

# WOMag

BAND 2  
ISSN 2195-5905

Kompetenz in Werkstoff und funktioneller Oberfläche | 08/2013



Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emission durch  
moderne Gasturbinen mit neuen  
Werkstoffen und Oberflächen

Neue Batteriewerkstoffe  
in der Anwendung

Quantenpunkte – neue Werkstoffe  
für die Energiegewinnung

Oberflächentechnik  
in der Europäischen Forschung

Stückverzinkte Stahlbauteile  
im Rahmen der Energiewende

DIN EN 1090 – Neue Anforderungen an  
die Beschichtung von Stahltragwerken





# Schlötter

Galvanotechnik



So glänzend wie die Natur . . .

## Chrombad SLOTOCHROM DR 1140

Das auf Sulfatbasis aufgebaute dreiwertige Chrombad besticht durch konstante Abscheidebedingungen und durch seine optisch besonders hellen Schichten.

### Die Vorteile sind:

- ansprechender Farbton nahe am Chrom (VI)
- konstante Schichtdicken bis 0,3 µm möglich
- praxiserprobt, bereits 40.000 ltr. im Einsatz
- volle Analysierbarkeit der Zusätze
- keine PFOS-haltigen Zusätze
- hohe Wirtschaftlichkeit



DIN EN ISO 9001:2008  
DIN EN ISO 14001:2004

Dr.-Ing. Max Schlötter  
GmbH & Co. KG

Talgraben 30  
73312 Geislingen/Stg.  
Deutschland

T +49 (0) 7331 205-0  
F +49 (0) 7331 205-123

info@schloetter.de  
www.schloetter.de

## Nachhaltigkeit ist oberste Priorität



Vor Kurzem meldete sich der frühere Ministerpräsident von Baden-Württemberg und heutige EU-Kommissar Günther Oettinger wieder einmal zu Wort. Er bewertete das Fracking zur Gewinnung von Erdgas, wie es für den Bodenseeraum derzeit in der Diskussion steht, als erstrebenswert. Schließlich sind seiner Meinung nach die deutschen Ingenieure durchaus in der Lage, dieses umstrittene Verfahren sicher zu betreiben und die Technologie würde Deutschland helfen, sich von Gasimporten etwas unabhängiger zu machen. Die hierfür eingesetzten Chemikalien zum Aufbrechen und Freisetzen von Erdgas stellen ihm zufolge keine Gefahr für die Bevölkerung dar (Quelle: Südwestpresse).

Es mutet schon etwas seltsam an, dass Herr Oettinger mit seiner Aussage den Bemühungen der Europäischen Union der letzten Jahre zur Einsparung von Primärenergie und dem verstärkten Einsatz von regenerativen Energien so deutlich widerspricht. Allein schon die Tatsache, dass es sich bei Erdgas ebenso wie bei Erdöl um ein Produkt handelt, das nur in begrenztem Maße verfügbar ist, zeigt, dass damit nur eine kurzfristige Lösung des Energieproblems möglich ist. Zeitgemäß sind langfristige Lösungen, die keine Gefahren für die Umwelt darstellen. Dazu zählen in erster Linie Sonnen- oder Windenergie. Selbst Geothermie wird, zumindest bei den in Zentral-europa bestehenden geologischen Verhältnissen, zunehmend in Frage gestellt; ausgelöst durch die in der Region Freiburg verursachten Hebungen infolge des Aufquellens von Gips-schichten oder dem vor kurzem stattgefundenen Erdbeben in der Region St. Gallen in der Schweiz aufgrund von Bohrungen. Ideen und Entwicklungen sollten deshalb besser auf neue Speichertechnologien und effizientere Verfahren zur Energieverwendung ausgerichtet sein. Dazu können neue Werkstoffe und Oberflächentechnologien beitragen. In der vorliegenden Ausgabe der WOMag werden Ansätze hierzu vorgestellt.

Selbstverständlich spricht nichts dagegen, auf die Fähigkeiten deutscher Ingenieure zu setzen, um Günther Oettinger wenigstens hier in seinen Ansichten zu bestätigen. Schließlich tragen deutsche Fachleute in hohem Maße zur guten wirtschaftlichen Situation der deutschen Unternehmen bei. Selbst viele europäische Mitgliedsstaaten beneiden uns um diese Situation. Dazu wird im Teil *Beruf + Karriere* (Seite 44ff) ein Einblick in die Ausbildungsmöglichkeiten im Bereich Oberflächentechnik geboten – vielleicht lässt sich der eine oder andere Nachwuchstechniker, der sich noch für keine Berufsrichtung entscheiden konnte, davon überzeugen, dass der Bereich Werkstoffe und Oberflächen interessant und zukunftssträftig ist.

Herbert Käszmann  
Dipl.-Ing. (FH)  
WOTech GbR

Vorbehandeln  
Entgraten  
Waschen  
Entfetten  
Reinigen  
Analysieren  
Kontrollieren

Was benötigen  
**Sie?**

Sichern Sie sich online Ihr  
ermäßigtes Tages-Ticket  
Vorteilscode: **p2c13Wom**

Qualität braucht Perfektion.

**parts2clean**

Internationale Leitmesse für industrielle  
Teile- und Oberflächenreinigung

22. – 24. Oktober 2013  
Stuttgart · Germany



Deutsche Messe  
Hannover · Germany

parts2clean.de



Stückverzinkte Stahlbrücke 24



SEA auf Ausbildungstour 44



Galvanotechnikausbildung 45



40 Jahre IMO 30



DGO-Bezirksgruppe besucht den Flugtriebwerksbau bei MTU 40

## WERKSTOFFE

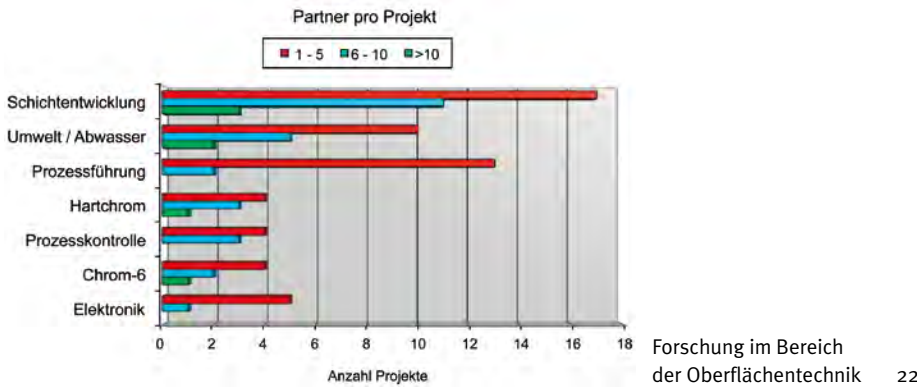
Modern applications of new battery materials	4
Neue Werkstoffe für nachhaltige Energiesysteme	6
Quantenpunkte – neue Werkstoffe für die Energiegewinnung	8
Neue Hoffnungsträger – Alkoholbrennstoffzellen und Magnesiumbatterien	10
Theorie trifft Experiment – Grundlegendes zu Brennstoffzellen und Batterien der Zukunft	11
Stromspeicher – Redox-Flow-Batterie	12
Produktverbesserung durch Schadensanalyse	12
Neuartige Stromsteuerung in einatomaren Kohlenstoffschichten	13
Neue Energiespeicher für die Stromversorgung	14

## WERKSTOFFE

Wasserstofferzeugung durch Elektrolyse – Kobalt ersetzt Platin	14
Teure Sonderformate bei Reinigungsbehältnissen minimieren, Chargengrößen optimal auslegen	15
Unordnung schafft Rostschutz	16
Produkt- und Prozessinnovationen in der Warmmassivumformung	17
Spanende Bearbeitung von CFK-Verbundwerkstoffen	18
Komplexe Bauteile mit Hilfe additiver Verfahren wirtschaftlich herstellen	19
Diamantene Drähte	20
16. Materialica – Lightweight Design for New Mobility	20
Entgraten und Reinigen – wichtige Themen in der Fertigung	21

## OBERFLÄCHEN

Oberflächentechnik in der Europäischen Forschung	22
Anwendung stückverzinkter Stahlbauteile im Rahmen der Energiewende	24
Getunte Schichten	25
DIN EN 1090 – Neue Anforderungen an Beschichtung von Stahltragwerken	26
Prozess- und Qualitätssicherung in der Bauteilreinigung	28
Innovative Teilereinigung – Reinigungsanlagen für vielfältige Fertigungsteile	29
IMO in Bewegung	30
Winterthurer Oberflächentag	32
Entwicklungsunterstützung durch öffentliche Förderung	34
Galvano-Zubehör einkaufen	35
„Fortschritt-Macher“ ausgezeichnet	36
Innovative Oberflächentechnik bei Windenergieanlagen	37
Produktionsprozesse – Anforderungen und aktuelle Entwicklungen	38



FIT-Seminar Bauteilreinigung 28



Redox-Flow-Batterie 12



Ausbildung an der HTW Aalen 46

## VERBÄNDE

Deutsche Gesellschaft für Galvano- und Oberflächentechnik e. V. (DGO)  
DGO-BG München 40

## RUBRIKEN

**Unternehmensticker News**

Hot and Cold: Technologie-Tage für die Oberflächentechnik 40  
Konstantin Hauns neuer Prokurist bei Softec 41  
Wacker zeichnet Forscher für neuen Wafer-Prozess aus Aluminium beizen mittels Klebeband 41  
Metoba neues Mitglied im MetallNetzwerk NRW 41  
**Neue Normen** 42  
**Patente** 43

## BERUF + KARRIERE

Tour für die Ausbildung 44  
Ausbildung Oberflächenbeschichter in Nürnberg 45  
Bestens vorbereitet fürs Berufsleben Studiengang Oberflächentechnik/ Neue Materialien in Aalen 46  
**Serie – Kleine Werkstoffkunde – Werkstoffe als Basis für Bauteile – Werkstoffeigenschaften** 48  
**Inserentenverzeichnis** 48

### Zum Titelbild:

Neue Werkstoffe für nachhaltige Energiesysteme, beispielsweise für Turbinen in Kraftwerken; Beitrag auf Seite 6

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

### Erscheinungsweise

12 x jährlich, jeweils zum 10. des Monats

### Herausgeber und Verlag

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

### Verlagsleitung

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

### Redaktion/Anzeigen/Vertrieb/Abo

siehe Verlagsleitung

### Bezugspreise

Jahresabonnement 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. 02 vom 1. Januar 2013

### 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, BLZ 60050101, Konto 2344238

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

### Druck

SCHMID Druck + Medien GmbH & Co. KG

© WOTech GbR, 2013

# Modern applications of new battery materials

## Overview: New directions for battery materials

By C. A. Vlais, S. D. Ivanov, A. Bund, Department of Electrochemistry and Electroplating, Ilmenau University of Technology, Ilmenau/Germany

Whether in terms of electric vehicles or portable digital devices, further advances are largely dependent on the development of batteries with improved performance. This includes increased charge capacity, higher rates of charging and longer lifetime but also increased user safety. As well as the conventional electrolytes, ionic liquids are also of interest and with them, novel anode and cathode materials. In respect of the former, tin oxide and titanium oxide appear to offer plentiful availability, environmental acceptability and a range of good electrochemical properties. Suitable cathode materials are metal oxides with lithium and one or two additional metals which, in most cases, can be modified to improve conductivity. Also of interest are compounds with spinel and olivine structures, both of which offer good electrochemical properties.

### Neue Batteriewerkstoffe in der Anwendung – Ein Überblick

Vor allem die weiter voranschreitenden Entwicklungen im Bereich der Elektromobilität und der mobilen Datengeräte erfordern Batterien mit besseren Leistungen. Dies bedeutet höhere Ladekapazitäten, schnelle Ladezyklen oder längere Lebensdauer, aber auch höhere Sicherheit im Gebrauch. Neben den derzeitigen Elektrolyttypen kommen hierfür auch ionische Flüssigkeiten zum Einsatz und damit auch neue Verbindungen für Anode und Kathode. Als Anodenwerkstoff eignen sich vor allem Zinnoxid und Titanoxid, die eine gute Verfügbarkeit, gute Umweltverträglichkeit sowie vielversprechende elektrochemische Eigenschaften aufweisen. Als Kathode eignen sich Metalloxide mit Lithium und einem oder zwei weiteren Metallen, die in der Regel modifiziert werden, um deren Leitfähigkeit zu verbessern. Des Weiteren kommen Verbindungen des Typs Spinell und Olivin in Betracht, die beispielsweise auch ein gutes elektrochemisches Fenster besitzen.

Development of new electrode materials for lithium ion batteries (LIBs) with improved performance constitutes worldwide the focus of intense research. The new generation LIBs must be high power, high energy systems with a very long cycle life, excellent safety features, low cost and environmentally benign. All these are critical demands for LIBs and constitute an important challenge for modern electrochemistry [1]. Future lithium ion batteries are expected to play a major role in the hybrid electric vehicles (HEVs) and full electric vehicles (EVs) as well as in the stationary storage of renewable energy. These domains are of major importance, considering the implications of diminishing natural resources and the necessity to reduce carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) emissions [2].

The conventional LIBs are rather light, have low self-discharge, no memory effect, a voltage of about 3.6 V and specific energy in the range of 100 Wh/kg to 150 Wh/kg. Generally, a lithium metal oxide/phosphate (140 mAh/g to 170 mAh/g specific capacity) is the main cathode component, while the anode is made of graphite (370 mAh/g specific capacity), both soaked in the electrolyte (a lithium salt dissolved in organic carbonates) and separated by a polypropylene membrane. The existing commercial

LIBs power mobile devices such as laptops and cell phones having an energy density of 2 to 3 times larger than other rechargeable batteries [3]. In spite of this, commercial LIBs reach their limit regarding the energy density (per volume) and specific energy (per mass) [4]. For the future application of LIBs in EVs and clean energy storage the new electrode materials need an increase of at least one order of magnitude in their charge/discharge rate and energy density [3].

The battery safety constitutes a serious issue [2]. While heat dissipation is not a problem for low-rate applications, in the case of high rate batteries failure to accommodate/dissipate heat rapidly can lead to thermal runaway [5]. In order to prevent such catastrophic events, there are two possible strategies: first is to use current limiting devices and the second is to improve the electrolyte solution either by employing additives or by adjustment of electrolyte composition. Such safety additives are redox shuttles, shut down or flame retardant additives [6]. The principle behind the redox shuttle mechanism consists in reversible oxidation of redox species when the positive electrode reaches certain potential followed by diffusion to the other electrode where the redox species get reduced. However, in

the case of high rate charging and discharging, the diffusion to the negative electrode is not fast enough [7]. In contrast to redox shuttles shut down additives can release gases that activate a current interrupter device or can undergo polymerization blocking in this way the transport of lithium ions in the electrolyte. For an improved composition of the electrolyte solutions, LiPF<sub>6</sub> could be replaced with less toxic lithium salts that are safer for the environment [2].

A special chapter regarding improved safety of LIB is the development of alternative electrolytes more reliable and stable than the present organic carbonates [8]. Particularly promising are solutions of lithium salts in ionic liquids. Ionic liquids (ILs) are room temperature molten salts formed by the combination of large organic cations and anions. ILs are characterized by many useful features such as: non flammability and very low vapour pressure, thermal stability up to 300 °C to 400 °C and wide electrochemical windows. On the down side, ILs are highly viscous, have low conductivity and considerable cost.

In the search for improved LIBs with higher power/energy densities the scientists look for new materials with improved performances as well as for improvements of the already tested materials.



Since the first battery commercialized by Sony in 1990, which was equipped with a  $\text{LiCoO}_2$  cathode and a graphite anode, a large number of electrode materials have been proposed. The new cathodes studied so far can be divided into three different types: materials with layered structure, olivine group and spinel compounds [9]. Anode materials that could replace the commonly used carbon anode are alloys, intermetallic compounds, metal oxides and metal sulfides/nitrides.

Besides finding new electrode materials much effort is devoted to finding new and innovative improvements to the already established elements. All of these possible future generation materials have their own advantages and disadvantages. Consequently, finding original ways to enhance the positive features and diminish the negative ones is a promising approach which already delivered remarkable results. For example, there are numerous reports and comprehensive reviews [4, 10, 11] dealing with nanostructured anodes for LIBs and the significant enhancement of their performance obtained as a result.

## 1 Anode materials

Graphite, the anode of choice for today's LIBs, can intercalate just one lithium atom per graphene unit ( $\text{LiC}_6$ ) [12]. There are other materials such as silicon that can accommodate more than four lithium atoms during the alloying processes and consequently  $\text{Li}_{4.4}\text{Si}$  has a theoretical capacity of 4200 mAh/g which is more than 10 times higher compared to that of graphite. As was already pointed out efforts are made all over the world for replacing the currently used anodes with higher capacity materials. Some of these alternatives are presented below.

### 1.1 Metal alloys

Lithium undergoes alloying processes with a number of elements mainly in groups IV and V, such as silicon, tin, germanium, lead, phosphorous, arsenic, antimony, and bismuth, and also some other metal elements, such as aluminium, gold, indium, gallium, zinc, cadmium, silver, and magnesium [11]. For example, pure tin has a theoretical capacity of 994 mAh/g, which is three times higher than that of the graphite anode.



Continue reading as subscriber at:  
[www.womag-online.de](http://www.womag-online.de)

# BATTERY+ STORAGE



## Internationale Fachmesse für Batterie- und Energie- speicher-Technologien

Sie sind Forscher, Entwickler, Hersteller oder Anwender von Lösungen im Bereich der Batterie- und Energiespeicher-Technologien? Dann ist die BATTERY+STORAGE die richtige Plattform für Sie.

Die BATTERY+STORAGE ist die erste umfassende Fachmesse und Konferenz für die mobile und stationäre Energiespeicherfertigung. Sie bildet die gesamte Wertschöpfungskette ab und führt Entwickler, Hersteller und Anwender neuer und alternativer Speicherlösungen zusammen.

Informieren Sie sich über marktreife Produkte und Anwendungen, innovative Fertigungsverfahren und neue, erfolversprechende Ansätze aus Forschung und Entwicklung. Tauchen Sie ein in die Welt der Batterie- und Energiespeicher-Technologien.

Zeitgleich: WORLD OF ENERGY SOLUTIONS  
Konferenz mit mehr als 140 Vorträgen!



e-mobil <sup>BW</sup>  
TECHNOLOGIETAG

[www.world-of-energy-solutions.de](http://www.world-of-energy-solutions.de)

30.09. - 02.10.2013

Messe Stuttgart

[www.battery-storage.de](http://www.battery-storage.de)



## Neue Werkstoffe für nachhaltige Energiesysteme

Von Dr. Marcus Seitz, Dr. Robert Bartl und Nicola Socha,  
Cluster Neue Werkstoffe/Cluster Energietechnik, Bayern Innovativ

Innovative Werkstofftechnologien beherrschen unseren Alltag. Mehr als 70 Prozent des Bruttoinlandsproduktes westlicher Industrieländer stehen in direktem oder indirektem Zusammenhang mit der Entwicklung neuer Werkstoffe. Die Mehrzahl der Produkt- und Verfahrensinnovationen basiert auf verbesserten oder neu entwickelten Materialien. Die Herausforderungen der Zukunft sind im Wesentlichen von Werkstoffthemen wie Ressourcenverfügbarkeit und nachhaltige Energiewirtschaft geprägt. Die Aufgaben reichen von der Konzeption geschlossener Werkstoffkreisläufe, über Fragen der Energie- und CO<sub>2</sub>-Effizienz bei Fertigungsprozessen, bis hin zur Suche nach neuen Werkstoffen für die Energieerzeugung und -speicherung.

### New Materials for Sustainable Energy Systems

Innovative materials are very much part of everyday life. Over 70% of the economic activity of Western industrialised nations is directly or indirectly linked to the development of new materials. The majority of product- and process-innovations are associated with improved or newly developed materials. Future requirements will be largely linked to materials-related issues such as availability of resources and sustainable energy economies. The range of future demands will stretch from the concept of closed loop materials recycling, through questions of energy production and CO<sub>2</sub> efficiency in manufacturing processes, to the search for new materials for energy production and storage.

Neue Materialien haben in Bezug auf Energiebilanzen mehrfachen Impact. Allem voran durch die Möglichkeiten, Prozesse energieeffizient zu gestalten. Ein aktuelles Beispiel sind prozesshärtende Stähle. Die endgültige Festigkeit, die eine hohe Crash-Sicherheit zum Beispiel im Automobil bietet, wird erst in der Fertigung erzeugt und somit kann der Werkstoff mit niedrigerem Energieaufwand geformt werden. Weiteres Nachhaltigkeitspotential bieten Werkstofftechnologien in ihrer Anwendung beispielsweise bei Fahrzeugen oder Maschinen, um durch Gewichtsreduzierung, Verschleißminimierung oder Verminderung von Reibungswiderständen eine effiziente Nutzung der Energie zu erreichen. Als Beispiel hierfür kann der Einsatz von Aluminium oder faserverstärkten Kunststoffen im Fahrzeugbau genannt werden, der bei Betrachtung des gesamten Lebenszyklus, von der Werkstoffherzeugung über die Nutzung bis zur Wiederverwertung, jeweils optimale Energieverwertungspotentiale bietet.

### Ganzheitliche Konzepte zur nachhaltigen Nutzung von Energie

Zu den Aspekten der nachhaltigen Nutzung von Energie zählt auch die Gestaltung von Verarbeitungsprozessen an sich. Ein ganzheitliches Konzept muss hier sowohl die Wärmebilanz als auch die Werkstoffausnutzung in Betracht ziehen. Den Handlungsbedarf im Bereich ressourcenoptimierter Prozesse unterstreichen zahlreiche Projektvorhaben, unter anderem auf der Plattform

der deutschen Materialeffizienzagentur oder mit Unterstützung des BMWi-Innovationsgutscheins *go-effizient*. Near-Netshape-Produktion ist ein Stichwort, das in diesem Zusammenhang meist fällt. Der *Laminated Object Manufacturing*-Prozess (LOM) – den die EADS in Ottobrunn zur industriellen Serienreife entwickelt hat – ist ein aktuelles Beispiel für die effiziente Nutzung von hochwertigen und teuren Materialien. Statt wie bisher Titanverbindungselemente für den

Flugzeugbau aus dem Vollen zu Fräsen und bis zu 90 Prozent des Materials abzutragen, wird beim LOM-Prozess das Produkt unter fast 100-prozentiger Nutzung des Werkstoffes schichtweise erzeugt.

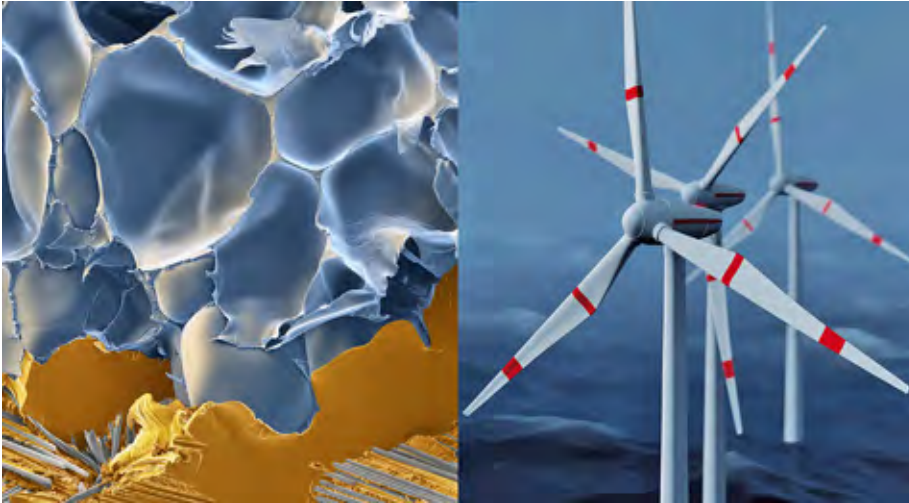
### Größte Herausforderung: zukunftsweisende Energiespeicherung

Eine der größten Herausforderungen der zukünftigen Energieversorgung stellt das



Deutliche Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen durch leistungsstarke Gasturbine beim Kraftwerk Irsching  
Quelle: Siemens





Der neue BASF-Schaumstoff auf Basis von Polyethylenterephthalat wird für die Herstellung von Windrotorblättern verwendet  
Quelle: BASF

Thema Energiespeicherung dar. Auch hier sind innovative Ansätze in den Werkstofftechnologien zukunftsweisend. Die Speicherdichte und die Effizienz der Energierückgewinnung hängen maßgeblich von den Materialeigenschaften der Speichersysteme ab. Neue Werkstoffe, wie beispielsweise keramische Separatoren für Hochtemperaturbrennstoffzellen oder mikrometerdünne Glasfolien als Separatoren für die Batterietechnologie, zielen auf hohe Speichereffizienz bei möglichst minimierten Bauräumen, nicht nur für die mobile Energiebereitstellung.

In der Energieerzeugung spielen Werkstoffe auf allen Ebenen eine wichtige Rolle. Hochtemperaturwerkstoffe, wie zum Beispiel Nickelbasislegierungen oder keramische Isolationsschichten, ermöglichen den wirtschaftlicheren Betrieb von Gas- und Dampfturbinen. Hochsteife und leichte Materialien, wie Glasfaser- oder Kohlefasercomposite verbessern die Nutzung der Windkraft, sowohl unter Offshore-Bedingungen als auch in Gebieten mit niedrigeren Windgeschwindigkeiten. Polymerelektronische Werkstoffe und neue Halbleitermaterialien werden für die photovoltaische Nutzung der Sonnenenergie eingesetzt. Glaswerkstoffe und metallische Schichtverbunde bilden die Basis für die solarthermische Energieerzeugung. Auch für die energietechnische Verwertung von Biomasse spielen Werkstoffentwicklungen, wie beispielsweise hochkorrosions-

beständige und verschleißfeste thermisch gespritzte Schichten eine wichtige Rolle.

In Bezug auf neue Energiesysteme und die Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Quellen entwickeln sich zahlreiche Herausforderungen in den Werkstofftechnologien. Viele Werkstoffklassen, wie beispielsweise faserverstärkte Kunststoffe, mehrphasige Metalle oder technische Textilien zeigen bereits jetzt großes Potential beim Einsatz für die Gewinnung oder den Erhalt von Energie. Großer Bedarf besteht bei neuen Materialien für die Energiespeicherung und an vielen Stellen fehlen bis jetzt Konzepte für geschlossene Werkstoffkreisläufe.

### **Cluster Neue Werkstoffe identifiziert Handlungsbedarf bei Entwicklung neuer Werkstofflösungen**

Die Entwicklung neuer Materialien und darauf aufbauender Technologien und Anwendungsfelder ist neben der ökonomischen Nachhaltigkeit eng mit den Anforderungen aus Umwelt- und Naturschutz verbunden. Neue Materialien helfen bei der Umsetzung der Klimaschutzziele oder einer zukunftsweisenden Energieversorgung und ermöglichen nachhaltige Mobilität. Dabei sind die Anforderungen an die Materialforschung sehr viel komplexer geworden. Es geht nicht mehr nur um die Optimierung der Produktfunktion, auch die ganzheitliche Betrachtung des Werkstoffes hinsichtlich der globalen Verfügbarkeit der Ausgangsmate-

rialien, der Nutzung nachwachsender Rohstoffe sowie der Recyclingstrategien zur Schließung von Werkstoffkreisläufen und die Schonung der Umwelt stehen im Vordergrund. Die Entwicklung neuer Werkstofflösungen und deren Umsetzung in innovative Produkte ist hierbei immer eng gekoppelt an die Entwicklung entsprechender Fertigungs- und Verarbeitungstechnologien.

Der Cluster Neue Werkstoffe, hervorgegangen aus der Bayerischen Cluster Offensive, hat Megatrends wie Nachhaltigkeit, Individualisierung, Ressourcen, demografischer Wandel und Internationalisierung als Leitbegriffe für die zukünftige Cluster-Arbeit identifiziert und entsprechende technologie- und branchenspezifische Aktivitäten gestartet. Steigender Wettbewerbsdruck, kürzere Produktlebenszyklen und der damit verbundene Innovationsdruck machen es notwendig, Qualität und Geschwindigkeit von Innovationsprozessen zu optimieren. *Innovation durch Kooperation* lautet hierbei eine der Erfolgsstrategien, die sich der Cluster Neue Werkstoffe auf seine Fahnen geschrieben hat. Der Cluster bietet gerade für eine frühzeitige Vernetzung ein umfassendes Leistungsportfolio an Veranstaltungen, individuellen Projektdienstleistungen und Marketingaktivitäten zur Stärkung der bayerischen Werkstoffkompetenzen.

Im Bereich energierelevanter Fragestellungen arbeitet der Cluster Neue Werkstoffe eng mit dem Cluster Energietechnik zusammen. Dieser intensiviert die Zusammenarbeit von Wirtschaft und Wissenschaft, um die Innovationskraft von Unternehmen weiter zu erhöhen und somit neue Wertschöpfung in Bayern zu generieren. Die Aktivitäten konzentrieren sich auf die Themenfelder erneuerbare Energien, Energieeffizienz in der Strom- und Wärmeerzeugung und im Verbrauch sowie auf Energiespeichersysteme und Übertragungs- und Verteilnetze in der Stromversorgung. Verantwortlich für das Management des Clusters Energietechnik ist – ebenso für den Cluster Neue Werkstoffe – die Bayern Innovativ GmbH.

#### **Informationen zu Cluster-Aktivitäten:**

- [www.bayern-innovativ.de/neue-werkstoffe](http://www.bayern-innovativ.de/neue-werkstoffe)
- [www.bayern-innovativ.de/cluster-energietechnik](http://www.bayern-innovativ.de/cluster-energietechnik)

# Quantenpunkte – neue Werkstoffe für die Energiegewinnung

## – Eine Einführung

Von Marc Brunel

Heute können Werkstoffwissenschaftler die Zusammensetzung von Partikeln mit einem Durchmesser von weniger als 100 Nanometern genau kontrollieren und auch ihre Größe exakt einstellen. Dadurch lassen sich optische, elektronische und physikalische Eigenschaften maßschneidern und an viele verschiedene Anwendungen anpassen. Insbesondere eröffnen solche als Quantenpunkte bezeichneten Nanopartikel völlig neue Möglichkeiten bei der Umwandlung von Sonnenstrahlung in elektrischen Strom.

Quantum dots are a new class of materials, small particles with a diameter below 100 nm whose size and composition can be well controlled. By changing the size one can adjust optical, electronic and physical properties in a wide range and adapt them to certain requirements. Quantum dots open up, amongst others, new possibilities for designing energy harvesting systems that could surpass today's best systems' efficiencies one day.

Nanopartikel mit einem Durchmesser unter 100 nm aus Werkstoffen wie Kadmiumsele-nid (CdSe), Kadmiumtellurid (CdTe), Zink-sulfid (ZnS) oder Bleisulfid (PbS) haben überraschende physikalische Eigenschaften, denn Quanteneffekte wirken anders, wenn sich die geometrischen Abmessungen eines Körpers atomarer Größe nähern. Sie leuchten je nach Werkstoff und Größe in genau definierten Farben und können in Solarzellen die Nutzung eines weitaus größeren Teils des Sonnenspektrums ermöglichen als dies mit anderen Technologien möglich ist. Anwendung finden Quantenpunkte (QPs) in Farbdisplays, als Photo-detektoren in der Optoelektronik oder zur Markierung von Geweben durch definierte Farben. Insbesondere die biochemische Anwendung, bei der Quantenpunkte mit anderen Molekülen gekoppelt werden und so beispielsweise als Marker für Krebszellen oder bestimmte Gewebe dienen, ist sehr interessant und wird heute bereits praktisch angewandt.

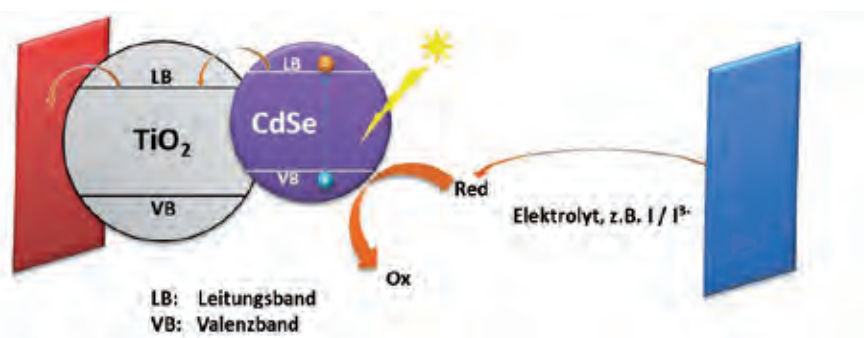
### Grundprinzipien der Wechselwirkung von Quantenpunkten mit Photonen

Viele Quantenpunkte sind wesentlich kleiner als 100 nm. Ihr Durchmesser beträgt eher 1 nm bis 10 nm. Die oben beispielhaft genannten Materialien sind Halbleiter, sie haben also eine Bandlücke in ihrer elektronischen Struktur und damit Energieniveaus, die nicht von Elektronen besetzt werden können. Nimmt ein solcher Halbleiter von außen Energie auf, beispielsweise in Form eines Photons, so wird dadurch ein Elektron angeregt. Ist der Energiebetrag groß genug, dann kann das Elektron die Band-

lücke überspringen und gelangt in das so genannte Leitungsband, in dem es sich frei im Kristall bewegen kann. Gelangen genügend Elektronen in das Leitungsband, so wird das Material zum Leiter. Wird ein Elektron in das Leitungsband gehoben, so hinterlässt es einen positiv geladenen Bereich, der sich ebenfalls durch den Kristall bewegen kann, sich ähnlich wie ein Teilchen verhält und als Loch bezeichnet wird. Für jedes angeregte Elektron entsteht genau ein Loch, diese Elektron-Loch-Paare werden Exzitonen genannt.

Der räumliche Abstand der beiden Ladungen lässt sich auf der Basis elektrostatischer Wechselwirkungen berechnen, so wie es Nils Bohr mit dem Abstand von Proton und Elektron im Wasserstoffatom getan hat. Daher heißt der geringste Abstand der Ladungen auch Bohr-Radius. Trifft ein Elektron im Leitungsband auf ein Loch, dann kann es zur Rekombination kommen und die Energiedifferenz zwischen Leitungsband und Grundzustand (Valenzband) wird als Photon abgegeben. Quantenpunkte sind in der Regel kleiner als der Bohr-Radius der Exzitonen, die in ihnen entstehen

können. Aus diesem Grund können jeweils nur Exzitonen mit genau definierter Energie in den Quantenpunkten existieren, die bei ihrer Rekombination dann Strahlung einer genau definierten Wellenlänge aussenden. Je nach Material und Abmessungen der Quantenpunkte ändert sich diese Wellenlänge. Durch die Beeinflussung des Partikeldurchmessers lassen sich also bei geeigneten Werkstoffen verschiedene Farben herstellen. Das ist einer der Gründe, warum Quantenpunkte das Interesse von Forschern und Entwicklern auf sich ziehen. Mit ihnen kann durch einfache Kontrolle eines geometrischen Parameters ein interessanter elektronischer Parameter genau eingestellt werden. Der Bereich der Lichtwellenlängen, für die Quantenpunkte empfindlich sind, erstreckt sich vom infraroten über den sichtbaren Bereich bis zur UV-Strahlung. Daher können maßgeschneiderte Mischungen von Quantenpunkten einen sehr großen Bereich der solaren Strahlung nutzen. Alle heute technisch bei Solarzellen angewendeten Halbleiter können dagegen nur in einem jeweils begrenzten Bereich des Spektrums Photonen aufnehmen.



## Nutzung hochenergetischer Photonen

Ein weiterer Effekt macht Quantenpunkte noch interessanter für Anwendungen in Solarzellen. Trifft ein sehr energiereiches Photon auf ein Halbleitermaterial, dann wird ein Elektron angeregt und in das Leitungsband gehoben, hat dann aber noch sehr viel Energie. Diese Energie lässt sich physikalisch als Temperatur interpretieren. Daher werden solche Elektronen auch als *heiß* (hot carrier) bezeichnet. Der Halbleiterwerkstoff kann dabei Raumtemperatur haben, denn es sind immer nur relativ wenige Elektronen in diesem *heißen* Zustand.

In normalen Halbleitern kommt es zu Wechselwirkungen zwischen den energiereichen Elektronen und den Löchern, wodurch die überschüssige Energie in Wärme umgewandelt wird. Dieser Prozess stoppt erst, wenn das Elektron nur noch so viel Energie hat, dass es gerade im Leitungsband bleiben kann. In Quantenpunkten kann es nun bei Wechselwirkung eines sehr energiereichen Elektron-Loch-Paares mit dem Kristallgitter zur spontanen Aufspaltung in zwei energieärmere Elektron-Loch-Paare kommen, ein Effekt, der als Aufprallionisation (impact ionization) bezeichnet wird. Auf diese Weise können energiereiche Photonen in mehrere Elektronen und zugehörige Löcher umgewandelt und ihre ganze Energie in Form von Ladungsträgern genutzt werden. Die Aufprallionisation spielt vor allem dann eine Rolle, wenn im Quantenpunkt Werkstoffe enthalten sind, welche freie Löcher einfangen und sozusagen energetisch binden, so dass sie nicht mehr so einfach mit Elektronen wechselwirken können. Über diesen Mechanismus können mit Hilfe von Quantenpunkten grundsätzlich deutlich größere Teile des Sonnenspektrums genutzt und in Energie umgewandelt werden.

## Materialsysteme für Solarzellen

Für den Einsatz in Solarzellen müssen Quantenpunkte mit weiteren Halbleitermaterialien kombiniert werden, denn in den Partikeln werden die Ladungsträger zwar erzeugt, danach müssen sie aber separat und mit hoher Effizienz zu den zwei verschiedenen Elektroden geleitet werden. Dies wird meist durch eine Trägerstruktur aus Halbleitern wie Titandioxid oder Zinkoxid erreicht, allerdings lässt sich auch Graphen einsetzen, das mit Quantenpunkten gleichmäßig besetzt ist.

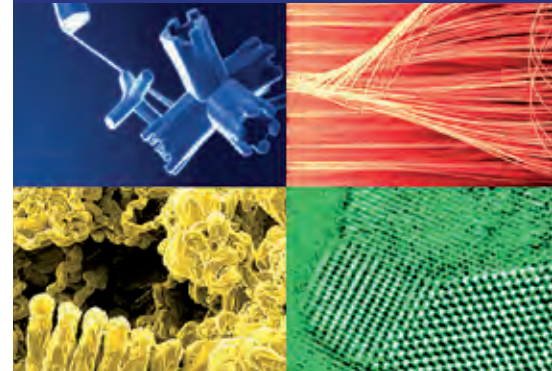
Durch die Halbleiterstruktur wird der Kontakt zu einer Elektrode gebildet, als leitende

Verbindung zur anderen Elektrode wird meist ein Elektrolyt eingesetzt. Er leitet Elektronen zum Valenzband der Quantenpunkte, wo sie mit Löchern rekombinieren und somit wieder für die Anregung durch Photonen zur Verfügung stehen. Als Elektrolyt hat sich das Jod-Jodid-Redoxpaar ( $I/I^{\ominus}$ ) bewährt, alternativ verwenden verschiedene Arbeitsgruppen Polysulfid ( $Na_2S$ ), welches aber den Nachteil starker Korrosivität hat. Vor allem Quantenpunkte aus Kadmiumsulfid werden stark angegriffen und degradieren sehr schnell. Beide Elektrolyte sind nicht langzeitstabil, unter anderem daran scheitert bisher auch der Aufbau praktisch nutzbarer Solarzellen mit Quantenpunkten. An neuen Konzepten für Elektrolyte wird heute intensiv geforscht.

## Herstellung von Quantenpunkten

Es gibt eine Vielzahl von Materialien, die für Quantenpunkte eingesetzt werden: CdS, CdSe, CdTe, CuInS<sub>2</sub>, Cu<sub>2</sub>S, PbS, PbSe, InP, InAs, Ag<sub>2</sub>S, Bi<sub>2</sub>S<sub>3</sub>, Sb<sub>3</sub>S<sub>2</sub> und noch verschiedene andere. Grundsätzlich können die Partikel direkt auf der Trägerstruktur synthetisiert oder separat hergestellt und dann aufgebracht werden. Die direkte Herstellung hat den Vorteil einer sehr guten Anknüpfung des Quantenpunktmaterials an den Träger und damit einer effizienten Elektronenableitung. Nachteilig ist die relativ große Variation der Durchmesser der Quantenpunkte, welche zu unterschiedlichen Absorptionseigenschaften führt. Alternativ können die Quantenpunkte separat in einer Lösung hergestellt und dann durch Adsorption oder chemische Bindung an der Trägerstruktur befestigt werden.

Die direkte Synthese auf dem Träger erfolgt in einer Flüssigphasenreaktion, bei der die Ausgangsverbindungen in einer Lösung vorliegen, in welche die Trägerstruktur getaucht wird. Durch die Reaktion von metallhaltigen Precursoren beispielsweise mit Harnstoff, der über die Zeit Sulfid ( $S^{2-}$ ) freisetzt, lassen sich Metallsulfide herstellen. Grundsätzlich können mit dieser Methode aber auch Selenide erzeugt werden. In einem anderen Verfahren werden die anionischen und die kationischen Ausgangsverbindungen jeweils in sehr dünnen Schichten durch Tauchen aufgebracht und dazwischen wird gespült. Die geringen Mengen an Precursormolekülen, welche dabei zusammen



25–27/09/2013



## Kiel, Germany

### Topics

Applications of intelligent materials  
 Biofunctional materials  
 Bio-inspired materials  
 Multiferroics  
 Multifunctional composites  
 Smart materials  
 Switching molecules and surfaces

**DGM**

Deutsche Gesellschaft  
für Materialkunde eV



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

## Neue Hoffnungsträger – Alkoholbrennstoffzellen und Magnesiumbatterien

Zwei neuartige chemische Energiespeichertechnologien für Elektrofahrzeuge stehen im Mittelpunkt der Forschungen an der TU-Berlin – Fachgebiet Technische Elektrochemie. Unter Leitung von Prof. Dr. Peter Strasser arbeiten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler an Alkoholbrennstoffzellen, um die Reichweite der Batterien zu erweitern, und an der Magnesiumionenbatterie. Nach Peter Strasser könnten beide Speichertechnologien den heute üblichen chemischen Speichertechnologien in wichtigen Punkten überlegen sein.

Zusammen mit Kollegen der TU München, der Tsinghua Universität in Peking und der Tongji Universität in Schanghai wollen sie neuartige Katalysatormaterialien entwickeln, die die Leistungsdichte der Alkoholbrennstoffzelle um ein Vielfaches erhöhen und damit die Größe des Alkoholtanks minimieren.

Wasserstoffgespeiste Brennstoffzellen werden bereits heute in Elektrofahrzeugen als Energiespeicher und -wandler eingesetzt. Brennstoffzellen sind elektrochemische Energiesysteme, die chemisch gespeicherte Energie eines chemischen Brennstoffs, zum Beispiel Wasserstoff, direkt in elektrischen Strom umwandeln und mithilfe eines Elektromotors das Elektrofahrzeug antreiben. Die heute übliche Speicherung des sehr energiereichen Wasserstoffgases in Hochdrucktanks, die auch unter den Fahrersitzen angebracht sein können, sowie das Befüllen dieser Tanks erfordern sehr strenge Sicherheitsvorkehrungen und stoßen in der Öffentlichkeit oft noch auf Ablehnung. Flüssiger Alkohol hingegen könnte wie Benzin gespeichert und getankt werden. In Verbindung mit einer Alkoholbrennstoffzelle kann aus einer wässrigen Alkoholmischung direkt Strom für das Fahrzeug gewonnen werden. Dies hat den großen Vorteil, dass der Alkohol direkt aus Bioverfahrensanlagen als wässrige Mischung verwendet werden kann und nicht unter großem Energie- und Kostenaufwand von Feuchtigkeitsspuren gereinigt werden muss, wie das gegenwärtig bei dem verwendeten Alkohol für E10 unerlässlich ist.

Da die nutzbare Leistungsdichte von Alkoholbrennstoffzellen noch deutlich unter der von Wasserstoffbrennstoffzellen liegt, werden diese Brennstoffzellen nicht für den Fahrzeugantrieb genutzt. Der Strom wird zum kontinuierlichen Wiederaufladen der leistungsstärkeren Lithiumionenantriebs-

Die Forschung an der TU-Berlin – Fachgebiet Technische Elektrochemie – konzentriert sich auf die Materialwissenschaft und Katalyse von nanostrukturierten Materialien für saubere Energiespeicherungs- und -umwandlungstechnologien wie beispielsweise die Wasserstoffbrennstoffzelle, hohe Energiedichtebatterien, (photo)elektrochemische Umwandlung von Solarenergie/-strom in Brennstoffe und Chemikalien. Die Forschung trägt zum fundamentalen Verständnis dieser Technologien und deren Geräte bei und wird dabei helfen die Grundlage zu legen, dass saubere Energietechnologien in der Zukunft Realität werden. Daher steuern die Wissenschaftler zu einer großflächigen Einführung in die elektrische Mobilität und die Speicherung sowie Umwandlung von überschüssiger Elektrizität bei, zwei der Schlüsseltechnologien heutzutage.

Das Fachgebiet Technische Elektrochemie ist Teil des Exzellenzclusters Unicat (Unifying concepts in catalysis) an der Technischen Universität Berlin. Unicat ist ein mehrjähriges fachübergreifendes Forschungszentrum, in welchem eine große Anzahl von Forschungsgruppen und -themen involviert sind, die sich mit dem zentralen Thema der chemischen Katalyse befassen. Die Experten des Fachgebiets unterstützen den Exzellenzcluster mit Fachkenntnis, Kompetenz und Wissen im Bereich der Elektrochemie, Elektrokatalyse und elektrochemischer Energieumwandlung.

batterie zur Verfügung gestellt. Das verlängert je nach Größe des Alkoholtanks die Reichweite der Elektrofahrzeuge von etwa 50 Kilometer auf hunderte von Kilometern, ähnlich den heutigen Benzinfahrzeugen. Eine solche Alkoholbrennstoffzelle wird daher als range extender (Reichweitenverlängerer) bezeichnet.

Bei dem zweiten Vorhaben soll das Element Lithium durch Magnesium in den Antriebssystemen der Elektrofahrzeuge ersetzt werden, weil Magnesium weniger entflammbar und explosiv ist. Anders als Lithiumionenbatterien erhitzen sich Magnesium-basierte Batterien bei zu schneller Aufladung oder Überladung nicht so stark. Hinzu kommt, dass das Magnesium über hundertmal größere Vorkommen in der Erdkruste aufweist als Lithium und es dadurch nicht zu zukünftigen geopolitischen Verknappungen oder Teuerungen kommen sollte. Eine große technische Herausforderung der Magnesiumbatterie ist das chemische Verhalten der

zwischen den Batterieelektroden hin und her wandernden Magnesiumionen. Anders als für Lithiumionen ist die Wanderung der Magnesiumionen bei Auf- und Entladezyklen schlechter umkehrbar. Das begrenzt die Lebensdauer der Batterien. Die Forschungen konzentrieren sich daher auf die Entwicklung und das Verständnis neuer Elektrodenmaterialien, die Magnesiumionen besser und reproduzierbar aufnehmen und abgeben. Die TU-Projekte sind Teil des TU9 deutsch-chinesischen Forschungsnetzwerkes Elektromobilität, in dem neun große deutsche technische Universitäten (TU9) und drei chinesische Eliteuniversitäten an den technischen und gesellschaftlichen Aspekten elektrisch angetriebener Fahrzeuge arbeiten. Gefördert wird es vom Bundesministerium für Bildung und Forschung. Die Forschungen am Fachgebiet von Peter Strasser werden mit mehr als einer Million Euro finanziert.

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

## Theorie trifft Experiment – Grundlegendes zu Brennstoffzellen und Batterien der Zukunft

Brennstoffzellen, die Wasser- und Sauerstoff in Energie umwandeln, gelten als umweltfreundliche Kraftwerke der Zukunft. Damit die Energiewandler künftig möglichst effizient Elektroautos oder etwa Smartphones antreiben können, wird intensiv in diesem Bereich geforscht – vor allem zu sauren Brennstoffzellen. Wissenschaftler um Prof. Wolfgang Schmickler und Dr. Elizabeth Santos vom Ulmer Institut für Theoretische Chemie haben sich in den letzten zwei Jahren vor allem mit alkalischen Brennstoffzellen beschäftigt.

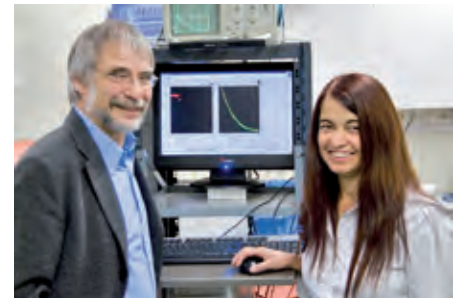
Im Gegensatz zu ihrem sauren Pendant, bei dem Platin der beste Katalysator ist, reicht im alkalischen Medium zum Beispiel Gold aus, um den elektrochemischen Prozess in Gang zu setzen. Das Einzige, was fehlt, ist eine leistungsfähige Membran. Sobald diese gefunden ist – und dazu gibt es sehr vielversprechende Ansätze – wird sich die alkalische Brennstoffzelle durchsetzen, so die Ulmer Wissenschaftler. Sie sei billiger, effektiver, und lebe länger. Grundsätzliche, theoretische Überlegungen zu alkalischen und sauren Zellen haben die Ulmer Wissenschaftler jetzt in der Fachzeitschrift *Angewandte Chemie International* veröffentlicht. Dabei liegt ein Schwerpunkt auf der Sauerstoffreduktion. Dieser Schritt läuft in vielen aktuellen Brennstoffzellen zu langsam und somit ineffizient ab.

Bei der Brennstoffzelle sind zwei Elektroden über einen äußeren Stromkreis verbunden und mit einer dünnen Schicht überzogen, die als Katalysator elektrochemische Prozesse antreibt. Aus Wasserstoff und Sauer-

stoff, die den Elektroden zugeführt werden, entstehen letztlich Energie und Wasser. Beide Elektroden trennt eine für Ionen durchlässige Membran, die verhindert, dass sich Wasserstoff und Sauerstoff mischen, bevor sie reagieren.

Warum aber ist ein verhältnismäßig billiger Katalysator wie Gold im alkalischen Milieu ausreichend? Und wieso kann er nicht im sauren Milieu funktionieren? Das sind Fragen, die Santos und Schmickler mithilfe der von ihnen entwickelten Theorie der Elektrokatalyse beantwortet haben. Um die Geschwindigkeit von Reaktionen in Lösungen nachzuvollziehen, haben sie umfangreiche quantenstatistische Berechnungen mit der Density Functional-Theory kombiniert. Dabei handelt es sich um ein Programm zur Berechnung chemischer Eigenschaften. Mit interessanten Ergebnissen: Im alkalischen Milieu ist der erste Reaktionsschritt thermodynamisch günstig. Man braucht gar keinen Katalysator, die Sauerstoffreduktion läuft wenige Ångström von der Elektrode entfernt von alleine ab. Im Sauren hingegen ist sie nur effizient, wenn ein guter Katalysator dafür sorgt, dass der Sauerstoff im Vorfeld adsorbiert wird. Andernfalls ist der erste Schritt energetisch zu ungünstig.

Diese Erkenntnisse können auch auf neuartige Lithium-Luft-Batterien übertragen werden. Da das Potential von Lithium-Ionen-Batterien als weitgehend ausgereizt gilt, steht diesen Batterien mit einer theoretisch viel höheren Energiedichte wohl eine große Zukunft bevor. Die theoretischen Überlegungen der Forscher könnten experimentell



Theoretische Überlegungen zu Brennstoffzellen und Batterien der Zukunft: Dr. Elizabeth Santos und Prof. Wolfgang Schmickler Bild: Uni Ulm

arbeitenden Kollegen wichtige Hinweise zur Konstruktion effektiver Batterien geben und viel Zeit sowie Geld sparen.

Der Fachartikel [1] ist im Zuge der von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) finanzierten Forschergruppe *Theory meets Experiment: Elementary Steps in Electrocatalysis* entstanden. Neben Schmickler und Santos waren Forscher aus Argentinien und Russland an den theoretischen Überlegungen beteiligt. Unterstützt wurden sie von der argentinischen Forschungsgemeinschaft Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), von der EU (Projekt ELCAT) und dem Deutschen Akademischen Austauschdienst (DAAD).

[1] Paola Quaino, Noelia B. Luque, Renat Nazmutdinov, Elizabeth Santos, and Wolfgang Schmickler: Why is Gold such a Good Catalyst for Oxygen Reduction in Alkaline Media? *Angewandte Chemie International*. DOI: 10.1002/anie.201205902 und 10.1002/ange.201205902

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!*

## Durchbruch für neuartige Stromspeicher

Sonne und Wind liefern immer mehr Strom – allerdings unregelmäßig. Leistungsfähige elektrische Energiespeicher sollen das künftig ausgleichen. Fraunhofer-Forschern ist nun ein wichtiger Durchbruch gelungen. Sie haben eine Redox-Flow-Batterie mit einer Zellgröße von 0,5 m<sup>2</sup> entwickelt, was einer Stackleistung von 25 kW entspricht.

Sonne und Wind sind wichtige Energielieferanten. Schon heute stammt fast ein Viertel unseres Stroms aus erneuerbaren Quellen. Bis 2050 soll der Bedarf sogar komplett mit Strom aus Sonne, Wind oder Biomasse gedeckt werden, so das Ziel der Bundesregierung. Damit die Energiewende gelingt, müssen die wachsenden Mengen an Solar- und Windstrom für nachts oder windschwache Zeiten gespeichert werden. Redox-Flow-Batterien bieten eine gute Möglichkeit, um die Schwankungen auszugleichen und eine stetige Versorgung zu sichern. Sie speichern elektrische Energie in chemischen Verbindungen, den flüssigen Elektrolyten. Die Ladung und Entladung der Elektrolyten findet dabei in kleinen Reaktionskammern statt. Mehrere dieser Zellen werden nebeneinander zu Stapeln, so genannten Stacks, aufgereiht. Doch bislang liefern die auf dem Markt verfügbaren etwa DIN-A4-Blatt-großen Batterien (1/16 Quadratmeter) nur eine Leistung von 2,3 kW.

Forscher des Fraunhofer-Instituts für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT in Oberhausen konnten nun die Größe der Stacks und damit die Leistungsfähigkeit deutlich erhöhen. Dank eines neuen Designs ist es ihnen gelungen, Stacks mit 0,5 m<sup>2</sup> Zellgröße zu fertigen. Das ist achtmal größer als die bisherigen Systeme und entspricht einer Leistung von 25 kW. Der Prototyp verfügt über einen Wirkungsgrad von bis zu 80 %. Er kann mit Strömen von bis zu 500 Ampere belastet werden.

Um die Größe und Leistungsfähigkeit so deutlich zu erhöhen, erprobten die Fraunhofer-Wissenschaftler zunächst neue Membranmaterialien, forschten am Batteriedesign. Strömungssimulationen halfen dabei, den Aufbau der Zellen zu optimieren. Die Forscher haben die Batterien dann komplett neu designt und so den Durchbruch geschafft. Die größte Herausforderung bestand laut Dr. Jens Burfeind, Gruppenleiter Elektrochemische Speicher am Fraunhofer-UMSICHT darin, dass für das Scale-up ein komplett neuer Aufbau der Stacks entwickelt werden musste, um Batterien in dieser Leistungsstärke zu konzipieren.

Die UMSICHT-Experten arbeiten gemeinsam mit ihren Kollegen vom Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT und vom Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE in einem vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) geförderten Projekt intensiv an Redox-Flow-Batterien. Am Institut in Oberhausen steht für die Forschungsarbeiten eines der größten Testlabore für Redox-Flow-Batterien europaweit zur Verfügung. Den Forschern ist mit dem Redesign des Batterie-Stacks ein sehr wichtiger Schritt gelungen auf dem Weg, Redox-Flow-Batterien zu entwickeln, die zum Beispiel 2000 Haushalte mit Strom versorgen können, so Dr. Christian Dötsch, der den Bereich Energie am Fraunhofer-UMSICHT leitet. Dazu wären etwa zwei Megawatt Leistung nötig.



Durch ein neues Design ist es gelungen, die Größe und Leistungsfähigkeit der Batteriestacks zu erhöhen  
Bild: Fraunhofer UMSICHT

Als nächstes konkretes Ziel stehe daher zunächst die Entwicklung eines Stacks in der Größe von 2 m<sup>2</sup> und einer Leistung von 100 kW auf der Agenda.

Die Redox-Flow-Zelle (Red für Reduktion = Elektronenaufnahme, Ox für Oxidation = Elektronenabgabe) ist ein Akkumulator, der Energie in Elektrolytlösungen speichert. Diese fließen aus Tanks durch eine Zelle, die in einem chemischen Prozess daraus Strom erzeugt. Am weitesten verbreitet ist die Vanadium-Redox-Flow-Batterie. Die Ladung und Entladung des Vanadiums findet in kleinen Reaktionskammern statt. Mehrere dieser Zellen sind zu Stapeln, Stacks, aufgereiht. Das erhöht die Leistung der Batterie. Redox-Flow-Batterien bieten einige Vorteile: Sie sind kostengünstig, robust, langlebig und lassen sich individuell anpassen.

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

## Produktverbesserung durch Schadensanalyse

Wasserstoff ist in der Technik allgegenwärtig. Er tritt gebunden in Form von Wasser auf, als Bestandteil von Molekülen bei industriellen chemischen Prozessen oder bei korrosiven Vorgängen. Dies kann bei Maschinen zu Schäden an der Technik oder an einzelnen Bauteilen führen. Die 39. VDI-Jahrestagung Schadensanalyse, die am 8. und 9. Oktober in der Festung Marienberg in Würzburg stattfindet, thematisiert in diesem Jahr Wasserstoff in metallischen Bauteilen. Experten geben einen aktuellen Statusbericht zu allen relevanten Bereichen der

Technik, in denen Schäden durch Wasserstoff auftreten können.

Durch neue Entwicklungen nimmt die Festigkeit der in der Technik verwendeten Werkstoffe zu. Dies macht sie jedoch anfälliger für wasserstoffinduzierte Rissbildung. Zuverlässige wissenschaftliche Methoden können helfen, Risse im Material zu identifizieren und damit zusammenhängende Effekte zu verstehen.

Die Wasserstoffversprödung stellt ein zentrales Thema der Tagung dar. Karl-Friedrich Schneider von BASF stellt Schadensursachen

in der chemischen Industrie vor. Schäden an schweren Schmiedestücken präsentieren am Beispiel der Walzenabplatzungen Fabian Unterumsberger von Hitachi Power Europe und Marina Knyazeva von der Ruhr-Universität Bochum. Den Einfluss von Wasserstoff im Automobilbau diskutieren unter anderem Experten von BMW, Bosch und dem Ford Forschungszentrum Aachen. Vorträge zu den analytischen Möglichkeiten, um Wasserstoff in Metallen nachzuweisen, runden das Programm ab.

➔ [www.vdi.de](http://www.vdi.de)

## Neuartige Stromsteuerung in einatomaren Kohlenstoffschichten

Im Fachjournal *Physical Review Letters* berichten die Augsburger Physiker PD Dr. Wolfgang Häusler und Prof. Dr. Dr. h. c. mult. Peter Hänggi (beide Lehrstuhl für Theoretische Physik I) gemeinsam mit ihrem Kollegen Prof. Dr. Sergey E. Savel'ev von der Loughborough University über die jüngsten Ergebnisse ihrer Forschungen zu der Frage, wie Strom in Kohlenstoffschichten (Graphen) durch zeitlich veränderliche Potentialbarrieren hindurch transportiert wird. Mit diesen Ergebnissen leisten sie einen wesentlichen Beitrag zum besseren Verständnis des Transmissionsverhaltens solcher Potentialbarrieren. Sie schaffen damit zugleich wichtige Voraussetzungen für eine Optimierung der Möglichkeiten, die an sich nur schwer manipulierbaren Graphen-Ladungsträger zu steuern, um so auf dem Weg zu einer Graphen-basierten Elektronik weiter voranzukommen.

Wenn es darum geht, zweidimensionale Elektronensysteme zu realisieren, gelten monoatomare Ebenen aus Kohlenstoff (Graphen) als eine der viel versprechendsten Alternativen zu den bisher in der Mikroelektronik verwendeten und nur mit einem hohen Aufwand zu produzierenden Halbleiterschichtstrukturen. Abgesehen von ihrer wesentlich einfacheren Herstellbarkeit haben Graphenschichten den Vorteil, dass ihre Elektronensysteme deutlich dünner und die Bewegungsgeschwindigkeiten der Ladungsträger deutlich schneller sind als diejenigen in Halbleitern, so dass sie kürzere Schaltzeiten erwarten lassen.

Von zentraler Bedeutung für die Perspektive einer Graphen-basierten Elektronik ist allerdings die Frage, welche Möglichkeiten elektrostatische Potentiale bieten, um Elektronensysteme in Graphenschichten auch bei hohen Frequenzen zu kontrollieren. Die Antworten, die sie auf diese Frage gefunden haben, geben die drei Physiker in dem in den *Physical Review Letters* veröffentlichten Artikel *Current Resonances in Graphene with Time-Dependent Potential Barriers*. Seit längerem ist bekannt, dass Ladungsträger in einatomaren Kohlenstoffschichten ein äußerst ungewöhnliches ultrarelativistisches Bewegungsverhalten zeigen, ein Verhalten, das grob mit demjenigen von Photonen verglichen werden kann und ansonsten nur bei Geschwindigkeiten nahe der Lichtgeschwindigkeit zu beobachten ist. Dabei liegen die tatsächlichen Bewegungsgeschwindigkeiten der Graphen-Ladungs-

träger bei nur etwa einem Hundertstel der Lichtgeschwindigkeit und damit durchaus im Bereich des in Metallen Üblichen.

Als Folge ihres ungewöhnlichen Bewegungsverhaltens durchdringen Graphen-Elektronen statische Potentialbarrieren bei senkrechtem Auftreffen perfekt, wie entsprechende Experimente bestätigen. Dies erschwert die Steuerbarkeit der Ladungsträger erheblich, im Vergleich etwa zu gewöhnlichen Quantenteilchen in Halbleitern, die durch Potentialbarrieren zwar auch entkommen können, aber, bei Verwendung hoher und dicker Barrieren, eben nur mit ganz geringen Wahrscheinlichkeiten.

Dies wirft die Fragen auf, wie zeitliche Veränderungen der Potentialbarrieren die Tunnelwahrscheinlichkeiten beeinflussen und wie sich dementsprechend die Bewegungen der Ladungsträger durch die Kontrolle des Zeitverlaufes einer angelegten Gatterspannung steuern lassen. Häusler, Hänggi und Savel'ev konnten die Grundlagen für das Verständnis des Transmissionsverhaltens von Potentialbarrieren nun in zweierlei Hinsicht maßgeblich erweitern: Zum einen ermöglichen ihre Ergebnisse die Beantwortung der beiden genannten Fragen für beliebige Barrierenprofile in Verbindung mit beliebigen zeitlichen Änderungen; zum anderen lassen sich jetzt Tunnelwahrschein-



Die beiden Augsburger Physiker Peter Hänggi (links) und Wolfgang Häusler (Mitte) mit ihrem Kollegen S. E. Savel'ev von der Loughborough University

lichkeiten auch für Ladungsträger berechnen, die nicht senkrecht, sondern unter beliebigen Einfallswinkeln auf die Barriere treffen. Damit ist die Voraussetzung geschaffen für eine gezielte Steuerung der Bewegungsrichtung von Graphen-Ladungsträgern, zum Beispiel durch eine entsprechende Veränderung der Frequenzen oszillierender Potentialbarrieren.

Gewissermaßen nebenbei ist das Forschertrio aus Augsburg und Loughborough auf ein interessantes und völlig unerwartetes Phänomen gestoßen, nämlich auf parallel zur Barriere laufende Ströme, welche unter bestimmten Voraussetzungen sogar bei einem senkrechten Einfall des Ladungsträgers auftreten und deren theoretische Beschreibung eine verblüffende Analogie zum Josephson-Verhalten supraleitender Tunnelkontakte zeigt, obwohl Graphen natürlich nicht supraleitend ist.

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

### TERMINE

zu interessanten und wichtigen Veranstaltungen

finden Sie auf unserer Webseite: [www.womag-online.de](http://www.womag-online.de)

*Umfassend und immer auf dem neuesten Stand!*

## Neue Energiespeicher für die Stromversorgung

Damit Solar- und Windkraftenergie einen wachsenden Anteil an der Energieversorgung in Deutschland übernehmen können, ohne dass es zu Engpässen kommt, sind effiziente Speichermedien von zentraler Bedeutung. Gefordert sind Batterien, die große Energiemengen zwischenspeichern und bei Bedarf flexibel abgeben können. Ein zukunftsweisendes Forschungs- und Entwicklungsvorhaben zu Zink-Luft-Batterien ist jetzt unter der Leitung von Prof. Dr. Monika Willert-Porada am Lehrstuhl für Werkstoffverarbeitung der Universität Bayreuth gestartet. Der Stiftungsrat der Bayerischen Forschungsförderung wird das Gesamtvorhaben mit rund 650 000 Euro fördern.



Bisher kommen Zink-Luft-Batterien nur als mobile und nicht wiederaufladbare Minispeicher in Hörgeräten zum Einsatz. Im Rahmen des neuen Vorhabens sollen sie aber durch materialwissenschaftliche Innovationen zu stationären und wiederaufladbaren Großspeichern weiterentwickelt werden. Diese Speicher können dann für die Stromversorgung flexibel genutzt werden. Für die Energieversorgung wäre diese Entwicklung von großer Bedeutung, weshalb die Bayerische Forschungsförderung das Projekt im Rahmen ihres Förderprogramms – Hochtechnologien für das 21. Jahrhundert – unterstützt. Auf die Arbeiten an der Universität Bayreuth entfallen dabei rund 250 000 Euro.

Derzeit gelten Lithiumionen-Batterien noch als bevorzugte Speichermedien der Zukunft. Doch könnten Zink-Luft-Batterien eines Tages wesentliche Vorteile bieten – vorausgesetzt, dass es gelingt, einige materialwissenschaftliche und technische Prob-

leme zu lösen, die derzeit noch verhindern, dass dieser Batterietyp große Energiemengen speichern kann. Diese Hürden zu überwinden, ist das Ziel der Projektpartner, die sich in dem neuen Vorhaben zusammenschließen haben. Dies sind, zusammen mit der Universität Bayreuth, das Fraunhofer-Institut für Silikatforschung (ISC) in Würzburg sowie zwei leistungsstarke Industrieunternehmen, die für die anstehenden Forschungs- und Entwicklungsaufgaben spezifische Kompetenzen mitbringen.

In einer Zink-Luft-Batterie wird Energie durch chemische Reaktionen freigesetzt, an denen zwei äußerst leichtgewichtige Substanzen beteiligt sind, nämlich metallisches Zink einerseits und der in der Luft enthaltene Sauerstoff andererseits. Schon wegen ihres geringen Gewichts sind knopfförmige Zink-Luft-Batterien für Hörgeräte optimal geeignet. Wenn es gelingt, nach dem gleichen Bauprinzip leistungsstarke Großspei-

cher zu entwickeln, könnten daraus im Vergleich zu Lithiumionen-Batterien deutliche Kostenvorteile bei industriellen Anwendungen resultieren. Eine zentrale Herausforderung ist jedoch die Frage, wie eine benutzerfreundliche und kostengünstige Wiederaufladbarkeit gewährleistet werden kann. Denn bei der Reaktion des Zinkmetalls mit Luftsauerstoff entsteht Zinkoxid. Dieses Zinkoxid muss bei der Wiederaufladung einer Zink-Luft-Batterie reduziert und wieder in metallisches Zink umgewandelt werden. Bisher ist dieser Prozess häufig mit kristallförmigen Ablagerungen verbunden, was zu Kurzschlüssen führt. Eine besondere Aufgabe für die Bayreuther Materialwissenschaftler liegt deshalb darin, die Reduktion des Zinkoxids so zu gestalten, dass die Funktionstüchtigkeit der Batterien dadurch nicht beeinträchtigt wird.

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

## Wasserstoffherzeugung durch Elektrolyse – Kobalt ersetzt Platin

Französische Forscher haben ein neues Material entwickelt, das als Katalysator für die Wasserstoffherzeugung durch Elektrolyse eingesetzt werden kann. Dieses Material auf Kobaltbasis könnte den heutigen Platinkatalysator ersetzen und damit die Elektrolysekosten drastisch senken.

Derzeit ist die industrielle Wasserstoffherzeugung durch Elektrolyse aufgrund der hohen Kosten nicht möglich. Das Edelmetall Platin galt bislang als der einzige leistungsfähige Katalysator für die Elektrolyse, ist jedoch aufgrund seiner Seltenheit (35-mal seltener als Gold – weniger als 5 µg/kg Erde) sehr teuer. Aus diesem Grund wird Wasserstoff für industrielle Anwendungen aktuell durch die Aufspaltung von Kohlenwasserstoffen erzeugt, bei der große Mengen an CO<sub>2</sub> freigesetzt werden. Wasserstoff gilt heute als vielversprechender Speicher für erneuerbare Energien, wodurch eine konkurrenzfähige und saubere industrielle Wasserstoffherzeugung durch Elektrolyse immer mehr an Bedeutung gewinnt.

Das französische Forscherteam setzt sich aus Wissenschaftlern drei unterschiedlicher

Institute der Behörde für Atomenergie und alternative Energien (CEA) zusammen: dem Institut für Materie und Strahlung in Saclay (IRAMIS), dem Innovationslabor für neue Energietechnologien und Nanomaterialien (LITEN) und dem Labor für Elektronik und Informationstechnologien (LETI) in Grenoble. Sie haben für die Wasserstoffherzeugung durch Elektrolyse einen Katalysator aus Kobaltsalzen durch elektrochemische Behandlung erzeugt. Kobalt ist viel ergiebiger als Platin und somit deutlich preiswerter.

Die Elektrolyse ist eine Reduktions-Oxidations-Reaktion und benötigt für beide Teilreaktionen Katalysatoren. Das Besondere an diesem neuen Material ist, dass es das einzige schaltbare Material ist, das nicht aus Edelmetallen besteht. Ein schaltbarer Katalysator ermöglicht es, die Oxidation an

der Anode und die Reduktion an der Kathode zu katalysieren. Zu diesem Zweck wird er in zwei Formen genutzt: in reduzierter Form (als Kobalt-Nanopartikel umgeben von einem Kobalt(II)oxophosphat) zur Herstellung von Wasserstoff und in oxidierte Form (als komplexes Kobaltoxid) zur Erzeugung von Sauerstoff. Dieses Kobaltoxid konnte dank der Plattform für Nano-Charakterisierung (PFNC) der CEA in Grenoble vollständig charakterisiert werden.

Dieser neue kobaltbasierte Katalysator kann also die beiden Teilreaktionen der Elektrolyse katalysieren und würde eine kostengünstigere und auch umweltfreundliche industrielle Wasserstoffherzeugung ermöglichen.

➔ [www.wissenschaft-frankreich.de](http://www.wissenschaft-frankreich.de)



# Teure Sonderformate bei Reinigungsbehältnissen minimieren, Chargengrößen optimal auslegen

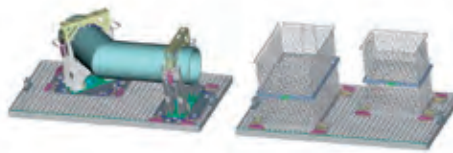
Die Maße von Schüttgutkörben und Werkstückträgern für die industrielle Teilereinigung orientieren sich üblicherweise an den Abmessungen handelsüblicher Lagerkästen und Kleinladungsträger (KLT), wie sie in der Fertigung eingesetzt werden. Manchmal machen jedoch einzelne Bauteile oder die Auslegung der Reinigungsanlage den Einsatz von Reinigungsbehältnissen in Sondermaßen erforderlich. In diesen Fällen ermöglichen die von Metallform entwickelten Adapterlösungen, die Anzahl der teuren und meist schwer handhabbaren Sonderwarenkörbe zu minimieren.

Um einen möglichst reibungslosen Workflow zu ermöglichen, weisen die in der Fertigung eingesetzten Behältnisse, beispielsweise Schäfer-Kästen und Kleinladungsträger (KLT), übereinstimmende Abmessungen auf. Daher empfiehlt es sich, auch die in der industriellen Teilereinigung eingesetzten Schüttgutkörbe und Werkstückträger auf diese Maße festzulegen. Für diese Standard-Reinigungsbehältnisse steht umfangreiches Zubehör wie verschiedene Deckel, Fachstangen und Einlegeböden zur Verfügung. Es kommt jedoch immer wieder vor, dass sich ein Bauteil nicht in Standard-Reinigungsbehältnissen unterbringen lässt oder die Arbeitskammer der Reinigungsanlage andere Abmessungen aufweist. Diese Fälle machen Sonderlösungen erforderlich, was meist mit hohen Kosten und einem er-

schweren Handling verbunden ist. Weiterer Nachteil sind lange Lieferzeiten und eine eingeschränkte Zubehörauswahl.

## Durch Adapter zu Standardabmessungen

Um die Anzahl der Sonderkonstruktionen auf die absolut erforderliche Anzahl zu reduzieren, entwickelt die Metallform Wächter GmbH Adapterlösungen, die den Einsatz von Schüttgutkörben und Werkstückträgern in Standardabmessungen, zum Beispiel aus dem umfangreichen Mefo-Box-Programm, ermöglichen. Die Konstrukteure des Brettener Unternehmens wählen dabei eine Dimension des Sonderkorbmaßes, Breite oder Tiefe, im Standardmaß, so dass Standardzubehör verwendbar ist.



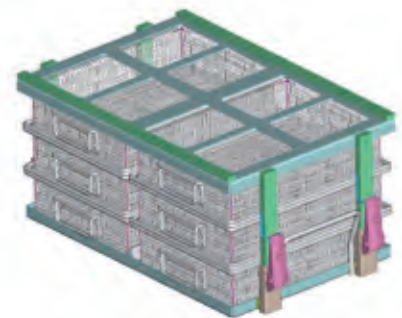
Auf dem Gitterrost lasen sich sowohl große Einzelteile mit teilespezifischen Aufnahmen als auch Werkstücke in Standard-Reinigungsbehältnissen behandeln

## Lösungen für unterschiedlichste Anwendungen

Dies war auch bei der Lösung für einen Hersteller von Komponenten für Lasersysteme der Fall. Es ging dabei um die Reinigung eines Bauteils, dessen Länge mehr als 1000 mm betrug. Dafür wurde ein Korb im Sonderchargenmaß konzipiert und mit teilespezifischen Aufnahmen für eine effiziente Reinigung der Werkstücke ausgestattet. Bestandteil der Konzeption war ein Adapterrahmen, durch den Mefo-Boxen an das Sondermaß angepasst werden. Der Adapter sorgt dafür, dass alle anderen Bauteile dieses Kunden in Standard-Behältnissen gereinigt werden können und sämtliches erforderliches Zubehör wie Verschlussdeckel

aus dem Standardprogramm verwendet werden kann. Gleichzeitig ermöglicht diese Lösung die Aufteilung einer großen Charge in mehrere kleine und einfach zu handhabende Portionen.

Für ein Unternehmen aus der Luft- und Raumfahrt entwickelte Metallform einen



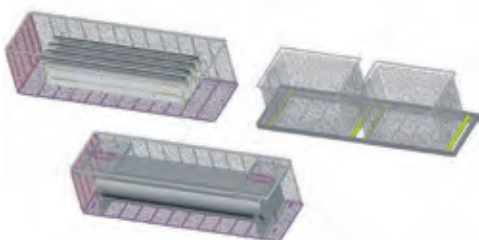
Mefo-Boxen aus dem Standardprogramm werden über Grundrahmen und Deckel mit Camloc-Verschlüssen auf die Sonderchargengröße der vorhandenen Reinigungsanlage adaptiert

Gitterrost im Sonderchargenmaß. Dieser kann wahlweise mit teilespezifischen Aufnahmen für die Reinigung großer Einzelteile in unterschiedlichen Geometrien oder mit Rahmen zur Aufnahme von Reinigungsbehältnissen in Standardmaßen bestückt werden.

Bei einem Drehteilehersteller entspricht die Größe der Arbeitskammer nur annähernd den Standardmaßen. Hier ermöglicht die Adapterlösung, die aus einem Grundrahmen und einem spannbaren Deckel besteht, dass für alle Bauteile kostengünstige Schüttgutkörbe von der Stange eingesetzt werden können. Die Verbindung zwischen Adapter und Reinigungsbehältnissen erfolgt über Camloc-Verschlüsse.

Metallform Wächter GmbH  
Gewerbestraße 35, D-75015 Bretten

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



Der Sonderwarenkorb kann mit teilespezifischen Aufnahmen für Großteile, der Adapterrahmen mit Standard Mefo-Boxen bestückt werden

## Unordnung schafft Rostschutz

Korrosion verschlingt alleine in Deutschland jährlich 75 Milliarden Euro der Wirtschaftsleistung. Welche Stähle und sonstige Legierungen davon betroffen sind und wie der Schaden begrenzt werden kann, lässt sich künftig möglicherweise besser abschätzen. Ein internationales Team um Wissenschaftler des Max-Planck-Instituts für Eisenforschung in Düsseldorf hat einen amorphen Stahl aus Eisen, Chrom, Molybdän, Bor sowie Kohlenstoff analysiert und festgestellt, dass das Material desto leichter angegriffen wird, je geordneter seine Struktur und je ungleichmäßiger die Verteilung seiner Atome ist.

Wenn die Elemente der Legierung kein regelmäßiges Kristallgitter bilden und sich völlig gleichmäßig über das Material verteilen, entsteht unter korrodierenden Bedingungen eine passivierende Schicht auf seiner Oberfläche, die es vor dem Rosten schützt. Entstehen dagegen geordnete Nanokristalle, die mal mehr Chrom und mal mehr Molybdän enthalten, frisst sich die Korrosion rasch in das Material, weil sich keine passivierende Schutzschicht bildet. Die Erkenntnisse geben Materialwissenschaftlern Anhaltspunkte, worauf sie bei der Komposition und der Herstellung von Werkstoffen achten sollten.

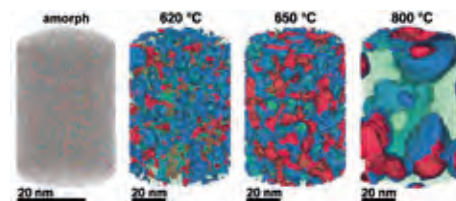
An feuchter Luft nagt die Chemie an jedem Metall, es sei denn, es handelt sich um Gold oder ein anderes Edelmetall. Mit den weniger edlen Metallen reagiert Luftsauerstoff jedoch nur zu gern. Feuchtigkeit und Salz unterstützen den Vorgang. Metalle wie Chrom oder Zink überziehen sich am Anfang eines Korrosionsangriffs mit einer dichten Oxidschicht, die eine weitere Annäherung des Sauerstoffs unterbindet. Bildet sich eine solche passivierende Schicht nicht, löst sich das Metall auf und zurück bleibt ein poröses und brüchiges Oxid, das eine Karosserie oder einen Schiffsrumpf allmählich zerbröseln lässt. Auf diese Weise vernichtet Korrosion in den Industrienationen jährlich bis zu vier Prozent der Wirtschaftsleistung.

Diese Erkenntnisse erklären, warum manche Materialien besonders anfällig für Korrosion sind, obwohl sie genauso zusammengesetzt sind wie korrosionsbeständige Stähle, so Frank Renner, der die Studie am Max-Planck-Institut für Eisenforschung leitete. Aussagen über die Korrosionsbeständigkeit sind für Legierungen, die heute als Werkstoffe im Automobil-, Schiffs- oder Anlagenbau verwendet werden, bisher noch schwierig. Diese Materialien bestehen aus zahlreichen Komponenten. Wie beständig sie gegen Korrosion sind, hängt nicht nur von ihrer Zusammensetzung ab, sondern auch davon, wie das Material verarbeitet wurde und welcher Temperatur es beim Einsatz etwa in einer Kraftwerksturbinen ausge-setzt ist.

### Ein Modell für den Übergang vom amorphen zum kristallinen Stahl

Das Team um die Max-Planck-Forscher hat nun erstmals umfassend untersucht, wie die Mikro- beziehungsweise Nanostruktur einer Legierung, die Chemiker mit der Formel  $\text{Fe}_{50}\text{Cr}_{15}\text{Mo}_{14}\text{C}_{15}\text{B}_6$  beschreiben, deren Korrosionsbeständigkeit beeinflusst. Die Legierung gehört zu den amorphen Stählen, die etwa als abriebfeste Beschichtungen Verwendung finden. Darin liegen die Elemente in einer unregelmäßigen Struktur vor, sind aber völlig gleichmäßig im Material verteilt. Für die Wissenschaftler ist die Legierung vor allem als Modellsystem interessant, in dem der Übergang von der amorphen zur kristallinen Form studiert werden kann. Da sie gängigen Chrom-Molybdän-Stählen ähnelt, sind die Ergebnisse der Forscher auch für Materialien aus der Praxis relevant. Allerdings enthält die Testlegierung deutlich mehr Kohlenstoff als gängige Stähle, und auch der hohe Boranteil ist für Stähle aus dem Hochofen eher unüblich. Diese Mischung ermöglichte es dem Team jedoch, die amorphe Variante der Legierung zu erzeugen. Diese markierte den Startpunkt einer Messreihe, die über mehrere Zwischenstufen bis zur geordneten kristallinen Form führte. Wie weit die Legierung kristallisiert, hängt dabei von der Temperatur ab, bei der die Forscher die Elemente miteinander verbacken. Bei 550 °C bleibt das Material amorph, während sich bei 800 °C die vollkommen kristalline Form bildet, sowie die Zwischenstufen bei 620 °C bis 670 °C.

Die Nanostrukturen ihrer Stahlvarianten klärte das Team mithilfe der Atomsondentomografie auf. Dabei werden die Atome einer Probe eines nach dem anderen verdampft und von einem Detektor aufgefangen. Aus der Zeit, die ein Atom bis zum Detektor braucht, lässt sich auf das Element schließen, aus dem Punkt, an dem es auftrifft, auf seine Position in der Probe. So erhielten die Forscher genaue Karten der Materialien. An ihnen konnten sie nachvollziehen, wie sich die Atome mit steigender Herstellungstemperatur umgruppieren.



Mit einer Atomsonde lässt sich bei einem Stahl im Tomographie genau bestimmen, wie sich die Elemente in einer Verbindung verteilen. So ist nachvollziehbar, wie die Nanostruktur einer Modell-Legierung aus Eisen (grün), Chrom (blau), Molybdän (rot), Kohlenstoff und Bor (Kohlenstoff und Bor nicht dargestellt) von der Temperatur abhängt, der sie zuvor ausgesetzt war. In dem amorphen Material (links) mit einer ungeordneten Struktur, sind die Elemente völlig gleichmäßig verteilt. In den Proben, die mit 620 °C und 650 °C behandelt wurden, entmischen sich die Elemente allmählich, wobei Bereiche entstehen, die jeweils mehr Eisen, Chrom beziehungsweise Molybdän enthalten, als es der chemischen Zusammensetzung entspricht. Dabei bilden sich zunehmend kristalline Strukturen. Eine mit 800 °C behandelte Probe ist völlig kristallin, wobei die mit jeweils einem Element angereicherten Areale bis zu 50 nm groß sein können.

Dabei entstehen Bereiche, in denen sich jeweils ein Metall anreichert. Die Probe, die die Materialwissenschaftler bei 620 °C erzeugten, bleibt dabei noch weitgehend ungeordnet. Doch auch in dieser Probe lassen sich bereits kristalline Strukturen erkennen. Die bei 800 °C erzeugte Form ist dagegen völlig kristallin, wobei sich die jeweils mit einem Metall angereicherten Bereiche über bis zu 50 nm ausdehnen können.

### Chrom widersteht Korrosion am längsten

Die genauen Informationen über die Nanostruktur der Stahlvarianten verglichen die Forscher nun mit elektrochemischen Messungen, wie leicht die verschiedenen Formen zum Opfer der Korrosion wurden. Zu diesem Zweck benetzten die Forscher die Probenoberflächen mit einer Salzlösung und setzten die Legierung unter eine elektrische Spannung. Je höhere Spannungen eine Probe im Labor aushält, ohne sich aufzulösen, desto mehr Widerstand stellt sie dem

Rostangriff auch in der Praxis entgegen. Dabei erwiesen sich die völlig und die weitgehend amorphe Form als fast so beständig wie reines Chrom mit seiner passivierende Oxidschicht. Eine solche Schutzschicht bildet sich auch auf den amorphen Stählen. In den größtenteils kristallinen Formen der Legierung ist das aber offenbar nicht mehr möglich. Hier frisst Rost schon bei relativ niedrigen Spannungen Löcher in die Probe.

Um mehr über die Korrosion zu erfahren, analysierte das Team zudem, welche Elemente bei welcher Spannung aus dem Material gelöst werden. Zu diesem Zweck bedienen sie sich einer Methode, die Karl Mayrhofer am Düsseldorfer Max-Planck-Institut entwickelt hat. Dabei platzierten sie eine Kunststoffzelle mit einer Öffnung auf ihrer Probe. In eine solche Zelle führen von zwei Seiten Schläuche, sodass die Forscher von der einen Seite eine Salzlösung auf ihre Probe strömen lassen können, die sich auf der anderen Seite wieder auffangen lässt. Die ausströmende Lösung analysierten sie in einem Massenspektrometer.

Den Messungen zufolge entweichen bei niedrigen Spannungen vor allem Eisen und Molybdän aus der amorphen Probe. Chrom bleibt zurück und bildet eine undurchdringliche Schutzschicht auf dem gesamten Material. Mit steigender Spannung wird jedoch immer mehr Chrom gelöst, während der Anteil des gelösten Eisens und Molybdän gleich bleibt oder sogar abnimmt. Ähn-

lich verhält es sich auch in der Probe mit nur geringem kristallinen Anteil. In der vollkommen kristallinen Probe werden molybdänreiche Areale mit steigender Spannung dagegen zusehends schneller zersetzt, während chromreiche Gebiete über einen größeren Spannungsbereich stabil bleiben. Im kristallinen Material verschont der Rost also die chromreichen Areale und ein schwammartiges Material bleibt übrig.

#### *Korrosion schafft poröses Material für Filter oder Katalysatoren*

Dass sich aus dieser Modelllegierung elektrochemisch poröse Strukturen der sehr harten Verbindung aus Eisen, Chrom und Kohlenstoff erzeugen lassen, hat das Team eher zufällig entdeckt. Wegen ihrer sehr großen Oberfläche könnten sie sich als Membranen für Filter oder Trägermaterialien für Katalysatoren eignen.

Für Karosserien, Flugzeuge oder Turbinenschaufeln ist ein kristalliner Chrom-Molybdän-Stahl, den Rost perforiert, dagegen unbrauchbar. Warum sich auf den kristallinen Formen der Legierung keine passivierende Schutzschicht bildet, können die Forscher auch erklären. Da der Korrosionsschutz vor allem auf Chrom und seiner Oxidschicht beruht, bleibt das gesamte Material nur geschützt, wenn überall genügend Chrom vorhanden ist. Sammelt es sich dagegen in relativ weit auseinanderliegenden Arealen, werden nur diese Gebiete geschützt.

Der Zusammenhang zwischen Chromverteilung und Korrosionsschutz gibt den Materialwissenschaftlern auch einen Hinweis, warum amorphe Stähle bereits durch einen Chromanteil von vier bis fünf Prozent korrosionsbeständig werden, während dafür in kristallinen Stählen zwölf Prozent bis 13 Prozent nötig sind. Letztere müssen insgesamt mehr Chrom enthalten damit auch in den chromärmeren Kristalliten genug vorhanden ist, um die passivierende Schicht über dem gesamten Material zu bilden.

Eine eindeutige Anleitung, wie sich Stähle aus der industriellen Praxis widerstandsfähiger gegen Rost machen lassen, können die Düsseldorfer Forscher zwar noch nicht geben. Die Studie zeigt aber, dass bereits die Entmischung im Nanometerbereich stark beeinflusst, wie korrosionsbeständig ein Material ist. Dass sich alle Komponenten möglichst gleichmäßig in einem Material verteilen sollten, damit der Rost es nicht zerfrisst, könnte also ein Anhaltspunkt für die praktische Materialwissenschaft sein.

Originalpublikation: Maria Jazmin Duarte, Julia Klemm, Sebastian Klemm, Sergiy Borodin, Karl Mayrhofer, Martin Stratmann, Aldo Romero, Milad Madinehei, Daniel Crespo, Jorge Serrano, Stephan Gerstl, Pyuck-Pa Choi, Dierk Raabe und Frank Uwe Renner: Element-Resolved Corrosion Analysis of Stainless-Type Glass-Forming Steels, *Science*, 26. Juli 2013; doi: 10.1126/science.1230081

➔ [www.mpg.de](http://www.mpg.de)

## Produkt- und Prozessinnovationen in der Warmmassivumformung

Unterschiedliche Lösungsansätze zur Weiterentwicklung in Produkt- und Prozessinnovationen der Warmmassivumformung und Trends diskutieren Experten auf der 2. VDI-Fachkonferenz Warmmassivumformung 2013 am 25. und 26. September in Düsseldorf. Fachlicher Leiter der Veranstaltung ist Dr. Hendrik Schafstall, Geschäftsführer von simufact engineering.

Frank Schiffer von Cotarko eröffnet die Konferenz mit einem Vortrag, der Entwicklungen der Warmmassivumformung in Europa aufgreift und einen Ausblick auf neue Betätigungsfelder gibt. Referenten von Audi und Bharat Forge Aluminiumtechnik berichten über das Aluminiumschmieden bei

hochdynamisch beanspruchten Fahrwerkskomponenten im Spannungsfeld zwischen Bauteileigenschaften und Kostenaspekten. Andreas Seitzer von SMS Elotherm stellt neue Entwicklungen bei induktiven Erwärmungsanlagen vor.

Helmut W. Seidel von Fuchs Lubritech berichtet über den Einsatz von Schmierstoffen bei Massivumformprozessen im Warm- und Halbwarmbereich. Die simulationsbasierte Optimierung durch virtuelles Materialdesign ist ein weiterer Schwerpunkt, den sowohl Alexander Borowikow von GMS und Georg J. Schmitz vom Access e. V. aufgreifen.

Im Bereich der Werkstoffe ist die Massivumformung beim Einsatz von Magnesium das

Thema. Das Projekt EcoForge untersucht praxisnah die gesamte energieeffiziente Schmiedeprozesskette. Wie Effizienz durch angepasste Prozessketten erreicht wird, zeigt unter anderem Sebastian Trute von der Karl Friedrich KG in Kooperation mit SMS Meer in dem Vortrag *Ringwalzen einmal anders*. Siemens erläutert am Beispiel der Radsatzkomponenten aus Sicht des Fahrzeugherstellers, welche technischen und wirtschaftlichen Herausforderungen es gibt. Ein Vortrag zur analytisch-numerischen Kopplung im virtuellen Prozessdesign rundet die Diskussion ab.

➔ [www.vdi.de](http://www.vdi.de)

## Spanende Bearbeitung von CFK-Verbundwerkstoffen

Vorschau auf eine Veranstaltung des Fraunhofer-IPA und der Universität Stuttgart

Die Reduktion bewegter Massen hat sich in den letzten Jahren von der Zielsetzung des reinen Performancegewinns hin zur Thematik im Bereich der Ressourceneffizienz und Nachhaltigkeit entwickelt. Zum Erreichen der teilweise sehr hochgesteckten Ziele bei der Gewichtsreduktion bietet sich der Einsatz von faserverstärkten Kunststoffen, im speziellen Fall von kohlenstofffaserverstärkten Kunststoffen (CFK) an. Auch wenn die sehr hohen Wachstumsprognosen einiger Verbände und Experten von über zehn Prozent pro Jahr hinsichtlich des Produktionsvolumens von CFK nicht vollständig erfüllt werden, ist dennoch klar, dass sich die CFK-beziehungsweise die Faserverbundbranche deutlich im Wachstum befindet.

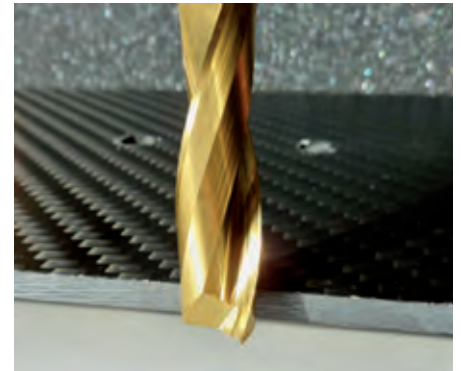
Grundlage für einen vermehrten Einsatz dieser Werkstoffe ist abgesehen von einer deutlichen Reduktion der Kosten auch eine Steigerung der Prozesssicherheit. Dies betrifft vom eigentlichen Urformen bis hin zur Endbearbeitung der Bauteile alle erforderlichen Herstellungsschritte. Trotz vergleichsweise endkonturnaher Herstellung werden nahezu alle CFK-Bauteile im Laufe des Herstellungsprozesses spanend bearbeitet. Hierzu zählen vor allem das Besäumen im Randbereich oder das Einbringen von Bohrungen und Taschen für anstehende Fügeoperationen.

Hierbei führen viele Eigenschaften dieser Werkstoffe zu Herausforderungen bezüglich einer prozesssicheren und wirtschaftlichen Bearbeitung. Dazu zählen zum einen der inhomogene Aufbau, die geringe thermische Belastbarkeit des Matrixwerkstoffs, die aufwändige Zerspanungssimulation, der hohe Werkzeugverschleiß, die große Vielfalt an möglichen Zusammensetzungen wie auch die grundsätzlich von der Bearbeitung von Metall abweichenden Schadensbilder. So tritt bei fehlerhafter Bearbeitung von Faserverbundwerkstoffen häufig Delamination, also ein zumindest lokales Aufspalten des Werkstoffs in seine einzelnen Lagen, auf.

Weitere Folgen sind Faserüberstände oder eine thermische Schädigung des Materials. Hierbei zeigen die unterschiedlichen Bearbeitungsverfahren wie Bohren, Fräsen oder Sägen unterschiedlich starke Ausprägungen der einzelnen Schadensbilder. Abgesehen von der Wahl des Verfahrens und der Prozessparameter sind die Zusammensetzung des Werkstoffs und die Einspannung des Werkstücks Einflussfaktoren hinsichtlich der Bearbeitung.

Am Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA) in Stuttgart werden in Kooperation mit dem Institut für Werkzeugmaschinen der Universität Stuttgart mit über 40 akademischen Mitarbeitern Lösungen für die prozesssichere und wirtschaftliche Zerspanung dieser Werkstoffe entwickelt. Aus diesem Grund richten beide Institute am 22. Oktober zum nun bereits dritten Mal die IfW-Tagung *Bearbeitung von Verbundwerkstoffen – Spanende Bearbeitung von CFK* am Standort Stuttgart aus. Auch in diesem Jahr präsentieren Werkzeugmaschinenhersteller, Werkzeughersteller, Werkzeugbeschichter, Kühl- und Schmiermittelhersteller sowie Anwender neue Ansätze und Lösungen für die Bearbeitung von Faserverbundwerkstoffen.

In diesem Jahr werden durch die Themen der einzelnen Vorträge alle Bereiche der Zerspanung von CFK abgedeckt. So werden die Anforderungen an Werkzeugmaschinen und Spannsysteme wie auch neue Beschichtungssysteme thematisiert. Weitere Themen sind das Einsparpotential in der Großserienfertigung und auch die Potentiale beim Einsatz von Kühlschmierstoffen oder Ultraschall in der Zerspanung von CFK. Auf Seite der Anwender werden durch die Vorträge von Alexander Sazepin von der EACC GmbH und Dr. Magnus Enßle von der Eurocopter Deutschland GmbH Einblicke in den Stand der Technik bei der Zerspanung von CFK für Serienbauteile ermöglicht. Björn Herbst von der Blaser Swisslube AG und Alis-



tair Forbes vom Fraunhofer-IPA erläutern anhand von Beispielen die Unterschiede zwischen der Trocken- und Nassbearbeitung in der industriellen Anwendung von Kühlschmierstoffen. Grundlegende Ergebnisse und aktuelle Entwicklungen im Bereich der Werkzeugbeschichtung, wie Multilayer-Diamantbeschichtungen oder Plasmaschärfen, werden durch Manfred Weigand von der CemeCon AG und Dr. Peter Gluche von GFD Gesellschaft für Diamantprodukte präsentiert. Seitens der Werkzeugmaschinenhersteller werden in diesem Jahr Armin Wunderlich von der MAG IAS GmbH und Florian Feucht von der Sauer GmbH die Anforderungen an die Maschinenteknik bei der Zerspanung von CFK beziehungsweise die Vorteile durch den Einsatz der Ultraschalltechnik aufzeigen. Aus dem Bereich der Forschung erläutert Rocco Eisseler vom Institut für Werkzeugmaschinen der Universität Stuttgart die Einflüsse von Spannsystemen auf die Bearbeitung von CFK.

Weitere Informationen sowie die Anmeldung der Tagung in der Kultur- und Kongresszentrum Liederhalle, Stuttgart, finden sich auf Website des Instituts für Werkzeugmaschinen der Universität Stuttgart.

➤ [www.ifw.uni-stuttgart.de/events/ifw-tagung](http://www.ifw.uni-stuttgart.de/events/ifw-tagung)

➤ E-Mail: [tagung@ifw.uni-stuttgart.de](mailto:tagung@ifw.uni-stuttgart.de)

## Komplexe Bauteile mit Hilfe additiver Verfahren wirtschaftlich herstellen

Auf der VDI-Konferenz „Additive Manufacturing“ am 9. und 10. Oktober 2013 in Duisburg diskutieren Experten Designfreiheiten und -grenzen sowie Aspekte der Wirtschaftlichkeit bei additiven Fertigungsverfahren

Wie kann der Maschinenbau in Deutschland die Fertigung von Individual- und Kleinserien automatisieren? Welche Möglichkeiten hat die Automobilindustrie, um die komplexen Geometrien des Leichtbaus ohne hohe Werkzeugkosten zu realisieren? Wie kann der Werkzeug- und Formenbau die Chance der wirtschaftlichen Produktentwicklung und Produktion nutzen? Diese und weitere Fragen beantwortet die Konferenz Additive Manufacturing am 9. und 10. Oktober 2013 in Duisburg.

Entwickler und Anwender diskutieren auf der Konferenz Innovationspotenziale und unterschiedliche additive Fertigungsverfahren. Dabei gehen sie unter anderem auf

die Stereolithografie (STL), das Fused Deposition Modeling (FDM) und das High-Speed-Cutting (HSC) ein. Neben den Fertigungsverfahren thematisieren sie auch Folgeverfahren wie das Vakuumgießen und Reinforced Material. Zudem tauschen sie sich über die Möglichkeiten aus, wie sie Ressourcen und Energie einsparen können.

Auf der Konferenz erläutern die Fachleute darüber hinaus, wann der Einsatz des Additive Manufacturing aus Konstruktions- und unter wirtschaftlichen Aspekten sinnvoll ist. Sie stellen vorhandene und zukünftige Lösungen vor, um Bauteile für raue Umgebungen besser reproduzieren zu können und resistent zu machen. Welche Voraus-

setzungen für die serienreife Herstellung belastbarer Funktionsbauteile erfüllt sein müssen, ist ein weiteres Thema.

Die von der VDI Wissensforum GmbH organisierte Konferenz unter Leitung von Prof. Gerd Witt, bietet den Teilnehmern die Möglichkeit, sich mit Experten unter anderem von Airbus, BMW, EOS sowie Evonic, MTU und Trumpf über Konstruktionsmöglichkeiten, Reparaturverfahren und Leichtbaupotenziale auszutauschen. Die Fachleute befassen sich auch mit der Frage, wie sie neue Werkstoffe in additiven Verfahren einsetzen und Oberflächen beschichten können.

➔ [www.vdi.de](http://www.vdi.de)

# EMO Hannover

The world of metalworking



INFO: VDW – Generalkommissariat EMO Hannover 2013  
Verein Deutscher Werkzeugmaschinenfabriken e.V.  
Corneliusstraße 4 · 60325 Frankfurt am Main · GERMANY  
Tel. +49 69 756081-0 · Fax +49 69 756081-74  
[emo@vdw.de](mailto:emo@vdw.de) · [www.emo-hannover.de](http://www.emo-hannover.de)

Mit der Bahn zur EMO Hannover für  
**89 EUR\*** inkl. Tages-Eintrittskarte

\* Hin- und Rückfahrt in der 2. Klasse, ab allen innerdeutschen Bahnhöfen. Das Angebot ist gültig vom 14.09.13 – 23.09.13 und buchbar über [www.emo-hannover.de/de/reisespecial](http://www.emo-hannover.de/de/reisespecial) oder Info-Hotline +49 (0) 511 89-0



## Diamantene Drähte

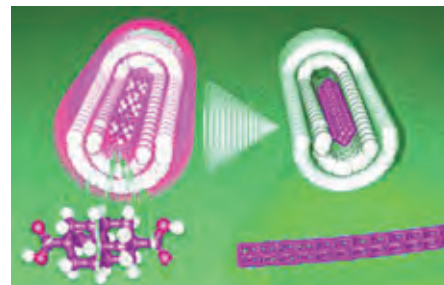
Kohlenstoffbasierte Nanomaterialien zeigen einzigartige Eigenschaften, die sie interessant für vielfältige technische Anwendungen machen, zum Beispiel in Leichtbau und Elektronik, Energie-, Umwelt- und Medizintechnik. Ein internationales Forscherteam stellt in der Zeitschrift *Angewandte Chemie* jetzt einen neuen Ansatz zur Herstellung besonders feiner Nanodrähte aus Kohlenstoff in der Diamantkonfiguration vor. Moleküle mit diamantartiger Struktur werden dazu im Innern einer Kohlenstoffnanoröhre miteinander verknüpft.

Kohlenstoff kann in verschiedenen Formen vorkommen, von denen Graphit und Diamant die bekanntesten sind. Während Graphit aus zweidimensionalen wabenartigen Kohlenstoffschichten besteht, sind Diamanten dreidimensionale käfigartige Gerüste aus gewellten Kohlenstoffsechsringen. Daneben ist inzwischen eine Vielzahl neuer Nanokonfigurationen bekannt: Fullerene, Kohlenstoffnanoröhrchen, Graphen (Graphit-Monoschichten), Nanodiamanten und Diamantoide. Diamantoide sind eigentlich mineralische Cycloalkanmoleküle mit Kohlenstoffgerüst, das wie bei Diamant aus Käfigen aufgebaut ist. Sie lassen sich als Miniaturdiamanten auffassen, an deren Außenflächen Wasserstoff gebunden ist.

Für viele Anwendungen im Nanomaßstab braucht man nanoskopische Drähte. Verschiedene Typen wurden bereits hergestellt, inzwischen auch Nanodrähte aus Kohlenstoff in der Diamantkonfiguration mit etwa 50 Nanometer bis 100 Nanometer Durchmesser. Das Forscherteam aus Japan, China, Deutschland und den USA wollte mit den Dimensionen noch weiter bis in den sub-Nanometerbereich heruntergehen. Sol-

che winzigen Drähte könnten als Spitze für Rastersondenmikroskope interessant sein, Geräten, mit denen die Topologie einer Oberfläche in extrem hoher Auflösung abgetastet und dann abgebildet werden kann.

Die Idee der Forscher um Hisanori Shinohara von der Universität Nagoya, Japan, war, Diamantoide zu langen, superdünnen Drähten zu fusionieren. Damit dies gelingt, griffen sie zu einem Trick: Kohlenstoffnanoröhrchen, die als Gussform dienen. Als Ausgangsmaterial wählten die Wissenschaftler Diadamantan, ein Diamantoid aus zwei diamantartigen Käfigen. An beiden Seiten stateten sie das Molekül mit je einer Carbonsäure-Gruppe aus. Für die Synthese werden die Moleküle in die Dampfphase überführt. Sie werden dann wie durch Kapillarkräfte in die winzigen Kohlenstoffnanoröhren hineingesaugt. Als geeignet erwiesen sich Röhrchen mit einem Innendurchmesser von etwa 1,3 Nanometer. Im Innern der Röhrchen richten sich die Diamantoide wie Perlen auf der Schnur aus. Erhitzen auf etwa 600 °C unter Wasserstoffatmosphäre führt zu einer Polymerisation, bei der die einzelnen Diamantoidmoleküle sich über ihre Car-



Einem Forscherteam ist es gelungen, diamantene Nanodrähte zu erzeugen Quelle: Wiley-VCH

bonsäure-Gruppen zu einem langen, etwa 0,78 Nanometer dünnen Draht verbinden. Die käfigartige Struktur bleibt erhalten.

Mithilfe theoretischer Berechnungen und verschiedener analytischer Methoden konnten die Wissenschaftler belegen, dass der Kohlenstoff in den Drähten tatsächlich in einer diamantartigen Konfiguration vorliegt. Derzeit arbeiten die Wissenschaftler eine Ultraschalltechnik aus, mit der die Nanodrähte aus den umhüllenden Nanoröhrchen freigesetzt werden können.

↳ Gesellschaft Deutscher Chemiker e. V.

## 16. Materialica – Lightweight Design for New Mobility

Intelligenter Leichtbau für mobile Applikationen, leistungsfähige Batteriematerialien für die Elektromobilität und neue Strategien für den Fälschungsschutz sind die Kernthemen der diesjährigen Materialica-Kongresse. Mehr als 50 führende Experten aus Wissenschaft und Industrie transportieren neueste Erkenntnisse und impulsgebende Szenarien, die die Fachmesse Materialica – Lightweight Design for New Mobility – zur Hightech-Veranstaltung werden lässt.

Vom 15. bis zum 17. Oktober 2013 findet die 16. Materialica auf dem Gelände der Messe München zeitgleich mit der eCarTec – 5. Internationale Leitmesse für Elektromobilität und Hybrid – statt. Mit insgesamt drei hochwertigen Fachkongressen fokussiert die Materialica 2013 aktuelle Lösungen aus den Bereichen intelligenter Leichtbaumaterialien und Composites, leistungsfä-

higer Batterie- und Brennstoffzellentechnologien und effektiver Strategien für den Fälschungsschutz.

Mit insgesamt 20 Vorträgen stellen am 16. und 17. Oktober 2013 Technologieführer wie SGL Group, BMW Group, KTM, DLR und EADS neueste Entwicklungen und Resultate aus den Bereichen Lightweight Concepts, Manufacturing Process Simulation, Thermoplast Processing, Multifunctional sowie Safety, Service and Repair vor, die in den Anwendungsfeldern Automotive und Aerospace wegweisende Impulse generieren ([www.composites-kongress.de](http://www.composites-kongress.de)).

Der 3. Internationale Batterie Kongress (16. und 17. Oktober) behandelt mit rund 20 Expertenvorträgen neueste Erkenntnisse aus den Bereichen Research: Innovation for Battery Materials, Best Practice: Batte-

ry Production, Experience: Batteries on the Road sowie Solutions: Testing & Simulation und Fuel Cell Innovations ([www.batterie-kongress.de](http://www.batterie-kongress.de)).

Internationale Marktführer aus dem Bereich innovativer Technologien zur Realisierung hochsicherer Fälschungsschutzmerkmale in den unterschiedlichsten Produktkategorien sowie Rechtsanwälte und Vertreter des Europäischen Patentamtes nehmen sich dieser zunehmend wichtigen Thematik als Referenten an. Vorträge von der Piratenpartei, dem Plagiarius e. V. und vom Verfassungsschutz ergänzen mit Best-Practice-Beispielen und Statements zur Beurteilung des geistigen Eigentums diesen hochinformativen Fachkongress am 15. Oktober ([www.epatent-workshop.de](http://www.epatent-workshop.de)).

↳ [www.materialica.de](http://www.materialica.de)

# Entgraten und Reinigen – wichtige Themen in der Fertigung

Nach wie vor zählen das Entgraten und Reinigen zu den Stiefkindern in der Fertigung. Dass unabhängig davon ein großes Interesse an effizienten Lösungen für diese Aufgaben besteht, belegte die bis auf den letzten Platz ausgebuchte 1. Fachtagung *Entgraten und Reinigen* der fairXperts GmbH, die am 3. und 4. Juli in Nürtingen stattfand.

Bei fast allen Fertigungsverfahren kommt es zu einer Gratbildung. Da diese unerwünschten Werkstoffgebilde sowohl aus funktionellen und ergonomischen Gründen als auch unter ästhetischen Aspekten eine Beeinträchtigung darstellen können, müssen sie häufig entfernt werden. Ebenso wie die Bauteil- und Oberflächenreinigung soll dies natürlich möglichst effizient und prozesssicher erfolgen. Mit den entsprechenden Verfahren dafür beschäftigte sich die zweitägige Fachtagung *Entgraten und Reinigen*, die von der fairXperts GmbH durchgeführt wurde.

Der erste Veranstaltungstag war dem Entgraten gewidmet. Der erste Vortrag bot grundsätzliche Informationen zum Thema sowie ausführliche Informationen zur Gratentstehung und der Problematik *Sekundärgrate*, insbesondere in der spanenden Fertigung. Es wurden auch Lösungen aufgezeigt, um Grate zu vermeiden beziehungsweise zu vermindern und welche Faktoren bei der Auswahl des passenden Entgratverfahrens eine Rolle spielen.

Die folgenden acht Vorträge beschäftigten sich mit unterschiedlichen Technologien für wirtschaftliches Entgraten. Dabei ging es vor allem um Verfahren für die Beseitigung von innenliegenden Graten, bei denen konventionelle Methoden wie Fräsen, Schleifen, Gleitschleifen oder Strahlen an Grenzen stoßen. Dazu zählte unter anderem das Strömungsschleifen, auch Druckfließ-

läppen genannt. Dieses Verfahren wird zum Entgraten, Polieren und Kantenverrunden von schwer erreichbaren Teilegeometrien, wie beispielsweise sich kreuzenden Bohrungen in der Automobilindustrie, Luft- und Raumfahrt, bei biomedizinischen Produkten sowie bei Extrusionswerkzeugen, eingesetzt.

Vorgelegt wurde auch das Entgraten mit Kohlenstoffdioxidschnee, das immer häufiger bei der Gratentfernung an Kunststoff- und Leichtmetallbauteilen zum Einsatz kommt. Neben dem chemischen Entgraten thematisierte die Veranstaltung auch die elektrochemische Metallbearbeitung, wobei es nicht nur um das Entgraten (ECM), sondern auch um die Formgebung mit diesem Verfahren ging. Anhand von Beispielen wurde gezeigt, dass sich mit diesem Verfahren gratlos Konturen, Strukturen oder komplette Bohrungen, auch *um die Ecke* in ein Bauteil einbringen lassen. Ein Referat zu den Möglichkeiten und Grenzen des thermischen Entgratens (TEM) stand ebenfalls auf dem Programm. Es zählt zu den Verfahren, mit denen sich das Entgratergebnis *gratfrei/scharfkantig* erzielen lässt.

Der zehnte und letzte Vortrag des ersten Tages zum Entmagnetisieren als Vorbereitung vor Reinigungsprozessen stellte einen perfekten Übergang zum zweiten Tag dar, an dem die industrielle Bauteil- und Oberflächenreinigung im Mittelpunkt stand. Er begann mit einem Referat zur reinheits-

gerechten Zerspanung als Teil zur Beherrschung der technischen Sauberkeit. Welche Anforderungen an Anlagentechnik, Medium und Aufbereitung für einen effizienten Reinigungsprozess gestellt werden, thematisierte ein auf einem Praxisbeispiel basierender Vortrag. Ultraschall-, Spritz- und CO<sub>2</sub>-Schneestrahlnreinigung waren weitere Verfahren, deren Einsatzpotential und Grenzen in Vorträgen beleuchtet wurde. Im Fokus stand auch die Bedeutung des Reinigungsbehältnisses für einen effektiven Reinigungsprozess sowie dessen Gestaltung und Ausführung für unterschiedliche Anwendungen. In den letzten beiden der insgesamt neun Vorträge des zweiten Veranstaltungstages wurden Lösungen für die Badüberwachung und die Prüfung der Bauteilsauberkeit vorgestellt.

Parallel zu der Fachtagung präsentierten 17 Unternehmen Produkte und Dienstleistungen zum Thema Entgraten und Reinigung. Das Feedback der 125 Teilnehmer der Fachtagung war durchweg positiv. Gelobt wurde das breite Themenspektrum, das einen umfassenden Überblick über die aktuellen Entwicklungen und Trends beim Entgraten und Reinigen bot sowie viel Wissen vermittelte. Neben diesem Wissenstransfer schätzten die Teilnehmer auch die Möglichkeit, Kontakte zu knüpfen und Erfahrungen auszutauschen. ds

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



# Oberflächentechnik in der Europäischen Forschung

Von Uwe König, Haan

Es ist notwendig und empfehlenswert, die Oberfläche bei der Herstellung von Produkten als zentralen Punkt herauszustellen und nicht nur als eine Eigenschaft unter vielen – Oberflächenreaktionen beeinflussen die Materialeigenschaften und verändern Funktionalitäten. Hierauf aufbauend, ist die Entwicklung neuer Technologien, nicht nur Optimierung des Bestehenden, ein wesentliches Standbein für die Marktsicherung in der Oberflächentechnik. Dazu werden von verschiedenen nationalen und europäischen Institutionen seit langem verschiedene Initiativen gefördert und in der zeitlichen Entwicklung der Forschung in Europa neue, innovative Schichtsysteme immer mehr zu einem zentralen Anliegen. Im europäischen Bereich zeigen sich bei der Beteiligung der einzelnen EU-Mitglieder je nach Thema deutliche Unterschiede, was darauf hindeutet, dass zu verschiedenen Zeiten die Gewichtungen in den jeweiligen Mitgliedsstaaten unterschiedlich bewertet werden. Umweltfragen werden kontinuierlich mitverfolgt, sie bilden insbesondere in Deutschland und Frankreich einen zentralen Schwerpunkt, mit Abstand zu den anderen Ländern.

## The role of Surface Technology in European Research

It is not only desirable but also necessary that, in manufacturing a product, the surface finish be considered as critical, and not merely one of many other attributes. The properties of a surface affect the performance of the substrate material and can modify its functionality. Given this, it is clear that development of new technologies rather than merely optimising existing ones, is a key to maintaining market strength in surface technology. For these reasons, numerous national and European institutions have long been engaged in a range of initiatives. Over time, research in Europe creating innovative coating systems has become more unified. Within Europe, member States have been involved to varying extents, reflecting the emphasis by individual governments. Environmental issues are a persistent theme, especially in France and Germany where they have assumed an importance that is not found in many other European States.

Forschung und Entwicklung in Europa, das heißt sowohl die nationale als auch die europäische, setzt verstärkt auf Internationalität und Kooperation. Somit ist es an der Zeit, die Fortschritte und Entwicklungen der letzten Jahre zu bewerten und künftige Leitgedanken zu dem Kernelement des Europäischen Forschungsraumes (EFR – [http://ec.europa.eu/research/era/index\\_de.htm](http://ec.europa.eu/research/era/index_de.htm)) zu erörtern. In einer im Wandel begriffenen Welt, die sich durch eine immer raschere Globalisierung von Forschung und Technologie sowie die Entstehung neuer wissenschaftlicher und technologischer Mächte – insbesondere China und Indien – auszeichnet, ist der europäische Forschungsraum mehr denn je Eckpfeiler einer europäischen Wissensgesellschaft. Forschung, Aus- und Weiterbildung sowie Innovation müssen uneingeschränkt mobilisiert werden, um die wirtschaftlichen, gesellschaftlichen sowie umweltpolitischen Ziele der EU zum einen und die Bedürfnisse der einzelnen Branchen zum anderen zu erfüllen.

Das Konzept des europäischen Forschungsraumes umfasst einen europäischen Binnenmarkt für Forschung, in dem Forscher, Technologie und Wissen unbehindert Grenzen passieren können, eine effektive europaweite Koordinierung einzelstaatlicher

und regionaler Forschungstätigkeiten, -programme und -strategien sowie Initiativen, die auf europäischer Ebene umgesetzt und finanziert werden.

Seit den 1970er Jahren werden die Arbeiten in Forschung und Entwicklung verstärkt im europäischen Raum geplant und koordiniert. Das betrifft sowohl die Themenfindung als auch die Unterstützung von konkreten Projekten im Rahmen von

europäischen Forschungsrahmenprogrammen. Auch wenn die nationalen Förderprogramme wichtig und notwendig sind und es auch bleiben, so entwickelt sich der europäische Forschungsraum (EFR) immer schneller. Schwerpunktthemen werden im europäischen Rahmen entwickelt und strahlen in die nationalen Förderprogramme aus, so dass der europäische Forschungsraum aufgrund der immer rascheren Globalisierung

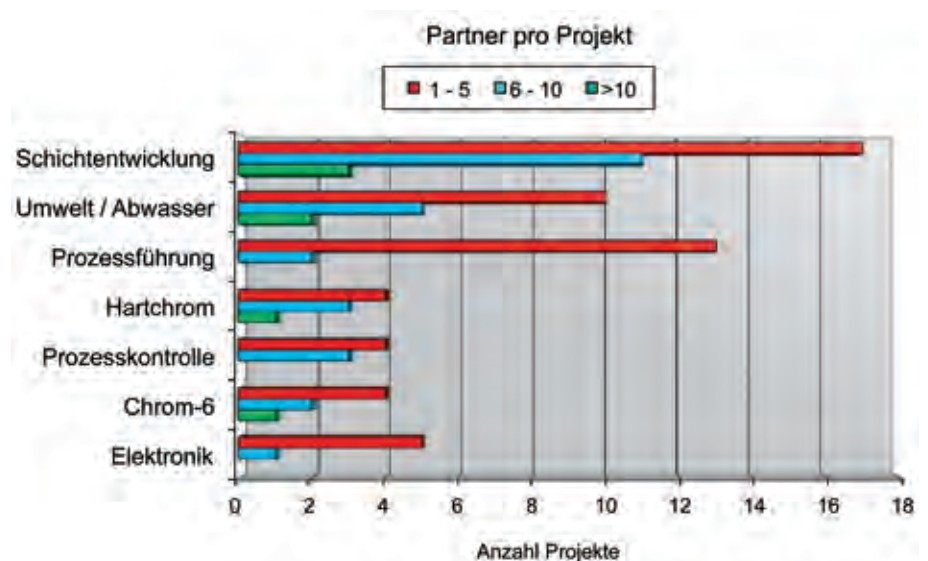


Abb. 1: Anzahl der Projekte nach Themenstellung und Partneranzahl



von Forschung und Technologie sowie der Entstehung neuer wissenschaftlicher und technologischer Mächte – insbesondere China und Indien – mehr denn je Eckpfeiler einer europäischen Wissensgesellschaft, Forschung, Aus- und Weiterbildung sowie Innovation geworden ist.

Anfangs standen die wissenschaftlichen Fragestellungen im Vordergrund, die dann mehr in solche der Anwendung und Umsetzung übergingen. Im 6. Forschungsrahmenprogramm, das Ende 2006 abgeschlossen worden ist, waren dann Themen zur Umsetzung und Marktfähigkeit von Forschungsergebnissen im Zentrum des Interesses, im 7. Rahmenprogramm, das 2007 begann und bis 2013 angelegt war, stehen nun beide Bereiche gleichberechtigt nebeneinander. Aktuell wird das 8. Forschungsrahmenprogramm, das als *Horizon 2020* bekannt geworden ist, realisiert.

#### 1 Informationen des europäischen Forschungsraumes

Aufgrund der wachsenden Bedeutung des europäischen Forschungsraumes ist die Kenntnis der bisherigen Nutzung für die spezifischen Themenbereiche von Interesse. Die entsprechenden Zusammenstellungen der EU erlauben eine erste Übersicht. Alle Projekte und Veröffentlichungen der EU sind verfügbar und können von den jeweiligen Branchen als Hilfestellung für deren Planungen genutzt werden.

Die Suche auf der Forschungsplattform der EU (Cordis – <http://cordis.europa.eu/newsearch/index.cfm?page=advSearch&js=1&language=de>) mit Begriffen wie *plating*, *electroplating* oder *surface finishing* nach Initiativen auf dem Gebiet der elektrolitischen Metallabscheidung ergibt für den Zeitraum 1980 bis 2010 zunächst bis zum abgeschlossenen 6. Rahmenprogramm immerhin rund 150 Projekte, von denen etwa 90 einen direkten thematischen Bezug haben.

Im Wesentlichen lassen sich diese Projekte sieben Schwerpunktthemen zuordnen:

- Schichtentwicklung
- Elektronik
- Umwelt/Abwasser
- Prozessführung,
- Prozesskontrolle
- Hartchrom
- Chrom(VI)

Abbildung 1 zeigt die in den verschiedenen Schwerpunktbereichen bearbeiteten Pro-

jekte. Insbesondere die Entwicklung neuer Schichtsysteme steht im Fokus der universitären und industriellen Forschung, verstärkt durch die Verbindung mit der Umsetzung, die durch Prozessführung beschrieben wird. Der Bereich Umwelt/Abwasser hat ebenfalls einen hohen Stellenwert im europäischen Forschungsraum. Etwas erstaunlich ist es, dass die wichtigen Themen Hartchrom, Chrom(VI)ersatz und Prozesskontrolle nur in einer recht geringen Anzahl von Projekten bearbeitet werden.

Dabei kann von der Anzahl der Projekte nur bedingt auf die Bedeutung des Schwerpunkts geschlossen werden. Ein besseres Kriterium ist die Anzahl der an den Projekten beteiligten Partner, die das Interesse an der Thematik ausdrückt (Abb. 2). Je mehr Partner an den Projekten beteiligt sind desto größer ist das übergreifende Interesse, zumal mit zunehmender Anzahl auch die Beteiligung der industriellen Partner steigt. Durchschnittlich kommt auf rund drei universitäre Partner ein Teilnehmer aus der Industrie.

Während Prozessführung und Anwendung in der Elektronik eher in kleineren Projekten bearbeitet werden, sind Themen wie Chrom(VI) und Hartchrom trotz der geringen absoluten Anzahl von allgemeinem Interesse und es findet sich eine größere Anzahl von interessierten Partnern. Damit ist diese Entwicklung auch in der Anzahl der durchgeführten Projekte wiederzufinden. So bearbeiten die spezifischen Themenstellungen im Bereich Schichtentwicklung ein breites Spektrum und führen dadurch zu einer größeren Projektanzahl. Themen von allgemeinem Interesse werden in ausgewählten Projekten bearbeitet, die damit sowohl in der Forschung als auch in der Anwendung auf ein sehr großes Interesse stoßen.

Hier liegt auch der Hauptvorteil von europäischen Projekten – die Bearbeitung von Themenstellungen, die in allen Ländern der EU Einfluss haben. Schichtentwicklungen, Elektronik und Prozessführung sind eher spezialisierte Themen, während Prozesskontrolle, Chrom(VI) und Hartchrom wiederum von übergreifendem Interesse sind. Themenstellungen wie Umwelt/Abwasser sind sowohl von übergreifendem Interesse, werden aber auch stark von den nationalen Vorgaben beeinflusst.



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

# Für hochkorrosive Medien

## PVDF - Tauchpumpe



■ Sehr gute thermische und chemische Beständigkeit (Chromsäure, Salpetersäure, Flußsäure, Schwefelsäure)

■ Geeignet für hochreine Medien (keine Kontamination des Mediums durch die Pumpenwerkstoffe)

■ Temperaturbeständig bis 90°C

[www.sager-mack.com](http://www.sager-mack.com)  
Tel.: 07904 / 9715-0



Wegweisend im Fördern und Filtern



**SAGER**  
+  
**MACK**

## Leistungsstark und vielfältig – Anwendung stückverzinkter Stahlbauteile im Rahmen der Energiewende

Von Dr.-Ing. Thomas Pinger, Fontaine Technologie GmbH, Gelsenkirchen

Die begonnene Energiewende in Deutschland fußt auf einem breiten Ansatz, der durch den Einsatz verschiedener Technologien zur Erzeugung von Strom aus regenerativen Quellen im Rahmen einer dezentralen Struktur gekennzeichnet ist. Gerade die Aufgliederung in kleine Kraftwerkseinheiten mit teils sehr schwieriger Zugänglichkeit sowie der allgemein hohe Kostendruck und die damit verknüpfte Notwendigkeit von möglichst geringen Erstinvestitionen aber auch der Reduzierung von Instandhaltungskosten lassen das Thema der Dauerhaftigkeit in den Fokus rücken. In weiten Bereichen wird hierbei auf die Leistungsfähigkeit stückverzinkter Stahlbauteile gesetzt, basierend auf dem klassischen Verzinkungsverfahren duroZINQ®, in einzelnen Anwendungen und im Rahmen von Forschungs- und Entwicklungskooperationen aber auch mit dem ressourceneffizienten Dünnschichtverfahren microZINQ®. Bei allen Anwendungen kommt insbesondere die hohe Beständigkeit der Zinkschichten sowohl gegen atmosphärische als auch mechanische Belastungen zum Tragen, durch die ein extrem langlebiger und nachhaltiger Korrosionsschutz von Stahlkonstruktionen gewährleistet wird.

The energy revolution started in Germany is based on a broad approach, which is characterized by the use of different technologies for power generation from renewable sources within a decentralized structure. Especially the breakdown into small power plant units with partly very difficult accessibility and the generally high cost pressure with the related need for minimal initial investment but also the reduction of maintenance costs brings the subject of durability into focus. In many fields of application the good performance of hot dip galvanized steel parts is the preferred choice, based on the classical hot dip galvanizing technology duroZINQ®, in some applications and in connection with research and development cooperation also with the resource-efficient thin-film process microZINQ®. In all cases the high resistance of zinc coatings to both atmospheric and mechanical loading ensures an extremely durable and sustainable corrosion protection of steel structures.

### 1 Einleitung

Bei den anstehenden Investitionen in grüne Kraftwerke ist ein maßgeblicher Faktor die Sicherung der langfristigen, reibungslosen Verfügbarkeit der Anlage, um einen hohen technischen Wirkungsgrad und damit wirtschaftlichen Output zu gewährleisten. Vor dem Hintergrund der langen Planstandzeiten von mindestens 25 Jahren, bei Offshore-Windenergieanlagen von bis zu 35 Jahren, der Dezentralität und der teils schweren Zugänglichkeit der Anlagen sowie des hohen Kostendrucks kommen der Werkstoffauswahl und dem Aspekt der Dauerhaftigkeit von Materialien und Konstruktionen eine sehr große Rolle zu. Hierbei gilt es, Überlegungen anzustellen hinsichtlich der system- und standortspezifischen Randbedingungen, insbesondere über:

- die vorliegenden Belastungen während der Fertigung, des Transports, der Montage und der Nutzung (korrosiv und/oder mechanisch)
- die Eigenschaften des Grundwerkstoffes im Hinblick auf dessen Verträglichkeit mit dem zu erwartenden, angreifenden Medium

- die Kosten zur Erstanschaffung und Errichtung als auch während der Nutzung (d. h. Inspektion und Instandhaltung)
  - die Lebenserwartung an die Konstruktion.
- In allen Bereichen stellt stückverzinkter Stahl eine sehr gute technische Lösung und wirtschaftlich interessante Alternative dar, die aufgrund ihrer Vorteile zunehmend Anwendung findet.

Im Folgenden werden Beispiele für das Anwendungsspektrum stückverzinkter Bauteile gegeben, welche die Verwirklichung der Energiewende mittragen.

### 2 Effizienz und Effektivität des Prozesses

Das Stückverzinken von Stahlbauteilen lässt sich prozessseitig in den Bereich der Oberflächenreinigung in chemischen Medien und die eigentliche Verzinkung durch Eintauchen der Stahlelemente in eine flüssig-heiße Zinkschmelze einteilen. Diese allgemeine Prozesscharakteristik ist in den 23 deutschen Werken der Voigt & Schweitzer-Gruppe, dem Schwesterunternehmen der Fontaine Technologie, in besonderem Maße gekennzeichnet durch Effizienz und Effektivität.

Das beinhaltet auf der einen Seite den Einsatz möglichst geringer Mengen an Prozessstoffen und Betriebshilfsmitteln sowie die Sammlung und Aufbereitung von Abfällen und auf der anderen Seite die Gestaltung des Prozesses und der Stoffauswahl unter der Prämisse, dass die Verwendung umweltkritischer Stoffe vermieden sowie die Trennung und Wiederverwertung der eingesetzten Stoffe am Ende des Produktlebenszyklus gefördert wird.

Dem Ansatz des Cradle-to-Cradle-Prinzips folgend wurde bei Voigt & Schweitzer das Markenprodukt duroZINQ®, die klassische Stückverzinkung gemäß DIN EN ISO 1461, jüngst vom Cradle-to-Cradle Products Innovation Institute in San Francisco zertifiziert, basierend auf einer von der Environmental Protection Encouragement Agency (EPEA) GmbH durchgeführten Material- und Prozessanalyse.

### 3 Werkstoffvorteile für vielfältige Anwendungsfälle



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

## Getunte Schichten sorgen für Sauberkeit

Jedes Jahr verursachen verunreinigte Industrieanlagen in Deutschland Kosten in Milliardenhöhe. Spezielle Beschichtungen verhindern, dass sich Schmutz ablagert. Forscher können die hauchdünnen Beläge jetzt an verschiedenste Szenarien anpassen.

Den alltäglichen Kampf gegen den Schmutz kennt jeder von uns. Doch ist der innere Schweinehund erst einmal besiegt, sorgen Staubsauger, Spül- oder Waschmaschine relativ schnell wieder für Ordnung in den eigenen vier Wänden. Eine ganz andere Herausforderung ist es dagegen, industrielle Anlagen und Apparaturen sauber zu halten. Denn oft steckt der Teufel dort im Detail. Etwa bei der Pasteurisierung von Milch. Hier lagern sich gelöste Milchproteine in Rohren, Kesseln oder Wärmetauschern der verwendeten Apparaturen ab. Diese sind dann bereits nach einer Arbeitsschicht derartig verschmutzt, dass die gesamte Anlage gestoppt und gereinigt werden muss. Für den Hersteller entstehen enorme Kosten. Fouling nennen Experten die Ablagerungen, die Produktionsabläufe durcheinander bringen können. Studien zufolge entstehen dadurch in Deutschland pro Jahr Kosten von etwa fünf bis sieben Milliarden Euro.

*Maßgeschneidert für jede Anforderung*

Das Fraunhofer-Institut für Schicht- und Oberflächentechnik IST in Braunschweig zeigte auf der Hannover Messe Technologien, die den Schmutz in den Anlagen erst gar nicht entstehen lassen. Spezielle Beschichtungen verhindern, dass Proteine, Salzkristalle und Kalke an Anlagen- oder Bauteiloberflächen anhaften. Das Problem: Die Art der Ablagerungen variiert dabei je nach verwendetem Anlagenmaterial und Flüssigkeit. Die Wissenschaftler haben jetzt einen Weg gefunden, die Schichten für unterschiedliche industrielle Anwendungen und Belastungen anzupassen. Das gelingt ihnen, indem sie die Strukturen und die Energie der Schichtoberflächen nahezu beliebig einstellen. Eine wichtige Stellgröße ist dabei die Oberflächenenergie der Beschichtung. Sie bestimmt, wie stark die Ablagerungen haften bleiben. Das Eigenschaftsspektrum dieser Schichten reicht von hohem Verschleißschutz bis zur extremen Anti-Fouling-Wirkung. Mit Hilfe von spezieller Prozesstechnik ist man nach Aussage von Dr. Martin Keunecke, Abteilungsleiter Neue Tribologische Beschichtungen am IST, in der Lage, nahezu jede gewünschte Eigenschaft zu kreieren.

Die Beschichtungen bestehen aus Kohlenstoff und weiteren Elementen und sind nur wenige Mikrometer dick. Das ist etwa 50 Mal dünner als ein menschliches Haar. Von Grund aus sehr hart und beständig, zeichnen sich Kohlenstoffschichten durch gute Antikorrosions- und Antiverschleiß-eigenschaften aus. Durch den Einbau von nichtmetallischen Elementen wie Fluor und Silizium lässt sich deren Oberflächenenergie, und damit ihre Hafteigenschaft, reduzieren. Ein zusätzlicher Anti-Fouling-Effekt entsteht. Je nach Art und Menge des eingesetzten Elements können die Eigenschaften der Beschichtungen gezielt gesteuert werden, so beschreibt Dr. Peter-Jochen Brand, Abteilungsleiter Transferzentrum Tribologie am IST die Fertigung. Das ist auch notwendig, denn Industrieanlagen sind durch flüssige Stoffe ganz unterschiedlichen Belastungen ausgesetzt. Man denke nur an die Milchverarbeitung oder Fruchtsaferstellung in der Lebensmittelindustrie, die Fertigung von Lacken in der chemischen, die Medikamentenproduktion in der pharmazeutischen Industrie oder den Transport von Erdöl.

*Starke Nachfrage nach Anti-Fouling-Lösungen*

Die Industrie setzt kohlenstoffbasierte Beschichtungen aktuell in erster Linie ein, um Reibung und Verschleiß zu verringern. Obwohl bereits jetzt stark nachgefragt, stecken die Anti-Fouling-Anwendungen noch in den Kinderschuhen. Von ihrer Innovation erwarten Keunecke und Brand deshalb



Wassertropfen auf einer Stahloberfläche mit Anti-Fouling-Beschichtung Quelle: Fraunhofer IST

neue Impulse für den Markt. Auf der Hannover Messe zeigten die Wissenschaftler die Vielfalt ihrer neuen Anti-Fouling-Beschichtungen anhand eines nachgebauten Springbrunnens. Wasser läuft hier über die verschiedenen getunten Oberflächen und bildet dabei – je nach Grad des Anti-Haft-Effekts – unterschiedliche Tropfenmuster. Nachdem die Forscher jetzt wissen, wie die Schichten individuell einzustellen sind, geht es im nächsten Schritt um die Frage, wie die beschichteten Apparaturen am effizientesten produziert werden können. Denn Anti-Fouling funktioniert bereits sehr gut auf Außenflächen, die Innenbeschichtung, zum Beispiel von Rohren, ist jedoch alles andere als einfach. Hier arbeitet das Institut deshalb mit Partnern aus Industrie und Forschung an neuen Herstellungsprozessen.

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

**Rieger**  
Metallveredlung

**Erfolg mit Galvanotechnik!**

**Franz Rieger Metallveredlung**  
Riedstraße 1  
D-89555 Steinheim am Albuch  
Fon +49 7329 8030  
Mail [info@rieger-mv.de](mailto:info@rieger-mv.de)  
[www.Rieger-MV.de](http://www.Rieger-MV.de)

**CHROM**  
**ELOXAL**  
**ZINN**  
**NICKEL**  
**KUPFER**

## DIN EN 1090 – Neue Anforderungen an die Beschichtung von Stahltragwerken

### Was Hersteller und Beschichter beachten müssen

Von Rechtsanwalt Lars Walther, Schwäbisch Gmünd

Die Anforderungen aus der EN 1090 über die Ausführung von Stahl- und Aluminiumtragwerken führen für die Hersteller von entsprechenden Tragwerken zu gewissen Nachweispflichten. Dies gilt unter anderem auch für die Anforderungen an den Korrosionsschutz, die sich direkt aus der EN 1090 beziehungsweise aus der ISO 12944 ergeben. Allerdings wird der Hersteller seine Beschichter aus Haftungs- und Kostengründen zukünftig verpflichten, einen Nachweis der Anforderungen zu bringen. Die Konsequenzen aus der seit Juli geltenden Regelung beziehen sich sowohl auf Feuerverzinkungen als auch auf Lackierungen von Tragwerken. Einen geeigneten Nachweis der Korrosionsschutzanforderungen stellen europäische Qualitätszeichen dar.

#### DIN EN 1090 New Requirements for Coating of Steel Structures – Implications for Fabricators and Coaters

The requirements enshrined in EN 1090 for the manufacture of steelwork and aluminium structures impose a range of measures on the manufacturers of these items. This includes requirements relating to corrosion protection which are expressly stated in EN 1090 as well as in ISO 12944. It is clear that the fabricator will increasingly require assurances from the coater both in terms of liability and cost. These new requirements which are in force since July, apply equally to hot dip galvanising and paint coatings of structures. Suitable guidance regarding corrosion protection requirements can be found in European Quality Standards.

Am 1. Juli 2013 ist die Bauproduktenverordnung der EU in Kraft getreten. Die Bauproduktenverordnung harmonisiert verschiedene europaweit unterschiedliche nationale Normen für Bauprodukte. Das bedeutet, dass der Hersteller eines Bauprodukts, das unter die Bauproduktenverordnung und die darin aufgeführten Normen fällt, dieses in der EU nur noch mit einer Leistungserklärung (Übereinstimmung des Bauprodukts mit der Norm) und CE-Kennzeichnung in Verkehr bringen darf.

Der Hersteller muss zukünftig erklären, dass sein Bauprodukt in Übereinstimmung mit der jeweiligen Norm hergestellt wurde. Verstöße gegen die Bauproduktenverordnung stellen eine Ordnungswidrigkeit dar und können mit einem erheblichen Bußgeld (bis zu 50 000,00 Euro) geahndet werden. Darüber hinaus können sich für den Hersteller umfangreiche haftungsrechtliche Problematiken ergeben, wenn sein Bauprodukt nicht mit der erklärten Leistung übereinstimmt.

Die EN 1090 Ausführung von Stahltragwerken und Aluminiumtragwerken, Teile 1 bis 3, sind harmonisierte Normen, die über die Bauproduktenverordnung innerhalb der EU verbindlich eingehalten werden müssen. Die neue gesetzliche Regelung bringt insbesondere für Metallbaubetriebe, die im bauaufsichtlichen Bereich Tragwerke aus Stahl und Aluminium (Abb. 1) herstellen, eine

Reihe von neuen, einzuhaltenden gesetzlichen Vorgaben. So müssen die Hersteller von Aluminium- und Stahltragwerken ihre werkseigene Produktionskontrolle (WPK) gemäß EN 1090 durch eine akkreditierte und notifizierte Stelle zertifizieren lassen, wobei für Hersteller die bereits nach der alten nationalen Norm (DIN 18800-7) zertifiziert sind, in Deutschland noch eine Übergangsfrist bis zum 1. Juli 2014 gilt.

Die zu erfüllenden Anforderungen und Prüfintervalle der Zertifizierungsstelle ergeben sich dabei aus den vier Ausführungsklassen (Execution Classes = EXC). Hier erfolgt eine Einteilung der Tragwerke in Abhängigkeit von der Beanspruchung, dem Werkstoff und dem Schweißverfahren. Der Hersteller solcher Tragwerke muss sich also vor einer Zertifizierung genau bewusst sein, welcher Ausführungsklasse seine Produkte unterliegen. Denn ist der Hersteller beispielsweise nach der EXC 2 zertifiziert, so kann er keine Tragwerke, die einer höheren Ausführungsklasse unterliegen, normgerecht und damit mangelfrei in Verkehr bringen. Die verschiedenen Ausführungsklassen werden wie folgt unterschieden:

– In die EXC 1 fallen tragende Bauteile aus Stahl bis zur Festigkeitsklasse S275 und Aluminiumlegierungen, die vorwiegend ruhend beansprucht werden, beispielsweise Treppen, Einfamilienhäuser bis zu vier Geschossen oder Balkone

– Die EXC 2 unterscheidet sich von der Klasse 1 darin, dass Stahl bis zur Festigkeitsklasse S700, die nicht ruhende Beanspruchung und Bauwerke bis einschließlich 15 Geschossen zusätzlich erfasst sind

– In die EXC 3 hingegen fallen Bauteile, die nicht von der Klasse 1 und 2 erfasst sind. Dies sind Gebäude mit mehr als 15 Geschossen, großflächige Dachkonstruktionen, Stadien, Brücken im Straßenbau, fliegende Bauten (Achterbahn), Türme, Masten, Antennen

– Die EXC 4 umfasst alle tragenden Bauteile der Klasse 3, wenn das Versagen eines solchen Bauteils zu extremen Folgen für Mensch oder Umwelt führen kann. Hier sind Brücken im Straßen- und Gleisbau über dicht besiedelten Gebieten, Industrieanlagen mit hohem Gefährdungspotenzial und Komponenten in Atomkraftwerken zu nennen.

Die Abstände für die Inspektion der werkeigenen Produktionskontrolle nach der erfolgreichen Erstinspektion durch die Zertifizierungsstelle erfolgt bei den EXC 1 und 2 im Rhythmus 1-2-3-3 (Jahre), für die EXC 3 und 4 im Rhythmus 1-1-2-3-3.

Der Metallbauverband spricht deutschlandweit von etwa 20 000 bis 30 000 Metallbaubetrieben, Schlossereien und ähnlichen Unternehmen, die derartige Tragwerke herstellen und sich einer laufenden Überwa-



Abb. 1: Beispiele für Tragwerke: Strommast, Unterbau für Balkon, Brücke, Off-shore-Windturbine und Stahlbauwerk (von links oben nach rechts unten)

chung durch eine akkreditierte und notifizierte Stelle unterziehen müssen.

Vielen Herstellern und auch Beschichtern ist nicht bekannt ist, dass die mehr als 400-seitige EN 1090 auch Anforderungen an den Korrosionsschutz durch Beschichtung, die Ausführung dieser Arbeiten und das verwendete Beschichtungsmaterial regelt.

### Auswirkungen der EN 1090 im Bereich Korrosionsschutz

Nachfolgend wird näher auf die grundsätzlichen Auswirkung der EN 1090 im Bereich des Korrosionsschutzes auf den Hersteller und seinen Beschichter eingegangen.

Anhang F der EN 1090 Teil 2 (Stahltragwerke) regelt, dass die Anforderungen an den Korrosionsschutz in den Ausführungsunterlagen festgelegt werden müssen. Somit muss der Hersteller dem Beschichter bei Auftragserteilung verbindlich mitteilen, welche Korrosivitätskategorie und Schutzdauer für den Auftrag einzuhalten sind, denn der Beschichter kann im Regelfall nicht einschätzen, ob das Produkt in den Geltungsbereich der EN 1090 fällt.

Des Weiteren ist zu klären, ob es sich bei dem Produkt überhaupt um ein tragendes Bauteil handelt oder ob es in der EU in Verkehr gebracht wird oder für die Schweiz oder Dubai bestimmt ist. Dann unterliegt es

nicht dem Geltungsbereich der Norm. Der notwendige Korrosionsschutz, der durch die Beschichtung erreicht werden soll beziehungsweise muss, ist dem Beschichter verbindlich mitzuteilen, da dieser ebenfalls von vielen Faktoren (beispielsweise dem Standort des Bauwerks – Sylt oder Berchtesgaden, Umweltbedingungen, Industriebelastungen, Einsatzgebiet, innen oder außen, und ähnlichen Unterscheidungen) abhängt und ohne Informationen durch den Beschichter nicht vorhergesehen werden kann.



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

## Prozess- und Qualitätssicherung in der Bauteilreinigung



Erfolgreiches erstes Grundlagenseminar QS Rein des FIT

Am 12. und 13. Juni 2013 veranstaltete der Fachverband industrielle Teilereinigung e. V. (FiT) das erste Grundlagenseminar zur Prozess- und Qualitätssicherung in der Bauteilreinigung – Nasschemische Reinigung vor der Beschichtung. Ein Thema, das viele Unternehmen beschäftigt. Darauf lässt zumindest die mit 42 Teilnehmern bis auf den letzten Platz ausgebuchte Veranstaltung schließen.

Unabhängig von der eingesetzten Technologie, erfordern Beschichtungen optimal vorbehandelte Oberflächen. Die Bauteilreinigung spielt dabei eine entscheidende Rolle. Welche Faktoren für die Erzielung der erforderlichen Sauberkeit entscheidend sind, war ein Thema beim Grundlagenseminar *Prozess- und Qualitätssicherung in der Bauteilreinigung – Nasschemische Reinigung vor der Beschichtung* des FiT unter fachlicher Leitung von Professor Dr. Lothar Schulze, Dresden. Darüber hinaus erfuhren die Teilnehmer der zweitägigen Veranstaltung, wie sich durch die Qualitätskontrolle der Bäder sowie der Oberflächen die Reinigung prozesssicher und effizient auslegen lässt.

### Qualitätssichernde Prozessführung statt Sicherheitsbetrieb

In seinem Eröffnungsvortrag stellte Professor Schulze den Ist- und Soll-Zustand der Qualitätssicherung in der Teilereinigung vor dem Beschichten gegenüber. Dabei wurde deutlich, dass sich durch den oft anzutreffenden Sicherheitsbetrieb – gekennzeichnet durch Überdosierung des Reinigers, zu frühzeitiger Baderneuerung und Prozesseingriffen nur nach Fehlern im Folgeprozess – die hohen Anforderungen an die Reinigung vor der Beschichtung nicht prozesssicher erfüllen lassen. Wesentlich für die

Qualitätslenkung des Reinigungsprozesses sind die kontinuierliche Überwachung der Prozessmedien sowie der Sauberkeit der Oberflächen.

Im Themenbereich *Grundlagen Reinigen* informierte Ulrike Kunz von der Surtec Deutschland GmbH im ersten Vortrag über die wichtigen Kriterien bei der Auswahl des Reinigungsmediums. Die Leiterin des Technical Centers thematisierte dabei einerseits das Materialspektrum und unterschiedliche Arten von Verschmutzungen. Andererseits bot der Vortrag Wissen über die Bestandteile und Funktion wässriger Reinigungsmedien. Weitere Aspekte waren optimierte Reinigungssysteme sowie die unterschiedlichen Einsatzgebiete. Im zweiten Grundlagenvortrag stellte Ulrike Kunz industrielle Reinigungsverfahren und die entsprechenden Applikationen vor. Angesprochen wurden dabei auch Fragen nach der Herkunft von Verschmutzungen und die bei der Auswahl des Reinigungsverfahrens wichtigen Kriterien. Ein Vortrag zur Qualitätssicherung beschäftigte sich mit der Messgröße Oberflächenspannung und präsentierte Lösungen zu Überwachung der Reinigerbestandteile Builder und Tenside im Bad.

### Von der Messtechnik bis zum Einsatz

Dr. Markus Rochowicz vom Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automati-



sierung (IPA) präsentierte in seinem Referat *Messen und Prüfen filmischer Teileverunreinigungen* verschiedene Lösungen zur Sauberheitskontrolle und erläuterte deren Relevanz für die Praxis. Im Vortrag von Daniel Schumann, Sita Messtechnik GmbH, ging es um die Kontrolle der Bauteilsauberkeit sowie die Überwachung der Schmutzkonzentration in Reinigungsbädern durch Fluoreszenzmesstechnik. Anhand von Praxisbeispielen erläuterte er Möglichkeiten und Grenzen der Messmethode. Unter dem Titel *Prozess- und Teilekontrolle zu Partikelschmutz* wurden verschiedene Verfahren für die Erfassung von partikulärem Schmutz auf Oberflächen sowie in flüssigen und gasförmigen Medien vorgestellt. Darunter war auch eine neue Entwicklung für die Inline-Kontrolle von Partikelschmutz im Medienkreislauf. Dass die kontinuierliche Kontrolle der Reinigerkonzentration und die verbrauchsabhängige automatische Nachdosierung der Reinigerkomponenten zu sichereren und wirtschaftlicheren Reinigungsprozessen führt, belegte der letzte Vortrag des ersten Tages.





Der reinigungsgerechten Bauteilgestaltung widmete sich Dr. Tim Richard von der TU Dortmund. Dabei wurde anhand von verschiedenen Gestaltungsregeln verdeutlicht, wie sich Aufwand und Kosten für den Reinigungsprozess reduzieren lassen. Im Referat von Gerhard Koblenzer, LPW Reinigungssys-

teme GmbH, ging es um Reinigungsverfahren, -maschinen und die Auswahlkriterien für einen optimal ausgelegten Reinigungsprozess. Thematisiert wurden auch das Teilehandling und die Energieeffizienz. Mit der Wirkweise und dem Einsatz von Ultraschall als Reinigungstechnik beschäftigte sich Dr. Thomas Dreyer von Weber Ultrasonics GmbH. Herausforderungen und Lösungen für die Kontrolle der technischen Sauberkeit war ein weiteres Thema, zu dem das Seminar Informationen bot und Lösungswege aufzeigte. In einem Praxisbericht erläuterte Dr. Eckart Voss, welche Wege bei der Eifeler Werkzeuge GmbH beschrritten werden, um eine ausreichende Teilesauberkeit für eine prozesssichere PVD-Beschichtung von Maschinenwerkzeugen zu gewährleisten.

Parallel zum Seminar bot eine Ausstellung mit vier Unternehmen den Teilnehmern die Möglichkeit, in der Praxis bewährte Analy-

se-, Mess- und Prüftechnik bei Demonstrationsversuchen kennenzulernen und zu testen.

### Fazit

Das Fazit nahezu aller Teilnehmer war, dass bei dieser Veranstaltung zum einen viel Grundlagenwissen vermittelt wurde und zum anderen viel Raum für Fragen und Diskussionen vorhanden war. Die Teilnehmer erhielten dadurch zahlreiche Anregungen, um die Reinigung im Betrieb prozesssicherer zu gestalten. Sehr gut angekommen ist die offene Atmosphäre des Seminars, durch die auch interessante Kontakte geknüpft werden konnten. Da das auf eine maximale Anzahl von 40 Teilnehmern begrenzte Seminar bis auf den letzten Platz ausgebucht war, gibt es für die nächste Veranstaltung bereits eine Warteliste.

➔ [www.fit-online.org](http://www.fit-online.org)

## Innovative Teilereinigung – Reinigungsanlagen für vielfältige Fertigungsteile

Auf die Welt der Metallbearbeitung treffen Messebesucher vom **16. bis 21. September 2013 zur EMO in Hannover**, der größten internationalen Plattform für Produktionstechnik. Unter dem Motto *Intelligence in Production* werden Aussteller aus aller Welt Lösungen für die Herausforderungen einer

international ausgerichteten Industrie im 21. Jahrhundert zeigen.

Sie entdecken dabei auch die *ganze Welt der Teilereinigung* auf dem Stand der Pero AG, deutscher Hersteller von Anlagen zur Teilereinigung für den Weltmarkt. Auf Stand G41 in Halle 11 zeigt Pero Lösungen zur Vor-, Zwischen- und Endreinigung von Fertigungs- und Bauteilen. Ob spanend, spanlos oder durch Umformen gefertigt – es geht um das zuverlässige Erreichen der individuellen Reinigungsziele, die Wahl des optimalen Reinigungsmediums und das reproduzierbare Reinigungsergebnis mit dem Ziel hoher Wirtschaftlichkeit.

Am Stand ausgestellt wird eine Reinigungsanlage, die als kostengünstiges Einsteigermodell ausgelegt ist, jedoch auch für das

Konservieren und für die Feinstreinigung konfiguriert werden kann. Erläutert werden die Möglichkeiten der Umstellung von Medium und Verfahren, wenn sich Teilespektrum und Reinigungsaufgaben ändern.

Zum Messthemema *Intelligence in Production* zeigen die Fachberater von Pero die Möglichkeiten der vereinfachten Anlagenbedienung, des Teleservice, der Netzwerkeinbindung und der Prozessüberwachung (Teile-Rückverfolgbarkeit). Die Fachberater informieren auch über die Innovationen in der Anlage R2 zur Teilereinigung. Verglichen mit dem Vorgängermodell reinigt diese Anlage 30 Prozent mehr Teilevolumen und spart dabei 40 Prozent Energie. Die in neuer Bauweise erstellte und mit neuer Verfahrenstechnik ausgestattete Anlage reinigt Chargen in deutlich kürzerer Taktzeit, verglichen mit dem Vorgänger-Modell, bei gleichzeitig gesteigerter Qualität.

Besucher erhalten auch Informationen zu einfachen Spritzanlagen und zu leistungsfähigen Durchlaufanlagen.

### PERO AG

Hunnenstraße 18, D-86343 Königsbrunn

➔ [www.pero.ag](http://www.pero.ag)



Teilereinigung durch Spritzen, Vollbad und Ultraschall – innovative Verfahrenstechnik sichert technische Sauberkeit

## IMO in Bewegung – 40 Jahre Oberflächentechnik auf höchstem Niveau

Die IMO Oberflächentechnik GmbH feiert in diesem Jahr das 40. Firmenjubiläum. Das anfängliche Ein-Mann-Unternehmen hat sich zu einem international anerkannten Spezialisten für technische Oberflächen entwickelt.

1973 wagte Ingo Müller den Sprung in die Selbstständigkeit und gründete die IMO Ingo Müller Oberflächentechnik. Seine Frau, Christel Müller, war von Anfang an eine wesentliche Stütze im Aufbau und der weiteren Entwicklung des Unternehmens. Am Anfang konzentriert auf die technische Schüttgutveredelung, stellte IMO bereits 1975 als erstes deutsches Unternehmen auch sein Können im Bereich der galvanischen Beschichtung von Voll- und Stanzbändern erfolgreich unter Beweis. In Eigenregie entwickelte und baute Ingo Müller die erste Tauchtiefenanlage, mit welcher gegurtete Stifte am Band beschichtet werden konnten. Dies war der Beginn eines neuen Zeitalters in der Kontaktveredelung.

Heute sind an dem 2001 bezogenen Unternehmensstandort im Gewerbegebiet Allmendwiesen im Ortsteil Königsbach rund 340 Mitarbeiter beschäftigt. Auf 21 500 m<sup>2</sup> Nutzfläche sind neben einem topmodernen Anlagenpark die Forschung und Entwicklung, Qualitätssicherung, Umwelttechnik und Verwaltung unter einem Dach zusammengefasst. 2007 wagte das Unternehmen den großen Schritt nach China und eröffnete als erster deutscher Lohnbeschichter ein Werk in Changzhou. Dort wird mit 75 Mitarbeitern auf fünf Bandanlagen produziert.

Unter der Leitung von Bernd Müller hat sich IMO in den vergangenen Jahren zu einem namhaften Lieferanten für technische Ober-

### IMO – Wichtige Meilensteine in der Unternehmensentwicklung

- 1973:** Gründung des Unternehmens durch Ingo Müller mit Schwerpunkt der technischen Schüttgutgalvanisierung
- 1975:** Inbetriebnahme der ersten Bandgalvanisieranlage aus eigener Fertigung
- 2000:** Bezug des neuen Technologiezentrums für Oberflächentechnik
- 2005:** Auszeichnung mit dem Umweltpreis des Landes Baden-Württemberg  
Generationswechsel und Übernahme der IMO-Unternehmensgruppe durch Bernd Müller
- 2006:** Gründung eines Produktionsunternehmens in China (Changzhou)
- 2007:** Übernahme der Geschäftstätigkeiten durch die IMO Oberflächentechnik GmbH
- 2008:** Einweihung eines großzügigen Erweiterungsbaus
- 2012:** Weiterentwicklung der Selektivbeschichtungen – „Im Fokus der Edelmetalle“

flächen entwickelt. Zum internationalen Kundenkreis gehören vor allem Unternehmen aus der Automobilindustrie, Telekommunikation, Elektrotechnik, Medizintechnik und dem Bereich erneuerbare Energien. Die Referenzliste umfasst Namen wie Amphenol, Bosch, Continental, Delphi, Hella, Philips, Valeo, Würth und ZF.

Mit 30 Bandanlagen und vier Schüttgutvollautomaten verfügt IMO heute über eine außerordentliche Technikvielfalt und ein umfangreiches Beschichtungsangebot. Vollbänder, Stanzteile, Drehteile sowie technische Einzelteile werden selektiv mit Gold, Silber, Palladium, Kupfer, Nickel, Zinn und Mehrschichtsystemen veredelt. In der



IMO – seit 40 Jahren der Spezialist für selektiv beschichtete Kontakte

Das Technologiezentrum für Oberflächenbeschichtung in Königsbach-Stein



eigenen Forschungs- und Entwicklungsabteilung wurde diese Selektivbeschichtung kontinuierlich weiterentwickelt. Einige patentierte Verfahrenstechniken sind daraus entstanden. Dank moderner Techniken werden Kontaktbänder heute mit geringem Aufwand selektiv, je nach Kundenanforderung sogar punktuell, beschichtet.





Selektivbeschichtung von Kontaktbändern und technischen Einzelteilen bietet IMO aus einer Hand

Sowohl die hohe Qualität als auch der Umweltschutz haben an Bedeutung gewonnen. Das Unternehmen erfüllt die Standards nach ISO 9001, ISO/TS 16949, ISO 14001 und ISO 50001. Nachhaltigkeit und Ressourcenschonung ist dem familiengeführten Betrieb aus Tradition wichtig. Das Unternehmen wurde für seine Aktivitäten in Sachen Umweltschutz wie auch Energieeffizienz bereits mehrfach ausgezeichnet.

Auch in der Zukunft bleibt IMO ein mitarbeiterorientierter Familienbetrieb. Die ersten Weichen wurden bereits im vergangenen Jahr durch den Eintritt von Sohn Armin Müller ins Unternehmen gestellt. Ohne die Vielzahl langjähriger und gut ausgebildeter Mitarbeiter wäre es dem Unternehmen nicht gelungen, die gegenwärtige Marktposition zu erreichen. Heute muss dieses Wissen und Know-how an den Nachwuchs weitergegeben werden.



Unternehmensgründer Ingo und Christel Müller mit Inhaber Bernd Müller und dessen Sohn Armin Müller

Gerade die Fachkräfte, die im eigenen Haus ausgebildet werden, sind in Zeiten des Fachkräftemangels wichtiger denn je. Insgesamt bildet das Unternehmen 20 junge Menschen in fünf unterschiedlichen Berufen aus. IMO leistet sich eigens hierfür einen Ausbildungsleiter, welcher für die

betriebliche Ausbildung und den Betriebsunterricht zuständig ist.

IMO Oberflächentechnik GmbH,  
Remchinger Straße 5,  
D-75203 Königsbach-Stein

➔ [www.imo-gmbh.com](http://www.imo-gmbh.com)

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)**

## Winterthurer Oberflächentag

Vortragsveranstaltung an der Züricher Hochschule für Angewandte Wissenschaften in Winterthur am 13. Juni 2013

In einer Gemeinschaftsveranstaltung von Institute of Computational Physics (ICP), Institut für Datenanalyse und Prozessdesign (IDP) und Institute of Materials and Process Engineering (IMPE) wurde beim Winterthurer Oberflächentag ein Überblick über die Messtechnik für unterschiedliche Oberflächen angeboten. Die Organisatoren Prof. Dr. Nils A. Reinke (ICP), Andor Bariska (IDP) und Prof. Dr. Arndt Jung (IMPE) boten Themen aus Wissenschaft und Anwendung an. Etwa 40 Interessenten waren der Einladung nach Winterthur gefolgt. Neben den Vorträgen konnten die Teilnehmer einige der Methoden im Rahmen einer kleinen Industrieausstellung in Praxis kennen lernen.

Eröffnet wurden die Fachvorträge von Prof. Dr. Arndt Jung mit einem Überblick über die verschiedenen Möglichkeiten zur Oberflächenanalyse in der Werkstofftechnologie. Prinzipiell wird bei der Oberflächenanalyse die Wechselwirkung des Messmediums mit der Materie im Oberflächenbereich genutzt. Das Messmedium entscheidet dabei über die Art der Aussage und vor allem über die Messtiefe und damit den Untersuchungsbereich. Als Messmedium kommen in erster Linie Licht, Elektronen, Röntgenstrahlen oder Ionen in Betracht. Die Messtiefe reicht von einer oder wenigen Atomlagen ( $< 1 \text{ nm}$ ) bis zu mehreren Mikrometern Tiefe.

Für sehr kleine Messtiefen mit guter Aussage über die Topographie kommt heute die Rasterkraftmikroskopie zum Einsatz. Dafür stehen zwei Verfahrenstypen zur Auswahl: der direkte Kontakt des Cantilevers auf der Oberfläche und der über der Oberfläche schwingende Taster. Der schwingende Sensor eignet sich vor allem für weiche Oberflächen, beispielsweise von Klebstoffverbindungen.

Eine weitere Technologie zur Darstellung von Oberflächen ist die 3D-Mikroskopie. In der Regel nimmt der Querschnitt der scharfgestellten Oberfläche mit steigender Vergrößerung ab. Das heißt, der beobachtbare Ausschnitt schrumpft stark, wodurch Beurteilungen über den Zustand der gesamten Oberfläche schwieriger werden. Dies kann durch die Kombination mehrerer Verfahren umgangen werden, beispielsweise der Konfokal-, Interferometrie und Lichtmikrosko-

pie. Hierbei werden aus Einzelmessungen die Oberflächenbilder schichtweise aufgebaut. So kann über eine größere Fläche ein scharfes Bild auch bei einer sehr unebenen Topographie aufgebaut werden. Elektronisch kann jeder beliebige Schnitt herausgearbeitet werden, da die Messwerte für jeden Punkt des gesamten Volumens verfügbar sind.

Eine weitere Technologie zur Vermessung der obersten Lagen eines Werkstoffs ist die Röntgenphotoelektronenspektroskopie (XPS). Da die Masse der Elektronen sehr klein ist, muss im Hochvakuum gearbeitet werden. Zudem muss die Oberfläche über einen längeren Zeitraum gegen Röntgenstrahlen beständig sein. Analysierbar sind allerdings alle Elemente in einem sehr schmalen Bereich der Oberfläche.

Eine heute verbreitete Möglichkeit, die Oberflächendarstellung und Oberflächenanalyse zu erfassen, ist die Rasterelektronenmikroskopie. Hierbei werden die Wechselwirkungen von Elektronen mit Materie ausgenutzt. Die Untersuchung muss im Hochvakuum durchgeführt werden und die Oberfläche muss leitfähig sein. Der große Vorteil der Technik ist die hohe Tiefenschärfe. Bei Verwendung der Rückstreuelektronen lassen sich unterschiedliche Phasen erkennen und bei Einsatz von Röntgenstrahlen bei EDS auch die Elemente bestimmen.

Besondere Aussagekraft ergibt sich bei Verknüpfung der verschiedenen Geräte, zum Teil reicht dies von der Lichtmikroskopie bis zum Rasterelektronenmikroskop. Dabei lassen sich die Aussagen Formen oder Zusammensetzung bei Einsatz der Indenterprüfung durch mechanische Eigenschaften wie E-Modul, Elastizität oder Härte noch erheblich erweitern.

### Prüfmethoden

Thorsten Völkel von IGP Pulvertechnik AG stellte Prüfmethoden aus der Praxis vor, die in der Regel vor allem dazu dienen, die Qualität konstant und hoch zu halten. Darunter versteht der Vortragende vor allem die Schichtdicke, Glanz und Farbe, wie sie für organische Beschichtungen relevant sind.

Die Schichtdicke wird in breitem Umfang in der Praxis mit Hilfe von magnetinduktivem (DIN EN ISO 2178) und Wirbelstromverfahren (DIN EN ISO 2360) bestimmt. Diese Verfahren sind sehr schnell, erfordern für Eisen- und Nichteisenmetalle unterschiedliche Sensoren und müssen in der Regel in zeitlichen Abständen kalibriert werden.

Der Glanzgrad wird gemäß ISO 2813 über die Reflexion gemessen. Hierbei wird Licht auf die Oberfläche eingestrahlt und der reflektierte Anteil bestimmt. Im Prinzip werden drei Einstrahlwinkel empfohlen, wobei in der Praxis der Winkel von  $60^\circ$  bevorzugt wird. Wichtig ist hierbei, auf eine gleichmäßige und konstante Beleuchtung zu achten. Eine weitere Größe bei Lacken ist der visuelle Verlauf, der unter unterschiedlichen Winkeln beurteilt wird und Aussagen über die Ebenheit von organischen Oberflächen liefert. Bei Lacken dient als Qualitätsgröße die Farbe. Hierbei wird mit definiertem Licht unter einem bestimmten Winkel auf eine Oberfläche eingestrahlt und das reflektierte Licht gemessen oder visuell beurteilt. Bei der gerätetechnischen Vermessung spielt der LAB-Farbraum nach CIE eine wichtige Rolle.

Mechanische Prüfungen erfolgen mittels Gitterschnitt. Beurteilt wird, wie viel der Oberfläche bei einem bestimmten Abstand der Schnitte (1, 2 und 3 mm) abplatzt. Der Abstand richtet sich nach der Lackdicke oder auch nach der Art der organischen Beschichtung. Bei der Kugelschlagprüfung wird ein definiertes Gewicht mit einer definierten Form auf die Oberfläche fallen gelassen und der Aufschlagbereich auf Risse und Abplatzungen untersucht. In der Regel ergibt sich eine bleibende Verformung in Halbkugelform. Alternativ wird bei der Tiefunterprüfung (EN ISO 1520) die Verformung mit geringer Geschwindigkeit erzeugt. Die Auswertung erfolgt in der selben Weise wie bei der Kugelschlagprüfung. Ähnliche Ergebnisse liefert der Dornbiegeversuch nach EN ISO 1519, bei dem konische und zylindrische Dorne zum Einsatz kommen. Die Härte bei Lackschichten wird mit dem Verfahren der Buchholzhärte (EN ISO 2815) bestimmt, wobei eine Schneide mit einem definierten Gewicht in die Oberfläche eingedrückt wird.

Die Korrosionsbeständigkeit wird mit dem Salzsprühstest oder Essigsäure-Salzsprühstest nach DIN EN ISO 9227 geprüft. Bei lackierten Oberflächen lässt sich nach Durchführung eines Kreuzschnitts auch die Unterwanderung der Lackschicht beurteilen, eventuell auch die Blasenbildung. Eine Prüfung unter stärkerer Belastung ist der Kesternichtest (EN ISO 3231), bei dem mit Schwefeldioxidatmosphäre ein Salzsprühbeziehungsweise Wechselstest durchgeführt wird. Speziell bei beschichtetem Aluminium wird die Beständigkeit gegen Filiformkorrosion untersucht. Dabei handelt es sich um eine besondere Art der Korrosion, welche fadenförmige Fehlerbilder durch ein linienförmiges Fortschreiten der Aluminiumauflösung erzeugt.

Der Test mit der besten Korrelation zur Praxis ist die Freibewitterung gemäß ISO 2810. Diese wird zwar unter relativ hohen Belastungen (Meeresklima, Wüstenklima mit hoher Lichteinstahlung) durchgeführt, sie dauert allerdings mehrere Jahre. Bei Lacken wird mit UV-Prüfung oder durch Xenonstrahlung die Beständigkeit der Lacke gegen Einfluss von Licht untersucht.

Allen Verfahren gemeinsam ist die Kalibrierung der verschiedenen Technologien, die in regelmäßigen Zeitabständen notwendig ist.

## Messen bei Kunststoffen

Siegfried Kaiser vom Kunststoff-Institut stellte einleitend die Aktivitäten des Instituts vor. Das Institut ist derzeit eines der größten auf dem Gebiet der Kunststofftechnik und Kunststoffverarbeitung. Er erläuterte die Technik zur Untersuchung von Kunststoffen, um mikroskopische Untersuchungen durchführen zu können. Hierbei spielt die Herstellung der zu untersuchenden Proben, beispielsweise durch Mikrotomschnitt, eine wichtige Rolle. Meist lassen sich mit Schliffen bereits umfangreiche Aussagen über den Aufbau von Beschichtungen oder die Oberflächen unter der Beschichtung gewinnen.

Für die Messung von Schichtdicken eignet sich als relativ schnelles Verfahren der Kalottenschliff. Hierbei entsteht durch eine rotierende Kugel in der Oberfläche eine kreisförmige Vertiefung (als Kugelsegment), wobei der Übergang von der Beschichtung zum Grundmaterial als kreisförmige Trennlinie sichtbar wird. Aus den entstehenden Durchmessern ergibt sich über geometrische Berechnungen die Dicke der Schicht.

Nasse Lacke werden mit Hilfe des Nassfilmkamms gemessen. Dabei wird mit einem Kamm mit unterschiedlicher Zahnlänge die nasse Oberfläche überstrichen und aus der Benetzung der unterschiedlichen Zahnlängen die Schichtdicke bestimmt, was jedoch nur bei ausreichender Erfahrung zuverlässig gelingt. Ausgehärtete Schichten werden mit dem magnetinduktiven oder Wirbelstromverfahren gemessen. Für Kunststoffsubstrate müssen dazu allerdings Prüfbleche beschichtet und vermessen werden. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die Bauteildicke mindestens 17 Millimeter betragen muss und ein Mindestabstand zum Rand eingehalten wird. Hier findet die Tatsache Berücksichtigung, dass am Rand die Wirbelströme ein abweichendes Verhalten zeigen.

## Berührungslose Schichtdickenmessung

Einführend machte Prof. Dr. Reinke deutlich, dass die Schichtdicke ein unsichtbarer Parameter ist, der allerdings durchaus einen erheblichen Einfluss auf die Eigenschaften des Bauteils im Einsatz hat. Zu den Eigenschaften zählen Farbe, Farbkon-

stanz, Korrosionsbeständigkeit, Haptik oder Verschleißbeständigkeit.

In der Praxis werden Kenngrößen der Beschichtung in der Regel nach dem Abschluss des Beschichtungsvorgangs bestimmt. Dies kann auch einige Stunden nach Beginn der Beschichtung, beispielsweise beim Lackieren, sein. Deshalb ist nach Ansicht des Vortragenden der einzig richtige Zeitpunkt einer Schichtdickenmessung der während des Auftrags. Dafür ist der mit Licht arbeitende Coatmaster entwickelt worden, der eine Beschichtungsdicke während des Vorgangs auf einer definierten Fläche des Bauteils ermittelt. Mit Hilfe eines Lichtblitzes wird Wärmeenergie in die Beschichtung eingetragen und der daraus resultierende Temperaturverlauf der Beschichtung sehr genau vermessen. Eine Voraussetzung für das Verfahren ist die gute Aufnahme von Wärme beziehungsweise die Infrarotabsorption sowie ein unterschiedliches thermisches Verhalten von Schicht und Substrat.



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

## STARKE OBER FLÄCHEN




WENN ES UM MASSGESCHNEIDERTE OBERFLÄCHEN FÜR HÄRTESTE EINSATZBEDINGUNGEN GEHT, IST RUHL&CO SYSTEMPARTNER DER AUTOMOBIL- UND ZULIEFERINDUSTRIE. 58 JAHRE ERFAHRUNG UND MODERNSTE FERTIGUNG AUF 5600m² STEHEN FÜR HÖCHSTE QUALITÄT UND INNOVATION.





### GALVANO TECHNIK

ZINK-ZINK-NICKEL · ZINN-ZINK · ZINK-DRUCK  
GUSS-PASS-NANO · KUPFER · MECHANICAL  
PLATING · TIKON-BESCHICHTUNG · VERGÜTEN  
GLEITMITTEL-BESCHICHTUNG · VERSIEGELUNG



RUHL&CO · ERNST-BEFORT-STR. 1 · 35578 WETZLAR · TEL. 06441-7806-0 · WWW.RUHLGMBH.DE

## Entwicklungsunterstützung durch öffentliche Förderung

Bericht über eine Veranstaltung des Experttable – Arbeitskreis Oberflächentechnik

Professor Dr. Bucher hatte für den Experttable Oberflächentechnologien in der Medizintechnik Ende Juni das Thema der Förderprogramme für Forschung und Entwicklung vorgeschlagen und dafür Referenten gewonnen, die verschiedene Aspekte der Förderung beleuchteten. Christian Sassor von der Arbeitsgemeinschaft Medical Mountains wies eingehend darauf hin, dass die Medical Mountains AG interessiert daran ist, ein Netzwerk zum Thema Förderung speziell für kleine Unternehmen ins Leben zu rufen. Er sieht die Zusammenarbeit als ein wichtiges Element, um die oftmals langwierigen Vorarbeiten mit ihren zahlreichen Herausforderungen in der erforderlichen Intensität zu bewältigen. Dies hilft nach seiner Ansicht besonders deshalb, weil die hohe Zahl an kleinen und mittleren Unternehmen in diesem Bereich nur bedingt über personelle Ressourcen verfügt, um die weitverzweigten Einzelaspekte von Zulassungsverfahren abzudecken.

Einen Einblick in den Ablauf von Förderungsvorhaben gab Prof. Dr. Bucher, Leiter des Arbeitskreises Oberflächentechnik, Professor an der Hochschule Furtwangen und Abteilungsleiter am NMI Reutlingen. Als Beispiel nannte er das Entwicklungsprojekt eines kleinen Unternehmens zur Verbesserung der Beständigkeit der Membran einer Pumpe für Metalliclack. Die bisher eingesetzte Silikonmembran mit aufgeklebter PTFE-Folie war relativ schnell durch abrasiven Angriff der Metallpartikel ausgefallen. Gelöst wurde die Aufgabe durch eine Titanschicht von etwa 1 Mikrometer. Der angefallene Aufwand für die Entwicklung von etwa 13 000 Euro wurde zu circa 65 Prozent vom Land Baden-Württemberg getragen.

Ein weiteres Projektbeispiel war die Herstellung eines flexiblen Hybrid-Mikroimplantats, wie es zur Behandlung von Epilepsie eingesetzt wird. Auch in diesem Fall konnte ein gefördertes Entwicklungsprogramm mit Unterstützung von Landesmitteln dazu beitragen, dass sich das Produkt inzwischen in der klinischen Vorprüfung befindet. Ein ähnlicher Verlauf ergibt sich für ein Implantat zur Steuerung von Muskeln für das Grei-

fen. Prof. Bucher wies darauf hin, dass die derzeit stärker in Betracht kommenden ZIM-Projekte einfacher abzuwickeln sind, als BMBF-Projekte (ZIM = Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand).

Udo Sievers von i.con. innovation GmbH, Stuttgart, stellte das neue Netzwerk MedTec BW vor, mit dem sich i.con. beschäftigt. Einführend wies er darauf hin, dass sich vor allem ZIM-Netzwerke anbieten, da der Förderanteil im Vergleich zu anderen Projektarten sehr hoch ist. In der Medizintechnik sind vor allem die langwierigen und aufwendigen Zulassungsverfahren nachteilig bei der Einführung von neuen Produkten, insbesondere für junge Unternehmen. Das Unternehmen des Vortragenden unterstützt die Bildung und den Unterhalt von Netzwerken. Besonders zu betonen ist, dass das Netzwerkmanagement nicht nur bei der Antragstellung unterstützt, sondern den gesamten Prozess von der Ideenfindung bis zum Abschluss begleitet. Dies beinhaltet auch die Wahrung des Know-how-Schutzes von einzelnen Partnern im Netzwerk. Des Weiteren unterstützt das Netzwerkmanagement die Auswahl geeigneter Expertisen und Partner für die Verbundforschung mit Projektplanung, Budgetierung, Beantragung von Zuschüssen oder die Begleitung bei der Markteinführung von neuen Produkten und Verfahren.

Im Bereich der Oberflächentechnik liegen bei i.con. Erfahrungen aus dem Netzwerk WeGaNet vor. Auch hier war es notwendig, die Abwicklung des Projekts aktiv zu übernehmen. Vor allem kleine Unternehmen sind auf diese Unterstützung angewiesen, da sie für Entwicklungen nur selten über entsprechende Stabsstellen verfügen. Uwe Sievers betonte, dass die Schutz- und Verwertungsrechte bei den Industriepartnern des Netzwerks liegen. Im ZIM-Projekt WeGaNet sind aktuell 20 Projektpartner aktiv. Sie arbeiten an vier Forschungs- und Entwicklungsprojekten mit einem F&E-Volumen von etwa 7,5 Millionen Euro. Die Förderrate liegt aktuell bei etwa 60 Prozent.

Für viele Innovationsziele gibt es angepasste Förderungen, die von der Grundlagenfor-

schung bis zur Markteinführung reichen. Je nach Art des Projektes liegen die Förderanteile zwischen 35 Prozent (niedrigste Quote in ZIM) und 100 Prozent (EU-FP7). Als derzeit attraktivstes Programm gilt ZIM, das einfach in Gang zu setzen und sehr praktikabel ist. Im Bereich Medizintechnik werden F&E-Projekte zur Biokompatibilität und Biofunktionalisierung in den Vordergrund gestellt. Für die Unternehmen verringerte sich nach Aussage des Vortragenden die Projektdauer bis zur Markteinführung deutlich.

Im zweiten Teil der Betrachtung ging Dr. Klaus Teichmann, ebenfalls von i.con., auf den Ablauf entsprechender Forschungs- und Entwicklungsprojekte ein. Einführend wies er darauf hin, dass im Bereich der Medizintechnik die aufwendige und zeitraubende Zulassung problematisch ist. Dazu hat i.con. die unterschiedlichen Arten an Projektarbeiten näher untersucht und charakterisiert. Daraus wurden Handlungsweisen entwickelt, wobei vor allem auf die Unterstützung durch Netzwerkkontakte Wert gelegt wird. Bei medizintechnischen Produkten wird bereits im Vorfeld darüber nachgedacht, welche Anforderungen zum Beispiel Kostenträger beim späteren Einsatz an ein Produkt stellen könnten oder werden (klinische Studien). Dies trägt erheblich zur Beschleunigung des Einsatzes von Medizinprodukten bei. Zudem werden vom Projektmanager nur die wirklich notwendigen Partner herangezogen, was einerseits die Kosten im Rahmen hält und andererseits aber auch den zeitlichen Rahmen beschränkt. Als wichtige Größe eines solchen Netzwerks gilt MedTec BW, über das eine große Zahl an Fachleuten herangezogen und auch so die Abwicklung beschleunigt wird.

Frank Schienle, RENA GmbH, gab einen Einblick in die Entwicklung und Herstellung von Anlagen zu nasschemischen Oberflächentechnologien wie sie seit einigen Jahren auch für die Herstellung von medizintechnischen Produkten angeboten werden. Neben den Produktionsanlagen für Oberflächentechnik nehmen auch Einrichtungen für die Wasseraufbereitung einen hohen An-

teil ein. Hierbei wird häufig die Umsetzung von Becherglasprozessen in einen vollwertigen und oftmals vollautomatischen Fertigungsprozess gefordert. Als Prozessverfahren kommen dafür Reinigen, Beizen, Spülen, galvanische Beschichtung, Elektropolieren sowie Trocknen in Betracht. Für diese Technologien wurde eine Plattform entwickelt, auf der die Fertigungsanlagen aufgebaut werden. Dabei wird auch die Erfüllung aller regulatorischen Anforderungen und Qualifizierungen berücksichtigt.

RENA kommt bei der Herstellung von Anlagen zugute, dass langjährige Erfahrungen in die Reinraumtechnik für die Herstellung von elektronischen Bauteilen und Leiterplatten vorliegen. Das dort erzielte Know-how trägt erheblich dazu bei, die konstruktiven Grundlagen der Hygieneanforderungen zu erfüllen. Neben der Qualifizierung sind Reinigung und Wartung der Anlagen

weitere Herausforderungen, die vom Anlagenhersteller erbracht werden müssen. Die Qualifizierung unterliegt den Auflagen der Maschinenrichtlinie und den GMP-Anforderungen. Als Dokumentation sind vor allem die Risikoanalyse neben dem Lastenheft, den verschiedenen Konstruktionsteilen und die unterschiedlichen Qualifikationen Grundlage für die Herstellung von Anlagen für die Medizintechnik. Das Vorliegen entsprechender Abläufe und der notwendigen, konstruktiven Bausteine beschleunigt die Vorarbeiten um deutlich mehr als 50 Prozent. Dazu wurde von RENA eine umfassende Software als Werkzeug entwickelt.

Als bereits umgesetztes Beispiel stellte Frank Schienle eine vollautomatische Anlage zur Beschichtung von Zahnimplantaten vor. Eine solche Anlage verfügt über eine außerordentlich umfangreiche Dokumentation, bei der beispielsweise für jedes bear-

beitete Teil alle prozessrelevanten Angaben erfasst werden. Des Weiteren werden auch die Werkzeuge für die Bearbeitung gereinigt und qualifiziert. Vorteilhaft ist der Umstand, dass eine solche Anlage auf einer umfangreichen und trotzdem sehr flexiblen Plattform aufgebaut ist. Damit wurde beispielsweise in relativ kurzer Zeit ein System zur Bearbeitung von Kanülen durch elektrochemische Bearbeitung entwickelt. Hierfür ist das Unternehmen beispielsweise an der Einrichtung eines Netzwerks interessiert, um den Einsatz der neuen Bearbeitungstechnik in den Markt zu bringen.

Der Termin für die nächste Veranstaltung des Experttable Oberflächentechnik in der Medizintechnik wird über die Homepage von Medical Mountains bekannt gegeben.

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



## Galvano-Zubehör einkaufen – wann immer Sie wollen!

Die Vorteile der elektronischen Medien nutzen und mit dem Schlötter Online-Shop weltweit an bewährte Produkte kommen

Der vor kurzem gestartete neue Online-Shop von Schlötter bietet ein breites Sortiment an Galvanozubehör, das bei der täglichen Arbeit in der Galvanotechnik benötigt wird und von Anodenkörben, über Hullzellen bis zu Zinnanoden reicht. Der Shop ist in sechs Rubriken gegliedert: Anoden, Anodenzubehör, Filtermaterial, Laborzubehör, Anlagenzubehör und Restposten. Standardartikel wie Prüfbleche, Laboranoden oder Filterkerzen können direkt über den Shop bestellt werden. Damit vereinfacht Schlötter den Kauf von Standardartikeln.

### Ersatzteilservice für Galvanoanlagen

Kunden, die Ersatzteile für eine von Schlötter gelieferte Galvanoanlage benötigen, werden vom Ersatzteilservice betreut. Mit

der Auslieferung einer Galvanoanlage erhalten Schlötter-Kunden eine anlagenspezifische Ersatzteilliste, auf der bereits die Sachnummern der Ersatzteile enthalten sind. Diese Sachnummern müssen bei der Ersatzteilbestellung angegeben werden.

### Online-Shop: Als Kunde registrieren, einkaufen und Vorteile nutzen

Der Shop unter [shop.schloetter.de](http://shop.schloetter.de) verfügt über eine Katalog- und eine Shopansicht. Die Katalogansicht steht allen Besuchern des Shops offen. Dort können sie das Sortiment einsehen und sich über die angebotenen Artikel informieren. Über den Login gelangen die Besucher zur Shopansicht, in der zusätzlich die Preise der einzelnen Artikel und die Warenkorbfunktion angezeigt

werden. Die Nutzung des Kundenkontos erfordert eine einmalige Registrierung auf der Website. Anschließend wird das Kundenkonto von Schlötter freigeschaltet.

Ein Kunden-Login bietet neben dem Einkauf auch die Möglichkeit, die Gebrauchsanweisungen und Analysenvorschriften von eingesetzten Verfahren direkt von der Schlötter-Website herunterzuladen. Alle Gebrauchsanweisungen sind mit dem Datum der letzten Aktualisierung gekennzeichnet, so dass die Kunden auf einen Blick prüfen können, ob ihre Produktinformationen noch dem aktuellen Stand entsprechen.

Die Gebrauchsanweisungen und Analysenvorschriften der Schlötter-Verfahren werden laufend aktualisiert. Um den Kunden den Überblick zu erleichtern, welche Gebrauchsanweisungen geändert wurden oder welche Verfahren neu in das Verkaufsprogramm aufgenommen wurden, wird in regelmäßigen Abständen ein Newsfeed veröffentlicht, in dem die letzten Änderungen und Ergänzungen zusammenfasst werden. Der Service *Newsfeed* kann unter [www.schloetter.de/archiv](http://www.schloetter.de/archiv) abonniert werden.

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

Galvano-Zubehör einkaufen –  
wann immer Sie wollen!  
Der Schlötter Online-Shop.

## Ludwigsburger „Fortschritt-Macher“ in Berlin ausgezeichnet

Das Oberflächentechnikunternehmen ELB schafft bereits zum dritten Mal den Sprung in die Riege der innovativsten Mittelständler – Ranga Yogeshwar gratuliert zu Platz 5

Am Abend des 5. Juli kam es in Berlin zu einem Gipfeltreffen der besonderen Art: Die innovativsten Unternehmen des deutschen Mittelstandes trafen sich zur Preisverleihung in der Axel-Springer-Passage und erhielten von Mentor Ranga Yogeshwar das Innovations-siegel *Top 100*. Dieser Innovationspreis der compamedia GmbH wird bereits seit 20 Jahren verliehen. Die ELB – Eloxalwerk Ludwigsburg Helmut Zerrer GmbH aus Ludwigsburg-Neckarweihingen war mit von der Partie. Sie gehört bereits zum dritten Mal zum Kreis der Ausgezeichneten und erreichte Platz 5 im Ranking der Unternehmen mit bis zu 50 Beschäftigten.

Für seine Kunden geht Jörg Zerrer, Geschäftsführer der ELB – Eloxalwerk Ludwigsburg Helmut Zerrer GmbH meilenweit, wenn nötig, bis ans norwegische Polarmeer. Dort galt es kürzlich, eine Oberflächenveredelung für Bauteile zu entwickeln, die unter extremsten Bedingungen in Offshore-Anlagen zum Einsatz kommen. Ein Auftraggeber aus China wiederum hatte mit der extremen Luftverschmutzung dort zu kämpfen, die zur Korrosion seiner Bauteile führte. Der Aufgabenkatalog für Oberflächen nach Maß ist nach Aussage von Jörg Zerrer endlos, die Möglichkeiten neuer Kombinationen erscheinen unbegrenzt. Der Spezialist für die Oberflächenveredelung von Aluminium, Magnesium und Titan erhält nach 2010 und 2012 bereits zum dritten Mal die Auszeichnung *Top 100*.

Für den Firmenchef und die 30 Beschäftigten des schwäbischen Mittelständlers steht bei der Entwicklung neuer Veredlungsverfahren die Umweltverträglichkeit besonders stark im Fokus. Umweltfreundliche, effiziente und ressourcenschonende Lösungen sind für die ELB weit mehr als nur Standard. Sie gehören nach Aussage von Jörg Zerrer zur Philosophie und der unternehmerischen Gesellschaftsverantwortung. Das zeigt sich auch daran, dass die ELB zum Heizen und Kühlen ein eigenes Geothermiesystem nutzt. Damit konnten die Ludwigsburger ihre Energiekosten signifikant senken.

Die Grundlage für die Auszeichnung ist eine wissenschaftliche Unternehmensanalyse von Prof. Dr. Nikolaus Franke und seinem Team vom Lehrstuhl für Entrepreneurship und Innovation der Wirtschaftsuniversität Wien. Dieses Jahr haben die Innovationsexperten insgesamt 245 Unternehmen untersucht. Die Ergebnisse dieser Untersuchung werden den Teilnehmern in Form eines Benchmarkingberichts zur Verfügung

### ELB – Eloxalwerk Ludwigsburg Helmut Zerrer GmbH

ELB ist ein hoch spezialisiertes Dienstleistungsunternehmen für technisch-funktionale sowie dekorative Oberflächenbeschichtungen von Leichtmetallen wie Aluminium, Titan oder Magnesium. Das Unternehmen bietet unter der Marke CERANOD® umweltfreundliche Verfahren wie Anodisation, Hartanodisation, Plasmakeramik und Hybrid-Oberflächen an.

In voll automatisierten Produktionsanlagen veredelt ELB sowohl industrielle Großserien als auch tonnenschwere Einzelteile. Das 1960 gegründete Familienunternehmen wird seit 1993 von Jörg Zerrer geführt und ist nach DIN EN ISO 9001:2008 zertifiziert.

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

gestellt, der ihre Potenziale aufdeckt und sofort anwendbare Praxistipps liefert.

Wie Jörg Zerrer betont, ist dieser wiederholte Erfolg das Ergebnis einer engagierten Teamleistung von Geschäftsführung und Mitarbeitern und zeigt, dass die von ELB eingeschlagene Richtung der letzten Jahre richtig war. Die aktuelle Benchmarking-Analyse wird seiner Aussage nach nun genutzt, um das Innovationsmanagement des Unternehmens weiter zu optimieren.

Prof. Dr. Franke Untersuchung misst zum einen den Innovationserfolg im Markt, gleichzeitig bewertet sie einzelne Bereiche des Innovationsmanagements: innovative Prozesse und Organisation, Innovationsklima, Innovationsmarketing sowie Innovation förderndes Top-Management. ELB konnte erneut in allen Kategorien überzeugen und sicherte sich auch in diesem Jahr einen ausgezeichneten Platz unter den *Top 100*.

Neben der ELB – Eloxalwerk Ludwigsburg Helmut Zerrer GmbH erhalten weitere 102 Unternehmen in insgesamt drei Größenklassen das Qualitätssiegel *Top 100*. Darunter sind 51 nationale Marktführer und 21 Weltmarktführer. Etwa zwei Drittel der Betriebe sind Familienunternehmen. 2012

erwirtschafteten alle Unternehmen zusammen einen Umsatz von rund 13,5 Milliarden Euro. Rund zehn Prozent davon haben die Top-Innovatoren direkt in Forschung und Entwicklung reinvestiert. Bei den kleinen und mittleren Unternehmen in Deutschland allgemein waren das gerade einmal 1,4 Prozent.

Entsprechend erfolgreich sind die Ausgezeichneten: 42,6 Prozent ihres Umsatzes erzielen sie mit Produkten und Dienstleistungen, die sie erst in den vergangenen drei Jahren neu auf den Markt gebracht haben. Diese Zahl fällt bei der Vergleichsgruppe mit 8,9 Prozent deutlich geringer aus. Die Folge: 86 der jetzt ausgezeichneten Unternehmen (83,5 %) erreichten in den vergangenen drei Jahren ein Wachstum, das über dem jeweiligen Branchendurchschnitt lag – und zwar im Schnitt um knapp 15 Prozentpunkte.

### Top 100 – Leitung und Organisation

Seit 2002 liegt die wissenschaftliche Leitung in den Händen von Prof. Dr. Nikolaus Franke vom Lehrstuhl für Entrepreneurship und Innovation an der Wirtschaftsuniversität Wien. Franke's Forschungsschwerpunkte

sind Entrepreneurship, Innovationsmanagement und Marketing. Der Wissenschaftler ist weltweit einer der führenden Experten für User-Innovation.

Top 100-Projektpartnerin ist die Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung, Medienpartnerin ist die Süddeutsche Zeitung.

Mentor des Projekts ist der Journalist und TV-Moderator Ranga Yogeshwar.

Die 1993 gegründete compamedia GmbH organisiert mit 19 Mitarbeitern die bundesweiten Unternehmensvergleiche *Top 100*, *Top Job* und *Top Consultant* und hat die Wirtschaftsinitiative *Ethics in Business* ins Leben gerufen. Sie begleitet und prämiert

damit mittelständische Unternehmen, die auf den Gebieten Innovation, Personalmanagement, Beratung und unternehmerische Gesellschaftsverantwortung Hervorragendes leisten. compamedia arbeitet bei den Projekten mit namhaften Universitäten zusammen.

➔ [www.top100.de](http://www.top100.de).

## Innovative Oberflächentechnik bei Windenergieanlagen

Innovative Oberflächentechnik im Antriebsstrang von Windenergieanlagen – so lautet der Titel des Workshops, der auf Initiative des Gemeinschaftsausschusses Kombinierte Oberflächentechnik am 17. September 2013 im Fraunhofer-Forum Berlin veranstaltet wird.

Der zusammen zwischen den Verbänden DFO, DGO, EFDS und dem Kompetenznetzwerk INPLAS gegründete Gemeinschaftsausschuss widmet sich den Kombinationsschichten der Bereiche Galvanik, Lackiertechnik und Plasmatechnik. Er macht es sich zur Aufgabe, diese einzelnen Teildisziplinen zusammenzuführen, um durch Verbindung dieser Verfahren der Dünnschicht- und Dickschichttechnik zu einer Weiterentwicklung der Oberflächentechnik beizutragen. Die Bündelung der Kräfte, die Erhöhung der Schlagkraft sowie die Steigerung der politischen Akzeptanz sollen übergeordnete Ziele des Gemeinschaftsausschusses darstellen.

Der vom Gemeinschaftsausschuss initiierte Workshop Innovative Oberflächentechnik im Antriebsstrang von Windenergieanlagen widmet sich neuen oberflächentechnischen Entwicklungen, wie Beschichtungen und Sensorik, in den Bereichen Getriebe, Lagerungen und Dichtungen.

Häufige Schadensursachen von Windenergieanlagen sind die extrem wechselnden Belastungen im Antriebsstrang. Zugleich steigen die Anforderungen an Windkraftanlagen aufgrund höherer Leistungs- und Effizienzforderungen. Stillstandzeiten sowie Wartungs- und Reparaturaufwand an heutigen und künftigen Anlagen müssen deutlich minimiert werden. Daher besteht ein hoher innovativer Druck, neue Oberflächen- und Werkstoffsysteme zu entwickeln, welche die gegebenen sowie zukünftigen Beanspruchungen und Leistungsanforderungen besser erfüllen. Hersteller von Windenergieanlagen und Windkraftgetrieben, Dich-

tungshersteller, Energieunternehmen, Zulieferer, Beschichter und Forschungseinrichtungen können mit gemeinsamen Kräften neue Konzepte und Herausforderungen lösen.

Die Themen des Workshops sind:

– Beschichtungen zum Verschleißschutz und zur Reibungsreduzierung

- Werkstoffoptimierung durch Wärmebehandlungen
- Topographieeinflüsse
- Werkstoffauswahl-Konstruktion-Schadensbilder
- Sensorische Funktionen, Dünnschichtsensorik.

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



Die saubere Lösung



**Vollautomatische Filtration**  
Wirtschaftlich - Sicher - Konsequenz

- Filtration saurer und alkalischer Medien
- Kein Filterwechsel
- Dauerhaft saubere Prozesslösung
- Niedrige Betriebskosten

VENTAIX GmbH • Telefon: 02472-8026021 • [www.ventaix.de](http://www.ventaix.de)

# Produktionsprozesse – Anforderungen und aktuelle Entwicklungen

Bericht zum Ulmer Gespräch 2013

Teil 2

Fortsetzung aus WOMag 7/2013

## Materialien und Funktionalitäten

### Elektroden für die Energiespeicherung

Textile Materialien fanden in den letzten Jahren zunehmend Einzug in der Elektronik, beispielsweise zur Stromgewinnung über flexible Solarzellen oder auch zur Integration von Antennen in Kleidungsstücke. Auf Basis der dafür notwendigen Entwicklungen stellte Dr. Andreas Neudeck weitere Ansätze zur Kombination von Textilien und metallischen Oberflächen, beispielsweise durch galvanische Abscheidung, vor.

Textilien und vor allem die dafür notwendigen Garne und Gewirke besitzen einerseits einen hohen Stand der Produktionstechniken und andererseits bieten sie einen hohen Freiheitsgrad bezüglich der Geometrien der daraus gewonnenen Produkte. Darüber hinaus sind die Beständigkeit und Festigkeit der Textilien in einem weiten Bereich einstellbar. Die Herausforderungen bei der Herstellung betreffen zum Beispiel die deutlich unterschiedlichen Herstellgeschwindigkeiten bezogen auf die Garmlänge pro Zeiteinheit. So liegen die gängigen Geschwindigkeiten beim Herstellen von Garn bei etwa 150 m/min bis 200 m/min, während die schnellsten galvanischen Abscheidungsverfahren für Endlosmaterial beim Beschichten von Drähten nur bei bis circa 50 m/min liegen. Unter anderem in Zusammenarbeit mit der TU Ilmenau konnten Beschichtungen durch die Abscheidung von Kupfer auf Endlosgarn bereits erfolgversprechende Ergebnisse aufweisen. Einsatz finden die Garne beispielsweise für Leuchtschrift oder zur Integration von Signaleinrichtungen in Kleidung.

Ein weiteres Forschungsgebiet ist die Herstellung von Solarzellen mit Hilfe von organischen photosensitiven Verbindungen, die in Garne integriert werden können. Zum Einsatz kommt hierbei auch Zinkoxid, das in das Garn eingebracht wird.

Ein Nachteil der regenerativen Energien, vor allem der Stromgewinnung aus Windenergie

in der Nordsee ist der lange Transportweg des Stroms quer durch Deutschland. Als Lösung bieten sich nach Ansicht des Referenten die Umwandlung von Strom in Gas, dessen Transport sowie eine anschließende Rückumwandlung an. Auch über die Nutzung beispielsweise von Bremsenergie bei Fahrzeugen zur Herstellung von Wasserstoffgas wird nachgedacht. In beiden Fällen stellen Elektroden aus Textilien mit Beschichtungen oder eingelagerten Katalysatorpartikeln Ansätze dar. Erste Untersuchungen hierzu liefern Anhaltspunkte über die Struktur und den Aufbau entsprechender Fasern, um zum Beispiel die Größe der Gasblasen zu beschränken, da zu große Gasblasen die Reaktionen blockieren.

Fortschritte werden hier durch den Einsatz von Simulationen erzielt. Inzwischen ist es auch möglich, dreidimensionale Elektroden in ihrem Verhalten zu simulieren und damit gezielt und schnell Verbesserungen zu erreichen. Untersuchungen befassen sich beispielsweise mit dem Abstand der einzelnen Textilfasern im Garn, um eine optimale Stromdichte an den Reaktionszentren im Garn zu erzielen.

### MID-Technologie

MIDs sind dreidimensionale elektronische Bauteile mit zusätzlichen mechanischen Funktionalitäten. Einer der Vorteile ist die große räumliche Gestaltungsfreiheit, verbunden mit einer flexiblen, elektrischen Verbindungstechnik, wie Dr. Johannes Herrmann einführend erläuterte.

Als Herstellverfahren sind vor allem 2K-Spritzguss sowie das Laser-Direkt-Strukturieren (LDS) gebräuchlich. Das 2K-Verfahren besitzt höchste Gestaltungsfreiheit mit hoher Selektivität, wobei Leiterbahnabstände von bis zu 200 µm realisiert werden. Beim LDS ist die Selektivität merklich geringer, allerdings reichen die Leiterbahnabstände herab bis 50 µm. Für die Herstellung der Bauteile sind zwei Kunststoffsorten erforderlich, wobei vorwiegend PA, PBT oder LCP zum Einsatz kommen. Ein wichtiges Kri-

terium ist die Wasseraufnahme; bei dieser schneidet PA weniger gut ab. Im Hinblick auf die Materialkosten ist PA allerdings deutlich vorteilhafter.

Unterschiede bestehen hinsichtlich der Selektivität. So neigt die Bearbeitung mit Laser dazu, die Keime auch links und rechts der eigentlichen Spur zu verteilen. Bei 2K-Bauteilen können die Spalte zwischen den Kunststoffen stören. Die Stromtragfähigkeit von MIDs ist von der Dicke der Kupferschichten abhängig. Kritischer ist die Situation bei der Betrachtung von hergestellten Widerständen auf MIDs, da der raue Untergrund dazu führt, dass deutlich schwankende Schichtdicken des metallischen Leiters auftreten können. Eine weitere Herausforderung ergibt sich aus den stark unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten, die im ungünstigen Fall zum Reißen der Leiter oder zum Abheben nach dem Abkühlen führen.

Der Schichtaufbau der dritten Generation, wie er heute üblich ist, besteht aus Nickel, Nickel-Phosphor und einer dünnen Goldschicht. Im Hinblick auf die Verschleißbeständigkeit von steckbaren Kontakten hat es sich gezeigt, dass die Rauheit die entscheidende Größe für die Beständigkeit ist. Die Lötbarkeit ist bei den heute überwiegend eingesetzten Kunststoffen nicht mehr kritisch. Beim Bonden spielt dagegen die Rauheit ebenfalls eine wichtige Rolle. Hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit stehen zur Einsparung von Gold Kombinationen aus Palladium und Gold oder Silber im Fokus.

Die gezeigten Lösungen machen nach Ansicht des Vortragenden klar, dass MID kein Nischenprodukt mehr ist, sondern auf dem Weg zur Großserie. Dazu müssen aber alle Parameter den höchsten Ansprüchen folgen. Dass dies möglich ist, zeigte der Referent an einigen Bauteilen, die heute bereits in mehreren Millionen Stück pro Jahr gefertigt werden. Dabei werden Ausbeuten von deutlich mehr als 90 Prozent erreicht. Eine der wichtigsten Forderungen für eine erfolgreiche Herstellung von MIDs ist nach Aussa-



ge von Dr. Herrmann die Zusammenarbeit zwischen den beteiligten Partnern.

Wie in der Diskussion angemerkt wurde, ist die Herstellgeschwindigkeit durch die relativ langsame chemische Abscheidung begrenzt. Hier könnte die deutlich schnellere galvanische Abscheidung von Vorteil sein, wobei allerdings dafür gesorgt werden muss, dass nur die notwendigen Oberflächenbereiche beschichtet werden. Nach Aussage von Dr. Herrmann wird hieran gearbeitet. Die Bauteile werden so ausgestattet, dass sie auf Gestellen kontaktfähig sind und so die Abscheidung auf die notwendigen Bereiche beschränkt werden kann.

### Selektivreinigung von Elektrolyten

Thema des Vortrags von Prof. Dr. Andreas Möbius war die Elektrolytreinigung von Abbaustoffen. Diese muss ihm zufolge so durchgeführt werden, dass selektiv zwischen Abbauprodukt und Wirkstoff unterschieden wird. Die klassische Filtration in den verschiedenen Varianten ist nur bedingt nutzbar.

Deutlich besser für die selektive Trennung eignen sich Dialyse und Elektrodialyse. Bei einigen Elektrolytzusammensetzungen lassen sich hier sehr gute Ergebnisse erzielen. Eine zweite Methode bieten Ionenaustauscher, die beispielsweise für Nickelelektrolyte Anwendung finden. Sie sind sehr stabil, haben eine gute Selektivität durch die Auswahl des Harzes und sind einfach zu regenerieren.

Mit der Flüssig-Flüssig-Extraktion werden Bestandteile aufgrund der unterschiedlichen Löslichkeit in unterschiedlichen Lösungsmitteln getrennt und damit auch entfernt. Um die Nachteile des Verdampfens von organischem Lösemittel zu vermeiden, werden Hohlfasern eingesetzt. Hierbei werden sehr hohe Geschwindigkeiten der Trennung erzielt, wobei als Nachteil der geringe Restgehalt an organischem Lösemittel im Elektrolyt zu sehen ist.

Zur Entfernung von Metall aus Beizen – beispielsweise Kupfer – lässt sich die potenzialgesteuerte Selektivreinigung durch Abscheiden heranziehen. Je nach vorhandenem Stoff kommen dabei Anoden aus verschiedenen Materialien zum Einsatz, unter anderem Diamantelektroden.

### Pulsabscheidung



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

## GROSS <sup>®</sup> WASSERTECHNIK

### Anlagenbau

### Regenerierservice



Bernward Groß,  
Dipl.-Ing., Geschäftsführer



#### Edelmetallrecycling

Anlage zur Rückgewinnung von Edelmetallen aus schwach belasteten Spülwässern.



#### Werkzeugbau

Innovative Entwicklung einer kompakten Kreislaufanlage (Typ GW-RD5) für den Bereich Funkenerosion an Startlochbohrmaschinen.

Kooperationsprojekt mit dem Fraunhofer Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik (IPK)



#### Regenerierservice

Regeneration von mobilen Ionenaustauschersystemen aus der Oberflächentechnik, Bodensanierung und Pharmabereich.

Harzwechsellservice im Bereich Werkzeugbau und Drahterosion.

GROSS Wassertechnik GmbH | Carl-Gruner-Straße 8  
75177 Pforzheim | Telefon: +49 (0)72 31/589 63-0  
Telefax: +49 (0)72 31/589 63-29 | Mail: [post@gross-wassertechnik.de](mailto:post@gross-wassertechnik.de)  
[www.gross-wassertechnik.de](http://www.gross-wassertechnik.de)

## Deutsche Gesellschaft für Galvano- u. Oberflächentechnik e. V. (DGO) DGO-BG München

### Galvanotechnik im Flugtriebwerksbau

Die DGO-Bezirksgruppe München veranstaltete am 20. Juni eine interessante Exkursion, bei der Dipl.-Ing.(FH) Josef Liska die Teilnehmer über den Bau von Turbinen für Flugzeuge sowohl in der Theorie durch einen Vortrag als auch in der Praxis durch eine Besichtigung bei der MTU informierte.

Josef Liska gab einleitend einen Überblick über die Geschichte der motorisierten Luftfahrt, die vor ziemlich genau 110 Jahren mit der Entwicklung von Flugmotoren begann, nachdem Otto Lilienthal Ende des 19. Jahrhunderts die – noch heute gültige – Flügelform durch systematische Gleitflugversuche entwickelt hatte. Nach seinem tödlichen Absturz aus 15 Metern Höhe im Jahr 1898 nahmen die Gebrüder Wright in den USA seine Ergebnisse auf und entwickelten die Steuerungsmöglichkeiten eines Flugzeuges. Sie waren die Ersten, die am 17. Dezember 1903 einen gesteuerten Motorflug mit einer Dauer von zwölf Sekunden absolvierten – sie kamen rund 37 Meter weit.

Im Weiteren schilderte der Vortragende die Geschichte der MTU Aero Engines mit ihren zahlreichen Vorgängerfirmen, Gründungs- und Beteiligungsfirmen, wie zum Beispiel die Rapp- und Ottowerke sowie Bayerische Flugzeugwerke, Siemens und Halske, als auch BMW, MAN und Daimler-Benz, bis hin zur Gründung der Aktiengesellschaft im Jahr

2005. Liska informierte über die Positionierung der MTU Aero Engines, dem führenden deutschen Triebwerkshersteller, in der Branche und die weltweiten Verflechtungen der Flugmotorenhersteller. Auch die in der Branche üblichen Entwicklungs-, Produktions- und Wartungsgeschäfte sprach er an, ebenso die Kennzahlen des Unternehmens, wie Mitarbeiterzahl, Umsatz, Gewinn, Auftragsbestand und Entwicklungsbudget der vergangenen letzten Jahre.

Mit Erläuterungen zur Funktion eines Turboluftstrahltriebwerks sowie der wesentlichen Unterschiede zwischen militärischen und zivilen Antrieben stieg Josef Liska tiefer in die technischen Details seines Arbeitsgebiets ein. Die Darstellung der Leistungsdichte von Turboluftstrahltriebwerken im Vergleich zu Kolbenmotoren (das 2130-fache eines Formel-1-Rennwagens) zeigt, dass moderne Luftfahrtantriebe die technologische Spitze des Maschinenbaus sind. Es folgten die Auflistung der im Triebwerksbau eingesetzten Werkstoffe sowie die Darstellung von Sinn und Zweck der Beschichtungen und ihrer Funktionen.

Nach einer Übersicht über sämtliche Beschichtungsverfahren, von thermischen Spritzschichten über CVD- und PVD-Schichten, bot Liska eine Zusammenstellung der galvanischen- und chemischen Verfahren, die in der MTU-Galvanik zur Anwendung kommen, mit Beispielen der Verwendung an zahlreichen Triebwerksbauteilen. Hier erwähnte er besonders die hauseigenen Entwicklungen galvanischer Dispersionschichten (Co/PTFE, Co/Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CoNi/CrAlY, Ni/cBN). Näher erläuterte er die in Serie eingesetzten Dispersionschichten aus Kobalt und Chromoxid (Co/Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) sowie

Nickel mit Bornitrid (Ni/cBN) hinsichtlich ihrer Eigenschaften und Einsatzzwecke. Eine Kombinationsschicht, PtAl, aus zwei unterschiedlichen Beschichtungstechniken, galvanisch- und CVD, als Hochtemperaturoxidationsschutzschicht für Turbinenschaufeln stellte er ebenfalls vor.

Der Vortrag endete mit der Erklärung des Einsatzes einer galvanischen Kupferschicht als Wärmeleitschicht beim Aufbau der Kühlstruktur eines Hyperschallantriebs.

## RUBRIKEN

### Hot and Cold: Technologie-Tage für die Oberflächentechnik

Am 11. und 12. September finden in Langscheid/Sauerland die HOT Technologie-Tage statt. HOT (Hönnetal Oberflächentechnik) ist ein Verbund von vier Unternehmen, die in der Region Hönnetal ansässig sind und Anlagen beziehungsweise Betriebsstoffe für die Oberflächentechnik konzipieren, herstellen und vertreiben. Als Mitglied dieses Netzwerks beteiligt sich die L&R Kältetechnik GmbH & Co. KG, Sundern, sowohl an der Organisation als auch am Programm der Tagung, die in diesem Jahr ganz unter dem Zeichen der Energieeffizienz steht.

Am ersten Tag der Veranstaltung geben zehn Spezialisten Einblick in ihr Fachgebiet und referieren unter anderem über optimierte Energiebeschaffung aus Sicht eines Industriebetriebs, über die Energieeffizienz galvanotechnischer Anlagen sowie über die Nutzung chemischer Reaktionswärme für die Gebäudebeheizung. Thomas Imenkämper, Vertriebsleiter der L&R Kältetechnik, wird hierbei einen Überblick über effiziente Kühlanlagen und Energiespartechiken für Kühlsysteme in der Oberflächentechnik geben. In diesem Bereich hat L&R umfassende Expertise und kann auf zahlreiche Referenzen von energieeffizienten Kälteanlagen, unter anderem für die Galvanotechnik, verweisen. Der zweite Tag ist Themen der Organisation und des Managements gewidmet. Als *Special Guest* spricht Dr. Michael Groß, erfolgreichster deutscher Schwimmer aller Zeiten, über Motivation und Wege zum Erfolg.

Das genaue Programm und weitere Informationen zur Teilnahme sowie zu HOT sind unter [www.hot-cold.eu](http://www.hot-cold.eu) zu finden.



Die Teilnehmer der Exkursion zu Besuch bei MTU, Josef Liska (ganz links)

## Konstantin Hauns neuer Prokurist bei Softec

Der Vorstand der Softec AG, Anbieter von ERP-Softwarelösungen für die oberflächenbearbeitende Industrie, hat den Leiter Consulting und Produkteinführung Konstantin Hauns, per 1. Juli 2013 mit Zustimmung des Aufsichtsrats zum neuen Prokuristen des Unternehmens bestellt.



Konstantin Hauns ist seit 2003 im Unternehmen tätig. Seit sechs Jahren verantwortet der 34-jährige diplomierte Wirtschaftsinformatiker (DH) die Leitung des Consultingbereichs. Zu seinen wichtigsten Themen zählen die branchenkundige Beratung und enge Begleitung von Neukunden im Vorfeld sowie während der Softwareeinführung.

Michael Hellmuth, Vorstandsvorsitzender der Softec AG, gratulierte seinem neuen Prokuristen im Namen des gesamten Unternehmens herzlich zur Bestellung. Die Softec AG ist mit über 150 Kunden aus Galvanik, Pulverbeschichtung, Lackierung, Eloxydation, Härten und Strahlen einer der führenden Anbieter von ERP-Branchensoftware für die oberflächenbearbeitende Industrie in Deutschland, Österreich und der Schweiz.

➔ [www.softec-ag.de](http://www.softec-ag.de)

## Wacker zeichnet Forscher für neuen Wafer-Prozess aus

Die Wacker Chemie AG hat ein Projektteam der Siltronic AG, der Halbleitersparte des Konzerns, für die Entwicklung eines neuartigen Prozesses zur Herstellung von Siliziumwafern für Hochleistungsbauelemente mit dem *Alexander Wacker Innovationspreis* ausgezeichnet. Der so genannte granulare Float-Zone-Prozess stellt eine Weiterentwicklung des herkömmlichen Float-Zone-Verfahrens dar und eröffnet technologisch interessante Perspektiven für den Markt spezieller Performance-Wafer. Der mit 10 000 Euro dotierte Innovati-



Auguste Willems (r.), Vorstandsmitglied der Wacker Chemie AG, überreichte den Alexander Wacker Innovationspreis an Dr. Georg Raming (l.)

onspreis war in diesem Jahr in der Kategorie Prozessinnovation ausgeschrieben worden.

Wafer aus hochreinem Silizium bilden die Grundlage für mikroelektronische Bauelemente (Chips) und Photovoltaikmodule. Zur Herstellung dieser Wafer werden international zwei Verfahren eingesetzt. Als Standardprozess gilt das Czochralski-Verfahren, bei dem stückiges Silizium aufgeschmolzen wird. Mittels eines Impfkristalls wird aus der Schmelze ein monokristalliner Siliziumstab, ein so genannter Ingot, gezogen. Beim alternativen Float-Zone-Verfahren wird ein noch polykristalliner Siliziumstab durch eine Induktionsheizung zonenweise aufgeschmolzen und die schmale Schmelzzone ebenfalls mit einem Impfkristall als Kristallisationskeim in Berührung gebracht. Beim Erkalten der aufgeschmolzenen Zonen bildet sich die monokristalline Struktur aus. Das Zonenziehverfahren ist allerdings deutlich aufwändiger als der alternative Czochralski-Prozess. Dieses Verfahren kommt deshalb vor allem bei Bauelementen in der Leistungselektronik zum Einsatz, bei denen Wafer mit einer besonders hohen Reinheit und Defektfreiheit gefordert sind.

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

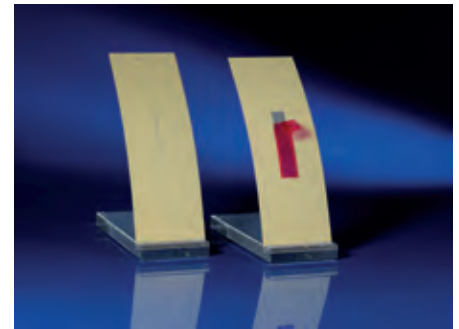


Lesen Sie weiter als Abonnent unter:  
[www.womag-online.de](http://www.womag-online.de)

## Aluminium beizen mittels Klebeband

Ein neues Klebeband macht das lokale Beizen von Aluminium einfacher, sicherer und umweltfreundlicher. Im Gegensatz zu bisherigen Verfahren wie Beizpasten, Beizsprays oder -bädern fällt kein Spülwasser an, das entsorgt werden muss.

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



Anwendung des Beizklebebands vor der Reparatur eines Lackschadens

## Metoba neues Mitglied im MetallNetzwerk NRW

Die Lüdenscheider Firma Metoba Metalloberflächenbearbeitung GmbH ist das jüngste Mitglied des MetallNetzwerk NRW. Beim Treffen des Netzwerks bei der Spedition Walter Kayser GmbH & Co KG in Werdohl nahmen erstmals Metoba-Geschäftsführer Dr. Sven Hering und Vertriebsleiter Georg Tillmann teil. Auch sie wollen die Synergieeffekte des im Herbst 2012 gegründeten Netzwerkes nutzen und ihren Kunden komplette Leistungspakete rund um die wichtigsten Prozesse der Oberflächenbearbeitung anbieten, die der Spezialist für Metalloberflächenbearbeitung allein nicht liefern kann.

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

➔ [www.metallnetzwerk-nrw.de](http://www.metallnetzwerk-nrw.de)



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



Dr. Sven Hering (l.) und Georg Tillmann (4. v. r.) von der Metoba nahmen erstmals an einem Treffen des MetallNetzwerk NRW teil. Gerhard Erne (3. v. r.), Kreisgeschäftsführer der Region Hagen und Märkischer Kreis im Bundesverband mittelständische Wirtschaft e. V. betreut das Netzwerk

## Neue Normen

### Medizintechnik

**ISO/DIS 13179-1:2013-04 / Titel (deutsch): Chirurgische Implantate - Titanbeschichtungen durch Plasmaspritzen - Teil 1: Grundlegende Anforderungen / Titel (englisch): Implants for surgery - Plasma-sprayed unalloyed titanium coatings on surgical implants - Part 1: General requirements**  
 Dokumentart: Norm-Entwurf, Ausgabedatum: 2013-04, Sprachen: Englisch

**ISO/DIS 14243-3:2013-05 / Titel (deutsch): Chirurgische Implantate - Verschleissverhalten totaler Knieendoprothesen - Teil 3: Belastungs- und Verschiebungsparameter für Verschleissprüfmaschinen mit Wegregelung und entsprechenden Umgebungsbedingungen für die Prüfung / Titel (englisch): Implants for surgery - Wear of total knee-joint prostheses - Part 3: Loading and displacement parameters for wear-testing machines with displacement control and corresponding environmental conditions for test**  
 Dokumentart: Norm-Entwurf, Ausgabedatum: 2013-05, Sprachen: Englisch

### Messen – Prüfung (Analysen- und Messtechnik)

**ISO/FDIS 18265:2013-05 / Titel (deutsch): Metallische Werkstoffe - Umwertung von Härtewerten / Titel (englisch): Metallic materials - Conversion of hardness values**  
 Dokumentart: Norm-Entwurf, Ausgabedatum: 2013-05, Sprachen: Englisch

### Beschichtungen und Oberflächenbehandlungen

**DVS 2310-1:2013-07 / Titel (deutsch): Anleitung zur Schliffherstellung und Beurteilung von thermisch gespritzten Schichten**  
 Dokumentart: Technische Regel, Ausgabedatum: 2013-07, Ersatz für: DVS 2310-1:2007-12, Sprachen: Deutsch

**DVS 2310-2:2013-07 / Titel (deutsch): Anleitung zur Schliffherstellung und Beurteilung von thermisch gespritzten Schichten - Gegenüberstellung von fachgerechten und fehlerhaften Schliffpräparationen**  
 Dokumentart: Technische Regel, Ausgabedatum: 2013-07, Ersatz für: DVS 2310-2:2007-12, Sprachen: Deutsch

**DVS 2310-3:2013-07 / Titel (deutsch): Anleitung zur Schliffherstellung und Beurteilung von thermisch gespritzten Schichten - Beispiele üblicher Spritzschichten, hergestellt mit unterschiedlichen Spritzverfahren, dargestellt in Querschliffen**  
 Dokumentart: Technische Regel, Ausgabedatum: 2013-07, Ersatz für: DVS 2310-3:2007-12, Sprachen: Deutsch

**DIN 50970 Berichtigung 1:2013-07 / Titel (deutsch): Elektrolytisch erzeugte Überzüge - Nickelchemikalien für Nickelbäder - Anforderungen und Prüfung, Berichtigung zu DIN 50970:1995-12 / Titel (englisch): Electroplated coatings - Nickel**

**chemicals for nickel baths - Requirements and testing, Corrigendum to DIN 50970:1995-12**  
 Dokumentart: Norm, Ausgabedatum: 2013-07, Sprachen: Deutsch

**DIN EN ISO 9717:2013-07 / Titel (deutsch): Metallische und andere anorganische Überzüge - Phosphatüberzüge auf Metallen (ISO 9717:2010); Deutsche Fassung EN ISO 9717:2013 / Titel (englisch): Metallic and other inorganic coatings - Phosphate conversion coating of metals (ISO 9717:2010); German version EN ISO 9717:2013**  
 Dokumentart: Norm, Ausgabedatum: 2013-07, Ersatz für: DIN EN 12476:2001-10, Sprachen: Deutsch

Einführungsbeitrag: Die vorliegende Internationale Norm legt Anforderungen an die Verarbeitung von Eisenmetallen, Aluminium, Zink, Cadmium und deren Legierungen zur Herstellung von Überzügen fest, die im Wesentlichen aus anorganischen Phosphaten bestehen, die in Verbindung mit ergänzenden Behandlungen zum Schutz des Grundmetalls gegen Korrosion Anwendung finden sollen und Antiverschleißigenschaften auf Gleitflächen, Haftung für organische Beschichtungen und Erleichterungen bei Kaltumformungsverfahren bieten. Der Text von ISO 9717:2010 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 107 „Metallic and other inorganic coatings“ der Internationalen Organisation für Normung (ISO) erarbeitet und als FprEN ISO 9717:2012 durch das Technische Komitee CEN/TC 262 „Metallische und andere anorganische Überzüge“ übernommen, dessen Sekretariat vom BSI gehalten wird. Das zuständige deutsche Gremium ist der Arbeitsausschuss NA 062-01-72 AA „Chemische und elektrochemische Überzüge“ im Normenausschuss Materialprüfung (NMP) im DIN. / Änderungsvermerk: Gegenüber DIN EN 12476:2001-10 wurden folgende Änderungen vorgenommen: a) Übernahme der ISO 9717 als EN ISO 9717 und daher vollständige Umstrukturierung; b) in vielen Abschnitten zusätzliche und detailliertere Angaben und Erläuterungen; c) Ergänzung um zusätzliche Anforderungen für spezielle Fälle; d) Änderung einiger Grenzwerte in den Tabellen des Anhanges A; e) in drei weiteren Anhängen (D, E, F) zusätzlich detaillierte Angaben zur Salztröpfchenprüfung, zur Bestimmung der Beständigkeit gegen die Salzsprühnebelprüfung und zur Behandlung bei zusätzlichen Überzügen; f) Wegfall der Angaben zu naßchemischen Analysen (Nationaler Anhang), dafür Verweis auf instrumentelle Verfahren. g) redaktionelle Überarbeitung.

### Luft- und Raumfahrt

**LN 9368-2:2013-07 / Titel (deutsch): Luft- und Raumfahrt - Bezeichnung der Oberflächenbehandlungen - Teil 2: Kenn-Nummern für Vorbehandlungsverfahren; Text Deutsch und Englisch / Titel (englisch): Aerospace - Designation of surface treatments - Part 2: Code numbers for methods of pretreatment; Text in German and English**

Dokumentart: Norm, Ausgabedatum: 2013-07, Sprachen: Deutsch, Englisch  
 Änderungsvermerk: Gegenüber LN 9368-2:2010-10 wurden folgende Änderungen vorgenommen: a) Bei allen fehlenden Angaben zu den Werkstoff-Leistungsblättern wurde die Fußnote „Nach Vereinbarung zwischen Hersteller und Anwender“ eingefügt.

**LN 9368-3:2013-07 / Titel (deutsch): Luft- und Raumfahrt - Bezeichnung der Oberflächenbehandlungen - Teil 3: Kenn-Nummern für chemische Behandlungsverfahren; Text Deutsch und Englisch / Titel (englisch): Aerospace - Designation of surface treatments - Part 3: Code numbers for methods of chemical treatments; Text in German and English**

Dokumentart: Norm, Ausgabedatum: 2013-07, Sprachen: Deutsch, Englisch  
 Änderungsvermerk: Gegenüber LN 9368-3:2010-09 wurden folgende Änderungen vorgenommen: a) Bei allen fehlenden Angaben zu den Werkstoff-Leistungsblättern wurde die Fußnote „Nach Vereinbarung zwischen Hersteller und Anwender“ eingefügt.

### Korrosion und Korrosionsschutz

**DIN EN ISO 7441:2013-07 / Titel (deutsch): Korrosion von Metallen und Legierungen - Bestimmung der Kontaktkorrosion durch Freibewitterungsversuche (ISO/DIS 7441:2012); Deutsche Fassung prEN ISO 7441:2012 / Titel (englisch): Corrosion of metals and alloys - Determination of bimetallic corrosion in outdoor exposure corrosion tests (ISO/DIS 7441:2012); German version prEN ISO 7441:2012**

Dokumentart: Norm-Entwurf, Ausgabedatum: 2013-07, Erscheinungsdatum: 2013-06-24, Sprachen: Deutsch  
 Einführungsbeitrag: In diesem Dokument werden Verfahren zur Bestimmung der Bimetallkorrosion von Metallen und beschichteten Metallen in Freibewitterungsversuchen festgelegt und miteinander verglichen. Die Verfahren dienen der Bestimmung des Ausmaßes und der Art der Korrosionserscheinung, die durch Kontakt mit unterschiedlichen Metallen in natürlichen Atmosphären auftritt. Dieses Dokument (FprEN ISO 7441:2012) wurde vom ISO/TC 156 „Corrosion of metals and alloys“ (Sekretariat: SAC, Volksrepublik China) erarbeitet und vom Technischen Komitee



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

Normen  
 beziehen Sie  
 beim  
 Beuth Verlag,  
 Berlin  
[www.beuth.de](http://www.beuth.de)



## Patente

PS – Patent Deutschland  
EP – Europapaten  
WP – Weltpatent

### Mechanische Metallbearbeitung

**Vorrichtung für einen Rollformer zum Profilieren eines Blechbandes und dazugehöriges Verfahren**

PS 10 2007 062 104.5 – B21D 13/04. AT 21.12.2007; OT 25.06.2009; PT 27.06.2013. Anm.: Data M Sheet Metal Solutions GmbH, 83626 Valley, DE. Erf.: Freitag, Stefan, 82054 Sauerlach, DE, Sedlmaier, Albert, 83607 Holzkirchen, DE, Abee, André, 83626 Valley, DE.

Die vorliegende Erfindung stellt eine Vorrichtung für einen Rollformer zum Profilieren eines Blechbandes bereit. Die Vorrichtung schließt ein oder mehrere Halteelemente ein. Die Halteelemente sind einander gegenüberliegend unter Bildung eines dazwischenliegenden Spalts für die Durchführung des zu profilierenden Blechbandes 6 angeordnet. Außerdem sind die Halteelemente derart ausgestaltet, um Kräfte quer und/oder vertikal zur Profilerrichtung aufzunehmen. Dadurch können Profilierungen des Blechbandes in Position und/oder Form gehalten werden.

**Reinigung von Werkzeugen zur Warmumformung von Aluminiumblechen**

PS 10 2010 005 869.6 – B24C 3/32. AT 27.01.2010; OT 30.09.2010; PT 27.06.2013. Anm.: GM Global Technology Operations LLC (n. d. Ges. d. Staates Delaware), Detroit, US. Erf.: Carter, Jon T., Farmington, US, Krajewski, Paul E., Troy, US.

**Verfahren zur Oberflächenverfestigung einer Komponente einer Windturbine**

PS 10 2010 006 094.1 – B24C 1/10. AT 28.01.2010; OT 15.09.2011; PT 27.06.2013. Anm.: Siemens Aktiengesellschaft, 80333 München, DE. Erf.: Ventzke, Klaus, 52379 Langerwehe, DE.

**Entgratvorrichtung**

EP 50 2006 012 979.5 – B24B 9/00. AT 07.11.2006; OT 02.08.2007; PT 03.07.2013. Anm.: Mechanik Center Erlangen GmbH, 91058 Erlangen, DE. Erf.: Putz, Wilhelm, 91301 Kersbach, DE, Pfortner, Helmut, 91085 Weisendorf, DE.

### Mikrostrukturtechnik

**Verfahren zur Fixierung zumindest eines Bauteils auf einem Träger**

PS 10 2011 079 410.7 – B81C 3/00. AT 19.07.2011; OT 24.01.2013; PT 29.08.2013. Anm.: Siemens Aktiengesellschaft, 80333 München, DE. Erf.: Wrege, Jan, Dr., 91056 Erlangen, DE.

**Form für Galvanoplastik und ihr Herstellungsverfahren**

EP 60 2009 017 161.5 – B81C 1/00. AT 13.03.2009; OT 04.11.2010; PT 17.07.2013. Anm.: Nivarox-FAR S.A., Le Locle, CH. Erf.: Gollfer, Clare, 2520, La Neu-

veville, CH, Thiébaud, Jean-Philippe, 1588, Cudrefin, CH, Cusin, Pierre, 1423, Villars-Burquin, CH.

**Verfahren zur Herstellung einer funktionalen strukturierten Oberfläche und nach dem Verfahren erhaltene Oberfläche**

WP 60 2010 008 296.2 – B81C 1/00. AT 08.09.2010; OT 30.08.2012; PT 03.07.2013. Anm.: Commissariat à l'Énergie Atomique et aux Énergies Alternatives, Paris, FR. Erf.: Dourdain, Sandrine, F-30330 Tresques, FR, Terech, Pierre, F-38500 Saint-Cassien, FR.

### Metall, Kunststoffe, Keramiken

**Kupfer-Zink-Legierung, Verfahren zur Herstellung und Verwendung**

PS 10 2007 029 991.7 – C22C 9/04. AT 28.06.2007; OT 02.01.2009; PT 01.08.2013. Anm.: Wieland-Werke AG, 89079 Ulm, DE. Erf.: Weber, Kai, Dr., 89269 Vöhringen, DE.

Die Erfindung betrifft eine Kupfer-Zink-Legierung, bestehend aus (in Gew.-%): \$A 28,0\$ bis \$36,0\%\$ Zn, \$0,5\$ bis \$2,3\%\$ Si, \$1,5\$ bis \$2,5\%\$ Mn, \$0,2\$ bis \$3,0\%\$ Ni, \$0,5\$ bis \$1,5\%\$ Al, \$0,1\$ bis \$1,0\%\$ Fe, wahlweise noch bis maximal \$0,1\%\$ Pb, wahlweise noch bis maximal \$0,2\%\$ Sn, wahlweise noch bis maximal \$0,1\%\$ P, wahlweise noch bis \$0,08\%\$ S, Rest Cu und unvermeidbare Verunreinigungen, mit in der Matrix eingelagerten Eisen-Nickel-Mangan-haltigen Mischsiliziden.

**Legierung für mechanisch höchst belastete Bauteile**

PS 10 2009 037 622.4 – C22C 19/07. AT 14.08.2009; OT 24.02.2011; PT 01.08.2013. Anm.: Technische Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig, 38106 Braunschweig, DE; Technische Universität Darmstadt, 64289 Darmstadt, DE. Erf.: Rößler, Joachim, Prof. Dr., 38116 Braunschweig Mukherji, Debashis, Dr., 38108 Braunschweig Heilmaier, Martin, 64287 Darmstadt, D Manja, 39104 Magdeburg, DE.

**Korrosions- und wärmebeständige Formmatrize und Formmatrize**

WP 11 2006 002 822.7 – B22D 11/00. AT 18.10.2006; OT 11.09.2007. Anm.: Tokyo Institute of Technology, Hata, Seiichi, Yokohama Hama, JP, Shimokohbe, / Shigeru, Hachioji, JP, Na

### Beschichten

**Beschichtungsanlage und Serviceroutinen und Verfahren zur Durchführung von Prüf- und Beschichtungsanlagen**

PS 10 2005 024 010.0 – B22D 11/00. AT 20.05.2005; OT 23.11.2006.

SCHOTT AG, 55122 Mainz, DE. Erf.: Walther, Marten, Dr., 55270 Engelstadt, DE, Bauch, Hartmut, 61276 Weilrod, DE, Eggert, Hartmut, 55270 Ober-Olm, DE, Petry, Felix, 55128 Mainz, DE, Johannes, Patrick, 55288 Partenheim, DE, Eimann, Peter, 55270 Schwabenheim, DE, Behle, Stephan, Dr., 55239 Gau-Odernheim, DE, Bicker, Matthias, Dr., 55126 Mainz, DE, Wörner, Peter, 55291 Saulheim, DE.

**Verfahren zur Abscheidung von CIS-, CIGS- oder CIGSSe-Schichten und Verwendung eines Drahtes zur Herstellung dieser Schichten**

PS 10 2009 009 992.1 – C23C 14/06. AT 23.02.2009; OT 09.09.2010; PT 29.08.2013. Anm.: Leybold Optics GmbH, 63755 Alzenau, DE. Erf.: Heydenreich, Uwe, 01189 Dresden, DE Winkler, Torsten, 01454 Radeberg, DE, Küper, Stephan, 61352 Bad Homburg, DE..

**Stromloses Rhodiumbad zum Schutz von Silberwaren gegen Patinierung**

GM 20 2013 003 981.7 – C23C 18/54. AT 27.04.2013; ET 28.05.2013; PT 18.07.2013. Anm.: Jonas Mark, Peter Raster, Dr. Andreas Späth, Dr. Stefan Weiß GbR (vertretungsberechtigter Gesellschafter: Dr. Stefan Weiß, 93055 Regensburg), 93055 Regensburg, DE.

**Mehrstufige korrosionsschützende Behandlung metallischer Bauteile, die zumindest teilweise Oberflächen von Zink oder Zinklegierungen aufweisen**

EP 50 2011 000 980.1 – C23C 22/00. AT 22.03.2011; OT 08.11.2012; PT 03.07.2013. Anm.: Henkel AG & Co. KGaA, 40589 Düsseldorf, DE. Erf.: Scheffel, Rainer, 40470 Düsseldorf. DE. Pilarek, Frank-Oliver,



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

## Kompetente

# PATENT-RECHERCHEN

## WOTech GbR

[www.wotech-technical-media.de](http://www.wotech-technical-media.de)

# Tour für die Ausbildung

Mitglieder des britischen Unternehmervverbandes für Oberflächentechnik nehmen Einblick in das deutsche Ausbildungsmodell

In Deutschland ist vor allem in den technisch-gewerblichen Berufen der Bedarf an jungen, qualifizierten Nachwuchskräften groß. Doch das fehlende Image, aber auch die körperliche Arbeit schrecken viele Jugendliche davon ab, nach der Schulausbildung in einen technischen Beruf einzusteigen. Davon betroffen ist auch die Oberflächentechnologie in allen ihren Variationen. So übersteigt die Nachfrage nach Oberflächenbeschichtern nach wie vor das Angebot. Entsprechende Klagen von Unternehmen sind seit Jahren zu vernehmen.

Dabei wird aber oft vergessen, dass die Situation für Fachbetriebe in den meisten Ländern weitaus schwieriger ist. Das deutsche Ausbildungssystem bietet im Berufsbild Oberflächenbeschichter einen Lehrberuf, der in der Regel zu gut qualifizierten Fachleuten führt – ebenso wie in nahezu allen anderen Fachbereichen, in denen deutsche Unternehmen aktiv sind. Von einem solchen Zustand können Unternehmen in anderen Ländern der Welt nur träumen.

Die Surface Engineering Association (SEA), mit Sitz in Birmingham – Dachverband für Unternehmen im Bereich der Oberflächentechnik für die gesamte Industrie – will diesen Nachteil jetzt beseitigen und strebt an, einen Ausbildungsberuf nach deutschem Muster einzurichten. Im Rahmen einer dreitägigen Tour, organisiert vom SEA-Geschäftsführer Dave Elliot, haben sich Mitglieder des Verbandes in verschiedenen Ausbildungseinrichtungen einen Überblick über die Ausbildungssituation in Deutschland verschafft. Begleitet wurden sie dabei von Dipl.-Ing. (FH) Charlotte Schade und

Dipl.-Ing. (FH) Herbert Käzmann, den Herausgebern der WOMag. Vom 21. bis 23. Mai besuchten sie Ausbildungseinrichtungen unterschiedlicher Bildungsgrade, von der gewerblichen bis zur universitären Stufe.

## Grundausbildung

Die erste Stufe der Ausbildung zum Oberflächenbeschichter erfolgt in fachlich darauf eingerichteten Berufsschulen. Da die Zahl der Auszubildenden mit etwa 200 bis 300 relativ gering ist, ist der Einzugsbereich der Schulen relativ groß und der Ausbildungsinhalt wird in Form von Blockunterricht vermittelt. Derzeit gibt es hierfür vier Schulen in Nürnberg, Schwäbisch Gmünd, Solingen und Zwickau.

An der Schule in Nürnberg konnten sich die Mitglieder des SEA über den Aufbau des theoretischen und praktischen Unterrichts informieren. Dr. Wolfgang Kießling, TÜV Rheinland Akademie GmbH, Leiter Kompetenzzentrum Oberflächentechnik, erläuterte die Inhalte der Ausbildung zum Oberflächenbeschichter, die seit einigen Jahren die frühere Ausbildung des Galvaniseurs ersetzt hat. Die heutige Ausbildung befasst sich auch mit den Bereichen der Dünnschichttechnik, des Anodisierens und des Feuerverzinkens. Des Weiteren werden Inhalte des Verfahrensmechanikers für Beschichtungstechnik gelehrt, die das Beschichten mit organischen Stoffen sowie das Oberflächenhärten einschließen. Bei dem klassischen dualen Ausbildungssystem ist es erforderlich, dass der Auszubildende in einem Lehrverhältnis bei einem Unternehmen in einem der genannten Fachbereiche

steht. Schule und Lehrbetrieb übernehmen die Vermittlung der Inhalte, wobei die Schule in der Regel für die theoretischen Inhalte zuständig ist. Dies umfasst, wie in nahezu allen Lehrberufen, auch Grundlagenfächer wie Mathematik, Physik und Chemie, aber auch Ergänzungen in deutscher Sprache oder betriebswirtschaftliche Grundlagen.

Erschwerend auf die Ausbildung wirken sich zum einen große Diskrepanzen in der Vorbildung der Auszubildenden aus, die zwischen Grundschulabschluss und Abitur liegen. Auf der anderen Seite birgt auch die Zusammenfassung der unterschiedlichen Arbeitsbereiche in den Lehrbetrieben – galvanische Beschichtung, Feuerverzinken oder Lackieren – Schwierigkeiten, da die Schulen nur bedingt den Stoff in der Praxis vermitteln können.

Die Schulausbildung erfolgt im Blockunterricht, um die Zeit für die Anreise zwischen Wohn- und Schulort effektiv zu gestalten. Die Schüler sind während der etwa sechs Wochen dauernden Unterrichtsphasen in Schülerwohnungen untergebracht. Die gesamte Ausbildung erstreckt sich über drei Jahre und endet mit der Gesellenprüfung unter Leitung der Handwerkskammer (Ausbildungsbereich Handwerk) oder der Industrie- und Handelskammer (Ausbildungsbereich Industrie und Handel). Der Abschluss ist bundesweit anerkannt.

Im Bereich der Galvanotechnik und des Anodisierens ist die Schule in Nürnberg aufgrund ihrer Entstehungsgeschichte sehr gut



Lesen Sie weiter als Abonnent unter:

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



# Ausbildung Oberflächenbeschichter in Nürnberg

Dr. Wolfgang Kießling vom TÜV Rheinland stellt die Ausbildung und die Einrichtungen in Nürnberg vor

Der Oberflächenbeschichter, bis 2005 noch unter der Bezeichnung Galvaniseur bekannt, ist ein staatlich anerkannter Ausbildungsberuf, der durch das Berufsbildungsgesetz (BBiG) [1] und die Handwerksordnung (HwO) [2] geregelt ist. Die Ausbildungszeit beträgt nominell drei Jahre.

Es handelt sich hierbei um eine duale Ausbildung, die im Ausbildungsbetrieb selbst (Grundlage Ausbildungsordnung [3]) und in der Berufsschule (Grundlage Rahmenlehrplan [4]) stattfindet. Der Beruf wird von Industrie und Handwerk angeboten.

## Voraussetzung und Inhalt

Grundsätzlich wird, wie bei allen anerkannten Ausbildungsberufen, keine bestimmte schulische oder berufliche Vorbildung rechtlich vorgeschrieben. In der Praxis stellen die Betriebe jedoch überwiegend Auszubildende ein, die einen Hauptschulabschluss oder einen mittleren Bildungsabschluss besitzen.

Beendet wird die Ausbildung mit der Abschlussprüfung (Industrie) beziehungsweise Gesellenprüfung (Handwerk) auf Grundlage der Verordnung über die Berufsausbildung zum Oberflächenbeschichter/zur Oberflächenbeschichterin. Voraussetzungen für die Zulassung zur Prüfung sind vorgeschriebene schriftliche Ausbildungsnachweise sowie die Teilnahme an vorgeschriebenen Zwischenprüfungen.

Einer von fünf Ausbildungsorten in Deutschland ist Nürnberg (weitere: Hannover, Schwäbisch Gmünd, Solingen und Zwickau). In Nürnberg wird der Berufsschulunterricht bei der Beruflichen Schule 2 der Stadt Nürnberg (Fachtheorie und Allgemeinwissen) sowie bei der TÜV Rheinland Akademie GmbH in der Abteilung Kompetenzzentrum Oberflächentechnik (Fachthemen vertieft, praktischer Teil) abgehalten. Dort wird auch die Zwischen- und die praktische Abschlussprüfung (von der Industrie- und Handelskammer IHK und der Kreishandwerkerschaft KHWK gemeinsam, im Gegensatz zu den anderen Ausbildungsstellen) durchgeführt. Der Unterricht ist in jeweils elf Blockwochen pro Jahrgangsstufe organisiert. Im vergangenen Schuljahr wurden etwa 125 Schüler unterrichtet, jeweils zwei Klassen pro Jahrgang. Der Einzugs-



bereich der Schüler beziehungsweise der Ausbildungsunternehmen erstreckt sich für Nürnberg im Wesentlichen auf den Freistaat Bayern.

Zu den Besonderheiten von TÜV Rheinland zählt die Verfügbarkeit einer Lehrgalvanik mitsamt Einrichtungen zur mechanischen Vorbehandlung, einer Abwasseranlage und den entsprechenden Laboreinrichtungen. Die dort ansässigen drei Lehrkräfte halten ihr Fachwissen aus der Praxis im Zusammenhang mit den von der Abteilung zusätzlich durchgeführten Prüfdienstleistungen und Beratungen für alle denkbaren Branchen der Oberflächentechnik stets auf dem aktuellen Stand.

Die Kompetenz im Bereich Oberflächentechnik hat in Nürnberg eine jahrzehntelange Tradition; bereits seit 1955 wurde die Fachschule für Galvanotechnik durch die Landesgewerbeanstalt Bayern (LGA) betrieben. Ab 1975 wurde die praktische Berufsausbildung zum Galvaniseur von der Landesgewerbeanstalt Bayern (LGA) durchgeführt, seit 2006 vom TÜV Rheinland.

## Chancen und Zukunft der Absolventen

Die Berufsaussichten der Absolventen sind gerade in Zeiten des Fachkräftemangels sehr gut. Nahezu 100 Prozent der frischgebackenen Oberflächenbeschichter werden übernommen beziehungsweise erhalten eine neue Einstellung.

Neben der klassischen dreijährigen Berufsausbildung bietet TÜV Rheinland auch einen Intensivkurs zur Vorbereitung auf die Facharbeiter-/Gesellenprüfung, auch für Quereinsteiger, an. Voraussetzung zur Prüfungszulassung ist eine Berufsausbildung

in einem anerkannten Ausbildungsberuf sowie eine langjährige Berufserfahrung in der Galvanotechnik. Von Vorteil ist die kurze Ausbildungsdauer von nur sechs Monaten. In dieser Zeit werden die Inhalte entsprechend den Vorgaben berufsbegleitend aus dem Rahmenlehrplan zum Oberflächenbeschichter vermittelt.

Für die Weiterbildung im Bereich Oberflächentechnik bietet TÜV Rheinland in Nürnberg den Vorbereitungskurs zur Meisterprüfung im Galvaniseur-Handwerk (Kompetenzzentrum Oberflächentechnik) sowie die Weiterbildung zum staatlich geprüften Techniker für Galvanotechnik (Fachschule für Techniker) an. Absolventen haben damit Aussicht auf verantwortungsvolle Positionen als Leiter von Fertigungsstätten zur Herstellung von metallischen und nichtmetallischen Beschichtungen, einschließlich Prozessüberwachung und Qualitätsprüfung. Und: Sowohl der Meister als auch der Galvanotechniker ermöglichen den Zugang zum Hochschulstudium.

Der Vorbereitungskurs zur Meisterprüfung im Galvaniseur-Handwerk dauert zwölf Monate und kann zum größten Teil berufsbegleitend (Freitagnachmittag, Samstag) durchgeführt werden. Der Unterricht findet nach den Vorgaben des bundeseinheitlichen Rahmenlehrplans für die Meisterprüfung sowie der Galvaniseurmeisterverordnung (GalvMstrV) [5] statt. Bei der Vermittlung des Stoffs werden aber auch aktuelle betriebliche Anforderungen berücksichtigt. Aufgenommen werden Oberflächenbeschichter, idealerweise mit Berufserfahrung, beziehungsweise fachfremde Facharbeiter mit Erfahrung in der Galvanotechnik.



Abb. 2: Lehighgalvanik TÜV Rheinland



Abb. 3: Chemisches Labor; Ausbildung Oberflächenbeschichter TÜV Rheinland

Die Ausbildung zum staatlich geprüften Techniker für Galvanotechnik dauert zwei Schuljahre im Vollzeitunterricht. Mit einer Aufnahmeprüfung ist auch der direkte Einstieg in das zweite Schuljahr möglich. Die wöchentliche Unterrichtszeit beträgt 35 Unterrichtsstunden. Die Voraussetzungen zur Aufnahme sind eine einschlägige abgeschlossene Berufsausbildung von mindestens zwei Jahren und mindestens ein Jahr Berufserfahrung oder eine einschlägige berufliche Tätigkeit von mindestens sieben Jahren. Höhepunkte des Kurses sind Projekte, wie etwa Planungen zum Aufbau einer Galvanik, verschiedene Projekte zu Korrosionsprüfungen, dem Betreiben einer

Abwasseranlage und verschiedene Studienreisen (z.B. 2012 in die Schweiz).

#### Gesetze und Verordnungen

- [1] Berufsbildungsgesetz (BBiG); Berufsbildungsgesetz vom 23. März 2005 (BGBl. I, S. 931), zuletzt durch Art. 24 des Gesetzes vom 20. Dezember 2011 (BGBl. I, S. 2854) geändert
- [2] Gesetz zur Ordnung des Handwerks (HwO); Handwerksordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 24. September 1998 (BGBl. I, S. 3074; 2006 I, S. 2095), das zuletzt durch Artikel 2 des Gesetzes vom 5. Dezember 2012 (BGBl. I, S. 2415) geändert worden ist
- [3] Verordnung über die Berufsausbildung zum Oberflächenbeschichter/zur Oberflächenbeschichterin (OberflbeschAusbV), Verordnung

über die Berufsausbildung zum Oberflächenbeschichter/zur Oberflächenbeschichterin vom 26. April 2005 (BGBl. I, S. 1149)

- [4] Rahmenlehrplan für den Ausbildungsberuf Oberflächenbeschichter/Oberflächenbeschichterin (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 18.03.2005)
- [5] Galvaniseurmeisterverordnung (GalvMstrV); Verordnung über das Berufsbild und über die Prüfungsanforderungen im praktischen und im fachtheoretischen Teil der Meisterprüfung für das Galvaniseur- und Metallschleifer-Handwerk vom 25. Juni 1984 (BGBl. I, S. 768)

TÜV Rheinland  
Tillystraße 2, 90431 Nürnberg;

➔ [www.tuev.de](http://www.tuev.de)

## Bestens vorbereitet ins Berufsleben

### Der Studiengang Oberflächentechnologie/Neue Materialien an der Hochschule Aalen

Die Hochschule Aalen ist seit Jahren die forschungstärkste Hochschule für angewandte Wissenschaften in Baden-Württemberg. Mit rund 5000 Studierenden ist die ehemalige Ingenieurschule heute eine global ausgerichtete und praxisorientierte Hochschule mit fünf Fakultäten. 48 Bachelor- und Master-Studienangebote garantieren eine wissenschaftlich fundierte und praxisorientierte Ausbildung. In diesem Jahr feiert die Hochschule ihr 50-jähriges Bestehen. Der Studiengang Oberflächentechnologie/Neue Materialien war schon damals unter dem Namen *Metallveredelung* mit dabei und ist heute aktueller denn je.

Wer sich in Aalen für den Studiengang Oberflächentechnologie/Neue Materialien entscheidet, den erwartet ein interdisziplinäres Studienangebot, das alle Aspekte der

Oberflächentechnologien und Materialwissenschaften berücksichtigt. Am Anfang steht mit Mathematik, Physik, Chemie und technischer Mechanik natur- und ingenieurwissenschaftliches Basiswissen im Vordergrund. Weitere Studieninhalte im Grundstudium sind Galvanotechnik, Messtechnik, Werkstoffprüfung, Strukturwerkstoffe und BWL. Nur wer die Grundlagen versteht, könne später komplexere Zusammenhänge deuten und auch eigene Ideen entwickeln, sagt Prof. Berthold Hader, der im Studiengang seit 21 Jahren unter anderem Physik und Mathematik lehrt. Besonders stolz ist er auf die Erweiterung des Studiengangs im Bereich der Dünnschichttechnik: Seit der Runderneuerung im Jahr 2011 sind die im Dünnschichtlabor ausgegebenen Studien- und Laborarbeiten fester Bestandteil

des Studiengangs. Überhaupt hat sich der Studiengang in den vergangenen 50 Jahren stets an den technologischen Entwicklungen und den veränderten Anforderungen der Industrie orientiert, um den Studierenden die bestmögliche Ausbildung zu bieten. So wurde beispielsweise 1995 ein neues Lacklabor in Betrieb genommen, in dem die Studierenden alle gängigen Lackierverfahren selbst ausprobieren und anschließend ihre lackierten Bauteile prüfen und charakterisieren können.

Bei der Anpassung der Studieninhalte wird die Hochschule von einem Industriebeirat mit namhaften Vertretern internationaler Firmen und Institute beratend unterstützt. Dieses Konzept des Studiengangs hat sich nach Aussage von Herbert Hass absolut bewährt. Es habe sich über die vielen Jahre





zeigt, dass unsere Absolventen auch in wirtschaftlich schlechteren Zeiten händelnd gesucht werden und es sei immer wieder schön zu sehen, dass unsere Ehemaligen heute in führenden Positionen bei Firmen wie Daimler, MTU, Evonik, EADS oder Umicore, um nur eine kleine Auswahl zu nennen, zu finden seien. Hass kennt den Studiengang wie kein anderer: Seit über 30 Jahren ist er an der Hochschule Aalen tätig – zunächst als Student, heute als erfahrener Laborbetriebsleiter im Bereich der Lackier- und Galvanotechnik.

Die Galvanotechnik ist ein traditionelles und wichtiges Standbein im Studiengang Oberflächentechnologie/Neue Materialien. Seit 2011 leitet Prof. Dr. Timo Sörgel den Fachbereich und die angeschlossene Arbeitsgruppe, die derzeit aus drei Wissenschaftlern, drei Bachelor- und Masteranden sowie zahlreichen studentischen Hilfskräften besteht. Neben der Betreuung von Labor- und Forschungspraktika sowie Studien- und Abschlussarbeiten ist die Gruppe in der Forschung sehr aktiv.

Die aktuellen Schwerpunkte liegen dabei im Bereich der Dispersionsbeschichtungen und Lithium-Schwefel-Batterien. Im vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderten Projekt *OSTSTROM* wird derzeit erfolgreich die *Elektrochemische Mikro- und Nanostrukturierung von Stromsammlern für Batterieelektroden der nächsten Generation zur Steigerung der Energieeffizienz und Zyklfestigkeit* untersucht. Bei den Dispersionsbeschichtungen befasst sich die Arbeitsgruppe mit grundlegenden Fragestellungen im Hinblick auf ein

besseres Verständnis der Zusammenhänge zwischen den Abscheidungsparametern, dem Schichtaufbau und den daraus resultierenden Schichteigenschaften. Im Fokus stehen hierbei die Möglichkeiten zur Erzielung eines homogenen, agglomeratfreien Dispersionsbaus und die Maximierung des erzielbaren Einlagerungsvolumens, unter anderem mittels Partikelfunktionalisierung, die auch für den Einbau von submikrometerskaligen Partikeln erforderlich ist. Wie Prof. Sörgel erläutert, ist der Hochschule die Möglichkeit, neben der Lehre auch zu forschen und die Studierenden dabei aktiv mit einzubinden, ein sehr wichtiges Anliegen. Der Forschungsschwerpunkt Dispersionsbeschichtung sei ein schönes Querschnittsthema, das zu sehr vielen spannenden und zukunftsweisenden Anwendungen etwas beizutragen habe.

Das Hauptstudium ermöglicht den Studierenden zahlreiche Einblicke in aktuelle Forschungsgebiete. Ein Fokus liegt dabei auf den Zukunftsthemen nachhaltige Mobilität und Energieversorgung. Weitere Vorlesungen befassen sich unter anderem mit der Herstellung und Charakterisierung neuer und etablierter Werkstoffe und ihrer Oberfläche, Schadenskunde, Lackiertechnik, Methoden der Qualitätssicherung und -optimierung sowie Projektmanagement. Ab dem sechsten Semester besteht für die Studierenden zusätzlich die Wahlmöglichkeit zwischen einer Vertiefung der oberflächentechnischen Verfahren und ihrer Anwendungen oder alternativ dem Schwerpunkt Korrosion. Im Korrosionsschutz erwerben die Studierenden das Wissen, um Schädigungsmechanismen zu verstehen und Abhilfemaßnahmen entwickeln zu können. Zahlreiche Übungen und Praktika begleiten und vertiefen das in den Vorlesungen Erlernte. Höhepunkt ist dabei das Praxissemester, das in einem Industrieunternehmen oder einem Forschungsinstitut absolviert werden muss. Ausgezeichnete Kontakte zu internationalen Firmen ermöglichen es den angehenden Ingenieuren, dieses im Ausland zu absolvieren. Auch ein Studiensemester kann an einer der internationalen Partnerhochschulen abgeleistet werden. Derzeit nutzen circa ein Drittel aller Studierenden in Aalen die Chance und verbringen ein Semester im Ausland.

Ist der Wissensdurst der Studierenden nach dem Bachelor noch nicht gestillt, besteht die Möglichkeit, sich für ein aufbauendes Master-Studium zu entscheiden. Zur Auswahl stehen neben den klassi-



schen Studiengängen Angewandte Oberflächen- und Materialwissenschaften, Produktentwicklung und Fertigung, Polymer Technology oder Industrial Management auch ein sogenannter Research Master. In dem dreisemestrigen Aufbaustudium Advanced Materials and Manufacturing liegt der Schwerpunkt des Studiums in der angewandten Forschung. Bei dem attraktiven Masterprogramm, das nahezu einzigartig in Deutschland ist, bearbeiten die Studierenden in den Forschungsmodulen von Beginn an eigenständig aktuelle Forschungsthemen aus den Bereichen der Werkstoff- und Fertigungstechnik und werden aktives Mitglied einer Forschungsgruppe.

Oberflächentechnologie/Neue Materialien sind Grundlagen für moderne und innovative Produkte – sei es im Leichtbau oder in der Entwicklung von Nanomaterialien, Oberflächen zur Energiegewinnung und -speicherung oder biokompatiblen Oberflächen. Demnach stehen den Absolventinnen und Absolventen aus Aalen alle Türen zu einer Vielzahl interessanter und gut bezahlter Stellen in verschiedenen Branchen offen – wie in der Automobilindustrie, der Luft- und Raumfahrt, im klassischen Anlagen- oder Maschinenbau, der Fertigungstechnik, der Elektronikbranche oder auch der Medizintechnik. Durch Schwerpunktsetzung auf Anwendungen im Bereich der Elektromobilität, Energiegewinnung und -speicherung sind die Absolventen ideal auf aktuelle und zukünftige Herausforderungen vorbereitet.

Hochschule Aalen – Technik und Wirtschaft  
Beethovenstraße 1, D-73430 Aalen

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

Fachwissen aus **Werkstoffkunde** und **Oberflächentechnik** – für alle, die ihr Wissen auffrischen wollen oder neues Wissen erwerben, für Fachfremde, Auszubildende oder Praktiker. Als Abonnent der womag-online haben Sie rund um die Uhr über die Homepage Zugriff auf die gesamten Fachtexte in voller Länge. Der Stoff wird laufend erweitert und ist auf der Homepage ohne Einschränkung verfügbar!

## Kleine Werkstoffkunde – Werkstoffe als Basis für Bauteile – Werkstoffeigenschaften

### Chemische Eigenschaften

Die chemischen Eigenschaften eines Werkstoffs beschreiben dessen Verhalten bei chemischen Reaktionen, wie beispielsweise

- Verzunderung – Reaktionsverhalten von Werkstoffen bei hohen Temperaturen und trockenen Gasen (z. B. Schmiedeteile)
- Korrosion – Wechselwirkung von Werkstoffen mit einem Wirkstoff aus der Umwelt und daraus folgende Zerstörung des Werkstoffs (z. B. Metalle)
- Entflammbarkeit und Brennbarkeit – Reaktionsverhalten von Werkstoffen unter Einwirkung der Temperatur und deren Neigung zur chemischen Zersetzung (z. B. Kunststoffe)
- Reaktionsfähigkeit – Wechselwirkung von Werkstoffen mit chemischen Verbindungen (z. B. Lösemittel, Säuren, Laugen)
- Umweltverträglichkeit – Wirkungsweise von Werkstoffen bei ihrem Einsatz. Sie dürfen keine gesundheitsgefährdeten Auswirkungen auf den Menschen oder die Umwelt ausüben. Nach ihrem Gebrauch werden sie entweder einer Wiederverwertung zugeführt oder entsorgt. Dabei sollten sie keine giftigen, karzinogenen oder schwerabbaubaren Stoffe beinhalten.

### Chemie der Werkstoffe

#### Stoffbegriff – Materie

Im Mittelpunkt aller chemischen und technischen Betrachtungen stehen Stoffe, Stoffveränderungen und die daraus entstehenden Reaktionen von Stoffen untereinander.

Alle Werkstoffe, Substanzen und Bauteile bestehen aus Stoffen unterschiedlicher Art, die einen bestimmten Raum einnehmen und eine bestimmte Masse besitzen.

#### Stofferkennung und Stoffunterteilung

Stoffe sind aufgrund ihrer unterschiedlichen Eigenschaften erkennbar und zuordenbar, wie beispielsweise:

- Aussehen, Farbe (schwarzer Ruß, Wasserdampf, metallische Oberflächen, kristalline, salzartige Strukturen)
- Geruch (Schwefelwasserstoff (= faule Eier), Essigsäure, Alkohol, Benzin, Rauch). Vorsicht bei Chemikalien; sie sind oft giftig oder ätzend
- Geschmack (salzig, süß, sauer, bitter). Vorsicht bei Chemikalien; sie sind oft giftig oder ätzend

Exaktere Unterscheidungsmerkmale liefert die Beschreibung der Stoffe nach physikalischen und chemischen Eigenschaften.

#### Einteilung der Stoffe

Bei den Stoffen wird zwischen Stoffgemischen und Reinstoffen unterschieden. Dabei handelt es sich um Mehrstoffsysteme (Abb. 18).

Stoffgemische werden nach ihrem Aussehen in homogene Stoffe – sie sind einheitlich aufgebaut und mit dem Auge nicht als Mehrstoffsystem erkennbar – und heterogene Stoffe – sie bestehen sichtbar aus mehreren, unterschiedlichen Bestandteilen – eingeteilt. Heterogene Stoffgemische, wie beispielsweise Milch, Rauch oder Schlamm-

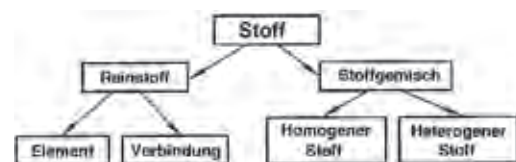


Abb. 18: Schematische Darstellung zur Unterteilung von Stoffen

wasser, bestehen aus mehreren Einzelstoffen, die sich durch ihre physikalischen Eigenschaften (z. B. Dichte, Größe, Magnetismus) voneinander unterscheiden und dadurch auch durch mechanische, physikalische Trennverfahren wieder trennbar sind. Nach der Trennung in die Einzelbestandteile entstehen homogene Stoffe. Homogene Stoffgemische sind sichtbar einheitlich aufgebaut, wie beispielsweise Glas, Metalllegierungen oder Luft. Diese Mehrstoffsysteme lassen sich ebenfalls durch physikalische Trennverfahren in ihre Einzelteile zerlegen. Nach der Trennung entstehen Reinstoffe.

Reinstoffe sind Stoffe, die sich durch physikalische Trennverfahren nicht weiter zerlegen lassen. Jeder Reinstoff hat arteigene physikalische Eigenschaften. Man nennt sie auch chemische Verbindungen. Durch chemische Zersetzungsverfahren können sie weiter zerlegt werden. Nach der Trennung entstehen chemische Elemente. Diese können durch chemische Trennverfahren nicht weiter zerlegt werden.



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

## INSERENTENVERZEICHNIS

Battery + Storage – Messe Stuttgart	5	Gross Wassertechnik GmbH	39	Ruhl & Co. GmbH	33
DGM e.V.	9	NMI Reutlingen	U4	Sager + Mack GmbH	23
Dörken GmbH	U3	Parts2clean	1	Schlötter GmbH & Co. KG	U2
EMO – Hannover	19	Franz Rieger Metallveredlung	25	Ventaix GmbH	37

Die Ewald Dörken AG mit Sitz im westfälischen Herdecke beschäftigt fast 1000 Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen im In- und Ausland bei einem Umsatz von € 250 Mio. Der familiengeführte Mittelständler sucht für seine Tochter - die Dörken MKS-Systeme GmbH & Co. KG - neue Mitarbeiter. Die Dörken MKS ist als Hersteller von Mikroschicht-Korrosionsschutz-Systemen der Markt- und Technologieführer für den Zuliefermarkt der globalen Automobilindustrie und verwandten Märkten. Dörken MKS ist ein stark expandierender „Global Player“ - mit einem Entwicklungs- und Produktionszentrum am Standort Herdecke. Daneben gibt es Technical Center in den USA, Brasilien, Südkorea und China.

Gemeinsam mit Ihnen wollen wir unsere führende Position im Bereich der Mikroschicht-Korrosionsschutz-Systeme weiter ausbauen und suchen Sie als



## Global Sales Mitarbeiter (m/w) Raum Süddeutschland und Europa

### Ihre Aufgaben:

- Betreuung von Kunden entlang der gesamten Wertschöpfungskette mit dem Schwerpunkt Automotive im Stuttgarter Raum, aber auch auf europäischer Ebene in England und Skandinavien
- Koordination internationaler Projekte
- Beratung und Schulung der Kunden im Bereich der Mikroschicht-Korrosionsschutz-Systeme und der Applikationstechniken
- Besuch von Konferenzen und Messen
- Erstellung von Besuchsberichten
- Regelmäßiges Review der Aktivitäten

### Ihr Profil:

- Abgeschlossene Berufsausbildung und Studium, im kaufmännischen oder technischen Bereich
- Berufserfahrung in der Automobilindustrie bzw. Verbindungstechnik, vorzugsweise Vertrieb von Massenkleinteilen wie von Daimler, AUDI und Porsche
- Englisch- und Deutschkenntnisse verhandlungssicher
- Ausgeprägter Leistungswille mit Leidenschaft und Engagement zum Verkauf
- Selbstständiges und ergebnisorientiertes Arbeiten
- Hohe Bereitschaft zu Reisetätigkeit
- Sicherer Umgang mit den bekannten Office-Programmen, CRM-Systemen und neuen Medien

### Unser Angebot:

Es erwartet Sie eine vielseitige und eigenverantwortliche Aufgabe in einem dynamischen Unternehmen aus dem Kreis der Top-Innovatoren Deutschlands, in einem abgeschlossenen Team, intensive Begleitung bei der Einarbeitung, Dienstwagen mit Möglichkeit zur Eigennutzung, leistungsgerechte Bezahlung und attraktive Sozialleistungen.

## Technischer Kundenbetreuer (m/w) Raum Süddeutschland

### Ihre Aufgaben:

- Eigenverantwortliche technische Betreuung von Bestands- und Neukunden
- Inbetriebnahme von Neuanlagen
- Schulungsmaßnahmen beim Kunden
- Führung von Berichtswesen
- Koordination technischer Kundenprojekte
- Unterstützung des Vertriebes



### Ihr Profil:

- Abgeschlossene Ausbildung zum Galvaniseur Meister/in, Galvaniseur Techniker/in und/oder abgeschlossenes Studium im Bereich der Oberflächentechnik
- Außendienst Erfahrung von Vorteil
- Betreuung der Kunden mit Schwerpunkt im Großraum Stuttgart
- Gute Englisch Kenntnisse in Wort und Schrift
- Selbstständiges, zuverlässiges und ergebnisorientiertes Arbeiten
- Ausgeprägtes und fachgerechtes Kommunikationsvermögen zum Kunden sowie ein transparenter Informationsaustausch und eine konstruktive Kommunikation mit dem Innendienst
- Kontaktfreudigkeit und Empathievermögen
- Hohe Bereitschaft zu Reisetätigkeit
- Sicherer Umgang mit den bekannten Office-Programmen, CRM-Systemen und neuen Medien
- Bereitschaft und Neugier sich neuen Aufgaben zu stellen

### Unser Angebot:

Es erwartet Sie eine vielseitige und eigenverantwortliche Aufgabe in einem dynamischen Unternehmen aus dem Kreis der Top-Innovatoren Deutschlands, in einem abgeschlossenen Team, intensive Begleitung bei der Einarbeitung, Dienstwagen mit Möglichkeit zur Eigennutzung, leistungsgerechte Bezahlung und attraktive Sozialleistungen.

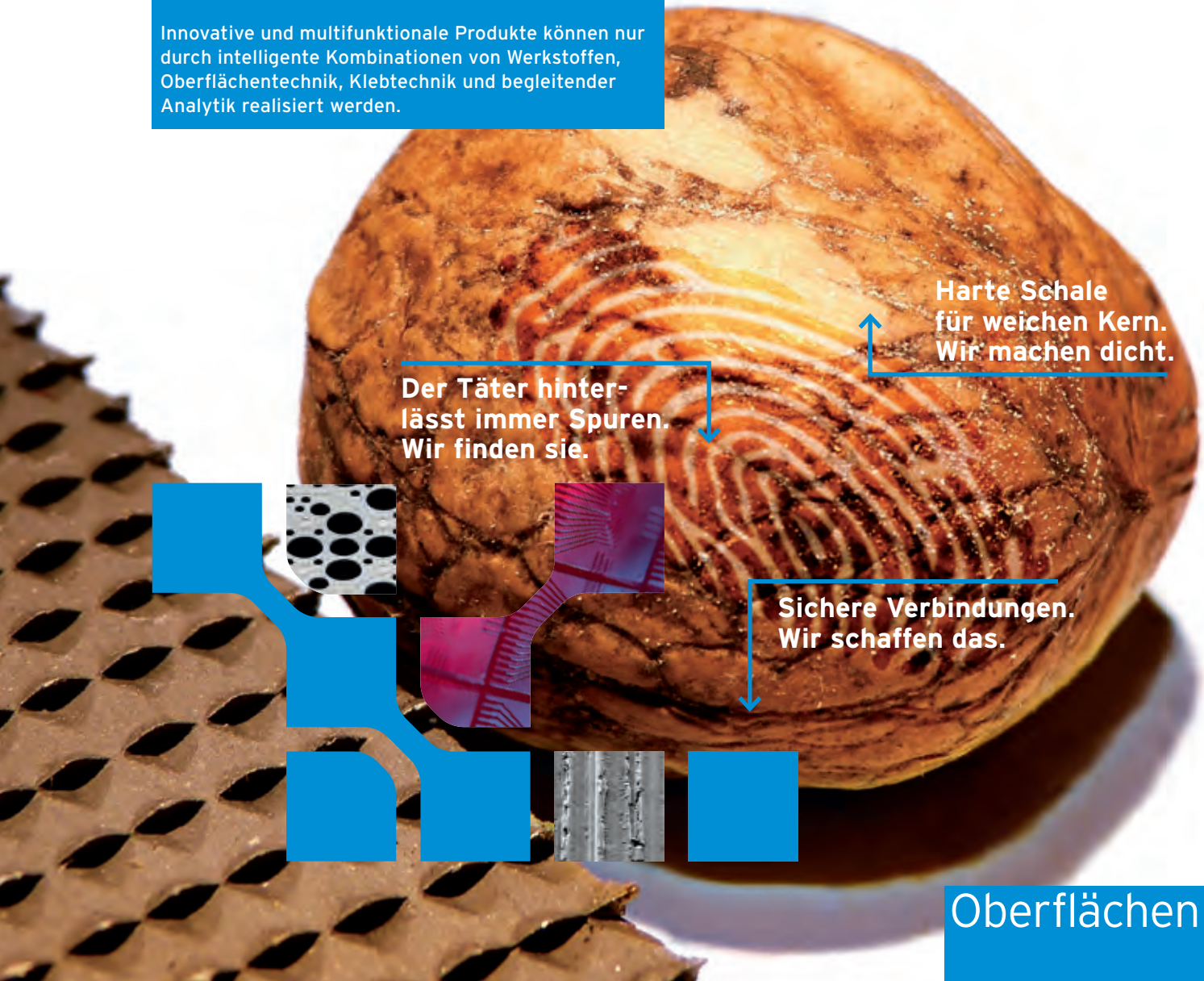
Ihre aussagefähige Bewerbung mit der Angabe des möglichen Anfangstermins sowie Ihrer Gehaltsvorstellung senden Sie bitte an:

Dörken Service GmbH Personal, Wetterstraße 58, 58313 Herdecke, Ansprechpartnerin: Frau Sandra Krüger  
Tel.: 02330 – 63540, E-Mail: personal@doerken.de, www.doerken-holding.de  
Ein Unternehmen der Dörken-Gruppe

# \* Tatort Oberfläche: Wir lassen Sie nicht allein.

Ob Werkzeuge, Maschinen- oder Motorenteile, ob Leichtbau oder Instrumente für die Medizintechnik:

Innovative und multifunktionale Produkte können nur durch intelligente Kombinationen von Werkstoffen, Oberflächentechnik, Klebtechnik und begleitender Analytik realisiert werden.



Harte Schale für weichen Kern. Wir machen dicht.

Der Täter hinterlässt immer Spuren. Wir finden sie.

Sichere Verbindungen. Wir schaffen das.

## Oberflächen

### Analysieren

Spurensuche mit unserer Grenzflächen-, Mikrostruktur- und Nanoanalytik.

**Ansprechpartner**  
Dipl.-Phys. Werner Dreher  
Tel. +49 7121 51530-59  
werner.dreher@nmi.de

### Verbinden

Sicherheit durch anwendungsgerechte Klebsysteme und Beratung.

**Ansprechpartner**  
Dr.-Ing. Astrid Wagner  
Tel. +49 7121 51530-477  
astrid.wagner@nmi.de

### Beschichten

Schutz vor Angriff und Belastung durch maßgeschneiderte Oberflächen.

**Ansprechpartner**  
Prof. Volker Bucher  
Tel. +49 7121 51530-838  
volker.bucher@nmi.de

**NMI Naturwissenschaftliches und Medizinisches Institut an der Universität Tübingen**

Markwiesenstraße 55  
72770 Reutlingen, Germany  
Telefon +49 7121 51530-0  
Telefax +49 7121 51530-16  
www.nmi.de