teilweise 100-%-Kontrolle der Ware) und in das Betriebslabor wurde der Lagerbereich mit Warenein- und ausgang vorgestellt.

Neben der Beschichtungstechnik interessierten sich die Teilnehmer auch für die moderne Abwasseranlage. Mit diesem Anlagenkomplex lassen sich nahezu alle im Betrieb entstehenden Abwässer so aufarbeiten, dass die flüssigen Abwässer nach vorheriger Kontrolle in den Kanal der örtlichen Kläranlage ein-

geleitet werden können und die Schlämme einer externen Entsorgungsfirma zugeführt werden. Abschließend besuchten die Teilnehmer den Logistikbereich, in der die in der Firma beschichteten Waren verpackt und an Kunden in viele Länder der Welt verschickt werden. Für die interessante Führung durch die einzelnen Abteilungen bedankten sich die Teilnehmer der TU Ilmenau sehr herzlich bei Jens Holzapfel und André Hofmann.

Dr. Peter Kutzschbach

### 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**

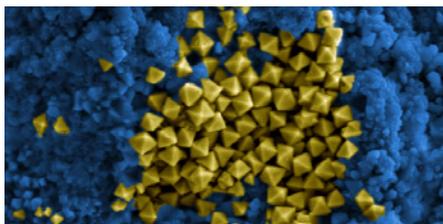
Laden bei **Google play**

www.sager-mack.com

## ≡ Nanomaterialien: ZVO plädiert für partikelgrößenbezogene Einstufung

Nanomaterialien sind Basis vieler Innovationen und werden dadurch technisch immer bedeutender. Nanomaterialien stellen aber nach jüngsten Annahmen auch eine potenzielle Gefahr für die menschliche Gesundheit dar, da sie aufgrund ihrer Größe spezielle Eigenschaften besitzen können, die der Stoff bei größeren Partikeldimensionen nicht besitzt. Die Europäische Kommission hat daher mit der Verordnung (EU) 2018/1881 die Registrierungspflichten ausdrücklich auch auf die Nanoformen von Stoffen ausgeweitet. Einige herangezogene Definitionen und Betrachtungen sind jedoch nach Auffassung des Zentralverbands Oberflächentechnik e. V. (ZVO) nicht haltbar.

In der Empfehlung der Europäischen Kommission zur Definition von Nanomaterialien 2011/696/EU wird ein Material dem Nanomaterial zugeschrieben, wenn es zu mindestens 50 Prozent eine Partikelgröße zwischen 1 und 100 Nanometern aufweist. Aus Sicht des ZVO ist diese Grenzziehung wissenschaftlich nicht belegt und daher nicht ausreichend begründet festgelegt. Sinnvoll ist allerdings, Partikelgröße und Partikelgrößenverteilung als Messgrößen zur Einstufung heranzuziehen.



**Die 1 bis 100 Nanometer n Nanopartikel unterliegen Regulierungen (Quelle: ZVO)**

Zweifelhaft erscheint es außerdem, auch Agglomerate und Aggregate zu dieser Definition hinzuzurechnen. Die Annahme, dass hier Nanomaterialien aus der Matrix herausgelöst werden können, ist ebenfalls wissenschaftlich nicht belegt und zumindest unwahrscheinlich. Untersuchungen der Lackindustrie haben bereits in verschiedenen Fällen [1, 2] gezeigt, dass selbst bei Schleifprozessen die Risiken, die von Nanolacken ausgehen, nicht höher sind, als bei herkömmlichen Lacken. In diesen Studien wurden keine Hinweise auf die Gefährdung der Gesundheit oder der Umwelt gefunden.

### Stoffbezogene Betrachtung führt zu übermäßigen Aufwänden

Mit Publikation der Verordnung (EU) 2018/1881 fand eine umfassende Änderung der Anhänge I, III, VI, VII, VIII, IX, X, XI und XII der REACH-Verordnung (EG) 1907/2006 statt. Ihre zusammenfassende Forderung, Nanomaterialien beziehungsweise Nanoformen

bei der Registrierung eines Stoffes ebenfalls zu prüfen, läuft dem Wirkzusammenhang zuwider. Ebenfalls sei zu bewerten, inwiefern ein Gruppenansatz zur Beurteilung sinnhaft ist. Die mangelnde Eignung eines Gruppenansatzes zur Regulierung hat der ZVO an anderer Stelle gezeigt [3]. Demnach müssen alle relevanten beziehungsweise möglichen Expositionswege von Nanomaterialien beim Inverkehrbringen berücksichtigt werden. Der Arbeitgeber ist verpflichtet, diese Abschätzung im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung in Betracht zu ziehen, zu bewerten und ein Maßnahmenkonzept zur Vermeidung von potenziellen Gefahren für den Arbeiter zu erstellen.

Diese stoffbezogene Betrachtung von Partikeleigenschaften wird zu inhaltlich unnötigen, unverhältnismäßigen Aufwänden führen. Da die hier zu betrachtenden potenziellen Gefahren stoffunabhängig sind, ist sogar zu erwarten, dass dieser Bereich der Registrierung bei vielen verschiedenen Stoffen analoge Ergebnisse zeigt. Daher wäre eine generelle partikelgrößenbezogene Verordnung (analog Anhang 1, Nr. 2 der deutschen Gefahrstoffverordnung) zweckmäßiger.

### Substitution von Nanomaterial in der Oberflächentechnik nahezu unmöglich

In der Oberflächentechnik werden Nanomaterialien eingesetzt, um über die Größe der Partikel die Eigenschaften der Oberfläche zu steuern. Demnach kommen in diesen Anwendungsgebieten als Alternativen keine Stoffe in Frage, die sich in der Größenverteilung von dem eigentlichen Originalmaterial deutlich unterscheiden.

Beispiele:

- Titandioxid als Füllstoff
- Carbon black/Ruß als Zusatz in schwarz eingefärbten Formulierungen
- Zinkoxid als Pigment
- Siliciumdioxid als Nachbehandlung wie Top Coats/Sealer

Bei möglichen alternativen Substanzen ist nicht davon auszugehen, dass diese aus der

Definition des Nanomaterials herausfallen, womit sie prozess- und eigenschaftstechnisch keine Alternativen für die Oberflächentechnik darstellen können.

Insgesamt bleibt festzuhalten, dass eine Substitution von Nanomaterialien immer dann unmöglich sein wird, wenn gerade die Partikelgrößen für das Eigenschaftsprofil von entscheidender Bedeutung sind.

Der ZVO befürwortet, partikelgrößenabhängige Eigenschaften getrennt von Stoffeigenschaften zu behandeln. Insbesondere muss in die CLP-Verordnung (Classification, Labelling and Packaging = Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen) eine entsprechende stoffunabhängige Kategorisierung eingearbeitet werden.

### Über den Zentralverband Oberflächentechnik e. V.

Der Zentralverband Oberflächentechnik e. V. (ZVO) nahm seine Arbeit am 1. Januar 2000 auf. Mit steigenden Anforderungen an die Branche wurde die Interessenvertretung weiter konzentriert und der ZVO zum Wirtschaftsverband mit reinen Firmenmitgliedschaften umstrukturiert. Aktuell haben sich 238 Unternehmen dem ZVO angeschlossen, der ein starkes Wachstum verzeichnet. Insgesamt repräsentiert der ZVO über seine körperschaftlichen Mitglieder BIV, DGO, FGK und FiT über 600 Mitgliedsunternehmen.

### Literatur

- [1] M. Vorbau, L. Hillemann, M. Stintz: Method for the characterization of the abrasion induced nanoparticles release into air from surface coatings; J Aerosol Sci; 40(3): 209-217, (2009)
- [2] D. Göhler, M. Stintz, M. Vorbau, L. Hillemann: Characterization of nanoparticle release from surface coatings by the simulation of a sanding process; Ann Occup Hyg, 54(6): 615-624, (2010)
- [3] ZVO-Positionspapier Substanzgruppenansätze, Stand: 30.6.2019, [www.zvo.org/publikationen/positionspapier](http://www.zvo.org/publikationen/positionspapier)

➔ [www.zvo.org](http://www.zvo.org)

## Zentralverband Oberflächentechnik e.V. (ZVO)

### ZVO spricht mit Staatssekretär im BMWi über Energiepolitik

Walter Zeschky, ZVO-Vorstandsvorsitzender, und Rainer Stark, Verbandsmitglied des ZVO und Geschäftsführer der Chrom-Müller Metallveredelung GmbH in Oberndorf am Neckar, waren am 5. Februar 2020 zu Gast bei Staatssekretär Andreas Feicht (CDU), zuständig für Energiepolitik im Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BWi). In dem knapp eineinhalbstündigen Gespräch ging es um die Herausforderungen der deutschen Energiepolitik. Neben den hohen Energiepreisen besprachen die Vertreter des ZVO mit Staatssekretär Feicht die derzeit unzureichenden Anreize für CO<sub>2</sub>-ärmere Technologien und das neu eingeführte Brennstoffemissionshandelsgesetz (BEHG). Ausdrücklich begrüßte der Verband den Plan der Bundesregierung, die EEG-Umlage zu senken.

Der ZVO bezog bei dem Thema Strompreise klar Stellung: So betonten die Verbandsvertreter nachdrücklich, dass die derzeitigen Strompreise einen großen Nachteil für den Industriestandort Deutschland darstellen. Die Folgen sind unter anderem hohe Produktionskosten, die durch die Branche nicht absorbiert werden können. Dies führt zu einem klaren Wettbewerbsnachteil gegenüber der internationalen und europäischen Konkurrenz. Hinzu kommt, dass Stromeffizienzmaßnahmen nur bedingt durchgeführt werden können, da die chemisch-physikalischen Prozesse zur Abscheidung von metallischen Stoffen als Oberfläche auf den verschiedenen Werkstücken ohne den Einsatz bestimmter Strommengen schlicht unmöglich ist. Deshalb begrüßt der ZVO, dass die Bundesregierung nun beschlossen hat, den Stromverbraucher durch die Absenkung der EEG-Umlage zu entlasten. Der ZVO stellte jedoch auch klar, dass eine solche Entlastung wirkungsvoll sein

muss, damit unverhältnismäßige Mehrkosten zum Beispiel in Folge steigender Netzentgelte und der neuen CO<sub>2</sub>-Bepreisung tatsächlich abgedeckt werden.

Beim Thema CO<sub>2</sub>-Preis erläuterte der ZVO, dass die Branche ihren Beitrag zur Reduzierung der Emissionen leisten möchte. Hierfür ist jedoch Unterstützung notwendig. Insbesondere müssen im Rahmen des Brennstoffemissionshandelsgesetzes (BEHG) stärkere Anreize für den Aufbau von CO<sub>2</sub>-ärmeren Produktionsverfahren seitens der Politik gesetzt werden. Mit Hinblick auf die Transformation technologischer Prozesse muss allerdings mit Augenmaß vorgegangen werden, da bei einigen Produktionsschritten der Umstieg auf einen anderen Energieträger aus technischen Gründen nicht immer möglich ist. Mit Blick auf die anstehende EEG-Novelle sowie die Umsetzung des BEHG wird der ZVO in den nächsten Wochen und Monaten weiterhin den Kontakt mit Entscheidungsträgern suchen. Hierfür bringt der Verband fundierte Argumente für eine effiziente und umsetzbare Energiepolitik vor.

➔ [www.zvo.org](http://www.zvo.org)

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

#### 5. Sitzung des DGO-Arbeitskreises Leichtmetalle bei HDO

Im November 2019 trafen sich die Mitglieder des DGO-Arbeitskreises Leichtmetalle bei der HDO Druckguß und Oberflächentechnik GmbH in Paderborn. Auf der Tagesordnung des inzwischen fünften Meetings stand unter anderem das Schwerpunktthema *Anodisation von siliziumhaltigen Aluminiumgusslegierungen*.

Rainer Venz, Coventya International GmbH, berichtete über aktuelle technische Entwicklungen, die eine defektfreie individuel-

le Farbgebung der anodisierten Oberflächen ermöglichen. Die ausführliche fachliche Diskussion im Anschluss belegte das anhaltend hohe Interesse der AK-Mitglieder an dieser Thematik. Weitere Themenschwerpunkte waren die Tagesordnungspunkte *Kontaktkorrosion* sowie ein Fachvortrag über die *Möglichkeiten zur Passivierung von Aluminiumlegierungen* von Dr. Stefan Dietz, SurTec International GmbH, etwa für nachfolgende Lackierprozesse.

Das Meeting wurde durch eine sehr informative Besichtigung der HDO-Produktionsstätte in Paderborn abgerundet. Das Unternehmen versteht sich als europäischer Marktführer im Bereich des dekorativen Metalldruckgusses (Zink, Magnesium, Aluminium) und beschäftigt europaweit circa 1300 Mitarbeiter an drei Standorten. *Unser Alleinstellungsmerkmal ist die gusstechnische Bauteilherstellung sowie deren galvanotechnische Endbearbeitung unter einem Dach*, erläutert Dr. Heinz Herberhold, Leiter des Innovationsmanagements bei HDO sowie auch Leiter des Arbeitskreises Leichtmetalle. Das Unternehmen beliefert Kunden unter anderem in den Bereichen Automotive, Sanitär und Haushaltsgeräte.

Mit der Gründung des Arbeitskreises Leichtmetalle im Februar 2018 rückte die DGO erstmals eine Gruppe von Substratwerkstoffen in den Fokus der Galvano- und Oberflächentechnik. Die DGO bietet ihren Mitgliedern damit eine Plattform, um gemeinsam an Lösungen zu verschiedenen Herausforderungen bei der Oberflächenbehandlung und dem technischen Einsatz von Leichtmetallen zu arbeiten.

Der Arbeitskreis ist für weitere Teilnehmer offen. Interessenten können sich bei Dr. Daniel Meyer in der DGO-Geschäftsstelle unter Tel. 021037/2556 35 melden oder per E-Mail unter: [d.meyer@dgo-online.de](mailto:d.meyer@dgo-online.de)

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

## INSERENTENVERZEICHNIS

B+T Unternehmensgruppe	29	ifo GmbH	37	Sager + Mack GmbH	1
Benseler	15	Walter Lemmen GmbH	21	Steinbeis-TZ Oberflächentechnik	17
eiffo eG	U4	Gebr. Liebisch GmbH & Co. KG	U2	Steinbeis-TZ Tribologie	9
Harter GmbH	13	Munk GmbH	31	Umicore	27
IPT GmbH	35	Pero AG	Titel	WOMag-App	39

### Zukunftssicherung ist ein wichtiges Ziel für Sie?

Dann ist eiffo Ihr Partner

bei Konzeption, Planung und begleitende Durchführung konkreter industrieller Entwicklungs- und Innovationsmaßnahmen!

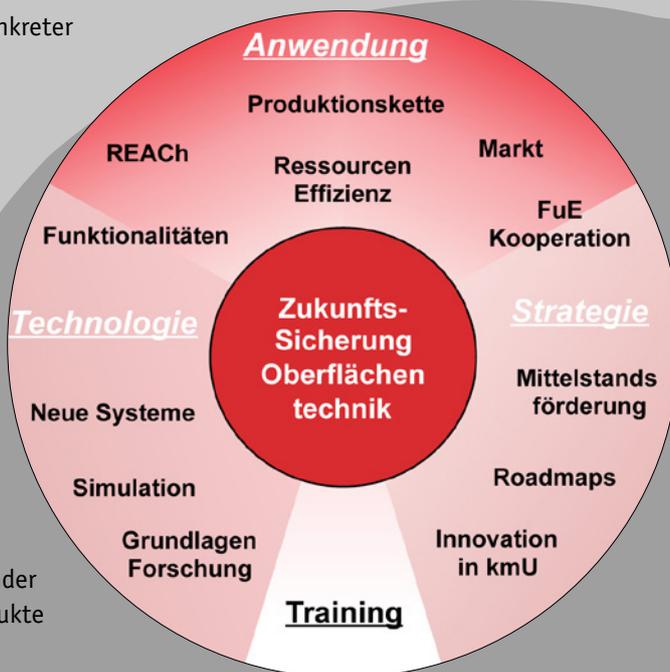
Bewährte Schwerpunkte bei eiffo sind:

- Prozesstechnik
- Beschichtungslösungen
- Energie- und Ressourceneffizienz
- Optimierung der Prozess- und Lieferketten
- technische Anpassung gemäß gesetzlichen Vorgaben und Verordnungen
- innovative Entwicklungen von Funktionalitäten und Produkteigenschaften entlang der Wertschöpfungskette

Gemeinsam erreichen wir

Lösungen für die Hauptanforderungen der heutigen Zeit:

- Wettbewerbsfähige Produktion durch Vergleiche bestehender Produktionsprozesse und alternativer Technologien, Produkte und Anwendungen sowie Recyclingdaten
- Bewusstsein über die Relevanz der Ressourceneffizienz
- Einschätzung der Chancen, die in der Optimierung der Produktionsprozesse liegen (z.B. substantielle Kosteneinsparungen)
- Spezifische Informationen über den Zugang zu Technologien und innovativen Lösungen
- Kooperationsmöglichkeiten, Erfahrungsaustausch und gemeinsame Technologieentwicklung für Gegenwart und Zukunft
- Kooperationen innerhalb von Lieferketten und über Branchengrenzen hinaus



### Unsere Besonderheit

eiffo kombiniert umfangreiches Expertenwissen aus Oberflächentechnologie mit Erfahrungen der Lieferketten zur Erhöhung der Wertschöpfung!

Alle wesentlichen Komponenten erfolgreicher Zusammenarbeit werden berücksichtigt:

- Kombination von Forschung mit Strategie und Markt
- Wirtschaftliche Umsetzung von Forschungsergebnissen
- Brückenschlag Wissenschaft – Anwendungspraxis
- Erkennen von Entwicklungstrends – Technologiescouting
- Technische Umsetzung (in Betrieben)

Halle 1, Stand H15  
16.–18. Juni 2020

