

# WOMag

BAND 2  
ISSN 2195-5905

Kompetenz in Werkstoff und funktioneller Oberfläche | 01/2013



Galvanikanlage zur Optimierung von Abscheideverfahren am Fraunhofer IPA in Stuttgart

Aluminiumknetlegierungen für den Automobilbau

Photoelektrochemische Reduktion von Kohlenstoffdioxid an Grenzflächen

Einfluss der Mikrorauheit auf Eigenschaften von Oberflächensystemen

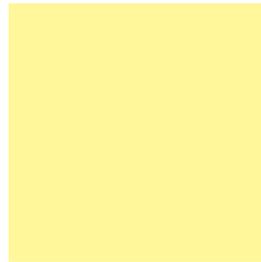
Polieren mit chemischen und elektrochemischen Verfahren

Qubus GmbH und ifo - Institut für Oberflächentechnik GmbH





# Ihr Termin in Leipzig: 26. Februar bis 1. März 2013



**DIE ZULIEFERMESSE**  
12. Internationale Fachmesse für Teile,  
Komponenten, Module und Technologien



14. Fachmesse für Fertigungstechnik,  
Werkzeugmaschinen- und  
Sondermaschinenbau

Die erfolgreiche europäische Plattform für Zulieferer – Fahrzeugindustrie, Maschinenbau und weitere Wachstumsbranchen – Treffpunkt für Einkauf, Investitionen und Kooperationen.

[www.zuliefermesse.de](http://www.zuliefermesse.de)

Der Branchenauftakt 2013 für die metallbearbeitende Industrie – Technologie und Innovation entlang der gesamten Prozess- und Wertschöpfungskette – Kompetenz im Markt.

[www.messe-intec.de](http://www.messe-intec.de)



## Vom Lieferanten zum Partner



Im November des vergangenen Jahres fand in Stuttgart der 14. Zuliefertag für den Industriebereich Automobil statt und die deutlich über 200 Teilnehmer bestätigten die Aktualität der Veranstaltung. Einer der Schwerpunkte der Tagung lag auf der Veränderung der Automobilität durch den Umstieg vom Verbrennungs- auf den Elektromotor, der noch einen hohen Bedarf an Neuentwicklungen hat. Hierbei kommt den Zulieferern eine immer wichtigere Rolle zu. So wandelt sich der Status des Zulieferbetriebs von einem reinen Empfänger an Angaben zur Herstellung eines Bauteils oder einer Baugruppe zum aktiven Entwickler. Der Automobilhersteller gibt vor allem bei den zahlreichen Ausstattungsgegenständen elektronischer Art oftmals nur noch seine Wünsche vor, bei

Baugruppen wie Getrieben oder Abgasanlagen sind dies die geometrischen Eckdaten. Alle weiteren Details zur Erfüllung der Wünsche entstehen beim Zulieferer. Dazu zählt dann auch die Auswahl von neuen Werkstoffen mit der dazu erforderlichen Oberflächentechnik. Dies erfordert eine intensive Vernetzung der einzelnen Partner im gesamten Zusammenspiel von Automobilhersteller über den Einzelteilproduzenten bis hin zu den Forschungsabteilungen der Hochschulen. Hier fördert das Land Baden-Württemberg seit vielen Jahren die Netzwerkbildung, auch in der Rolle eines Vermittlers. Unterstützt werden solche Aktivitäten zudem durch Messen, wie sie Ende Februar in Leipzig mit der Zuliefermesse stattfindet.

Ein weiterer Schwerpunkt des Zuliefertags in Stuttgart war der Globalisierung gewidmet. Obwohl die traditionelle Struktur der kleinen und mittleren Betriebe den Bereich der Zulieferer dominiert, ist auch hier eine steigende Globalisierung festzustellen. Neben Giganten wie Bosch spielen Unternehmen mit Mitarbeiterzahlen zwischen 500 und 5000 inzwischen in der internationalen Liga mit. Oftmals stehen Produktionsstandorte in Osteuropa und selbstverständlich in China an erster Stelle der Bemühungen zur Internationalisierung. Vielen Unternehmen gelingt dieser Schritt, der stets mit erheblichen organisatorischen Neuerungen verbunden ist. Häufig ist dann von solchen Unternehmen auch zu hören, dass diese Bemühungen zugleich zu einer Verbesserung der Geschäftstätigkeit bei der deutschen Muttergesellschaft geführt haben. Der oftmals gefürchtete Arbeitsplatzverlust wurde ins Gegenteil verkehrt. Wichtig ist allerdings auch hier die kooperative, partnerschaftliche Arbeitsweise.

Charlotte Schade  
Dipl.-Ing. (FH)  
WOTech GbR

**Wir sind der richtige Partner für die großen und kleinen Teile**

Als Inhabergeführtes Unternehmen mit über 60 Jahren Markterfahrung bieten wir in dritter Generation umfassende Dienstleistungen im Bereich der Hartverchromung sowohl von Einzelteilen für den Maschinenbau als auch von Großserien der Automobilindustrie an.

65 motivierte Mitarbeiter und unsere moderne Anlagentechnik gewährleisten höchste Qualität unter Berücksichtigung der wirtschaftlichen Anforderungen unserer Kunden.

Additive Verfahren wie z.B. Strahlen, Beizen, Mehrschichtverchromungen, Strukturverchromungen oder Korrosionsschutz-Verchromungen runden unser Produktportfolio ab.

Gerne unterstützen wir unsere Kunden schon in der Planungsphase beratend rund um das Thema Hartverchromung.

Abmessungen:

Serienverchromung : 2 – 50 mm Ø;  
bis 450 mm lg.;

Einzelteilverchromung: bis 900 mm Ø;  
bis 4500 mm lg.; bis 2 to Stückgewicht.

### Chrom-Schmitt GmbH & Co. KG

Vimbucher Straße 17  
76534 Baden-Baden  
Telefon: 07223 9696-36  
Telefax: 07223 9696-536  
E-Mail: schmitt.j@chrom-schmitt.de

[www.chrom-schmitt.de](http://www.chrom-schmitt.de)



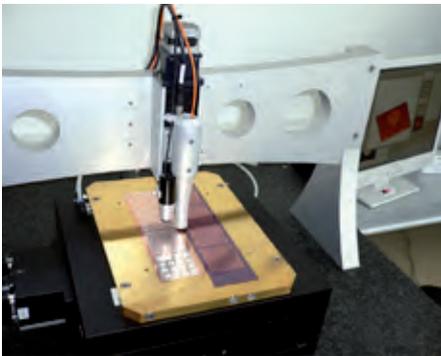
# INHALT



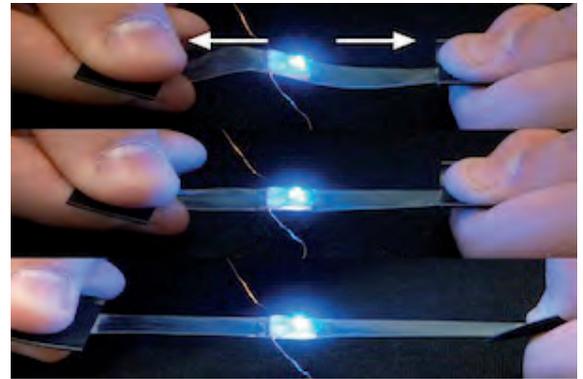
Beschichtungsprüfung auf einem Kran 29



Sauberkeitsprüfung nach VDA 19 12



Rautiefenmessung mittels Weißlichtinterferometer 19



Graphenforschung 42

## WERKSTOFFE

Low Temperature Mechanical Properties of Wrought Aluminium Alloys Applicable to the Automotive Sector	5
Laser-Trick spält durch undurchsichtiges Material	7
Hightech-Katalysator verbrennt Erdgas effizienter	7
Photoelektrochemische Reduktion von Kohlenstoffdioxid an Grenzflächen	8
AVK-Innovationspreis 2012 für tiefziehfähige Trennfolie aus dem IFAM	10
Vom Atom bis zum Bauteil	11
Vollautomatische Inline-Sauberkeitsprüfung nach VDA 19	12
Werkstoffe und Technologien für die Automobilindustrie	13

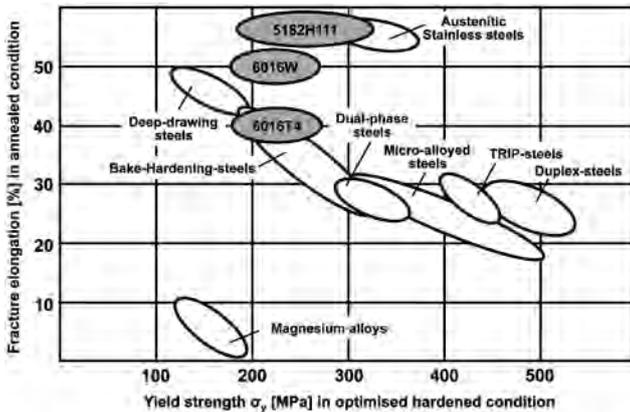
## OBERFLÄCHEN

Einflussfaktor galvanische Oberfläche – chemische und elektrochemische Verfahren zur Reduzierung der Oberflächentopographie	16
Einflüsse der Mikrorauheit auf die funktionellen Eigenschaften von Oberflächensystemen für die Elektrotechnik und Elektronik	19
Galvanotechnik in Industrie und Forschung – Fraunhofer IPA	22
In die Jahre gekommen – trotzdem innovativ und zukunftsorientiert – 125 Jahre SEA	25
Tribosystem nach Maß	28
Qubus und ifo stellen sich vor	29
ZVO-Umweltforum	32
16. IWO-Tagung an der HTW Aalen	36
Neues Lithografieverfahren revolutioniert Industrie	38

## VERBÄNDE

<b>SONDERTHEMA</b>	
Risikooo!	39
Verein Deutscher Ingenieure e.V. VDI	40
Gütegemeinschaft Reinigung von Fassaden e.V. GRM	41
DGO-Bezirksgruppe Thüringen	41

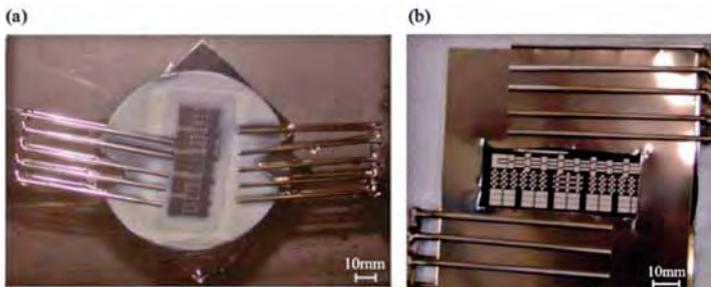
Marketing and Quality Award  
des SEA für Lyndon Follows  
und Anthony Poeton  
von Poeton Industries 25



Eigenschaftenvergleich  
von Aluminiumlegie-  
rungen mit Stahl  
im Automobilbau 5

Polieren von  
Mikrobauteilen

16



**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/Ab**  
siehe Verlagsleitung

**Bezugspreise**  
Jahresabonnement Online-Ausgabe:  
149,- €, inkl. MwSt.  
Die Mindestbezugszeit eines Abonnements beträgt ein  
Jahr. Danach gilt eine Kündigungsfrist von zwei Mona-  
ten zum Ende des Bezugszeitraums.

Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 01  
vom 8. November 2012

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

**Leserkreis:**  
WOMag ist die Fachzeitschrift für Fachleute des Be-  
reichs der Produktherstellung für die Prozesskette  
von Design und Konstruktion bis zur abschließenden  
Oberflächenbehandlung des fertigen Produkts. Im Vor-  
dergrund steht die Betrachtung der Werkstoffe und de-  
ren 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 Werkstoffe- und -verarbeitung sowie der Oberflä-  
chentechnik beraten und unterstützt.

**Bankverbindung**  
BW-Bank, BLZ 60050101, Konto 2344238  
Das Magazin und alle in ihm enthaltenen einzelnen  
Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich ge-  
schützt. Bei Zusendung an den Verlag wird das Ein-  
verständnis 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

## RUBRIKEN

### Unternehmensticker News

Piech wird Honorarprofessor  
an der Hochschule Zwickau 42

BASF und MPI-Polymerforschung  
weihen Forschungslabor für  
Graphen ein 42

Neuer Mechatronik-  
Masterstudiengang 43

## RUBRIKEN

Dechema-Preis 2012  
für Prof. Dr. Groß 44

Turbo-Keramik für  
höheren Wirkungsgrad 44

**Neue Normen** 45

**Patente** 47

Sagen Sie uns Ihre Meinung U3

**Zum Titelbild:** IPA-Elektrolytprüfstand zur Optimierung von Abscheidungsverfahren;  
lesen Sie mehr dazu auf Seite 22 in diesem Heft

## Online-Abo der WOMag – Anmelden und Recherchieren rund um die Uhr

Als Online-Abonnent der WOMag profitieren Sie gleich mehrfach:

- Sie haben Zugang zu der aktuellen Ausgabe mit allen Informationen. Das bedeutet, Sie lesen auch die ausführlichen Aufsätze und Berichte, die im Heft nur gekürzt abgedruckt wurden.
- Mit Verlinkungen und zusätzlichen Informationen bietet die digitale Abo-Version deutlichen Mehrwert. Fachinformationen können gezielt gesucht und gefunden werden.
- Das Archiv mit allen bisher erschienen Ausgaben steht Ihnen in vollem Umfang zur Nutzung zur Verfügung.
- Weitere Services für die Recherche sind geplant.
- Sie haben zu jeder Zeit und von jedem Ort Zugriff auf die Informationen.

The image shows a screenshot of the WOMag website interface. On the left, the main navigation bar includes 'Home', 'Über WOMag', 'Fachzeitschrift', 'Aktuelles', 'Service', 'Veranstaltungen', and 'Impressum'. Below this, the 'WOMag 12/12' section features a 'Die Dezember Ausgabe von WOMag' banner with a 'Nutzen Sie die Online-Möglichkeiten optimal!' sub-header. A list of benefits is provided, including access to PDFs and download versions. A red box highlights the instruction: 'Melden Sie hier Ihren unverbindlichen Gastzugang an und überzeugen Sie sich von den Inhalten und der Qualität von WOMag!'. An arrow points from this box to the 'Einzelne Beiträge' section on the right.

On the right, a 'Table of Contents' (Langfassung) is displayed with three columns: 'WERKSTOFFE', 'OBERFLÄCHEN', and 'VERBÄNDE'. The 'WERKSTOFFE' column lists articles such as 'Korrosionsschutzmaßnahmen im Flugzeugbau bei der Verwendung von Stahl - Grundlagen' (highlighted with a blue circle), 'Glas - praktische und schnell charakterisieren', 'Overview on Challenges and Approaches to Industrially Hot-Dip Coat Advanced High Strength Steels', 'Automatisierte Angebotserstellung für individuelle Folgeverbundwerkzeuge', 'Neue Herausforderungen in der Automobilbranche - Stuttgarter Automobiltag der DGO', 'Digital Photonic Production', and 'Titan wirtschaftlich rentabel umformen'. The 'OBERFLÄCHEN' column includes 'Einflussfaktor galvanische Oberfläche - chemische und elektrochemische Verfahren zur Reduzierung der Oberflächentopographie', '1,5 Mio. Euro für die optische Nanotechnologie', 'Langzeitstabile Verkapselungsschichten mit integriertem Feuchteensor für aktive Mikroimplantate', 'Dicke und Zusammensetzung von NiP-Schichten auf Kontakten und Leiterplatten', 'Arbeitsforum des ZVO', 'Eine der Größten in Europa', 'Naturmade Nanostrukturen', 'Jubiläumsveranstaltung der parts2clean sorgt für beste Stimmung', 'Energiespeicher der Zukunft erforschen und entwickeln', and 'Reinigen und Passivieren in einem Schritt'. The 'VERBÄNDE' column features a 'SONDERTHEMA' on 'Chrom - das Element der Gegensätze oder das vielseitige Element' by 'Deutsche Gesellschaft für Materialkunde e.V. DGM'.

Annotations include 'Mit Link zur Langfassung' pointing to the article title in the 'WERKSTOFFE' column and 'Direkt zur Langfassung' pointing to the 'Einzelne Beiträge' section at the bottom right.

Und so melden Sie sich an unter [www.womag-online.de](http://www.womag-online.de):

1. Sie registrieren sich online über den Gastzugang. Danach erhalten Sie eine Nachricht an die angegebene E-Mail-Adresse mit der Bitte, Ihre Anmeldung zu aktivieren. Ohne diese Aktivierung wird Ihr Zugang nicht freigeschaltet!
2. Über den Login melden Sie sich dann immer mit Ihrem Benutzernamen und dem Passwort an. Nach der Anmeldung stehen Ihnen alle Inhalte frei zur Verfügung.

**WICHTIG:**

Jeder Gastzugang wird für einen Testzeitraum von einem Monat freigeschaltet. Der kostenfreie Gastzugang erlischt nach diesem Zeitraum. Danach haben Sie die Möglichkeit, sich kostenpflichtig anzumelden!

Wir freuen uns über Ihr Interesse und belohnen Sie mit interessanten und nützlichen Beiträgen!

WOTech GbR

# Low Temperature Mechanical Properties of Wrought Aluminium Alloys Applicable to the Automotive Sector

Von R. Schneider<sup>1,2</sup>, B. Heine<sup>2</sup>, R. J. Grant<sup>1</sup>, R. Kelsch<sup>3</sup>, F. Gerstner<sup>3</sup> und T. Hägele<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Glyndŵr University, Department of Mechanical Engineering, Wales, United Kingdom

<sup>2</sup> Hochschule Aalen, Institut für Oberflächen- und Werkstofftechnik, Aalen, Germany

<sup>3</sup> voestalpine Polynorm GmbH & Co. KG, Schwäbisch Gmünd, Germany

The mechanical behaviour of the commercial aluminium alloys EN AW-5182 and EN AW-6016 is investigated at temperatures ranging from 298 K to 77 K and strain rates from  $1.7 \cdot 10^{-3} \text{ s}^{-1}$  to  $6.6 \cdot 10^{-3} \text{ s}^{-1}$ . A device, which allows testing at cryogenic temperatures is developed and demonstrated, where the specimens are subject to uniaxial tensile loads. The influence of a solution heat treatment for precipitation hardenable alloys is shown. The strain hardening coefficient is determined and mapped in terms of the experimentally investigated uniform elongation. The experimental data of tested aluminium alloys are compared with EN AW-1050A-H14, which is used as a reference. The effect of the Portevin-LeChatelier (PLC) effect on ductility and strength is discussed.

## Keywords

Aluminium alloys, cryogenic forming, Portevin-LeChatelier effect, Cottrell-atmosphere, forest dislocation

## Mechanische Tieftemperatureigenschaften von Aluminiumknetlegierungen für den Automobilbau

Untersucht wurde das mechanische Verhalten der kommerziellen Aluminiumlegierungen EN AW-5182 und EN AW-6016 in einem Temperaturbereich von 298 K bis 77 K und Dehnungsraten von  $1,7 \cdot 10^{-3}$  bis  $6,6 \cdot 10^{-3} \text{ s}^{-1}$ . Für die Untersuchungen wurden eine Tieftemperatur-Testeinrichtung entwickelt, mit der das Verhalten der Proben unter einachsiger Belastung darstellbar ist. Des Weiteren wurde der Einfluss einer Wärmebehandlung für die ausscheidungshärtbaren Legierungen ermittelt. Ebenso wurde der Kaltverfestigungskoeffizient bestimmt und hinsichtlich der experimentell gefundenen Dehnwerte zugeordnet. Die in den Untersuchungen ermittelten Werte wurde mit denen der Legierung EN AW-1050A-H14 verglichen. Schließlich wird der Einfluss des Portevin-LeChatelier (PLC)-Effekts auf die Duktilität und Festigkeit diskutiert.

## 1 Background

For a long time, aluminium wrought alloys have been used as the predominant material for the sheet metal processing industry. Aluminium alloys not only show a high affinity for passivation, which results in corrosion resistance in many environments [1], but also indicate high specific strengths (strength versus density) and rigidity (Young's modulus versus density). A negative aspect is, however, that aluminium alloys have a very low formability when compared with modern steels. *Figure 1* illustrates the fracture elongation versus yield strength of aluminium wrought alloys and deep-drawing steels in optimised hardened condition. Aluminium wrought alloys with the designation EN AW-5xxx and EN AW-6xxx show similar yield strength values compared with bake-hardening steels; although the fracture elongation differs by around 50 % in favour of the steels.

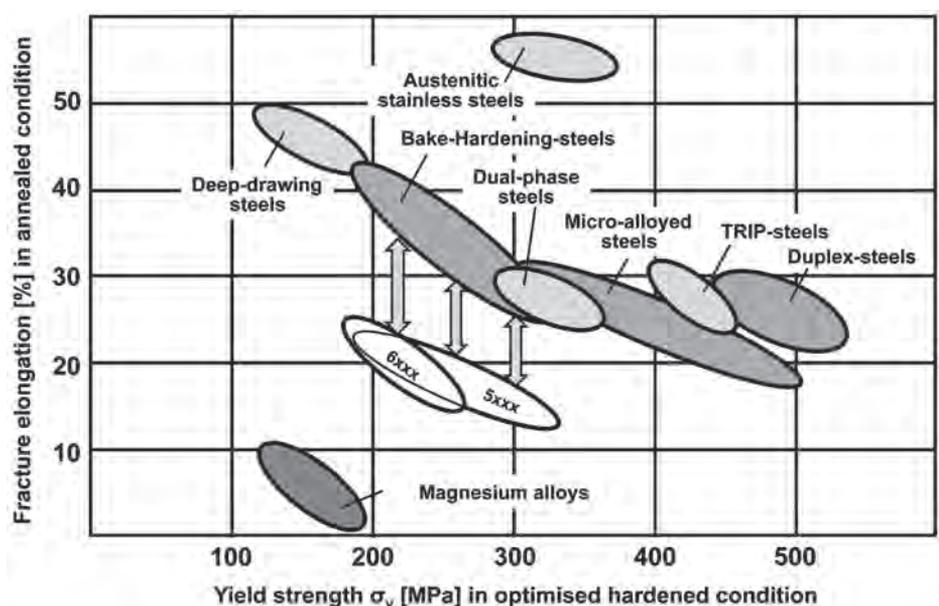


Fig. 1: Fracture elongation for aluminium wrought alloys of the EN AW-5xxx and EN AW-6xxx series and deep-drawing steels at  $T = 298 \text{ K}$ . Yield strength in an optimised hardened condition for all mentioned groups at  $T = 298 \text{ K}$

Yield strength values from non-heat-treatable, and therefore only strain-hardenable, aluminium alloys of the EN AW-5xxx group are slightly higher when present in a highly strain-hardened condition (e.g. H18). But their fracture elongation values in an annealed condition are equivalent to those exhibited by the EN AW-6xxx group, which are precipitation hardenable. So, ways of enhancing the fracture elongation of wrought aluminium alloys to levels that are at least comparable with those of deep-drawing steels and additionally possess corresponding strength values are sought.

Forming aluminium alloys below room temperature would be an approach, where strain hardening losses and precipitation processes are not an issue. In this regard there is no danger of a reduction in strength through the mechanism of recovery, recrystallization and aging, which is in most cases induced by forming at higher temperatures. Furthermore, in previous investigations during tensile testing it was observed that in certain aluminium alloys, which were present in various heat treatment conditions, the Lüders and the Portevin-LeChatelier (PLC) effect occurs at room temperature [2, 3]. This PLC effect not only causes a bad surface quality on sheet metals, but also creates a reduction of the uniform elongation and fracture elongation [2]. It is expected that in tensile testing at low temperatures the negative impact caused by the PLC effect can be reduced and therefore the values of uniform elongation and fracture elongation can be increased.

## 2 Portevin-LeChatelier (PLC) Effect

### 2.1 Phenomena of the PLC effect

Considering a tensile testing specimen, consisting of an isotropic ductile material, it can be observed that straining in the direction of the principal normal stress is accompanied by a cross-sectional reduction in width and thickness. In the region of uniform elongation the prismatic geometry of the specimen remains, since a random localisation stabilises itself according to the Considère-criteria. Leaving this region of the stress-strain curve and moving into the region which signifies the region of necking behaviour a localised and random reduction in width and thickness results in an overall reduction in cross-section. It is of note that for a tensile specimen, where the width is much greater than the thickness, a reduction in the cross-section only appears at a volume of material inclined at an angle of

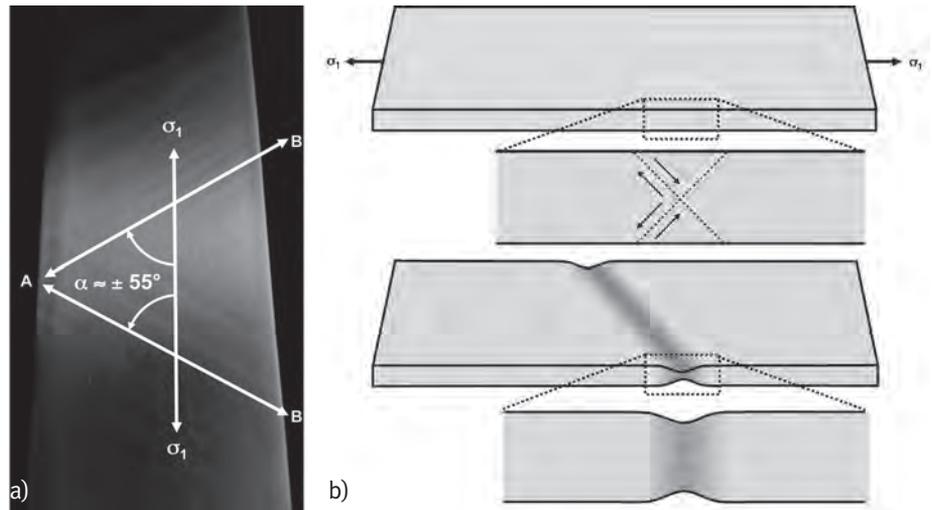


Fig. 2: a) Cross-sectional reduction of EN AW-5xxx specimen in annealed condition which shows localised necking at an angle of around  $55^\circ$  measured in direction of principal normal stress before reaching the necking area. b) Schematic cross-sectional reduction in thickness co-occurring with shear deformations in several planes

approximately  $55^\circ$  measured in direction of the principal normal stress. Localised necking predominantly in thickness will finally fracture the specimen when constricted [4, 5]. Testing an annealed aluminium alloy with the designation of EN AW-5xxx shows that a cross-sectional reduction occurs in fact before reaching the necking area. *Figure 2a* shows localised necking over the whole specimen length.

In this deformation state it can be observed that only localised necking occurs ( $\bar{A}\bar{B}$ ) and there is no reduction in width over the whole specimen length ( $\bar{B}\bar{B}$ ) which would be denoted as diffuse necking [6]. This is in contrast to most metallic materials, where localised through-thickness necking arises e.g. on aluminium alloy EN AW-5xxx in an annealed condition, but not over the whole length. As a consequence, a pattern of localised through-thickness striations can be observed oriented at around  $\pm 55^\circ$  to the direction of the principal normal stress (*Fig. 2a*) [2, 3]: these are also known as PLC bands. *Figure 2b* illustrates a formation of this localised affect, which is co-occurring with shear deformations in several planes. The condition of the volume of material where localised necking arises is that no strain be imposed on the non-deforming material adjacent to the flowing section which leads to  $d\epsilon_w' = 0$  as illustrated in *Figure 3* [6]. The localising volume only deforms in thickness ( $d\epsilon_t$ ) and lengthways ( $d\epsilon_l$ ), which characterises a biaxial strain state. Provided that there is an ideal plastic material behaviour

and a negligible elastic fraction compared with the plastic fraction, Lévy-von Mises equations can be applied:

$$\frac{d\epsilon_l}{\sigma_1 - 1/2 \cdot (\sigma_2 + \sigma_3)} = \frac{d\epsilon_w}{\sigma_2 - 1/2 \cdot (\sigma_3 + \sigma_1)} = \frac{d\epsilon_t}{\sigma_3 - 1/2 \cdot (\sigma_1 + \sigma_2)} \quad (1)$$

let  $\sigma_1 \neq 0$  and  $\sigma_2 = \sigma_3 = 0$  then

$$\frac{d\epsilon_l}{\sigma_1} = \frac{d\epsilon_w}{-1/2 \cdot \sigma_1} = \frac{d\epsilon_t}{-1/2 \cdot \sigma_1} \quad (2)$$

If only  $d\epsilon_t$  and  $d\epsilon_w$  are considered (because of a small sheet thickness), the expression can be rewritten as

$$d\epsilon_l = -2 \cdot d\epsilon_w \quad (3)$$

Since  $d\epsilon_w < 0$  a Mohr's circle of strain can be developed as illustrated in *Figure 3*. Applying a coordinate transformation it can be shown that  $\alpha = 70^\circ 32'$  if  $d\epsilon_w' = 0$ .

Thus, the angle between the direction of the localised neck and the direction of the principal normal stress is ideally  $54^\circ 44'$  which is in accordance with the hypothesis of Hill [7]. Eventual variations can be attributed to textures of the material.

### 2.2 Microscopic background of the PLC-effect

The microscopic background of the PLC effect is still a subject of discussion. This is because the PLC effect appears at temperatures where interstitial or substitutional



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

# Photoelektrochemische Reduktion von Kohlenstoffdioxid an Grenzflächen

Von Marc Brunel

Kohlendioxid gelangt in großen Mengen in die Umwelt und verändert unser Klima. Eine solarbetriebene direkte katalytische Umwandlung von Kohlendioxid beispielsweise in Methanol brächte uns eine CO<sub>2</sub>-neutrale Energiequelle für Wärme oder Mobilität. Eine breite Palette von photoelektrokatalytischen Werkstoffsystemen realisiert verschiedene Reduktionsreaktionen von Kohlendioxid. Diese können in wässrigen oder nicht-wässrigen Elektrolyten ablaufen und führen meist zu Kohlenmonoxid, Oxalat oder Formiat. Einige Katalysatoren können auch direkt Methanol erzeugen. Nach einer Einführung in das Thema im ersten Teil des Artikels werden im zweiten Teil verschiedene Beispiele aktueller Entwicklungen vorgestellt.

Carbon dioxide is released into the atmosphere in substantial quantities today and is changing our climate. A solar-driven direct catalytic transformation from carbon dioxide into methanol for example would provide us with a carbon dioxide neutral energy source for heating and mobility. A broad range of photo-electrocatalytically active material systems offers different reaction schemes for carbon dioxide. These can take place in aqueous or non-aqueous media and yield mostly carbon monoxide, oxalate or formate. Some catalysts however can directly produce methanol. After an introduction to the field in the first part of the paper different examples for new developments will be presented in the second part.

## 1 Einführung

Kohlenstoffdioxid spielt in unserer Umwelt eine wichtige Rolle und ist ein entscheidender Faktor für das Klima auf unserem Planeten. Es ist inzwischen wissenschaftlich gesichert, dass viele der zunehmend extremer ausfallenden Wetterphänomene mindestens mit vom steigenden Kohlenstoffdioxidgehalt in der Atmosphäre verursacht werden. Der kürzlich zu Ende gegangene Weltklimagipfel in Doha konnte sich nicht auf verbindliche Ziele zur Reduktion des Kohlenstoffdioxidausstoßes über das Jahr 2012 hinaus einigen. Damit steigt der Handlungsdruck. Der wachsende Trend zu erneuerbaren Energien für unsere Energieversorgung ist positiv und wird unter anderem durch die Verpflichtung von Staaten angetrieben, ihre Kohlenstoffdioxidemissionen zu senken oder mindestens nicht mehr weiter zu steigern. In diesem Zusammenhang wäre es sehr interessant, ließe sich das schon in beträchtlichen Mengen freigesetzte Kohlenstoffdioxid über technische Prozesse wieder aus der Luft entfernen und direkt in nützliche Produkte umwandeln, die sich für die Energieversorgung oder andere Aufgaben in der Wirtschaft einsetzen lassen. Idealerweise würden diese Prozesse durch erneuerbare Energiequellen wie beispielsweise die Sonnenstrahlung angetrieben.

Langfristig wird die Speicherung beispielsweise von Strom aus Photovoltaik oder Windkraftanlagen zumindest teilweise mit Hilfe chemischer Speicher erfolgen wird,

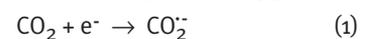
denn diese bieten eine hohe Energiedichte einerseits und eine einfache Handhabung andererseits. Mit chemischen Speichern in Form von Flüssigkeiten lässt sich auch die schon vorhandene Infrastruktur für Erdölprodukte nutzen. Die direkte Umwandlung von Kohlenstoffdioxid in chemische Speichermedien ist der eleganteste Weg zur Nutzung von Solarenergie für Wärme- und Mobilitätsanwendungen.

Aus diesen Gründen wird bereits seit über dreißig Jahren an der Umwandlung von Kohlenstoffdioxid in Produkte wie Wasserstoff, Ameisensäure oder Methanol mit Hilfe von Sonnenstrahlung geforscht. Insbesondere die Umwandlung in Methanol ist für uns in der heutigen Situation sehr interessant, da Methanol für den Betrieb von Autos genauso genutzt werden kann wie für die Erzeugung von Wärme in öffentlichen und privaten Gebäuden. Mit Solarstrahlung erzeugtes Methanol wird heute auch als solar fuel, also als solarer Treibstoff, bezeichnet und findet immer mehr Interesse in der Forschung, aber auch der Forschungsförderung. In diesem Beitrag werden wir uns auf die Umwandlung von solarer Strahlung in Methanol konzentrieren und andere Umwandlungsprodukte nur am Rande betrachten.

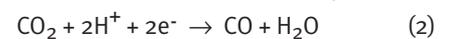
## 2 Reaktionswege der Kohlenstoffdioxidreduktion

Die Reduktion von Kohlenstoffdioxid durch Übertragung eines Elektrons hat bei 25 °C, pH 7 und Normaldruck in einer wässrigen

Lösung ein Normalpotential von – 1,9 V gegenüber der Standard-Wasserstoffelektrode (Gl. (1)). Das Reaktionsprodukt ist sehr instabil und wenig geeignet für die Herstellung von energiereichen Produkten. Es gibt aber auch Reaktionen, bei denen mehrere Elektronen übertragen werden und die zu interessanten Produkten wie Formiat oder Methanol führen (Gl. (3) und (4)) [1]:



$$E_0 = -1,90 \text{ V}$$



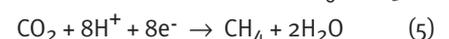
$$E_0 = -0,53 \text{ V}$$



$$E_0 = -0,61 \text{ V}$$



$$E_0 = -0,38 \text{ V}$$



$$E_0 = -0,24 \text{ V}$$

Kohlendioxid kann an Metalloberflächen reduziert werden, allerdings gibt es oft hohe Überspannungen oder die Metalloberflächen werden durch Reaktionsprodukte vergiftet. Mehrstufige Reaktionen können durch kinetische Hemmungen stark gestört werden [1].

Schon lange wird die natürliche Photosynthese als Vorbild für die Entwicklung künstlicher Wasserzerlegung oder Kohlendioxidreduktion erforscht. Dort fangen Pigmente die Photonen ein und wandeln diese in Elektron-/Loch-Paare um, welche durch die räumliche Struktur der Moleküle schnell getrennt und an molekulare Reaktionszentren weitergeleitet werden. Dort dienen

sie beispielsweise zur Reduktion von Kohlenstoffdioxid. Die Anzahl von aktiven Pigmentmolekülen ist dabei 200 bis 300 Mal größer als die Zahl der Reaktionszentren, so dass immer genügend Redoxäquivalente für eine kontinuierliche Reaktion zur Verfügung stehen [2].

Die Bandlücke eines Halbleiters entscheidet darüber, wie energiereich die Photonen sind, die aufgenommen werden können. Diese Energiepakete stehen dann beispielsweise für chemische Reaktionen zur Verfügung. Einen Überblick über die Potentiale verschiedener Halbleiter-Metallegierungen und -Metalloxide zeigt *Abbildung 1*. Rechts sind die Potentiale der verschiedenen Reduktionsreaktionen von Kohlendioxid veranschaulicht. Allerdings wurden hier keine Überspannungen berücksichtigt, die je nach den anderen Parametern wie beispielsweise dem pH-Wert die Reduktionsreaktionen erst bei höheren Potentialen erlauben.

Ein Ausweg aus dieser Situation ist die Trennung der Energieaufnahme und der Elektrokatalyse und der Einsatz verschiedener Werkstoffe für die unterschiedlichen Aufgaben. Es werden Systeme aus sozusagen *spezialisierten* Werkstoffen verwendet, Beispiele für solche Systeme werden weiter unten beschrieben.

Der Wirkungsgrad der Umwandlung von Kohlenstoffdioxid in Reaktionsprodukte kann durch einen Faraday-Wirkungsgrad (FWG) beschrieben werden:

$$\text{FWG} = \frac{x \text{ Mol Pr}}{\text{Mol } e_{\text{ü}}} x e_{\text{U}}$$

$x \text{ Mol Pr}$  – Anzahl Mol Produkt

$\text{Mol } e_{\text{ü}}$  – Mol übertragene Elektronen

$x e_{\text{U}}$  – Anzahl Elektronen für die Umwandlung

Für die komplette photochemische Umwandlung von Photonen in chemische Produkte lässt sich eine photochemische Quantenausbeute ( $\phi$ ) definieren:

$$\phi = \frac{x \text{ Mol Pr}}{x e_{\text{a}}} x e_{\text{U}}$$

$x e_{\text{a}}$  – Anzahl absorbierte Photonen

Mit diesen beiden Effizienzmaßen lassen sich Reaktionen miteinander vergleichen.

## Überblick Katalysatorsysteme

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, die große Vielfalt der bereits erforschten Systeme für die Reduktion von Kohlendioxid einzuteilen. In *Abbildung 2* ist eine solche Struktur aus [3] dargestellt. Metallkomplexe sind Verbindungen von Metallatomen und organischen Molekülen. Das sind oft sehr große Moleküle, die beispielsweise aus einem Ruthenium- oder auch Nickel- oder Kobaltatom und organischen Komponenten wie Carboxylgruppen oder aromatischen Ringen bestehen. In 1-Komponentensystemen sind die Funktionen der Umwandlung der Photonen in Elektronen einerseits und der Katalyse der Kohlendioxidreduktion andererseits in einem Molekül vereint. In Multi-Kompo-

nentensystemen sind diese Funktionen auf verschiedene Moleküle aufgeteilt, die jeweils chemisch besonders stabil und geeignet dafür sind. Die anorganischen Halbleiter, an deren Oberfläche eine heterogene katalytische  $\text{CO}_2$ -Reduktion stattfindet, können in Titandioxidsysteme und andere Metalloxid-Halbleiter unterschieden werden. Weiter unten werden wir diese Werkstoffsysteme genauer beschreiben.

Polyoxometallate sind Cluster verschiedener Metalle, die durch Sauerstoffatome verbunden sind und ebenfalls Kohlenstoffdioxid reduzieren können. Beispiele solcher Verbindungen sind  $\text{K}_7[\text{PTi}_2\text{W}_{10}\text{O}_{40}] \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  oder  $\text{K}_5[\text{BW}_{12}\text{O}_{40}] \cdot 15\text{H}_2\text{O}$ . Das zweite Molekül reduziert Kohlenstoffdioxid zu Methan in Gegenwart von Methanol als Elektronenquelle. Allerdings ist die Effizienz dieser Umwandlung mit etwa 2 % relativ schlecht [3].

Hybride Systeme kombinieren anorganische Halbleiter mit Komponenten wie beispielsweise organischen Farbpigmenten für die Lichtumwandlung. Auch die Kombination von Titandioxidpartikeln und einem Enzym für die Kohlenstoffdioxidreduktion wurde berichtet [3].

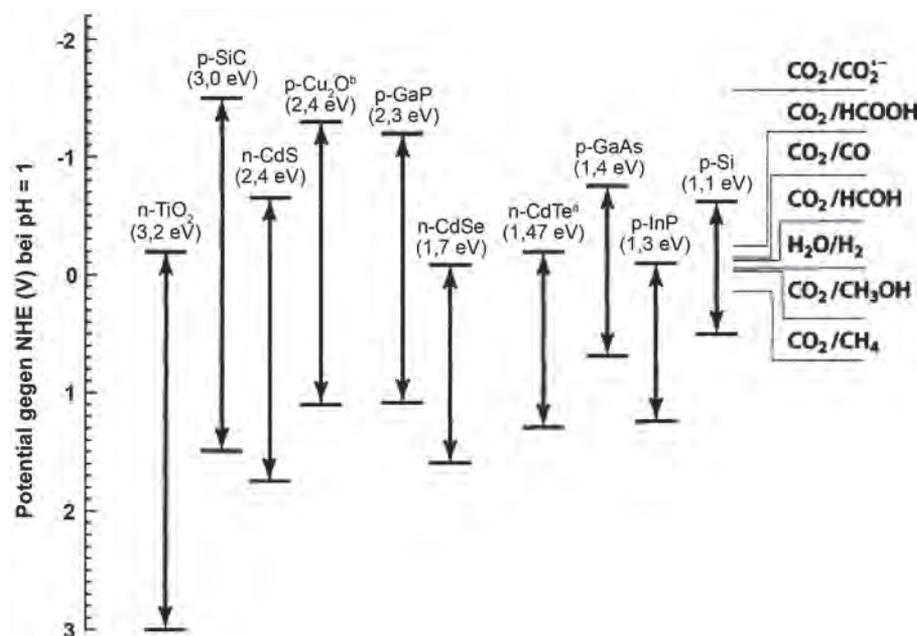


Abb. 1: Vergleich der Potentiale verschiedener Festkörper-Halbleiter bei Bestrahlung mit Licht und der Potentiale verschiedener  $\text{CO}_2$ -Reaktionen [1]

## Systeme für die Reduktion von $\text{CO}_2$ mit Hilfe solarer Strahlung



Abb. 2: Überblick über die verschiedenen Arten von Reduktionssystemen für Kohlenstoffdioxid

## Grundlegende Betrachtungen zu Reaktionsmechanismen

Die Reduktion von Kohlenstoffdioxid an Halbleiteroberflächen benötigt Elektronen, welche von eintreffenden Photonen aus dem Valenzband in das Leitungsband gehoben werden. Gleichzeitig werden Löcher (positive Ladungen) erzeugt, welche im Valenzband verbleiben. Die Elektronen können Kohlenstoffdioxid reduzieren, wobei als Konkurrenzreaktion oft die Bildung von

Protonen auftritt. Die Reduktion ergibt drei verschiedene primäre Produkte:

- Oxalat
- Kohlenmonoxid
- Formiat (Ameisensäure)

In wässrigen Lösungen und an Oberflächen von Halbleitern erfolgt in erster Linie die Produktion von Ameisensäure. Dabei hängt die Selektivität von der Art des Metalls und den verfügbaren Orbitalen ab. In wässrigen Lösungen führen Metalle mit sp- oder d10-Orbital zum Formiat, während Metalle mit d-Orbital selektiv das Endprodukt Kohlenstoffmonoxid erzeugen.

Reduktionsprozesse mit Kohlenstoffdioxid können grundsätzlich sowohl in wässrigen als auch in nicht-wässrigen Medien wie beispielsweise Propylencarbonat, Acetonitril, Dimethylformamid, Dimethylsulfoxid oder Methanol ablaufen. Der größte Unterschied zwischen diesen beiden Medienarten ist die Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid ( $\text{CO}_2$ ), sie ist in den nicht-wässrigen Medien etwa sieben bis acht Mal höher als in Wasser. Die Löslichkeitsgrenze von  $\text{CO}_2$  und eine begrenzte Diffusion in Wasser führen zu einer Begrenzung der katalytischen Stromdichte auf  $10 \text{ mA/cm}^2$  [1]. Diese kann durch Erhöhung des  $\text{CO}_2$ -Partialdruckes deutlich gesteigert werden [3]. Beispielsweise konnte bei einem Druck von 3,5 bar in einem wässrigen Elektrolyten mit  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  bei einem Potential von  $-1,00 \text{ V}$  gegen eine Ag/AgCl-Elektrode ein maximaler Faraday-Wirkungsgrad von 74 % für die Erzeugung von Ameisensäure gezeigt werden [1]. Bei einer Steigerung des Druckes auf 7,5 bar sank der FWG für Ameisensäure auf 29 % während er für Methanol auf 8,2 % anstieg.

In wässrigen Medien entsteht, abhängig vom pH-Wert, durch Dissoziation Bicarbonat ( $\text{HCO}_3^-$ ) oder Carbonat ( $\text{CO}_3^{2-}$ ). Die Konzentration dieser Ionen beeinflusst die Selektivität von Katalysatoren und die Reduktionspotentiale für verschiedene Umwandlungsreaktionen.

Sowohl an CdTe- als auch an p-InP-Elektroden lässt sich in wässrigen Medien Koh-

lenstoffmonoxid (CO) erzeugen. Bei einem Potential von  $-1,2 \text{ V}$  gegen eine gesättigte Kalomelektrode (SCE) wurden für InP ein FWG von mehr als 60 % und für CeTe von mehr als 38 % gemessen [1]. Ein Zusatz von Tetralakylammoniumionen verringerte die Produktion von Wasserstoff. Vermutlich adsorbieren die Ionen an der Elektrode und machen sie stärker hydrophob, was die Adsorption von Protonen und damit ihre Reduktion verringert. Bei negativeren Potentialen wurde weniger Kohlenstoffmonoxid erzeugt und mehr Ameisensäure und Wasserstoff.

Eine interessante Variante ist die Ablagerung von Nanopartikeln eines Metalls oder Metalloxids auf einer photoaktiven Elektrode. So wurden beispielsweise Kupfer-, Silber- und Gold-Nanopartikel auf einer (100) p-Si-Oberfläche abgeschieden. Kupfer kann Kohlenstoffdioxid sowohl zu Kohlenstoffmonoxid als auch zu Ameisensäure oder Methan reduzieren. Alle diese Reaktionen wurden auch an Kupfer-Nanopartikeln beobachtet, allerdings bei einem um 500 mV positiveren Potential. Dieser Effekt tritt oft bei der Kombination eines katalytischen Metalls mit einer photoaktiven Oberfläche auf. Auch Kupfer- oder Rutheniumpartikel auf einer p-GaP-Oberfläche reduzieren Kohlenstoffdioxid, allerdings wurde hauptsächlich Wasserstoff erzeugt [4].

In nicht-wässrigen Medien wird Kohlenstoffdioxid an verschiedenen Halbleiteroberflächen wie beispielsweise p-Si, p-InP, p-GaAs, p-GaP oder CdTe reduziert. Oft wird den organischen Lösungsmitteln eine geringe Menge Wasser als Protonenquelle zugesetzt. Die meisten Halbleiter erlauben nur die Reduktion zu Kohlenstoffmonoxid oder die Herstellung von Ameisensäure. Bei CdTe beginnt die Reduktion bei einem um etwa 600 mV bis 700 mV niedrigeren Potential als bei p-InP. In Dimethylformamid oder Dimethylsulfoxid mit einem Wassergehalt von 5 % wurde für CdTe ein FWG von 80 % bis 85 % für die Reduktion von  $\text{CO}_2$  zu CO gefunden. Die Elektrode wurde mit 600 nm monochromatischem Licht bestrahlt und dem

Elektrolyt waren 0,1 M Tetrabutylammoniumphosphat beigemischt [1].

Auch in nicht-wässrigen Medien wurden Versuche zur Steigerung der katalytischen Stromdichte durch Erhöhung des Drucks durchgeführt. Die meisten Arbeiten verwenden Methanol als Elektrolyt und p-Si, p-GaAs oder p-InP als Halbleiter. Für eine (100) p-InP Elektrode wurde eine katalytische Stromdichte von  $100 \text{ mA/cm}^2$  bis  $200 \text{ mA/cm}^2$  gemessen, die nur von der Lichtintensität begrenzt wurde. Das Hauptprodukt der Reduktion war in diesen Fällen Kohlenmonoxid.

Versuche mit Nanopartikeln auf Halbleiteroberflächen in nicht-wässrigen Medien ergaben in den meisten Fällen Kohlenstoffmonoxid. Blei-Nanopartikel auf einer p-InP-Oberfläche allerdings produzierten hauptsächlich Ameisensäure. Diese photoelektrochemischen Systeme erfordern noch eine erhebliche Optimierung, vor allem beim Anschluss der Partikel an die Oberfläche, um die Verluste der Photospannung so gering wie möglich zu halten.

## Literatur

- [1] Kumar, B.; Llorente, M.; Froehlich, J.; Dang, T.; Sathrum, A.; Kubiak, Clifford: Photochemical and photoelectrochemical Reduction of  $\text{CO}_2$ . Annual Review of Physical Chemistry, (63) 2012, p. 541-569
- [2] Joshi, U.; Palasyuk, A.; Arney, D.; Maggard, Paul: Semiconducting oxides to facilitate the conversion of solar energy to chemical fuels. The Journal of Physical Chemistry Letters 2010, 1, 2719-2726
- [3] Yui, T.; Tamaki, Y.; Sekizawa, K.; Ishitani, O.: Photocatalytic Reduction of  $\text{CO}_2$ : From Molecules to Semiconductors. Top Curr Chem (2011) 303: 151-184
- [4] Halmann, m.; Aurian-Blajeni, B.: Photoelectrochemical reduction of carbon dioxide in aqueous solutions on p-GaP electrodes: an a. c. impedance study with phase-sensitive detection. Journal of Electroanalytical Chemistry, 1996, 402: S. 97-105

Ende Teil 1

## Vom Atom bis zum Bauteil

Für ihre grundlegenden Arbeiten zur Werkstoffsimulation haben zwei Ingenieure der Ruhr-Universität Bochum den diesjährigen ThyssenKrupp Innovationspreis erhalten. Dipl.-Ing. Aenne Köster leistet mit ihren Forschungsergebnissen einen entscheidenden Beitrag, um aus der Bewegung eines einzelnen Atoms auf das Verhalten eines ganzen Bauteils zu schließen. Dipl.-Ing. Reza Darvishi Kamachali hat ein Verfahren entwickelt, um den inneren Aufbau von Metallen – etwa die Textur von Blechen – zu beschreiben und daraus wertvolle Schlussfolgerungen zu ziehen. Der mit je 2500 Euro dotierte Preis wurde auf dem Ideenpark in Essen von Prof. Dr. Ulrich Middelman (ThyssenKrupp AG) überreicht.



Preisverleihung auf dem Ideenpark von links: Prof. Dr.-Ing. Michael Pohl, Reza Darvishi Kamachali, Aenne Köster, Prof. Dr. Alexander Hartmaier, Prof. Dr. Elmar Weiler, Prof. Dr. Ulrich Middelman  
Bild: ThyssenKrupp AG

### Fortschritte bei der skalenüberbrückenden Werkstoffsimulation

Prämiert wurden damit die Arbeiten von zwei Doktoranden des Interdisciplinary Centre for Advanced Materials Simulation (ICAMS) der Ruhr-Universität Bochum. Sie zeigen neue Wege für die Entwicklung von Hochleistungswerkstoffen und passen hervorragend in den übergeordneten Forschungsrahmen am ICAMS. Die Wissenschaftler versuchen, die innere Struktur und die Eigenschaften von Werkstoffen aus ihrem atomaren Aufbau heraus zu verstehen und zu beschreiben. Dieser skalen-

überbrückende Ansatz gewinnt – befördert durch die wachsende Leistungsfähigkeit der Computer und immer bessere Algorithmen für numerische Simulationen – rasch an Bedeutung. Das wird schon deutlich, wenn man sich vor Augen führt, dass Werkstoffe wie beispielsweise Fahrzeugbleche für Jahre im Einsatz sein sollen, während ihre Eigenschaften durch atomare Bindungen dominiert werden, die sich nur über Bruchteile von Nanometern erstrecken und sich in weniger als einer milliardstel Sekunde ändern können, so Prof. Dr. Alexander Hartmaier (ICAMS).

### Vom Bruchstück auf das Ganze schließen

Hier setzt die Arbeit von Dipl.-Ing. Aenne Köster an, die einen kleinen Ausschnitt eines Werkstoffs auf Eisenbasis beschreibt, indem sie die Bewegung jedes einzelnen Atoms im Computer berechnet. Aus diesen atomistischen Simulationen gewinnt sie Erkenntnisse über die Festigkeit und das Verformungsverhalten des sehr kleinen Werkstoffbruchstücks. Mit mathematischen Methoden können diese Erkenntnisse jedoch zur Beschreibung der Verformung von ganzen Bauteilen genutzt werden, um so beispielsweise das Biegen von Blechen bei der Fahrzeugherstellung oder deren Verhalten bei einem Crash genauer als bisher vorherzusagen. Die prämierte Arbeit leis-

tet einen ersten Beitrag, auf den noch viele weitere folgen müssen, um eine durchgängige Kette von Simulationsmethoden vom Atom bis zum Bauteil zu entwickeln.

### Kontrolle der Gefügeentwicklung

In der Arbeit von Reza Darvishi Kamachali geht es um den inneren Aufbau von Metallen, das so genannte Gefüge. Ziel ist, die Struktur aufgrund physikalischer Gesetze zu beschreiben, die normalerweise nur für sehr kleine Werkstoffbereiche angewandt werden können. Durch den Einsatz einer am ICAMS entwickelten Simulationssoftware auf einem Hochleistungsrechner gelingt es, die Entwicklung des Gefüges von hinreichend großen Werkstoffvolumen zu beschreiben und daraus statistisch signifikante Schlussfolgerungen zu ziehen. Auch diese Arbeit belegt den Nutzen der skalenübergreifenden Modellierung für die Entwicklung von Hochleistungswerkstoffen, beispielsweise von Elektroblechen für Anwendungen in Transformatoren mit deutlich reduzierten Wirbelstromverlusten.

Interdisciplinary Centre for Advanced Materials Simulation (ICAMS), Ruhr-Universität Bochum,  
Prof. Dr. Alexander Hartmaier,  
Alexander.Hartmaier@icams.rub.de

➔ [www.icams.rub.de](http://www.icams.rub.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!

# Vollautomatische Inline-Sauberkeitsprüfung nach VDA 19

## Optimierung der Qualitätssicherung in der Bauteilreinigung mit EcoCLab

Seit der Einführung der VDA 19 hat die Überwachung der technischen Sauberkeit nicht nur in der Automobilindustrie enorm an Bedeutung gewonnen. Ein großes Manko der Sauberkeitsprüfung ist allerdings, dass sie bisher zeit- und kostenintensiv in Labors durchgeführt werden muss. Mit dem neuen EcoCLab bietet Dürr Ecoclean jetzt eine automatisierte Inline-Kontrolle und eine Dokumentation der Partikelsauberkeit nach VDA 19. Dadurch sind die Ergebnisse deutlich schneller verfügbar, während die Prozesssicherheit signifikant steigt.

Die Partikelsauberkeit zählt in der Automobilindustrie und in zahlreichen anderen Branchen zu den wichtigsten Qualitätsfaktoren. Die Kontrolle und Dokumentation der so genannten technischen Sauberkeit stellt für OEM und Zulieferer jedoch eine Herausforderung dar. Denn oft befinden sich die als kritisch spezifizierten Partikel auf innenliegenden Flächen eines Bauteils, beispielsweise im Ölkanal eines Kurbelgehäuses, sodass eine Prüfung mit direkten Messverfahren nicht möglich ist. Entsprechend der VDA 19 bzw. ISO 16232 erfolgen die Restschmutzanalysen bei diesen Teilen in einem separaten Labor. Dort werden die Partikel zunächst in einem Reinigungsschritt mit Flüssigkeit aus den Bauteilen extrahiert, auf einem Filter gesammelt und anschließend entsprechend der Kundenspezifikation analysiert. Dieser von der Fertigung abgekoppelte Prozess birgt durch den Zeitverzug im Qualitätsregelkreis die Gefahr, dass bereits montierte Teile nachgereinigt oder ausge-

lieferte Werkstücke zeit- und kostenintensiv zurückgerufen werden müssen. Daraus resultiert die Forderung nach einer inlinefähigen Lösung zur Durchführung der Restschmutzanalyse nach VDA 19. Genau das bietet das innovative EcoCLab von Dürr Ecoclean. Es ermöglicht erstmals eine automatisierte Überprüfung kritischer Bereiche bei Einzelteilen, zum Beispiel Kurbelgehäusen, direkt im Fertigungsprozess.

### *Vollautomatische Kontrolle und Dokumentation in wenigen Minuten*

Für die Sauberheitskontrolle transportiert ein Handlingsystem das zu analysierende Werkstück nach



Das Ergebnis der Sauberkeitsprüfung wird im System gespeichert und kann über einen integrierten Drucker ausgegeben werden

Die Dürr Ecoclean Gruppe ist einer der führenden Anbieter von Lösungen für die industrielle Reinigung, Automatisierung und Filtration. Die Unternehmensgruppe beliefert die Fahrzeugindustrie, deren Zulieferer sowie den allgemeinen Markt rund um den Globus mit innovativen Standardanlagen, maßgeschneiderten Systemlösungen und Dienstleistungen. Dürr Ecoclean ist Mitglied des Dürr-Konzerns und hat Standorte in Deutschland, Frankreich, Tschechien, den USA, China und Indien.

Dürr ist ein Maschinen- und Anlagenbaukonzern, der in seinen Tätigkeitsfeldern führende Positionen im Weltmarkt einnimmt. Gut 80% des Umsatzes werden im Geschäft mit der Automobilindustrie erzielt. Darüber hinaus beliefert Dürr die Flugzeugindustrie, den Maschinenbau sowie die Chemie- und Pharmaindustrie mit innovativer Produktions- und Umwelttechnik. Die Dürr-Gruppe agiert mit vier Unternehmensbereichen am Markt: Paint and Assembly Systems plant und baut Lackierereien und Endmontagewerke für die Automobilindustrie. Application Technology sorgt mit ihren Robotertechnologien für den automatischen Lack-, Dicht- und Klebstoffauftrag. Maschinen und Systeme von Measuring and Process Systems kommen unter anderem im Motoren- und Getriebebau und in der Fahrzeugendmontage zum Einsatz. Der vierte Unternehmensbereich Clean Technology Systems beschäftigt sich mit Verfahren zur Verbesserung der Energieeffizienz und der Abluftreinigung. Weltweit verfügt Dürr über 50 Standorte in 23 Ländern und beschäftigt rund 7.300 Mitarbeiter. Dürr erzielte im Geschäftsjahr 2011 einen Umsatz in Höhe von 1,9 Mrd. €.

➤ Dürr Ecoclean GmbH, Mühlenstraße 12, D-70794 Filderstadt

➤ [www.durr-ecoclean.com](http://www.durr-ecoclean.com)

der Trocknung in die Extraktionseinheit des kompakten Inline-Sauberkeitslabors. Dort wird der zu prüfende Bereich, etwa der Ölkanal, abgedichtet und mit einer definierten Flüssigkeitsmenge durchspült. Die enthaltenen Partikel werden anschließend über einen Filter extrahiert. Ein integriertes Kamerasystem erfasst und dokumentiert die auf dem Filter abgeschiedenen Partikel. Anschließend erfolgt deren analytische Auswertung hinsichtlich Größe und Anzahl. Dies ermöglicht Aussagen über die Gesamtpartikelmenge und deren Größenverteilung. Auf diese Weise lässt sich beispielsweise feststellen, dass im Ölkanal kein Partikel größer 600 µm vorhanden ist. Das Ergebnis wird im System gespeichert und kann über einen integrierten Drucker ausgegeben werden.

Die automatisierte Sauberkeitskontrolle dauert nur wenige Minuten. Software und Auswertungselektronik des EcoCLab sind



Das innovative EcoCLab ermöglicht es, die Sauberkeitsprüfung nach VDA 19 vollautomatisch inline durchzuführen

einfach an die Spezifikationen für unterschiedliche Teile und kundenspezifische Vorgaben anpassbar.

### Prozesssicherheit

Im Vergleich zu herkömmlichen Laborprüfungen steht bei der Restschmutzanalyse mit dem EcoCLab das Ergebnis nicht nur schneller zur Verfügung. Die Kontrollen lassen sich auch sehr viel engermaschiger durchführen. Abweichungen von definierten Restschmutzwerten werden dadurch deutlich früher erkannt und können beseitigt werden, bevor teure Nacharbeiten oder Rückrufaktionen anfallen.

Gleichzeitig ermöglicht es die kontinuierliche Sauberkeitsprüfung, Badpflegemaßnahmen besser zu planen und optimal in den Fertigungsablauf zu integrieren. Plötz-

lich auftretende, starke Abweichungen von den Normwerten, beispielsweise durch eine defekte Filtereinheit in der Badaufbereitung, werden ebenfalls sehr viel schneller erkannt. Ebenso lassen sich Veränderungen im Gesamtprozess, etwa eine bei der spanenden Herstellung von Werkstücken unzureichende Vorreinigung in der Werkzeugmaschine, durch den vermehrten Schmutzeintrag innerhalb kurzer Zeit aufspüren.

### Kompakte Modulbauweise

Das Inline-Messsystem EcoCLab wurde in kompakter und modularer Bauweise konzipiert. Es kann dadurch direkt in die Reinigungsanlage integriert oder an anderer Stelle im Fertigungsprozess platziert werden.

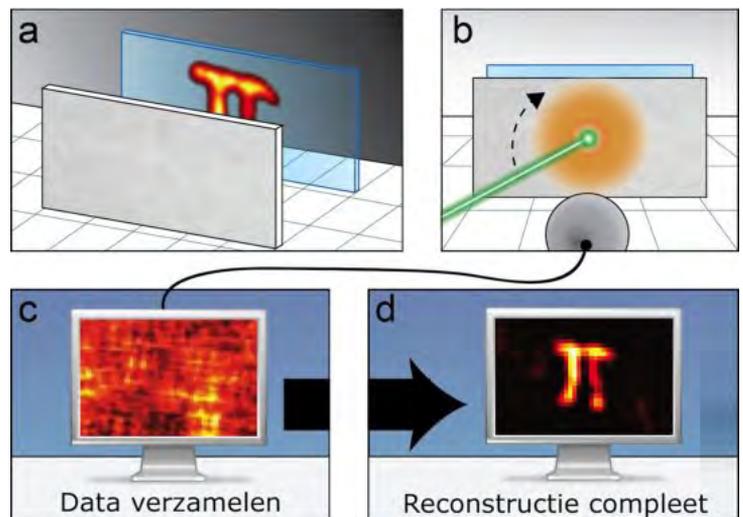
D. Schulz/dir

## Laser-Trick späht durch undurchsichtiges Material

Ein Forscherteam der Universität Twente hat eine Methode entwickelt, um scharfe Bilder von winzigen Objekten zu machen, die hinter völlig undurchsichtigem Material verborgen sind. Wie die Gruppe in der Zeitschrift Nature beschreibt, hat sie dazu das verdeckende Material mit einem Laser in verschiedenen Winkeln abgetastet und dabei ein Fluoreszenzsignal gemessen, das Rückschlüsse auf das versteckte Objekt erlaubt. Nach Teamleiter Prof. Allard Mosk kann zwar die gemessene Lichtintensität nicht genutzt werden, um direkt ein Bild des Objekts zu erstellen – die nötige Information ist jedoch da, aber in verschlüsselter Form.

Die verschlüsselte Information konnte das Team mithilfe eines Computerprogramms herausfiltern, das zunächst einfach rät und sich dann schrittweise der richtigen Bildrekonstruktion annähert. Nun wollen die Forscher den Ansatz zu einer neuen Art der Mikroskopie weiterentwickeln, die Anwendungspotenzial in der Nanoelektronik und auch in der Medizin haben könnte.

Dass Materialien wie Papier oder die Haut undurchsichtig sind, liegt daran, dass Licht komplett gestreut wird – ein verdecktes Objekt ist also normalerweise nicht zu sehen. Doch in einem Experiment hat das Team den griechischen Buchstaben Pi in mikroskopischer Größe mit fluoreszierender Tinte geschrieben. Dieses Testobjekt haben sie hinter einer völlig undurchsichtigen, stark streuenden Glasplatte versteckt. Diese Platte hat das Team dann aus verschiedenen Winkeln immer an der gleichen Stelle per Laser beleuchtet, worauf sie ein diffuses Fluoreszenzleuchten messen konnten – aus dem das Programm erfolgreich das Bild rekonstruiert hat.



Von undurchsichtig zum Bild

Quelle: utwente.nl

Das versteckte fluoreszierende Pi war nur 50 µm groß, also etwa so groß wie eine Zelle. Dementsprechend sind die Forscher der Ansicht, dass die Arbeit einen Zugang zu Mikroskopie in stark streuenden Umgebungen eröffnen kann. Das wäre sehr nützlich für die Nanotechnologie. Prof. Mosk möchten

Strukturen ans Licht bringen, die in komplexen Umgebungen wie Computerchips versteckt sind. Langfristig hofft sein Team auch darauf, mit dem Ansatz unter die menschliche Haut sehen zu können. Im Moment sei das dem Physiker zufolge aber noch nicht möglich, da die Methode zu langsam ist.

➔ [www.utwente.nl](http://www.utwente.nl)

# Werkstoffe und Technologien für die Automobilindustrie

Bericht über den 14. Zuliefertag Automobil am 13. November 2012 in Stuttgart

In einem der Zentren der Automobilindustrie ist es immer einfacher, eine Veranstaltungsreihe mit hohem Nutzen und damit auch mit einem entsprechenden Interesse am Leben zu erhalten. Dies ist vermutlich auch einer der Gründe, weshalb das Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg den Zuliefertag Automobil in Stuttgart inzwischen bereits zum 14. Mal wiederholen konnte. Mehr als 250 Fachleute hatten die Einladung der Landesregierung angenommen und sich zu Fachgesprächen im Haus der Wirtschaft in Stuttgart eingefunden. Ergänzt wurde die Veranstaltung durch eine fachbegleitende Ausstellung von Unternehmen, Instituten und Verbänden aus dem Bereich der Zulieferindustrie. In seiner Eröffnung wies der Landtagsabgeordnete und Mittelstandsbeauftragte des Landes Baden-Württemberg Peter Hofelich darauf hin, dass heute 80 Prozent des Verkehrs über eigene Fahrzeuge abgewickelt werden und 90 Prozent der Haushalte auf dem Land über ein eigenes Fahrzeug verfügen. Dies demonstriert das ausgeprägte Bedürfnis der Menschen zur Mobilität, die im Zuge der Bemühungen zur Reduzierung der Kohlenstoffdioxidemission und des Ölverbrauchs in den nächsten Jahren zu einem dramatischen Wandel führen wird. Damit ist das Potential für die Elektromobilität vorgegeben, da die Menschen auch mit der neuen Antriebstechnik den selben Komfort in Bezug auf die Mobilität wünschen. Das Land Baden-Württemberg unterstützt die Entwicklungen der Elektromobilität beispielsweise durch die Einrichtung und Unterhaltung von Netzwerken, die die gesamte Prozesskette zur Herstellung der entsprechenden Produktionskapazitäten abbilden.

## Netzwerke und Entwicklungsförderung

Wie der Geschäftsführer des RKW Baden-Württemberg (Rationalisierungs- und Innovationszentrum der Deutschen Wirtschaft) Dr. Albrecht Friedrich weiter ausführte, wird das derzeitige Wachstum der Automobilindustrie vor allem durch die Märkte USA und China erzeugt. Vor allem zeichnet sich aber eine Verlangsamung des Wachstums ab und

der Trend geht zu kostengünstigen Fahrzeugen. Merklliche Neuerungen entstehen bei der Antriebstechnik, indem Verbrennungsmotoren weiterentwickelt werden und Hybridtechnologien entstehen, an deren Ende die Elektromotoren eine Hauptrolle spielen. Haupthemmnis ist derzeit noch die mangelhafte Infrastruktur für Elektromotoren. Entwicklungsbedarf besteht aber auch in Bezug auf die Effizienz der Motoren, den Leichtbau oder das Recycling. Um die erheblichen Anstrengungen besser bewältigen zu können, vernetzen sich die OEMs weltweit. Dadurch ist ein Wachstum bei der Wertschöpfung festzustellen, bei dem deutsche Unternehmen eine wichtige Größe darstellen. In Baden-Württemberg sind zu diesem Zweck Cluster gebildet worden, mit denen die Netzwerkbildung zwischen OEMs und Zulieferer gefördert wird. Ziel ist aber auch die Erhaltung der Arbeitsplätze in Deutschland.

## Wettbewerb und Märkte

Die Marktteilnehmer der Automobilindustrie geraten laut Klaus Bräuning, Geschäftsführer des VDA, zunehmend unter Druck und der Wettbewerb werde härter. Trotzdem sieht er noch keine Rezession und vor allem Deutschland steht im internationalen Vergleich sehr gut da. Letzteres begründet er mit der hohen Wertschöpfung, die in den übrigen Ländern in Europa nicht erreicht wurde.

Baden-Württemberg kann zurecht als das Autoland unter den deutschen Bundesländern bezeichnet werden: 28 Prozent aller Arbeitsplätze der Automobilbranche befinden sich in Baden-Württemberg und 26 Prozent des Industrieumsatzes in Baden-Württemberg entfällt auf die Herstellung von Fahrzeugen.

Bei der Betrachtung der globalen Situation war in den letzten drei Jahren in Westeuropa eine stetige Abnahme der Neuzulassungen bei Pkws zu verzeichnen. Zuwächse gab es dagegen in den USA, in Russland und China. In Europa selbst konnten vor allem durch Deutschland und Großbritannien noch schlechtere Absatzzahlen verhindert

werden. Bemerkenswert ist auch die Tatsache, das im letzten Betrachtungsjahr in Russland erstmals mehr Fahrzeuge hergestellt als verkauft wurden. Zum größten Standort für die Fahrzeugproduktion in Europa ist die Slowakei geworden.

Für die Zulieferindustrie fiel die Prognose des VDA weniger angenehm aus: Es wird mit einer Abnahme der Zuwachszahlen gerechnet und das wiederum bedeutet eine Verhärtung des Wettbewerbs. Allerdings steigt die Wertschöpfung durch die Zulieferindustrie. Sie übernimmt nicht nur die Produktion von den OEMs, sondern auch die Aufgabe der Neuentwicklungen in immer höherem Maße. Hier wiederum kommen dann die positiven Effekte durch die Netzwerk- und Clusterbildung, wie sie vom Land Baden-Württemberg gefordert werden, positiv zum Tragen. Insgesamt stehen damit für den VDA die Chancen für Deutschland im Bereich der Automobilherstellung nach wie vor gut. Bei den Bereichen, die zukünftig noch stärker von den Zulieferern bedient werden, gehören der Antriebsstrang, Motoren, externe und interne Ausstattung und die Elektrik. Lediglich die Karosserie bleibt auch weiterhin in den Händen der OEMs.

Die Eröffnung von Standorten auf der ganzen Welt schafft für die deutschen Automobilhersteller nach Ansicht des VDA die Voraussetzung, dort einen guten Marktzugang zu erzielen. Dies hat sich unter anderem an Ländern wie den USA, Südkorea, Australien oder China gezeigt.

## Trend Leichtbau

Einen stark marketingorientierten Vortrag hielt Bernhard Mattes von der Ford-Werke GmbH aus Köln. Er führte alle Aspekte des Verkaufs auf die durchdachte Herstellung von Fahrzeugmodellen mit deren Schwerpunkt auf den Einsatz von Modulen zurück. Diese werden bei unterschiedlichen Modellen eingesetzt und führen so zu einer kostengünstigen Herstellung der Fahrzeuge. Bernd Mattes nannte hier den Einsatz von 80 Prozent Gleichteilen. Auf diese Art lassen sich auch neue Materialien besser in den Fahrzeugbau integrieren, wie bei-

spielsweise CFK für die Motorhaube. Dazu kann Ford auf einen gut ausgerüsteten Forschungs- und Entwicklungsbereich zurückgreifen. Zudem werden bei Ford verstärkt global verteilte Entwicklungsteams auf vernetzten Plattformen eingesetzt, wodurch neue Entwicklungen schneller den Einzugs in die Serienfertigung finden. Dies trifft auch auf die Ausstattung von Produktionsstätten zu. Hier nannte der Vortragende das virtuelle Werk zur Fahrzeugfertigung in Spanien, durch das sich Anlaufschwierigkeiten erheblich verringern lassen. Zugleich aber lobte Bernd Mattes auch seinen Kreis von 1300 Zulieferern mit zum Teil bereits sehr lange laufenden Verträgen. Zudem verwies er darauf, dass die Hälfte der 20 wichtigsten Zulieferunternehmen ihre Stammsitz in Deutschland haben, was auf die gute Ausbildung der Mitarbeiter und die hervorragende Infrastruktur zurückzuführen ist.

## Herausforderung Globalisierung

Beim Einsatz von Getrieben ist nach wie vor ein deutlich unterschiedliches Verhalten auf den Kontinenten festzustellen. So sind nach Aussage von Bernd Eckl von der Getrag in Europa und China überwiegend Handschaltgetriebe im Einsatz, wogegen diese in Nordamerika kaum zu finden sind. Daraus wird auch die Erwartungshaltung bei den Weiterentwicklungen abgeleitet. Erst die Ausrichtung auf die Elektromobilität bringt diese Grundeinstellung ins Wanken. So wird mit dem steigenden Interesse an Elektrofahrzeugen der Anteil an Automatikgetrieben zunehmen, da diese hier Vorteile im Hinblick auf den Energieverbrauch bringen.

Ein weiterer wichtiger Baustein bei der Weiterentwicklung von Zulieferunternehmen stellt die Einkommensentwicklung im jeweiligen Staat dar. So zeichnen sich derzeit vor allem in den Bric-Staaten (Brasilien, Russland, Indien, China) positive Entwicklungen durch die Steigerung des Bruttoinlandsprodukts ab, allen voran in Indien, wogegen für China eher eine Abkühlung des Wachstums gesehen wird.

Vor allem aber der Technologiewandel bringt nach Ansicht des Referenten ein deutliches Wachstum. Im Bereich der Getriebeherstellung ist ein solcher Technologiewandel der Einsatz des Doppelkupplungsgetriebes. Dazu hat Getrag in den letzten Jahren 1 Milliarde Euro vor allem in neue Fertigungsstätten investiert. Auch hier haben Investitionen in China zu einem Wachstum bei den europäischen Standorten geführt.

In Bezug auf die Bewältigung der Investitionen wies Bernd Eckl darauf hin, dass sich die sorgfältige Auswahl des Geldgebers für derart hohe Investitionen bezahlt macht. So empfiehlt er auf jeden Fall ein Risikomanagement über eine Finanzdiversifizierung. Darüber hinaus ist eine Konzentration auf die Kerntätigkeiten von großer Bedeutung.

## Elektrifizierung und Leichtbau

Der Leiter des Instituts für Industrielle Fertigung und Fabrikbetrieb (IFF) und des Fraunhofer-Instituts für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA) Prof. Dr. Thomas Bauernhansl gab einen Einblick in seine Sichtweise eines modernen Produktionsbetriebes. Demnach werden derzeit Entwicklungen im Bereich des Automobilbaus vor allem durch die Energiewende mit der Änderung des Antriebskonzepts, der Ressourcenverknappung sowie dem demografischen Wandel angetrieben. Hierbei entstehen zunehmend komplexere Systeme, die beispielsweise die vermehrte Nutzung der Modularechnik erforderlich macht.

Eine Art der Komplexität sah der Vortragende bei der Technologie. So werden vermehrt Produktionsschritte an Zulieferunternehmen vergeben, woraus sich immer mehr eine Pyramide aus Zulieferunternehmen entwickelt, die sehr sorgfältig vernetzt und gesteuert werden muss. Außerdem werden die Prozesse zunehmend komplexer. Vor allem hier werden noch enorme Verbesserungsmöglichkeiten gesehen. Schließlich verändern sich die Lebenszyklen von Fahrzeugen und vor allem auch von Rohstoffen für die Herstellung und den Unterhalt der Fahrzeuge. Interessant war auch die Aussage, dass die IT-Technologie nicht prinzipiell als Vorzug gesehen wird, sondern auch Verursacher von Komplexität und daraus resultierend auch von Kosten sein kann.

Die Autobranche in China sieht Prof. Dr. Bauernhansl derzeit nicht als Bedrohung für die europäische Industrie, da sie sich vor allem durch eine geringe Produktivität auszeichnet. Eine Herausforderung für die Branche ist jedoch der stattfindende Paradigmenwechsel, da die Vielfalt an Materialien und Antriebstechnologien noch nicht in richtigem Maße eingesetzt wird. Dies gilt insbesondere für die unter Entwicklern bevorzugten Leichtbauwerkstoffe. Auch hier gilt die Maxime, dass nur das richtige Material an der richtigen Stelle wirkliche Vorteile bringt. Abhilfe könnte hier eine zunehmende Stärkung der Netzwerke zwischen den

OEMs und den unterschiedlichen Zulieferunternehmen bringen.

Eine wichtiger Entwicklungsschritt wird der Wechsel von der bisher hart getakteten Fertigung zu einer intelligenten und flexiblen Fertigung mit eingebetteten Systemen sein. Hierzu sind Fertigungsmodule in der Fertigung einzurichten, die sich mit Hilfe von fahrbaren Einheiten selbsttätig mit dem benötigten Material versorgen. Dadurch lässt sich auch die Variantenzahl einfacher managen. Um dies unter Beweis zu stellen, arbeitet Prof. Dr. Bauernhansl an der Einrichtung einer Forschungsfabrik im Maßstab 1:1, die mit einer neuartigen IT-Architektur, beispielsweise mit kleinen und flexiblen Apps, ausgestattet ist.

## Kameraüberwachung in Fahrzeugen

Eine Zukunftsvision der Automobilhersteller ist die Steuerung oder zumindest die Unterstützung der Steuerung durch elektronische Systeme. Über den aktuellen Stand hierzu berichtete Dr. Hieronymus Fischer von der ESG Elektroniksystem- und Logistik-GmbH. Zu unterscheiden ist hier zwischen dem physikalischen Vorgang des Sehens und dem Verarbeiten des Gesehenen. In Bezug auf den physischen Sehvorgang sind die heutigen Kamerasysteme dem menschlichen Auge durchaus gleichwertig, zum Teil auch überlegen. Wenn es aber um die Verarbeitung und Auswertung der von der Kamera aufgenommenen Bildinformationen geht, so ist das Gehirn allen bisherigen künstlichen Systemen weit überlegen. Demzufolge ist in nächster Zeit kaum damit zu rechnen, dass die kamerabasierte Überwachung der Fahrzeugumgebung zum vollkommen autonomen Fahren führen wird. Allenfalls eine Unterstützung im Sinne einer bescheidenen Assistenz kann heute in Aussicht gestellt werden.

## Fahren im urbanen Umfeld

Die Einschätzung von Dr. Fischer wurde mit dem Beitrag von Dr. Heinrich Götzig, Valeo Schalter und Sensoren GmbH, untermauert. Er erläuterte, wie ein Fahrerassistenzsystem zur Anwendung im Stadtverkehr aufgebaut sein sollte und wie es funktionieren sollte. Das Fahren in der Stadt unterscheidet sich vor allem dadurch, dass der Genuss einer ruhigeren Umgebung entfällt und die Aufmerksamkeit durch eine große Zahl von schnell wechselnden Umgebungseinflüssen stark erhöht ist. Um dem durch ein Assistenzsystem gerecht zu werden, ist

eine hohe Zahl an Sensoren und Kameras notwendig, deren Informationen zudem dezentral und zentral zu verarbeiten sind. Realisiert wurden beispielsweise Parksysteme, die eigenständig den Einparkvorgang übernehmen. Der Weg zu einem nutzerfreundlichen und hilfreichen, autonomen Fahren ist noch lange und erfordert erhebliche Entwicklungsanstrengungen.

## Produktionsplanung

Gregor von Cieminski von der ZF Friedrichshafen AG gab einen Einblick in die logistischen Herausforderungen und Leistungen, wie sie bei einem der wichtigsten Zulieferbereiche für die Automobilindustrie vorliegen. So hat sich bei der ZF in den letzten Jahren ein erkennbarer Wandel von der Großserien- zur Kleinserienfertigung vollzogen. Das Teilespektrum des Unternehmens führt derzeit etwa 2800 aktive und etwa 2400 passive Sachnummern. Vor einigen Jahren waren aufgrund dieser immen-

sen Vielfalt an Teilen und Fertigungsverfahren ein hoher Fertigungsrückstand und eine schlechte Liefertreue kaum zu vermeiden. Um diesen Missstand abzustellen wurde eine umfangreiche Produktionsplanung unter Anwendung von entsprechender Software, beispielsweise von SAP-Programmen, vorgenommen. Dazu wurden beispielsweise so genannte Rennerteile identifiziert, deren Herstellung über einen längeren Zeitraum gut zu planen ist. Dadurch war es bereits möglich, die Liefertreue für solche Teile auf annähernd 100 Prozent zu steigern, ohne einen deutlichen Bestandsaufbau vornehmen zu müssen. Zugleich wurde dadurch der Fertigungsablauf in den Arbeitsgruppen deutlich ruhiger und der Abstimmungsaufwand stark reduziert. Daneben wurden zahlreiche Abläufe so eingeplant, dass sie bei Bedarf, ausgelöst durch einen Kundenauftrag, schnell und unproblematisch in Gang gesetzt werden können. Als Stichworte hierfür sind Eskalationsmodelle zu

nennen, die für die Fertigung oder auch die Kapazitätsplanung vorliegen. In Verbindung mit einer engen Zusammenarbeit mit den Kunden und regelmäßigen Abstimmungsgesprächen konnte bei der ZF AG die Produktion deutlich verbessert werden, was sich in höheren Erlösen und einer höheren Kundenzufriedenheit auswirkt.

## Fazit

Der von der Landesregierung Baden-Württemberg ausgerichtete Zuliefertag für die Automobilindustrie ist ein wichtiger Baustein für die Auswahl bei der Ausrichtung von Entwicklungstätigkeiten. Vor allem erfüllt er die Funktion, sich unternehmensübergreifend in Netzwerken zu verständigen. Dies ist nach Ansicht von Marktteilnehmern in zunehmendem Maße erforderlich, um den Anforderungen des globalen Wettbewerbs, der derzeit erkennbar härter wird, gerecht zu werden.

# FISCHER

surface technologies



**Werkzeugbau – Kunststoffspritzguss – Galvanik**

## Hochwertige Kunststoffverchromung

**in den Oberflächen**

- VCR 3Q7
- Silver Shadow
- Perlglanz
- Galvanosilber 09

Der Verchromungsspezialist für die Automobilindustrie

Ihr zuverlässiger Partner

### Fischer GmbH & Co. KG

<p><b>Auf der Wahnsbach 3</b> 56368 Katzenelnbogen Tel. 06486-91 30-0</p>	<p><b>Am Weiher 8</b> 56377 Seelbach Tel. 02604-97 00-0</p>
---	---

www.fischer-galvanik.de · info@fischer-galvanik.de

# Einflussfaktor galvanische Oberfläche – chemische und elektrochemische Verfahren zur Reduzierung der Oberflächentopographie am Beispiel von Nickel-Mikrostrukturen

## Teil 2 – Verfahren im Vergleich

Dr. Stephanie Kißling, Pforzheim

Auszug aus der Dissertation Chemische und elektrochemische Methoden zur Oberflächenbearbeitung von galvanogeformten Nickel-Mikrostrukturen, erstellt am Institut für Mikrostrukturtechnik (IMT) des Karlsruher Instituts für Technologie (Schriften des Instituts für Mikrostrukturtechnik (Hrsg.) am Karlsruher Institut für Technologie, Band 6, 2010).

Verglichen wurden die Endbearbeitungsverfahren chemisch-mechanisches Planarisieren (CMP), Plasmapolieren und Elektropolieren. Die größte Einebnung der Oberflächentopographie hinsichtlich der globalen Planarität und der Rauheiten wurde durch das CMP erreicht. Die Abtragsraten liegen hierbei zwischen zehn und 90 nm/min. Sowohl beim Plasmapolieren, mit Abtragsraten zwischen 0,3 und 25,3 µm/min, als auch beim Elektropolieren, mit Abtragsraten zwischen 3,0 und 5,0 µm/min, konnte lediglich die Rauheit signifikant verringert werden. Allen drei Verfahren ist gemein, dass die Kristallstruktur des abgeschiedenen Nickels einen maßgeblichen Einfluss auf den Materialabtrag besitzt.

### Factors Influencing Electrodeposited Surfaces –

#### Chemical and Electrochemical Processes for Reducing Surface Topography Exemplified by Nickel Microstructures

Excerpt from the dissertation Chemical and Electrochemical Methods for Surface Processing of Electroformed Nickel Microstructures, carried out at the Institute for Microstructure Technology (IMT) at the Karlsruhe Institute of Technology (Schriften des Instituts für Mikrostrukturtechnik (Hrsg.) am Karlsruher Institut für Technologie, Band 6, 2010).

A comparison is provided of three final surface polishing processes, chemical-mechanical planarising (CMP), plasma polishing and electropolishing. The greatest degree of levelling of surface topography in terms of overall planarity and roughness was achieved using CMP. Metal removal rates in this case ranged from 10 to 90 nm/min. Both with plasma polishing, for which a metal removal rate of 0.3 to 25.3 µm/minute was recorded as well as for electropolishing, with metal removal rates between 3.0 and 5.0 µm/min, significant reductions of roughness were obtained. For all three processes, it is the case that metal removal rates are affected by the crystal-line structure of the deposited nickel.

### 3.3 Chemisch-mechanisches Planarisieren

Eine Voraussetzung für die erfolgreiche Bearbeitung von Oberflächen durch das chemisch-mechanische Planarisieren (CMP) ist die rotationssymmetrische Anordnung der zu bearbeitenden Oberflächen auf dem Substrat. Bedingt durch die fehlende Rotationssymmetrie des hier verwendeten Mikroprüfkörper-Layouts wurden Stützflächen aus PMMA ober- und unterhalb des Layouts aufgeklebt (Abb. 20). Die so erhaltene Rotationssymmetrie stabilisierte das Substrat gegen ein seitliches Verkippen während des Planarisierens.

Die 400 µm hohen Stützflächen wurden im selben Bearbeitungsschritt wie das 100 µm hohen PMMA-Layout-Plättchen aufgeklebt.

Das Plättchen wurde strukturiert, entwickelt und in einem weiteren Bearbeitungsschritt mit Nickel galvanisch aufgefüllt, bis das Nickel das PMMA überragte. Die Galvanoformung erfolgte entweder in einer Hega- oder einer Technotrans-Anlage. Die Höhen der Nickelstrukturen wurden vermessen, so dass die Stützflächen auf die größte gemessene Nickelhöhe abgefräst werden konnten. Die Wafer wurden am Institut für Mikroproduktionstechnik (imt) der Leibniz-Universität Hannover [57] auf einer CMP-Maschine vom Typ P. Wolters 3R4 chemisch-mechanisch planarisiert. Die Substrate wurden mit dem von Rohm & Haas für das CMP von Wolframschichten kommerziell vertriebenem Polierpad IC1000 und der Poliersuspension MSW1500 (Lösung mit einem pH-Wert von 4,1 und einem Alumini-

umoxidpartikelanteil von 6,9 Gew.-% und einem mittleren Partikeldurchmesser von 225 nm) planarisiert. Die Bearbeitungsdauer lag zwischen 12 h und 14 h, die Anpresskraft des Wafers auf das Poliertuch wurde zwischen 10 N und 40 N variiert. Nach der Bearbeitung wurde die Oberfläche zur Reinigung mit der Tensidlösung Vector HTR von Intersurface Dynamics gespült (Mischungsverhältnis von 100:1 mit destilliertem Wasser).

### 3.4 Plasmapolieren

Die für das Plasmapolieren notwendigen 120 µm hohen Nickel-Mikroprüfkörper wurden entweder in einer Hega- oder einer Technotrans-Anlage galvanogeformt. Um, bedingt durch die erhöhten Temperaturen

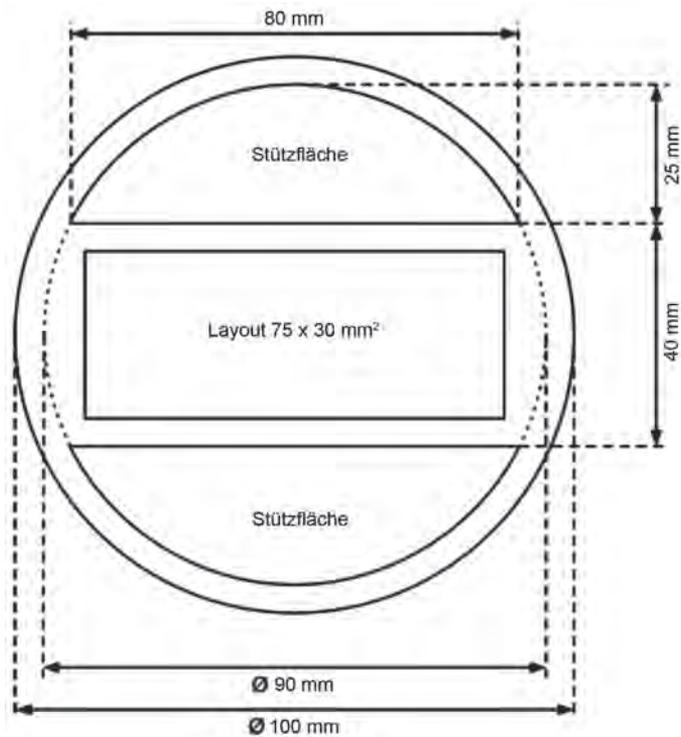


Abb. 20: Schematische Darstellung der Anordnung der PMMA-Stützflächen auf dem Substrat

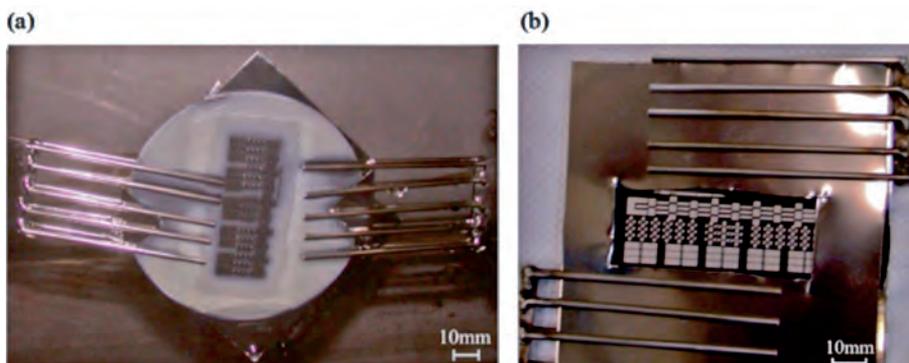


Abb. 21: Kontaktierung und Halterung der galvanogeformten Nickel-Mikroprüfkörper beim Plasmapolieren direkt auf das  $TiO_x$  (a) sowie mit Hilfe einer Edelstahlblende (b); die Substrate wurden in zwei Orientierungen, kurze Seite des Layouts unten (a) bzw. lange Seite unten (b), bearbeitet [55]

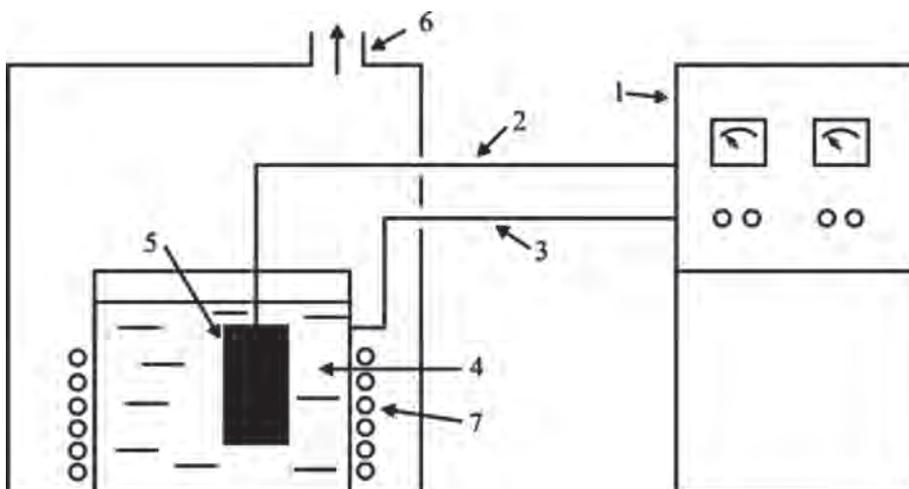


Abb. 22: Schematische Darstellung der verwendeten Plasmapolier-Anlage (in Anlehnung an [37]); (1) Spannungsquelle, (2) Kontaktierung Anode (Substrat), (3) Kontaktierung Kathode (Elektrolytbehälter), (4) Elektrolyt, (5) Substrat, (6) Absaugung, (7) Heizung/Kühlung

bei der Plasmapolitur, ein Fließen des Resists und daraus resultierend eine Verunreinigung des Plasmapolierelektrolyten zu verhindern, wurde der Resist vor dem Plasmapolieren entfernt. Die Mikrostrukturen wurden also freistehend, ohne Resist, plasmapoliert. Die Plasmapolitur erfolgte am Beckmann-Institut für Technologieentwicklung e. V. in Oelsnitz/Erzgebirge [55].

Zur Stabilisierung der Wafer während der Bearbeitung wurden diese mit ihrer Unterseite auf eine quadratische Edelstahlplatte (Kantenlänge 100 mm) gelegt. Die Kontaktierung erfolgte mit Hilfe von zwei fingerähnlichen Edelstahlklammern (Abb. 21a) entweder direkt auf der  $TiO_x$ -Schicht der Vorderseite der Substrate oder über ein dünnes, auf das jeweilige Maß zugeschnittene, Edelstahlblech (Abb. 21b).

Ohne weitere Vorbehandlung wurden die Substrate entweder in einem Ofen oder direkt in dem auf 80 °C aufgeheizten Elektrolyten erwärmt. Anschließend wurden sie als Anode gepolt und einzeln unter einer Spannung von 310 V langsam in den Elektrolyten getaucht. Abbildung 22 zeigt ein Schema der verwendeten Anlage.

Die Orientierung des Layouts im Elektrolyten variierte von Probe zu Probe (Abb. 21). Der Elektrolyt mit einem pH-Wert von ~ 6 und einer Leitfähigkeit von 135 mS/cm bestand zu 96 % aus Leitungswasser und zu 4 % aus anorganischen Salzen [56]. Um mögliche Einflüsse der sich durch das Plasmapolieren ausbildenden Konvektion aufzuzeigen, wurde in zwei unterschiedlichen Elektrolytbehältern plasmapoliert. Zum einen wurde ein zylinderförmiger Behälter mit einem Durchmesser von 270 mm, einer Höhe von 340 mm und daraus resultierend einem Volumen von 20 l verwendet, zum anderen ein quadratischer Behälter mit einer Seitenlänge von 400 mm, einer Höhe von 625 mm und einem Volumen von 100 l. Die Bearbeitungsdauer der einzelnen Substrate lag zwischen 60 s und 9 min. In unregelmäßigen Abständen wurde der Prozess unterbrochen, um den Bearbeitungsfortschritt beurteilen zu können. Erschien eine Oberfläche als ausreichend bearbeitet, wurde der Prozess abgebrochen, das Substrat mit Leitungswasser gereinigt und anschließend mit Druckluft getrocknet.

### 3.5 Elektropolieren

Wie für das Plasmapolieren wurden auch die für das Elektropolieren erforderlichen 120 µm hohen Mikroprüfkörper sowohl aus einer Hega- als auch aus einer Technotrans-

Anlage galvanogeformt. Die Elektropolitur der noch eingebetteten Mikroprüfkörper erfolgte am IMT.

Unterschiedliche Elektrolytzusammensetzungen nach Literaturangaben [14, 46, 47] wurden unter anderem mit der von Buhler [43] beschriebenen Methodik in der Hull-Zelle an galvanisch abgeschiedenen Nickelschichten getestet. Daraus resultierte folgender resistkompatibler Elektrolyt: 60 Vol.-% konzentrierte Schwefelsäure, 40 Vol.-% Wasser und 30 g/l Nickelsulfat-Hexahydrat, betrieben bei einer Stromdichte von 19,5 A/dm<sup>2</sup> für die Dauer von 4 min bei Raumtemperatur.

Die Substrate wurden einzeln in eine Halterung aus PMMA eingeklebt. Die Kontaktierung erfolgte mit Hilfe eines Kupferklebebandes über die TiO<sub>x</sub>-Schicht. Alle leitfähigen Bereiche rund um das Layout herum wurden mit säurebeständigem Klebeband maskiert (Abb. 23).

Anschließend wurden Substrat und Halterung mit Isopropanol und Wasser gereinigt und mit Stickstoff getrocknet. Dann wurden Substrat und Halterung für 30 s bis 4 min stromlos in den Elektrolyten getaucht, bevor der Elektropolierprozess gestartet wurde. Nach dem Elektropolieren wurden Substrat und Halterung in einer auf 60 °C

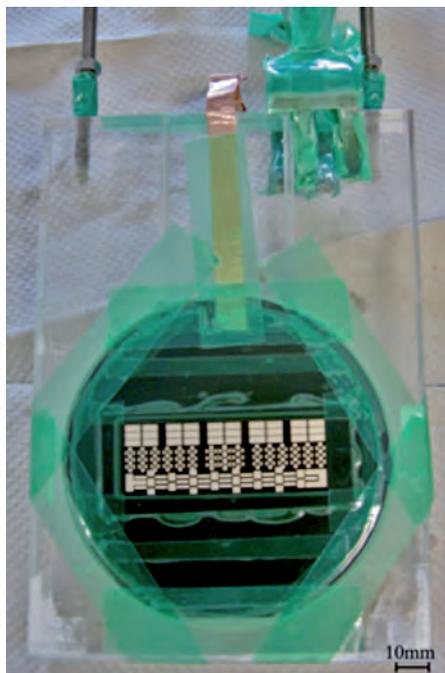


Abb. 23: Für das Elektropolieren verwendete PMMA-Halterung mit eingeklebtem Nickel-Mikroprüfkörper-Substrat, kontaktiert mit Hilfe eines Kupfer-Klebebands und maskiert mit einem säurebeständigem Klebeband

temperierten Wasser-Spülmittel-Lösung 5 min gespült. Nach einem weiteren Spülschritt mit Wasser und Isopropanol wurden die Mikrostrukturen mit Stickstoff getrocknet. Als Kathode wurde ein Streckmetall aus platinierter Titan verwendet, das bis auf einen Bereich von der Größe des LIGA-Fensters (25 mm auf 65 mm) mit säurebeständigem Klebeband maskiert war, um eine annähernde Flächengleichheit zwischen Anode und Kathode zu erreichen. So sollte eine gleichmäßige Stromdichteverteilung und daraus resultierend ein gleichmäßiger Abtrag erfolgen.

## 4 Ergebnisse

Im Rahmen dieser Arbeit wurden erstmalig funktionale LIGA-Nickel-Mikrostrukturen mit Hilfe des chemisch-mechanischen Planarisierens, des Plasmapolierens sowie des Elektropolierens bearbeitet. Die Resultate sind im Folgenden dargestellt.

### 4.1 Mikroskopische Betrachtung

#### 4.1.1 Chemisch-mechanisches Planarisieren

Nach dem CMP der Nickel-Mikroprüfkörper, mit einer Bearbeitungsdauer zwischen 12 h und 14 h, erscheinen die Oberflächen gleichmäßig eingeebnet und stark reflektierend (Abb. 24). Alle Wafer sind durch die Bearbeitung entweder im Randbereich oder durch das gesamte Substrat gebrochen. Dies lag an der Durchbiegung des Siliziumsubstrats, die durch die galvanische Nickelabscheidung aufgrund der dort eingebrachten Spannungen des Nickels verstärkt wurde. Durch das CMP wurde das gesamte Substrat durch den Waferhalter planparallel auf das Polierpad gedrückt, um eine ausreichende Ebenheit zu erreichen. Die entstandenen Bruchstücke setzten sich auf dem Polierpad fest und führten zu Kratzern auf der Oberfläche der Mikrostrukturen.

Grate an den Kanten sind durch das CMP der Hega-Strukturen nicht entstanden (Abb. 24a und Abb. 24b). Sowohl der chemische als auch der mechanische Abtrag befanden sich im Gleichgewicht. Der Materialabtrag während des CMPs an den feinkörnigeren und dadurch härteren Technotrans-Strukturen verlief sehr langsam. Daraufhin wurde die Anpresskraft von 10 N auf bis zu 40 N erhöht. Der CMP-Prozess befand sich nicht mehr im Gleichgewicht, der mechanische Abtrag überwog. Daraus resultierte die Bildung massiver Grate. Die ursprüngliche Form der Mikroprüfkörper an

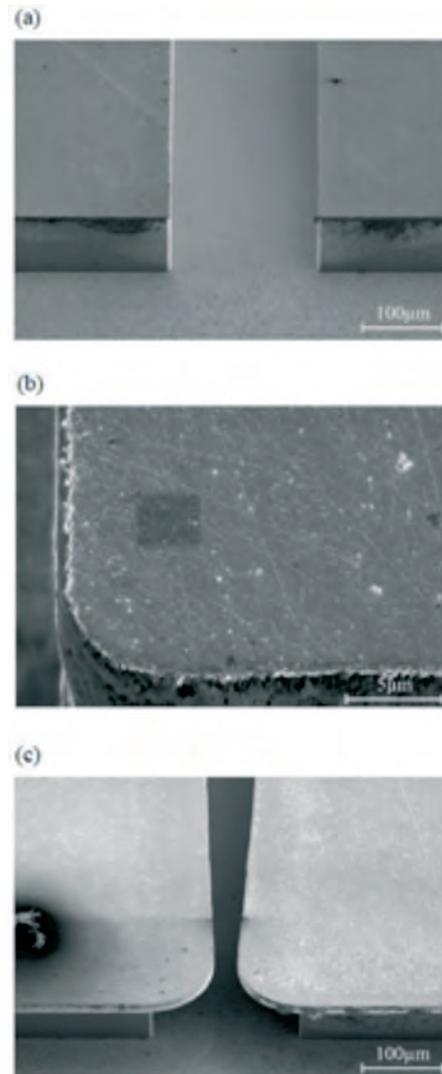


Abb. 24: REM-Aufnahmen der Nickel-Mikroprüfkörper, aufgenommen an zwei unterschiedlichen Positionen unter einem Winkel von 50°, nach dem CMP an den Abscheideständen Hega (a, b) und Technotrans (c). REM-Aufnahmen nach der Galvanoformung sind zum Vergleich in Abbildung 13 dargestellt

der Oberfläche konnte nicht erhalten werden (Abb. 24c).

Eine Veränderung der Seitenwände wurde aufgrund des vorhandenen Resists zwischen den Mikrostrukturen sowie der oberflächlichen Bearbeitung des CMP nicht erwartet. Die Abbildungen 24a und b zeigen allerdings an den Seitenwänden im oberen Bereich Verfärbungen sowie bis in den unteren Bereich hineinreichende, leicht



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

# Einflüsse der Mikrorauheit auf die funktionellen Eigenschaften von Oberflächensystemen für die Elektrotechnik und Elektronik

Von Bernd Endres und Franz Horvath, Ditzingen

Die Bedeutung der Mikrorauheit von Oberflächen in der Elektronik und Mikroelektronik auf deren funktionelle Eigenschaften wird in der Praxis häufig unterschätzt. Je nach Anwendung müssen die Rauheiten unterschiedlich definiert und messtechnisch erfasst werden. Dazu muss die für den jeweiligen Fall relevante Rautiefendefinition und das Messverfahren festgelegt werden. Untersuchungen zeigen, dass existierende Spezifikationen auf ihre technische wie wirtschaftliche Aktualität zu überprüfen und gegebenenfalls den aktuellen Erfordernissen anzupassen sind. Neben den daraus entstandenen Kennwerten können in vielen Fällen auch entsprechende Kompromisse erforderlich sein.

## Effect of Microroughness on the Functional Properties of Surfaces for Electrical Equipment and Electronics

The significance of the microroughness of surfaces in electronics and microelectronics, on the functional properties of such surfaces has not, in practice, received the attention it deserves. Depending on the application in question, roughnesses are defined variously and variously measured. Thus for a particular case, the relevant definitions of roughness and measurement procedures must be laid down. Studies show that existing specifications and their technical as well as economic status should be examined and, in some cases, results compared with the actual requirements. Notwithstanding the results of such an exercise, in many cases a compromise can be adopted.

### 1 Einleitung

Der Einfluss der Mikrorauheit der Oberflächen in der Elektronik und Mikroelektronik auf deren Funktionseigenschaften wird oft auf nur ein bestimmtes Funktionskriterium fokussiert, ohne dabei zu berücksichtigen, dass diese verschiedene Eigenschaften beeinflusst, die technisch wie wirtschaftlich häufig in direktem Zusammenhang gesehen werden müssen. Teilweise wird auch der Einfluss unterschätzt oder fehlinterpretiert. Sehr oft müssen Kompromisse bei unterschiedlichen Funktionsanforderungen geschlossen werden.

Signifikant ist zunächst der Einfluss der Mikrorauheit des Grundmaterials auf die Porosität der darauf abgeschiedenen Schichten. Daraus resultiert wiederum ein direkter Einfluss auf die Korrosionsbeständigkeit der Oberflächen, das Diffusionsverhalten des Systems und die erforderlichen Schichtstärken und somit auf die Wirtschaftlichkeit.

Ein direkter Zusammenhang besteht ferner im Hinblick auf die Eigenschaften der Lötverbindungen, die Drahtbondeigenschaften, das Klebverhalten, den Kontaktwiderstand und die Verschleißfestigkeit bei der lösbaren Kontaktgabe und das Langzeitverhalten im Feld. Hinzu kommen periphere Faktoren, wie beispielsweise die Lötstopplackhaftung oder der Einfluss von Schmiermitteln bei der Kontaktgabe. Um hier zu ver-

nünftigen Ergebnissen zu kommen, müssen zunächst der Begriff der Rautiefe definiert, die verschiedenen Messmethoden betrachtet und die verschiedenen Einflüsse sowohl bei der Fertigung der Baugruppen wie bei der Bestückung durchleuchtet werden.

### 2 Rautiefendefinition

Allgemein und in verschiedenen Spezifikationen niedergelegt wird die mittlere Rautiefe  $R_a$  oder die maximale Rautiefe  $R_{a_{max}}$  beziehungsweise  $R_{z_{max}}$  als Maß aller Dinge betrachtet. Die mittlere Rautiefe  $R_a$  definiert sich nach DIN 4762, DIN 4768 und ISO 428/1 als arithmetischer Mittelwert aller Profilwerte des Rauheitsprofils. Die maximale Rautiefe wird hiernach als die größte Einzelrautiefe innerhalb der Gesamtmessstrecke definiert (Abb. 1).

Nicht berücksichtigt wird hierbei, dass verschiedene andere Rautiefenangaben, wie beispielsweise  $R_q$ ,  $R_p$ ,  $R_v$ ,  $R_c$  oder  $R_t$ , ebenso eine Rolle spielen können und die Definition der Rautiefe sehr oft vom Anwendungsfall abhängig ist. Hier herrscht noch ein erheblicher Abstimmungsbedarf.

### 3 Messmethoden

Ebenso muss die Messmethode eindeutig definiert werden, wobei das Tastschnittverfahren als Grundlage der meisten Spezifikationen, die 3D-Laserscanning Mikroskopie

und teilweise auch das Weißlichtinterferometer im Mittelpunkt stehen.

#### 3.1 Tastschnittverfahren

Beim Tastschnittverfahren wird mit mechanischen Tastschnittgeräten eine Tastspitze aus Diamant mit konstanter Geschwindigkeit über die Oberfläche des Werkstücks verfahren. Das Messprofil ergibt sich aus der vertikalen Lageverschiebung der Tastspitze und wird in der Regel über ein induktives Wegemesssystem erfasst.

Die Tastspitze tritt direkt mit der Oberfläche in Kontakt und wird deshalb als taktil (berührendes) Verfahren bezeichnet. Dabei können geringfügige Vertiefungen wie Poren und Risse nur soweit dargestellt werden wie die Tastspitze einzudringen vermag (Abb. 2).

#### 3.2 Weißlichtinterferometer

Beim Weißlichtinterferometer wird Licht von geringer Kohärenzlänge verwendet. Hier ist ein berührungsloses Messen auch im Bereich weniger Nanometer mit sehr hoher Messgenauigkeit und -geschwindigkeit möglich. Die Messergebnisse können als Messwerte oder als Oberflächenprofile in dreidimensionaler Darstellung für die unterschiedlichsten Rautiefendefinitionen ausgewertet werden (Abb. 3 und Abb. 4).

Die Messmethode hat im Vergleich zum Tastschnittverfahren sowohl in Bezug auf die Genauigkeit, wie auch auf die Auswertung und die Darstellbarkeit erhebliche Vorteile. Ein Problem liegt jedoch darin, dass

die meisten bestehenden Spezifikationen auf dem Tastschnittverfahren basieren und die Messwerte naturgemäß sehr stark von diesem abweichen und nicht konvertierbar sind.

<p>Rz, R<sub>max</sub> Rautiefe DIN 4768 Einzelrautiefe Z ist der senkrechte Abstand des höchsten vom tiefsten Profilpunkt (=R<sub>y</sub>) Gemittelte Rautiefe Rz ist der Mittelwert aus den Einzelrautiefen Z, aufeinanderfolgender Einzelmessstrecken <math>Rz = RZ_{DIN} = \frac{1}{n} (Z_1 + Z_2 + \dots + Z_n)</math> Rz<sub>DIN</sub> entspricht dem R<sub>y</sub>-Mittelwert aus mehreren Einzelmessstrecken nach DIN 4762 Maximale Rautiefe R<sub>max</sub> ist die größte Einzelrautiefe innerhalb der Gesamtmessstrecke</p>	<p>Ra, Rq Mittelrauwert DIN 4762, DIN 4768, ISO 4287/1 Mittelrauwert Ra ist der arithmetische Mittelwert der Beträge aller Profilwerte des Rauheitsprofils <math>Ra = \frac{1}{n} (Z_1 + Z_2 + \dots + Z_n)</math> Mittelrauwert Rq ist der quadratische Mittelwert aller Profilwerte des Rauheitsprofils <math>Rq = \sqrt{\frac{1}{l_0} \int_0^l y^2(x) dx}</math> Y(x) = Profilwerte des Rauheitsprofils. Für Ra werden auch die Bezeichnungen AA und CLA verwendet, für Rq die Bezeichnung RMS</p>

Abb. 1: Definition der Rautiefen Ra und Rz



Abb. 2: Rautiefenmessung mittels Perthometer

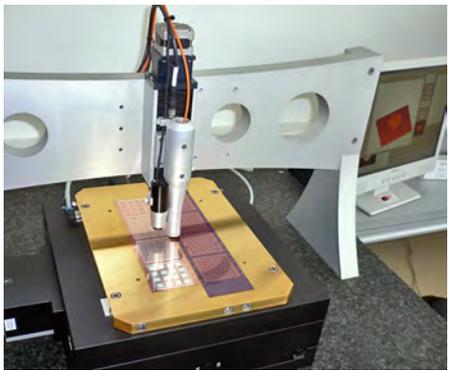


Abb. 3: Rautiefenmessung mittels Weißlichtinterferometer

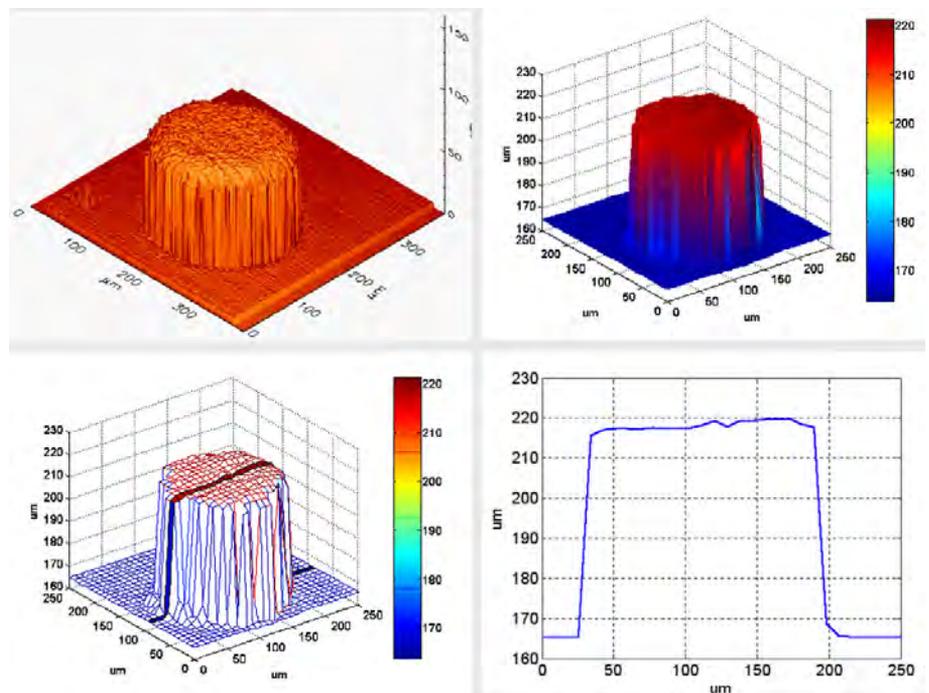


Abb. 4: Grafische Auswertung der Weißlichtinterferometermessung

### 3.3 3D-Laserscanning Mikroskop

Auch hier handelt es sich um eine berührungslose Messmethode. Das Messprinzip beruht auf einem 3D-Laserscan-Farbmikroskop mit zwei verschiedenen Lichtquellen. Eine kurzwellige Laserlichtquelle und eine weiße Lichtquelle liefern gleichzeitig Informationen über Farbe, Lichtintensität und Höhe, die über den Computer entsprechend ausgewertet werden.

Sehr häufig wird auf die Angabe der Messrichtung verzichtet, was im Besonderen auf Leiterplatten-Kett-/Schussrichtung oder längs beziehungsweise quer zur Bürstrichtung von besonderer Bedeutung ist. Weiter muss bei den Rautiefenmessungen unterschieden werden in die eigentliche flächige Qualität der Oberflächen und vereinzelt Abweichungen wie beispielsweise Knospenbildung oder mechanische Beschädigungen, welche die Funktionalität der Oberflächen dramatisch verschlechtern können (Abb. 5 und Abb. 6)

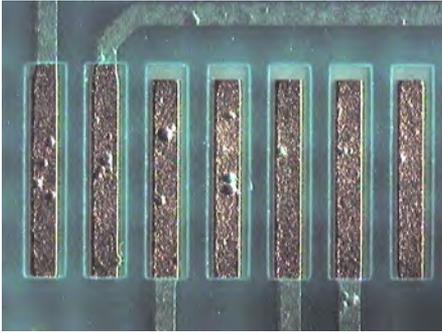


Abb. 5 : Rautiefenerhöhung durch Fehlabscheidungen im Kupfer (Knospenbildung)

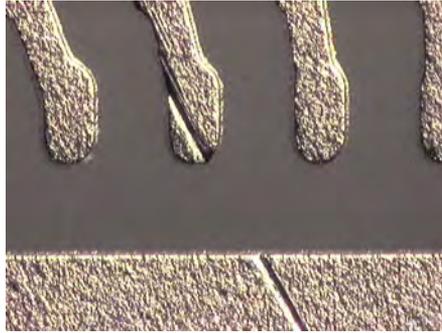


Bild 6: Erhöhte Rautiefe durch mechanische Beschädigung

## 4 Funktionelle Abhängigkeiten

### 4.1 Mikrorauheit und Porosität

Poren sind Oberflächenfehler, die in direktem Zusammenhang zwischen der Mikrorauheit des Basismaterials und der Schichtstärke des Überzuges zu sehen sind. An den Porenfußpunkten ist das darunter liegende Material der umgebenden Atmosphäre ausgesetzt. Die Korrosionsprodukte können durch die Poren an die Oberflächen gelangen, sich dort ausbreiten und beispielsweise Löt- und Bondprobleme oder auch eine

Erhöhung des Kontaktwiderstandes nach sich ziehen. Dasselbe trifft auf eine Diffusion des Grundmaterials durch die Poren an die Oberfläche bei Temperaturbelastungen zu. Hierbei führen Oxidation und daraus entstehende Korrosionsprodukte an der Oberfläche zu Problemen.

Bemerkenswert ist, dass immer wieder Schichten von  $1\ \mu\text{m}$  – teilweise sogar  $0,2\ \mu\text{m}$  bis  $0,3\ \mu\text{m}$  – als poren dicht in den Raum gestellt werden. *Abbildung 7* zeigt, das galvanisch wie chemisch abgeschiedene Schichten selbst bei einer moderaten mittleren

Rautiefe erst ab einer Mindestschichtstärke von ungefähr  $3\ \mu\text{m}$  als poren dicht angesehen werden können.

Sicher muss beispielsweise bei Edelmetallabscheidungen sehr oft das technisch Notwendige mit dem wirtschaftlich Vertretbaren in Einklang gebracht werden. Dies beinhaltet jedoch, dass diesbezüglich bestehende Spezifikationen teilweise auf ihre Aktualität und Akzeptanz zu überprüfen sind. Gegebenenfalls wäre die Definition einer funktionell notwendigen maximalen Porenzahl pro Flächeneinheit ein gangbarer Weg. Die Spezifikationen einfach zu ignorieren und wider besseren Wissens auf gut Glück zu arbeiten, kann auf jeden Fall nicht zielführend sein.

Weiter muss die Diskrepanz zwischen unterschiedlichen funktionellen Schichtstärkenforderungen gesehen werden. Sind beispielsweise bei reinen Lötflächen und beim Aluminiumdrahtbonden – im Hinblick



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



## Heizen · Regeln · Überwachen



Mazurczak Elektrowärme GmbH, Schlachthofstraße 3, D-91126 Schwabach, Tel: 09122/9855-0, Internet: [rotkappe.de](http://rotkappe.de), eMail: [kontakt@mazurczak.de](mailto:kontakt@mazurczak.de)

**MAZURCZAK**  
ELEKTROWÄRME

## Galvanotechnik in Industrie und Forschung

### Eine Abteilung des Fraunhofer IPA stellt sich vor

Galvanotechnik, so nennt sich die Abteilung des Fraunhofer-Instituts für Produktionstechnik und Automatisierung in Stuttgart unter der Leitung von Dr. Martin Metzner. Hier beschreibt der Name genau das, womit sich die Abteilung seit mehr als 30 Jahren beschäftigt. Sie ist die Schnittstelle zwischen Industrie und Forschung bei allen wesentlichen Fragestellungen rund um die chemische und elektrochemische Metallabscheidung.

Mit einem interdisziplinär arbeitenden Team aus rund 20 wissenschaftlichen und technischen Mitarbeitern aus den Bereichen Werkstoffwissenschaften, Galvanotechnik, Chemie, Maschinenbau und Konstruktionstechnik bietet das Fraunhofer IPA eine der größten Forschungsabteilungen im deutschsprachigen Raum mit dem Schwerpunkt Galvanotechnik.

Im Fokus der Arbeiten steht die Galvanotechnik. Das Tätigkeitsfeld erstreckt sich von der Entwicklung von neuen Schichtwerkstoffen und den dazu gehörigen Abscheidungsverfahren und Prozessketten über die Schadensfallanalyse bis hin zur Planung und Konstruktion der industriellen Anlagentechnik.

#### Was macht die Galvanotechnik so wichtig?

Der Einsatz galvanotechnischer Prozesse nimmt eine Schlüsselstellung in der Wertschöpfungskette besonders bei komplexen Bauteilen mit hohen Anforderungen ein. Dies führt zu einem breiten Einsatz der Galvanotechnik in vielen Branchen wie beispielsweise im Maschinenbau, der Automobilindustrie, der Druckindustrie und der Medizintechnik. Somit begegnet uns täglich eine Vielzahl von Produkten, die galvanotechnisch veredelt werden, um zum einen den optischen Ansprüchen gerecht zu werden und zum anderen einen wesentlichen Beitrag zum Verschleiß- und Korrosionsschutz bei beanspruchten Bauteilen zu gewährleisten. Die Breite an galvanisch abscheidbaren Metallen und die gezielt einstellbaren Eigenschaften ermöglichen die vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten galvanisch beschichteter Produkte.

#### Die Entwicklung neuer Schichtwerkstoffe

Immer individueller werdende Forderungen nach Eigenschaftsprofilen verlangen Speziallösungen im Schichtaufbau. Neben klassischen Aspekten wie Verschleiß- und Korrosionsschutz rücken auch immer spezifischer werdende Anforderungen beispiels-



Arbeitsgruppe Galvanotechnik am Fraunhofer IPA mit Abteilungsleiter Dr. Martin Metzner (3. v. r.)

weise in Bezug auf Eigenspannungen in den Vordergrund. Die Neu- und Weiterentwicklung galvanischer Schichtwerkstoffe bietet dem Anwender die Möglichkeit, die Anforderungsprofile moderner Produkte zu erfüllen. Die wesentlichen Schwerpunkte liegen dabei in der:

- Weiterentwicklung und Anpassung klassischer Schichtmetalle wie Chrom, Nickel, Kupfer und Zink
- Entwicklung neuartige Systeme der Dispersionsabscheidung – dem Einbau von spezifischen Fremdstoffen in metallische Schichten
- Schichtwerkstoffentwicklung basierend auf Legierungsabscheidungen, Multilayerschichten und der Abscheidung bisher nicht zugänglicher Metalle

#### Die Verfahren und Prozessketten zur Schichtabscheidung

Ein wesentliches Merkmal der Entwicklungsarbeiten am Fraunhofer IPA ist es, die

geforderten Eigenschaften nicht nur auf einer planaren idealen Probe im Labor darzustellen, sondern Verfahren zu entwickeln, die in die Produktionsumgebung hochskalierbar sind und die Eigenschaftsanforderungen auf dreidimensionalen Bauteilen in industrieller Chargengröße gewährleisten. Wesentliche Aspekte hierbei sind unter anderem die Toleranzen des Prozessfensters, die Streufähigkeit der Elektrolyte und die sich dadurch ergebenden Eigenschaften sowie die parallele Entwicklung von Verfahrens- und Analysevorschriften.

Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, wird eine eigens entwickelte Beschichtungsplattform, der so genannte IPA-Elektrolytprüfstand, für die Entwicklung und Optimierung von Verfahren und Prozessen eingesetzt. Ein entsprechendes Upscaling erfolgt in einer dafür zur Verfügung stehenden automatisierten Kleinanlage mit einem Elektrolytvolumen von 60 Liter, die eine Fertigung von Kleinserien zur Bemusterung ermöglicht.



Elektrolytprüfstand (links) und Galvanikautomat am IPA

## Produktionsstillstand und Feldausfall – Schadensfallanalyse als Dienstleistung

Ausfälle von Bauteilen im Feld, unter anderem hervorgerufen durch frühzeitigen Verschleiß oder Korrosion sowie der Stillstand von Produktionsanlagen beispielsweise aufgrund mangelhafter Schichteigenschaften, erfordern Maßnahmen, die schnell und fundiert zur Behebung der Fehlerursache beitragen. Hierbei ist die Zeit ein extremer Kostenfaktor, besonders bei Produktionsausfällen, so dass eine unmittelbare Reaktion zur Ursachenforschung und Problemlösung ein wesentlicher Faktor ist. Dabei umfasst die Dienstleistung des Fraunhofer IPA nicht nur die bloße Darstellung des Fehlerbildes, sondern auch die Analyse vor Ort

und das Aufzeigen von Abhilfemaßnahmen in der Produktion.

## Anlagentechnik

Neben der Planung und Projektierung von üblichen Galvanikanlagen werden spezielle Lösungen für den industriellen Anwender immer wichtiger. Dabei ist ein verstärkter Trend zu Aspekten wie Energieeffizienz, Maßbeschichtung, Hochgeschwindigkeitsbeschichtung, Emissionsfreiheit und Selektivität zu beobachten. Für derartige Spezialanlagen müssen bereits bei der Konstruktion die Kenntnisse über die zugehörigen Verfahren einbezogen werden, da eine zielgerichtete Anlagenplanung und -konstruktion nur erfolgreich umge-

setzt werden können, wenn fundierte Kompetenzen über alle Aspekte der Entwicklungskette vorhanden sind. Durch die enge Zusammenarbeit von Konstruktion und Verfahrensentwicklung in der Abteilung Galvanotechnik können die geforderten Aufgabenstellungen optimal bearbeitet werden.

## Aktuelle Forschungsprojekte am IPA

### *POSEIDON – Lagertechnologie auf dem Meerwasserprüfstand*

Im Rahmen des durch das BMWi geförderten Projektes *Energieeffizienz von Lagern unter tribokorrosiven Betriebsbedingungen* beschäftigt sich das Fraunhofer IPA in einem Teilprojekt mit der Entwicklung von

[www.ruhlgmbh.de](http://www.ruhlgmbh.de)



## Starke Oberflächen für Ihren Erfolg

Wenn es um maßgeschneiderte Oberflächen für härteste Einsatzbedingungen geht, ist Ruhl Systempartner der Automobil-Zulieferindustrie. 58 Jahre Erfahrung und 5.600 qm modernste Fertigung stehen für höchste Qualität und Innovationsfreude.

Zink  
Zink-Nickel  
Zinn-Zink  
Kupfer  
Zink-Druckgruss-Passivieren nano



Mechanical Plating  
TiKon-Beschichtung  
Gleitmittelbeschichtung  
Kommissionieren / Verpacken  
Kompletieren

Versiegelung  
Polieren  
Härten  
Strahlen  
Prüfen



Ruhl & Co GmbH | Ernst-Befort-Straße 1 | 35578 Wetzlar | Tel: 06441 / 7806 - 0 | [info@ruhlgmbh.de](mailto:info@ruhlgmbh.de)

galvanischen Schichtsystemen, die extremen tribokorrosiven Bedingungen standhalten müssen. Das Ziel ist es, am Beispiel des Lagereinsatzes unter Meerwasserbedingungen, wie beispielsweise bei Gezeitenkraftwerken, einen Lagerwerkstoff zu entwickeln, der auf Abdichtung des Systems und die Schmierung verzichtet und dabei den aggressiv korrosiven Bedingungen in Meerwasserumgebung gewachsen ist. Eine weitere wesentliche Größe ist der geringe Verschleiß der Schicht, der notwendig ist, um eine maximale Standzeit der Lager zu gewährleisten.

## *EmSiG – Echtzeitmessung der Stromdichte zur Steigerung der Ressourceneffizienz in galvanotechnischen Produktionen*

Nach dem bisherigen Stand der Technik ist kein System verfügbar mit dem in einem galvanischen Elektrolyt in situ die Stromdichte gemessen werden kann. Diese ist jedoch entscheidend für die Schichtdickenverteilung. Bei Kenntnis der Werte kann die Produktion optimiert und sowohl Material als auch Energie eingespart werden.

In Kooperation mit einem Industriepartner wurde in einem vom BMBF geförderten Projekt daher ein solches System entwickelt. Es wurde eine Messsonde konstruiert, die den Ionenstrom in einem Elektrolyten messen kann und gleichzeitig die Anforderungen für einen Produktionseinsatz erfüllt. Für die Prüfung der neuartigen Messvorrichtung wurde eine Versuchsplattform aufgebaut, mit der das System detailliert getestet und auf den Industrieinsatz vorbereitet werden kann.

## *ÖKOXAL – Energiesparendes Anodisieren von Aluminium*

Aluminium als leichter Konstruktionswerkstoff ist eine Schlüsselkomponente für die moderne Technik. Da Aluminiumoberflächen aber wenig korrosions- und verschleißbeständig sind, erreichen Bauteile aus diesem Metall nur durch eine passende Oberflächenbehandlung ihre Gebrauchseigenschaften. Steht dabei eine hervorragende Verschleißbeständigkeit im Mittelpunkt der Anforderungen, sind hartanodisierte Oberflächen stand der Technik. Diese Oxidschicht ist hart- und korrosionsbeständig. Übliche Verfahren zum Harteloxieren sind sehr energieintensiv. Die Prozesse arbei-



Echtzeitmessung der Stromdichte

ten bei Temperaturen um 0 °C, setzen aber erhebliche Mengen an elektrischer Energie als Verlustleistung in Wärme um, die durch Kühlung abgeführt werden muss. In einem Förderprojekt der Bayerischen Forschungsförderung wurde gemeinsam mit einem mittelständischen Lohnbeschichter an einer Verfahrensmodifikation gearbeitet, die erhebliche Einsparungen in der Kühlleistung erreicht und eine Energiereduktion von mehr als 25 % erzielt.

## *European Green Car Initiative – Neue Produktionstechniken für die Batterieherstellung*

Batterien sind das Herz zukünftiger Elektroautos und die entscheidende Komponente, wenn es um die Einführung umweltfreundlicher und CO<sub>2</sub>-freier Mobilität geht. Die Technologie an sich ist heute bekannt, auch wenn es zukünftig bei den Batteriesystemen sicher noch neue Entwicklungen geben wird. Für die Einführung der Elektromobilität in einen breiten Massenmarkt, wie es das Ziel der Bundesregierung mit einer Million Elektroautos bis 2020 vorsieht, ist vor allem eines wichtig – eine ausgefeilte Produktionstechnik für Batterien, die wenig Energie verbraucht und Ressourcen schont. Im Rahmen des europäischen Forschungsprojektes ELIBAMA arbeitet das Fraunhofer IPA an völlig neuen Herstellungsverfahren für kostengünstigere Batterien. In der Abteilung Galvanotechnik werden dafür neue, elektrochemisch erzeugte Folien für die Batterieelektroden entwickelt, die einerseits die Herstellungsprozesse vereinfachen und gleichzeitig die Leistungsfähigkeit der Batteriezellen erhöhen sollen.

## **Blick in die Zukunft**

Wertvolle Rohstoffe und strategische Metalle sollten zukünftig mehr gebraucht als verbraucht werden. Eine Kreislaufwirtschaft sorgt vor allem für mehr Unabhängigkeit bei der Versorgung und für eine Schonung der Umwelt, wenn weniger Mineralien neu abgebaut werden müssen. Dafür sind effiziente und umweltschonende Recyclingverfahren gefragt. Die Rückgewinnung strategischer Metalle, wie beispielsweise der Seltenen Erden, erfolgt heute meist über hydrometallurgische Prozesse, das heißt Extraktion, Fällung und ähnliche Einzelschritte werden kombiniert, die Chemikalien verbrauchen und Abwasser produzieren. Hier wird die Abteilung Galvanotechnik zukünftig neue Wege gehen und Hochtemperatur-elektrolyseverfahren entwickeln, mit welchen Metalle aus einer Salzschnmelze bei 300 °C bis 500 °C wiedergewonnen werden können. Die meisten technisch und wirtschaftlich interessanten Metalle lassen sich nicht aus wässrigen Lösungen durch Elektrolyse gewinnen. Hier sind Salzschnmelzen ein eleganter Weg zu effizienteren Prozessen. Durch die Steuerung des Abscheidepotentials lassen sich auch verschiedene Metalle selektiv abscheiden.

Um all diese galvanotechnischen Fragestellungen sowohl in Industrie- als auch in Forschungsprojekten bearbeiten zu können, bietet die Abteilung Galvanotechnik das experimentelle, technische und wissenschaftliche Know-how sowie die erforderliche Infrastruktur mit chemischer und metallographischer Analytik.

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

# In die Jahre gekommen – trotzdem innovativ und zukunftsorientiert – 125 Jahre SEA

Bericht zum 125. Jubiläum der SEA - Surface Engineering Association



Die Surface Engineering Association (SEA) mit Sitz in Birmingham ist vor 125 Jahren als Verband für Unternehmen und Betriebe, die sich mit der Bearbeitung von Edelmetallen und der Herstellung von Schmuck befassen, gegründet worden. Heute ist die SEA der Dachverband für Unternehmen im Bereich der Oberflächentechnik für die gesamte Industrie. Der Verband ist in zahlreichen britischen und EU-Ausschüssen und in Arbeitsgruppen vertreten, in denen die Gesetzgebung, Standards und Wirtschaftsstrategien diskutiert und bearbeitet werden. Daraus ergibt sich die Möglichkeit, die Mitglieder des Verbandes stets über die neuesten und über künftige Rechtsvorschriften mit Auswirkungen auf die Mitgliedsunternehmen zu informieren.

In regelmäßigen Treffen, Konferenzen und Seminaren besteht die Möglichkeit, mit Unternehmen aus dem Bereich der Oberflächenbehandlung, mit Herstellern und Lieferanten von Verfahren sowie den Kunden der Beschichter in Verbindung zu treten, um Fragen von gemeinsamem Interesse zu diskutieren. Die Vorteile für die Mitglieder des SEA reichen von technischer und kaufmännischer Beratung bis hin zu engen wirtschaftlichen Beziehungen. Die SEA nimmt auch Aufgaben im Sinne einer Berufsgenossenschaft für die Weiterentwicklung der Oberflächentechnik im Maschinenbau wahr. Die Mitgliedschaft steht für alle Branchen – von Lieferanten bis hin zur Beschichtung, Applikatoren und Wärmebehandler – offen.

Konkrete Dienstleistungen der SEA sind beispielsweise:

- Beratung im Hinblick auf Fragen zu Steuer, Mehrwertsteuer, Lohnsteuer und Beschäftigungsverhältnissen;
- Beratung zu kommerziellen Versicherungen, speziell für die Oberflächentechnikbranche, wobei auf vertragliche Vereinbarungen zu Versicherungsgesellschaften zurückgegriffen werden kann;
- Bereitstellung von AGB-Standards;
- Erarbeitung von Wirtschaftsberichten mit Trendreports, bei der in breitem Umfang auf statistische Informationen verschiedener Ministerien zurückgegriffen werden kann.

Vor allem durch die sich verschärfende Gesetzgebung im Bereich des Umweltschutzes kann die SEA für ihre Mitgliedsbetriebe durch die guten Kontakte zu den Gesetzgebungsorganen erhebliche Unterstützung leisten. Dazu zählen zum Beispiel Verbindungen zum House of Lords, durch die Diskussion mit Abgeordneten, Kollegen und Vertretern aus Ministerien relativ einfach möglich werden. Darüber hinaus bestehen Verbindungen über IPPC-Gespräche mit der Europäischen Kommission, DEFRA, SEPA, dem Umweltbundesamt und der Scottish Executive.

## Jubiläumsveranstaltung im House of Lords

Die guten Verbindungen zu Mitgliedern der britischen Regierung zeigen sich auch dar-

an, dass die Festveranstaltung zum 125. Jubiläum der SEA am 19. Oktober 2012 in den Räumen des House of Lords stattfinden konnte. Annähernd 100 Teilnehmer waren der Einladung nach London gefolgt, unter anderem war auch die Dr.-Ing. Max Schlötter GmbH & Co. KG durch Dr. Stephanie Geldbach vertreten. Im Rahmen der Veranstaltung wurden die SEA-Awards vergeben, die nicht nur in der Branche, sondern vor allem auch von den Kunden der SEA-Mitglieder anerkannte Auszeichnungen sind. Übergeben wurden die Preise von Lord Hoyle of Warrington, der sich dazu wie folgt äußerte: In diesen schwieriger werdenden Zeiten ist es eine besondere Auszeichnung für die gesamte Branche, wenn Unternehmen fortwährend Anstrengungen leisten, um noch bessere Qualität zu liefern, neue Verfahren zu entwickeln, die Umwelt noch besser zu schützen oder ihren Mitarbeitern einen besseren Arbeitsplatz zu sichern. Unterstützt wurde Lord Hoyle of Warrington von der Ehrenpräsidentin Linda Evans MBE, die für ihre Arbeit für die Industrie in Großbritannien bekannt ist.

Zwei der zu vergebenden Auszeichnungen gingen an Poeton Industries. Den Preis für



Veranstaltungsort: House of Lords im britischen Parlament in London



Marketing- und Quality Award für Poeton Industries; (v.l.n.r.) Paul Griffiths (Schlötter Co. Ltd.), Lord Hoyle of Warrington, Lyndon Follows (Poeton Industries)



Outstanding Company Achievement Award für Anopol Ltd.; (v.l.n.r.) Stephen Price (Stephen Price Designs Ltd.), Lord Hoyle of Warrington, David Cass (Anopol Ltd.)



Anthony Poeton (re.) und Lyndon Follows von Poeton Industries Ltd.



Environmental Award für Storetec Ltd.; (v.l.n.r.) Lord Hoyle of Warrington, Jason Dyche und Wayne Asher (Storetec Ltd.)



Ray Alford Individual Achievement Award für John Swain; (v.l.n.r.) Su Chadda (Sumari Business Systems, Lord Hoyle of Warrington, John Swain (Anopol Ltd.)

Forschung und Entwicklung erhielt Poeton Industries für das Verfahren zur Weinsäure-Schwefelsäure-Anodisation, das vor allem für die Luft- und Raumfahrt als Alternative zur bisher üblichen Chromsäureanodisation Anwendung findet. Hier hat das Unternehmen die Vermarktung durch entsprechende Aktivitäten auf seiner Homepage, Werbeflyer und die Teilnahme an der Ausstellung in Farnborough vorangetrieben. Deshalb ging auch der Preis für Marketing und Qualität an das Unternehmen, das insbesondere im Bereich der Luft- und Raumfahrt nati-

onale und internationale Zulassungen (BSI, NADCAP) sowie die Standards von 35 Großkunden innerhalb der letzten sechs Jahre erfüllen konnte. In einem eigens errichteten Forschungs- und Entwicklungszentrum für Beschichtungen mit ISO- und BSI-Zulassung werden Tests auf zahlreichen Grundmaterialien und mit den unterschiedlichsten Werkstoffpaarungen durchgeführt. Fünf der hier beschäftigten Mitarbeiter besitzen den Qualitätslevel Six Sigma Green Belt. Zudem werden hier seit vielen Jahren qualifizierte Arbeitskräfte ausgebildet.

Der Umweltpreis ging an Storetec für die umweltfreundlichste Verzinkerei in Großbritannien. Das Unternehmen ist sowohl für Privat- als auch für Industriekunden tätig. Für sein Engagement anlässlich der Olympischen Spiele in London wurde das Unternehmen Anopol, das sich mit der Oberflächenbehandlung von Edelstahl befasst, mit dem Preis für besonders erfolgreiche Unternehmen ausgezeichnet. Für seine fachübergreifenden Bemühungen, die Branche in Ausschüssen und öffentlichen Medien

positiv darzustellen, wurde der Vorsitzende von Anopol, John Swain, mit dem Ray Alford Award ausgezeichnet. John Swain hat Anopol gegründet und ist dort seit 43 Jahren tätig.

## Internationales Interesse – Entwicklung und Ausbildung

Die Interessen der SEA richten sich nicht nur auf Kontakte und die Entwicklung der britischen Unternehmen. So hatte eine Verbandsdelegation aus zwölf Mitgliedern unter Leitung des Geschäftsführers Dave Elliott vom 22. bis 24. Mai vier Unternehmen in Süddeutschland sowie das Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA) in Stuttgart besucht. Organisator der Informationsreise war das Ing.-Büro Charlotte Schade in Waldshut-Tiengen.

Auftakt für die Rundreise in Süddeutschland war der Besuch der Holder Oberflächentechnik in Kirchheim/Teck, eingeladen von Geschäftsführer Jochen Holder. Die Holder Oberflächentechnik ist einer der großen Zulieferer für die Automobilindustrie, der unter anderem Schichten aus Zink, Zink-Nickel, aber auch spezielle Lackierungen und Nachbehandlungen auf hochwertige Bauteile aufträgt. Zu den neueren Investitionen zählt die vollautomatische Anlage zur Zinklamellenbeschichtung von Achsträgern.

Der zweite Besuch galt der Abteilung Oberflächentechnik im Werk Augsburg der Premium Aerotec GmbH. Das Unternehmen verfügt über eine neue Anlage zur Anodisation in einer Mischung aus Wein- und Schwefelsäure von Bauteilen bis etwa acht Metern Länge, also das Verfahren, für das die Poeton Industries zum 125. Jubiläum der SEA ausgezeichnet wurde. Für dieses Verfahren hat die Premium Aerotec vor kur-





Die Mitglieder der SEA-Delegation bei der Thoma Metallveredelung in Heimertingen

zem eine neue Anlage eingerichtet. Neben der Anodisation sind der Abteilung eine umfangreiche Prüf- und Lackiererei sowie eine Montagebereiche angegliedert. Abschließend konnten die SAE-Vertreter einen Blick in die beeindruckende Montagehalle für Flugzeugkomponenten werfen.

Fortgesetzt wurde die Tour mit einer Besichtigung der Thoma Metallveredelung GmbH in Heimertingen. Dr. Malte-Mathias Zimmer stellte das vielfältige Leistungsprogramm des Unternehmens und vor allem die Entwicklungen im Bereich Umweltschutz und Energieeffizienz vor. Hier fand insbesondere die neue Anlagentechnik zur hocheffizienten Beschichtung mit chemisch abgeschiedenem Nickel und galvanisch abgeschiedenem Hartchrom großes Interesse. Aber auch die Entwicklungen zu REACH im Hinblick auf sechswertiges Chrom wurden nachhaltig und heftig diskutiert. Dr. Zimmer rundete seine Ausführungen mit der Besichtigung der Beschichtungsanlage und der Einrichtungen zur Energieeinsparung ab. Hier hat es die Thoma Metallveredelung geschafft, die Energieausbeute bei der chemischen Beschichtung mit Nickel und der Hartverchromung auf mehr als 90 Prozent zu steigern, wogegen bei der klassischen Verfahrenstechnik maximal 30 Prozent der eingesetzten Energie in die Beschichtung selbst gehen.

Als weiterer Programmpunkt stand der Besuch der IMO GmbH in Königsbach-Stein an. IMO ist einer der großen Beschichter von elektrischen und elektronischen Kontakten, die in der Regel als Halbzeug in Metallbänder gestanzte und gebogene vorliegen. Hierfür kommen vor allem die Edelmetalle Gold, Sil-

ber und Palladium als ideale Kontaktwerkstoffe in Betracht, die aber auf Grund des hohen Materialpreises sehr effizient eingesetzt werden müssen. Dafür stehen bei IMO zahlreiche selbst entwickelte und hergestellte Vollautomaten zur Verfügung. Hochqualifizierte Mitarbeiter und umfangreiche Prüf- und Überwachungsverfahren garantieren hier die erforderliche maximale Qualität, zumal die produzierte Stückzahl in Millionen bemessen wird.

Zum Abschluss der Informationsreise führte Dr. Martin Metzner, Leiter der Abteilung Galvanotechnik am Fraunhofer-IPA, die SEA-Mitglieder durch die verschiedenen Laborräume zur Entwicklung und Untersuchung von Beschichtungsverfahren und Beschichtungsanlagen und erläuterte die hier

durchgeführten Arbeiten. Am IPA werden vor allem die weitreichenden Entwicklungen zur Abscheidung von Hartchrom, die Abscheidung aus ionischen Flüssigkeiten sowie die Abscheidung von Schichten für Dünnschicht-Solarzellen in den dafür entwickelten, speziellen Anlagen durchgeführt. Darüber hinaus wurden aber auch viele Fragen zu den derzeit wichtigen Themen REACH und der Ausbildung von Fachkräften im Bereich Galvanotechnik diskutiert.

Das Interesse der SEA an der Art und Durchführung der Ausbildung in Deutschland konnte das Ingenieurbüro Schade in einem ausführlichen Einblick in die Aus- und Weiterbildung von technischen Fachkräften befriedigen. Insbesondere standen die Ausbildungsmöglichkeiten von Galvanikfachleuten in Deutschland zur Diskussion. Hier lag ein besonderer Schwerpunkt des Interesses der SEA-Mitglieder, da diese im Bereich Aus- und Weiterbildung dringenden Verbesserungsbedarf in Großbritannien sehen.

Die geknüpften Kontakte nach Großbritannien sollen nach Aussage von SEA-Geschäftsführer Dave Elliott und den Teilnehmern der Informationsreise in Zukunft vertieft werden. Vor allem im Bereich Aus- und Weiterbildung zeigten die Kollegen aus unserem Nachbarland hohes Interesse, das durch weitere Besuche und rege Zusammenarbeit bedient werden soll.

Surface Engineerin Association SEA,  
Federation House, 10 Vyse Street,  
Birmingham B18 6LT

➔ [www.sea.org.uk](http://www.sea.org.uk)



**Erfolg mit Galvanotechnik!**

<p><b>Franz Rieger Metallveredelung</b> Riedstraße 1 D-89555 Steinheim am Albuch Fon +49 7329 8030 Mail <a href="mailto:info@rieger-mv.de">info@rieger-mv.de</a> <a href="http://www.Rieger-MV.de">www.Rieger-MV.de</a></p>	<p><b>CHROM</b> <b>ELOXAL</b> <b>ZINN</b> <b>NICKEL</b> <b>KUPFER</b></p>
---	---

## Tribosysteme nach Maß

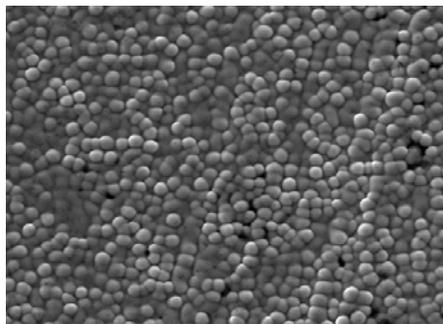
Verschleißfeste und gleitfähige Beschichtung mit Perlstruktur – Duralloy®

Duralloy® ist eine extrem harte, rissfreie, präzise, sehr dünne und hochreine metallische Chrombeschichtung. Durch ein speziell entwickeltes Verfahren wird eine perlstrukturierte Oberfläche aufgebaut. Die besonders strukturierte Oberfläche der Duralloy®-Schicht ermöglicht eine Materialhärte und eine herausragende chemische Resistenz für Bereiche, in denen konventionelle Beschichtungssysteme bei vergleichbaren Schichtdicken nicht mehr ausreichen.

1970 entwickelte die Rotel Holding AG einen Hartmetallüberzug im Dünnschichtsegment, um tribologische Eigenschaften und guten Korrosionsschutz zu kombinieren. Nach kontinuierlicher Verbesserung wurde das Verfahren 1977 patentiert. 1988 erfolgte die Gründung der Duralloy AG in der Schweiz. Neben dem Standort im schweizerischen Härkingen gibt es ein weiteres Werk in Villingen-Schwenningen (Duralloy Süd GmbH). Die Duralloy-Gruppe ist Teil der AHC-Gruppe aus Kerpen.

Die Duralloy Süd GmbH ist ein führender Anbieter von Beschichtungslösungen im Bereich der Dünnschrom-/Strukturchrom-Beschichtung. Die Beschichtungssysteme eignen sich für Bauteile, die einer Mangelschmierung und/oder Schwingungskorrosion ausgesetzt sind. Die Palette der mit Duralloy® veredelbaren Werkstoffe umfasst die meisten in der Technik eingesetzten Metalle: Stähle bis zu 62HRC und bis zu einem Chromgehalt von 15 %, Edelstähle, Grauguss, Sintermetalle und Bronze, unter Vorbehalt auch Aluminium. Es handelt sich um eine Beschichtung mit Chrom, die dennoch

anders ist als eine herkömmliche Verchromung oder Hartverchromung. Duralloy® ist eine spezifische Dünnschrom-Beschichtung mit einer typischen Schichtdicke im Bereich von 1,5 µm bis 10 µm (max. 20 µm). Die Oberfläche ist völlig anders strukturiert als eine Hartchromoberfläche. Bereits mit geringeren Schichtdicken wird die gleiche Korrosionsbeständigkeit wie mit Hartchrom erzielt. In Tribosystemen senkt der durch



Mikroskopische Aufnahme der Duralloy®-Oberfläche; deutlich ist die Perlstruktur zu erkennen  
Bild: AHC Oberflächentechnik GmbH

die so genannte Perlstruktur der Duralloy®-Schicht verminderte Traganteil der Oberflächen die mechanische Belastung. Ferner ermöglicht diese Perlstruktur die Bildung von Schmierstofftaschen, die eine gewisse Schmierstoffmenge auf der Oberfläche zurückhalten. Dadurch ist die Beschichtung für Anwendungen prädestiniert, wo Oberflächen mit hohen Kräften bei gleichzeitiger Mangelschmierung gegeneinander verschoben werden. Durch die geringe Prozesstem-

peratur von unter 70 °C erfolgt keine Gefügeveränderung des Grundmaterials. Dieser wesentliche Vorteil des Verfahrens gewährleistet Form- und Härtestabilität.

Duralloy® trägt wirksam zum Schutz gegen Reib- und Schwingungskorrosion bei und erhöht damit entscheidend die Verschleißbeständigkeit des zum Beispiel in Getrieben, bei Welle-Nabe-Verbindungen oder bei Führungsleisten in der Verpackungsindustrie beanspruchten Materials. Für Kugel- beziehungsweise Rollenlager ergibt sich ein effektiver Verschleißschutz bei Mischreibung. Durch das Einglätten der Perlstruktur nach dem Einlaufvorgang werden die Reibbeiwerte reduziert. Es werden beispielsweise Laufbahnen bei Hochgenauigkeitslagern oder Außendurchmesser bei Spindellagern beschichtet. Zudem bietet die Duralloy®-Schicht beim Bewegen, Positionieren beziehungsweise Halten, während Bearbeitungs- und Produktionsprozesse verschiedenster Art, Schutz gegen die meisten Prozessmedien.

Für die Veredelung der jeweiligen Grundwerkstoffe und zur Erfüllung unterschiedlichster Anforderungsprofile stehen spezifische Duralloy®-Verfahrensvarianten zur Verfügung. Dies können auch Schichtkombinationen sein. Die Auswahl der geeigneten Schichtvariante erfolgt in enger Absprache zwischen Beschichter und Anwender. Sicherlich ergeben sich hierbei Ansätze zu einer Kooperation, die für beide Seiten von Vorteil sein könnten.

➔ [www.ahc-surface.com](http://www.ahc-surface.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)**

*Umfassend und immer auf dem neuesten Stand!*

# Qubus GmbH und ifo – Institut für Oberflächentechnik GmbH stellen sich vor

## Erweiterungsbau des Institutes hat begonnen – IFO Nederland gegründet

Das ifo – Institut für Oberflächentechnik GmbH und das Ingenieurbüro Qubus GmbH sind führende Dienstleistungsunternehmen im Bereich der Oberflächentechnik am Standort Schwäbisch Gmünd. 65 qualifizierte Mitarbeiter/innen betreuen in über 50 Ländern Kunden aus allen Industriebranchen.

Das Institut für Oberflächentechnik befasst sich seit seiner Gründung im Jahr 1995 mit der Herstellung und Prüfung metallischer und nichtmetallischer Schichten auf metallischen und nichtmetallischen Substraten. Die Mitarbeiter verfügen über umfangreiche Kenntnisse in der Verfahrenstechnik und in der Charakterisierung der einzelnen Oberflächen beziehungsweise der darauf befindlichen Überzüge. Für die Untersuchungen stehen moderne Prüfgeräte und Einrichtungen zur Verfügung. Seit Jahren werden die Partnern bei der Lösung ihrer Probleme unterstützt. Die Geschäftsleitung Qubus GmbH und ifo GmbH setzt sich aus Ulrich Mäule, Christian Deyhle, Michael Müller und Hans Pfeifer zusammen.

Die internationale Zusammenarbeit mit Qualitätsorganisationen und Prüfinstituten setzt eine hohe Qualifizierung voraus. Das Institut besitzt daher für eine Reihe von Untersuchungs- und Prüfverfahren die Akkreditierung gemäß DIN EN ISO 17025. Das Unternehmen ist auch als akkreditierte Prüfstelle beim Deutschen Institut für Bautechnik, Berlin anerkannt und erstellt sowohl Ü-Zeichen als auch allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnisse bei der Anwendung von korrosionsgeschützten Bauprodukten. Seit



Firmengebäude am Standort Schwäbisch Gmünd

Juni 2012 besitzt das Institut ebenfalls für eine Reihe von Untersuchungs- und Prüfverfahren die AAMA-Akkreditierung gemäß dem AAMA Certification Program – Component Verification Procedural Guide CV-PM-96. Damit ist das Ifo das einzige Unternehmen außerhalb der USA, das über eine AAMA-Zulassung für sein Labor verfügt.

Neben einer Niederlassung in China erfolgte im November 2012 die Gründung von IFO Nederland B.V. im niederländischen Culemborg. Das Institut ist damit in der Lage, sein Portfolio erheblich zu erweitern und kann seine umfangreichen Dienstleistungen der Oberflächentechnik nun auch vollumfassend auf dem chinesischen und niederländischen Markt anbieten.

Am 30. November haben die Arbeiten am Neubau eines zusätzlichen Institutsgebäudes begonnen. Die gute Entwicklung der letzten Jahre und die Einführung zusätzlicher Prüfmethoden im Bereich der Oberflächentechnik machten eine räumliche Erweiterung notwendig. Auf etwa 400 m<sup>2</sup> werden im Neubau weitere klimatisierte Messräume, Korrosionsprüflaboratorien, Technikum

für Flüssiglackierung und Pulverbeschichtung, Versuchsgalvanik und eine mechanische Werkstatt untergebracht, zudem erhalten die Mitarbeiter eine moderne Cafeteria.

Getreu dem Motto *Ihre Oberflächen sind bei uns in guten Händen* prüft das ifo im Rahmen der externen Qualitätsüberwachung und RAL-Gütesicherung national und international über 400 Unternehmen der Oberflächen- und Reinigungstechnik und führt bei rund 170 Verzinkungsbetrieben europä-



Ulrich Mäule, Christian Deyhle, Michael Müller (von links)



Qualitätsprüfer bei Probenentnahme



Planskizze Laboranbau



Probenbeurteilung bei Kurzzeitkorrosionstest



Konzeptstudie für einen neuen Galvanikstandort



Beschichtungsprüfung auf einem Kran



Dipl.-Ing. Frank Schüle bei Lärmmessungen

weit die jährliche Fremdüberwachung nach der DASt-Richtlinie 022 durch.

Durch das Labor, das umfangreiche Dienstleistungen im Bereich der Oberflächentechnik, wie Korrosionsprüfungen, Rasterelektronenmikroskopie, metallographische Untersuchungen durchführen kann, ist das Institut in der Lage, im Bereich der Qualitätssicherung nicht nur die externen Prüfungen durchzuführen, sondern auch entnommene Proben fachgerecht zu analysieren.

Die weiteren Dienstleistungen des Sachverständigenwesens und der Beschichtungsinspektionen runden das umfassende Angebot des Institutes ab.

Das Ingenieurbüro Qubus GmbH orientiert sich mit seinen Dienstleistungen an praxisnahen, pragmatischen und betriebswirtschaftlichen Lösungsansätzen und bietet ebenfalls ein weites Feld an Dienstleistungen rund um die Oberflächentechnik an.

So betreut Qubus den Neubau, Umbau, die Sanierung und den Rückbau von Galvanikanlagen, oberflächentechnischen Anlagen sowie Frisch- und Abwasseranlagen. Durch den Bereich Umweltrecht ist das Ingenieurbüro schon in der Planungsphase neuer Anlagen in der Lage, umweltrechtliche Aspekte einzubeziehen beziehungsweise kann seine Kunden im Rahmen von Behördenkontakten bereits in dieser Phase unterstützen. Die Dienstleistungen im Umweltrecht werden auch für bestehende Anlagen angeboten und reichen von der Erstberatung bis hin zur umfassenden Dauerbetreuung.

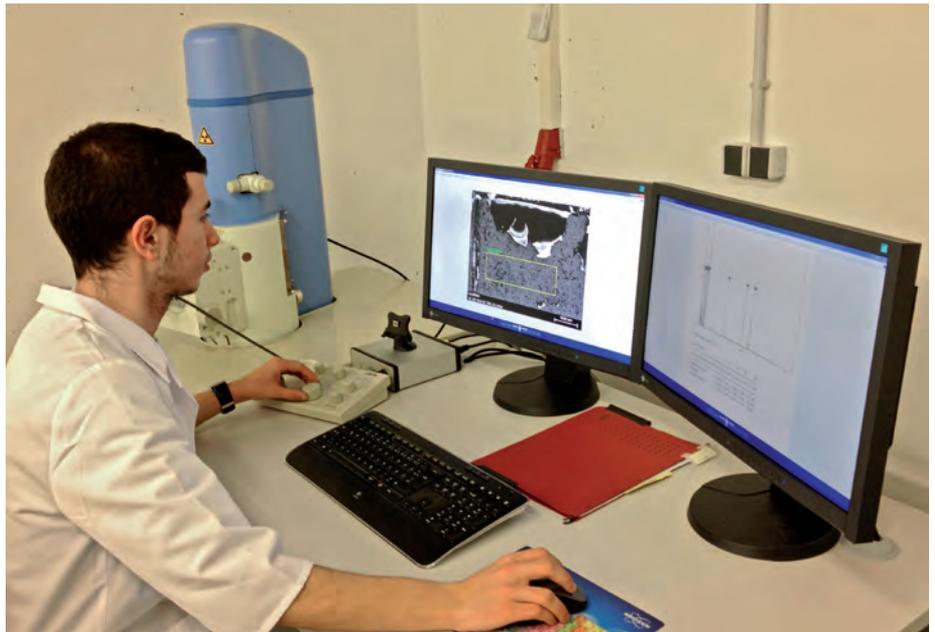
Mit ihren Sicherheitsingenieuren, die langjährige praktische Erfahrungen in Großunternehmen der Oberflächentechnik gesammelt haben, werden Produktions- und Dienstleistungsunternehmen im Bereich der Arbeitssicherheit betreut. Die Umsetzung sicherheitstechnischer und gesetzlicher

Vorschriften erfolgt dabei stets pragmatisch und praxisorientiert. Darüber hinaus ist das Ingenieurbüro auch der richtige Ansprechpartner, wenn es um die Einführung und die Betreuung von Managementsystemen nach DIN/ISO 9001 und 14001 geht.

Darüber hinaus bietet das Unternehmen noch Seminare, unter anderem zu den Themenbereichen *Qualitätsmanagement* und *Umweltmanagement* an.

Ein auf den ersten Blick etwas exotischer Geschäftsbereich der Qubus GmbH, die Geschäftsstellenbetreuung, bildet den Abschluss des Dienstleistungsangebotes. Im Rahmen dieser Tätigkeit führt das Unternehmen die Geschäfte von drei RAL-Gütegemeinschaften und einer Qualitätsgemeinschaft in den Bereichen Industriebeschichtung, Metallfassadenreinigung/Sanierung und Gebäudereinigung.

Durch ihre Vernetzungen sind die Qubus GmbH und das Institut für Oberflächentechnik GmbH in der Lage ihren Kunden ein weitreichendes Dienstleistungsangebot, vor allem, aber nicht nur, im Bereich der Oberflächentechnik anzubieten. Vom Anlagenbau, über die umweltrechtliche und sicherheitstechnische Betreuung, die Ein-



Rasterelektronenmikroskop zur Untersuchung von Bauteiloberflächen

führung und Betreuung verschiedenster Managementsysteme bis hin zur laufenden Qualitätsüberwachung durch Inspektionen, Labordienstleistungen und Begleitung von Schadensfällen durch eigene Gutachter,

sind die beiden Unternehmen ein zuverlässiger Partner.

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

➤ [www.qubus.de](http://www.qubus.de)



**Estoppey-Reber AG**  
**Akrom AG**  
**Galvmetal AG**  
**Steiger Galvanotechnique SA**

Innovation und Qualität  
 in der Oberflächenbeschichtung  
 Innovation et qualité  
 dans le traitement de surface



**Estoppey-Reber Gruppe**

[info@estoppey.ch](mailto:info@estoppey.ch)

[www.estoppey.ch](http://www.estoppey.ch)

## ZVO-Umweltforum

### Weiterbildungsveranstaltung zu Entwicklungen im Bereich Umweltschutz und Umweltrecht

Die Umwelttechnik ist in den letzten Jahren für viele Bereiche des täglichen Lebens und ganz besonders für Unternehmen ein Thema geworden, das eine besondere Aufmerksamkeit erfordert. So wurden zahlreiche Gesetze und Verordnungen erlassen, die erheblichen Einfluss auf die Produktion nehmen – einige sind begrüßenswert und notwendig, viele verursachen aber auch nur Aufwand und sind bezüglich ihrer positiven Wirkung durchaus als zweifelhaft anzusehen. In allen Fällen ist es aber dringend geraten, sich mit den Entwicklungen im Bereich der Umweltgesetzgebung zu befassen. Dadurch lassen sich häufig rigorose Konsequenzen oder kostspielige Strafen und Anpassungen vermeiden. Die ZVO Service GmbH bietet wenigstens einmal pro Jahr die Möglichkeit, sich über den Stand der Entwicklungen im Bereich des Umweltschutzes und des Umweltrechts zu informieren. Am 20. November fand in Herdecke die entsprechende Weiterbildungsveranstaltung statt, die erstmals durch ein Arbeitsschutzforum am darauffolgenden Tag erweitert worden war. Mehr als 50 Teilnehmer nahmen dieses Angebot wahr.

Eröffnet wurde die Veranstaltung vom Leiter des ZVO-Ressorts Umwelt und Chemie, Herbert Breidenbach, der seit vielen Jahren zu den erfahrendsten Fachleuten auf diesem Gebiet zählt. Herbert Breidenbach gab in seiner Einführung einen Überblick über das Programm, das mit Einblicken in die Industrieemissions-Richtlinie, die Bundes-VAwS und REACH drei für die Oberflächentechnologie wichtige gesetzliche Bestimmungen an den Anfang stellte.

#### Industrieemissions-Richtlinie

Die Reihe der Fachvorträge eröffnete Rechtsanwalt Dr. Andreas Kersting, der sich in seinen Ausführungen mit der Industrieemissions-Richtlinie (IED) und deren Umsetzung in deutsches Recht befasste. Einführend wies er darauf hin, dass für die Unternehmen der Oberflächentechnik hierbei drei Schwerpunkte relevant sind. Zunächst ist dies die Betrachtung der eingesetzten Menge an Elektrolyten und chemischen Lösungen, bei denen das Volumen 30 m<sup>3</sup> übersteigt. Außerdem kommen die Inhalte des BVT-Merkblattes mit den besten verfügbaren Technologien im Bereich der Oberflä-

chenbehandlung von Metallen und Kunststoffen zum Tragen und schließlich die Inhalte des BREF-Entwurfs zum selben Thema, der von der Arbeitsgemeinschaft-BREF Oberflächentechnik erarbeitet wurde.

Inzwischen hat die IED das letzte Stadium erreicht und soll bis zum 6. Januar 2013 in nationales Recht umgesetzt sein. In der Richtlinie werden unter anderem die zuständigen Behörden damit beauftragt, Emissionsgrenzwerte festzulegen. Diese sollen so ausgelegt sein, dass die Emissionen unter normalen Bedingungen denen entsprechen, die mit den besten verfügbaren Techniken erzielt werden, das heißt also, dass die BVT-Schlussfolgerungen herangezogen werden. Allerdings besteht auch die Möglichkeit, dass die Behörden in besonderen Fällen weniger strenge Emissionsgrenzwerte festlegen.

Weiter enthält die IED unterschiedliche Formen der Berichterstattung. So ist beispielsweise die Überwachung der Emissionen zu erfassen, um den Behörden eine einfache Möglichkeit zur Überprüfung zu gewährleisten. Umweltinspektionen müssen innerhalb festgelegter Intervalle durchgeführt werden, beispielsweise im Jahresabstand bei Anlagen mit der höchsten Risikostufe und im Abstand von drei Jahren bei der niedrigsten Risikostufe. Treten schwerwiegende Mängel in Erscheinung, so reduziert sich der Inspektionsabstand auf sechs Monate. Bei Neueinrichtung oder einer wesentlichen Änderung genehmigungspflichtiger Anlagen, zu denen die Anlagen für die galvanische Beschichtung in aller Regel zählen, ist ein Ausgangszustandsbericht anzufertigen. Besonderes Augenmerk gilt hierbei Boden und Grundwasser.

Nach dem zum Zeitpunkt der Veranstaltung geltenden Gesetzgebungsverfahren sollte die Schlussabstimmung im Deutschen Bundestag am 8. November 2012 stattfinden und die IED ab dem 7. Januar 2013 angewandt werden. Damit werden in Zukunft die BREFs berücksichtigt, das heißt von einer strikten Anwendung wird abgesehen. Als Grundlagen für die Emissionsgrenzwerte werden vor allem die §§ 7, 12, 17 und 48 des Bundesimmissionschutzgesetzes (BImSchG) herangezogen. Damit kommen auch die in der TA-Luft festgelegten Grenzwerte zum Zug. Keine Rücksicht wird auf besondere

lokale Umweltbedingungen oder besondere geografische Standorte genommen. Falls Nachbesserungen zur Einhaltung der Grenzwerte erforderlich sind, können die geltenden Fristen verlängert werden, vor allem dann, wenn eine Anlage besondere technische Merkmale aufweist. Abschließend sprach der Referent die Rückführungspflicht aus der IED an. Diese bedeutet, dass bei der Stilllegung einer Anlage oder eines Betriebs wieder der ursprüngliche Zustand eines Grundstücks herzustellen ist.

#### Bundes-VAUwS

Im zweiten Beitrag stellte Ulrich Mäule die neue Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen des Bundes (VAUwS) vor, welche die bisherigen Länderregelungen der VAwS ersetzen soll. Der Referent engagiert sich seit vielen Jahren direkt in den entsprechenden Gremien zur Erarbeitung der bundesweiten Regelung



und konnte deshalb nicht nur über den Inhalt bestens informieren, sondern vor allem auch über die Schwierigkeiten zur Erarbeitung einer solchen Verordnung aus erster Hand berichten. Eigentlich sollte die neue bundesweite Verordnung zu einer Vereinfachung führen, was allerdings nach Aussage von Ulrich Mäule nicht gelungen ist. Als nachteilig stellte sich vor allem die Angleichung der unterschiedlichen Inhalte der bisherigen Länderverordnungen heraus. Im Endergebnis werden jetzt vor allem viele Betriebe mit neuen, zum Teil strengeren, aber auch lockeren Richtwerten zu tun haben. Vor allem der Wunsch nach einem verringerten Umfang der Verordnung wurde nicht erfüllt.

Neu ist die Aufteilung der VAUwS in einen stofflichen Teil mit der Einstufung der Wassergefährdungsklassen und einen anlagenbezogenen Teil. Für die Betriebe der Galva-

no- und Oberflächentechnik ergeben sich in erster Linie Änderungen bei der Bodenbeschaffenheit und den Rückhaltevolumina. Des Weiteren liegen formale Änderungen, beispielsweise bei den Sachverständigenprüfungen, den Anzeigeverfahren oder der Anlagendokumentation vor. Als kritisch sieht der Referent die Frage der Anlagenabgrenzung, die Einfluss auf die Einstufung in die Wassergefährdungsklassen hat. Mangelhaft ist hierbei die Begründung des Gesetzgebers für dessen Vorgaben. Dadurch kommt es bei bis zu 100 000 Anlagen zur einer Änderung der Gefährdungsstufe mit all ihren Erfordernissen bezüglich der Bewertung und der Anzeigeverfahren. Unklar sind nach Aussage des Referenten zudem die Frage des Bestandsschutzes bestehender Anlagen, die Vorgaben in Bezug auf das Löschwasser oder auch die in der Verordnung angegebenen Kosten für die Wirtschaft. Als Fazit bezeichnet Ulrich Mäule die VAUWS als nicht nachvollziehbar!

## REACH – Sachstand

Wie Herbert Breidenbach zunächst klarstellte, ist die Anmeldephase von REACH – bestehend aus dem Anmelden, Bewerten und Zulassen von Stoffen – abgeschlossen. Grundlage der zu erfassenden Datenbasis sind die Kenntnis über Eigenschaften und Gefährdung, über die der Hersteller und Importeur Kenntnis hat, sowie die Exposition, über die der Anwender Bescheid weiß. Diese Daten sollen dazu dienen, den Informationsaustausch zwischen den verschiedenen Marktteilnehmern zu verbessern. Mit der Zulassungspflicht soll erreicht werden, dass besonders besorgniserregende Stoffe (SVHC-Liste) richtig gehandhabt werden und bei Bedarf restriktiv eingesetzt beziehungsweise ersetzt werden. Die Kosten für die Zulassung liegen für einen Stoff und dessen Verwendung bei 10 000 bis 50 000 Euro. Dazu kommen noch weitere Kosten für die Beratung bei der Zulassung. Die Europäische Chemikalienagentur (ECHA) organisiert eine Auswahl der Stoffkandidaten zur Priorisierung, zu der europaweit eingeladen wird.

Für die Stoffe Chromtrioxid und Chromsäure ist der Autorisierungsprozess kaum mehr aufzuhalten, da diese Stoffe in die SVHC-Liste aufgenommen wurden. Bei Kobaltsalzen ist dieser Status dagegen noch nicht erreicht. Hier ist eine intensive europaweite Diskussion erforderlich.

Wie der zweite Referent, Berthold Sessler, zunächst betonte, hat die ECHA die Menge

der Stoffe in der SVHC-Liste von bisher etwa 130 auf inzwischen 1000 Stoffe erweitert. In der Praxis besteht die Zulassung von Stoffen aus vier Schritten: Ermittlung der Stoffe (durch die Behörden), Priorisierung (durch die Behörden), Beantragung der Zulassung (durch die Industrie) und Erteilung der Zulassung (durch die Behörden). Wichtig im Ablauf der Autorisierung ist, dass die ECHA erst dann aktiv wird, wenn die Zahlung eingegangen ist. Anschließend wird der Antrag geprüft und einer öffentlichen Anhörung zugänglich gemacht. Darauf basierend erfolgt unter Umständen eine Änderung sowie die Entscheidung der ECHA, ob die Autorisierung erfolgen kann oder nicht. Wichtig ist hierbei, dass die richtigen Anwendungen für einen Stoff gewählt wurden. Dabei ist auf die Zahl der Alternativverfahren zu achten. Bei zu vielen Alternativen kann eine Autorisierung leichter verweigert werden, als bei einer geringen Alternativenzahl. Kritisch sind auch Punkte wie Toxikologie, Charakterisierung der Risiken oder die sozio-ökonomische Analyse. Können Alternativen nicht schnell genug eingesetzt werden, so ist ein Substitutionsplan zu entwerfen.

Aufgrund des großen Arbeitsaufwandes und der Komplexität empfiehlt sich der Zusammenschluss von Unternehmen. Derzeit sind zwei Arbeitsgruppen aktiv: CTAC (Chromium Trioxid Authorization Consortium, vertikal) mit 143 Mitgliedern und der Verein zur Wahrung von Einsatz und Nutzung des Chromtrioxids und anderer Chrom-VI-Verbindungen in der Oberflächentechnik e.V., VECCO (horizontal) mit 135 Mitgliedern. Während CTAC sich nur mit Chromtrioxid befasst, ist VECCO für alle Substanzen offen. CTAC, für das keine Mitglieder mehr aufgenommen werden, führt als Lieferant die Autorisierung aus, die dann der Kunde übernimmt.

Die ECHA hat den Wunsch geäußert, möglichst einen Ansprechpartner der Branche zu haben und die Zahl der Anwendungen zu beschränken. Weitere Stoffe, die in nächster Zeit in die Betrachtung einbezogen werden müssen, sind Kobalt und Nickel. Bei Kobalt ist die Priorisierung erfolgt. Für Kobalt wurde inzwischen ein Konsortium gegründet. Begleitend laufen Aktionen, beispielsweise durch Verbände (CETS) und unterschiedliche Beratungsunternehmen.

## Interessensvertretung

Christoph Matheis vom ZVO e.V. erläuterte in seinen Ausführungen die ersten Erfahrungen mit der politischen Interessensvertretung. Dabei betonte er einleitend, dass

inzwischen auch aus der Politik die Entwicklung der Verordnung REACH kritisiert wird. Einer der Gründe für den Zustand ist die Änderung der Befugnisse und des Abstimmungsprinzips des Rates der EU.

Um in Zukunft Entwicklungen, wie sie heute für Chrom(VI) vorliegen, besser handhaben zu können, muss deutlich früher in den Entwicklungsprozess der Politik eingegriffen werden. Günstig wäre es den Ausführungen von Christoph Matheis zufolge, wenn bereits der Zustand beispielsweise eines Weisbuches zu bestimmten Themen bekannt wäre. Dann besteht noch eine gewisse Chance, eine geplante Entwicklung zu beeinflussen.

Unter diesen Voraussetzungen zeigte der Referent den Weg auf, der in Form einer politischen Interessensvertretung besteht. Zu diesem Zweck wurden die Dienste der EUTOP International GmbH in Anspruch genommen, mit der seit 1. April 2012 ein Vertragsverhältnis besteht. Die Beteiligung an der Interessensvertretung wird von den ZVO-Mitgliedern in Form von nach Umsatz gestaffelten Beiträgen durchgeführt. Derzeit sind etwa 60 Prozent der Mitglieder an der Aktion beteiligt. Dafür werden unter anderem Exklusivinformationen und Monitoring der einschlägigen Gesetzgebung mitgeteilt, Kontakte zu Repräsentanten der Politik hergestellt und die Infrastruktur der EUTOP genutzt. Neben allgemeinen Themen werden auch spezielle Projekte behandelt, wie zum Beispiel Anhang 40, EEG, Störfallverordnung, REACH oder VAUWS. Interessant ist auch das Thema Umsatzsteuer bei Kunden im Ausland. Hier stellt sich die Frage, ob eine galvanische Beschichtung eine Werkslieferung ist oder eine Werksleistung.

In den Projekten mit EUTOP wird so vorgegangen, dass Sachverhalte so lange zu verdichten sind, bis sie auf eine DIN-A4-Seite passen (One-Pager). Erste Sondierungsgespräche finden dann mit präferierten Persönlichkeiten aus der Politik statt. Hier hat sich gezeigt, dass derartige Gespräche und Kontakte wesentlich schneller und gezielter zu entscheidenden Gesprächen, beispielsweise mit Staatssekretären, führen.

Grundsätzlich unterliegen solche Gespräche und Aktionen einer hohen Sensibilität, die ein Höchstmaß an Vertrauen voraussetzen. Informationen an Mitglieder müssen in erster Linie mündlich erfolgen. Auch werden die unterstützenden Personen aus der Politik niemals im Rahmen von Mitgliederversammlungen über ihre Arbeit berichten.

Wichtig ist aber, dass frühzeitig in den politischen Entwicklungsprozess eingegriffen werden kann und laufende Projekte wesentlich schneller abgearbeitet werden können als bisher.

## ISO 50001 – Energiebetrachtung

Bernd Isenmann gab einen Überblick über die deutsche Stromwirtschaft, die in Deutschland den größten Teil an Energie stellt. Beachtlich ist, dass inzwischen etwa 25 Prozent des Stroms aus regenerativen Quellen stammt. Verbraucher sind zu jeweils 50 Prozent Industrie und Haushalt. Am Beispiel des Strompreises für ein Industrieunternehmen ist die kontinuierliche Preissteigerung für Energie zu erkennen, wobei der Anteil an Steuern und Abgaben der größte Kostentreiber geworden ist. Aus dieser Entwicklung wird klar erkennbar, dass sich Energiemanagement vor allem für Unternehmen auf jeden Fall lohnt.

Im Rahmen der EEG-Umlage fordert der Gesetzgeber ab 10 MW Energieverbrauch eine Zertifizierung des Energiemanagements, bei kleineren Unternehmen ist ein Energieaudit ausreichend. Wird ein entsprechendes Management oder Audit nachgewiesen, können die Energiekosten für den Abnehmer gesenkt werden. Nicht ausreichend ist dagegen ein Lastmanagement, ebensowenig reicht es aus, die Daten zu erfassen und zu archivieren. Kernpunkt eines Energiemanagements ist die Betrachtung der Energieeffizienz. Dazu wurden 2009 die erste Norm und 2011 das internationale Gegenstück mit DIN EN ISO 50001 herausgegeben.

Die Norm stellt in erster Linie einen Leitfaden für den Aufbau eines Energiemanagements dar. Enthalten sind deshalb die Mindestanforderungen sowie der Bewertungsmaßstab. Erreicht wird damit auch eine Internationalisierung zur kontinuierlichen Verbesserung der energiebezogenen Leistung. Dabei schreibt die Norm nicht vor, dass Energie eingespart werden muss.

Ein wichtiger Punkt bei der Umsetzung des Energiemanagements ist nach Meinung von Bernd Isenmann, einen langjährigen Mitarbeiter mit dieser Aufgabe zu betrauen, da eine solche Person die Verfahren im richtigen Maße kennt und in der Regel auch bewerten kann. Anfangs wird der zuständige Mitarbeiter eine Bestandsaufnahme der Energieträger und -verbraucher vornehmen. Daraus lassen sich dann die Energieflüsse aufzeichnen und mit den dafür anfallenden Kosten bewerten. Sind hierbei Einsparpo-

tentiale zu erkennen, so lassen sich in der Regel organisatorische Änderungen am einfachsten umsetzen, wogegen Investitionen sorgfältig zu bewerten sind. Grundsätzlich muss unnötiger Bedarf (Leckagen bei Druckluft) vermieden und erst dann die Effizienz verbessert werden. Solche Punkte werden in der Norm 50001 aufgeführt und beschrieben.

## PFOS-Umstellung – Erfahrungsbericht

Einführend erläuterte Herbert Breidenbach die Eigenschaften von PFOS, das zu den PBT-Stoffen gehört (persistent, bioakkumulativ, toxisch), von der Herstellung bis zum Einsatz. Für die Abscheidung von nicht dekorativem Chrom darf PFOS noch verwendet werden, wobei es als Netzmittel und zur Vermeidung von Sprühnebel verwendet wird.

Die Gefahr durch PFOS wird in der Galvanotechnik unter anderem durch eine optimale Absaugung der Abluft über den Chromelektrolyten sehr klein gehalten. Problematischer sind die nicht vermeidbaren Ausschleppverluste, die nur selten verringert werden können. Allerdings liegen die Konzentrationen im Abwasser im Bereich von Mikrogramm pro Liter. Trotzdem wird der Austrag beispielsweise durch den Einsatz von Aktivkohlereinigung oder Ionenaustauscher nochmals verringert beziehungsweise so gering als möglich gehalten. Eine Rückgewinnung ist nur bedingt möglich, da die entsprechenden Verfahren nicht effizient sind. Die beladenen Ionenaustauscherharze werden durch Verbrennen entsorgt. Der Referent zeigte den Aufbau und die Betriebsarten von Reinigungsanlagen, um PFOS aus den Abwässern zu entfernen.

Das Beispiel der Aktivkohlereinigung zeigt, dass eine Eliminierungsrate von 99 Prozent erreichbar ist, wobei als Produkt H<sub>4</sub>-PFOS eingesetzt wurde. Im Gegensatz zum Ionenaustauscher, der mit Chrom(VI) beaufschlagt wird, ist dies bei der Aktivkohle reduziertes Chrom(III). Die Behandlung läuft mit Chrom(III) besser ab als mit Chrom(VI). Die Beladungskapazität liegt bei etwa 1 g PFOS pro 1 kg A-Kohle. Allerdings ist die notwendige Menge an Aktivkohle deutlich größer im Vergleich zum Ionenaustauscher.

Dr. Markus Dahlhaus gab einen Einblick in die Handhabung von PFOS für die dekorative Verchromung von Kunststoffteilen bei der BIA Kunststoff- und Galvanotechnik



GmbH & Co. KG. Dazu stellte er zu Beginn kurz das Unternehmen vor. Bei BIA sind derzeit mehr als 1150 Mitarbeiter beschäftigt. Da das Unternehmen in Solingen an ein Wohngebiet grenzt, sind die Bemühungen zum Schutz von Mitarbeitern und Umwelt sehr hoch. Eingesetzt wird PFOS zur Benetzung von Lösung auf dem Kunststoff in der Kunststoffbeize, der Gewährleistung eines gleichmäßigen Beizangriffs, für die bessere Spülbarkeit. Des Weiteren ist PFOS selbstverständlich im Chromelektrolyten zur dekorativen Verchromung im Einsatz.

Die durchgeführten Versuche zur Vermeidung von PFOS zeigten sehr schnell, dass ohne Netzmittel nicht gearbeitet werden kann. Ebenso zeigte die Verwendung von anderen, abbaubaren und fluorfreien Netzmitteln keine brauchbaren Ergebnisse. Etwas bessere Resultate wurden mit teilfluorierten Netzmitteln in der Beize erzielt. Dabei war eines der wichtigsten Ziele, keinen zusätzlichen Ausschuss zu produzieren, da dies der Vermeidung von kritischen Substanzen vollkommen entgegensteht. Die Einsatzmengen sind bei den alternativen Stoffen höher. Die Versuche zeigten auf jeden Fall, dass durch eine genauere Dosierungssteuerung eine hohe Einsparung an Netzmittel beim Beizen erzielbar ist.

Vergleichbare Ergebnisse wurden mit teilfluorierten Netzmitteln in Chromelektrolyten erzielt. Hier konnten höhere Standzeiten festgestellt werden. Über einen Zeitraum von fünf Jahren wurden so die Konzentrationen an PFOS im Spül- und Abwasser nahezu um den Faktor 10 000 verringert. Produktionstechnisch sind jedoch alle Ersatzstoffe wesentlich ungünstiger, so dass auf jeden Fall am PFOS festgehalten werden sollte.

## Ressort Umwelt und Chemie

Zum Abschluss des ZVO-Umweltforums gab Herbert Breidenbach einen Überblick über die Aktivitäten des Ressorts Umwelt und Chemie. Hierbei standen die Punkte REACH, PFOS, Abwasserverordnung, Wasserrichtlinie, VAWs und Löschwasserrückhaltung zur Diskussion.

Über REACH war im Laufe des Tages bereits von unterschiedlicher Seite berichtet worden. Herbert Breidenbach ergänzte hier, dass in Zukunft bei weiteren Metallen mit Einschränkungen in der Verarbeitung zu rechnen ist. Ebenso wurde in den vorangegangenen Vorträgen die PFOS-Problematik bereits erschöpfend abgehandelt. Bei den Verordnungen steht die Genehmigungslücke der abwasserfreien Galvanik auf der Tagesordnung, bei der mit den Behörden über den Einfluss beziehungsweise Zugriff derart ausgerichteter Unternehmen gesprochen wird. Die effiziente Energienutzung soll in der AbwV festgeschrieben und definiert werden. Hierzu werden beispielsweise Pumpenantriebe, Anlagen zur Wärmerückgewinnung oder zur Vermeidung von Spannungsverlusten sowie Verfahren zur Reduzierung der Heizenergie betrachtet.

Ein weiteres Thema ist die Luftemission, die unter anderem durch Optimierung oder Einhausung vermindert oder vermieden werden kann. Die Anwendung von galvanischen Verfahren wird in Richtung geringerer Konzentration, geringere Ausschleppung oder Reduzierung von toxischen Stoffen und Ver-

wendung von biologisch abbaubaren Stoffen verändert. Diese Aufgaben werden in Arbeitskreisen behandelt und in Unternehmen erprobt, bevor entsprechende Empfehlungen an die Industrie erarbeitet werden.

Die Wasserrahmenrichtlinie ist ein wichtiges Thema. Hier sollen PFOS-Spitzenwerten angestrebt sowie der UVN-Wert für Nickel auf 4 g/l gesenkt werden. Die Liste der prioritären Stoffe wird überarbeitet.

Die neue VAWS wird bundeseinheitlich eingeführt und die Löschwasserrückhaltung mit ihren Gefährdungen betrachtet. Hier sind seitens der Behörden Ansätze vorhanden, HBV-Anlagen wie Chemikalienlager zu behandeln. Bei den Löschwassermengen und dessen Zurückhaltung muss nach Hinweisen des Referenten auch die überhaupt mögliche Löschwassermenge ermittelt und berücksichtigt werden, wobei bis zu 50 Prozent des Löschwassers während der Brandbekämpfung verdunstet.

Trotz zahlreichen Regelungen und Restriktionen wird die galvanische Oberflächentechnik in Deutschland eine Zukunft haben, aber sich mit mehr Auflagen befassen müssen; so das Fazit von Herbert Breidenbach.

## Information, Diskussion und Anregung

Das Umweltforum darf durchaus als eine Pflichtveranstaltung für Unternehmen der Oberflächentechnik gelten, insbesondere für jene, die mit wässrigen und metallhaltigen Medien arbeiten. Dies zeigte sich in Herdedecke an den angeregten Diskussionen und den durchaus auch kontroversen Ansichten der Teilnehmer in Bezug auf die Umgangsweise mit Vorschriften und Regelungen, aber auch in Bezug auf die Konsequenzen bei einer Nichtbeachtung. Darüber hinaus liefert eine derartige Veranstaltung auch Argumente für die Zukunftsplanung im eigenen Unternehmen. Denn oftmals bestimmen Vorgaben zum Umweltschutz den Umgang mit Materialien in erheblichem Maße. Diese zu befolgen erfordert dann von Fall zu Fall größere Investitionen, was sich wiederum auf die Wirtschaftlichkeit und damit die Zukunftsplanung von Unternehmen auswirkt. Umweltschutz ist damit zu einem wichtigen Parameter des Wirtschaftens geworden und muss als solcher auch Berücksichtigung finden.

➔ [www.zvo.org](http://www.zvo.org)



Das Institut für Oberflächentechnik zählt in Deutschland zu den führenden Prüfinstituten auf dem Gebiet der Oberflächentechnik. Für unsere Auftraggeber im In- und Ausland prüfen wir Beschichtungssysteme und überwachen die Qualität der Produktion und deren Fertigungsprodukte.

Mit Niederlassungen in den Niederlanden und China betreuen wir heute in über 50 Ländern weltweit Kunden in der Architektur, Automobilindustrie, Elektronik, Luft- und Raumfahrttechnik, Beschlagindustrie und dem Maschinenbau.

Die internationale Zusammenarbeit mit Qualitätsorganisationen setzt eine hohe Qualifizierung voraus. Deshalb besitzt unser Labor für eine Reihe von Prüfverfahren die Akkreditierung gem. DIN EN ISO 17025 und als einziges Institut außerhalb der USA eine AAMA-Zertifizierung.

Eine genaue Übersicht über unsere Dienstleistungen und zugelassenen Prüfverfahren finden Sie auf unserer Homepage [www.ifo-gmbh.de](http://www.ifo-gmbh.de).

Mit folgenden Dienstleistungen können wir auch Sie unterstützen:

- **Beschichtungsinspektionen**
- **Qualitätsüberwachung**
- **Labordienstleistungen**
- **Korrosionsprüfungen**
- **Werkstoffprüfungen**
- **Zertifizierungen QM/UM**
- **Sachverständigenwesen**
- **Schadensfälle**

Rufen Sie uns bei Ihren Problemstellungen einfach unter der Telefonnummer **071 71/10 4070** an, oder schreiben Sie eine Email an [info@ifo-gmbh.de](mailto:info@ifo-gmbh.de). Gerne helfen Ihnen unsere Ansprechpartner:

Dipl.-Ing. Hans Pfeifer  
 Dipl.-Ing. Michael Müller  
 Dipl.-Chem. Marc Holz  
 Dr.-Chem. Michael Marzini

## 16. IWO-Tagung an der Hochschule Aalen

Am 9. November fand die 16. Tagung des Instituts für Werkstoffe und Oberflächen, Aalen, e.V., kurz IWO, statt. Das IWO ist der Förderverein des Studienganges Oberflächentechnologie / Neue Materialien (ehemals Oberflächentechnik und Werkstoffkunde)

Den Schwerpunkt der diesjährigen IWO-Tagung bildete die Galvanotechnik. Nach der Begrüßung durch Prof. Peter Kunz und den Dekan der Fakultät Maschinenbau / Werkstofftechnik, Prof. Günther, erläuterte der Studiendekan Prof. Borgmeier kurz die Neustrukturierung im Studiengang V. Danach übernahm Prof. Sörgel die Moderation des Vormittagsblocks.

Jürgen Meyer von der CCT GmbH berichtete im ersten Fachvortrag über galvanisch und chemisch abgeschiedene Dispersions-schichten. Dispersions-schichten stellen einen Werkstoffverbund dar, mit dem die Eigenschaften von Oberflächen in einem breiten Bereich den jeweiligen Anforderungen angepasst werden können. Damit können beispielsweise auf der selben Basis einer Oberfläche einmal gute Gleiteigenschaften verliehen werden und mit einem anderen Zusatzstoff eine hohe Reibung. Solche unterschiedlichen Eigenschaften besitzen unter anderem Nickelschichten mit PTFE-Einlagerungen oder Siliziumcarbid beziehungsweise Diamant.

Dr. Renate Freudenberger vom Forschungsinstitut Edelmetall und Metallchemie FEM erläuterte danach die Bedeutung der Galvanotechnik bei Brennstoffzellen. Für die Herstellung von Brennstoffzellen konnte auf verschiedene, bereits etablierte Technologien als Basis zurückgegriffen werden. Durch entsprechende Anpassung konnten neuartige Bauteile und Oberflächen hergestellt werden. So eignen sich die Kenntnisse aus der Mikrosystemtechnik zur Erzeugung von dreidimensionalen Mikrobauteilen für die Herstellung von Bipolarplatten, einem entscheidenden Element einer Brennstoffzelle. Besondere Vorteile zeigen galvanotechnische Methoden bei der Herstellung von Musterbauteilen bei den anfallenden Kosten. Dadurch wird es möglich, unterschiedliche Strukturen zu testen und durch Abformtechniken anschließend eine Urform mit geringem finanziellen Aufwand für die Massenproduktion zu fertigen. Die galvanische Abscheidung mittels pulsierenden Strömen ist in der Leiterplattentechnik seit langem zum Füllen von Microvias unerlässlich.

Durch Variation und Anpassung des Verfahrens und Kombination mit einer klassischen Edelmetallabscheidung lassen sich Bipolarplatten für Mikrobrennstoffzellen herstellen. Ferner bieten modifizierte Dispersionsabscheidungen oder Abscheidungen mit speziellen Elektrolyten und Verfahrensparametern die Möglichkeit, mit geringem Aufwand Nanopartikel an Oberflächen zu erzeugen, die katalytisches Verhalten besitzen. Durch solche Katalysatoren wird die Effizienz von Brennstoffzellen deutlich gesteigert. Prinzipiell ist die Brennstoffzellentechnologie ein Bereich, der stark auf die Vorteile von galvanischen Schichten und deren Möglichkeit zur Herstellung von Werkstoffverbunden bei sehr geringem Werkstoffeinsatz – hier geht der Blick vor allem auf die unverzichtbaren, aber teuren Edelmetalle – angewiesen ist.

Josef Linska, MTU, machte deutlich, wie wichtig die Galvanotechnik im Flugtriebwerksbau ist. Vor allem die hohen Leistungsdichten von Strahltriebwerken für Flugzeuge machen den Einsatz sorgfältig ausgewählter Werkstoffverbunde unerlässlich. Hierzu werden sämtliche Beschichtungsverfahren, von thermischen Spritzschichten über CVD- und PVD-Schichten, bis hin zu den galvanischen- und chemischen Verfahren eingesetzt. Alle diese Verfahren werden im Unternehmen des Referenten angewandt, wie er mit Beispielen von zahlreichen Triebwerksbauteilen erläuterte. Hierbei nannte er besonders die hauseigenen Entwicklungen galvanischer Dispersions-schichten: Kobalt mit PTFE, Kobalt mit Chromoxid, Kobalt-Nickel mit Einlagerungen von CrAlY oder Nickel mit kubischem Bornitrid.

Näher erläuterte er die in Serie eingesetzten Dispersions-schichten aus Kobalt mit Chromoxidpartikeln und Nickel mit kubi-



schem Bornitrid hinsichtlich ihrer Eigenschaften und Einsatzzwecke. Eine Kombinationsschicht aus Platin und Aluminium, hergestellt aus den zwei unterschiedlichen Beschichtungstechniken der galvanischen und CVD-Abscheidung, ist eine Hochtemperaturoxidationsschutzschicht für Turbinenschaufeln. Für die Flugzeuge der Zukunft finden aber auch klassische Verfahren mit Anpassungen Anwendung. So eignet sich eine galvanische Kupferschicht als Wärmeleitschicht beim Aufbau der Kühlstruktur eines Hyperschallantriebes.

Auch bei Hochleistungseinspritzsystemen sind Präzisionsschichten aus Chrom erforderlich, wie Dr. Helmut Schmidt, Robert Bosch GmbH, sehr anschaulich erklärte. Die Funktion von Einspritzventilen ist, komprimierten Kraftstoff in kleinsten Mengen und in extrem kurzer Zeit direkt oder indirekt in den Verbrennungsraum zu dosieren. Die Leistungsfähigkeit der Motoren und damit verbunden die Anforderungen an die Einspritzsysteme sind in den letzten Jahren extrem gestiegen. Entwicklungen wie die Benzindirekteinspritzung mit Drücken von 200 bar oder das Common-Rail-System im Dieselmotor mit über 2000 bar Einspritzdruck stellen gewaltige Herausforderungen an Material und Oberfläche.

Die hohen Anforderungen an die Chromschicht sind nötig, um eine exakte Zudosierung, um ein ideales Spraybild und damit eine vollständige Verbrennung zu erzielen, wozu unter anderem eine hohe Dynamik

des Einspritzsystems erforderlich ist. Entscheidend für die Dynamik eines Magnetventils ist eine hohe und definierte Magnetkraft. Die Chromschicht erfüllt verschiedene Funktionen im Ventil: Sie ist magnetische Trennschicht, Dichtfläche, Schutz gegen hydraulisches Kleben und Schutz gegen Beschädigung aufgrund hoher Schlagkräfte. Die Chromschicht garantiert ein gleichbleibendes Einspritzverhalten über die Lebensdauer des Kraftfahrzeugs – was ungefähr einer Milliarde Schaltzyklen entspricht.

Dabei wurde die Technologie des Verchromens deutlich weiterentwickelt. Mit einem speziellen Strömungsreaktor, der gewissermaßen ein Negativ des zu beschichtenden Bauteils darstellt, wird das Bauteil positioniert. Angepasste Elektroden- und Blenden-technik bei eigener Stromregelung sorgen für ein optimales Beschichtungsergebnis. Umgesetzt ist diese Technik bei Ventilen mit höchsten Anforderungen an die Präzision sowie bei kleineren Stückzahlen bis zu 10 000 Teilen pro Arbeitstag und Fertigungslinie. Ein weiterer Vorteil der Technik liegt im geringen Upscaling-Risiko. Während in der Batch-Beschichtung beim Übergang von einzelnen Mustern in eine Serienfertigung ein hohes Risiko besteht, gibt es in der Reaktortechnik keine Änderung der Beschichtungszelle vom Prototyp bis zur Serienfertigung. Strömung und Stromführung sind identisch zur ersten Auslegung. Nur die Peripherie und die Anzahl der Reaktoren werden den Erfordernissen angepasst.

In einem für die Teile gefertigten Warenträger (Kassette) können die Teile mit hoher Präzision positioniert werden. Damit können eine hohe Packungsdichte und damit ein hoher Durchsatz erzielt werden. Mit dieser Technik werden bei Bosch 70 000 Ventile am Tag pro Fertigungslinie beschichtet. Die galvanische Beschichtungsanlage ist dabei so ausgeführt, dass sie in die mechanische Fertigung integriert werden konnte. Triebfeder ist die Verkürzung von Durchlaufzeiten und die Vermeidung von Logistikaufwand.

Den Abschluss des Galvanotechnikblocks machte Dr. Johannes Hermann von der Colini AG, der über die Optimierung von galvanischen Schichtsystemen bei Steckkontakten berichtete. Bei diesen sind einerseits geringste Kontaktwiderstände und andererseits hohe Beständigkeiten gegen Abrieb und Verschleiß gefragt. Erfüllt werden kann dies durch galvanisch abgeschiedene, speziell modifizierte Edelmetallschichten. Um zugleich die Materialkosten gering zu halten, werden die Beschichtungen nach Mög-

lichkeit nur auf den eigentlichen Funktionsbereichen aufgebracht.

Am Nachmittag gab es noch einige Vorträge aus den anderen Bereichen des Studienganges. Der Rektor der Hochschule Aalen, Prof. Schneider, berichtete von der Arbeit aus seiner Forschungsgruppe, welche sich auf die Suche nach neuen Materialien für die Energietechnik begibt. Ebenfalls aus der Forschungsgruppe von Prof. Schneider ist David Schuller, der im Moment seinen Master macht. Sein Arbeitsgebiet ist die Synthese von Metall-Matrix-Verbundwerkstoffen für die Leistungselektronik. Nach einer kurzen Kaffeepause erklärte dann Dr. Volker Giese von BMW, wie komplex der Korrosionsschutz bei modernen Autos heutzutage ist. Zum Abschluss der Tagung durfte Prof. Kunz einen ehemaligen Absolventen des Studienganges begrüßen. Dr. Dirk Engelberg von der University of Manchester berichtete über die Korrosionsprobleme und die Untersuchung dieser an Behältern für

die Atommüllendlagerung im Vereinigten Königreich.

Im Anschluss an die Tagung, wie auch in den Pausen, hatten die Referenten und die Studenten Gelegenheit, sich kennenzulernen. Vielleicht wurde auch schon über das ein oder andere Praktikum verhandelt oder über Abschlussarbeiten gesprochen. Denn eines stand nach den Vorträgen fest: Es gibt immer Bedarf an gut ausgebildeten Studenten und Absolventen. Dies wurde auch mehrfach von den Referenten betont. Ebenso bieten sich viele Möglichkeiten für eine Weiterqualifikation, zum Beispiel an der University of Manchester oder auch an der Hochschule Aalen.

Die nächste Tagung des Instituts für Werkstoffe und Oberflächen, Aalen e.V., findet im Juni 2013 statt. Zum 50-jährigen Jubiläum der Hochschule Aalen wird das IWO wieder eine zweitägige Veranstaltung planen.

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

## NovoPlan

Der Beschichtungsexperte

### PlanoTek® Funktionsschichten Hochwertige Oberflächen für Werkzeuge



für  
...Kunststoffverarbeitung  
...Werkzeug- und Formenbau  
...Sondermaschinenbau  
...Messtechnik  
...optische Industrie

**Dauerhaft ...**  
Verschleissfrei  
Rostfrei  
Belagsfrei  
Schmiermittelfrei  
Klebefrei

**NovoPlan GmbH**  
Robert-Bosch-Str. 41  
D-73431 Aalen

Fon [07361]-9284-20  
Fax 9284-25  
[vertrieb@novoplan.com](mailto:vertrieb@novoplan.com)



## Neues Lithografieverfahren revolutioniert Industrie

Mitarbeiter des zum Nationalen Forschungsrat CNR gehörenden Istituto per lo Studio dei Materiali Nanostrutturati [1] haben ein revolutionäres Lithographieverfahren entwickelt, mit dem Flüssigkeiten jeder Art bis hin in den Nanometerbereich auf Oberflächen aufgetragen und gedruckt werden können. Der Clou: Die so genannte Lithographic Controlled Wetting-Methode bedarf keiner besonderen Ausrüstung oder Infrastruktur.

Die Neuheit besteht darin, dass zwischen den Molekülen des Flüssigmaterials und der Trägerfläche keine spezifische Interaktion stattfinden braucht, so Projektleiter Massimiliano Cavallini. Die Lösung verteilt sich automatisch um die herausragenden Oberflächenfragmente. Der Effekt ist ähnlich dem einer feuchten Kaffeetasche auf dem Kaffeeteller. Auf dem Substrat werde ein dünner Lösungsfilm aufgetragen, der sich mithilfe der Kapillarkräfte der Form des Druckstempels anpasst und nach dem Trocknen infolge der erhöhten Farb-

konzentration seine Konturen wiedergibt. Laut Massimiliano Cavallini entsteht eine Oberfläche, die besondere physikalische Eigenschaften wie beispielsweise elektrische Leitfähigkeit oder Superparamagnetismus aufweist. Als Anwendungsbereiche kommt die industrielle Fertigung von zweipoligen Transistoren, von kleinen Speicherelementen und von Biomolekülen für die Sensortechnik infrage. Auch die Herstellung von Etiketten für Tiefkühlprodukte und der Einsatz in der Nanoelektronik ist denkbar.

Die Technologie ist kostengünstiger als die in der Lithographie übliche Top-Down-Technik. In Zeiten der Krise sei es besonders wichtig, dass sich Neuentwicklungen für mehrere sektorielle Einsatzgebiete eignen. Eine Lizenz des inzwischen patentierten Verfahrens ist an das auf Antifälschungstechnik und Heilmittelkonservierung spezialisierte italienische Spinoff-Unternehmen Scribia Nanotecnologie abgetreten worden.

Jung presstext.redaktion

➔ [1] [www.ismn.cnr.it](http://www.ismn.cnr.it)

**LKS**  
**KRONENBERGER**  
METALLVEREDLUNGSWERK

+49 (0) 6182 / 801-0  
info@lks-kronenberger.de  
www.lks-kronenberger.de

- HARTVERCHROMUNG
- PRÄZISIONSRUNDSCHLEIFEN
- SUPERFINISH-SPIEGELHOCHGLANZ
- GLANZVERCHROMUNG
- GALVANISCHE VERZINKUNG

LKS Kronenberger GmbH • Friedrich - Ebert - Str. 1 • 63500 Seligenstadt

SONDERTHEMA

# Risikooo!

Überlegungen von Dr. Malte-Mathias Zimmer

Risikooo – dieses Motto einer der ersten Quizshows aus den 1970er bis 1990er Jahren des deutschen Fernsehens ist sicher nicht überall angebracht. Angebracht ist indessen, sich über den Begriff *Risiko* ernsthaft Gedanken zu machen, um ihn auch im Rahmen von REACH sinnvoll einzusetzen beziehungsweise abzuschätzen.

Formal ist Risiko die Eintrittswahrscheinlichkeit eines Ereignisses multipliziert mit seinen Folgen – die Folgen sind als negativ, schädlich, unangenehm oder ähnliches zu betrachten. Sind die Folgen positiv, so spricht man dagegen von Chance.

Diese Betrachtung mag formal klingen, sie hat aber wesentliche Bedeutung. Während im Englischen eine klare Unterscheidung zwischen *hazard* und *risk* besteht, müssen wir uns im Deutschen etwas mehr bemühen. Die Gefahr, die von einem Gegenstand oder Sachverhalt ausgeht, betrachten wir im deutschen Sprachgebrauch bereits als Risiko. Besser wäre die exaktere Beschreibung des *potentiellen* Risikos. Denn die Tatsache, dass eine Gefahr besteht, heißt nicht, dass sie auch eintritt. Viele Dinge sind gefährlich: Chemikalien, Autos, Flugzeuge, Medikamente, Bergwanderungen, Tauchgänge, Schnee und Eis, selbst Nahrungsmittel, man denke an alkoholische Getränke. Vieles davon benutzen wir ganz selbstverständlich oder nehmen es als gegeben hin. Wir gehen einfach davon aus, dass die Wahrscheinlichkeit, die von den Dingen ausgehende Gefahr am eigenen Leibe zu spüren, so gering ist, dass wir sie nicht fürchten. *Es wird schon nichts passieren!*

Vielleicht hängt diese Eigenschaft davon ab, wie gut wir die Dinge kennen oder wie sehr wir an sie gewöhnt sind. Bei Chemikalien ist das in der Regel nicht so. Ungeachtet der Tatsache, dass wir in einer chemischen Welt leben – dass es eine andere gar nicht gibt – ist eine Chemikalie sofort etwas Furcht-einflößendes, etwas, das wir misstrauisch zu beäugen haben. Etwas Unbekanntes, Be-

drohliches. Und diese diffuse Besorgnis, bis hin zur Angst, lässt das potentielle Risiko so dominant werden. Wir können es nicht einschätzen.

Ein Flugzeugabsturz mit 250 Todesopfern? Naja, passiert halt selten, ich fliege morgen trotzdem wieder.

Substituierte aromatische Substanzen? Hier wird fast jedermann vorsichtig. Dennoch greift man meist bedenkenlos zur Kopfschmerztablette, in der sich Acetylsalicylsäure befindet – ein Mitglied dieser Stoffgruppe. Und diese Verwendung soll einer einschlägigen Untersuchung zufolge in den USA immerhin geschätzte 16 500 Todesfälle jährlich verursachen.

Allgemein ist das potentielle Risiko von chemischen Substanzen recht gut untersucht oder zumindest untersuchbar. Anders steht es mit dem realen Risiko, da die Eintrittswahrscheinlichkeit eines negativen Effekts nicht einfach zu bestimmen ist. Die Gründe sind einerseits, dass oft sehr wenige Fälle beobachtbar sind und andererseits meist viele verschiedenartige Einflüsse simultan einwirken (Beispiel: Einflüsse von Raucherverhalten und Chemikalienwirkung).

Liegen eindeutige toxikologische Ergebnisse vor, die aussagen, ab welcher Einwirkung beziehungsweise Exposition keine negativen Auswirkungen mehr eintreten können, wird es verhältnismäßig leicht, Maßnahmen zur Verbesserung der Arbeitssicherheit und des Umweltschutzes zu definieren. Dieses *no-effect-level* (DNEL) kann als Grenzwert vorgeschrieben werden.

Doch was, wenn solche Werte nicht abgeleitet werden können? Wenn die negativen Auswirkungen bei jeder Exposition auftreten können – nur eben mit geringerer Wahrscheinlichkeit? Naiv könnte man sagen: *Dann muss man eben darauf verzichten, den Stoff weiter zu verwenden; dann geht von ihr keine Gefahr mehr aus!* Diese Schlussfolgerung ist logisch richtig. Doch sie berücksichtigt nicht die Folgen. Ein einfaches



Beispiel zeigt, wie wenig zweckmäßig eine solche Grundeinstellung sein kann: Ein einzelnes Auto kann tödlich sein, unabhängig vom allgemein herrschenden Verkehr. Niemand kommt deswegen auf den Gedanken, Autos grundsätzlich abzuschaffen.

Das Auto Beispiel verdeutlicht aber noch mehr. Niemand käme auf den in REACH verwirklichten Gedanken, jeden Autofahrer nachweisen zu lassen, dass die von ihm verursachte Erhöhung des allgemeinen Risikos für Mensch und Umwelt sozioökonomisch überwogen wird. Es gäbe wohl kaum mehr Privatfahrten! Stattdessen gibt es allgemeingültige Regelungen, deren Einhaltung überprüft wird (durch Verkehrspolizei, Ordnungsämter, Radarfallen). Außerdem muss jeder Anwender (eines Fahrzeugs) nachweisen, dass er befähigt ist, sie einzuhalten – dazu gibt es einen Führerschein.

Der sozioökonomische Ansatz zur Zulassung oder zur Verweigerung einer Zulassung verursacht noch einen weiteren fragwürdigen Aspekt. Es wäre der Bevölkerung wohl kaum zu vermitteln, dass das ihnen zugemutete, akzeptierte Risiko davon abhängt, wo man wohnt oder sich bewegt. In sozioökonomisch wenig leistungsfähigen Gegenden würde der Mensch vor dem Auto geschützt, in wirtschaftlich starken Ballungsräumen würden höhere Risiken für den Einzelnen akzeptiert. Genau dies soll nach REACH im Produktionsbereich aber geschehen. Von den wirtschaftlichen Rahmenbedingungen hängt ab, ob der Arbeitnehmer und die Umwelt schutzwürdig sind oder nicht, ob eine Zulassung zur Verwendung erteilt wird oder nicht. Dieses Menschenbild sollte Europa doch längst überwunden haben.

Die Unversehrtheit der eigenen Person ist ein Recht, dass für alle Bürger gleicherma-

ßen gilt. Daher müssen akzeptierte Risiken allgemeingültig sein. Sie können die Menschen nicht unterschiedlich behandeln oder gar bewerten gemäß der von ihnen erwirkten wirtschaftliche Leistung. Daher bedarf es allgemeingültiger Regeln und Grenzen, die die Gesellschaft sich gibt. Und wer hat sie zu formulieren? Die Repräsentanten der Gesellschaft! Exekutive und Legislative so-

wie ihre ausführenden Organe haben die Entscheidung zu treffen, welches maximale Risiko für jeden Menschen akzeptabel sein soll und unter welchen Bedingungen. Es ist ihre Aufgabe. Sie müssen die Verantwortung übernehmen, sowohl für die Menschen und die Umwelt, als auch für die wirtschaftlichen Auswirkungen. Dabei sollten sie sich von einem Gedanken leiten las-

sen, der Bertrand Russel (1872–1970) zugeschrieben wird: *Das größte Risiko auf Erden laufen die Menschen, die nie das kleinste Risiko eingehen wollen!*

Kontakt: Eupoc GmbH,  
Schloßblick 14, D-87748 Fellheim

➔ [www.eupoc.de](http://www.eupoc.de)

## Verein Deutscher Ingenieure e.V. VDI

### Ungeheuer neuer VDI-Präsident

Prof. Dr.-Ing. Udo Ungeheuer ist neuer Präsident des VDI, Verein Deutscher Ingenieure e. V. Ungeheuer wurde am 21. November 2012 von der Vorstandsversammlung des VDI einstimmig zum Präsidenten gewählt. Der 62-jährige Vorstandsvorsitzende der Mainzer Schott AG tritt sein Amt zum 1. Januar 2013 an. Erster Gratulant war VDI-Direktor Dr.-Ing. Willi Fuchs.



Prof. Dr. Udo Ungeheuer (re.) wurde zum neuen VDI-Präsidenten gewählt. VDI-Direktor Dr. Fuchs (li.) gehörte zu den ersten Gratulanten Bild: VDI

Ungeheuer schloss sein Maschinenbaustudium an der RWTH Aachen 1979 als Diplomingenieur ab. Bereits seit 1977 ist Ungeheuer Mitglied des VDI. 1985 promovierte er zum Dr.-Ing., 2006 wurde er zum Honorarprofessor der Fachhochschule Mainz bestellt. Zunächst als Geschäftsführender Oberingenieur an der RWTH Aachen tätig, wechselte Ungeheuer 1986 zum Autohersteller BMW, bevor er 1994 als Mitglied in die Konzernleitung der Schott AG eintrat. Ein Jahr später wurde er in den Vorstand des Unternehmens berufen. Seit 2004 ist Unge-

heuer Vorstandsvorsitzender des internationalen Spezialglasherstellers.

Neben seinen Mandaten als Aufsichtsratsvorsitzender beziehungsweise Aufsichtsratsmitglied mehrerer Schott-Tochtergesellschaften ist er Präsident des Bundesverbandes Glasindustrie e. V. (BV Glas), Vorsitzender Beirat Mitte der Deutschen Bank, Mitglied des Beirates der Rheinland-Pfalz Bank, Mitglied des Beirates der Coface Deutschland und Mitglied im Landeskuratorium Rheinland-Pfalz/Saarland des Stifterverbandes für die Deutsche Wissenschaft.

Prof. Dr.-Ing. Bruno O. Braun wird zum 31. Dezember 2012 nach sechs Jahren als VDI-Präsident satzungsgemäß ausscheiden. Die Vorstandsversammlung bedankte sich bei Prof. Braun für seine langjährige und erfolgreiche Arbeit.

➔ [www.vdi.de](http://www.vdi.de)

### Neue Richtlinie VDI 3405 Blatt 1 – Rapid Manufacturing mit Kunststoffbauteilen in der Praxis

Viele Unternehmen zögern noch immer, additive Verfahren in der Produktion einzusetzen, da die Möglichkeiten dieses Fertigungsverfahrens nicht bekannt sind. Die neue Richtlinie VDI 3405 Blatt 1 der VDI-Gesellschaft Produktion und Logistik gibt den Unternehmen nun eine wichtige Orientierungshilfe.

Vor rund einem Jahrzehnt wurde die Technologie der additiven (generativen) Fertigung unter dem Namen *Rapid Prototyping* bekannt. Mittlerweile erreichen die additiv gefertigten Bauteile mechanische Festigkeiten und eine Oberflächengüte, die den direkten Einsatz als verkaufsfähiges Produkt ermöglichen. Der Übergang vom Rapid Prototyping zum Rapid Manufacturing eröffnet den Anwendern dieser Technologie neue Freiheitsgrade. So kann beispielsweise die Marktakzeptanz neuer Produkte

in Kleinserien erprobt werden, ohne dass spezielle Werkzeuge für die Herstellung der Bauteile gefertigt werden müssen. Das Fertigungsverfahren ermöglicht zudem die Realisierung von Bauteilgeometrien, die mit anderen Verfahren nicht oder nur mit erheblichem Aufwand realisiert werden können.

In der Richtlinie VDI 3405 Blatt 1 sind die wesentlichen Gesichtspunkte zusammengestellt, die bei der additiven Fertigung von Kunststoffbauteilen von Bedeutung sind. Dazu gehört die Prüfung des Ausgangswerkstoffes, die Inline-Prozessüberwachung und die Prüfung der generierten Bauteileigenschaften anhand von Probekörpern. Sie beinhaltet ebenfalls Hinweise zu Qualitätsstandards und Folgeprozessen. Dabei erfasst sie auch sicherheitstechnische und umweltrelevante Aspekte.

Die Richtlinie wendet sich an Werkstoffhersteller, an Betreiber von Anlagen für die additive Fertigung und an Hersteller von Produkten, die additiv gefertigte Komponenten aus Polymeren einsetzen möchten. Für die Anwender der Technologie sind speziell die veröffentlichten mechanischen Kenndaten der additiv gefertigten Bauteile interessant. Sie beschreiben den aktuellen Stand der Technik und ermöglichen es den Konstrukteuren, die mechanischen Eigenschaften der additiv gefertigten Bauteile aus Kunststoff bereits bei der Produktplanung zu berücksichtigen.

Herausgeber der Richtlinie VDI 3405 Blatt 1 *Additive Fertigungsverfahren, Rapid Manufacturing; Laser-Sintern von Kunststoffbauteilen; Güteüberwachung* ist die VDI-Gesellschaft Produktion und Logistik. Die Richtlinie ist ab sofort als Entwurf in deutscher Sprache beim Beuth Verlag in Berlin zu einem Preis von 70,10 Euro erhältlich. Die Einspruchsfrist endet am 28. Februar 2013. Onlinebestellungen sind unter [www.vdi.de/](http://www.vdi.de/) richtlinien und [www.beuth.de](http://www.beuth.de) möglich.

➔ [www.vdi.de](http://www.vdi.de)

## Gütegemeinschaft Reinigung von Fassaden e.V. GRM

### GRM-Forum in Nürnberg – GRM feiert 25-jähriges Bestehen

Die RAL Gütegemeinschaft Reinigung von Fassaden e.V. (GRM) ist ein freiwilliger Zusammenschluss von führenden Dienstleistungsunternehmen, die ihren Kunden eine fachgerechte und qualitativ hochwertige Fassadenreinigung bieten. Die GRM feiert 2013 ihr 25-jähriges Bestehen am 27. und 28. Februar in ihrer Gründungsstadt Nürnberg.

Die Veranstaltung wird am 27. Februar mit einer geselligen und unterhaltsamen Abendveranstaltung eröffnet, wobei das Rahmenprogramm einige Überraschungen bieten wird. Das am 28. Februar stattfindende GRM-Forum beinhaltet eine Vortragsveranstaltung und Podiumsdiskussion zum Thema Netzwerkgedanke.

Das Forum wird einerseits einen Rückblick auf die erfolgreichen letzten 25 Jahre der gütegesicherten Metallfassadenreinigung werfen und zum anderen einen Ausblick in die Zukunft der GRM wagen. Im Rahmen der Podiumsdiskussion erörtert die Gesprächsrunde, bestehend aus Lack- und

Reinigungsmittelherstellern, Sachverständigen, Fassadenherstellern, Vertretern der Beschichtungsindustrie und der GRM, die Gütesicherung im Lichte des Netzwerkgedankens. Laut Gerhard Wilke, Vorstandsvorsitzender der GRM, freut sich die Gütegemeinschaft auf viele interessante Gespräche und Diskussionen im Jubiläumsjahr zu den Themen Gütesicherung und Netzwerke.

Weitere Informationen zum GRM-Forum und zur GRM sind auf der Homepage der Gütegemeinschaft zu finden.

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

## DGO-Bezirks- gruppe Thüringen

### Rückblick 2012 und Vorschau 2013 der DGO-Bezirksgruppe Thüringen

Im Dezember 2012 fand im Hotel Tanne in Ilmenau die Jahresabschlussveranstaltung der DGO-Bezirksgruppe Thüringen unter Leitung des amtierenden Bezirksgruppenleiters Jens Heinze statt. Im ersten Teil der Veranstaltung wurden die Aktivitäten des zurückliegenden Jahres ausgewertet. Besonders hervorgehoben wurden dabei die gute Beteiligung und aktive Diskussion der Fachkollegen aus Industrie, Wissenschaft und Studentenschaft bei den angebotenen Vorträgen.

Im Anschluss folgte der Ausblick auf die Aktivitäten im Jahr 2013, bei denen wieder interessante Themen bei den Treffen der DGO-Bezirksgruppe Thüringen vorgesehen sind. Beim ersten Treffen am 22. Januar wird Dr. Geitner über das Umweltforum in Witten-Herdecke berichten und Herr Pofalla informiert über die Möglichkeiten der dekorativen 3-wertigen Verchromung. Weitere Themen für 2013 sind die Ausbildungs- und Forschungsschwerpunkte auf dem Gebiet der Elektrochemie und Galvanotechnik an der Technischen Universität Ilmenau sowie REACH und die möglichen Folgen.

Auch auf das am 28. Februar stattfindende Leipziger Fachseminar, eine Gemeinschaftsveranstaltung der Bezirksgruppen Sachsen und Thüringen, wurde hingewiesen. In der anschließenden Diskussion kamen weitere Themenvorschläge zur Sprache, die es zeitlich in den Veranstaltungsrahmen einzuordnen gilt.

Nach Abschluss der Vorschau wurde die Jahresabschlussveranstaltung in gemütlicher Runde fortgesetzt mit Gesprächen in weihnachtlicher Umgebung.

Jens Heinze bedankte sich am Ende der Veranstaltung bei den anwesenden Fachkollegen und bei seinen zwei Stellvertretern für die aktive Mitarbeit bei der inhaltlichen Gestaltung der DGO-Bezirksgruppenveranstaltungen. Dr. Kutzschbach/dir

Sir Face empfiehlt:

Oberflächentechnik – natürlich von AHC

WAS PASSIERT EIGENTLICH...

...BEIM DURNI-COAT-VERFAHREN?

ES ENTSTEHT EINE GLEICHMÄSSIGE, KONTURENGETREUE BESCHICHTUNG!

DURNI-COAT® - Die Chemisch Nickel-Beschichtung

[www.ahc-surface.com](http://www.ahc-surface.com)

## Piëch wird Honorarprofessor an der WHZ

Ferdinand K. Piëch, seit 1999 Ehrenbürger der Stadt Zwickau, ist der WHZ – Westsächsischen Hochschule Zwickau – seit Jahren im Rahmen wissenschaftlich-technischer Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Forschung und der Nachwuchskräfteentwicklung verbunden. In Zukunft wird er auch für Lehrveranstaltungen zur Verfügung stehen.



Prof. Dr. Ferdinand K. Piëch und WHZ-Rektor Prof. Dr. Gunter Krautheim (re.) Bild: VW/Ralph Köhler

Sachsens Ministerpräsident Stanislaw Tillich würdigt die Bedeutung dieser Honorarprofessur für den Freistaat: In Zwickau schlägt das Herz für das Automobil, hier lebt eine ganze Region vom Automobilbau und für ihn. Das Ziel der Volkswagen AG, bis 2018 zum profitabelsten Autobauer der Welt zu werden, ist nur mit Volkswagen Sachsen und in enger Symbiose mit dem Freistaat zu erreichen. Stanislaw Tillich sieht es als eine bemerkenswerte Bestätigung der sächsischen Exzellenz in Forschung und Lehre, dass Mitglieder der Konzernführung von VW

Ferdinand K. Piëch studierte Maschinenbau an der ETH Zürich und begann seine Karriere 1963 bei Porsche in Stuttgart, wo er 1971 Technischer Geschäftsführer wurde. Seine Karriere führte ihn über Audi in Ingolstadt, wo er fünf Jahre lang Konzernchef war, schließlich zu VW. Von 1993 an war er Vorstandsvorsitzender der Volkswagen AG. Diese Position hatte er bis 2002 inne, seitdem ist er Vorsitzender des Aufsichtsrats der Volkswagen AG.

an der Hochschule den Fach- und Führungskräftenachwuchs ausbilden.

Die Westsächsische Hochschule Zwickau sieht den engen Praxisbezug ihrer Lehre von jeher als ihr Markenzeichen und zugleich als Verpflichtung einer jeden Fachhochschule. Die Hochschule erhofft sich auch und gerade in diesem Fall ganz praktischen Nutzen für ihre Studenten. Sie sollen unmittelbar von den Erfahrungen des langjährigen Managers, leidenschaftlichen Technikers und Autobauers profitieren können.

➔ [www.fh-zwickau.de](http://www.fh-zwickau.de)

## BASF und MPI-Polymerforschung weihen Forschungslabor für Graphen ein

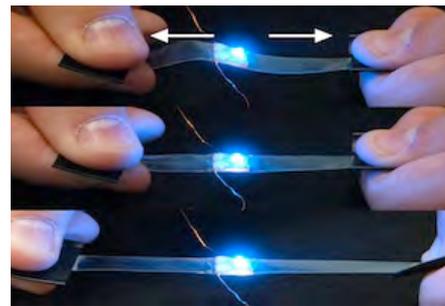
Die BASF und das Max-Planck-Institut für Polymerforschung (MPI-P) haben eine gemeinsame Forschungs- und Entwicklungsplattform, das Carbon Materials Innovation Center (CMIC), auf dem BASF-Firmengelände in Ludwigshafen eröffnet. Eine multidisziplinäre Arbeitsgruppe wird die wissenschaftlichen Grundlagen und Anwendungsmöglichkeiten innovativer Materialien auf Kohlenstoffbasis erforschen. Das internationale zwölfköpfige Team setzt sich aus Chemikern, Physikern und Materialwissenschaftlern zusammen. In dem 200 Quadratmeter großen Labor werden unter anderem neue Materialien synthetisiert und charakterisiert und deren Anwendungsmöglichkeiten im Energie- und Elektronikbereich überprüft. Die Investitionssumme für die gemeinsame Forschungs- und Entwicklungsplattform beträgt 10 Mio. Euro. Die Kooperation ist zunächst für drei Jahre geplant.



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

## Neuer Verbundstoff zum Schutz elektronischer Bauteile

Wenn es um den Schutz fester elektronischer Bauteile auf beweglichen Oberflä-



Material mit besonderen Eigenschaften  
Bild: Studart research group

chen geht, steht die Materialforschung vor einer enormen Herausforderung. Ein Team Schweizer Wissenschaftler hat nun erstmals einen neuartigen Verbundstoff auf Polyurethanbasis vorgestellt, der gewissermaßen einen fließenden Übergang von weichen zu harten Materialien ermöglicht. Das Material ist auf der einen Seite weicher als Haut und auf der anderen Seite härter als Knochen, erklärt Projektleiter André Studart, Professor für Komplexe Materialien am Departement Materialwissenschaft der ETH Zürich.



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

## Schiffsrümpfe durch Lacksysteme bewuchsfrei

Forscher des Fraunhofer Instituts für Werkstoffmechanik IWM haben mit Industriepartnern spezielle Anstriche entwickelt, um Schiffsrümpfe frei von unerwünschten Anhängseln zu halten. Wechselnd gepol-



Unterseite des Bootes mit den Testflächen; Sebastian Kunsch – GF Schiffswerft Barth; Manfred Fütting – Fraunhofer IWMH; Stefan Sandrock – GF bioplan GmbH (von links) Bild: Fraunhofer IWM

ter Stromfluss sorgt dabei für wasserelektrolytische Prozesse. Dadurch wird ein pH-Stress erzeugt. Das Wasser schwankt nach diesem von der Firma bioplan patentiertem Prinzipin einer sehr dünnen Schicht am Rumpf zwischen stark sauer und stark basisch, was Algen, Muscheln und Seepocken abschreckt.



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

## Per Knopfdruck zur Energiewende

Mit Hilfe moderner Automatisierungssysteme lassen sich selbst komplexe Produktionsanlagen einfach und sicher bedienen. Das Resultat: Produkte in höchster Qualität, minimaler Ausschuss und niedrige Kosten. Auch Innovationen wie leistungsstarke Lithium-Ionen-Batterien als Energiespeicher müssen diesen Produktionsstandard schnell erreichen, um am Markt zu bestehen. Das Karlsruher Institut für Technologie (KIT) und die Siemens AG wollen nun gemeinsam ein übergreifendes Konzept für eine durchgängige Fertigungssteuerung und -überwachung des gesamten Maschinenparks einer Batteriefabrik entwickeln.



Unterzeichnung der Kooperationsvereinbarung: Prof. Eberhard Umbach, KIT, und Klaus Helmrich, Siemens AG  
Bild: Andreas Drollinger, KIT

Professor Eberhard Umbach, Präsident des Karlsruher Instituts für Technologie, und Klaus Helmrich, Mitglied des Vorstands der Siemens AG, haben eine Kooperationsvereinbarung unterzeichnet, welche die Eckpunkte der zukünftigen Zusammenarbeit festlegt.



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

## Zukunft der Produktion in Europa

Globalisierung, demografischer Wandel, knapper werdende Ressourcen, ein rascher Technologiewandel – die Zukunft und Herausforderungen der Herstellungs- und Fertigungsindustrie in Europa standen im Fokus des 19. Treffens der Manufuture High Level Group am 16. November 2012 bei der Festo AG in Esslingen.



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

## Neuer Mechatronik-Masterstudiengang

Mechatronik/Systems Engineering heißt der neue Masterstudiengang, den die Hochschulen Aalen und Esslingen künftig gemeinsam anbieten. Bewerbungsschluss für das Sommersemester 2013 ist der 15. Januar. Experten der Mechatronik sind gefragt, der Bedarf in der Industrie ist groß. Zum Sommersemester 2013 startet darum ein neuer Masterstudiengang, der von den Hochschulen Aalen und Esslingen gemeinsam angeboten wird: – Mechatronik/Systems Engineering. Der Studiengang, der sowohl zum Sommer- wie zum Wintersemester startet, dauert drei Semester. Die Vorlesungen werden jeweils im Sommersemester in Aalen und im Wintersemester in Göppingen angeboten. Die Unterrichtssprache ist deutsch und er schließt mit einem Master of Engineering ab. Schwerpunkte sind Modellbildung und Simulation mechatronischer Systeme.

Der Master ist eine sehr gute Möglichkeit, das im Bachelorstudium gewonnene Know-how noch weiter zu vertiefen – sowohl in der Theorie als auch in der Praxis. Der Anteil der praxisorientierten Lehre ist an beiden Hochschulen sehr hoch, und der Blick auf aktuelle Themen der Mechatronik bildet einen großen Schwerpunkt. Gefragt sind Mechatronik-Ingenieure in der Medizintechnik, in Produktionsunternehmen oder auch in der Automobilindustrie, die durch den Trend hin zur Elektromobilität nach Fachleuten sucht. Es gibt einen großen Bedarf an hochqualifizierten Ingenieuren auf diesen Gebieten,

und diesem wollen die Hochschulpartner mit ihrem Masterstudiengang gerecht werden, so Professor Dr.-Ing. Peter Eichinger von der Hochschule Aalen.

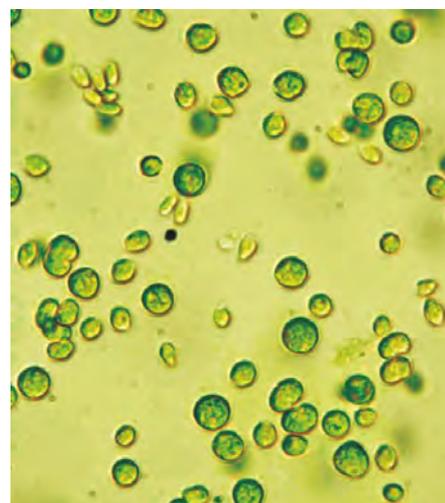
Neben dem klassischen Masterstudium in drei Semestern gibt es bei Mechatronik/Systems Engineering eine Besonderheit. In einem Modell kann das Masterstudium auch in individueller Geschwindigkeit angegangen werden, das dann zwei Semester länger dauert – die Vorlesungen sind dann nur an zwei oder drei Tagen in der Woche. Diese Variante ist eine gute Möglichkeit, Studium, Familie und Beruf zu verbinden, so Professor Dr.-Ing. Thomas Stocker von der Hochschule Esslingen hervor. Auch durch diese Flexibilität ist der neue Masterstudiengang eine echte Bereicherung im Angebot der beiden Hochschulen.

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

➤ [www.hs-esslingen.de](http://www.hs-esslingen.de)

## Algen können Energie aus Pflanzen ziehen

Biologen der Universität Bielefeld haben Zellulose zu Grünalgenkulturen hinzugefügt und mit biochemischen und molekularbiologischen Methoden sichtbar gemacht, dass die Algen die Zellulose zu einfachen Zuckern abbauen und als Energiequelle nutzen können.



Die Alge Chlamydomonas reinhardtii ist ein Einzeller – kann aber etwas, das andere Pflanzen nicht können, wie Biologen der Uni Bielefeld nachgewiesen haben  
Bild: Universität Bielefeld



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

## Sieb filtert Nanopartikel und absorbiert Sonnenenergie

Eine Membran aus Kunststoffäden und Eiweißen ergibt einen neuartigen Filter für mikroskopisch kleine, im Wasser verteilte Teilchen. In der Fachzeitschrift *Advanced Functional Materials* berichten Professor Mady Elbahri und sein Team vom Institut für Materialwissenschaft der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel (CAU) und dem Institut für Polymerforschung am Helmholtz-Zentrum Geesthacht über ihr Sieb für Nanopartikel.



Die Helmholtz-Hochschul-Nachwuchsgruppe hat eine Membran entwickelt, mit der auch kleine Organismen oder Viren aus Wasser gefiltert werden können (von links): Ahnaf Usman Zillohu, Ramzy Abdelaziz, Dr. Shahin Hamaeighar und Professor Mady Elbahri  
Bild: CAU, Claudia Eulitz



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

## Dechema-Preis 2012 für Prof. Dr. Groß

Prof. Dr. Joachim Groß von der Universität Stuttgart erhält den diesjährigen Dechema-Preis der Max-Buchner-Forschungstiftung für seine herausragenden Forschungsarbeiten zur Thermodynamik von Gemischen. Dank seiner Erkenntnisse ist es Verfahrenstechnikern möglich, Eigenschaften von Stoffgemischen mit polaren Wechselwirkungen oder am kritischen Punkt voraus zu berechnen. Der Preis ist mit 20 000 Euro dotiert.

Die Arbeiten von Joachim Groß basieren auf der molekularen Thermodynamik. Er untersuchte unter anderem die Wechselwirkungen von Makromolekülen, ionischen, asso-



Joachim Groß, Jahrgang 1970, studierte an der TU Berlin chemische Verfahrenstechnik und promovierte dort über Zustandsgleichungen einfacher, assoziierter und makromolekularer Substanzen. Von 2000 bis 2004 war er bei der BASF in Ludwigshafen in der Prozessentwicklung tätig. Nach einem Aufenthalt als Associate Professor und Professor an der TU Delft, der er bis heute als Dozent verbunden ist, übernahm er im Januar 2010 den Lehrstuhl für Technische Thermodynamik und thermische Verfahrenstechnik an der Universität Stuttgart. Er ist Kuratoriumsmitglied mehrerer Fachzeitschriften.

ziierenden und polaren Komponenten. Auf dieser Grundlage gelang es ihm, Stoffgemische zu beschreiben und ihre Eigenschaften vorauszuberechnen. Im Rahmen seiner Promotion entwickelte er gemeinsam mit Prof. Dr. Wolfgang Arlt und Prof. Dr. Gabriele Sadowski die Zustandsgleichung PC-SAFT (Perturbed-Chain-Statistical Associating Fluid Theory). Auch für spezielle Bedingungen wie Stoffgemische am kritischen Punkt hat er Modellierungen entwickelt. Dabei hat Joachim Groß stets die Anwendung im Blick. So geht auf ihn eine Methode zurück, mit deren Hilfe sich Prozesse und die enthaltenen Stoffe simultan mathematisch optimieren lassen. Auch für Trennverfahren und Membranprozesse hat er Simulationen entwickelt.

Der Dechema-Preis der Max-Buchner-Forschungstiftung wird seit 1951 jährlich vergeben. Damit werden herausragende Forschungsarbeiten aus den Bereichen Technische Chemie, Verfahrenstechnik, Biotechnologie und Chemische Apparatechnik gewürdigt. Besonders Arbeiten jüngerer Forscher werden dafür berücksichtigt. Sie sollen von grundsätzlicher Bedeutung sein und eine enge Verflechtung von Forschung und praktischer Anwendung zeigen.

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

## Turbo-Keramik für höheren Wirkungsgrad

Heute sind Turbinen noch komplett aus Stahl. Doch Fraunhofer-Forscher entwickeln jetzt Turbinenbauteile aus Keramik. Denn diese bringen beste Voraussetzungen mit, den Wirkungsgrad von Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen deutlich zu steigern. Und es können dann nicht nur fossiles Erdgas, sondern auch regenerati-

ve Energieträger wie Synthesegas, hergestellt aus Biomasse, eingesetzt werden.

Ob Stadtwerke oder Industrieanlagen – wer Strom und Wärme benötigt, erzeugt diese meist mit Kraft-Wärme-Kopplungsprozessen. Heutzutage werden solche Anlagen überwiegend mit Verbrennungsmotoren betrieben. Doch sind Verschleiß und Wartungskosten hoch.

Eine Alternative dazu sind gasbetriebene Turbinen. Wenn auch ihre Investitionskosten noch höher liegen, sind sie doch wesentlich verschleißärmer und versprechen eine sehr viel höhere Lebensdauer. Doch ein entscheidender Nachteil der heute im dezentralen Leistungsbereich verfügbaren Turbinen liegt in ihrem noch relativ geringen Wirkungsgrad und der Begrenzung auf den Brennstoff Erdgas. Daher arbeiten Fraunhofer-Forscher im Projekt TurboKeramik aus Magdeburg, Berlin, Dresden und St. Augustin daran, mit neuen leistungsfähigen Werkstoffen den elektrischen Wirkungsgrad zu steigern. Die neue Hochleistungskeramik soll die Spaltverluste in Mikrogesturbinen verringern und höhere Temperaturen in der Brennkammer ermöglichen. Der neue Werkstoff verspricht auch, gegenüber Verschleißangriffen noch resistenter zu sein.

Das Projekt TurboKeramik bietet die Chance, moderne Hochleistungswerkstoffe und Fertigungstechnologien zu entwickeln und damit effiziente Wirkungsgrade bei der Energiewandlung zu erreichen. Dr.-Ing. Matthias Gohla, der Projektverantwortliche vom Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF, verspricht sich davon, einen neuen Markt für Gasturbinen im dezentralen Leistungsbereich, insbesondere auch für den Synthesegaseinsatz, zu erschließen.

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

# Neue Normen

## Prüftechnik

**DIN EN ISO 17405:2012-10** / Titel (deutsch): Zerstörungsfreie Prüfung - Ultraschallprüfung - Techniken zur Prüfung von Plattierungen verursacht durch Schweißen, Walzen und Sprengen (ISO/DIS 17405:2012); Deutsche Fassung prEN ISO 17405:2012 / Titel (englisch): Non-destructive testing - Ultrasonic testing - Technique of testing claddings produced by welding, rolling and explosion (ISO/DIS 17405:2012); German version prEN ISO 17405:2012

Dokumentart: Norm-Entwurf / Ausgabedatum: 2012-10 / Erscheinungsdatum: 2012-10-01 / **Einsprüche bis 2013-03-04** / Sprachen: Deutsch

**DIN ISO 9277:2012-11** / Titel (deutsch): Bestimmung der spezifischen Oberfläche von Festkörpern mittels Gasadsorption - BET-Verfahren (ISO 9277:2010) / Titel (englisch): Determination of the specific surface area of solids by gas adsorption - BET method (ISO 9277:2010)

Dokumentart: Norm-Entwurf / Ausgabedatum: 2012-11 / Erscheinungsdatum: 2013-01-07 / Sprachen: Deutsch

## Befestigungs- und Verbindungselemente, Lager

**DIN ISO 4378-1:2012-11** / Titel (deutsch): Gleitlager - Begriffe, Definitionen, Einteilung und Symbole - Teil 1: Konstruktion, Lagerwerkstoffe und ihre Eigenschaften (ISO 4378-1:2009) / Titel (englisch): Plain bearings - Terms, definitions, classification and symbols - Part 1: Design, bearing materials and their properties (ISO 4378-1:2009)

Dokumentart: Norm-Entwurf / Ausgabedatum: 2012-11 / Erscheinungsdatum: 2012-12-10 / Sprachen: Deutsch

**DIN ISO 4378-2:2012-11** / Titel (deutsch): Gleitlager - Begriffe, Definitionen, Einteilung und Symbole - Teil 2: Reibung und Verschleiß (ISO 4378-2:2009) / Titel (englisch): Plain bearings - Terms, definitions, classification and symbols - Part 2: Friction and wear (ISO 4378-2:2009)

Dokumentart: Norm-Entwurf / Ausgabedatum: 2012-11 / Erscheinungsdatum: 2012-12-10 / Sprachen: Deutsch

**DIN ISO 4378-3:2012-11** / Titel (deutsch): Gleitlager - Begriffe, Definitionen, Einteilung und Symbole - Teil 3: Schmierung (ISO 4378-3:2009) / Titel (englisch): Plain bearings - Terms, definitions, classification and symbols - Part 3: Lubrication (ISO 4378-3:2009)

Dokumentart: Norm-Entwurf / Ausgabedatum: 2012-11 / Erscheinungsdatum: 2012-12-10 / Sprachen: Deutsch

**DIN ISO 4378-4:2012-11** / Titel (deutsch): Gleitlager - Begriffe, Definitionen, Einteilung und Symbole - Teil 4: Grundsymbole (ISO 4378-4:2009) / Titel (englisch): Plain bearings - Terms,

definitions, classification and symbols - Part 4: Basic symbols (ISO 4378-4:2009)

Dokumentart: Norm-Entwurf / Ausgabedatum: 2012-11 / Erscheinungsdatum: 2012-12-10 / Sprachen: Deutsch

**DIN ISO 4378-5:2012-11** / Titel (deutsch): Gleitlager - Begriffe, Definitionen, Einteilung und Symbole - Teil 5: Anwendung von Symbolen (ISO 4378-5:2009) / Titel (englisch): Plain bearings - Terms, definitions, classification and symbols - Part 5: Application of symbols (ISO 4378-5:2009)

Dokumentart: Norm-Entwurf / Ausgabedatum: 2012-11 / Erscheinungsdatum: 2012-12-10 / Sprachen: Deutsch

## Schweißen und Löten

**DIN EN ISO 9606-1:2013-02** / Titel (deutsch): Prüfung von Schweißern - Schmelzschweißen - Teil 1: Stähle (ISO 9606-1:2012 + Cor. 1:2012); Deutsche Fassung FprEN ISO 9606-1 / Titel (englisch): Qualification test of welders - Fusion welding - Part 1: Steels (ISO 9606-1:2012 + Cor. 1:2012); German version FprEN ISO 9606-1

Dokumentart: Norm-Entwurf / Ausgabedatum: 2013-02 / Erscheinungsdatum: - / Sprachen: Deutsch

**ISO/FDIS 15609-6:2012-10** / Titel (deutsch): Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe - Schweißanweisung - Teil 6: Laserstrahl-Lichtbogen-Hybridsschweißen / Titel (englisch): Specification and qualification of welding procedures for metallic materials - Welding procedure specification - Part 6: Laser-arc hybrid welding

Dokumentart: Norm-Entwurf / Ausgabedatum: 2012-10 / Sprachen: Englisch

**DIN EN ISO 9017:2013-02** / Titel (deutsch): Zerstörende Prüfung von Schweißverbindungen an metallischen Werkstoffen - Bruchprüfungen (ISO 9017:2001); Deutsche Fassung FprEN ISO 9017:2012 / Titel (englisch): Destructive tests on welds in metallic materials - Fracture test (ISO 9017:2001); German version FprEN ISO 9017:2012

Dokumentart: Norm-Entwurf / Ausgabedatum: 2013-02 / Erscheinungsdatum: - / Sprachen: Deutsch

**DIN EN ISO 10675-1:2013-02** / Titel (deutsch): Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen - Teil 2: Bewertung von Schweißverbindungen in Stahl, Nickel, Titan und dessen Legierungen mittels Durchstrahlungsprüfung - Zulässigkeitsgrenzen / Titel (englisch): Non-destructive testing of welds - Part 1: Evaluation of welded joints in steel, nickel, titanium and their alloys by radiography - Acceptance levels

Dokumentart: Norm-Entwurf / Ausgabedatum: 2013-02 / Erscheinungsdatum: - / Sprachen: Deutsch

**DIN EN ISO 10675-2:2013-02** / Titel (deutsch): Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen - Teil 2: Bewertung von Schweißverbindungen in Aluminium und seine Legierungen mittels Durchstrahlungsprüfung - Zulässigkeitsgrenzen / Titel (englisch): Non-destructive testing of welds - Part 2: Evaluation of welded joints in aluminium and its alloys by radiography - Acceptance levels

Dokumentart: Norm-Entwurf / Ausgabedatum: 2013-02 / Erscheinungsdatum: - / Sprachen: Deutsch

**DIN EN ISO 17639:2013-02** / Titel (deutsch): Zerstörende Prüfung von Schweißverbindungen an metallischen Werkstoffen - Makroskopische und mikroskopische Untersuchungen von Schweißnähten (ISO 17639:2003); Deutsche Fassung FprEN ISO 17639:2012 / Titel (englisch): Destructive tests on welds in metallic materials - Macroscopic and microscopic examination of welds (ISO 17639:2003); German version FprEN ISO 17639:2012

Dokumentart: Norm-Entwurf / Ausgabedatum: 2013-02 / Erscheinungsdatum: - / Sprachen: Deutsch

**DIN EN ISO 9455-5:2013-01** / Titel (deutsch): Flussmittel zum Weichlöten - Prüfverfahren - Teil 5: Kupferspiegeltest; Deutsche Fassung prEN ISO 9455-5:2012 / Titel (englisch): Soft soldering fluxes - Test methods - Part 5: Copper mirror test; German Version prEN ISO 9455-5:2012

Dokumentart: Norm-Entwurf / Ausgabedatum: 2013-01 / Erscheinungsdatum: 2013-01-14 / Sprachen: Deutsch

**ISO 9455-10:2012-09** / Titel (deutsch): Flussmittel zum Weichlöten - Teil 10: Bestimmung des Kupfergehalts in Flussmitteln (englisch): Soft soldering fluxes - Part 10: Determination of copper content in fluxes

**Normen  
beziehen Sie  
beim  
Beuth Verlag,  
Berlin  
www.beuth.de**



Dokumentart: Norm / Ausgabedatum: 2012-09 / Sprachen: Englisch

## Luft- und Raumfahrt

**DIN EN 9300-003:2012-12 / Titel (deutsch):** Luft- und Raumfahrt - LOTAR - Langzeit-Archivierung und -Bereitstellung digitaler technischer Produktdokumentationen, wie zum Beispiel von 3D-, CAD- und PDM-Daten - Teil 003: Grundlagen und Konzepte; Deutsche und Englische Fassung EN 9300-003:2012 / Titel (englisch): Aerospace series - LOTAR - Long term archiving and retrieval of digital technical product documentation such as 3D, CAD and PDM data - Part 003: Fundamentals and concepts; German and English version EN 9300-003:2012

Dokumentart: Norm / Ausgabedatum: 2012-12 / Sprachen: Deutsch, Englisch

**DIN EN 4050-1:2012-12 / Titel (deutsch):** Luft- und Raumfahrt - Prüfverfahren für metallische Werkstoffe - Ultraschallprüfung von Stangen, Platten, Schmiedevormaterial und Schmiedestücken - Teil 1: Allgemeine Anforderungen; Deutsche und Englische Fassung EN 4050-1:2012 / Titel (englisch): Aerospace series - Test method for metallic materials - Ultrasonic inspection of bars, plates, forging stock and forgings - Part 1: General requirements; German and English version EN 4050-1:2012

Dokumentart: Norm / Ausgabedatum: 2012-12 / Sprachen: Deutsch, Englisch

**DIN EN 4050-2:2012-12 / Titel (deutsch):** Luft- und Raumfahrt - Prüfverfahren für metallische Werkstoffe - Ultraschallprüfung von Stangen, Platten, Schmiedevormaterial und Schmiedestücken - Teil 2: Durchführung der Prüfung; Deutsche und Englische Fassung EN 4050-2:2012 / Titel (englisch): Aerospace series - Test method for metallic materials - Ultrasonic inspection of bars, plates, forging stock and forgings - Part 2: Performance of test; German and English version EN 4050-2:2012

Dokumentart: Norm / Ausgabedatum: 2012-12 / Sprachen: Deutsch, Englisch

**DIN EN 4050-3:2012-12 / Titel (deutsch):** Luft- und Raumfahrt - Prüfverfahren für metallische Werkstoffe - Ultraschallprüfung von Stangen, Platten, Schmiedevormaterial und Schmiedestücken - Teil 3: Referenzblöcke; Deutsche und Englische Fassung EN 4050-3:2012 / Titel (englisch): Aerospace series - Test method for metallic materials - Ultrasonic inspection of bars, plates, forging stock and forgings - Part 3: Reference blocks; German and English version EN 4050-3:2012

Dokumentart: Norm / Ausgabedatum: 2012-12 / Sprachen: Deutsch, Englisch

**DIN EN 4050-4:2012-12 / Titel (deutsch):** Luft- und Raumfahrt - Prüfverfahren für metallische Werkstoffe - Ultraschallprüfung von Stangen, Platten, Schmiedevormaterial und Schmiedestücken - Teil 4: Abnahmekriterien; Deutsche und Englische Fassung EN 4050-4:2012 / Titel (englisch): Aerospace series - Test method for metallic materials - Ultrasonic inspection of bars, plates, forging stock and forgings - Part 4: Acceptance criteria; German and English version EN 4050-4:2012

Dokumentart: Norm / Ausgabedatum: 2012-12 / Sprachen: Deutsch, Englisch

**DIN EN 4268:2012-12 / Titel (deutsch):** Luft- und Raumfahrt - Metallische Werkstoffe - Wärmebehandlungsanlagen - Allgemeine Anforderungen; Deutsche und Englische Fassung EN 4268:2012 / Titel (englisch): Aerospace series - Metallic materials - Heat treatment facilities - General requirements; German and English version EN 4268:2012

Dokumentart: Norm / Ausgabedatum: 2012-12 / Sprachen: Deutsch, Englisch

**DIN EN 4500-001:2012-12 / Titel (deutsch):** Luft- und Raumfahrt - Metallische Werkstoffe - Regeln für das Erstellen und die Gestaltung von Werkstoffnormen - Teil 001: Allgemeine Regeln; Deutsche und Englische Fassung EN 4500-001:2012 / Titel (englisch): Aerospace series - Metallic materials - Rules for drafting and presentation of material standards - Part 001: General rules; German and English version EN 4500-001:2012

Dokumentart: Norm / Ausgabedatum: 2012-12 / Sprachen: Deutsch, Englisch

Einführungsbeitrag: Diese Norm stellt allgemeine Regeln für das Erstellen und die Gestaltung von Normen für metallische Werkstoffe zur Anwendung in der Luft- und Raumfahrt auf. Für dieses Dokument ist der NA 131-01-01 AA verantwortlich.

**DIN EN 4500-003:2012-12 / Titel (deutsch):** Luft- und Raumfahrt - Metallische Werkstoffe - Regeln für das Erstellen und die Gestaltung von Werkstoffnormen - Teil 003: Besondere Regeln für hochwarmfeste Legierungen; Deutsche und Englische Fassung EN 4500-003:2012 / Titel (englisch): Aerospace series - Metallic materials - Rules for drafting and presentation of material standards - Part 003: Specific rules for heat resisting alloys; German and English version EN 4500-003:2012

Dokumentart: Norm / Ausgabedatum: 2012-12 / Sprachen: Deutsch, Englisch

Einführungsbeitrag: Diese Norm stellt allgemeine Regeln für das Erstellen und die Gestaltung von Werkstoffnormen für hochwarmfeste Legierungen zur Anwendung in der Luft- und Raumfahrt auf. Sie ist in Verbindung mit DIN EN 4500-001 zu verwenden. Für diese Norm ist der NA 131-01-01 AA verantwortlich.

**DIN EN 4500-005:2012-12-01 / Titel (deutsch):** Luft- und Raumfahrt - Metallische Werkstoffe - Regeln für das Erstellen und die Gestaltung von Werkstoffnormen - Teil 005: Besondere Regeln für Stähle / Titel (englisch): Aerospace series - Metallic materials - Rules for drafting and presentation of material standards - Part 005: Specific rules for steels

Dokumentart: Norm / Ausgabedatum: 2012-12-01 / Sprachen: Deutsch

## Korrosion von Metallen

**DIN 50958:2012-12 / Titel (deutsch):** Galvanische Überzüge - Modifizierte Corrodokote-Korrosionsprüfung (mod. CORR-Test) / Titel (englisch): Electroplated coatings - Modified corrodokote corrosion test (mod. CORR-Test)

Dokumentart: Norm / Ausgabedatum: 2012-12 / Ersatz für DIN 50958:2001-07 / Sprachen: Deutsch

**DIN EN ISO 6509:2012-11 / Titel (deutsch):** Korrosion von Metallen und Legierungen - Bestimmung der Entzinkungsbeständigkeit von Kupfer-Zink-Legierungen (ISO/DIS 6509:2012); Deutsche Fassung prEN ISO 6509:2012 / Titel (englisch): Corrosion of metals and alloys - Determination of dezincification resistance of brass (ISO/DIS 6509:2012); German version prEN ISO 6509:2012

Dokumentart: Norm-Entwurf / Ausgabedatum: 2012-11 / Erscheinungsdatum: 2012-10-29 / Sprachen: Deutsch

**DIN EN ISO 8044/A1:2012-11 / Titel (deutsch):** Korrosion von Metallen und Legierungen - Grundbegriffe und Definitionen (ISO 8044:1999/DAM 1:2012); Deutsche Fassung EN ISO 8044/prA1:2012 / Titel (englisch): Corrosion of metals and alloys - Basic terms and definitions (ISO 8044:1999/DAM 1:2012); German version EN ISO 8044/prA1:2012

Dokumentart: Norm-Entwurf / Ausgabedatum: 2012-11 / Erscheinungsdatum: 2012-11-12 / Sprachen: Deutsch

## Beschichtungsverfahren

**DIN EN ISO 4618:2013-01 / Titel (deutsch):** Beschichtungsstoffe - Begriffe (ISO/DIS 4618:2013); Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 4618:2013 / Titel (englisch): Paints and varnishes - Terms and definitions (ISO/DIS 4618:2013); German and English version prEN ISO 4618:2013

Dokumentart: Norm-Entwurf / Ausgabedatum: 2013-01 / Erscheinungsdatum: - / Sprachen: Deutsch, Englisch

**DIN EN 16492:2012-10 / Titel (deutsch):** Beschichtungsstoffe - Beurteilung der Oberflächenschäden von Beschichtungen durch Pilze und Algen; Deutsche Fassung prEN 16492:2012 / Titel (englisch): Paints and varnishes - Evaluation of the surface disfigurement caused by fungi and algae on coatings; German version prEN 16492:2012

Dokumentart: Norm-Entwurf / Ausgabedatum: 2012-10 / Erscheinungsdatum: 2012-10-29 / Sprachen: Deutsch

Einführungsbeitrag: Dieser Norm-Entwurf legt ein Verfahren zum Beurteilen des Schädigungsgrades von beschichteten Oberflächen, verursacht durch Pilze und Algen, fest. Dieser Norm-Entwurf ist nicht zum Beurteilen von Bläueschäden auf Holzoberflächen anwendbar. Für diesen Norm-Entwurf ist das Gremium NA 002-00-15 AA „Bautenbeschichtungen“ in Zusammenarbeit mit dem NA 002-00-07 AA „Allgemeine Prüfverfahren für Beschichtungsstoffe und Beschichtungen“ im DIN zuständig.

## Bezug von Normen:

Beuth Verlag, Berlin

➔ [www.beuth.de](http://www.beuth.de)



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

## Patente

PS – Patent Deutschland  
EP – Europapapent  
WP – Weltpatent

### Mechanische Metallbearbeitung

#### Biegevorrichtung für stabförmige Werkstücke

PS 10 2009 024 075.6 – B21D 7/00. AT 05.06.2009; OT 09.12.2010; PT 29.11.2012. Anm.: Wafios AG, 72764 Reutlingen, DE. Erf.: Veit, Gustav, 72766 Reutlingen, DE, Weiblen, Frank, 72555 Metzingen, DE.

Bei einer Biegevorrichtung für stabförmige Werkstücke mit einem Maschinengestell, an dem ein relativ zu ihm beweglicher Biegekopf mit Biegewerkzeugen angebracht ist, ferner mit einer Vorschubeinrichtung stromaufwärts des Biegekopfes zum Zuführen der Werkstücke an diesen und mit einer in Zuführrichtung der Werkstücke verfahrbaren, zwischen Biegekopf und Vorschubeinrichtung am jeweiligen Werkstück zum Schneiden desselben ansetzbaren Schneideinrichtung ist neben dieser auch die Vorschubeinrichtung in Zuführrichtung des Werkstücks, unabhängig von der Schneideinrichtung, verfahrbar.

#### Verfahren zur Herstellung eines mehrschichtigen Verbundwerkstoffs

PS 10 2010 036 944.6 – B21B 1/00. AT 11.08.2010; OT 16.02.2012; PT 03.01.2013. Anm.: ThyssenKrupp Steel Europe AG, 47166 Duisburg, DE. Erf.: Roland Wunderlich, 59192 Bergkamen, DE, Horst Walter Tamler, 58453 Witten, DE, Jens-Ulrik, Dr.-Ing. Becker, 47058 Duisburg, DE, Rüdiger Mempel, 44269 Dortmund, DE.

#### Werkzeug zum Warmumformen und Härten einer Blechplatte

PS 10 2011 113 527.1 – B21D 37/00. AT 15.09.2011; OT 22.11.2012; PT 22.11.2012. Anm.: Uschkoreit, Dieter, 59174 Kamen, DE; Breloer, Andreas, Dipl.-Ing., 59174 Kamen, DE. Erf.: Uschkoreit, Dieter, 59174 Kamen, DE, Breloer, Andreas, 59174 Kamen, DE.

#### Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung von Schraubenfedern durch Federwinden

EP 50 2011 000 223.8 – B21C 51/00. AT 24.02.2011; OT 24.11.2011; PT 28.11.2012. Anm.: Wafios AG, 72764 Reutlingen, DE. Erf.: Kalkau, Volker, 72805 Lichtenstein, DE

#### Profilwalzmaschine und Verfahren zum Anstellen eines Werkzeugs in der Profilwalzmaschine

EP 50 2011 000 228.9 – B21H 3/06. AT 26.04.2011; OT 08.12.2011; PT 28.11.2012. Anm.: E. W. Menn GmbH & Co. KG, 57271 Hilchenbach, DE. Erf.: Menn, Ernst, Walter, 57271 Hilchenbach, DE, Roth, Eberhard, 57334 Bad Laasphe, DE.

#### Produkt aus einer Magnesiumlegierung

EP 60 2005 037 135.4 – B21B 1/16. AT 23.06.2005; OT 12.05.2010; PT 21.11.2012. Anm.: Sumitomo

Electric Industries, Ltd., Osaka-shi, JP. Erf.: Nishikawa, Taichiro, Osaka-shi Osaka 554-0024, JP, Nakai, Yoshihiro, Osaka-shi Osaka 554-0024, JP.

#### Vorrichtung und Verfahren zum Biegen eines Metallstreifens

WP 60 2006 033 579.2 – B21D 37/20. AT 08.03.2006; OT 22.01.2009; PT 12.12.2012. Anm.: Nicht genannt. Erf.: Spairani, Roberto, I-27036 Mortara, IT, Spairani, Secondo, I-27036 Mortara, IT.

### Schleifen; Polieren

#### Honwerkzeug

GM 20 2012 010 023.8 – B24B 33/08. AT 19.10.2012; ET 13.11.2012; PT 03.01.2013. Anm.: Gehring Technologies GmbH, 73760 Ostfildern, DE.

#### Polierscheibe mit Mikroporenregionen

WP 60 2005 037 236.9 – B24B 37/00. AT 31.08.2005; OT 20.09.2007; PT 28.11.2012. Anm.: Cabot Microelectronics Corporation, Aurora, US. Erf.: Prasad, Abaneshwar, Aurora, IL 60504, US.

#### Vorrichtung und Verfahren zum Entgraten und Glattwalzen von Maschinenteilen

WP 60 2005 037 277.6 – B24B 1/00. AT 24.02.2005; OT 18.01.2007; PT 05.12.2012. Anm.: Kecskemeti Föiskola Gamf Kar, Kecskemet, HU. Erf.: Kodacsy, János, H-6000 Kecskemet, HU, Danyi, József, H-6000 Kecskemet, HU.

#### Vorrichtung zum Auffangen von Material beim Trockeneisstrahlen

EP 60 2009 01 304.6 – B24C 1/00. AT 05.05.2011; OT 19.05.2011; PT 21.11.2012. Anm.: 80331 München, DE. Erf.: Wigfall, T. S42 6LQ Chesterfield Derbyshire.

#### Vorrichtung und Verfahren zur Herstellung eines Stents

WP 60 2009 011 457.7 – B21D 37/00. AT 05.05.2011; OT 29.09.2009; OT 18.08.2012. Anm.: Abbott Laboratories V, Dublin, IE. Erf.: Diederichsen, D.

### Mikrostrukturiertechnik

#### Keramik-Mehrlagenschaltung mit elektrischem Bauteil

PS 10 2009 036 951.1 – B81B 7/02. AT 11.08.2009; OT 17.02.2011; PT 13.12.2012. Anm.: Universität Ulm, 89073 Ulm, DE. Erf.: Kusterer, Joachim, 89264 Weißenhorn, DE, Kohn, Erhard, Prof. Dr., 89081 Ulm, DE, Maier, David, 89073 Ulm, DE.

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Mehrlagenschaltung in Form eines 3-D-Keramiksubstratsystems aus einem gesinterten Keramikmaterial, wobei in dem 3-D-Keramiksubstratsystem mindestens eine Kavität vorgesehen ist, in der ein elektronisches, elektromechanisches, elektrothermisches, elektrochemisches, piezoelektrisches oder piezoresistives Bauteil der Mikrosystemtechnik oder der Mikroelektronik, das auf der Basis eines halbleitenden Materials besteht, angeordnet ist.

### Metallische Werkstoffe

#### Verfahren zum Herstellen partiell gehärteter Bauteile aus Stahlblech

PS 10 2009 042 387.7 – C21D 8/02. AT 21.09.2009; OT 11.08.2011; PT 03.01.2013. Anm.: Bayerische Motoren Werke Aktiengesellschaft, 80809 München, DE; voestalpine Automotive GmbH, Linz, AT. Erf.: Hartmann, Dieter, 73557 Mutlangen, DE, Pfestorf, Markus, Dr., 85375 Neufahrn, DE, Nessel, Florian, 73525 Schwabmünchen, DE, Kleinhans, Sven, 73525 Schwabmünchen, DE.

# Kompetente

# PATENT-

# RECHERCHEN

## WOTech GbR

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

**Verschleißfeste Legierung enthaltend Restaustenit für Ventilseitsätze**

PS 103 05 568.1 – C22C 38/44. AT 10.02.2003; OT 21.08.2003; PT 29.11.2012. Anm.: Winsert, Inc., Marinette, US. Erf.: Liang, Xuecheng, Greenbay, US.

**Entzinkungsbeständige Kupfer-Zink-Legierung sowie Verfahren zu ihrer Herstellung**

EP 502 15 658.9 – C22C 9/04. AT 05.07.2002; OT 13.02.2003; PT 28.11.2012. Anm.: Diehl Metall Stifung & Co. KG, 90552 Röthenbach, DE. Erf.: Gaag, Norbert, Dr., 91207 Lauf, DE.

## Beschichten

**Verfahren zur Herstellung eines Gleitelementes sowie eine Vorrichtung zur Beschichtung eines Gleitelementes**

PS 101 07 288.0 – C23C 14/22. AT 16.02.2001; OT 13.09.2001; PT 13.12.2012. Anm.: Miba Gleitlager GmbH, Laakirchen, AT. Erf.: Gärtner, Walter, Dr., Gmunden, AT.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Gleitelementes, mit dem auf zumindest eine Oberfläche des Gleitelementes zumindest eine Schicht im Vakuum derart aufgebracht wird, dass das Gleitelement durch einen die Schicht zumindest teilweise bildenden Partikelstrom in Form einer Drehbewegung um eine senkrecht auf eine Partikelstromlängsmittelachse stehende bzw. zu einer Länge einer den aufzudampfenden Werkstoff aufnehmenden Einrichtung parallelen Achse geführt wird.

**Einrichtung zur Herstellung einer Sol-Gel-Beschichtung auf einer zu beschichtenden Oberfläche eines Bauteils sowie Bauteil mit einer Sol-Gel-Beschichtung**

GM 20 2012 009 726.1 – C23F 17/00. AT 08.10.2012; ET 26.10.2012; PT 20.12.2012. Anm.: Süddeutsche Aluminium Manufaktur GmbH, 89558 Böhmenkirch, DE.

**Herstellungsverfahren für nach dem Heisstauchverfahren mit einer Legierung auf Zn-Al-Basis beschichtete Stahlprodukte mit hervorragender Biegebearbeitbarkeit**

WP 60 2005 037 307.1 – C23C 2/06. AT 01.09.2005; OT 24.07.2008; PT 05.12.2012. Anm.: Nippon Steel Corporation, Tokio/Tokyo, JP. Erf.: Fujii, Shiro, Futsu-shi Chiba 293-8511, JP.

**Wärmedämmschichtsystem, damit beschichtete Bauteile und Verfahren zum Aufbringen eines Wärmedämmschichtsystems auf Bauteile**

WP 60 2009 011 570.7 – C23C 30/00. AT 14.12.2009; OT 06.10.2011; PT 28.11.2012. Anm.: Alstom Technology Ltd., Baden, CH. Erf.: Bossmann, Hans-Peter, DE-79787 Lauchringen, DE, Witz, Gregoire, 5413 Birnenstorf, CH, Esquerre, Matthieu, CH-5432 Neuenhof, CH, Schaudinn, Markus, CH-5400 Baden, CH.

**Beschichtetes Werkzeug**

EP 603 42 828.2 – C23C 14/06. AT 20.06.2003; OT 26.02.2004; PT 12.12.2012. Anm.: Sumitomo Electric Industries, Ltd., Osaka-shi, JP. Erf.: Fukui, Haruyo Itami Works, Itami-shi, Hyogo, JP, Imamura, Shinya Itami Works, Itami-shi, Hyogo, JP, Yamagata, Kazuo Itami Works, Itami-shi, Hyogo, JP, Tsuda, Keiichi Itami Works, Itami-shi, Hyogo, JP.

**Verfahren zur Beschichtung einer Galvanoform sowie beschichtete Galvanoform**

PS 10 2006 047 357.4 – C25D 1/10. AT 29.09.2006; OT 03.04.2008; PT 03.01.2013. Anm.: Faurecia Innenraum Systeme GmbH, 76767 Hagenbach, DE. Erf.: Périnet, Denis, Strasbourg, FR.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer mit einer Antihafschicht beschichteten Galvanoform sowie eine beschichtete Form. Das erfindungsgemäße Verfahren zur Beschichtung einer Galvanoform mit einer Antihafschicht enthält die Schritte: a) Beschichten der Oberfläche einer Mutterform mit einer Antihafschicht durch einen ersten Galvanoprozess; b) Herstellen einer Galvanoform in der beschichteten Mutterform durch einen zweiten Galvanoprozess, wobei die Materialien von Antihafschicht und herzustellender Galvanoform derart gewählt sind, dass diese miteinander eine feste Verbindung eingehen; c) Entnehmen der Galvanoform mit der daran fest verbundenen Antihafschicht. Durch das erfindungsgemäße Verfahren lassen sich auch feine Strukturen von der Oberfläche einer Mutterform sehr genau auf die Oberfläche der Antihafschicht übertragen.

**Verfahren zum elektrochemischen Polieren von metallenen Gegenständen und hierfür geeignete Elektrolytlösung**

PS 10 2010 052 778.5 – C25F 3/16. AT 30.11.2010; OT 31.05.2012; PT 17.01.2013. Anm.: OTEC Präzisionsfinish GmbH, 75334 Straubenhardt, DE. Erf.: Renoffio, Marco, 75334 Straubenhardt, DE.

**Verfahren zur galvanischen Abscheidung wenigstens eines Metalls oder Halbleiters**

PS 10 2011 055 911.6 – C25D 3/00. AT 01.12.2011; OT 29.11.2012; PT 29.11.2012. Anm.: Neubert, Volkmar, Prof. Dr., 38678 Clausthal-Zellerfeld, DE. Erf.: Neubert, Volkmar, Prof. Dr., 38678 Clausthal-Zellerfeld, DE, Bakkar, Ashraf, Dr., Suez, EG.

**Verfahren zur Ausbildung einer metallischen Leiterstruktur**

PS 10 2011 110 171.7 – C25D 5/02. AT 16.08.2011; OT 29.11.2012; PT 29.11.2012. Anm.: RENA GmbH, 78148 Gütenbach, DE. Erf.: Lühn, Ole, 79106 Freiburg, DE.

**Galvanisch beschichtetes Bauteil**

GM 20 2011 103 540.2 – C25D 5/02. AT 21.07.2011; ET 23.10.2012; PT 13.12.2012. Anm.: HDO GmbH, 33106 Paderborn, DE.

**Galvanisch beschichtetes Bauteil**

GM 20 2011 103 568.2 – C25D 5/02. AT 21.07.2011; ET 23.10.2012; PT 13.12.2012. Anm.: HDO GmbH, 33106 Paderborn, DE.

**Verfahren zum Aufbringen einer Metallbeschichtung auf ein nichtleitfähiges Substrat**

EP 60 2007 027 079.0 – C25D 5/54. AT 03.05.2007; OT 18.12.2008; PT 05.12.2012. Anm.: Atotech Deutschland GmbH, 10553 Berlin, DE. Erf.: Fels, Carl Christian, 10115 Berlin, DE, Schadow, Sigrid, 14513 Teltow, DE, Dyrbusch, Brigitte, 12207 Berlin, DE.

**Verfahren und Vorrichtung zur elektrolytischen Verzinnung eines sich kontinuierlich bewegenden Stahlbands in einer Vorrichtung zur elektrolytischen Abscheidung**

WP 60 2008 020 516.9 – C25D 21/14. AT 31.10.2008; OT 04.08.2011; PT 28.11.2012. Anm.: Siemens VAI Metals Technologies SAS, Saint Chamond, FR. Erf.: Barbieri, Philippe, F-69008 Lyon, FR.

**Elektrochemisches Abbeizen von Turbinenschaufeln**

WP 699 44 511.6 – C25F 5/00. AT 10.12.1999; OT 28.02.2002; PT 05.12.2012. Anm.: Chromalloy Gas Turbine Corp., San Antonio, US. Erf.: Fay, William, Silver Springs, NV 89429, US, Updegrove, Kevin, Carson City, NV 89706, US, Goodwater, Frank, Reno, NV 89511, US.



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

## INSERENTENVERZEICHNIS

AHC Oberflächentechnik GmbH	41	Gramm Technik GmbH	U4	NovoPlan GmbH	37
Chrom-Schmitt GmbH & Co. KG	1	LKS Kronenberger GmbH	38	Qubus GmbH – ifo GmbH	35
Estoppey-Reber Gruppe	31	Mazurczak Elektrowärme GmbH	21	Franz Rieger Metallveredlung	27
Fischer GmbH & Co. KG	15	Leipziger Messe GmbH	U2	Ruhl & Co. GmbH	23

# Sagen Sie uns Ihre Meinung!

Die WOMag – Kompetenz in Werkstoff und funktioneller Oberfläche ist das Medium für alle Aspekte, die den Bereich zwischen Grundwerkstoff und Oberfläche eines Bauteils beleuchten. Eine monatliche Print-Ausgabe und eine ständig aktualisierte, deutlich erweiterte Online-Version bieten Informationen für alle Spezialisten, die sich mit Themen wie der Bearbeitung von Werkstoffen in Blickrichtung auf die Bauteiloberfläche, Oberflächen und deren Funktion oder Eigenschaften, Beschichtungen oder die Erzeugung von Beschichtungsfunktionen befassen.

Wir möchten unser Angebot für Sie weiter optimieren und sind daher an Ihren Wünschen, Anregungen und auch an Ihrer Kritik interessiert.

Bitte füllen Sie den Online-Fragebogen, der unter [www.womag-online.de](http://www.womag-online.de) für Sie bereit liegt, aus. Sie können den ausgefüllten Fragebogen auch per E-Mail ([leserservice@womag-online.de](mailto:leserservice@womag-online.de)) oder Post (WOTech GbR, Am Talbach 2, D-79761 Waldshut-Tiengen) versenden.

## Wie sind Sie auf das neue Medium WOMag aufmerksam geworden?

- Veranstaltung/Messe
- Empfehlung
- Internet
- Freies Werbeexemplar
- Sonstiges \_\_\_\_\_

## Wie beurteilen Sie folgende Punkte (1 = sehr gut, 6 = sehr schlecht):

	1	2	3	4	5	6
Print-Ausgabe:						
Informationsgehalt	<input type="radio"/>					
Design und Aufmachung	<input type="radio"/>					
Umfang	<input type="radio"/>					
Online-Ausgabe:						
Informationsgehalt	<input type="radio"/>					
Design und Aufmachung	<input type="radio"/>					
Umfang	<input type="radio"/>					
Brauchbarkeit / Nutzen	<input type="radio"/>					

## Wie gefällt Ihnen die Kombination Print mit einer ausführlichen Online-Ausgabe?

---

## Wo sehen Sie Potential zur Optimierung?

---

## Welche Inhalte oder Services wünschen Sie sich für die Zukunft?

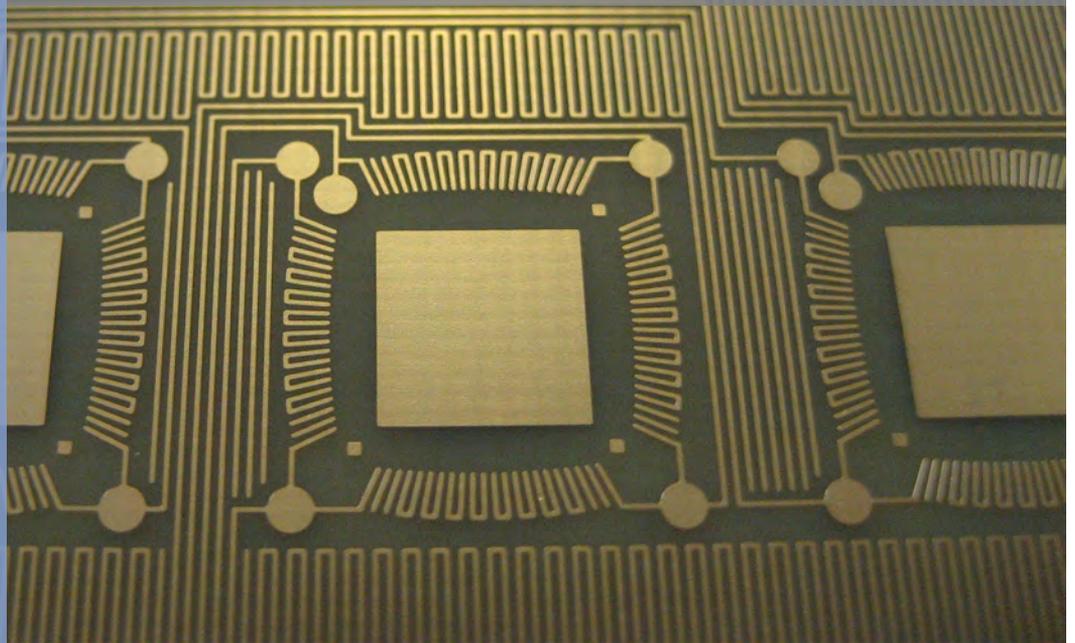
---

Wir freuen uns über alle Rückmeldungen. Gerne erreichen Sie uns jederzeit unter [leserservice@womag-online.de](mailto:leserservice@womag-online.de)

Herzlichen Dank für Ihre Mithilfe!

The logo for 'gramm' is displayed in white lowercase letters on a black rectangular background.

# GRAMM EDELMETALLTECHNIK



## Kompetenz

in Sachen innovative Edelmetallbeschichtungen für die Verbindungstechniken in der Elektronik, Mikroelektronik und Mikrosystemtechnik.

## Partner

u.a. der Elektronik- und der Automobilindustrie, der Medizin- und Luft- und Raumfahrttechnik u.v.a.m.

## von der

– technischen wie wirtschaftlichen Planung und kundenspezifischen Anpassung der Prozesstechniken

## über

- definierte Erstmusterbearbeitungen
- qualitätskonstante Pilot- und Serienfertigung
- abgestimmte Mess- und Prüftechnik

## bis hin

– zur zeitnahen und flexiblen Abwicklung

## *Unsere Stärken - Ihr Vorteil!*

Gramm Edelmetalltechnik zertifiziert  
nach DIN EN ISO 9001:2008 und DIN EN ISO 14001:2005

Innovative  
Surface  
Finishing  
Technologies

### **Gramm Technik GmbH**

Einsteinstraße 4, 71254 Ditzingen

Ihr Ansprechpartner: Bernd Endres

Tel. 07152/500930, [b.endres@gramm-technik.de](mailto:b.endres@gramm-technik.de)