

**Bohncke**

Galvano-Filter-Pumpen



Galvano-Filter-Pumpen  
für den Einsatz in der  
Galvanotechnik

Edelmetallbeschichtungen in der Elektronik – Einsatz und Wirtschaftlichkeit

Nanoschichtsystem als Bondoberfläche – Entwicklung, Produktion, Anwendungen

Nickelfreie Endoberflächen  
in der Elektronikindustrie

Inline-Messung von Schichtdicke  
und Abscheidgeschwindigkeit



# Die internationale Zuliefermesse für die verarbeitende Industrie

Südtec ist eine einzigartige Fachmesse, welche den fortschrittlichen Fertigungslösungen für alle Branchen gewidmet ist. Die Messe zieht globale Gerätehersteller an, um neue Technologien und Innovationen zu beziehen.

Neue Bereiche für das Jahr 2015 enthalten eine Additive-Manufacturing-Zone und KOSTENLOSE Weiterbildung über Industrie 4.0 und Besucher können Lieferanten aus Sektoren, wie Elektrotechnik und Elektronik, Luft- und Raumfahrt, Mess- und Regeltechnik, Transport, und vieles mehr, treffen.

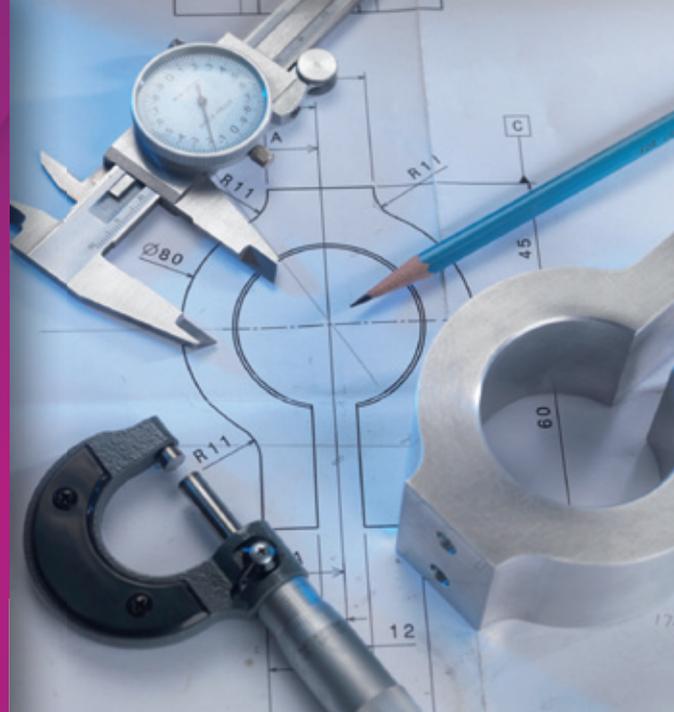
MedTechWorld

# Südtec

////// Technologie • Networking • Weiterbildung

## 21.-23. April 2015

Messe Stuttgart, Deutschland



Erfahren Sie mehr und melden Sie sich an  
[www.suedtec.com/WOTech](http://www.suedtec.com/WOTech)

Am gleichen  
Ort wie

MedTechWorld Europe  
**Medtec**  
////// Technologie • Networking • Weiterbildung

Folgen Sie uns @MedtecEurope, #Suedtec



## Drucken im Großformat

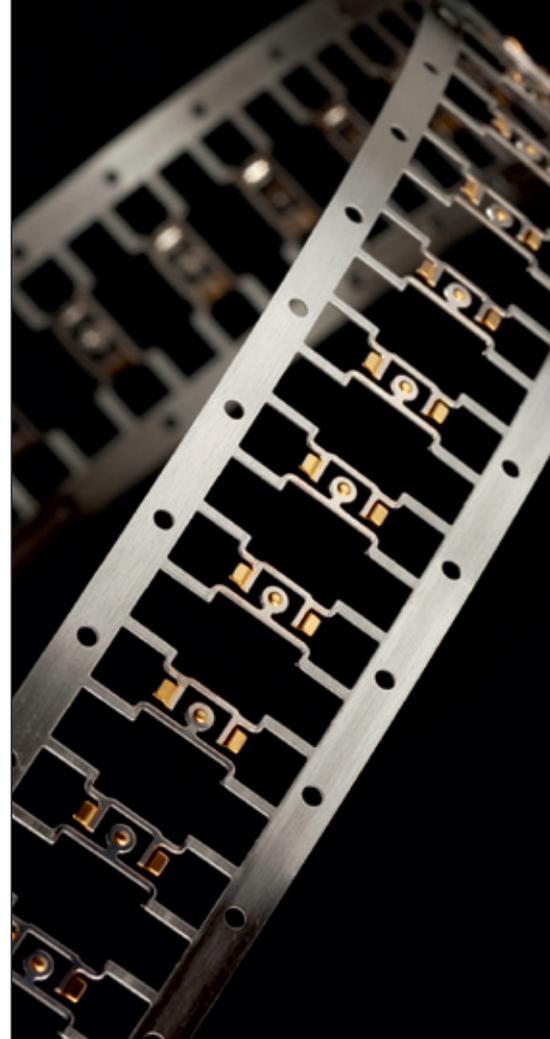


Vor einigen Tagen wartete die Tagespresse (Südwestpresse, 25. Februar) mit einer Meldung auf, die sich auf den ersten Blick unwirklich las: Luxusvilla aus dem Drucker. Vermutlich liegt es aber daran, dass wir uns einen Drucker zunächst als kleines handliches Gerät auf dem Schreibtisch vorstellen. Das im Artikel beschriebene Verfahren arbeitet allerdings mit einem etwa 6 Meter hohen Gerät mit einer Druckfläche von stolzen 350 Quadratmeter. Eine Besonderheit ist auch die Tinte: sie besteht aus Bauschutt, Industrieabfall, schnell trocknendem Zement und Härtemittel. Es handelt sich also nicht nur um ein Verfahren zur deutlichen Vereinfachung von individuellen Bauten, sondern auch um ein umweltfreundliches Verfahren.

Die Technik des 3D-Druckens ist stark verwandt mit dem 3D-Laserschmelzen, das beispielsweise in der Medizintechnik (Beitrag Seite 15) und der Herstellung von Spritzwerkzeugen bereits Einzug gefunden hat, aber auch für die Luftfahrt mit Hochdruck weiterentwickelt wird. Das Verfahren ermöglicht die Herstellung von sehr komplexen Teilen ohne formgebende Werkzeuge und ist ganz besonders für kleinste Serien bis herab zum Unikat besonders wirtschaftlich. Inzwischen steht eine breite Palette an verarbeitbaren Werkstoffen vom Kunststoff über Stein bis hin zu zahlreichen Metallen zur Verfügung. Interessant ist die Entwicklung auch für die Oberflächentechnik, da weder der Druckvorgang noch das lokale Aufschmelzen beim Lasersintern eine glatte Oberfläche hinterlässt. Verfahren wie das Elektropolieren oder die Abscheidung von einebnenden Schichten könnten der neuen Technologie zur Herstellung von Bauteilen eine zusätzliche Attraktivität verleihen.

Damit die chemischen und elektrochemischen Verfahrenstechnologien auch in Zukunft in der bekannten Weise arbeiten und weiterentwickelt werden können, hängt zu einem nicht unerheblichen Teil von REACh und den sich daraus ergebenden Möglichkeiten zur Nutzung von Stoffen wie Chrom oder Nickel ab. Anfang Februar fand dazu die Anhörung vor dem Europäischen Gericht in Luxemburg statt, die der Vecco e.V. angestrengt hatte. Eine erste Einschätzung zur Verhandlung, an der eine erfreulich großen Zahl an Fachleuten aus Deutschland teilgenommen hat, findet sich im Beitrag auf Seite 45 in dieser Ausgabe. Allerdings wird die Entscheidung des Europäischen Gerichts noch einige Monate auf sich warten lassen – es bleibt also zunächst nur die Hoffnung, dass sie zugunsten der Vernunft und des Wirtschaftsstandorts Europa ausfallen wird.

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



## SEHR KONTAKTFREUDIG: SELEKTIVGALVANIK

IMO beschichtet für die Elektronik, Automobilindustrie, Medizintechnik, Telekommunikation und Erneuerbare Energien elektronische Kontakte am Band und als Einzelteile selektiv mit **Gold, Silber, Nickel, Zinn und Kupfer**.



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

Treten auch Sie mit uns in Kontakt:



13. - 17. April 2015  
Halle 4 | Stand E24



Plasmaunterstützte Vorbehandlung bei Kunststoffteilen

40



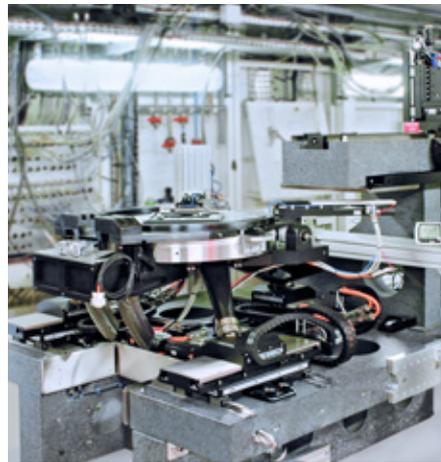
Neue Beschichtungsanlage der MKV bei AHC in Kirchheim-Heimstetten

35



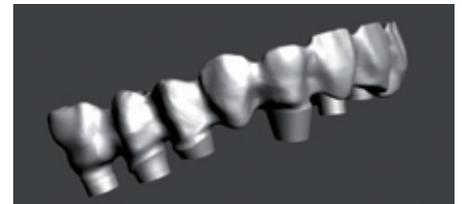
Dichtheitsprüfanlage

7



Hochgenaue Probenpositionierung

4



3D-Laserschmelzverfahren

15



Edelmetallbeschichtungen in der Elektronik

24

## WERKSTOFFE

Hochpräzise Positionierung im Raum	4
MICROmote®-Sensoren für den industriellen Einsatz	6
Dichtheitsprüfung für jede Anforderung	7
Konstruktionsempfehlungen für additive Fertigungsverfahren	8
Massiver Leichtbau – Leichtbaupotentiale durch Werkstoff- und umformtechnische Innovationen	9
Oberflächen von Kupfer und Kupferlegierungen optimieren	10
Lösemittelfreies Lötverfahren für die Baugruppenfertigung	12
NMI überzeugt beim Landeswettbewerb „RegioWIN“	13
Auxeos übernimmt Gesellschaftsanteile von Heuschkel Druckguss	14

## MEDIZINTECHNIK

Digitalisierung in der Zahntechnik	15
Atmosphärendruckplasma in der Medizintechnik – Teil 3	18
Zellulose mit Blindenschrift für Zellen	20
Schwarzer Diamant – Schutz und Blendfreiheit für chirurgische Instrumente	21
Optische Tropfenkonturanalyse zur hochpräzisen Kontaktwinkelmessung	22

## OBERFLÄCHEN

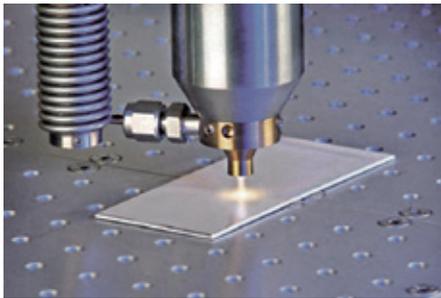
Nickelfreie Endoberflächen in der Elektronikindustrie	23
Einsatz und Wirtschaftlichkeit von Edelmetallbeschichtungen in der Elektronik	26
Nanoschichtsystem Nickel/Nano-Palladium/Nano-Gold als Bondoberfläche – Entwicklung, Serienproduktion und Anwendungen	28
Filtergerät mit aktiv geregelterm Förderstrom	30
TOC-Bestimmung mit dem ADI 7010 im Abwasser – eine saubere Sache	31
Inline-Messungen von Schichtdicke, Abscheidegeschwindigkeit und Stromausbeute während der industriellen Metallabscheidung	32
Energieeffiziente Lösungen bei Pumpen und Filtern	34



Diamantschichten auf Chirurgieinstrumenten 21



Inline-Schichtdickenmessung 32



Atmosphärendruckplasma 18

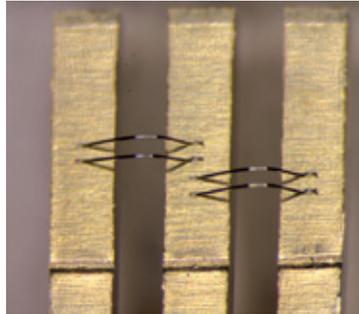
## OBERFLÄCHEN

KULLEN-KOTI – flexible Werkzeuge für ein perfektes Oberflächenfinish	34
Oberflächen für Konstruktionsbauteile – mehr Kapazität und schnellere Durchlaufzeiten	35
Herstellung von Leiterplatten-Prototypen und -Kleinserien	39
Zentrifugentechnologie erleichtert Prüfverfahren	40
Analyse dünnster Beschichtungen im Nanometerbereich	40
Funktionsschichten und mehr – Alles aus einer Hand	42
Rückstandsfreie Bauteilentformung durch permanente Werkzeugbeschichtung – auch für Polyurethane	42

**Zum Titelbild:** Bei der Abscheidung von Perlglanzschichten stellt die Strömung des Elektrolyten einen wichtigen Arbeitsparameter dar, der mit Hilfe eines aktiv geregelten Förderstroms der Umwälzpumpe eingestellt werden kann. Beitrag Seite 30.



Klage vor dem EuGH 45



Nanoschichtsysteme 28



TOC-Bestimmung im Abwasser 31

## VERBÄNDE

Meinungsfreiheit	44
Juristischer Schlagabtausch auf europäischer Ebene	45
Fachverband industrielle Bauteilreinigung – FIT organisierte Workshop zur Klärung von prozess- und verfahrenstechnischen Fragen	46
Wirtschaftsvereinigung Metalle e.V. – Franziska Erdle ist neue Hauptgeschäftsführerin der WVM	47

## BERUF + KARRIERE

Stellenmarkt	48
Inserentenverzeichnis	48

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

**Erscheinungsweise**  
10 x jährlich, wie in den Mediadaten 2015 angegeben

**Herausgeber und Verlag**  
WOTech – Charlotte Schade –  
Herbert Käzmann – 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 Käzmann  
Mobil 0151/29109892  
kaeszm@wotech-technical-media.de

**Redaktion/Anzeigen/Vertrieb/Abo**  
siehe Verlagsleitung

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

Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 4 vom 1. Oktober 2014

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

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

**WOMag-Beirat**  
WOMag wird von einem Kreis aus etwa 20 Fachleuten der Werkstoff- und -verarbeitung sowie der Oberflächen-technik beraten und unterstützt.

**Bankverbindung**  
BW-Bank, IBAN: DE71600501010002344238  
BIC: SOLADEST; (Konto 2344238, BLZ 60050101)

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

**Gerichtsstand und Erfüllungsort**  
Gerichtsstand und Erfüllungsort ist Waldshut-Tiengen

**Herstellung**  
WOTech GbR

**Druck**  
SCHMID Druck + Medien GmbH & Co. KG  
© WOTech GbR, 2015

# Hochpräzise Positionierung im Raum

Von Birgit Schulze und Ellen-Christine Reiff

Heute ist die Computertomografie (CT) ein etabliertes Verfahren an Synchrotronstrahlungsquellen, um Volumeninformationen über viele Arten von Proben mit Mikrometerauflösung zu erhalten. Tatsächlich ist damit die Untersuchung von flachen, ausgedehnten Mikrosystemen oder planaren Untersuchungsgegenständen aber häufig unbefriedigend, wenn die Probe deutlich größer ist als der Bereich, der für die Untersuchung interessant ist. Die stark variierende Röntgentransmission während eines Scans erzeugt bei der Rekonstruktion vermehrt Artefakte. Diese Einschränkung konnte durch die Einführung einer neuen bildgebenden Analyseverfahren überwunden werden, die es nun auch ermöglicht, dreidimensionale Darstellungen von flachen, breit ausgedehnten Objekten zu errechnen. Um aussagekräftige Rohdaten zu erhalten, müssen Probe und Detektor allerdings sehr präzise und stabil positioniert werden. Die anspruchsvolle Aufgabe ließ sich mit einem speziell für diese Anwendung entwickelten Positioniersystem lösen.

In einem gemeinsamen Projekt haben das ANKA (Angströmquelle Karlsruhe) am KIT (Karlsruher Institut für Technologie), das Fraunhofer-IZFP (Institut für zerstörungsfreie Prüfverfahren), Saarbrücken/Dresden, und die ESRF (European Synchrotron Radiation Facility, Grenoble, Frankreich; *Abb. 1*) die Synchrotronlaminografie entwickelt [1, 2], mit der sehr große flächige Objekte, zum Beispiel aus dem Windkraft- oder Flugzeugbereich [3], auf Fehler in der inneren Struktur, die durch Belastung und Versagen verursacht sind, und Fehler aus dem Herstellungsprozess untersucht werden können. An der Synchrotronstrahlungsquelle ESRF mit mehr als 40 Strahlrohren ist das Instrument bereits seit 2007 an der Imaging Beamline ID19 in Betrieb. Mit seiner Hilfe gelang es dort beispielsweise, ein Bein in einer versteinerten Urzeitschlange dreidimensional abzubilden, ohne den einzigartigen Fund zu zerstören [4]. Mithilfe von sogenannten Phasenkontrastmethoden können auch Strukturen ohne Absorptionskontrast erfolgreich untersucht werden [5]. An ANKA ist vorgesehen, interessierten Nutzern die gleiche Analyseverfahren an der neuen IMAGE Beamline zur Verfügung zu stellen.



Abb. 1: Das ESRF (European Synchrotron Radiation Facility) in Grenoble, eine multinationale Großforschungseinrichtung, betreibt die größte Synchrotronstrahlungsquelle Europas Bild: ESRF

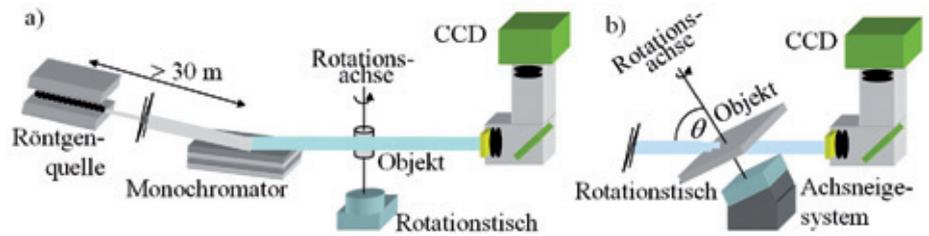


Abb. 2: Prinzipielle Anordnung der Computer-Laminografie an der Beamline ID19 am ESRF Bild: ESRF

## Höchste Anforderungen an die Positionierung von Probe und Detektor

Mit herkömmlicher CT ist eine Rekonstruktion der Volumeninformation von ausgedehnten asymmetrischen Körpern (wie z. B. Platten) nicht zu leisten, denn die unterschiedlich langen Wege der Strahlung in der Probe verhindern eine zuverlässige Messung von Projektionsdaten. Bei der Laminografie rotiert die Probe unter einem Winkel zur Strahlrichtung und wird dabei abgetastet und durchleuchtet. Aus der Summe der Informationen in verschiedenen Rotationspositionen können die Volumendaten rekonstruiert und eine dreidimensionale Darstellung errechnet werden. Die Probe wird dazu zwischen Röntgenquelle und Detektor positioniert (*Abb. 2*).

Während der Untersuchung sind höchste Präzision und Stabilität unabdingbar, damit die spätere Rekonstruktion verwertbare Darstellungen liefern kann. Positionsstabilität während der Aufnahme muss sowohl für Detektor als auch für die Probe gewährleistet sein. Der Detektor ist dabei sehr schwer (um 100 kg) und nicht im Schwerpunkt gehalten: Die Herausforderung ist also, diese Last trotzdem mit einer Ablaufgenauigkeit unter 0,1  $\mu$ rad beziehungsweise 100 nm und einer Auflösung von 50 nm zu positionieren und dabei Hebelwirkungen und Momente auszuschalten. Bei der Probenpositionierung soll der Winkel, unter

dem die Probe vom Synchrotron-Röntgenstrahl getroffen wird, einstellbar sein. Die Probe wiederum gilt es in jeder Position individuell, sicher und wiederholbar feinjustieren zu können. Obendrein sollte das ganze Instrument auch noch einfach aus dem Strahlengang zu fahren sein, wenn es nicht genutzt wird beziehungsweise während Referenzmessungen durchgeführt werden.

## Komplexe Aufgabenstellung praxisgerecht gelöst

Dank intensiver Zusammenarbeit der Auftraggeber mit den Ingenieuren und Entwicklern der Physik Instrumente (PI) ließ sich diese komplexe Aufgabenstellung jedoch praxisgerecht lösen. Schließlich hat das Unternehmen im Bereich *Beamline Instrumentation* gerade in diesem Anwendungsgebiet wertvolles Know-how und langjährige Erfahrung. Ziel des Spezialistenteams, das von PI miCos koordiniert wird, ist es, anwendungsgerechte Lösungen zu entwickeln, die über das Anbieten von Einzelkomponenten hinausgehen und die Systemintegration ebenso einschließen wie die vollständige Instrumentierung.

Im Prinzip besteht die Detektor- und Probenpositionierung aus drei kooperierenden Systemen (*Abb. 3*): einem Hubtisch mit Granitunterbau, einem in drei Achsen beweglichen Detektortisch und der Probenpositionierung. Letztere setzt sich zusammen

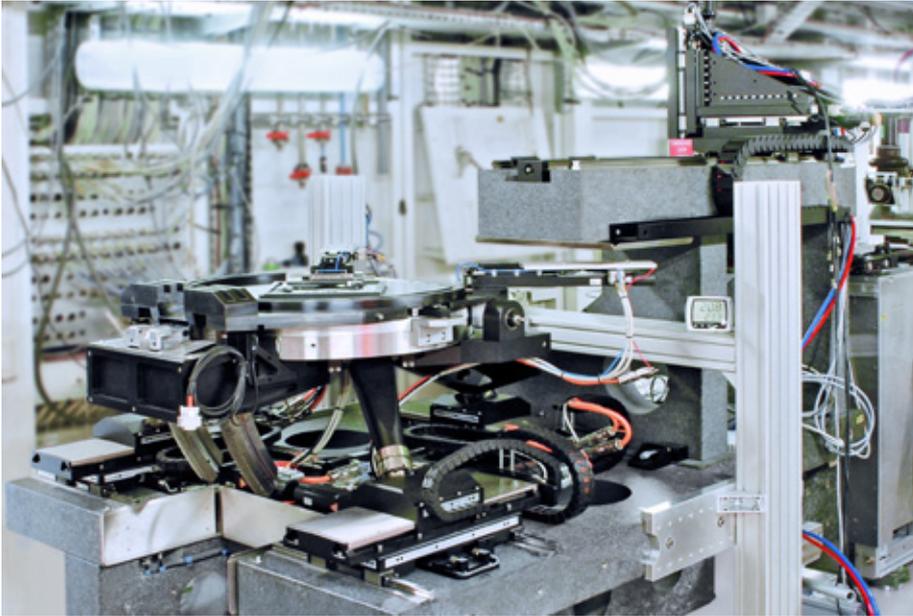


Abb. 3: Detektor- und Probenpositionierung aus drei kooperierenden Systemen: Hubtisch mit Granitunterbau, in drei Achsen beweglicher Detektortisch und Probenpositionierung Bild: PI, Fh-EZRT, ESRF

aus einem sechssachsigen Positioniersystem sowie einem Rotations- und Kipptisch, auf dem der eigentliche Probenträger magnetisch gehalten wird. Die Herausforderungen verbergen sich in den Details, die erst die Raffinesse dieser Ingenieurleistung zu Tage bringen.

#### Details, auf die es ankommt

So war bei der Konzeption des Hubtisches die große Gesamtmasse von 2,5 Tonnen eine Herausforderung, denn sie muss präzise und parallel gehoben werden. Dafür sorgt eine Dreipunktluftlagerung. Auf diese Weise lässt sich die Anlage mit minimalem Kraftaufwand verschieben, steht gleichzeitig aber auch stabil, sobald der Luftstrom ausgeschaltet ist. Die Verkippung des Granitunterbaus kann nachjustiert werden. Ein absolut messendes Lineal ermöglicht die präzise und wiederholbare Ausrichtung auf wenige Mikrometer genau. Angesteuert wird der komplette Aufbau über einen Controller mit Positionsanzeige und Joystickbedienung.

Ebenfalls anspruchsvoll ist die Konstruktion des Detektortisches. Die auskragende Last der 50 Kilogramm schweren Detektoren muss in einem Bereich von 850 mm × 300 mm × 500 mm bewegt werden. Dabei darf die Absolutabweichung nicht mehr als 100 nm betragen und Verkippungen sind lediglich bis bis +/- 30 µrad tolerierbar. Die Längsachse des Detektortisches wurde deshalb direkt in die Granitbasis integriert.

Weitere Garantien für die hohe Positioniergenauigkeit sind präzise aufeinander abgestimmte Komponenten, beispielsweise der Antrieb über mittig angeordnete Kugelumlaufspindeln, Nadelführungen und ein sehr genauer optischer Linearencoder. Ein hohes Übersetzungsverhältnis in einem spielfreien Getriebe sorgt für die Selbsthemmung der vertikalen Achse.

#### Proben mit Mikrometerngenauigkeit positionieren

Schließlich müssen die Proben ebenso genau für die Untersuchungen positioniert werden. Hier kommt das sechssachsige Positioniersystem zum Einsatz (Abb. 4). Dieser SpaceFAB ist symmetrisch aufgebaut, wobei drei Beine mit fester Länge jeweils auf einem XY-Tisch in einem Kugelgelenk



Abb. 4: Symmetrisch aufgebaute, sechssachsige Parallelkinematik, wobei jeweils drei Beine mit fester Länge an der Plattform angreifen, die wiederum jeweils von einer XY-Tischkombination getragen werden Foto: PI

gelagert sind. Die Plattform des SpaceFAB ist jeweils über ein Zylinderlager an den Beinen befestigt. Die unteren Tische der XY-Kombinationen sind mit Führungen in den Granitblock integriert. Die Proben können so in sechs Freiheitsgraden positioniert werden. Wesentlich dabei sind der frei wählbare Drehpunkt des parallelkinematischen Systems sowie seine hohe Steifigkeit. Die linearen Stellwege betragen 150 mm × 150 mm × 50 mm, bei 0,2 µm Positionsauflösung eine Kippung ist bis ±12,5° für die Achsneigung beziehungsweise ±5° in den anderen Richtungen möglich. Für die Präzision sorgen optische Linearencoder sowie die hochgenauen mechanischen Komponenten, die von Kombinationen aus Schrittmotoren und spielfreien Kugelumlaufspindeln angetrieben werden.

Auf dieser Parallelkinematik befindet sich dann ein kombinierter Rotations- und Kipptisch, der den eigentlichen Probenthaler trägt. Der Rotationstisch ermöglicht eine 360°-Rotation mit nur 0,24 µm Absolutabweichung in der Ebenheit. Die Reproduzierbarkeit der Probenpositionierung des SpaceFabs nach einer Referenzmessung ist mit kleiner 0,5 µm spezifiziert und realisiert worden. Die Exzentrizität der Rotation liegt bei unter 0,5 µm. Das ist wichtig, damit die verschiedenen Projektionswinkel dasselbe projizierte Rotationszentrum haben. Bei geringerer Genauigkeit würden bei der Rekonstruktion Artefakte entstehen. Die niedrige Bauhöhe ermöglicht flache Kippwinkel, ohne dass der Synchrotronstrahl durch mechanische Elemente dringt und dadurch eine Projektionsaufnahme unmöglich wird. Ein optischer Encoderring stellt die hohe Winkelauflösung sicher. Zusätzlich kann über den Kipptisch der Winkel der Probe zum Röntgenstrahl um bis zu 45° mit einer Auflösung von 0,001° justiert werden. Dieser Aufbau hat einen selbsthemmenden Zahnstangenantrieb und steht während der Untersuchung stabil.

Der eigentliche Probenthaler, ein sehr dünner Rahmenträger, ist ebenfalls eine technische Besonderheit. Er liegt auf Teflonpolstern und wird magnetisch gehalten. Zur Zentrierung des Probenthalers in Relation zur Rotationsachse dienen zwei im 90°-Winkel angebrachte Lineartische, die den Probenthaler über 150 mm × 150 mm verschieben, diesen aber im Betrieb nicht berühren. Die magnetische Halterung kann ein- und ausgeschaltet werden, ein Festkörpergelenk und Luftlager sorgen für optimale Parallelität.

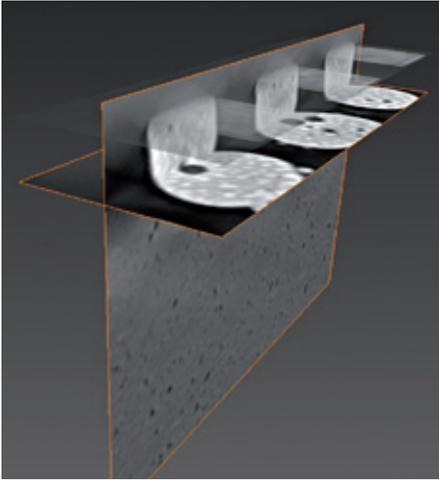


Abb. 5: 3D-Abbildung von Mikrostruktur und Fehlstellen in Lötverbindungen in der Mikroelektronik  
Bild: KIT

Von den Untersuchungsergebnissen, die sich heute mit einem solchen Synchrotronlaminografie-Verfahren erzielen lassen, können die unterschiedlichsten Bereiche profitieren, angefangen von der industrienahe Forschung bis hin zu Geologie oder Life-Science. *Abbildung 5* beispielsweise zeigt die 3D-Abbildung verdeckter Löt­kugeln in der Mikroelektronik. Die von den Spezialisten der *Beamline Instrumentation* maßgeschneiderte Positionierlösung, die selbst großformatige Proben und entsprechend große Lasten auf den Mikrometer genau ausrichtet, trägt dazu wesentlich bei.

## Physik Instrumente (PI)

In den letzten vier Jahrzehnten hat sich Physik Instrumente (PI) mit Stammsitz in Karlsruhe zum führenden Hersteller von Positioniersystemen mit Genauigkeiten im Nanometerbereich entwickelt. Das privat geführte Unternehmen ist mit vier Sitzen in Deutschland und zehn ausländischen Vertriebs- und Serviceniederlassungen international vertreten. Über 700 hochqualifizierte Mitarbeiter rund um die Welt versetzen die PI-Gruppe in die Lage, fast jede Anforderung aus dem Bereich innovativer Präzisionspositioniertechnik zu erfüllen. Alle Schlüsseltechnologien werden im eigenen Haus entwickelt. Dadurch kann jede Phase vom Design bis hin zur Auslieferung kontrolliert werden: die Präzisionsmechanik und Elektronik ebenso wie die Positionssensorik. Die dafür benötigten piezokeramischen Elemente werden bei der Tochterfirma PI Ceramic in Lederhose gefertigt, einem der weltweit führenden Unternehmen auf dem Gebiet aktorischer und sensorischer Piezoprodukte. Die PI miCos GmbH in Eschbach bei Freiburg ist spezialisiert auf flexible Positioniersysteme für Ultrahochvakuum-Anwendungen sowie parallelkinematische Positioniersysteme mit sechs Freiheitsgraden und Sonderanfertigungen.

➔ [www.pi.de](http://www.pi.de)

## Literatur

- [1] L. Helfen, T. Baumbach, P. Mikulík, D. Kiel, P. Pernot, P. Cloetens, J. Baruchel: High-Resolution Three-Dimensional Imaging of Flat Objects by Synchrotron-Radiation Computed Laminography; *Appl. Phys. Lett.* 86, 071915 (2005)
- [2] L. Helfen, A. Myagotin, P. Mikulík, P. Pernot, A. Voropaev, M. Elyyan, M. Di Michiel, J. Baruchel, T. Baumbach: On the implementation of computed laminography using synchrotron radiation; *Rev. Sci. Instrum.* 82, 063702 (2011)
- [3] A. J. Moffat, P. Wright, L. Helfen, T. Baumbach, G. Johnson, S. M. Spearing, I. Sinclair: In situ synchrotron computed laminography of damage in carbon fibre – epoxy [90/0]s laminates; *Scripta Mater.* 62, 97-100 (2010)
- [4] A. Houssaye, F. Xu, L. Helfen, V. de Buffrénil, T. Baumbach, P. Tafforeau: Three dimensional pelvis and limb anatomy of the Cenomanian hind-limbed snake *Eupodophis descouensi* (Squamata, Ophidia) revealed by synchrotron-radiation computed laminography; *Journal of Vertebrate Paleontology* 31, 2-7 (2011)
- [5] L. Helfen, T. Baumbach, P. Cloetens, J. Baruchel: Phase-contrast and holographic computed laminography; *Appl. Phys. Lett.* 94, 104103 (2009)

## MICROmote®-Sensoren für den industriellen Einsatz

Die miniaturisierten MICROmote®-Optosensoren von Balluff mit separater Auswertelektronik bestechen durch große optische Leistung auf aller kleinstem Raum; dies verdanken sie besonderen miniaturisierten LEDs, Fotodioden und Fototransistoren. Für ihre Produktion hat Balluff eigens ein neues, patentiertes Herstellungsverfahren entwickelt. Dieses sorgt für eine außergewöhnlich hohe optische Präzision der mikrooptischen Komponenten.

Ideal eingesetzt sind die MICROmote®-Sensoren in kleinen Einbauräumen oder auch an bewegten Maschinenteilen und Robotergreifern, wo geringes Gewicht gefragt ist. Die robusten in ein Metallgehäuse integrierten Sensoren werden mit einem separaten Verstärker betrieben, der außerhalb des Messbereichs platziert werden kann. Hochflexible elektrische Leitungen sorgen

für die sichere Übertragung der Signale zwischen Sensorkopf und Verstärker. Damit sind die Sensoren auch eine technische Alternative zu Faseroptiken. Als weiteren Vorteil bietet der Verstärker ergonomische Anzeige- und Bedienelemente.

Die optoelektronischen Sensorköpfe mit Abmessungen im Bereich von wenigen Millimetern weisen nicht nur überzeugende technische Kennwerte auf, sondern besitzen auch zahlreiche Besonderheiten. Dank eines ausgefeilten Baukastensystems fällt es den Anwendern leicht, für nahezu jede Applikation schnell und kostengünstig die passende Lösung zu finden. Dabei spielt es keine Rolle, ob es sich um die Positionserfassung von Kleinteilen, das Erkennen und Zählen von Objekten oder die Füllstand­erfassung von schäumenden Flüssigkeiten handelt.



Sensor und Verstärker

Verfügbar sind unter anderem Lichttaster, Einweglichtschranken, hochvakuumtaugliche Sensoren, Gabelsensoren, aber auch Präzisionsschlauchsensoren, wie man sie beispielsweise zur Detektion von Flüssigkeiten und Blasen verwendet.

Balluff GmbH, Schurwaldstraße 9  
D-73765 Neuhausen a.d.F.

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

## Dichtheitsprüfung für jede Anforderung

Zeltwanger Automation präsentiert schnell lieferbares Dichtheitsprüfmodul für manuelle und automatisierte 100%-Kontrolle mit vielen Sonderfunktionen als Standardlösung

Eine kompakte Dichtheitsprüfanlage mit Schiebeschlitten hat die Zeltwanger Automation GmbH entwickelt. Die modular aufgebaute Neuentwicklung lässt sich individuell an unterschiedliche Prüfsituationen anpassen und enthält schon als Grundeinheit viele Sonderfunktionen. Der Schiebeschlitten ermöglicht sowohl die manuelle als auch die automatische Beladung. Die preiswerte Einheit zur Qualitätssicherung kann dank vieler Standardelemente schneller geliefert werden.

Mit kurzen Taktzeiten lässt sich die modular aufgebaute Dichtheitsprüfanlage mit Schiebeschlitten nach Auskunft der Entwickler bei der Zeltwanger Automation GmbH zur Qualitätssicherung ideal in eine Hundertprozentkontrolle einbinden. Das Prüfmodul kann wahlweise manuell oder automatisch mit Werkstücken beladen werden. Das können beispielsweise große Guss- oder Kunststoffteile mit Abmessungen von maximal 480 mm x 420 mm x 350 mm sein.

Anwender prüfen damit unter anderem Getriebegehäuse für Lastkraftwagen sowie Gehäusedeckel oder Zylinderköpfe genauso wie Kunststoffteile für die Medizintechnik auf Risse, Lunker oder andere ungewollte Ereignisse. Zur Dichtheitsprüfung können verschiedene Prüfverfahren wie Überdruck, Unterdruck, Differenzdruck sowie Massefluss und andere angewandt werden. Der hohe Standardisierungsgrad ermöglicht günstige Preise und schnelle Lieferzeiten.



Die Zeltwanger Automation GmbH hat eine modulare und kompakte Dichtheitsprüfanlage mit Schiebeschlitten entwickelt



Die Bauteil berührenden Elemente werden von den Zeltwanger Konstrukteuren individuell an die Prüfteile angepasst

### Dichtheitsprüfung mit kurzer Taktzeit

Zur Standardausrüstung gehören ein Grundgestell mit Schutzumhausung und Lichtvorhang, die Tischplatte mit Schlitteneinheit, ein Niederhalter aus einem 4-Säulen-Gestell mit Träger- und Adapterplatte sowie ein leistungsfähiges Dichtheitsprüfgerät. Lediglich die Bauteil berührenden Elemente wie obere Halteplatte mit überfederten Niederhalterstiften und untere Grundplatte mit Dichtungen, Anschlägen und Auflageklötzen sowie ein Volumenverdränger werden von den Zeltwanger Konstrukteuren individuell an die Prüfteile angepasst. Das reduziert die Lieferzeit der modularen Anlage um bis zu 40 Prozent.

Durch geschickte Konstruktion des Volumenverdrängers kann das Volumen für die Prüfmedien so gering wie möglich gehalten werden. Das kommt der Taktzeit zugute und prädestiniert die Dichtheitsprüfanlage für eine Hundertprozentkontrolle innerhalb der Fertigungslinie. Die ergonomische Gestaltung ermöglicht die einfache, frontale manuelle Beladung des in der Prüfposition verriegelbaren Schiebeschlittens. Eine automatisierte Beladung schwerer Prüflinge ist ebenso möglich, da der Schlitten in der ausgefahrenen Position von vier Seiten frei zugänglich ist. Die Umrüstung auf andere

Prüflinge erfordert dank der modularen Bauweise nur wenig Zeit.

### Kundennahe Anpassungen frei wählbar

Durch optional wählbare Funktionseinheiten passt der Hersteller die Dichtheitsprüfanlage an die speziellen Anwendungen der Anwender an. Dazu gehören zum Beispiel das Verschließen von Hilfsbohrungen, Markier- oder Prägeeinheiten, andere Messverfahren und Dichtheitsprüfgeräte sowie andere Steuerungen als die Siemens S7-Standardausrüstung. Das Unternehmen sieht im Rahmen von allgemein steigenden Qualitätssicherungsmaßnahmen eine große Nachfrage nach der modularen Dichtheitsprüfanlage mit Schiebeschlitten.

### Montage- und Prüfsysteme von Zeltwanger

Die zur Tübinger Zeltwanger-Gruppe gehörende Zeltwanger Automation GmbH entwickelt und baut Montage- und Prüfsysteme, die sowohl für die Medizintechnik, als auch für die Automobilindustrie und die allgemeine Industrie einsetzbar sind. Als Schwerpunkt werden, neben vollautomatisierten werkstückträger- und roboter-basierten Montagesystemen, manuell



Der Schiebeschlitten der Zeltwanger Dichtheitsprüfanlage lässt sich sowohl manuell als auch automatisiert durch Roboter beladen



Mit kurzen Taktzeiten lässt sich die modular aufgebaute Dichtheitsprüfanlage mit Schiebeschlitzen zur Qualitätssicherung ideal in eine Hundertprozentkontrolle einbinden

verkettete *one-piece-flow*-Linienkonzepte als auch ergonomische Einzelplatzsysteme angeboten.

Die Anwender kommen aus den Bereichen Automotive, Medizintechnik, Hausgeräte, Verpackung, Kosmetik, Hydraulik, Pneumatik oder Elektronik. Auf der Kundenliste stehen unter anderem so renommierte Namen wie Audi, Bosch, B. Braun, Continental, Daimler, Dürr, Getrag oder Kuka. Für den Einsatz im medizinischen und biotechnologischen Umfeld, werden gemäß der Europäischen und Amerikanischen Normen und den Richtlinien der GMP (Good Manufacturing Praxis) entsprechend Anlagen erstellt.

Zeltwanger Automation GmbH  
Maltschachstraße 32, D-72144 Dußlingen

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

## Konstruktionsempfehlungen für additive Fertigungsverfahren

Neue Richtlinie VDI 3405 Blatt 3 dient Konstrukteuren und Planern als Arbeitsgrundlage für additive Fertigungsverfahren

Die additiven Fertigungsverfahren haben ihren Ursprung im Prototypenbau und sind als Rapid Prototyping bekannt geworden. Mittlerweile sind die Eigenschaften der additiv hergestellten Bauteile so gut, dass diese direkt als fertige Produkte verwendet werden können. Sie haben das Potenzial, Herstellzeit und -kosten eines Bauteils zu reduzieren und dabei dessen Funktionalität zu erhöhen. Mit der jetzt veröffentlichten Richtlinie VDI 3405 Blatt 3 wird Konstrukteuren und Fertigungsplanern eine Arbeitsgrundlage an die Hand gegeben, mit denen sie die additiven Fertigungsverfahren bei der Auswahl eines geeigneten Produktionsverfahrens für eine gegebene Aufgabenstellung qualifiziert berücksichtigen können.

Jedes Fertigungsverfahren hat seine spezifischen Stärken und Schwächen. Bei den additiven Fertigungsverfahren fehlt den Konstrukteuren dieser Erfahrungsschatz bislang noch weitgehend. Dabei bieten diese Verfahren durch den Wegfall von Einschränkungen konventioneller Verfahren ein hohes Maß an Gestaltungsfreiheit. Es können Bauteilgeometrien realisiert werden, die konventionell nicht herstellbar sind. Die Richtlinie VDI 3405 Blatt 3 beschreibt die

Besonderheiten der additiven Fertigungsverfahren und gibt ausführliche und konkrete Konstruktionsempfehlungen für das Lasersintern von Kunststoffbauteilen und das Strahlschmelzen von Metallen.

VDI 3405 Blatt 3 wird bei der Konstruktion von Bauteilen angewandt, um die Vorteile der additiven Fertigungsverfahren auszuschöpfen und die verfahrensbedingten Beschränkungen angemessen zu berücksichtigen. Die Richtlinie gilt für die additiven Fertigungsverfahren Lasersintern von Kunststoffbauteilen (VDI 3405 Blatt 1) und Strahlschmelzen metallischer Bauteile (VDI 3405 Blatt 2). Unter Berücksichtigung der jeweiligen verfahrensspezifischen Besonderheiten gilt diese Richtlinie auch für die anderen in der VDI 3405 aufgeführten additiven Fertigungsverfahren.

Weitere Informationen und ein kostenfreier Statusbericht der VDI-Gesellschaft Produktion und Logistik (GPL) zu den additiven Fertigungsverfahren und ihrem Potenzial für den Maschinenbau stehen unter [www.vdi.de/statusadditiv](http://www.vdi.de/statusadditiv) zur Verfügung.

Herausgeber der Richtlinie VDI 3405 Blatt 3 Additive Fertigungsverfahren; Konstruktionsempfehlungen für die Bauteilfertigung



Richtlinie VDI 3405: Konstruktionsempfehlungen für additive Fertigungsverfahren

Bild: Festo AG & Co. KG

mit Laser-Sintern und Laser-Strahlschmelzen ist die VDI-Gesellschaft Produktion und Logistik. Die Richtlinie ist ab Februar als Entwurf zum Preis von 68,40 Euro beim Beuth Verlag erhältlich. Einsprüche können bis zum 31. Mai 2015 unter [www.vdi.de/einspruchsportal](http://www.vdi.de/einspruchsportal) eingereicht werden.

Weitere Informationen und Onlinebestellung unter [www.vdi.de/3405-3](http://www.vdi.de/3405-3) oder [www.beuth.de](http://www.beuth.de).

➔ [www.vdi.de](http://www.vdi.de)

# Massiver Leichtbau – Leichtbaupotentiale durch Werkstoff- und umformtechnische Innovationen

Tagung Massiver Leichtbau im Automobil vernetzt 170 Teilnehmer der Branchen Automobilbau, Stahlherstellung und Massivumformung

Mit 170 Teilnehmern ist die Tagung Massiver Leichtbau im Automobil: Werkstoffe & Bauteile, Potentiale & Lösungen auf sehr große Resonanz gestoßen. Die Veranstaltung am 18. und 19. November 2014 im Hotel Mövenpick direkt am Stuttgarter Flughafen und Messegelände war Treffpunkt für alle, die sich in Forschung und Industrie mit dem Thema Massiver Leichtbau befassen. Auf Einladung der Initiative Massiver Leichtbau zeigten Referenten in 21 Vorträgen, wie in enger Zusammenarbeit zwischen technischen Hochschulen und Unternehmen Entwicklungsergebnisse effizient in die Praxis umgesetzt werden. Am zweiten Tag der Veranstaltung standen vor allem Vorträge von Fachleuten aus der Praxis auf dem Programm, die Beispiele für konzipierte und umgesetzte Lösungen zur Herstellung von Leichtbauteilen sowie die dabei erzielten Gewichtseinsparungen vorstellten.

Fortsetzung aus WOMag 1-2/2015

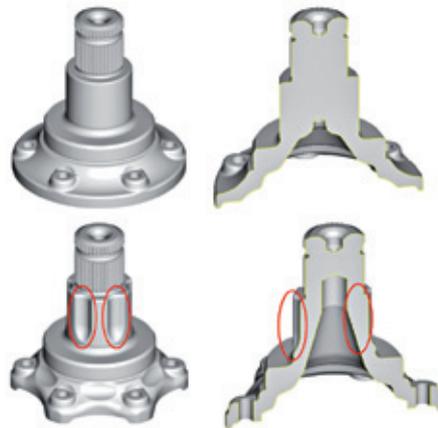
## Leichtbaulösungen

Der zweite Tag der Veranstaltung in Stuttgart stand unter dem Schwerpunkt realisierter Lösungen für den Automobilbau. Dabei zeigte es sich, dass eine Zusammenarbeit zwischen den Konstrukteuren aus dem Abnehmerkreis mit den Umformern notwendig ist, da die vorgeschlagenen und umgesetzten Lösungen einen erheblichen Eingriff in die Gestalt der Teile nehmen.

### Komponenten

Dr.-Ing. H.-W. Raedt gab in seinem Vortrag einen Überblick über die Ansätze zur Einsparung von Gewicht im Bereich des Antriebsstrangs und Motors von Fahrzeugen. Neben rotationssymmetrischen Teilen wie Antriebsrad und Tellerrad bei Differentialen, Zahnradern, Eingangswelle, Radnabe, Pumpenring und -welle wurden auch ein Kreuzgelenk, ein Dreiarmflansch des Antriebsstrangs oder ein Pleuel des Motors betrachtet.

Dafür kommt beispielsweise der Werkstoff 16MnCr5mod (H2) in Betracht, der Potenzial zur Leistungssteigerung, aber auch zur Senkung der Kosten besitzt. Er besitzt mit seiner bainitischen Struktur, die er durch



Beispiel für Gewichtseinsparung durch Anbringen von Eindellungen an einer Flanschswelle

Quelle: Raedt, Hirschvogel

die kontrollierte Abkühlung aus der Warmumformung erhält, eine mit dem Vergütungsstahl 42CrMo4 vergleichbare Festigkeit. Die erzielbaren Festigkeiten liegen zwischen 600 MPa und 700 MPa; insbesondere ist aber auch bei hohen Lastwechseln von weit über einer Million kaum ein Abfall der Festigkeit zu vermerken. Des Weiteren ist der Werkstoff härtbar mit einstellbaren Werten zwischen etwa 40 HRC und bis zu 48 HRC. Auch hier kommt sein

Kostenvorteil zum Tragen, da die Härtebarkeit durch die Verwendung von preiswerten Elementen erzielt wird.

An verschiedenen Beispielen zeigte der Vortragende, wie durch konstruktive Anpassungen eine Gewichtseinsparung von bis zu 20 Prozent pro Bauteil erreicht werden kann. Erzielt wird dies durch eine Anpassung der Wanddicken oder der Ausführungen von Wänden, indem streng den tatsächlichen Materialstärken zur Erzielung der Gesamtfestigkeit eines Bauteils gefolgt wird. Dies bedeutet in der Regel die Einführung von Eindellungen oder Einschnitten an Stellen, die dies bei Einhaltung der Festigkeit zulassen.

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

WOMag-online-Abonnenten steht der gesamte Beitrag zum Download zur Verfügung. Im Weiteren werden an verschiedenen Bauteilen die Möglichkeiten zur Gewichtseinsparung und den daraus resultierenden Eigenschaften aufgezeigt. Der Gesamtumfang des Beitrags beträgt etwa 3 Seiten mit 5 Abbildungen.

## Oberflächenveredelung vom Besten

### ELTROPULS

- » Plasmanitrieren
- » Oxidieren
- » Beschichten

ELTROPULS Anlagenbau GmbH  
ELTROPULS Oberflächenveredelung GmbH

Arnold-Sommerfeld-Ring 3  
52499 Baesweiler

[www.eltropuls.de](http://www.eltropuls.de)  
Tel. 02401/80970

# Oberflächen von Kupfer und Kupferlegierungen optimieren

Fortbildungsveranstaltung des Deutschen Kupferinstituts gibt Einblick in die Zusammenhänge bei der Herstellung von Kupferbauteilen

Die Weiterbildungsveranstaltung des Deutschen Kupferinstituts zum Thema Oberflächen von Kupferwerkstoffen bietet einen Einblick in die Eigenschaften des Grundwerkstoffs, die Verarbeitung zu Halbzeug und vor allen Dingen in die Eigenschaften der verschiedenen Kupferwerkstoffe. Dies beinhaltet die metallographischen Grundlagen der Metalle, die Abläufe der Oxidation und Korrosion, die Auswirkungen der Verarbeitung auf die Eigenschaften des Werkstoffs oder die unterschiedlichen Möglichkeiten der Oberflächenbearbeitung, wie galvanische Beschichtung oder Feuerverzinnen.

Als Teil des internationalen Netzwerks der Copper Alliance verbindet das Deutsche Kupferinstitut Forschung und Anwendung mit dem Ziel, eine offene Wissensplattform zu schaffen. Das Kupferinstitut unterstützt als Innovationsmotor zahlreiche Marktentwicklungsprojekte, bietet Lösungen für spezifische Einsatzbereiche und fundierte Informationen für Fach- und Publikumskreise. Im Rahmen dieser Aktivitäten werden auch Seminare und Fortbildungsmaßnahmen rund um den Werkstoff Kupfer angeboten. Ende vergangenen Jahres stand das Thema Optimierung von Oberflächen auf dem Programm. In 13 Fachvorträgen mit Diskussionsrunden gaben Fachleute aus Forschung und Industrie Einblicke in die Zusammenhänge zur Herstellung von Bauteilen aus Kupferwerkstoffen. Geleitet wurde die Veranstaltung von Dr. Christian Rösner.

## Deutsches Kupferinstitut

Seit über 80 Jahren bietet das Deutsche Kupferinstitut, 1927 gegründet als gemeinnützige Beratungseinrichtung für alle Fragen rund um Kupfer und Kupferlegierungen, kostenlose Informationen zu Kupfer an. Im Laufe der Zeit sind die Anforderungen gestiegen, gleichzeitig haben sich auch die Handlungsmöglichkeiten des Instituts weiter entwickelt. Neben zahlreichen allgemeinen Informationen auf der Website und der kostenlosen Initialberatung stehen fachbezogene Informationsseiten und Onlinetools, ein vom Deutschen Kupferinstitut moderierter Blog, ein Fachverlag, Seminare sowie kostenpflichtige Ingenieurleistungen zur Verfügung. Insbesondere die Netzwerkbildung und die Unterstützung durch Kooperationspartner für gemeinsame Forschung rund um Kupfer zählen heute zu den wichtigen Aufgaben.

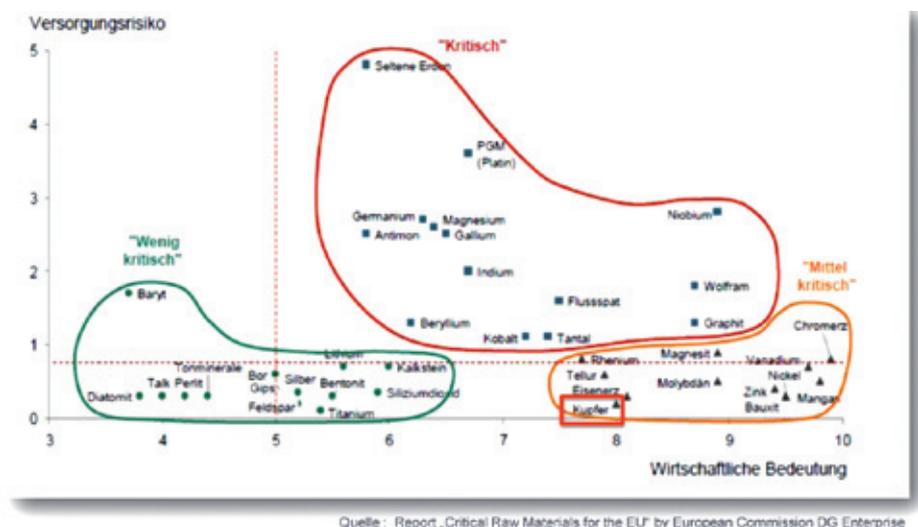
## Nachhaltiger Werkstoff mit faszinierenden Eigenschaften

Kupfer zählt nicht nur zu den ältesten genutzten Metallen, sondern ist aufgrund seiner besonderen Eigenschaften – Farbe, Verarbeitbarkeit, Mischbarkeit, elektrische und Wärmeleitfähigkeit, Korrosionsbeständigkeit – in vielen Bereichen der heutigen Technologien kaum ersetzbar. In einigen Anwendungen ist vor allem Aluminium eine mögliche Alternative, weshalb der Vergleich von Kupfer mit Aluminium gezogen wurde. Insbesondere bei der Verfügbarkeit übersteigt der Anteil an Aluminium in der Erdkruste den von Kupfer etwa um das 700-fache. Trotzdem ist nach Aussage von Dr. Anton Klassert die Versorgung mit Kupfer für die kommenden 100 Jahre gesichert. Dazu stehen ausreichend Lagerstätten in günstiger Verteilung zur Verfügung, sodass auch Krisen in Teilen der Welt keinen Engpass verursachen werden. Darüber hinaus trägt eine hohe Recyclingquote für Kupfer zur guten Verfügbarkeit bei – damit

zählt Kupfer nach Ansicht der EU in strategischer Sicht zu den mittelkritischen Stoffen.

Kupfer ist neben seinen guten Eigenschaften auch aufgrund der außergewöhnlich guten Mischbarkeit mit anderen Metallen sehr variabel. Die elektrische Leitfähigkeit ändert sich durch Zugabe von Antimon, Cadmium, Zinn oder Bismut kaum, während bereits geringe Mengen an Chrom, Lithium oder Mangan einen starken Abfall der Leitfähigkeit bewirken. Deutliche Änderungen der Ermüdungseigenschaften ergeben sich durch Zugabe von Zinn oder Zink zu Kupfer. Die Verschleißbeständigkeit von Kupfer wird durch Zugabe von Chrom, Aluminium, Zinn und Eisen verändert, die Farbe durch Zinn und Nickel oder die Korrosionsbeständigkeit durch Nickel, Zinn, Aluminium, Eisen und Blei. Durch Zusatz von Magnesium, Blei, Titan, Zink, Eisen, Aluminium und Mangan entstehen kostengünstigere Werkstoffe auf Basis von Kupfer.

In der Industrie finden Kupfer und Kupferlegierungen vor allem für Anlagen und



Quelle: Report „Critical Raw Materials for the EU“ by European Commission DG Enterprise

Verfügbarkeit strategischer Rohstoffe aus Sicht der EU

Apparate mit etwa 30 Prozent die umfangreichste Anwendung. Bei den Verbraucherstaaten dominiert derzeit China (30 %) vor Europa (ca. 20 %) und Nordamerika (ca. 15 %).

### Werkstoffgrundlagen

Nähere Einblicke in die Grundlagen des Werkstoffs Kupfer gab Dr. Ladji Tikana, wobei er einleitend die große Zahl an möglichen Legierungen hervorhob. Zur klaren Kennzeichnung der verschiedenen Legierungen und deren Zustandsformen dienen Kurzbezeichnungen, die in den Normen wie DIN EN 1412, DIN EN 1982 oder DIN EN 1173 festgelegt sind. Dabei ist beispielsweise zu berücksichtigen, dass Gusslegierungen nach dem Gießen über ein eindeutiges Eigenschaftsprofil verfügen, während Knetwerkstoffe bei der Weiterverarbeitung Änderungen erfahren, die eine genaue Spezifikation erforderlich machen. Daraus entstehen dann umfangreichere Bezeichnungen für Eigenschaften wie Bruchdehnung, Korngrößen des Gefüges, Härte oder Zugfestigkeit.

Als nach wie vor wichtigste Kupferlegierung wird Messing mit etwa 30 Prozent bis 50 Prozent Zink für die unterschiedlichsten Produkte eingesetzt. Die Eigenschaften von Messing werden durch Zugabe von weiteren Legierungspartnern wie Aluminium, Eisen und Mangan in Mehrstofflegierungen erweitert. Eine weitere Legierung, die sowohl als Guss als auch als Knetwerkstoff verarbeitet wird, ist Kupfer-Zinn (Bronze) mit Zinngehalten bis acht Prozent für Knetlegierungen beziehungsweise neun Prozent bis 13 Prozent für Guss. Bronzen zeichnen sich vor allem durch eine gute Korrosionsbeständigkeit und Federeigenschaften aus. Niedriglegierte Kupferwerkstoffe werden in aushärtbare und nicht aushärtbare Legierungen eingeteilt. Durch den hohen Kupferanteil besitzen sie eine gute Leitfähigkeit und daraus folgend eine gute Eignung für elektrische Komponenten, Stanzgitter, Stecker oder Hochstromleitungen. Der einzige wirkliche Nachteil bei reinem Kupfer liegt im hohen Gewicht, weshalb die Konkurrenz zu Aluminium besteht, das bei selber Übertragungsleistung nur die halbe Masse aufweist, allerdings einen um etwa 30 Prozent größeren Querschnitt einer Leitung erfordert.

Abschließend erläuterte Dr. Ladji Tikana die Abläufe zur Gewinnung von Kupfer, ausgehend von der Erzgewinnung über dessen Verhüttung, Verarbeitung und dem

Schließen des Kreislaufs durch Recycling. Auch er wies darauf hin, dass derzeit kein Engpass bei Kupfer als Rohstoff erkennbar ist.

### Chemische Reaktionen an Kupferoberflächen

Dr. Christian Rösner vollzog den Schritt von der reinen Werkstoffkunde zum Einsatz des Materials unter Einfluss der unterschiedlichsten Medien von außen. Dabei spielt die Oberfläche die vorwiegende Rolle; sie ist der Übergangsbereich vom Grundwerkstoff zu einer direkten Kontaktzone zur Umgebung, die nur einige Nanometer dick ist. An dieser Übergangzone stehen sich im Falle von Kupfer regelmäßig angeordnete Atome mit frei beweglichen Elektronen und beliebige andere Elemente mit unterschiedlich großer Neigung zu Reaktionen gegenüber. Als Ergebnis kann beispielsweise eine Adsorption von Sauerstoff sowie eine Reaktion zur festen Bindung in Form von Oxid erfolgen.

In der Regel wird hierbei zwischen Chemisorption und Physisorption unterschieden. Bei der Chemisorption liegen starke Wechselwirkungen und eine chemische Bindung vor, die zur Entfernung aggressive Medien erfordern. Bei der Physisorption sind es dementsprechend schwache Wechselwirkung und ein reversibles Verhalten, beispielsweise das Anlagern von Ölen, Fetten oder Tensiden. Kupfer adsorbiert aus der Umgebungsluft vor allen Dingen Sauerstoff und Kohlenstoffdioxid. Darüber hinaus entstehen unter Einfluss von Wasser mit Schwefeldioxid Oberflächenreaktionen. Allen Reaktionen liegt die Tatsache zugrunde, dass der Endzustand zu einem Energiegewinn führt, also energetisch günstiger ist. Bei den Metallen bedeutet dies in der Regel eine Rückführung in den ursprünglichen Zustand vor der Metallgewinnung, also Verbindungen mit Sauerstoff oder Schwefel (Oxid oder Sulfide).

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

WOMag-online-Abonnenten steht der gesamte Beitrag zum Download zur Verfügung. Im Weiteren werden die Eigenschaften von Kupferwerkstoffen nach der Umformung, Möglichkeiten und Eigenschaften durch Oberflächenbehandlung sowie die bevorzugten Einsatzfälle von Kupferwerkstoffen dargelegt. Der Gesamtumfang des Beitrags beträgt etwa 5 Seiten mit 6 Abbildungen.

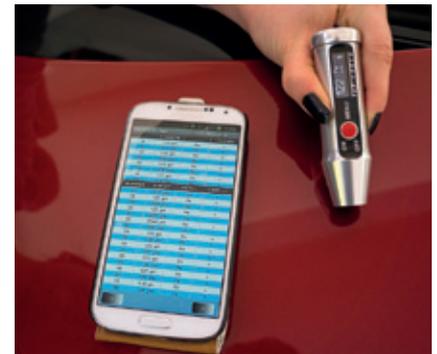
## LIST-MAGNETIK

Messgerätebau Made in Germany

Schichtdickenmessung

Magnetfeldmessgeräte

Magnetisieren, Entmagnetisieren



### TOP-CHECK

Hochpräzise Schichtdickenmessung  
Um 90° schwenkbare Messsonde  
Bluetooth-Schnittstelle zur Übertragung  
der Messwerte an die TOP-CHECK APP



### MP-1000 und MP-2000

Magnetische Feldmessung  
für Feldstärken von 0 bis 40.000 A/cm



### Magnetisieren, Entmagnetisieren

Sondergerätebau für Magnetisierung  
Handliche Entmagnetisiergeräte  
Unser Know-how für Ihren Spezialbedarf



Hannover Messe 13.-17.04.2015, Halle 3, Stand H38  
Control Stuttgart 05.-08.05.2015, Halle 1, Stand 1009

LIST-MAGNETIK • Dipl.-Ing. Heinrich List GmbH  
Max-Lang-Str. 56/2 • D-70771 Leinfelden-Echterdingen  
Tel.: +49 711/90 36 31-0  
Fax: +49 711/90 36 31-10  
E-Mail: [info@list-magnetik.de](mailto:info@list-magnetik.de)  
[www.list-magnetik.de](http://www.list-magnetik.de)



## Lösemittelfreies Lötverfahren für die Baugruppenfertigung

### Effizienter und umweltgerechter Flussmittelauftrag mit Plasma

Die Aktivierung von Lötstellen durch Flussmittel ist in der Elektronikfertigung eine wesentliche Voraussetzung für fehlerfreie Verbindungen. Bisher kommen dafür überwiegend Flussmittel auf Lösemittelbasis zum Einsatz. Ein Forschungsprojekt untersuchte den trockenen Auftrag lösemittelfreier, pulverförmiger Flussmittel mit dem inlinefähigen Plasmasystem Plasmabrush PB3 unter Atmosphärendruck. Es ermöglicht nicht nur die prozesssichere Aktivierung beim bleifreien Wellenlöten, sondern überzeugt auch unter Kosten- und Umweltaspekten.

Das Flussmittel hat die Aufgabe, Verschmutzungen, Oxide und Korrosion vom Substrat zu entfernen sowie eine Oxidation von Substrat und Lotlegierung während des Lötens zu verhindern. Insbesondere in Nclean-Prozessen kommt es auch darauf an, dass das Flussmittel beim Lötprozess praktisch komplett verbraucht wird. Die überwiegend in der Industrie eingesetzten Flussmittel basieren auf Lösemitteln.

Ziel eines durch das Land Bayern geförderten Forschungsprojekts war daher die Entwicklung eines bleifreien Lötverfahrens für die Baugruppenfertigung in der Mikrosystemtechnik. Projektpartner waren das Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM, Osram, Reinhausen Plasma, Seho, Siemens und Zollner.

Einen Schwerpunkt im Projekt bildete der Auftrag von Flussmitteln mit dem Atmosphärendruck-Plasmasystem Plasmabrush PB3 der Relyon Plasma GmbH (vormals Reinhausen Plasma GmbH). Der Plasmaerzeuger wurde für diese Anwendung



Das Flussmittel wird über einen externen Injektor dem Plasmastrahl zugeführt und auf dem Substrat abgeschieden  
Foto: Relyon Plasma

entsprechend weiterentwickelt, um pulverförmige Flussmittelsysteme in dünnen Schichten aufbringen zu können.

Die von der Emil Otto GmbH entwickelten Flussmittel in Pulverform, beispielsweise Adipinsäure, werden über eine spezielle Dispergiereinheit, die eine stabile und konstante Pulverförderung mit einem

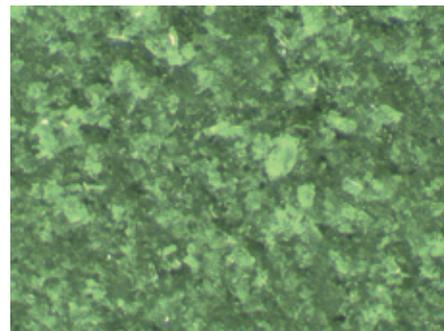
definierten Druck gewährleistet, dem Plasmastrahl zugeführt. Die Position des Plasmastrahls kann durch einen Roboter in x-, y- und z-Richtung gelenkt werden. Dies ermöglicht eine sehr exakte Abscheidung des Flussmittels in den zu lötenden Bereichen. Dabei wird eine feine, homogene und reproduzierbare Schicht auf der Oberfläche als auch ein guter Durchgriff erzielt, der eine entsprechende Durchkontaktierung sicherstellt.

#### *Optimales Lötverhalten und geringe Korrosivität*

Die Beschichtungsversuche erfolgten auf speziellen Testboards, die von der Zollner Elektronik AG und Siemens konzipiert wurden. Durch eine thermische Auslagerung wurden die Boards vor der Beschichtung künstlich gealtert, sodass die Oberflächen nicht mehr lötbar waren. Nach der Plasmabeschichtung mit dem pulverförmigen Flussmittel wiesen sie sehr gute Lötergebnisse auf.

Eine Untersuchung der Korrosivität durch SIR-Tests an beschichteten Testkämmen fand ebenfalls statt. Sowohl mit der Adipinsäure als auch mit weiteren Flussmittelvarianten lagen die ermittelten Werte innerhalb der zulässigen Grenzen.

Durch die verschiedenen Versuche konnten nachgewiesen werden, dass mit den



Die Mikroskopaufnahme zeigt die abgeschiedene Flussmittelschicht auf einer elektronischen Leiterplatte  
Foto: Relyon Plasma

ausgewählten Flussmitteln und der Plasmabeschichtung beim Lötverhalten und der Korrosivität mit Standard-Lötprozessen vergleichbare Ergebnisse erzielt werden.

#### *Kosten- und Umweltvorteile*

Aufgrund des geringen Platzbedarfs kann das Plasmasystem einfach anstelle eines herkömmlichen Fluxers in eine Wellen-Lötanlage von Seho integriert werden. Für den Anwender wird der Flussmittelauftrag damit nicht nur lösemittelfrei und umweltverträglicher, sondern auch kostengünstiger. Denn aufgrund der pulverförmigen Konsistenz reduziert sich Maskierungsaufwand und Verbrauch sowie die Transportkosten ebenso wie der Reinigungsaufwand.

D. Schulz

#### **Relyon Plasma GmbH (vormals Reinhausen Plasma GmbH)**

Die in Regensburg ansässige Reinhausen Plasma GmbH versteht sich als innovativer Anbieter von Plasmalösungen für die Oberflächenveredelung und -beschichtung. Mit der Entwicklung der kalt-aktiven Atmosphärendruck-Plasmawerkzeuge Plasmabrush und Piezobrush, die sich durch niedrige Temperatur, geringe Gasgeschwindigkeit, extreme Spaltgängigkeit des Plasmas und hohe Reinheit der Gase auszeichnen, setzt das Unternehmen in der Reinigung und Oberflächenaktivierung mit Plasma neue Maßstäbe. Das patentierte Plasmadust-Verfahren ermöglicht es erstmals, zwei- und dreidimensionale Bauteile aus nahezu allen Werkstoffen ohne Lösemittel (VOC-frei) sowie energieeffizient direkt aus einem kalt-aktiven Plasma zu beschichten

➔ [www.reinhausen-plasma.com](http://www.reinhausen-plasma.com)

## Erfolgreich für die Region: NMI überzeugt beim Landeswettbewerb „RegioWIN“

Stärkung der regionalen Spitzenforschung durch Aufbau eines Nanoanalytikzentrums im Technologiepark Tübingen-Reutlingen

Mit seiner Projektidee zum Aufbau eines Nanoanalytikzentrums im Technologiepark Reutlingen-Tübingen gehört das NMI zusammen mit seinen Projektpartnern zu den glücklichen Gewinnern des EU-EFRE-Landeswettbewerbs *RegioWIN*. Bei der feierlichen Prämierung im Haus der Wirtschaft in Stuttgart nahm Prof. Dr. Hugo Hämmerle, Institutsleiter des NMI Reutlingen, die frohe Botschaft entgegen, die mit einem Investitionsvolumen von knapp 6,5 Millionen Euro verbunden ist. *Dies ist ein besonderer Erfolg für das NMI, seine Partner und die Region Tübingen-Reutlingen-Zollernalb*, freut sich Hämmerle über die Auszeichnung. Mit dem Nanoanalytikzentrum stärkt man die Spitzenforschung und damit die Zukunftsfähigkeit der Region. Das neue Zentrum ermöglichte Unternehmen und Forschungseinrichtungen einen direkten Zugang zu analytischer Spitzentechnologie, die für die Entwicklung neuer Produkte und Verfahren heute unverzichtbar sei, um ganz vorne mit dabei zu sein.

Ziel des Landeswettbewerbs *RegioWIN* ist es, die Stärken und Schwächen einer Region zu identifizieren und daraus eine Zukunftsstrategie im Hinblick auf Innovation, nachhaltiges Wachstum und Beschäftigung zu erarbeiten. Insgesamt vierzehn Regionen Baden-Württembergs nahmen an dem Wettbewerb teil und stellten in einem über zwei Jahre laufenden Bewerbungsverfahren ihre Entwicklungskonzepte und Projektvorschläge vor.

Ausgeschrieben wurde der mit Fördermitteln in Höhe von 68 Millionen Euro ausgestattete Wettbewerb vom Ministerium für Finanzen und Wirtschaft, dem Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz und dem Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst des Landes Baden-Württemberg. Das NMI beteiligte sich im Rahmen des Wettbewerbsbeitrags *FORTUNA* (Forschung, Technik, Umwelt, Natur Neckar-Alb) der Landkreise Reutlingen, Tübingen und Zollernalb. In einem einmaligen Prozess mit vielen Akteuren aus der Region Neckar-Alb wurde ein regionales Entwicklungskonzept mit zwei prämierten Leuchtturmprojekten erarbeitet.

Neben dem Aufbau eines Nanoanalytikzentrums wurde die Einrichtung eines Forschungscampus BioMedTech beantragt – eine Projektidee, die ebenfalls prämiert wurde.

Nanoanalytik spielt heute in vielen Bereichen der Materialforschung eine zentrale Rolle. Für die industrielle Entwicklung und Verarbeitung von neuen Werkstoffen wie auch für die Grundlagenforschung ist die Erforschung kleinster Strukturen im Maßstab des millionstel Millimeters unverzichtbar. Produktinnovationen sind heute häufig Werkstoff- oder Oberflächeninnovationen. Deshalb bietet die Nanotechnologie besonderes Potenzial für innovative Unternehmen.

Veränderungen der Materialeigenschaften werden häufig durch feinste Unterschiede in der Zusammensetzung auf der Mikro- und Nanometer-Skala bestimmt, welche nur mit analytischer Spitzentechnologie nachgewiesen werden können. Diese Entwicklung greift die Projektidee des NMI zum Aufbau eines Nanoanalytikzentrums auf. Mit den nun bewilligten Fördergeldern wird im Technologiepark Tübingen-Reutlingen ein modernes Forschungs- und Dienstleistungszentrum für hochauflösende Nanoanalytik errichtet. Bis 2016 wird dafür in direkter Nachbarschaft zum NMI ein Gebäude mit Labor- und Büroräumen entstehen. Herzstück des neuen Zentrums wird das TEM sein, ein hochauflösendes, analytisches Transmissionselektronenmikroskop. Gleichzeitig wird in die präparative Ausstattung des Zentrums investiert, um das Potenzial des TEMs und der anderen Nanoanalytikinstrumente effektiv auszunutzen zu können.

Das neue Zentrum soll Unternehmen der Medizintechnik und produzierenden Industrien sowie Forschungseinrichtungen aus Baden-Württemberg eine unkomplizierte Nutzung der Nanoanalytik, insbesondere der hochauflösenden Elektronenmikroskopie, für ihre Materialforschung, Werkstoff- und Produktentwicklung ermöglichen. Das Nutzungsmodell sieht ausdrücklich einen niederschweligen Zugang für Praktiker aus Unternehmen vor. Sie sind eine wichtige



Die Vertreter des Wettbewerbsbeitrags *FORTUNA* mit Theresia Bauer, Ministerin für Wissenschaft, Forschung und Kunst des Landes Baden-Württemberg, bei der Urkundenüberreichung im Haus der Wirtschaft in Stuttgart

Zielgruppe des neuen Zentrums und sind eingeladen, mit ihren Fragestellungen und Materialproben aus der Produktentwicklung und -fertigung die neuen Analyse-möglichkeiten zu nutzen. Mit dem neuen Zentrum will das NMI eine regionale Anlaufstelle für innovative Unternehmen mit werkstofftechnischen Fragestellungen und Produktideen schaffen. Unternehmen müssen sich nun nach Aussage von Hämmerle nicht mehr nach Aachen oder Zürich wenden. Sie könnten zukünftig in ihrer Nähe materialwissenschaftliche und nanotechnologische Expertise, Beratung und Unterstützung nutzen. Gleichzeitig will das NMI mit dem Zentrum Wissenschaftler anziehen, die hier sowohl Grundlagen- als auch anwendungsorientierte Forschung betreiben können. Von dem Austausch und der Zusammenarbeit der unterschiedlichen Nutzer aus Wissenschaft und Wirtschaft können laut Hämmerle beide Seiten zusätzlich profitieren.

Die Bedeutung für die Region zeigen auch die zahlreichen Unterstützungsschreiben für das Projekt. Insgesamt 35 Unternehmen, Forschungseinrichtungen und Netzwerke formulierten im Vorfeld der Bewerbung den Bedarf an hochwertiger Nanoanalytik und unterstrichen die Relevanz für die Region. Zu den wissenschaftlichen Kooperationspartnern des Projekts gehören unter anderem fünf Institute der Innovationsallianz Baden-Württemberg sowie die Universität Tübingen. Mit gemeinsamen Forschungsprojekten und

Analyseaufträgen werden sie zum erfolgreichen und kostendeckenden Betrieb des neuen Zentrums beitragen.

*NMI Naturwissenschaftliches und Medizinisches Institut an der Universität Tübingen*

Das NMI betreibt anwendungsorientierte Forschung an der Schnittstelle von Bio- und Materialwissenschaften. Es verfügt über ein einmaliges, interdisziplinäres Kompetenzspektrum für Forschungs- und Entwicklungsdienstleistungen für regional

und international tätige Unternehmen aus der Gesundheitswirtschaft sowie Industriebranchen mit werkstofftechnischen und qualitätsorientierten Fragestellungen wie Fahrzeug-, Maschinen- und Werkzeugbau.

Im Geschäftsfeld Pharma und Biotechnologie unterstützt das NMI die Entwicklung von neuen Medikamenten mit biochemischen, molekular- und zellbiologischen Methoden. In der Biomedizintechnik geht es um Zukunftstechnologien wie die Regenerative Medizin und Mikromedizin für neue

diagnostische und therapeutische Ansätze. Die Analyse, Strukturierung und Funktionalisierung von Werkstoffen und deren Oberflächen steht im Fokus des Dienstleistungsangebots für Kunden im Geschäftsfeld Oberflächen- und Werkstofftechnologie. Über die Landesgrenzen hinaus bekannt ist das NMI für sein Inkubator-Konzept für Existenzgründer mit bio- und materialwissenschaftlichem Hintergrund.

➔ [www.nmi.de](http://www.nmi.de)

## Auxeos übernimmt Gesellschaftsanteile von Heuschkel Druckguss

Die traditionsreiche Heuschkel Druckguss GmbH (HDG), ein Industriepionier auf dem Gebiet des Aluminium- und Zinkdruckgusses für Automobil, Maschinenbau und Medizintechnik, stellt mit neuer Dynamik die Weichen für die Zukunft. Dazu haben die Alt-Gesellschafter, die Familie Rauch, die das Unternehmen bereits in vierter Generation führte, jetzt den Staffelfstab an einen neuen Gesellschafter übergeben. Es handelt sich dabei um den Unternehmer Erik Petraschek, der mit der von ihm gegründeten Beteiligungs- und Beratungsgesellschaft Auxeos darauf spezialisiert ist, Unternehmen mit Wertsteigerungspotenzial zu erwerben und weiter zu entwickeln.

Auxeos hat mit Wirkung zum 1. Januar 2015 100 Prozent der Gesellschaftsanteile übernommen und will Heuschkel Druckguss mit neuen operativen und finanziellen Ressourcen langfristig strategisch neu ausrichten. Über finanzielle Details der Transaktion wurde Stillschweigen vereinbart.

Heuschkel Druckguss (HDG) mit Sitz in Nürnberg war vor über 100 Jahren das erste Spezialdruckgussunternehmen in Süddeutschland und hat die Industrie seither mit seinen Präzisionsdruckgussteilen unter anderem für Automobil, Maschinenbau und Medizintechnik maßgeblich geprägt. Auf dieser Basis ist HDG in den letzten Jahren kontinuierlich gewachsen und erzielte zuletzt mit rund 80 Mitarbeitern einen Umsatz von gut zwölf Millionen Euro.

Heute fährt ein Großteil der Mittel- und Oberklassefahrzeuge weltweit mit Komponenten, die von Heuschkel Druckguss gefertigt werden. Nahezu jeder namhafte Lkw- und Pkw-Hersteller verwendet Teile

von HDG. Sie finden sich in italienischen Sportwagen und britischen Luxuscabrios genauso wie in der deutschen Mittel- und Oberklasse oder in den Fahrzeugen asiatischer und amerikanischer Hersteller. Stark vertreten ist HDG auch im Segment hochwertiger Motorrad- und Fahrradkomponenten. Zudem tragen HDG-Teile in der Medizintechnik dazu bei, täglich bei Tausenden von Operationen weltweit Leben zu retten. Auch die präzise Ausrichtung und Widerstandsfähigkeit von Photovoltaikanlagen beruht auf Produkten von HDG.

Die jetzt gefundene Nachfolgelösung mit Auxeos stellt nach Überzeugung von Rainer Rauch, dessen Familie HDG über vier Generationen erfolgreich geführt hat, sicher, dass die 104-jährige Geschichte des Unternehmens weiterhin erfolgreich fortgeschrieben wird. Auxeos werde das Gute bewahren und die vorhandenen Potenziale ausbauen. Heuschkel Druckguss bleibe damit weiterhin ein führender Marktteilnehmer und bedeutender Arbeitgeber in der Region. Erik Petraschek, CEO bei Auxeos, freut sich, dass man die Chance nutzen konnte, HDG zu übernehmen. Das Unternehmen habe eine solide Marktposition in Deutschland und darüber hinaus. Auxeos werde HDG im langfristigen, nachhaltigen Wachstum unterstützen. Für Kunden, Lieferanten und Geschäftsfreunde wird Heuschkel Druckguss nach seinen Worten ein starker und verlässlicher Partner bleiben.

In den nächsten Jahren soll Heuschkel Druckguss seinen Branchenschwerpunkt verbreitern und mit neuen Kunden weiter wachsen. Die aktuelle Marktposition bietet dafür nach Ansicht Petrascheks eine

hervorragende Ausgangssituation. Aktuell sind im Management und im Vertrieb bereits Maßnahmen (etwa Einführung neuer ERP- und CRM-Tools) in der Umsetzung, um das Unternehmen weiter zu stärken und die Neuausrichtung zu unterstützen. Auxeos blickt laut Petraschek auf eine langjährige Erfahrung in der erfolgreichen operativen Neuausrichtung von Unternehmen zurück. Mit diesem Know-how wolle man Heuschkel Druckguss weiter nach vorne bringen. HDG selbst verfüge über eine solide finanzielle und industrielle Basis. In der Kombination dieser Faktoren sieht Petraschek hervorragende Zukunftsperspektiven.

Die von Erik Petraschek 2007 gegründete Beteiligungs- und Beratungsgesellschaft Auxeos GmbH investiert in mittelständisch geprägte Unternehmen mit gutem Entwicklungspotenzial. Eine Beteiligung erfolgt dabei mit langfristiger Perspektive, wobei Auxeos neben Kapital umfassendes Veränderungs-Know-how sowie ein Netzwerk von erfahrenen Professionals zur Verfügung stellt. Für Auxeos ist Heuschkel Druckguss die erste Komplettübernahme und markiert damit einen neuen Meilenstein in der Unternehmensentwicklung. Bisher lag das Kerngeschäft bei der Unternehmensberatung für Turnaround-Situationen. Durch die Akquisition von HDG verlagert sich der Unternehmensschwerpunkt nun hin zu einer mittelständischen, branchenunabhängigen Beteiligungsgesellschaft mit Fokus auf die Region Deutschland/Österreich/Schweiz.

➔ [www.heuschkel-druckguss.de](http://www.heuschkel-druckguss.de)

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

# Digitalisierung in der Zahntechnik

Einsatz von generativen Techniken zur industriellen Herstellung von Zahnersatz in einer effektiven Prozesskette im CAD/CAM-Fertigungszentrum für Dentallabore bei Fresdental

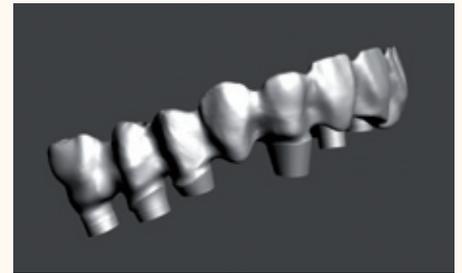
Die Zahnlabore stehen vor einem digitalen Umbruch: Bislang war handwerklich gegossener, gefräster und veredelter Zahnersatz das klassische Produkt der Zahntechniker für den Zahnarzt. Zunehmend werden nun lasergeschmolzene Implantate, Abutments, Kronen und Brücken in der Zahnheilkunde eingesetzt. Das Fertigungszentrum Fresdental in Spanien ist ein Beispiel für die digitale Industrialisierung in der Dentaltechnik, welche die Methoden in der Odontologie zukünftig prägt und verändert.

Fresdental, Partner für Dentallabore, ist ein Fertigungszentrum zur industriellen Herstellung von Implantaten, Brücken und Kronen. 1999 wurde es in der Nähe von Alicante gegründet. Als Dienstleister für Dentallabore wird Zahnersatz sehr schnell und maßgeschneidert bei Fresdental gefertigt. Die Stärke von Fresdental sind Implantate, die rund 70 Prozent des Umsatzes ausmachen. In einer spezialisierten Datenbank, der *Implantatebibliothek*, wird dieser Erfahrungsschatz dokumentiert und fortgeschrieben. Zahntechniker in der spanischen Welt kennen Fresdental: Über 240 Zahnlabore werden auf der Iberischen Halbinsel und in Südamerika beliefert. Zum Einsatz kommen konventionelle Verfahren, wie die Herstellung von Zahnersatz auf dreiachsigen DSC-Fräsmaschinen, und seit 2005 auch CAD/CAM-Technologien, wie das Laserschmelzen von Metallen. Zudem unterstützt Fresdental Dentallabore bei der Herstellung von 3D-Modellen für Interoral-Scanner.

## Industrielles Niveau verbindet Wirtschaftlichkeit und Qualität

Von insgesamt elf Fertigungsanlagen auf 840 Quadratmeter Produktionsfläche sind bereits zwei Anlagen aus der digitalen Welt: Die zwei Laserschmelzanlagen *Mlab cusing* von Concept Laser sind nach Aussage von Francisco Perez Carrio, Fachtechniker für Zahnersatz bei Fresdental, Ausdruck des zunehmenden Einsatzes moderner CAD/CAM-Technik in der Dentaltechnik. In Spanien ist Francisco Perez Carrio zufolge die CAD/CAM-Technik in der Odontologie früh angekommen. Die Gründe sind für ihn klar: Günstigerer Produktpreis, parallele Fertigung von Zahnersatz in einem Fertigungsauftrag auf einer Bauplatte und die hohe Aufbaugeschwindigkeit bis zum Endprodukt sind seine Kernargumente. Aber auch beim Energieeinsatz, der Wiederverwendung des Materials, der Einsparung von Werkzeugen in der Fertigung sowie beim Thema Personalaufwand kann das Laserschmelzen punkten.

Gegenüber der klassischen Kalkulation eines handwerklich orientierten Dental-labors ist die digitale Fertigung enorm



Brückenkonstruktion

Foto: Fresdental

wirtschaftlich und bietet auch noch qualitative Vorteile. Der Herstellungspreis eines durchschnittlichen Zahnersatzes liegt bei etwa 20 Euro – dank des Einsatzes des LaserCUSING-Verfahrens sinkt er auf knapp unter zehn Euro. Als industrielles Fertigungszentrum sieht sich das Unternehmen nach Ansicht von Francisco Perez Carrio als Dienstleister der Wahl und als verlängerte Werkbank für Dentallabore. Das Laserschmelzen mit Metallen ist logischer Ausdruck der Digitalisierung in der Fertigung, mit dem sich die höchsten Qualitätsstandards erzielen lassen. Die digitale Zukunft ist seiner Meinung nach nicht vom Laserschmelzen zu trennen.

## Hohe Passgenauigkeit und filigrane Konstruktionen

Fresdental spezialisierte sich früh auf sehr komplexe Geometrien. Gerade hier, bei Konstruktionen mit hohen Spannweiten oder auch Implantaten, die kieferorthopädisch eingebettet werden müssen, kann das formungebundene Verfahren punkten. Hinsichtlich Passgenauigkeit, Geometriefreiheit oder filigraneren Klammern ergeben sich laut Francisco Perez Carrio neue Möglichkeiten für Zahntechniker und Zahnärzte.

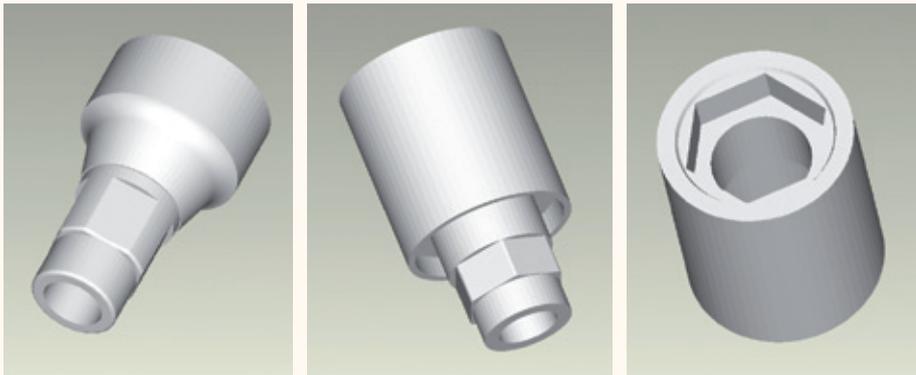
Grundsätzlich werden Konstruktionen möglich, die für den Patienten mehr Verwendungsnutzen ergeben. Die generativ hergestellten Konstruktionen sind konventionell



Francisco Perez Carrio, Fachtechniker für Zahnersatz, Fresdental  
Foto: Fresdental



Laserschmelzanlagen Mlab cusing bei Fresdental  
Foto: Fresdental



Abutments

Foto: Fresdental

hergestelltem Zahnersatz in Leistung oder Nutzzeit überlegen. Die generative Struktur ermöglicht sichere Keramikverblendungen, beispielsweise mit innovativer Verblendkeramik. Oberflächenfehler des Gussverfahrens, wie Lunker, entfallen ohnehin beim Laserschmelzen. Durch Rapid Manufacturing-Verfahren, wie dem Laserschmelzen, kann das Labor je nach Anforderung des Zahnersatzes auf die jeweils funktional, wie wirtschaftlich beste Lösung für einen Zahnersatz, als Krone und Brücke, Gerüst, Abutment, Primär- und Sekundärteil oder Implantat-Supra-Konstruktion, zurückgreifen.

### Industrielle Fertigung bei Kontrolle aller Prozessparameter

Das Material wird je nach Anwendungsfall ausgewählt, so Francisco Perez Carrio. Der Trend geht zu flexibel einsetzbaren, transparenten und zahnfarbenen Materialien. Das LaserCUSING-Verfahren ermöglicht es, Kappchen, Brückengerüste, Modellgussteile, Abutments, sowie Primär- und Sekundärteile aus Pulver wirtschaftlich herzustellen. Neben der maschinellen Technik

ist das eingesetzte Legierungspulver für ein hochwertiges prothetisches Gerüst von elementarer Bedeutung: Zusammensetzung, Pulverform, Korngröße sowie Korngrößenverteilung bestimmen Qualität und Präzision der so hergestellten Teile. Da es möglich ist, auf alle Prozessparameter im Bauprozess Einfluss nehmen zu können, können die Geometrie, aber auch vor allem die Dichte, die Steifigkeit und die Elastizität beziehungsweise die jeweiligen E-Module des Endprodukts definiert und variabel gefertigt werden.

Ein anderer Aspekt sind Kombinationen aus Modul- beziehungsweise Mehrkomponentenbauweise. Dabei kommen Basiskörper, die in den Kiefer implantiert werden, als Primärteile zum Einsatz. Hierauf kommt ein generativ gefertigter Grundkörper, der konstruktiv eine Keramikverblendung, zum Beispiel aus HeraCeram, sicher und langlebig als Sekundärteil aufnimmt. Fertigungsbetriebe wie Fresdental verfügen als Pioniere in Fertigungstechnologien über langjährige Erfahrung und gelten als digitaler Know-how-Träger im Orthodontiesektor.



Mit der Metall-Laserschmelztechnik gefertigte Abutments, Kronen und Brücken von Fresdental (Dentalteile mit Stützkonstruktionen auf Bodenplatte)



Foto: Fresdental

### Entspannungsstrategien

Mit der optimalen Fertigungstechnik können zum Beispiel Brücken mit mehr als zehn Gliedern nicht nur spannungsfrei in einem Fertigungsschritt hergestellt werden, sondern sie können in stark beanspruchten Bereichen verstärkt ausgelegt werden; etwa in freitragenden Bereichen, in Randzonen oder bei den Elastizitäten von Klammern. Im Modellguss ist dies nicht immer optimal zu lösen. Spannungen der Konstruktion werden durch Wärmebehandlung reduziert. Das gilt auch für Spannungen, die

### LaserCUSING®

Mit dem LaserCUSING®-Verfahren werden mechanisch und thermisch belastbare metallische Bauteile mit hoher Präzision erstellt. Zum Einsatz kommen je nach Anwendung Edel- und Werkzeugstähle, Aluminium- oder Titanlegierungen, nickelbasierte Superlegierungen, Kobalt-Chrom-Legierungen oder auch Edelmetalle wie Gold- oder Silberlegierungen.

Beim LaserCUSING® wird feines pulverförmiges Metall durch einen hochenergetischen Faserlaser lokal aufgeschmolzen. Nach dem Erkalten verfestigt sich das Material. Die Bauteilkontur wird durch Ablenkung des Laserstrahls mittels einer Spiegelablenkeinheit (Scanner) erzeugt. Der Aufbau des Bauteils erfolgt Schicht für Schicht (mit einer Schichtstärke von 15 µm bis 150 µm) durch Absenkung des Bauraumbodens, Neuauftrag von Pulver und erneutem Schmelzen. Die Besonderheit der Anlagen von Concept Laser ist eine stochastische Ansteuerung der Slice-Segmente (auch *Islands* genannt), die sukzessive abgearbeitet werden. Das patentierte Verfahren sorgt für eine signifikante Reduktion von Spannungen bei der Herstellung von sehr großen Bauteilen.



CAD-Darstellung eines ImplantatsFoto: Fresdental

auftreten, wenn die Rohlinge zur kosmetischen Beschichtung in den Keramikofen kommen. Methoden zur Spannungsreduktion sind vielfältig, auch wenn derzeit noch Schulungsbedarf besteht, so Francisco Perez Carrio.

### Zukunftstrend: Digitale Prozesskette

Eine durchgehend digitale Prozesskette ist der nächste Schritt des Laserschmelzens in der Dentaltechnik. Interoral-Scanner gehören daher logischerweise zum Engagement von Fresdental, da damit Interoral-Scanner, die beim Zahnarzt digitale Primärdaten generieren, digital zur Generierung von STL-Konstruktionsdaten genutzt werden können. Die durchgehende digitale Prozesskette, vom Patienten bis hin zum Dentalprodukt, wird die Datenmigration qualitativ und zeitlich beschleunigen. Interoral-Scanner beim Zahnarzt werden nach Meinung von Francisco Perez Carrio bald ein Standard sein.

➤ [www.concept-laser.de](http://www.concept-laser.de)

➤ [www.fresdental.es](http://www.fresdental.es)

### Arbeitsphasen der additiven Fertigung mit Lasertechnik in der Dentaltechnik

Nach Fertigstellung der 3D-CAD-Daten werden mithilfe einer Datenaufbereitungs-Software die Supportstrukturen angebracht. Dafür stehen verschiedene Softwarelösungen zur Verfügung, wie CAMbridge-Software oder Autofab Mlab, die für Dentalteile die Vergabe von Aufmaßen ermöglichen. Bei Anlagen von Concept Laser kann der Kunde frei wählen und ist nicht an eine Software gebunden. Anschließend werden die aufbereiteten Daten über Netzwerk oder USB-Anschluss auf die Maschine übertragen und der Baujob wird gestartet. Das Verfahren bietet die Möglichkeit, den Baujob vollautomatisch über Nacht zu fertigen. Nach seiner Beendigung werden die Bauteile von der Bauplatte entfernt und nachgearbeitet. Nach dem manuellen Entfernen der Supportstrukturen wird die Oberfläche in einem Mikrostrahlgerät mit Aluminiumoxid abgestrahlt und bei Brücken werden die jeweiligen Kronenränder dünn ausgearbeitet. Hierbei werden die Supportstrukturen mit der Hand entfernt und der Zahnersatz mit einem Handstück überarbeitet. Nach circa zwei bis drei Minuten ist der Zahnersatz versandfertig beziehungsweise kann bei Fresdental oder in den Dentallaboren verblendet werden. Diesen zeitsparenden Durchlauf wissen Zahnärzte und Patienten zu schätzen: Binnen zwei Tagen, für die reine Fertigung plus Versandzeit, kann der Zahnarzt seinem Patienten den Zahnersatz einsetzen.

### Mechanische Kennwerte lasergeschmolzener Dentalprodukte (Quelle: Dentaurum, Ispringen, Deutschland)

	ISO 22674 Typ 4 min.	ASTM B348 Grade 23	LaserCUSING® Kennwerte (nach empfohlener Wärmebehandlung)
Streckgrenze $R_{p0,2}$	360 MPa	759 MPa	950 MPa
Zugfestigkeit $R_m$	-	828 MPa	1005 MPa
Bruchdehnung $A_5$	2 %	10 %	12 %

## Energiesch trocknen?



**FST DRYTEC**  
DRYING AND HEAT TREATMENT SYSTEMS

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

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

innovativ  
präzise  
engagiert

# Atmosphärendruckplasma in der Medizintechnik

## Teil 3

Von Christine Härtel<sup>1)</sup>, Dorothee Maier<sup>1)</sup>, Astrid Wagner<sup>2)</sup> und Volker Bucher<sup>1,2)</sup>

<sup>1)</sup> Hochschule Furtwangen

<sup>2)</sup> NMI Naturwissenschaftliches und Medizinisches Institut in Reutlingen

Die Anwendung von Atmosphärendruckplasma bietet sich beispielsweise zur Reinigung und Aktivierung von Materialien an. Das Verfahren kann partiell oder großflächig angewandt werden und zeichnet sich insbesondere dadurch aus, dass es das Substrat nicht schädigt und temporär vorhanden ist. Eine weitere Anwendungsmöglichkeit ist die Herstellung von Schichten durch Plasmapolymerisation, bei der sehr unterschiedliche Schichtzusammensetzungen mit einem breiten Spektrum an Eigenschaften von superhydrophob bis hydrophil realisierbar sind. Für Implantate können Oberflächen zur guten Anbindung an Gewebe erzeugt werden und darüber hinaus wird an Schichten gearbeitet, die gezielt Medikamente über einen langen Zeitraum abgeben.

### Atmospheric Pressure Plasma in Medical Technology: Part 3

Atmospheric pressure plasma is, among other uses, ideally suited for cleaning and activation of a wide range of materials. The process can be used on a selective basis or over large surface areas. One attractive feature is that its use does not damage the substrate surface and creates no permanent change. Another application is to create coatings using plasma polymerisation. Such coatings can be formed with widely differing compositions and a wide range of properties ranging from superhydrophobic to hydrophilic. For biomedical implants, coatings compatible with tissue can be formed. Coatings of this type are also under development containing medically active compounds which can be sustainably released.

#### 4 Plasmaanwendungen an Oberflächen

Plasma zur Vorbehandlung und Beschichtung von Oberflächen ist schon seit vielen Jahren im Einsatz. Mit Plasma können Oberflächen gereinigt werden, ihre Oberflächenspannung erhöht sowie zahlreiche funktionelle Beschichtungen hergestellt werden, insbesondere auch solche, die für die Medizintechnik von Interesse sind. Ein weiterer Einsatzbereich für Plasma ist die Sterilisation. Durch seine diversen aktiven Komponenten ist Plasma in der Lage, verschiedenste Mikroorganismen abzutöten.

Sowohl für die Vorbehandlung und Beschichtung von Oberflächen als auch für die Sterilisation werden bislang vorwiegend Niederdruckplasmen verwendet. Durch die Entwicklung diverser geeigneter Quellen für Atmosphärendruckplasma ist es vorstellbar, einige Anwendungen in den Normaldruckbereich zu verlagern. Hierdurch ergeben sich neue Möglichkeiten für sehr spezielle Anwendungen. In den folgenden Kapiteln wird ein kurzer Überblick über die Anwendung von Atmosphärendruckplasma zur Reinigung und Aktivierung von Oberflächen sowie zur Herstellung von verschiedenen medizinisch relevanten Beschichtungen mithilfe von Plasmapolymerisation gegeben. Auch die Wirkungsweise und die Einsatzmöglichkeiten von Plasma zur Sterilisation werden erläutert.

#### 4.1 Reinigung und Aktivierung

In der Medizintechnik wie auch in vielen anderen Bereichen werden unterschiedliche Materialien zur Erfüllung bestimmter Funktionen kombiniert. Einzelne Teile aus Kunststoff, Metall, Glas oder Keramik müssen miteinander verbunden werden. Hierbei sind gerade in der Medizintechnik hohe Qualitätsanforderungen hinsichtlich Sauberkeit, Sterilität, Dichtigkeit, Zuverlässigkeit, Belastbarkeit, Haltbarkeit und Biokompatibilität zu erfüllen. Zudem müssen Behälter und Hilfsmittel zuverlässig und dauerhaft lesbar beschriftet werden. Das Ergebnis eines Klebe-, Druck-, Anstrich- oder Beschichtungsprozesses kann jedoch nur dann optimal sein, wenn saubere Bauteiloberflächen zur Verfügung stehen. Das heißt die Werkstücke müssen zuvor sorgfältig gereinigt und/oder aktiviert werden.

##### 4.1.1 Reinigung

Zunächst muss die Oberfläche beispielsweise von Staub, Produktionshilfsmitteln, Abgasen oder Abrieb von Transportzwischenlagen gereinigt werden. Je nach Materialart stehen diverse Verfahren zur Verfügung. Hierzu zählen im Bereich der Medizintechnik neben nasschemischen Verfahren das Micro-Cleaning mittels Schwabbursten sowie die Reinigung mit Kohlenstoffdioxid in Form von Trockeneisgranulat, das fest anhaftende Verschmutzungen versprüdet

und abträgt. Eine Möglichkeit zur Entfernung von weniger fest anhaftenden Verschmutzungen bietet darüber hinaus die Ionisation. Die von Ionisatoren erzeugten Ionen (kein Plasma) treffen auf die Oberfläche und neutralisieren vorhandene elektrostatische Ladungen, sodass anschließend die dann nur noch lose aufliegenden Partikel abgesaugt werden können [58].

Die Plasmareinigung als weiteres Verfahren kann mit Niederdruckplasmen, aber auch mit Atmosphärenplasmaquellen wie Openair von Plasmatrete vorgenommen werden. Die hierbei erzielte Reinigungswirkung beruht auf einer physikalischen und einer chemischen Komponente. Bei der physikalischen Wirkung werden durch das Auftreffen von Ionen auf das Substrat die Verunreinigungen durch Stoßprozesse weggeschossen. Als chemische Wirkung erfolgt durch die reaktiven Plasmabestandteile ein Aufbrechen der Verunreinigungen in ihrer Struktur. Je nach Gasgemisch wirkt das Plasma hierbei oxidierend oder reduzierend. Enthält ein Plasma etwa angeregten Sauerstoff und Sauerstoffionen, so können diese mit Kohlenwasserstoffen zu Kohlenstoffdioxid und Wasser reagieren. Mit oxidierenden Plasmen lassen sich somit insbesondere organische Verunreinigungen entfernen. Reduzierende Plasmen sind hingegen eher zum Abtragen von anorganischen Ablagerungen geeignet [59].

## 4.1.2 Aktivierung

Vor dem Verkleben, Umspritzen oder Bedrucken von Bauteilen ist in der Regel ein Aktivieren der Oberfläche beziehungsweise auch eines Oberflächenbereichs (z. B. beim partiellen Bedrucken) erforderlich. Ziel ist es, die Oberflächenspannung so anzupassen, dass eine optimale Benetzbarkeit mit der aufzubringenden Flüssigkeit (z. B. Druckfarbe oder Klebstoff) möglich ist.

Hierbei ist zu beachten, dass jede Oberfläche, ob fest oder flüssig, eine bestimmte Oberflächenspannung hat. Wasser zum Beispiel ist aufgrund seiner Wasserstoffbrückenbindungen polar. Im Inneren heben sich die Anziehungskräfte insgesamt auf, da sie von allen Seiten gleichermaßen wirken. An der Oberfläche jedoch werden Teilchen einseitig nach innen gezogen. Um Moleküle an die Oberfläche zu bringen, muss folglich Arbeit verrichtet werden; die dort befindlichen Moleküle haben eine potenzielle Energie, die sogenannte Oberflächenenergie. Um den energieärmsten Zustand zu erreichen, neigt Wasser zur Bildung einer Ansammlung von Molekülen mit einer möglichst kleinen Oberfläche. Damit entsteht eine Kugel, da sich hierbei die kleinste Anzahl an Teilchen außen (d.h. an der Grenzfläche zwischen Wasser und Luft) befindet. Die Oberflächenspannung, das heißt der Quotient aus der zur Oberflächenvergrößerung nötigen Arbeit ( $dW$ ) und der Oberflächenvergrößerung ( $dA$ ), ist hierbei hoch [60].

Damit eine Oberfläche gut benetzbar ist, muss ihre Oberflächenspannung größer sein, als die der Flüssigkeit. Kunststoffe haben meist eine geringe Oberflächenspannung (häufig kleiner als  $28 \text{ mN/m}$ ). Diese muss deutlich erhöht werden, um ein optimales Verkleben, Bedrucken oder Beschichten zu ermöglichen. Zum Bedrucken mit Lösungsmittelfarben werden beispielsweise Oberflächenspannungen über  $40 \text{ mN/m}$  benötigt, für UV-trocknende Systeme über  $56 \text{ mN/m}$  und für wasserbasierte Farbsysteme mehr als  $72 \text{ mN/m}$  [61].

Eine wichtige Kenngröße in diesem Zusammenhang ist auch der Kontaktwinkel, also der Winkel, den ein aufliegender



Abb. 55: Ein kleiner Kontaktwinkel (links) bedeutet eine gute Benetzbarkeit, ein großer das Gegenteil (rechts) [61]

## Wasseraufbereitung für die Medizintechnik



Die Medizintechnik hat höchste Anforderungen an die Qualität von Medien und Hilfsstoffen, wie beispielsweise das für die Herstellung von medizintechnischen Produkten verwendete Wasser, das über eine hohe Reinheit verfügen muss. Ionenaustauscher Mischbett-Patronen erzeugen vollentsalztes Wasser mit Restleitfähigkeiten von  $< 0,1 \mu\text{S/cm}$  und können mit anderen Technologien kombiniert werden. Umkehrosmoseanlagen mit nachgeschaltetem Mischbett werden zum Beispiel überall dort eingesetzt, wo die erzeugte Reinstwasserqualität einer einstufigen Umkehrosmoseanlage (z. B. im Labor für Sterilisatoren) nicht ausreicht. In Kombination mit einer Sterilfiltereinheit zur Keimrückhaltung oder einer Ultrafiltrationseinheit zur Endotoxinrück-

haltung sind Mischbettpatronen in der Lage, aus Trinkwasser gereinigtes Wasser (purified water) oder auch hochgereinigtes Wasser (highly purified water) entsprechend den Normen der Ph. Eur und der USP zu erzeugen. Die Orben Wasseraufbereitung bietet dafür eine breite Palette an Vollentsalzungspatronen, Ionenaustauscherkombinationen und Filterhilfsmittel für unterschiedliche Anwendungen und Wassermengen. Der Aufbau der Anlagen und Verfahrenskombinationen werden individuell an die Aufgabenstellung angepasst. Der bundesweite Regenerationsservice garantiert eine anwenderfreundliche Handhabung, eine hohe Produktqualität und damit höchste Sicherheit bei den Arbeitsprozessen.

www.orben.de



Flüssigkeitstropfen zur Festkörperoberfläche bildet (Abb. 55). Zur Bestimmung der Oberflächenspannung eines Materials können Testtinten mit bekannten Oberflächenspannungen verwendet werden (Abb. 56) oder der Kontaktwinkel mit verschiedenen anderen Verfahren gemessen werden [61].

Um Oberflächen zu aktivieren, können unterschiedliche Verfahren verwendet werden. Die Eignung eines Verfahrens hängt vom Ausgangsmaterial ab. Verfahren wie beispielsweise die Beflammung, die Koronabehandlung oder die Fluorierung weisen unterschiedliche Nachteile auf: So ist die Beflammung für temperaturempfindliche Materialien nicht geeignet; die Koronabehandlung ist durch die Spannungsübertragung für elektronische Bauteile weniger geeignet und kann eine Schädigung der Oberfläche bewirken. Die Fluorierung erfolgt in einer Gaskammer und ist nicht inline-fähig.

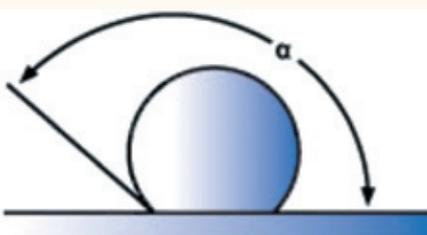


Abb. 56: Bestimmung der Oberflächenspannung (OS) mit Testtinten [62]; OS-Testtinte  $>$  OS-Substrat (links), OS-Testtinte = OS-Substrat (Mitte) und OS-Testtinte  $<$  OS-Substrat (rechts)

## Lesen Sie weiter unter womag-online.de

WOMag-online-Abonnenten steht der gesamte Beitrag zum Download zur Verfügung. Im Weiteren werden folgende Punkte angesprochen:

- Wirkung der Plasmaaktivierung
- Anwendungsbeispiele aus der Medizintechnik
- Herstellung von funktionellen Schichten durch Plasmapolymersation
- Anpassung des Kontaktwinkels
- Biokompatible Implantatoberflächen
- Freisetzung von Medikamenten aus Beschichtungen
- Antimikrobielle Oberflächen
- Barriere- und Korrosionsschutz
- Haftvermittlungsschichten

Der Gesamtumfang Teil 3 beträgt etwa 9,5 Seiten mit 14 Abbildungen.

## Zellulose mit Blindenschrift für Zellen

Künstliche Implantate wie Herzschrittmacher rufen oft Komplikationen hervor, weil der Körper sie als fremde Objekte erkennt. Forschende der ETH Zürich haben nun eine einfache Methode entwickelt, um mikrostrukturierte und dadurch besonders gut verträgliche Beschichtungen für solche Implantate herzustellen.

Das menschliche Immunsystem unterscheidet Körpereigenes von Körperfremdem. Was zur Abwehr von Krankheitserregern sehr nützlich ist, wird zum Problem, wenn ein Patient ein künstliches Implantat braucht, zum Beispiel einen Herzschrittmacher oder eine Herzpumpe. So reagiert der Körper in manchen Fällen mit einer Entzündung oder gar mit Abstoßung des Geräts. Forschende der ETH Zürich stellten nun eine vielversprechende Methode vor. Mit einem neuen Material für die Umhüllung solcher Geräte lässt sich eine besonders gute Verträglichkeit erzielen. Die Methode ermöglicht es, Zellulose mit spezifischen dreidimensionalen Mikrostrukturen herzustellen, welche die Verträglichkeit des Materials stark verbessern [1].

Forschende hatten bereits früher festgestellt, dass Zellen besser mit strukturierten Oberflächen interagieren und sich an diese heften können als mit glatten. Bisher war es jedoch nicht möglich, solche Oberflächenstrukturen auf einem der vielversprechendsten Materialien für die Medizin anzubringen, nämlich auf von Bakterien produzierter Zellulose. Bakterielle Zellulose ist in den letzten Jahren in den Fokus des Forschungsinteresses gerückt, da sie haltbar, anpassungsfähig und im Körper gut verträglich ist. So werden zum Beispiel bereits künstliche Blutgefäße oder Knorpelersatz daraus hergestellt und für ihren Einsatz in der Praxis geprüft. Auch für Wundverbände ist das flexible Material interessant.

Einem Forschungsteam um ETH-Professor Dimos Poulikakos und Aldo Ferrari, Gruppenleiter am Labor für Thermodynamik in Neuen Technologien, gelang es nun, bakterielle Cellulose mit spezifischer Oberflächenstruktur herzustellen. Dazu benutzen sie eine Silikonform mit dreidimensionalem, optimiertem Muster (in diesem Fall ein Linienraster) im Mikrometerbereich. Diese Form lassen sie auf der Oberfläche einer Nährlösung schwimmen, in welcher die Zelluloseproduzierenden Bakterien wachsen. Die Bakterien bauen am Übergang zwischen Flüssigkeit und Luft ein dichtes Netz aus Zellulosesträngen auf. In Anwesenheit der Silikonform passten sie sich an diese an und produzierten eine Zelluloseschicht

samt dem Negativabdruck des Linienrasters.

### *Oberflächenstruktur vermittelt Signale*

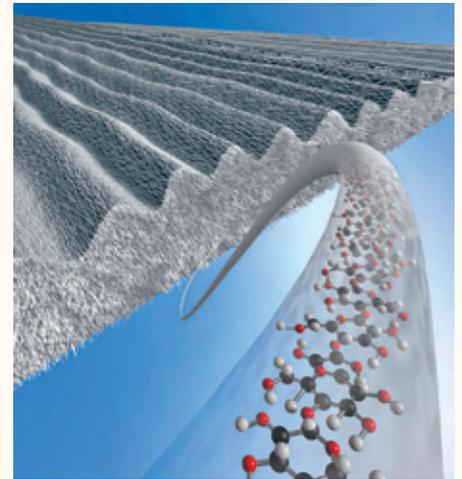
Das Linienraster brachte die Bakterien außerdem dazu, die Zellulosestränge vermehrt in der ungefähren Ausrichtung des Rasters herzustellen. Nach Aussage von Aldo Ferrari haben menschliche Zellen grundsätzlich die Fähigkeit, Fasern zu erkennen, zum Beispiel das körpereigene Kollagen, ein Bestandteil des Bindegewebes. Die Zellulosestränge und das Rastermuster bieten ihmzufolge Zellen somit eine Orientierung entlang von vorgegebenen Bahnen, die sie erspüren. Für Wundpflaster ist das von großem Vorteil. So könnten Hautzellen eine Wunde besser verschließen, wenn sie sich entlang solch strukturierter Zellulose bewegen. Die Struktur bliebe sogar erhalten, wenn man das Material zur Aufbewahrung trockne und kurz vor der Anwendung wieder befeuchte.

Nach Poulikakos ist es möglich, der Zelluloseoberfläche schon bei ihrer Herstellung eine Nachricht für die später darauf wachsenden Zellen mitzugeben. Man kann sich das wie Blindenschrift vorstellen. So lasse sich die optimale Nachricht passend für die spätere Anwendung auf der Oberfläche anbringen.

### *Weniger Entzündung dank strukturierter Oberfläche*

Solche Strukturen helfen auch, Abstoßungsreaktionen des Körpers gegen das künstliche Implantat zu reduzieren. In Studien mit Mäusen verglichen die Forschenden glatte mit strukturierter Zellulose und stellten fest, dass Mäuse, denen die strukturierte Zellulose unter der Haut eingesetzt worden war, signifikant weniger Anzeichen einer Entzündung aufwiesen.

Diese vielversprechenden ersten Ergebnisse verfolgen die Wissenschaftler nun weiter, um das Material unter komplexeren Bedingungen zu testen. Zum Beispiel könnten die Forschenden für künstliche Blutgefäße die Zelluloseoberfläche so strukturieren, dass der Blutfluss optimiert wird und solche Gefäße weniger leicht verstopfen.



Eine Beschichtung aus mikrostrukturierter Zellulose wie der dargestellten Schicht mit Linienraster könnte Implantate verträglicher machen

Bildquelle: Ben John Newton

Zudem haben die Forschenden um Poulikakos und Ferrari das Spin-Off *Hylomorph* gegründet, um die Methode zur Marktreife zu bringen. Sie planen, die strukturierte Zellulose im *Zurich Heart-Projekt* am neuen Wyss Center für Translative Medizin einzusetzen. Ziel dieses Projekts ist es, künstliche Herzpumpen zu entwickeln, die Patienten mit schweren Herzleiden helfen, die Zeit bis zum Erhalt eines Spenderherzens zu überbrücken, oder ein Spenderherz sogar dauerhaft ersetzen könnten. Zwar gibt es bereits Herzpumpen. Jedoch sind die Möglichkeiten, die sie bieten, bisher eingeschränkt; sie sind nicht sehr langlebig und können Komplikationen hervorrufen. Ziel ist es, dass künstliche Implantate vom Körper des Patienten vollständig akzeptiert werden. Im *Zurich Heart-Projekt* werden die Forschenden die Verpackung und die innere Beschichtung für optimierte Herzpumpen beisteuern, durch die es viel weniger Komplikationen geben sollte.

### Literatur

- [1] S. Botton, F. Robotti, P. Jayathissa, A. Hegglin, N. Bahamonde, J. A. Heredia-Guerrero, I. S. Bayer, A. Scarpellini, H. Merker, N. Lindenblatt, D. Poulikakos, A. Ferrari: Surface-Structured Bacterial Cellulose with Guided Assembly-Based Biolithography (GAB); ACS Nano, online Publikation 19. Dezember 2014, doi: 10.1021/nn5036125

# Schwarzer Diamant – Schutz und Blendfreiheit für chirurgische Instrumente

Hochwertige chirurgische Instrumente für die Medizintechnik benötigen durch die steigenden Anforderungen im Klinikalltag beim Einsatz und bei der Reinigung eine auch langfristig chemisch und mechanisch beständige Oberfläche sowie zusätzliche Eigenschaften wie die Biokompatibilität. Durch die stetige Verbesserung der technischen Ausstattung im OP beispielsweise mit Kamera- und Beleuchtungssystemen kommt in den letzten Jahren zunehmend auch der Wunsch des Operateurs nach dunklen, blendarmen Oberflächen der chirurgischen Instrumente hinzu. All diese Anforderungen und Wünsche lassen sich dabei über moderne Beschichtungstechnologien lösen. Die ursprünglich für den Verschleißschutz in der Formel 1 oder für besondere tribologische Anwendung im Hochvakuum oder Weltraum entwickelten Beschichtungen auf Basis von diamantähnlichem Kohlenstoff lassen sich mittlerweile auch auf chirurgischen Instrumenten abscheiden und schützen diese somit dauerhaft und ästhetisch in Schwarz: **Black protects permanent and beautiful!**

## Chemisch beständig, biokompatibel und blendfrei

Die Materialklasse der diamantähnlichen Kohlenstoffe zeigt üblicherweise vor allem in verborgenen, tribologischen Systemen ihre herausragenden mechanischen und chemischen Eigenschaften. Derartige Beschichtungen, die in unterschiedlichsten Modifikationen auch unter dem Überbegriff DLC für Diamond Like Carbon bekannt sind, wurden ursprünglich für den Verschleißschutz in Anwendungen wie dem Rennsport sowie der Luft- und Raumfahrt entwickelt. Durch ihre weiteren Vorzüge wie der Biokompatibilität sowie ihrem hochwertigen Erscheinungsbild in Schwarz können Sie zunehmend auch beim Einsatz im Operationssaal den Chirurgen überzeugen. Über eine geeignete Schichtarchitektur und Herstellverfahren lassen sich solche Hartstoffschichten auch auf weichere Metalloberflächen wie Edelstahl, Titan oder Aluminium als schwarze Schutzschicht aufbringen.

Die funktionellen Vorzüge derartiger Dünnschichten, die einerseits nur eine Schichtdicke von wenigen Mikrometern besitzen, andererseits aber fünf bis zehn Mal so hart wie Chirurgienstahl sind, liegen in einer hohen Verschleiß- beziehungsweise Kratzbeständigkeit sowie einer sehr guten chemischen Beständigkeit gegenüber Säuren, Laugen sowie Lösungsmitteln. Die glatten und chemisch inerten Schichten lassen sich dadurch hervorragend Dampfsterilisieren und überstehen erfolgreich maschinelle Reinigungsprozeduren im Klinikeinsatz. Die Oberflächen der mit DLC geschützten Instrumente behalten damit länger ihre ursprüngliche Qualität. Neben der chemischen Inertheit bieten DLC-Schichten auch einen extrem geringen Reibwert und zeigen ein hydrophoberes Verhalten als der Edelstahl selbst. Damit wirken sie im Kontakt

gegenüber vielen anderen Materialien auch antiadhäsiv.

Um den Operateur zu unterstützen und komplexe Eingriffe mit steigender Präzision zum Wohle der Patienten durchführen zu können, kommen in modernen Operationssälen zunehmend mehr Beleuchtungs- und Kamerasysteme zum Einsatz. Mehr und stärkere Lichtquellen bedeuten aber auch mehr Reflexionen auf den metallisch-silbrigen Oberflächen der eingesetzten Instrumente. Dadurch entsteht zunehmend der Wunsch der Chirurgen nach dunklen und blendfreien Oberflächen ihrer Instrumente. An dieser Stelle kommt ein weiteres Vorteil der DLC-Schichten durch ihre hochwertig schwarze und damit blendarme

Oberfläche zum Tragen. Derartige DLC-Beschichtungen kommen daher beispielsweise erfolgreich auf chirurgischen Instrumenten wie Scheren, Pinzetten, Nadelhaltern, Küretten, Raspeln, Rongeuern und auch anderen knochenbearbeitenden Instrumenten zum Einsatz.

## Verwandlung in eine schwarze Schönheit durch Plasmaimpax-Technologie

Hinter dem schwarzen Oberflächenschutz verbirgt sich modernste Plasmatechnologie. Das Plasmaimpax-Verfahren ermöglicht eine Schichtabscheidung über Plasmaquellen im Vakuum aus der Gasphase. Es handelt sich dabei um eine Hybridtechnik aus plasmaaktivierter Niedertemperatur-CVD

### AxynTeC Dünnschichttechnik GmbH

Die AxynTeC Dünnschichttechnik GmbH in Augsburg bietet als Dienstleister in der Oberflächen- und Beschichtungstechnik von Material-Screenings über individuelle Schichtentwicklungen bis hin zur Lohnbeschichtung und entsprechenden Beschichtungsanlagen alles aus einer Hand an. Mit den Verfahrenstechniken Laserdeposition und Plasmaimpax können beispielsweise Oberflächeneigenschaften wie Härte, Reibwert, Verschleiß- und Korrosionsbeständigkeit sowie Biokompatibilität von Bauteilen, Implantaten und Instrumenten oder Werkzeugen verbessert und damit deren Standzeit und Performance erhöht werden. Die Technologien erlauben eine Oberflächenmodifizierung durch Ionenimplantation sowie durch die Aufbringung unterschiedlicher, funktionaler Beschichtungen mit Ionen-, Plasma- und Laserunterstützung.

Diamantähnlicher Kohlenstoff (DLC-Beschichtung) ist eine Materialklasse mit der sich AxynTeC seit über zehn Jahren intensiv auseinandersetzt. Durch das Know-how und die innovativen Technologien ist AxynTeC in der Lage, diese Materialklasse auch an individuelle Kundenapplikationen optimal anzupassen.

Mehr als 20 Jahre wissenschaftliche und technische Erfahrungen in der Oberflächentechnik sowie die innovativen und patentierten Dünnschichttechnologien sind die Basis des Unternehmens. Damit stellt sich AxynTeC erfolgreich der Herausforderung, Kundenvisionen in der Oberflächentechnik zu verwirklichen. Die enge Zusammenarbeit mit dem Kunden beginnt bereits bei der Beratung oder der Durchführung von Machbarkeitsstudien im Zusammenhang mit den individuellen Fragestellungen der Kunden und geht durch einen nachhaltigen und konstanten Austausch mit dem Kunden auch über die erfolgreiche Implementierung und Abwicklung von Serienbeschichtungen hinaus.

AxynTeC ist zertifiziert nach DIN EN ISO 9001:2008 und DIN EN ISO 13485:2010.



(chemische Gasphasenabscheidung) und Ionenimplantation. Damit lassen sich einerseits derartige schwarze Kratzschuttschichten auf Basis von diamantähnlichem Kohlenstoff bei niedrigen Temperaturen von 150 °C bis 250 °C aufbringen und andererseits auch Oberflächenmodifizierungen durch Ionenimplantationen zur Steigerung

der Oberflächenhärte durchführen. Die Ionenimplantationen können gerade auch bei weichen Grundmaterialien zum Aufbau einer zusätzlichen und gradiert eingebrachten Stützschiicht unterhalb der schwarzen Kratzschuttschicht eingesetzt werden. Es lassen sich in diesem Fall Härtesteigerungen im oberflächennahen Bereich von 6 GPa bis 15 GPa erreichen. Im Vergleich dazu hat ein ungehärteter Edelstahl oder Titan eine Härte von 2 GPa bis 4 GPa. Die diamantähnlichen Kohlenstoffschichten (DLC) lassen sich darauf in einem Härtebereich von 7 GPa bis 25 GPa aufbauen.

Neben diesen hervorragenden mechanischen Eigenschaften zeigt DLC auch den Vorteil seiner hohen chemischen Beständigkeit (Korrosionsresistenz) sowie seiner guten Körperverträglichkeit. Das Material beinhaltet keine allergieauslösenden Metalle und kann über das Plasmaimpax-Verfahren

auch als hervorragende Barrierschicht, beispielsweise als Schutz gegen Nickelan-teilen in Stählen, eingesetzt werden.

Die AxynTeC Dünnschichttechnik GmbH als Hersteller von DLC-Schichten, bietet auf Basis seiner Plasmabeschichtungsverfahren neben der Lohnveredelung von Bauteilen auch die Beratung und Entwicklung von kundenspezifischen Beschichtungen bis hin zur Produktion und dem Verkauf von Beschichtungsanlagen aus einer Hand an. Die DLC-Schichten gibt es für die chirurgischen Instrumente unter der Produktbezeichnung axyprotect black als schwarze Beschichtung: Schwarzer Diamant für den OP – Schutz und Blendfreiheit für chirurgische Instrumente.

**AxynTeC Dünnschichttechnik GmbH**  
Am Mittleren Moos 48, D-86167 Augsburg

☞ [www.axyntec.de](http://www.axyntec.de)

## Optische Tropfenkonturanalyse zur hochpräzisen Kontaktwinkelmessung

Die Messung von Kontaktwinkeln auf Festkörpern nach der Sessile-Drop-Methode und der Oberflächenspannung von Flüssigkeiten nach der Pendant-Drop-Methode zählen heutzutage in der industriellen Qualitätssicherung wie auch in Forschung und Entwicklung zu standardisierten Verfahren. Mit den optischen Kontaktwinkelmessgeräten der neuen OCA 50-Bau-reihe von DataPhysics Instruments können grenzflächenchemische Eigenschaften, Benetzungsvorgänge und Haft-eigenschaften, zum Beispiel auf Textilien oder funktionalen Oberflächen, jetzt noch präziser, zeitsparender und nutzerfreundlicher gemessen und ausgewertet werden.

Zu den Besonderheiten der Geräte zählen:

- Touchpad zur Steuerung von sämtlichen elektronischen Modulen, Proben-tisch, Kippvorrichtung oder Dosierung der Flüssigkeiten
- leicht verständliche, modular aufgebaute Software
- motorisierter Proben-tisch in drei Achsen (x-, y-, z-Richtung) für eine exakte, vollautomatische Probenpositionierung und Tropfenabholung
- elektrisches Mehrfach-Direktdosiersystem ohne Dosierschläuche, sodass die Reinigung von Schläuchen entfällt



Optisches Kontaktwinkelmessgerät und Tropfenkonturanalysesystem OCA 50 mit Direkt-dosiersystem, Touchpad und softwaregesteuerter Bildauswertung

- Hochgeschwindigkeitskamera mit einer Auflösung von bis zu 3000 Bildern pro Sekunde und vollautomatischem Fokus zur Untersuchung von Benetzungsprozessen im Millisekundenbereich
- vollautomatisch ablaufende Testsequenzen
- Messkammern für verschiedene Temperatur- und Umweltszenarien (-30 °C bis +700 °C; relative Feuchte: 5 % bis 90 %)

- elektronische Kippvorrichtung zur Bestimmung des Abrollverhaltens von Flüssigkeitstropfen bis zu einem maximalen Kippwinkel von 95°

Anwendungsbereiche sind labortechnische Analysen, unter anderem von Beschichtungen und Oberflächenstrukturen oder auch von Reinigungsmitteln, Farben, Fasern, Klebstoffen, Lacken oder Tinten.

☞ [www.dataphysics.de](http://www.dataphysics.de)

**Präzision  
im Detail**



**Kompakte Anlagen  
für dekorative  
und funktionelle  
Oberflächen**

**Leiterplattentechnik • Galvanotechnik • Oberflächenveredelung**



Wir stellen aus:  
Halle 3  
Stand G 10/9

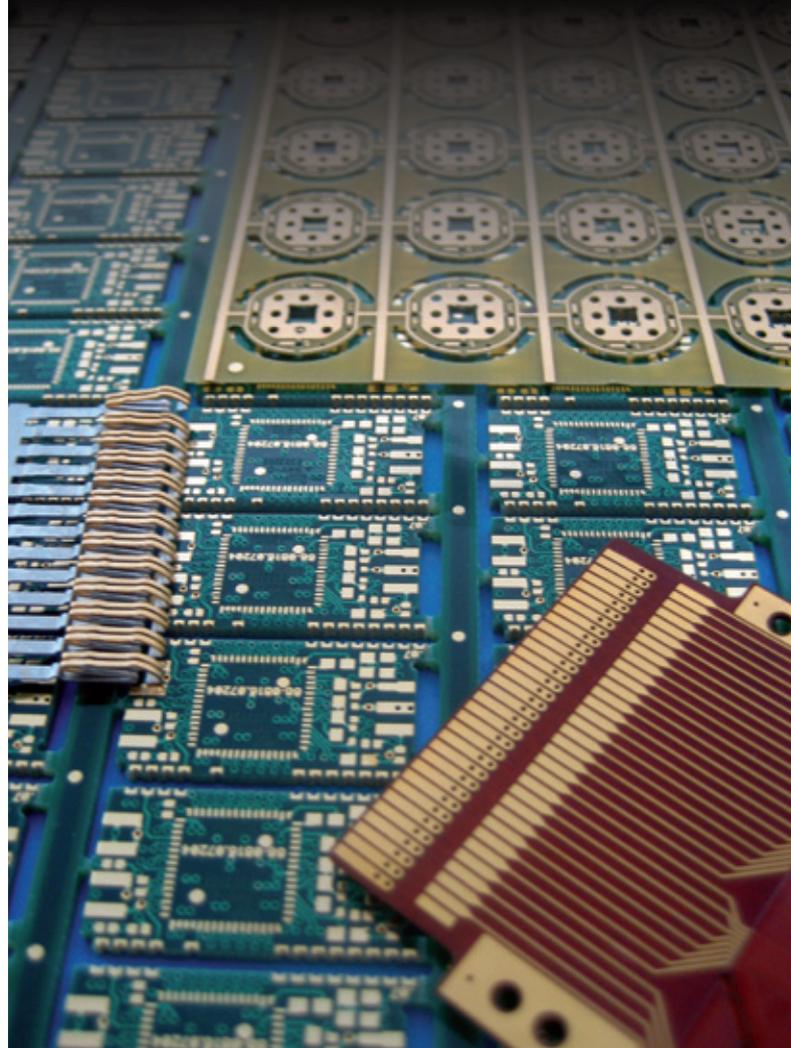
Walter Lemmen GmbH  
+49 (0) 93 42 - 7851  
info@walterlemmen.de  
www.walterlemmen.de

# Gramm Edelmetalltechnik Ihr Partner für Edelmetallbeschichtungen

Chemisch und galvanisch abgeschiedene Edelmetallschichtsysteme für alle Bereiche der funktionellen und dekorativen Oberflächenveredelung.

- kompetente Beratung
- produktspezifische Prozesstechnik
- hoher und konstanter Qualitätsstandard
- abgestimmte Mess- und Prüftechnik
- vertretbare Wirtschaftlichkeit

Sprechen Sie mit uns, denn wir stehen für innovative Lösungen!



Gramm Technik GmbH  
Geschäftsbereichleitung Edelmetalltechnik  
Einsteinstraße 4  
D-71254 Ditzingen  
Telefon 07152/50 0930  
b.endres@gramm-technik.de

www.gramm-technik.de

# Nickelfreie Endoberflächen in der Elektronikindustrie

Von Andreas Groß, Schwäbisch Gmünd

Mit den weiter sinkenden Abmessungen der Leiterbreiten in elektronischen Schaltungen wird es schwieriger, das bisher übliche und als Diffusionssperre wirkende Nickel einzusetzen. Als Alternative bieten sich vor allem Palladium und Silber an. Die Schichtkombinationen mit Gold in einer Gesamtdicke von wenige als 1 µm bieten deutliche Vorteile im Hinblick auf die Kurzschlussbildung. Darüber hinaus sind sie auch bei Temperaturbelastungen bis 250 °C gut löt- und bondbar und somit für die Mischbestückung einsetzbar. Durch das Entfallen von Nickel können sie auch im medizinischen Bereich eingesetzt werden.

## Nickel-free Outer Layers in the Electronics Industry

As track widths in printed circuit boards continue to decrease, it becomes more difficult to use nickel as a diffusion barrier. The two main alternatives are palladium and silver. Multilayer combinations of these with gold at a total thickness of less than 1 µm offer significant advantages in avoiding short circuits. In addition, even at temperatures up to 250°C, they have good solderability and bondability and can thus be used on boards with mixed component population. The absence of nickel brings the further benefit that such boards can be used in medical contexts.

### 1 Einführung

Seit der Einführung des Schichtsystems chemisch Nickel/Sudgold (auch unter der Bezeichnung Electroless Nickel/Immersion Gold (ENIG) bekannt) bei den europäischen Leiterplattenherstellern vor mehr als 20 Jahren sind die Anforderungen an die Oberfläche rasant gestiegen. Standen früher noch Merkmale wie Planarität der Oberfläche und Lötbarkeit der Anschlussflächen im Vordergrund, kommen heute erhöhte Anforderungen an die Zuverlässigkeit der Verbindungsstelle bei Mehrfachlötung mit neuen bleifreien Loten zum Tragen. Auch die Qualitätsansprüche an Bondverbindungen haben durch die thermische Belastung der Leiterplatte vor und nach dem Bondprozess sowie die Kompatibilität der Oberfläche mit verschiedensten Materialien bei den eingesetzten Bonddrähten deutlich zugenommen. Darüber hinaus ist es zunehmend wichtig, das Selektivitätsverhalten der Abscheidungen zu erhöhen und damit der steigenden Miniaturisierung der Leiter gerecht zu werden.

Moderne Leiterplatten sind vielseitige Systeme als Träger von einfachen bis hochkomplexen Baugruppen. Die dafür eingesetzten Materialien reichen von Low-Cost-Basismaterialien wie FR2 bis hin zu High-Performance-Materialien wie Polyamid oder Flüssigkristallpolymeren (LCP). Als Aufbau- und Verbindungstechnologie kommt in den meisten Fällen die Oberflächenmontage-technik (SMT) zum Einsatz. Beim Einsatz von ungehäuseten Bauelementen werden diese direkt auf der Leiterplatte montiert

und mittels Drahtbonden (Chip-on-Board- oder CoB-Technik) oder Flip-Chip-Technik kontaktiert.

Daraus erwachsende Aufgabenstellungen zielen auf die Integration von komplexen Systemen mit höchstem Miniaturisierungsgrad und erweiterten Funktionalitäten auf verbesserten oder zum Teil auch auf neuen Leiterplattenmaterialien. Herausforderungen für die Weiterentwicklung richten sich auf Themen wie eine Verringerung der Leiterbahnstrukturbreiten, die neue Technologien zur Oberflächenmetallisierung und Bearbeitung erforderlich machen. Dabei müssen die Oberflächen auch auf neue Verfahren der Montage, wie Löten, Kleben oder Drahtbonden, angepasst werden, was wiederum Anforderungen an die Oberflächeneigenschaften wie Rauheit, Oberflächenenergie, Kontaminationen oder Metallisierungsschichtdicke bedeutet. Schließlich wirkt sich die Entwicklung von effizienten Prozessabläufen mit einer Abstimmung mehrstufiger Lötprozesse, Änderung der Reflow-Temperaturbelastung oder der Vermeidung von Prozesskontaminationen auch auf die zugelassenen Verfahren zur Oberflächenbeschichtung aus. Die geforderte Temperaturbelastbarkeit im Bereich zwischen 160 °C bis zu 250 °C verschafft den Edelmetallschichten für die Endoberfläche nahezu einen konkurrenzlosen Einsatz.

Um die Anforderungen zu erfüllen, mussten neue und hochspezialisierte Elektrolyte zur Abscheidung von Nickel und Edelmetallen entwickelt werden. Für spezifische Anwendungsfälle in Hochtechnologiebereichen

entstanden zudem Lösungen, bei denen vollständig auf Nickel verzichtet werden kann. Damit erweitern sich die bislang vorherrschenden Möglichkeiten für Kombinationsschichten aus stromlos abscheidenden Nickel- und Palladiumverfahren sowie den Kontaktverfahren (Immersion-Techniken) für Goldschichten – den bekannten Electroless Nickel/Electroless Palladium/Immersion Gold-Verfahren (ENEPIG oder auch ENIPIG) – um weitere Systeme, die auf dem innovativen semiautokatalytischen beziehungsweise teilreduktiven Goldelektrolyten (TRG) fundieren.

Verfahren wie Electroless Palladium/Immersion Gold (EPIG) und Immersion Silver/Immersion Gold (ISIG) auf Grundlage der genannten ausgewählten teilautokatalytischen Goldabscheidung ermöglichen ebenfalls die Abscheidung von Schichten mit hervorragendem Löt- und Bondverhalten. Die Materialeigenschaften von Palladium, Silber und Gold prädestinieren zudem durch ihre Kompatibilität mit dem menschlichen Organismus in Verbindung mit hoher Leitfähigkeit und Duktilität der Schichten die Einsatzfähigkeit dieser Oberflächen optimal in der Medizin- und Hochfrequenztechnik sowie bei der Herstellung von flexiblen Leiterplatten.

## 2 Elektrolyte für Endoberflächen

### 2.1 Nickelabscheidung

Nickelschichten stellen die wichtigste Barriere zwischen den Kupferleitern und den für die Aufbau- und Verbindungstechniken

notwendigen Edelmetallschichten dar. Sie verhindern, dass die Metalle ineinander diffundieren und dadurch ihre Eigenschaften ändern oder vollständig verlieren. Nickelschichten mit 6 % bis 9 % Phosphor bieten eine hohe Festigkeit und gute Korrosionsbeständigkeit [1]. Durch die Forderung, auf hohe Bleikonzentrationen zu verzichten, mussten die früher üblichen Stabilisatorsysteme zur Verlängerung der Lebensdauer der Elektrolyte ersetzt werden. Zudem haben Bleistabilisatoren den Nachteil, dass sie je nach Strömung unterschiedlich stark an der Oberfläche angelagert werden können. Dies kann bei der Abscheidung dazu führen, dass beispielsweise an den Kanten der Leiter die Nickelschicht eine zu geringe Dicke besitzt.

Gegenspieler der Bleistabilisatoren waren zunächst organische Verbindungen auf Basis von Schwefel, die allerdings nur eine eingeschränkte Stabilität im Einsatz besitzen. Daraus gebildete, schwefelhaltige Abbauprodukte werden in die Schicht eingebaut und stehen im Verdacht, bei einer nachfolgenden Goldbeschichtung durch Ladungsaustausch (Immersionsvergoldung) zur Bildung von Fehlstellen (den sogenannten Black Pads) beizutragen [2]. Dem wird entgegengesteuert, indem die Einsatzdauer der Nickerlektrolyte (reduzierte Zahl an Metal-Turn-Over) verringert wird oder thermisch stabilere Zusätze eingesetzt werden. Neue Elektrolyte werden zudem anstatt der früher üblichen 85 °C bis 95 °C bei etwa 80 °C bis 85 °C betrieben, wodurch sich die Abbaugeschwindigkeit der Stabilisatoren ebenfalls verringert. Mit diesen neuen Elektrolytvarianten werden Abscheidengeschwindigkeiten von 11 µm bis 13 µm pro Stunde erzielt im Gegensatz zu den konventionellen Nickel-Prozessen mit bis zu 20 µm/h.

Beim Lötten von elektronischen Kontaktoberflächen tritt ein weiterer positiver Effekt durch die Bildung der intermetallischen Nickel-Phosphor-Phase Ni<sub>3</sub>P auf. Diese Phase wirkt als zusätzliche Diffusionsbarriere und verstärkt damit die mikrokristalline bis amorphe Struktur des chemisch abgeschiedenen Nickels, die insbesondere als Diffusionsbarriere für Zinn bekannt ist.

## 2.2 Edelmetallabscheidung

Edelmetalloberflächen zeichnen sich vor allem dadurch aus, dass die Bildung von Oxidfilmen stark reduziert oder – wie im Falle von Gold – vollständig vermieden wird. Dadurch steht für die Kontaktierung stets eine

deckschichtfreie Oberfläche mit geringem Kontaktwiderstand zur Verfügung. Für die Aufbau- und Verbindungstechnik bedeutet dies die Gewährleistung einer idealen Kontaktfläche für das Bonden oder Lötten.

Prinzipiell haben sich für die Beschichtung von elektronischen Kontakten zwei Verfahren bewährt. Bei der chemischen Abscheidung beispielsweise von Gold oder Palladium kommen Elektrolyte nach dem klassischen Aufbau mit einem Reduktionsmittel zum Einsatz [3]. Das Reduktionsmittel wird bei der Abscheidung oxidiert und reichert sich im Laufe des Betriebs an, wodurch die Elektrolyte eine maximale Lebensdauer – ausgedrückt als Metal-Turn-Over (MTO) – besitzen. Die Abscheidungs geschwindigkeiten der Elektrolyte sind relativ niedrig (unter einem bis wenige Mikrometer pro Stunde), können allerdings über die angewandte Expositionszeit gut eingestellt werden. Die üblichen angewandten Schichtdicken der (Rein-)Goldschichten liegen je nach Anwendung zwischen 0,03 µm und 1 µm.

Ein zweites Verfahren zur Edelmetallabscheidung beruht auf dem Ladungsaustausch. Hierbei wird der Unterschied in den elektrochemischen Potenzialen der Metalle ausgenutzt. In der Regel erfolgt in der Elektrotechnik die Edelmetallabscheidung auf einer Nickeloberfläche. Diese löst sich auf und die dabei freiwerdenden Elektronen reduzieren das gelöste Edelmetall. Angewandt wird die sogenannte Immersionsabscheidung zur Herstellung von Schichten aus Gold, Silber und Palladium. Da die Abscheidung mit der vollständigen Bedeckung der sich auflösenden Oberfläche (z. B. Nickel) endet, werden mittels Immersionsabscheidung sehr dünne Edelmetallschichten (30 nm bis ca. 100 nm) abgeschieden.

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

WOMag-online-Abonnenten steht der gesamte Beitrag zum Download zur Verfügung. Im Weiteren werden die Eigenschaften der verschiedenen Schichtsysteme insbesondere im Hinblick auf deren Eignung für das Bonden und Lötten miteinander verglichen. Die nickelfreien Schichten sind vor allem für die Mischbestückung gut geeignet. Der Gesamtumfang des Beitrags beträgt etwa 4,5 Seiten mit 5 Abbildungen und 4 Literaturverweisen.

# VON ANFANG AN ZU ENDE GEDACHT



Wir stellen aus:

10.-12.03.2015 · Halle 8 · Stand V44

360° PROJECTS BY INOVAN



## 360° PROJECTS BY INOVAN

Echte 360°-Projekte benötigen maximale Fertigungstiefe. Von Engineering über Werkstoff-, Oberflächen-, Stanz-Biege-, Kunststoff- und Verbindungstechnik bis hin zur Baugruppenmontage bieten wir unseren Kunden ein einzigartiges Technologieportfolio. So sind wir Ihr idealer Partner für komplexe elektromechanische Bauteile, Kontaktwerkstoffe und mechanische Verbindungselemente.

Lassen Sie uns Ihr Projekt von Anfang an zu Ende denken!

Inovan GmbH & Co. KG  
Industriestraße 44  
75217 Birkenfeld  
[www.inovan.de](http://www.inovan.de)

# Einsatz und Wirtschaftlichkeit von Edelmetallbeschichtungen in der Elektronik

Von Bernd Endres, Ditzingen

In der Elektronik sind Edelmetallschichten nach wie vor unentbehrlich. Goldschichten zeichnen sich durch eine besonders gute Kontaktfähigkeit aus, was sowohl bei lösbaren Kontakten als auch beim Drahtbonden erforderlich ist. Silber kommt aufgrund der guten Leitfähigkeit bei höheren Steckkräften und elektrischen Spannungen zum Einsatz. Vor allem Palladium besitzt Eigenschaften, um als Ersatz für das deutlich teurere Gold in Betracht zu kommen. Der Einsatz erfolgt primär als Nickel/Palladium-Legierung, ist aber auch als reines Palladium in Kombination mit Gold möglich. Darüber hinaus empfiehlt sich die genaue Abstimmung der Schichtsysteme und der Schichtdicken auf die jeweiligen Anforderungen an die Kontaktschichten, um Kosten einzusparen.

## Use and Cost-Effectiveness of Precious Metal Coatings in Electronics

Precious metal coatings play today, as they always have, a key role in electronics. Gold coatings exhibit specially good electrical contact behaviour which is essential for plug connectors as well as wire bonding. Silver, with its very high electrical conductivity is used where higher insertion forces and voltages are involved. Palladium is the metal of choice to replace more expensive gold in many applications, either as a nickel-palladium alloy also has the pure metal itself, often in combination with gold. Selecting the most appropriate multilayer coating system and the thicknesses of each layer is determined by the application in question together with cost restraints.

### 1 Einleitung

Edelmetallbeschichtungen finden aufgrund ihrer hervorragenden chemischen und physikalischen Eigenschaften auf dem Gebiet der Elektronik ein breites Anwendungsgebiet. Im Vordergrund stehen dabei die Goldschichten und in gewissen Umfang Palladium, während der Einsatz der Platinmetalle Rhodium und Ruthenium bislang auf wenige Anwendungsfälle beschränkt blieb. Silber findet hauptsächlich seinen Einsatz bei höheren Schaltlasten, da es stark zur Bildung von Deckschichten aus Silbersulfid und somit zu Kontakt- und Lötbeschwierigkeiten neigt.

Der hohe Innovationsgrad in der Elektronik mit ständig steigenden Anforderungen an die Funktionalität und Qualität sowie die gestiegenen Edelmetallkosten (Tab. 1) zwingen dazu, bestehende Spezifikationen zu überdenken, zu hinterfragen und über neue Möglichkeiten zur Herstellung von optimalen Beschichtungen nachzudenken.

### 2 Goldschichten

Die Goldniederschläge zeichnen sich vor allem durch eine ausgezeichnete Korrosionsbeständigkeit sowie durch ihre guten elektrischen Eigenschaften aus. Gerade diese beiden Eigenschaften stehen auf Verbindungselementen der Informationstechnik im Vordergrund, wo die Goldschicht zwei Hauptaufgaben zu übernehmen hat: zum einen den Korrosionsschutz des Trägermaterials und zum anderen die

möglichst verlustfreie Übertragung von elektrischer Energie, wobei hier größter Wert auf einen niedrigen und zeitlich konstanten Übergangswiderstand gelegt wird. Dabei stehen je nach Verbindungstechnik unterschiedliche Anforderungen, wie Härte, Verschleißfestigkeit, Lötbarkeit und Kaltschweißigkeiten, im Mittelpunkt.

Feingoldschichten sind bekanntlich sehr weich (ca. 60 HV) und neigen zum Kaltverschweißen, was sie für das Drahtbonden prädestiniert. Abriebbeständige Schichten, wie sie für Steck- und Schaltkontakte benötigt werden, bestehen hingegen aus galvanisch abgeschiedenen Legierungen (bevorzugt auf Basis von Gold/Kobalt). Sie gewährleisten ein hervorragendes Verschleißverhalten, sind jedoch als Lötfläche nur in Form von sehr dünnen Schichten geeignet beziehungsweise scheiden für das Drahtbonden gänzlich aus. Der Grund hierfür liegt darin, dass mit dem Legierungspartner zusammen Kohlenstoff in die Goldschicht mit eingebaut wird, der zwar primär für das gute Verschleißverhalten der Schichten verantwortlich ist, auf der

anderen Seite aber die Benetzbarkeit der Goldschichten beim Löten stört und ein Kaltverschweißen beim Bonden verhindert. Hartgoldschichten von > 1 µm sollten deshalb bei Lötanwendungen vermieden werden. Nach wie vor wird in verschiedenen Spezifikationen – darunter auch in der MIL (MIL = United States Military Standard) – ein Mindestfeingehalt von 99,7 % Gold in diesen Legierungen gefordert. Dabei wird davon ausgegangen, dass bei einem Legierungspartneranteil von etwa 0,2 % Kobalt der Restanteil Gold ist. Tatsache aber ist, dass – wie bereits erwähnt – mit den 0,2 % Kobalt auch etwa 0,3 % Kohlenstoff, etwa 2,5 % Stickstoff und rund 1,4 % Sauerstoff mit eingebaut werden, sodass der tatsächliche Goldanteil in der Legierung bei lediglich > 95 % liegt. Dies findet unter anderem mittlerweile auch in der ASTM-Spezifikation B 488-01 seine Berücksichtigung.

Während die Hartgoldschichten generell galvanisch und nahezu ausschließlich aus schwach sauren Elektrolyten auf Basis von Kaliumgoldcyanid abgeschieden werden, finden bei der Abscheidung

Tab. 1: Kosten für Edelmetallbeschichtungen (Preisbasis Jan. 2015)

	Feingold	Hartgold	Silber	Pd80/Ni20	Rhodium	Ruthenium
Dichte	19,2	17,0	10,5	10,7	12,41	12,45
Härte (HV)	60–80	160–180	120–180	300	600–800	700–900
€/1 µm <sup>2</sup>	6,80	5,72	0,06	1,99	4,48	0,26

Kurse: Gold: 35,44 €/g, Silber: 0,53 €/g; Palladium: 23,30 €/g; Rhodium: 36,10 €/g; Ruthenium: 2,05 €/g

der Feingoldschichten vorwiegend die im Neutralbereich arbeitenden Elektrolyte – ebenfalls auf Basis von Kaliumgoldcyanid – Verwendung. Hinzu kommen hierfür die außenstromlos abgeschiedene Sud- und Reduktivgoldschichten.

Generell liegen die Schichtstärken der Hartgoldschichten für Anwendungen bei Steckverbindern im Bereich von mehr als 0,8 µm und bei Schleifkontakten bis zu mindestens 3 µm und mehr. Bei Feingoldschichten, die für das Golddrahtbonds eingesetzt werden, liegt die geforderte Mindestschichtstärke in den meisten Fällen ebenfalls bei > 0,8 µm. Feingoldschichten für mit Aluminiumdraht bondbare Oberflächen sollten im Bereich von 0,1 µm bis maximal 0,25 µm liegen, da bei höheren Schichtstärken mit Purpurpest und dem unerwünschten Kirkendahl-Effekt gerechnet werden muss.

### 3 Silberschichten

Silber hat die höchste elektrische und thermische Leitfähigkeit aller Metalle. Im abgeschiedenen Zustand würden diese Schichten dem Ideal für Oberflächen in der Elektronik am ehesten entsprechen.

Da Silber jedoch in schwefelhaltiger Atmosphäre stark zur Bildung von Silbersulfid an der Oberfläche neigt, kann dies bei geringeren Kontaktkräften, wie sie im Bereich der Elektronik vorherrschen, zu einem unzulässig hohen Kontaktwiderstand führen. Ebenso sind dann Löt- und Bondprobleme zu erwarten. Bei höheren Kontaktkräften und Schaltlasten im Bereich zwischen 6 V und 220 V spielt dies kaum eine Rolle, da dann die Silbersulfiddeckschichten leicht durchgerieben, weggedrückt oder elektrisch durchschlagbar werden.

Weiter kann es bei Berührung mit Kunststoffen und Isoliermaterialien bei Anwesenheit von Feuchtigkeit unter dem Einfluss eines elektrischen Potentials zum Silbersulfidkriechen kommen. Dadurch werden Kurzschlüsse verursacht, was gerade bei hochkomplexen und miniaturisierten Layouts ein erhebliches Risiko bedeutet.

Natürlich kann die Silberschicht mit einem entsprechenden Anlaufschutz – primär auf Thiolbasis – versehen werden. Dieser ist jedoch lediglich als temporärer Lagerschutz zu betrachten und auf Dauer im Feld nicht akzeptabel.

Die Silberschichtstärken liegen für den Kontaktbereich mit höheren Schaltlasten im Allgemeinen bei > 5 µm. In jüngster Zeit sind als Löt- und Bondoberfläche bei Leiterplatten stromlos abgeschiedene Schichten im Bereich von 0,1 µm bis 0,3 µm in der Diskussion.

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

WOMag-online-Abonnenten steht der gesamte Beitrag zum Download zur Verfügung. Im Weiteren werden Punkte angesprochen:

- Schichten aus Palladium und Palladium-Nickel
- Rhodium- und Rutheniumschichten
- Technologien zur Edelmetalleinsparung wie Selektivbeschichtung, Reduzierung der Schichtdicken oder Optimierung der Schichtverteilung
- Aktueller Stand der Schichten und Schichtkombinationen für unterschiedliche Anforderungen

Der Gesamtumfang des Beitrags beträgt etwa 5 Seiten mit 6 Abbildungen, 3 Tabellen und 9 Literaturhinweisen.

## Driesch Anlagentechnik GmbH



**Familienunternehmen aus Tradition**  
seit 1930 in Menden, Sauerland

**Alles aus einer Hand**



Besuchen Sie uns  
auf der Messe,  
Standnummer:  
Halle 3, G10(7)

**Technik für Ihre Oberflächenbehandlung**  
**Neuanlagen, Umbauten, Steuerungstechnik**

# Nanoschichtsystem Nickel/Nano-Palladium/ Nano-Gold als Bondoberfläche – Entwicklung, Serienproduktion und Anwendungen

Von Markus Klingenberg und Arno Marto, Inovan, Birkenfeld

Vor allem für das Bonden mit Aluminiumdünn Draht hat sich ein Schichtsystem aus Nickel, Nano-Palladium und Nano-Gold bewährt. Damit lassen sich deutliche Einsparungen im Edelmetallverbrauch sowie eine bessere Verbindungstechnik erzielen. Darüber hinaus eignet sich das Schichtsystem als Schutzschicht für Kupferwerkstoffe bei geringen Kosten. Für diese neuen Anwendungen konnten sich bisher jedoch noch nicht genügend Hersteller entscheiden, trotz der bestehenden Vorteile.

## Nickel/Nano-Palladium/Nano-Gold Nanolayer systems as Bonding Surfaces – Development, Mass-Production and Applications

Multilayer systems based on nickel/nano-palladium/nano-gold have established themselves especially for wire-bonding with thin aluminium wire. They afford a significant saving in precious metal use as well as improved bonding properties. In addition, such multilayer systems offer a low-cost protective coating for copper substrates. Until recently, in spite of the many advantages of this system, only a small number of manufacturers have been willing to adopt it.

Anbieter für die Kontakttechnik stehen in der Pflicht, kundenspezifische Problemlösungen anzubieten. Die Produktionspalette reicht dabei von veredelten Stanzgittern bis hin zu kundenspezifischen Mechatronikbaugruppen. Für die Fertigung dieser Präzisionsteile werden unter anderem die Stanz- und Montagetechnik sowie die galvanische Oberflächenbehandlung bei verschiedenen Kontaktwerkstoffen in breitem Umfang angewandt. Bei Bedarf liefert Inovan weltweit die Entwicklung bis hin zur Realisierung maßgeschneiderter Lösungen für Großserien.

Der Einsatz von Palladium ist in der Leiterplattentechnik eingeführt und bewährt. Je nach Anwendung noch mit einer dünnen Goldschicht versehen, wird diese Oberfläche für Bond-, Klebe- und Lötanwendungen eingesetzt. Im Bereich von Leadframes und Stanzgittern hat sich diese Schicht noch nicht auf breiter Front durchsetzen können. Die Schichtkombination birgt jedoch in vielerlei Hinsicht ein großes Potenzial.

Bei Inovan wurde ein solches Nanoschichtsystem aus Nickel, Palladium und Gold unter folgenden Gesichtspunkten mit Priorität auf Wire-Bonding entwickelt:

- Edelmetalleinsparung
- breites Anwendungsspektrum
- hohe Prozesssicherheit mit großem *Bondfenster*
- eingeführte Werkstoffe für Bondanwendungen
- bekannte Prozesse der galvanischen Oberflächenveredelung

- Integration in bewährten In-House-Prozess *Bondgoldoberfläche* möglich
- geringe Korrosionsneigung
- hohe Temperaturbeständigkeit (geringe Diffusion)

Da *bondfähige Oberfläche* ein weitgefaster Begriff ist, war es zunächst notwendig, Grenzen und Parameter des Systems detailliert zu untersuchen, um es in seinen Eigenschaften verstehen und beeinflussen zu können. Diese umfangreiche Entwicklungsarbeit konnte erfolgreich abgeschlossen werden [1]. Damit war der Weg frei, das Schichtsystem Kunden vorzustellen und Produkte damit auszustatten [1, 2].

### 1 Umsetzung und Stand des Schichtsystems

Der Trend hin zu diesem kostengünstigen Schichtsystem wurde richtig erkannt. Umfangreiche Tests mit zehntausenden von Bondungen (Abb. 1) zur Sicherstellung von Serieneignung oder Zuverlässigkeit sind in Zusammenarbeit mit potenziellen Kunden abgeschlossen worden. Sowohl bei internen als auch bei externen Prüfungen zeigt das Schichtsystem keine nennenswerten Einschränkungen. Namhafte Automotive-Zulieferer nutzen mittlerweile Produkte mit dieser Beschichtung im Feld mit steigender Tendenz. Die Umsetzung der Labor- und Handmusterfertigung zu

Serienprozessen wurde durch einen umfangreichen Umbau einer bestehenden Galvaniklinie realisiert.

Die hauptsächliche Verwendung von Aluminiumdünn Draht für die Nanoschicht stellt höhere Ansprüche an die Bondprozessparametrierung und Laborausrüstung, wie beispielsweise Prozessfensterermittlung oder Bondtestklemmungen. Hier wurden im Rahmen der Versuche neue Erkenntnisse gewonnen und für die Serienfertigung umgesetzt.

Die Nanotechnologie wird sich als Bondoberfläche im rauen Feld des automobilen Einsatzes weiterhin bewähren müssen.

### 2 Abwandlung und weitere Anwendungen

#### 2.1 Nano-Palladium als Endoberfläche

Aufgrund der vorliegenden Weiterverarbeitungstechnik musste bei einer Anwendung

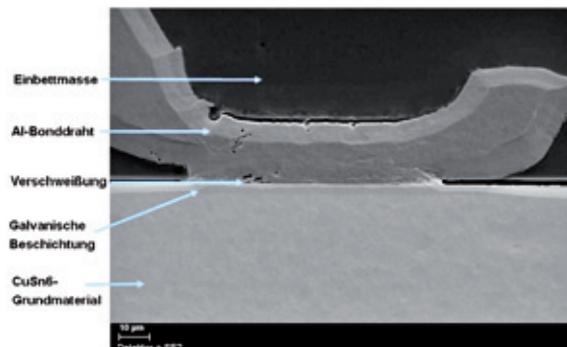


Abb. 1: Bondfuß bei Verwendung eines 38-µm-Drahts (Querschliff, REM)

auf die Goldschicht verzichtet werden. Die daraus entstehende Abwandlung der Oberflächenbeschichtung zeigte trotz einer im Mittel nur zehn Nanometer dicken (ca. 100 Atomlagen) Goldschicht entscheidende Veränderungen der Bondfähigkeit. Nach mehreren Musterbearbeitungen und enger Zusammenarbeit mit Kunden und Bondmaschinenhersteller wurde festgestellt, dass diese Oberfläche nicht mehr mit einfachen Laborbondgeräten bondbar ist. Auch das sogenannte Bond-(Prozess)-Fenster ist kleiner als bei der Verwendung von Gold.

Daher war es erforderlich, mit einem sogenannten Vollautomatbonder als Prüfeinrichtung zu arbeiten. Diese wesentlich komplexeren Geräte werden normalerweise 1:1 in den automatisierten Fertigungen verwendet. Sie bieten mehr Einstellmöglichkeiten, dynamische Parameterverläufe während des Bondvorgangs sowie eine umfangreiche Dokumentation der IST-Werte während des Bondvorgangs (Abb. 2).

## 2.2 Weitere Anwendungen – Löten und Oxidationsschutz

Erweiterte Anwendungen sind in den Bereichen Oberflächenschutz und Bauteilminiatürisierung möglich, zum Beispiel bei einer Kombination aus Bond- und Lötfläche. Hierfür wurden erste Muster für Testzwecke an Kunden ausgeliefert und erbringen bisher positive Versuchsergebnisse.

Das Nanoschichtsystem Nickel/Nano-Palladium/Nano-Gold verfügt neben der Eignung als Bondoberfläche über weitere



Abb. 3. Dip-and-Look-Lötestest ohne Entnetzung

positive Eigenschaften. Zur Ermittlung der genauen Eigenschaften wurden weiterführende Untersuchungsreihen angesetzt beziehungsweise sind in Vorbereitung. So könnten beispielsweise Kombinationen der oben genannten Eigenschaften wie etwa der Lötbarkeit (Abb. 3) [3] bei der Miniaturisierung von komplexen Bauteilen eine entscheidende Rolle spielen, indem Oberflächen eingesetzt werden, die mehrere Aufbau- und Verbindungstechniken möglich machen.

Neue Funktionen und Anschlusstechniken erfordern oxidarme, blanke Kupferoberflächen; aber auch bewährte Verfahren wie das Widerstandsschweißen lassen sich nur mit einer definierten Oberflächengüte zuverlässig ausführen. Kleben und Kupferdrahtbonden beispielsweise sind zwei solche Techniken [4], die oxidarme und blanke Oberflächen benötigen. Allerdings gestaltet sich die Vorhaltung einer oxidfreien Kupferoberfläche als sehr schwierig und aufwändig, da Kupfer stark zum Anlaufen beziehungsweise Oxidieren neigt. Ein Zusatzaufwand für Anlaufschutz darf den

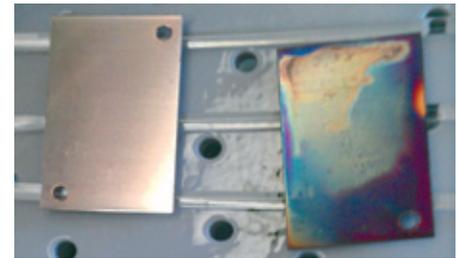


Abb. 4. Vergleich von CuSn6 beschichtet und unbeschichtet nach 24 Stunden in oxidativer Umgebung

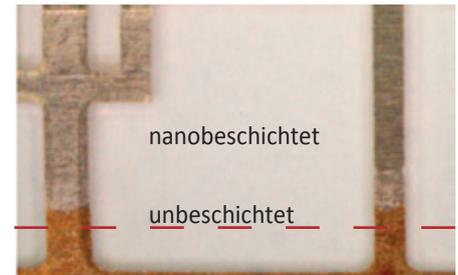


Abb. 5: Schweißbereich einer nanobeschichteten Oberfläche nach mehreren Wochen trockener Lagerung; die unbeschichtete Oberfläche ist bräunlich/rötlich oxidiert

Kostenvorteil, zum Beispiel durch den Verzicht einer Edelmetallschicht, nicht schmälern, aber auch nachfolgende Prozesse keinesfalls stören.

Aus der Leiterplattentechnik bekannte organische Anlaufschutzsysteme (OSP) sind nicht zielführend, da diese beim Kleben oder Bonden meist stören und durch vorgeschaltete Reinigungsprozesse entfernt werden müssen und damit Kosten durch Mehraufwand entstehen. Die Applikation einer Nanoschicht während eines ohnehin für Stanzteile dieser Anwendungskategorie meist notwendigen galvanischen Beschichtungsprozesses ist hierfür ein interessanter Ansatz (Abb. 4 und 5). Fertigung, Weiterverarbeitung und Lagerung dieser Oberflächen sind in diesem Fall deutlich vereinfacht und ein dadurch bedingter Aufwand minimiert [5].

## 3 Zusammenfassung und Ausblick

Die schon seit Jahren aus dem Leiterplattenbereich bekannte Nanoschichtkombination aus Nickel/Nano-Palladium/Nano-Gold hat bei umfassenden Untersuchungen die hohen Ansprüche an eine Bondverbindung erfüllt. Bei umfangreichen Testreihen und abgeprüften Eigenschaften zeigten sich keine nennenswerten Nachteile gegenüber den hochwertigen konventionellen Beschichtungen wie Feingold oder Aluminium-Silizium.

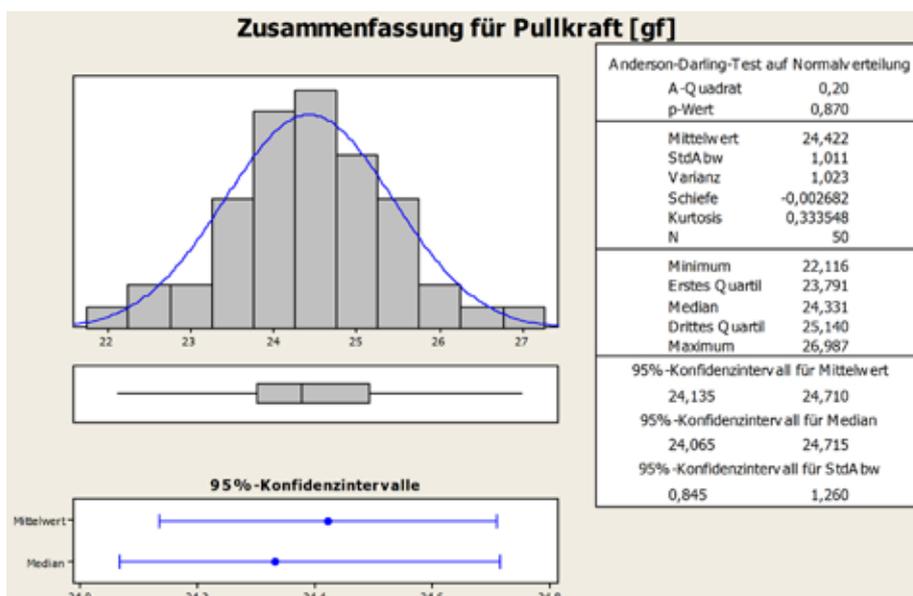


Abb. 2: Verteilung der Pullkraft bei Verwendung eines Vollautomatbonders (Stichprobe aus 50 Teilen, Untergrenze 6 gf)

Die Nanobondoberfläche ist von mehreren Automotive-Zulieferern qualifiziert und wird bereits seit einigen Jahren bei Produkten erfolgreich im Feld eingesetzt. Die Dünndrahtbondung (Abb. 6) wie auch die Nano-Palladiumschicht als Endoberfläche stellen nochmals neue Herausforderungen auf dem ohnehin diffizilen Gebiet der galvanischen Bondoberflächen dar.

Alternative Anwendungen kommen bei entsprechenden Produkten teilweise bereits zur Anwendung. Was den Oxidationsschutz für Kupferbondoberflächen betrifft, wurden in Versuchen mögliche Anwendungen mit sehr positiven Ergebnissen aufgezeigt; bisher konnten sie jedoch noch keine, einem Serieneinsatz entsprechende

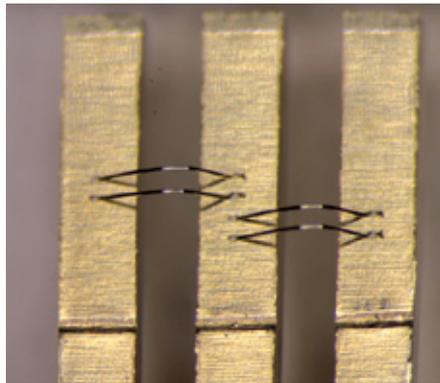


Abb. 6: Testbondung im 38-µm-Draht

Anwendung auslösen. Abhilfe könnte ein entsprechender Kooperationspartner aus dem Umfeld der Tier 1 schaffen.

**Kontakt:** markus.klingenberg@inovan.de

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

#### Literatur

- [1] Markus Klingenberg, Arno Marto: Nickel-Palladium-Gold-Nanoschichtsysteme als alternative Bondoberfläche; PLUS, Ausgabe 11/2010
- [2] George Harman: Wire Bonding in Microelectronics; McGraw-Hill Companies, 1989
- [3] Douglas Romm, Bernhard Lange, Donald Abbott: Evaluation of Nickel/Palladium/Gold-Finished Surface-mount Integrated Surfaces; Texas Instrument 2001
- [4] productronic 10-2004: Bonden mit Kupferdraht
- [5] Horst Clauberg, Petra Backus, Bob Chylak: Nickel-Palladium Bond Pads for Copper Wire Bonding; Microelectronics Reliability 2010

## Filtergerät mit aktiv geregelm Förderstrom

Einige Anwendungen in der Galvanotechnik erfordern einen gleichbleibenden Förderstrom des Elektrolyten. Bei einem herkömmlichen Filtergerät nimmt der Förderstrom durch die zunehmende Verschmutzung des Filters ab. Bisher wurden derartige Herausforderungen durch die Regelung mittels Frequenzumformer gelöst. Eine solche Regelung bereitet jedoch vor allem im unteren Frequenzbereich Schwierigkeiten. Bohncke hat dieses Problem durch den Einsatz einer neuartigen Pumpensteuerung in Kombination mit einem Servomotor gelöst. Diese Anordnung lässt Drehzahlen vergleichbar mit 5 Hz ebenso wie Drehzahlen vergleichbar mit 68 Hz zu. Der stabil regelbare Bereich ist somit extrem groß, beziehungsweise die möglichen Schritte sind sehr klein. So entfällt das Einstellen der Fördermenge durch das Regeln von Ventilen. Diese äußerst exakt arbeitende Steuerung regelt während des Filtrationsprozesses einen gleichbleibenden, frei einstellbaren Volumenstrom innerhalb einer Toleranz von nur  $\pm 0,5\%$  und ist damit herkömmliche Regelungen mit Frequenzrichter eindeutig überlegen. Die Steuerung kann zusammen mit Filtergeräten beziehungsweise -anlagen auf Basis der Geräteserien 575, 355, 250 und 180 eingesetzt werden. Durch einen integrierten Wahlschalter kann aus mehreren einstellbaren Volumenströmen gewählt werden.

Ausgestattet mit einem Anschwemmbehälter und den nötigen Leitungen und Ventilen kann ein Filtergerät mit Filterhilfsmittel,



Steuerschrank mit Wahlschalter und PBNA (Permanent Blendfrei Nickel Aggregat)

Aktivkohlepulver oder anderen Mitteln konditioniert werden. So ist es unter anderem vor allem für die Erzeugung von sogenannten blendfreien Nickelschichten geeignet. Speziell dafür wurde die Möglichkeit geschaffen, ein oder mehrere Dosierpumpen anzuschließen. Diese Dosierpumpen können unterschiedlich eingestellt sein und werden in Abhängigkeit des Volumenstroms angesteuert.

So ist es möglich, die Nutzungsdauer von diesen Elektrolyten auf eine Woche zu verlängern. Während dieser Zeit sind alle Parameter des Elektrolyten gleichbleibend. Damit kann ohne lästiges Nachjustieren eine gleichbleibende Beschichtung und damit ein konstanter Farbton erzielt werden. Die

bisher häufig vorkommende Sägezahnqualität gehört damit der Vergangenheit an.

Die Filtergeräte sind mit technisch hochwertigen magnetgekuppelten Pumpen ausgestattet und haben zur einfacheren Bedienung selbstverständlich einen klappbaren Deckel und ein groß dimensioniertes Ablassventil. Damit Installation und Handhabung optimiert werden, steht nützliches Zubehör zur Verfügung.

**Bohncke GmbH**

Auf der Langwies 8, D-65510 Hünstetten-Wallbach

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



# TOC-Bestimmung mit dem ADI 7010 im Abwasser – eine saubere Sache

Von Gerhard Kirner und Manja Lukesch, Filderstadt

Der Bedarf nach zuverlässiger Online-Analytik in der Abwasserkontrolle ist auch aufgrund behördlicher Vorgaben hoch. Die Überwachung des TOC-Gehalts mittels nasschemischer Oxidationsmethode ist für viele Anwendungen ein kostengünstiger und wartungsarmer Ersatz zur Verbrennungsmethode oder eine Alternative zu anderen Summenparametern wie CSB oder BSB5. Mit einem neuen Messsystem ist es durch den Einsatz von robusten Bauteilen mit beständigen Materialien möglich, regelmäßige Wartungsarbeiten kostengünstig und kalkulierbar zu gestalten.

## TOC Determination in Effluents using the ADI 7010 – Now Straightforward and Simple

There is a strong demand for reliable effluent analysis techniques, not least in order to ensure compliance with official limits. Monitoring TOC levels using a wet chemical oxidation method is in many cases both less expensive and time-consuming than combustion methods or those involving summing COD values and BSB5 levels. Using a new measurement system based on robust components constructed from durable materials, TOC levels can be regularly monitored both at reasonable cost and relatively short time.

### 1 Einleitung

Die Überwachung des gesamten organischen Kohlenstoff (TOC) ist ein aktiver Beitrag zum Umweltschutz. Für die oberflächenveredelnde und metallverarbeitende Industrie gilt in Deutschland die Abwasserverordnung mit dem Anhang 40. Die Schadstofffracht in den Produktionsabwässern muss demzufolge regelmäßig analysiert und die Grenzwerte müssen eingehalten werden. Durch die Online-TOC-Überwachung können Störfälle frühzeitig festgestellt und Maßnahmen zur Behebung eingeleitet werden. Somit werden Flora und Fauna der Gewässer, in die Industrie und Kommunen das gereinigte und behandelte Abwasser einleiten, geschützt. Beim TOC wird die komplette organische Belastung eines Wassers oder Abwassers erfasst, auch nicht biologisch abbaubare und schwer oxidierbare Stoffe. Mit dem Online-Analyser ADI 7010 ist diese Kenngröße einfach, robust und zuverlässig zu bestimmen.

### 2 Ein Summenparameter auf der Überholspur

Die Menge an organischen Verbindungen in einer Probe beziehungsweise der Grad

ihrer organischen Verunreinigung lässt sich anhand verschiedener Indikatoren messen. Neben den üblichen Summenparametern wie BSB5 (biochemischer Sauerstoffbedarf) oder CSB (chemischer Sauerstoffbedarf) ist ein Parameter auf dem Vormarsch: der TOC (gesamter organischer Kohlenstoff). Mit dem neuen Online-Analyser ADI 7010 von Metrohm (Abb. 1) kann anhand des TOC Auskunft über die Verunreinigung einer Abwasserprobe gegeben werden.

### 3 TOC-Onlineüberwachung im Trend

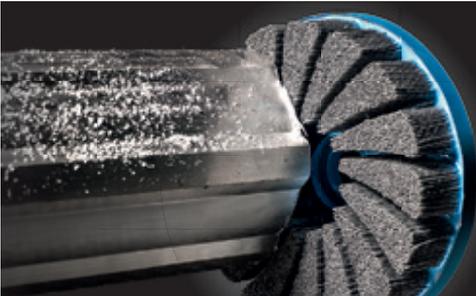
In vielen Bereichen der Abwasseranalytik ist es bisher üblich, die behördlichen Vorgaben für verschiedenste Parameter in regelmäßigen Zyklen im werkseigenen oder externen Labor zu analysieren. Mischproben oder repräsentative Stichproben werden oft nur einmal täglich oder seltener überprüft. Ein qualifiziertes Messergebnis liegt deshalb in der Regel erst am Folgetag vor. Außerdem geben die Misch- beziehungsweise Stichproben keine Aussage über den tatsächlichen Konzentrationsverlauf eines Parameters. Eine Überschreitung des Grenzwerts oder mögliche Probleme in der Anlage werden oft zu spät und teilweise gar nicht entdeckt.



Abb. 1: Der ADI 7010-TOC-Analyser ist kompakt und übersichtlich

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

Allen WOMag-Lesern steht der gesamte Beitrag zum Download zur Verfügung. Im Weiteren wird die Vereinfachung der Analysenmethode durch den Wechsel von CSB beziehungsweise BSB auf TOC diskutiert und ein Vergleich der Methoden mit Vor- und Nachteilen aufgezeigt. Der Gesamtumfang des Beitrags beträgt etwa 2,5 Seiten mit 4 Abbildungen und 1 Tabelle.



## WE ROUND THINGS UP

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



# Inline-Messung von Schichtdicke, Abscheidengeschwindigkeit und Stromausbeute während der industriellen Metallabscheidung

Von Dr. Eckart Giebler, Dresden

Die Schichtdicke ist eine zentrale Größe für die galvanotechnische Metallbeschichtung, die von der Art des Abscheidungsprozesses und wichtigen Größen wie Stromausbeute, Stromdichteverteilung, Zusammensetzung oder Temperatur des Elektrolyten bestimmt wird. Bisher waren dazu vor allem Messverfahren mit hohem manuellem oder gerätetechnischem Aufwand erforderlich, die zudem mit deutlich zeitlichem Versatz zur eigentlichen Abscheidung die Ergebnisse lieferten. Ein neues Verfahren nutzt die Änderung der Schwingung eines Stabsensors durch die abgeschiedene Metallschicht. Das Verfahren arbeitet sowohl bei der galvanischen als auch bei der chemischen Abscheidung mit der selben Genauigkeit. Zudem sind die Ergebnisse online ohne zeitlichen Verzug und mit geringstmöglichem Aufwand verfügbar. Die Messmethode wurde bei verschiedenen Arten der Abscheidung unter Praxisbedingungen mit Erfolg getestet.

## In-Line Measurement of Coating Thickness: Deposition rate and Current Efficiency in Industrial Metal Deposition

Coating thickness is a key parameter for industrial electrodeposition processes. It is a function of the particular process being used, current efficiencies, current density and current distribution, electrolyte composition and temperature. Monitoring coating thickness has traditionally required significant amounts of operator time and/or instrumentation, resulting in a time-lag between the actual deposition and the availability of the relevant data. A new process makes use of changes in oscillation frequency of a rod sensor positioned through the deposited metal layer. The technique is equally accurate both for electrodeposited and electrolessly plated metals. Most importantly, the results are available without difficulty, online and in real time. The technique has been tested with successful results, using a range of deposition processes under industrial conditions.

### 1 Einleitung

In der Galvanotechnik werden durch die Abscheidung von Metallüberzügen gezielte Änderungen von Bauteileigenschaften bewirkt. So lassen sich durch die galvanische oder außenstromlose Metallabscheidung dekorative Eigenschaften wie Farbe und Glanz oder funktionelle Eigenschaften wie Korrosionsbeständigkeit, Verschleißfestigkeit, Härte und Leitfähigkeit verändern. Die Qualität der erzielten Bauteileigenschaften ergibt sich aus der Dicke, der stofflichen Zusammensetzung und dem Gefügebau der abgeschiedenen Schicht. Diese Schichteigenschaften hängen wiederum von den spezifischen Bedingungen ab, unter denen der Abscheidungsprozess stattfindet. So ist beim Betrieb galvanotechnischer Prozesse neben der sich ergebenden Schichtdicke auch die Geschwindigkeit der Metallabscheidung von Bedeutung.

In der betrieblichen Praxis werden die Schichtdicke und die Abscheidengeschwindigkeit bisher nur stichprobenartig durch Messungen an den beschichteten Teilen oder an Probekörpern ermittelt. Eine fortlaufende Messung während des Abscheidungsprozesses war bisher nicht möglich. Mit einer neuartigen Prozessmesstechnik der

Somonic Solutions GmbH wird nun die prozessbegleitende Messung von Schichtdicke, Abscheidengeschwindigkeit und Stromausbeute möglich.

Zunächst werden nachfolgend die Größen Schichtdicke, Abscheidengeschwindigkeit und Stromausbeute eingeordnet. Es folgt eine kurze Darstellung der Überwachung dieser Größen in der bisherigen industriellen Praxis. Im Anschluss wird eine neuartige Inline-Messtechnik zur Erfassung dieser Größen vorgestellt. Abschließend wird über Anwendungen beispielhaft berichtet.

### 2 Größen des Beschichtungsprozesses

#### 2.1 Schichtdicke

Die Schichtdicke ist eine zentrale Qualitätsgröße eines mit Metall beschichteten Bauteils. Die Dicke der abgeschiedenen Schicht hat einen wesentlichen Einfluss auf wichtige Eigenschaften wie Korrosionsbeständigkeit, Verschleißfestigkeit oder Maßhaltigkeit des Bauteils. Entsprechend wird die Schichtdicke vom Auftraggeber der Beschichtung spezifiziert. Gefordert ist in der Regel eine Mindestschichtdicke. Teils ist auch die maximale Schichtdicke von Bedeutung, zum Beispiel bei Innenbeschichtungen.

Für den Beschichter hat die Dicke des abgeschiedenen Metalls eine wirtschaftliche Bedeutung. So sind Überbeschichtungen zu vermeiden, um Kosten für Metall, Prozesschemie und Abwasserbehandlung zu sparen. Dies gilt im Besonderen, wenn das abgeschiedene Metall oder die Prozesschemie kostenintensiv sind. Aber auch bei relativ preiswerten Beschichtungen ist es sinnvoll, Überbeschichtungen zu vermeiden, da dadurch die Beschichtungszeit verkürzt werden kann. Bei flexibel getakteten Anlagen kann in diesem Fall eine Durchsatzsteigerung erreicht werden. In zeitlich fest getakteten Anlagen ist durch zeitgerechtes Abschalten des Elektrolysestroms eine Einsparung von Elektroenergie, Metall und Einsatzchemie möglich.

Die Einhaltung geforderter Schichtdicken ist insbesondere bei galvanischen Abscheidungsprozessen kritisch, da die Dicke eine örtlich auf der Warenoberfläche verteilte, nicht konstante Größe ist. Ursache ist die auf der Warenoberfläche inhomogene Verteilung des elektrischen Feldes, die zu unterschiedlichen Abscheidungsverhältnissen führt. Eine gleichmäßige Schichtdicke auf der Bauteiloberfläche wird im Allgemeinen angestrebt, ist aber bei kompliziert geformten Teilen oft schwierig zu erreichen.

Die Schichtdicke hat neben der Eigenschaft als Qualitätsgröße auch den Charakter einer Prozessgröße der Abscheidung. Das bedeutet, die Schichtdicke ist eine sich während des Abscheidungsprozesses ändernde (d. h. ansteigende) Größe. Aus Sicht der Prozessführung muss bei Erreichen des Sollwerts der Schichtdicke die Beschichtung beendet werden. In den meisten Fällen wird das Teil dazu aus dem Elektrolyt entfernt. In fest getakteten Anlagen wird teils der Elektrolysestrom abgeschaltet und das zu beschichtende Teil verbleibt noch bis zum Taktende ohne Abscheidung im Elektrolyt.

## 2.2 Abscheidengeschwindigkeit und Stromausbeute

Eng mit der Dicke der abgeschiedenen Schicht hängen die Prozessgrößen Abscheidengeschwindigkeit und Stromausbeute zusammen. Die Abscheidengeschwindigkeit (auch als Abscheiderate bezeichnet) ist ein Schlüsselparame-ter bei der elektrochemischen Metallabscheidung. Sie muss bekannt sein, um spezifizierte Schichtdicken zu erreichen. Weiterhin ergeben sich eine Reihe von Schichteigenschaften aus der Abscheidengeschwindigkeit. So ändert sich beispielsweise bei chemisch reduktiven Abscheidungen von Nickel-Phosphor-Schichten der Phosphorgehalt mit der Geschwindigkeit der Abscheidung ab. Der Phosphorgehalt hat wiederum wesentlichen Einfluss auf wichtige Schichteigenschaften wie Härte und Korrosionsbeständigkeit.

Bei der galvanischen Metallabscheidung folgt die Abscheidengeschwindigkeit aus dem elektrischen Strom. Dieser mit dem Faradayschen Gesetz beschriebene Zusammenhang gilt als ideal, wenn der gesamte elektrische Strom die Abscheidung eines einzelnen Metalls bewirkt. Häufig

treten jedoch Konkurrenzreaktionen auf. Entsprechend kommt es zu einer Minderung der theoretisch möglichen Abscheidengeschwindigkeit. In diesem Fall wird der Anteil des für die Metallabscheidung wirkenden Stroms als Stromausbeute mit Werten unter 100 % ausgedrückt.

Die Abscheidengeschwindigkeit hängt in komplexer Weise von verschiedenen Prozessparametern ab. Vor allem die Konzentrationen der im Elektrolyt enthaltenen Stoffe beeinflussen die Abscheidung. Daneben hat bei der galvanischen (d. h. der durch einen äußeren elektrischen Strom getriebenen) Metallabscheidung die Stromdichte einen besonderen Einfluss. Diese Abhängigkeit der Abscheidengeschwindigkeit ergibt sich direkt durch das Faradaysche Gesetz und indirekt durch die Abhängigkeit der Stromausbeute von der Stromdichte. Bei der chemischen (d. h. der außenstromlosen) Metallabscheidung ist die Temperatur ein wichtigster Prozessparameter.

Während Temperatur und Stromdichte relativ einfach stabilisiert werden können, ergeben sich bei den Stoffkonzentrationen fortlaufend Veränderungen, da während des Abscheidungsprozesses Einsatzstoffe verbraucht und Fremdstoffe gebildet werden. Nicht zuletzt beeinflussen die hydrodynamischen Verhältnisse im an der zu beschichtenden Oberfläche die Abscheidengeschwindigkeit.

## 3 Überwachung des Abscheidungsprozesses

### 3.1 Überwachung der Schichtdicke

Die Überwachung der Qualitätsgröße Schichtdicke geschieht in vielfältiger Weise. Zur Überwachung der industriellen Beschichtung werden insbesondere verschiedene zerstörungsfreie Verfahren zur

Messung der Schichtdicke am beschichteten Bauteil angewendet [1–4]. So werden Messgeräte auf Basis von magnetinduktiven Verfahren, Wirbelstromverfahren und Betarrückstreuverfahren eingesetzt. Die größte praktische Bedeutung in galvanischen Betrieben haben heute jedoch die Röntgenfluoreszenzverfahren.

Betrieblich eingesetzt werden sowohl Tisch- als auch Handgeräte. Sie ermöglichen eine direkte Kontrolle der Qualitätsgröße Schichtdicke am beschichteten Bauteil. Allerdings werden die entsprechenden Messungen per Hand durchgeführt und erfordern einen entsprechenden manuellen Aufwand. Dieser steigt noch, wenn mögliche Schichtdickenunterschiede Messungen an verschiedenen Punkten des Bauteils erfordern. Aus dem Messaufwand folgt, dass die Überwachung der Schichtdicke im Allgemeinen nur stichprobenartig erfolgen kann. Nachteilig für die Überwachung des Beschichtungsprozesses ist ferner die zeitliche Verzögerung zwischen Durchführung der Beschichtung und dem Vorliegen von Schichtdickenmessergebnissen.

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

WOMag-online-Abonnenten steht der gesamte Beitrag zum Download zur Verfügung. Im Weiteren stellt der Autor ein neuartiges Messverfahren vor, bei dem ein Sensor im Prozess mitbeschichtet wird. Durch die veränderte Masse ändert sich die Eigenfrequenz, die ein sehr sensibles Messsignal darstellt. Die Technologie eignet sich sowohl für galvanische als auch für chemisch abscheidende Elektrolyte zur direkten Erfassung der Abscheidengeschwindigkeit. Der Gesamtumfang des Beitrags beträgt etwa 4 Seiten mit 5 Abbildungen.

Sir Face empfiehlt:

## Oberflächentechnik – natürlich von AHC

13.-17. April 2015  
Halle 3, Stand H26

HANNOVER MESSE

**AHC**  
OBERFLÄCHENTECHNIK

**HART-COAT® - Die Hart-Eloxal-Beschichtung**

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

## Energieeffiziente Lösungen bei Pumpen und Filtern

Ein zentrales Thema des diesjährigen Auftritts auf der Hannover Messe der Sager + Mack GmbH wird wieder die Energieeffizienz sein. Energieeffiziente Lösungen bietet Sager + Mack für seine magnetgekoppelten Kreiselpumpen, bei denen durch die neuen PM-Synchronmotoren in Zusammenspiel mit den adaptierten Frequenzumformern der Gesamtwirkungsgrad gesteigert wird und somit Energie eingespart wird. Sowohl die Magnetpumpen, als auch die Tauchpumpen sind in den Energieklassen IE2, IE3 und IE4 und außerdem in einer großen Materialauswahl (PP-N, PP-H, PVDF und Edelstahl) erhältlich. Die ausgestellten Pumpen werden mit einer PP-Gehäuselaterne zu sehen sein.

Zudem wird ein Querschnitt aus dem großen Sortiment der Filtertechnik gezeigt, insbesondere Filter mit großen Kapazitäten. Präsentiert wird ein neuer Kerzenfilter mit 20" Kerzen und einer Kapazität von 55 m<sup>3</sup>/h, ein multifunktionales Filtergehäuse für verschiedene Filtereinsätze (Kerzen, Platten und Adsorbiermaterial) und ein Schraubverschlussfilter in Polypropylen in 10", 20" und 30".

Mit den Entwicklungen und Neuerungen von Sager + Mack werden die Bemühungen der Unternehmen in den energieintensiven Branchen der elektrochemischen Oberflächenbehandlung unterstützt, Energie einzusparen und damit die Prozesse wirtschaftlicher zu gestalten.



Sager + Mack GmbH, Max-Eyth-Straße 13/17, D-74532 Ilshofen-Eckartshausen

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

Halle 3, Stand G 10/06

## KULLEN-KOTI – flexible Werkzeuge für ein perfektes Oberflächenfinish

Egal, wie viele Kanten die Oberfläche eines Werkstücks hat und welche Geometrie diese aufweisen, zum Entgraten stellen die vielfältigen Ausführungen der KULLEN-KOTI Tellerbürsten das ideale Werkzeug dar

Je nach Werkstoff und Gratgeometrie wird das Besatzmaterial variiert – von soft bis ultrahart oder abrasiv in unterschiedlichen Härtegraden. Der Besatz wird immer auf die Anwendung definiert. Für die Entgratungsaufgaben werden in der Regel Drähte oder Anderlon-Schleifborsten eingesetzt (Anderlon – homogen mit Schleifkorn durchsetzte Polyamidfasern). Diese stehen mit Körnungen von 46 bis 1000 zur Verfügung. Auch bei der Besatzdichte findet sich für jede Anwendung genau die richtige. Zwischen leicht und maximal dicht gibt es ein breites Variationsspektrum, welches durch Sonderanordnungen wie Felderbesatz, Borstenschrägstellung oder eingegossenem Besatz noch breiter wird.

Wenn es die Anwendung zulässt, sind Kunststoffkörper aus dem umfangreichen Standardsortiment zu empfehlen. Die Vorteile wie niedrigere Stückkosten und kürzere Lieferzeiten, insbesondere bei kleineren Losgrößen, liegen auf der Hand. Selbstverständlich werden aber auch Holzkörper oder Bürstenkörper aus Aluminium und anderen Materialien gefertigt.

Beginnend bei 6 mm Durchmesser – hier wird noch von einer Pinselbürste gesprochen – besteht freie Wahl bei der Größe

für die perfekte Tellerbürste. Die Telleraufnahmen richten sich ganz nach den Anforderungen der Entgratmaschinen. Egal ob Schaft, Bohrung mit und ohne Mitnehmerloch, oder Gewinde, die Empfehlung richtet sich immer nach Kundenvorgaben. Flexibel geht es nicht.

Zusammen mit dem Tochterunternehmen HK-KOTI Entgrattechnik, der Partner für Entgratmaschinen, bietet KULLEN-KOTI individuell angepasste Lösungen für alle spezifischen Aufgabenstellungen. Für Standardaufgaben, wie beispielsweise Schnittkantenentgraten an Rohr- oder Profilen, stehen die Entgratmaschinen EM1-H und EM2-H zur Verfügung. Beide Maschinen arbeiten mit den bewährten Tellerbürsten.



Tellerbürste gestanzt (oben) sowie verschiedene gegossene Ausführungen an Tellerbürsten

KULLEN-KOTI GmbH  
Am Heilbrunnen 83, 72766 Reutlingen

➤ [www.kullen.de](http://www.kullen.de)

Hannover Messe 2015: Halle 3, Stand E16

### KULLEN-KOTI

KULLEN-KOTI steht für eines der größten Bürstensortimente Europas – seit bereits über 100 Jahren produziert das Unternehmen technische Bürsten. Mittlerweile sind das weit über 150 000 verschiedene Typen, und jeden Tag kommen neue hinzu. Dadurch kann der Kunde sicher sein, die beste Bürste für seine Fertigung zu bekommen. Durch die Zusammenarbeit mit KOTI bietet sich ein weltweit einzigartiges Bürstenangebot – unschlagbar in der Vielfalt, unerreicht im Service, bereit für jede Aufgabe. Ganz gleich, ob es sich um eine *Bürste von der Stange* oder eine maßgeschneiderte Lösung handelt.

➤ [www.kullen.de](http://www.kullen.de)

# Oberflächen für Konstruktionsbauteile – mehr Kapazität und schnellere Durchlaufzeiten

Neue Anlage zur chemischen Vernickelung von Aluminium-Bauteilen bei der AHC Oberflächentechnik GmbH in Kirchheim-Heimstetten (Werk München)

Das AHC-Werk München hat sein Leistungsspektrum erweitert. Hierdurch wird den Forderungen der Kunden nach mehr Kapazität und schnelleren Durchlaufzeiten Rechnung getragen. Im September 2014 weihte das Unternehmen im Beisein von Kunden und Mitarbeitern eine neue Anlage zur chemischen Vernickelung von Aluminium und Aluminiumlegierungen nach dem DURNI-COAT®-Verfahren ein. Diese hochmoderne vollautomatische Anlage dient der präzisen, effizienten und wirtschaftlichen Beschichtung von Bauteilen für Klein- und vor allem Großserien. Für die Automobilindustrie und andere Schlüsselbranchen werden so neue Möglichkeiten und Fertigungspotenziale geschaffen. Darüber hinaus feierte das Werk München sein 25-jähriges Bestehen am Standort Kirchheim-Heimstetten und sein 35-jähriges Bestehen überhaupt.



## Aluminium und Nickel – eine Kombination der Spitzenklasse

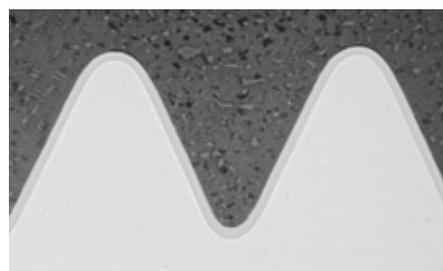
Die Anwendungsvielfalt von Aluminiumlegierungen hat speziell im Automobilbau und im Maschinenbau deutlich zugenommen. Der Grund liegt vor allem in der leichten Verarbeitbarkeit, dem geringen Gewicht und der Festigkeit von Aluminiumlegierungen. Für manche Anwendungen sind Aluminiumwerkstoffe jedoch beispielsweise zu wenig korrosions- und verschleißbeständig, sodass durch einen zusätzlichen Oberflächenschutz die positiven Eigenschaften des Werkstoffs erweitert werden.

Die chemische Vernickelung nach dem DURNI-COAT®-Verfahren (DNC-AL-Verfahren) von AHC Oberflächentechnik hat sich bei der Verwendung von Aluminiumwerkstoffen für Konstruktionsbauteile als eine ideale Oberflächenveredelung herausgestellt. Bei diesem chemisch ablaufenden Verfahren wird eine Nickel-Phosphor-Legierungsschicht auf einer Oberfläche haftfest abgeschieden. Die Abscheidung erfolgt in einem wässrigen Elektrolyten mit gelösten Nickelionen. Ein Reduktionsmittel liefert den Phosphor, der gleichmäßig in die Nickelschicht eingebaut wird. Die Höhe der Phosphorkonzentration kann durch Variation der Elektrolytkomponenten und der Verfahrensbedingungen zwischen 3 % und 14 % eingestellt werden.

Chemisch-Nickel-Schichten mit geringem Phosphorgehalt haben sich insbesondere bei hohen Verschleißbeanspruchungen

bewährt. Zudem ist die Korrosionsbeständigkeit gegenüber hochkonzentrierter Natronlauge ausgesprochen gut. Schichten mit mittlerem Phosphorgehalt etwa zwischen 9 % und 12 % verfügen über einen Korrosionsschutz und eine Abriebfestigkeit, die für die meisten Anwendungsfälle ausreichen. Bei hohem Phosphorgehalt sind die Schichten etwas duktiler und korrosionsbeständiger. Sie sind außerdem gut beständig gegen moderate chloridhaltige Medien bei gleichzeitiger mechanischer Belastung.

Die Abscheidung von derartigen Nickel-Phosphor-Schichten kann auf aktivierten Oberflächen, beispielsweise Aluminiumlegierungen, erfolgen, wobei der Abscheidvorgang über die gesamte Zeit, in der sich das jeweilige Bauteil im Elektrolyten befindet, abläuft. Die Schicht wächst überall auf dem Bauteil gleichmäßig schnell auf. So sind auch tiefe Bohrungen und Hohlräume zu beschichten, sofern ein Elektrolyt-austausch erfolgt. Ecken und Kanten weisen keine Verdickungen und Einschnitte



Gleichmäßig abgeschiedene DURNI-COAT®-Schicht auf einem M4-Gewinde (Schliffbild)

sowie Kerben keine Schichtverminderungen auf. Die konturentreue Abbildung der Oberfläche ist ein wesentliches Kriterium für den Einsatz von chemisch abgeschiedenen Nickelschichten.

## Breiter Einsatzbereich durch erhöhte Leistungsfähigkeit

Auf Aluminiumwerkstoffen kommen alle Vorzüge einer Chemisch-Nickel-Schicht zum Tragen: Korrosionsbeständigkeit, Verschleißfestigkeit, Duktilität, konturentreue Nachbildung der Grundwerkstoffoberfläche, porenfreie Oberfläche. Bei der Wahl der DURNI-COAT®-Varianten und der Schichtdicke sind jedoch Korrosionsbedingungen, Art und Beschaffenheit des Grundwerkstoffs und seiner Oberfläche, das Tribosystem und die erforderliche Lebensdauer zu berücksichtigen. Für Verschleiß- und Korrosionsbeanspruchungen sind nach DIN EN ISO 4527 folgende Schichtdickenbereiche üblich:

- milde Verschleißbeanspruchung: 5 µm bis 10 µm
- milde Korrosionsbeanspruchung: 2 µm bis 10 µm
- mäßige Beanspruchung: 10 µm bis 25 µm
- starke Beanspruchung: 25 µm bis 50 µm
- sehr starke Beanspruchung: > 50 µm

Die Beschichtungen eignen sich zum Beispiel für Bauteile für Textilmaschinen, Druckmaschinen und Verpackungsmaschinen sowie für Steuerungstechnik, Elektronik und Elektrotechnik. So ist in der Elektronikbranche durch eine chemische

Vernickelung von Aluminiumwerkstoffen die Möglichkeit gegeben, diese mit anderen Werkstoffen zu verlöten. Bereits eine dünne Schicht von wenigen Mikrometern reicht als Löthilfe aus. Halbleiterbauteile, Kühlkörper, Gehäuseteile oder Kontaktstifte können dann kombiniert werden. Bei hohem Korrosionsschutz empfehlen sich dickere Schichten. Das Problem der Kontaktkorrosion bei dem Zusammenbau von Werkstoffen mit unterschiedlichem elektrochemischen Verhalten ist ebenfalls gelöst. So können beschichtete Aluminiumteile durchaus mit Edelstahlschrauben befestigt werden. Wesentliche Voraussetzung ist allerdings eine geschlossene Nickelschicht.

Im Automobilbereich kommen mit DNC-AL behandelte Werkstücke beispielsweise als Pkw-Dieselskolben zum Einsatz. Die Beschichtung schützt diese Fahrzeugteile sicher gegen Kavitationserosion. Ebenfalls zur Automotive-Branche gehören Verdichterräder aus Aluminium für Turbolader. Durch den Einsatz von Turboladern oder Kompressoren haben Konstrukteure mehr Möglichkeiten zur Hubraumreduzierung. Durch die chemisch abgeschiedene Vernickelung wird die thermomechanische Belastbarkeit der Verdichterräder deutlich erhöht. Dies wirkt sich vor allem bei der Zuführung von Abgasen auf der Verdichterseite eines Turboladers aus, da hier feinste Teilchen das Verdichterrad bei immensen Drehzahlen über Gebühr beanspruchen.



Chemisch vernickelte Verdichterräder aus Aluminium

Ein weiteres Anwendungsbeispiel aus der Automobilindustrie sind Steuerkolben für CO<sub>2</sub>-reduzierende Hydrauliksysteme. Hier werden besonders kleine Spaltmaße gefordert. Die Verringerung der Spaltmaße ermöglicht niedrigere Hydraulikdrücke und geringere Ölumlaufvolumen. Dadurch können kleinere kostengünstigere Ölpumpen gebaut werden, die einen reduzierten Kohlenstoffdioxidausstoß ermöglichen. Die Steuerkanten der Kolben werden

konturengetreu nach dem DURNI-COAT®-Verfahren beschichtet. Die Schicht wird anschließend maßgenau eingeschliffen. Es gibt kein Abplatzen der Schicht im Kantenbereich, was wiederum das Risiko für Getriebeausfälle signifikant reduziert. Bei einer verbliebenen Schichtdicke von beispielsweise 20 µm weist die Schicht eine Härte von mehr als 850 HV<sub>0,05</sub> auf. Diese hohe Härte ist durch eine nachträgliche Wärmebehandlung erzielt worden. Durch die Beschichtung wird das Risiko von *Kolbenklemmern* durch Fremdpartikel reduziert und die tribologischen Eigenschaften des Kolbens werden verbessert.



Steuerkolben aus Aluminium mit chemisch abgeschiedener Nickelschicht

Auch aus dem Maschinenbau gibt es zahlreiche Beispiele für den Einsatz von chemisch vernickelten Bauteilen nach dem DURNI-COAT®-Verfahren der AHC. Ein führender Anbieter von Komponenten für die Montage- und Schraubtechnik hat eine Spindelbaureihe für die vollautomatische Montage entwickelt. Die Spindeln eignen sich für die Handhabung von Schrauben, Muttern, Gewindebolzen oder sonstigen Gewindebauteilen. Die Gehäuse der Spindeln sind in Monoblock-Bauweise gefertigt und bestehen ebenso wie weitere Komponenten aus einer hochfesten Aluminiumlegierung. Eine chemische Vernickelung erzeugt auf diesen Bauteilen verschleißfeste Oberflächen – sowohl innen als auch außen. Die konturengetreue Abbildung der Oberfläche mit einer überall gleichmäßigen

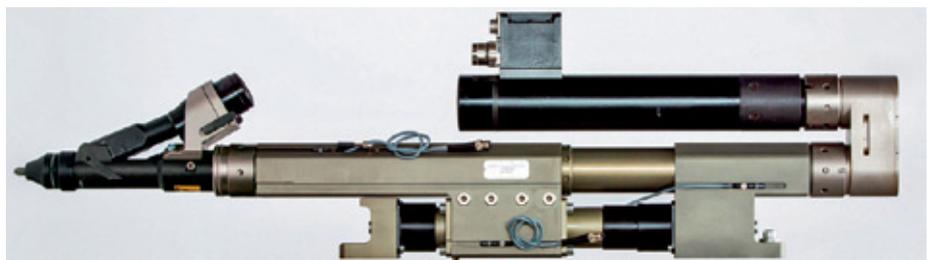
Schichtdicke ist die Voraussetzung dafür, dass die Beschichtung bei den präzise gefertigten Spindelkomponenten überhaupt zum Einsatz kommt. DNC-AL bietet einen guten Verschleißschutz und eine hohe Korrosionsbeständigkeit. Die silberfarbene Oberfläche verleiht den Spindeln zudem ein technisch dekorativ ansprechendes Aussehen.

## Dispersionsschichten auf Aluminium

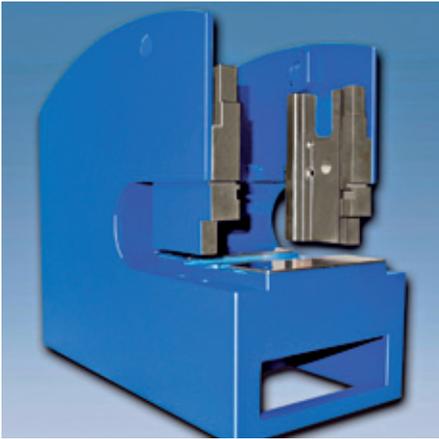
In die Chemisch-Nickel-Schicht lassen sich auch Feststoffpartikel, wie zum Beispiel PTFE (Polytetrafluorethylen), gleichmäßig verteilt einbauen. Dadurch wird die Gleitreibung deutlich gesenkt und der Abrieb wird fast vollständig unterdrückt. Das Trockenschmiermittel in der Schicht verhindert zudem Adhäsionsverschleiß. Ein Hersteller von Perforiermaschinen lässt Aluminiumführungen mit einer derartigen dauerhaften Trockenschmierschicht versehen. Durch die Beschichtung wird die Gleitfähigkeit der Führungen verbessert, ohne dass Gleitfette oder Abrieb auf die zu perforierenden Dokumente gelangen.

Perforieren ist eine bewährte Methode, Schriftstücke, Formularsätze, Etiketten und andere Dokumente mit Zahlen, Begriffen oder Zeichen dauerhaft zu markieren. In einem Arbeitsgang können mehrere Blatt Papier gekennzeichnet werden. Perforiermaschinen kommen in den unterschiedlichsten Industriebereichen und in vielen Behörden zum Einsatz. Beispielsweise versehen diese Maschinen Ausweisdokumente oder Flugtickets mit Kodierungen. Je nach Einsatz sind die Maschinen sowohl mit Handbetätigungshebel oder auch mit Elektromotor ausgestattet, mit dessen Hilfe etwa 60 perforierte Codes je Minute erzeugt werden.

Die Perforiereinheit wird über einen Aluminiumkörper geführt. Diese Führung ist mit einer chemisch abgeschiedenen Nickelschicht versehen, in die gleichmäßig und homogen PTFE-Gleitstoffe eingelagert sind. Hierdurch wird den Führungen



Spindeln für Schraubautomaten mit DNC-AL-Beschichtung



Perforiermaschine mit Aluminiumführung

eine dauerhafte und verschleißfeste Trockenschmierung verliehen, die ein sauberes Perforieren der jeweiligen Dokumente ermöglicht.

### Steigerung der Kapazität bei der Aluminiumbeschichtung

Die drei am meisten geforderten Eigenschaften bei der Anwendung von Chemisch-Nickel-Schichten sind der Verschleißschutz, die Korrosionsbeständigkeit und die Konturentreue, gefolgt von guter Lötbarkeit, günstigem Reibverhalten, hohe Duktilität und magnetische Eigenschaften. Oft werden gleichzeitig mehrere der aufgeführten Eigenschaften verlangt. Obwohl die Nickelschichten sehr vielseitig sind, ist es kaum möglich, mit einer Schicht allein die mehrdimensionalen Anforderungen in der Praxis optimal zu erfüllen. Von daher ist es ein großer Vorteil, die Eigenschaften von chemisch abgeschiedenen Nickelschichten in gewissen Grenzen einstellen zu können. Aus diesem Grund ist eine intensive und frühzeitige Abstimmung zwischen Auftraggeber und Beschichter unabdingbar.

Mit der neuen DNC-AL-Anlage, die von der MKV GmbH aus Allersberg konzipiert und gebaut wurde, sieht der neue Werkleiter Marco Hof sein Werk in München für kommende Aufgaben im Bereich



Gut ausgebildet und hoch motiviert: die AHC-Belegschaft des Werks München

der chemischen Vernickelung gut ausgestattet. Damit stehen für die Kunden neben der fachlich hochqualifizierten Beratung im Vorfeld der Beschichtung auch ausreichend Kapazitäten zur Verfügung, um die Eigenschaften der verschiedenen Aluminiumlegierungen optimal auf die Bedürfnisse der Kunden für unterschiedliche Abmessungen und hohe Stückzahlen einstellen zu können.

Mit der neuen DURNI-COAT®-Anlage (DNC-AL-Anlage) steht ein Warenfenster von 1000 mm x 1200 mm x 600 mm (L/H/B) und einer maximalen Nutzlast der Warenträger von 150 kg zur Verfügung. Eingesetzt wird die bleifreie Variante DURNI-COAT® 571 mit einem Phosphorgehalt von 9 % bis 13 %, mit der sich besonders korrosions- und verschleißfeste Schichten erzeugen lassen. Derzeit stehen zwei Beschichtungsbehälter zur Verfügung, wovon einer auch mit einem anderen Elektrolyten befüllt werden kann, sodass die Bedienung weiterer Einsatzgebiete möglich ist. Mittelfristig ist eine Erweiterung auf einen dritten Abscheidebehälter geplant.

Die vollautomatische Anlage ist so konzipiert, dass möglichst wenige Chemikalien verbraucht beziehungsweise die Standzeiten verlängert werden. Dies wird beispielsweise durch Filtertechniken, automatische

Nickelcontroller, standzeitverlängernde autarke Ionenaustauscherspülen und neuartige Kunststoffgestelle erreicht. Der Einsatz der neuen Gestelle und spezieller Kunststoffhaken, die das Beschichtungsgut halten, verhindert so die ungewollte Abscheidung von Nickel an den Gestellen. Die effiziente Kühltechnik einiger Prozesslösungen sorgt gleichzeitig für eine Energieeinsparung. Diese Kühltechnik ist so aufgebaut, dass die Wärmetauscher nicht in den Wannen, sondern außerhalb angebracht sind. Somit wird effizienter gekühlt und zudem vergrößert sich so das nutzbare Elektrolytvolumen. Auch die Heizung befindet sich außerhalb der Wannen (Mantelheizung). Ein Energiemanagementsystem sorgt für die Einsparung von Heiz- und Kühlleistung. Da alle heiß betriebenen Prozessbehälter im Ruhezustand sehr dicht durch Deckel abgedeckt sind, müssen nur etwa 8000 m<sup>3</sup>/h verunreinigte Luft abgesaugt werden. Selbst die Transportwagen werden abgesaugt.

### Einweihung unter großer Beteiligung

Zur Einweihung der neuen Anlage am 19. September 2014 konnten der damalige Werkleiter Klaus Waldhardt, Geschäftsführer der Holdinggesellschaft General Material Technologies GmbH (GMT) Oliver Jäger

Anlagenbau

Regenerierservice



#### Edelmetallrecycling

■ Anlage zur Rückgewinnung von Edelmetallen aus schwach belasteten Spülwässern.

#### Werkzeugbau

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

#### Regenerierservice

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

■ Harzwechsellservice im Bereich Werkzeugbau und Drahterosion.

**Ihr Partner rund ums Wasser**

**GROSS**   
WASSERTECHNIK

GROSS Wassertechnik GmbH  
Carl-Grüner-Straße 8  
75177 Pforzheim  
Tel.: +49 (0) 72 31/589 63-0  
Fax: +49 (0) 72 31/589 63-29  
post@gross-wassertechnik.de  
www.gross-wassertechnik.de



Der ehemalige Werkleiter Klaus Waldhardt (re.) und AHC-Geschäftsführer Dr. Hartmut Sauer begrüßten Gäste zur Einweihung der neuen Anlage



Chemisch vernickelte Aluminiumplatte mit eingelasertem Schriftzug auf einem neuartigen Kunststoffgestell

Mehr Kapazität und schnellere Durchlaufzeiten mit der neuen DNC-AL-Anlage in Kirchheim-Heimstetten



Die neue DNC-AL-Anlage im Gesamtüberblick



Die neue Anlage mit Verfahrwagen zur chemischen Vernickelung von Aluminium und Aluminiumlegierungen im AHC-Werk München

und AHC-Geschäftsführer Dr. Hartmut Sauer den zahlreichen Besuchern einen Einblick in die Betätigungsgebiete der AHC als Teil der Aalberts Industries bieten. Die Muttergesellschaft Aalberts Industries umfasst mehr als 150 Werke in den Sparten Industrial Services und Flow Control mit etwa 12 000 Beschäftigte in über 30 Ländern.

Die AHC, die zum Bereich Industrial Services zählt, gehört somit zu einem starken Firmenverbund, der Investitionen wie beispielsweise in neue Anlagen wie der DNC-AL-Anlage überhaupt erst ermöglicht. AHC selbst verfügt europaweit über 19 Standorte und 900 Mitarbeiter. Pro Jahr werden rund eine Milliarde Bauteile für die verschiedensten technischen Branchen beschichtet. Rund 80 Prozent des Umsatzes werden mit der Automobilindustrie und ihren Zulieferern sowie dem Maschinenbau in all seinen Facetten erzielt. Dabei nimmt der Werkstoff Aluminium als zu beschichtender Grundwerkstoff eine immer bedeutendere Rolle ein.

### Neue Werkleitung AHC München

Nach einem erfolgreichen Abschluss des Studiums des Wirtschaftsingenieurwesens begann Marco Hof seinen Werdegang bei AHC Oberflächentechnik als Business Development Ingenieur im Mai 2008. Im November 2008 folgte der Einstieg ins Tagesgeschäft der AHC als Assistent der Werkleitung am Standort Kerpen. 2011 bot sich die nächste persönliche Herausforderung als Betriebsleiter des AHC-Werkes St. Pantaleon bei Salzburg in Österreich. 2013 ging es wieder zurück nach Deutschland, und zwar als Werkleiter der AHC Special Coatings GmbH in Solingen. Seit dem 1. Januar 2015 ist Marco Hof bei AHC Werkleiter für die Region Deutschland Süd & Polen. Er ist damit nicht nur verantwortlich für das Werk München, sondern auch für das Werk Neustadt an der Aisch, das bereits erwähnte Werk in St. Pantaleon sowie für die beiden polnischen Werke in Dzierzoniów und Gorzyce.

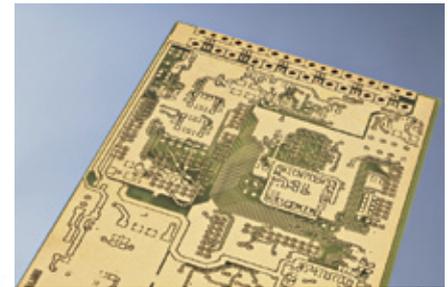


➔ [www.ahc-surface.com](http://www.ahc-surface.com)

# Herstellung von Leiterplatten-Prototypen und -Kleinserien

Flexible und hocheffiziente Gerätetechnik von Walter Lemmen GmbH

Die Nachfrage nach immer feineren und komplexer werdenden Strukturen, Bauteilen und flexiblen Materialien in der Platinenherstellung erwartet eine schnelle und flexible Umsetzung der neuen Technologien auf qualitativ hochwertigen Geräten und Anlagen. Durch das optimal aufeinander abgestimmte Geräteprogramm der Walter Lemmen GmbH kann der gesamte Fertigungsprozess zur Herstellung von Leiterplatten abgedeckt werden. Das Geräteprogramm reicht von Strukturierungsanlagen, Entwicklungs- und Ätzanlagen sowie Oberflächenbehandlungsanlagen bis hin zu Durchkontaktierungsanlagen von ein- und zweiseitigen Leiterplatten, durchkontaktierten Leiterplatten, Formätzteilen und Multilayer sowie Anlagen für Oberflächen-schutzschichten.



Oberflächenfinish: Anlage zum Aufbringen einer stromlos abgeschiedenen Nickel-/Gold-schicht, beispielsweise für die Anwendung in der Leiterplattenindustrie oder den hochwertigen Korrosionsschutz für Metalle

Organische, chemische oder galvanische Schutzschichten dienen dem Oxidations- und Korrosionsschutz von Endoberflächen von Leiterplatten. Spezielle Anlagentechnik in Verbindung mit hochwertiger Prozesschemie garantiert ein optimales Oberflächenfinish. Die Endoberflächenbehandlung der unterschiedlichen Leiterplattenvarianten können in der Gerätereihe COMPACTA als zusätzlicher Prozessschritt integriert oder in der Gerätereihe PROTEC als Einzelanlage realisiert werden. Der Anlagenaufbau richtet sich nach der Schutzschichtvariante und den jeweiligen Verfahrensschritten der Prozesschemie.

Anlagen für bleifreie Oberflächen:

- Chemisch Nickel/Gold
- Chemisch Zinn
- Chemisch Silber
- Organischer Oberflächenschutz (OSP)

Anlagen für spezielle Anwendungen:

- Galvanisch Nickel/Gold
- Galvanisch Silber

Das Basiskonzept mit dem bedienerfreundlichen Anlagenaufbau umfasst die Behandlungsbecken mit zusätzlichen elektrischen Einrichtungen und Mehrfachspülen. Der modulare Aufbau der Anlage erlaubt die individuelle Anpassung des Anlagendesigns nach Kundenanforderungen.

Die Walter Lemmen GmbH bietet als Systemlieferant neben der Entwicklung, Konstruktion und dem Bau von Geräten zur Leiterplattenherstellung ein komplettes Produkt- und Serviceprogramm an, bestehend aus der Lieferung und Aufstellung von kundenspezifischen Anlagen- und Anlagenkomponenten bis hin zur Prozesschemie, Service und Umweltkonzepten für verschiedene Industriezweige. Neben der

Leiterplattenindustrie zählen zu den Hauptkunden die Automobilindustrie, Elektronik- und Unterhaltungsindustrie, Luft- und Raumfahrt, Telekommunikation, Medizintechnik und Photovoltaikindustrie.

Neben den Geräten zur Herstellung von Leiterplatten stellt das Unternehmen ein breites Spektrum an Geräten und Anlagen für die Galvanotechnik aus; unter anderem Wannen- und Kleingalvaniksystemen, Galvanikanlagen für dekorative und funktionelle Oberflächen, Metallrückgewinnungsmodul, Ionentauscheranlagen und Ätz- und Entwicklungssysteme für Formätzteile.

Walter Lemmen GmbH  
D-97892 Kreuzwertheim

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

Hannover Messe 2015: Halle 3, G 10/9

**MVB**  
METALLVEREDELUNG BRETTEN  
MVB Metallveredelung  
Bretten GmbH  
Langenmorgen 8  
75015 Bretten-Gölshausen  
info@mv-bretten.de  
www.mv-bretten.de  
Telefon: 07252 / 9506 - 0  
Telefax: 07252 / 9506 - 50

**Ihr Partner für**

- Elektropolieren von Edelstahl
- Galvanisches Verzinken
- Chromatieren in gelb und schwarz
- Passivieren in blau und DISP
- Versiegeln

**STRÄHLE**  
METALLVEREDELUNG

**Ihr Partner für**

- Elektropolieren
- Edelstahl Beizen
- Verzinken, Trommel, Gestell
- Passivieren
- Aluminiumpassivieren
- Kisten waschen

Strähle-Galvanik GmbH  
Gewerbstraße 16-18  
75059 Zaisenhäuser  
info@straehle-galvanik.de  
www.straehle-galvanik.de  
Telefon: 07258 / 9132 - 0  
Telefax: 07258 / 9132 - 10

## Zentrifugentechnologie erleichtert Prüfverfahren

Die Bestimmung der Haftfestigkeit von Lackierungen, Beschichtungen oder Klebeverbindungen ist ein wichtiges Analyseinstrument bei der Beurteilung von entsprechenden Fertigungsabläufen. Unter Verwendung einer neuen Zentrifugentechnologie wurde in einem AiF-Forschungsprojekt OKTETT die gesamte Prozesskette Vorbehandlung – Verklebung – Prüfung validiert.

Mit einer neuartigen analytischen Zentrifuge können Klebverbindungen, Beschichtungen und Kompositwerkstoffe untersucht werden. Die Idee der Wissenschaftler an der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, BAM: Die Proben müssen nicht mehr eingespannt, sondern nur noch eingesteckt werden. Durch das einfache Einstecken der Prüfkörper ist eine sehr schnelle Beladung möglich. Zudem können bis zu acht Proben gleichzeitig unter identischen Bedingungen geprüft werden. Konventionelle Zugprüfmaschinen waren und sind nur in der Lage, einen (eingespannten) Probekörper zu testen. Das von BAM-Forschern bereits 2004 zum Patent angemeldete Funktionsprinzip wurde seitdem von der Berliner LUM GmbH als Lizenznehmer zum marktreifen Produkt weiterentwickelt.

In einem gemeinsamen Kooperationsprojekt der Firmen LUM GmbH, Tigres GmbH, TC Kleben GmbH und der beteiligten Forschungseinrichtungen BAM und Innovent wurde das Konzept der gleichzeitigen Prüfung von acht Fügepartnern mittels Zentrifugentechnologie nunmehr auf die Bereiche Vorbehandlung und Klebung erweitert. Zu diesem Zweck wurden zunächst Plasmaverfahren unter Verwendung von geeigneten atmosphärischen Freistrahlasplasmadüsen zur gleichzeitigen Vorbehandlung von acht zu prüfenden Werkstoffoberflächen

angewendet und getestet. Um dies zu erreichen, erarbeiteten Innovent und Tigres gemeinsam eine Lösung zur identischen Plasmavorbehandlung von gleichzeitig acht Prüfkörpern (Abb.).

Die durch Innovent vorangebrachten Untersuchungen der plasmabehandelten Oberflächen beinhalteten insbesondere oberflächenanalytische Verfahren (Kontaktwinkelmessungen, Oberflächenenergiebestimmungen) zur Beurteilung der Homogenität der erzielten Plasmaaktivierung sowie eine Vielzahl von Haftfestigkeitsmessungen mittels Stirnabzugstest. Im Weiteren wurden bei der BAM mithilfe einer neu entwickelten Mehrprobenklebvorrichtung (MPKV) entsprechende Testverbunde der zuvor plasmaaktivierten Probekörper hergestellt und einer Zentrifugentestprüfung unterzogen. Auch hier gewährleistet der Einsatz der MPKV eine identische Klebprozedur für bis zu acht Prüfkörper.

In Zusammenarbeit mit allen Partnern erfolgte eine Evaluierung der mittels OKTETT-Vorbehandlung und Klebung präparierten sowie unter Verwendung der Zentrifugentechnologie getesteten Probekörper. Ein weiteres Ergebnis des gemeinsamen Forschungsprojekts, das die Applikationstiefe der Zentrifugentechnologie signifikant erhöht, ist die Erweiterung der neuen Messmethodik auch auf den Bereich



Plasmaunterstützte Vorbehandlung von acht Kunststoff-Prüfkörpern auf einem rotierenden Halter  
Bild: Innovent e. V.

des Zugschertests. Für dieses Applikationsfeld wurden in enger Zusammenarbeit zwischen LUM, BAM und TC Kleben neuartige Probegeometrien für die Zentrifuge entwickelt und getestet.

Nicht zuletzt fließen die während der Projektlaufzeit erzielten Ergebnisse im Rahmen der Weiterbildung und des anwendungsorientierten Technologietransfers in die Arbeit des Technologiezentrums Kleben ein.

Die Ergebnisse des gemeinsamen Forschungsprojekts sollen dem interessierten Publikum unter anderem im Rahmen des nächsten AiF-Innovationstages Mittelstand präsentiert werden.

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

## Analyse dünnster Beschichtungen im Nanometerbereich

### Neues Schichtdickenmessgerät von Oxford Instruments

Oxford Instruments führt mit MAXXI 6 ein neues Gerät für die Schichtdickenmessung und Materialanalyse ein. Das Modell im Mid-Range- und High-End-Bereich basiert auf der Methode der Röntgenfluoreszenzanalyse, verfügt über einen hochauflösenden Silizium-Drift-Detektor (SDD) und misst dünnste Beschichtungen im Nanometerbereich sowie die Elementzusammensetzung im Spurenbereich.

Die Schichtdickenmessung, basierend auf der Röntgenfluoreszenz (RFA), ist eine anerkannte und bewährte Analysetechnik. Sie bietet eine leicht zu bedienende, schnelle und zerstörungsfreie Analyse mit minimaler Probenvorbereitung. Das neue Messgerät MAXXI 6 von Oxford Instruments kann feste oder flüssige Stoffe über einen weiten Elementbereich, von Aluminium (13Al)

bis Uran (92U), analysieren. In Kombination mit einem hochauflösenden Silizium-Drift-Detektor (SDD) können dünnste Beschichtungen bis in den Nanometerbereich und die Elementzusammensetzung im Spurenbereich gemessen werden.

Dies ist beispielsweise in der Galvanotechnik oder bei der Leiterplattenherstellung erforderlich. Acht einstellbare Blenden

decken alle Anwendungsanforderungen ab, der SDD bietet eine optimale Effizienz im vollen Energiebereich mit einer Energieauflösung bis herunter zu 140 eV. Mit einer unbegrenzten Elementauswahl und Schichtstruktur für die Schichtdicken- und Materialanalyse gewährleistet das Gerät eine durchgehend hohe Produktionsqualität in den Bereichen Metallverarbeitung,

Elektronik, Konformitätsprüfung, Metalllegierungen und alternative Energien.

## Analyse in drei Schritten

Die Schichtdickenanalyse mit dem MAXXI 6 erfolgt in nur drei Schritten:

- Platzieren der Probe in der Probenkammer
- Wahl des Messpunkts
- Starten der Messung

Die intuitiv bedienbare Software basiert auf Windows™ 7. Mehrere Arten der Analyse, wie die empirische Kalibrierung, die FP-basierte Berechnung oder die vorinstallierte Kalibrierung für RoHS und Edelmetalle erleichtern die Analyse. Auch die Hardware trägt zur einfachen Handhabung bei: Ein Standard-PC oder Notebook lässt sich ohne zusätzliche Hard- oder Firmware über USB an das Gerät anschließen. Die ungewöhnlich große, geschlitzte Probenkammer mit einem Innenvolumen von 500 mm x 450 mm x 170 mm ist für eine große Vielfalt von Proben in Standard- und Übergröße geeignet. Der programmierbare Probenstisch ermöglicht außerdem eine automatisierte Messung und maximiert

den Verfabereich und die Geschwindigkeit des Tisches.

Nach den Worten von Olaf Neuhausen, Geschäftsführer der Oxford Instruments Roentgenanalytik GmbH, dem Kompetenzzentrum von Oxford Instruments für die Benchtop-RFA-Technologie, war es das Ziel, ein hochwertiges Schichtdickenmessgerät zu entwickeln, ohne den Bedienkomfort einzuschränken. Das MAXXI 6 bietet ihm zufolge eine Kombination von Leistungsmerkmalen, die bisher auf dem Markt in dieser Form nicht erhältlich war. Das Gerät wird in Deutschland hergestellt, ist von der PTB (Physikalisch Technische Bundesanstalt) zugelassen und bietet ein Höchstmaß an Strahlenschutz.

## Über Oxford Instruments Plc

Oxford Instruments entwickelt, liefert und wartet Geräte und Systeme der Spitzentechnologie mit dem Schwerpunkt auf Forschung und Industrieanwendungen. Das Unternehmen liefert die notwendigen Lösungen für Fortschritte in der physikalischen Grundlagenforschung und ihre Übertragung in wirtschaftliche Anwendungen in



Schichtdickenmessgerät MAXXI6 auf Basis der Röntgenfluoreszenz verfügt über einen hochauflösenden SDD und misst dünnste Beschichtungen im Nanometerbereich sowie die Elementzusammensetzung im Spurenbereich

der Nanotechnologie. Innovation ist seit mehr als 50 Jahren die treibende Kraft hinter dem Wachstum und dem Erfolg von Oxford Instruments. Die Strategie des Unternehmens ist es, eine erfolgreiche Vermarktung dieser Ideen zu bewirken, indem sie zeitnah und kundenorientiert auf den Markt gebracht werden.

➔ [www.oxford-instruments.de/maxxi6](http://www.oxford-instruments.de/maxxi6)

## SurfaceTechnology. Wie bringt man

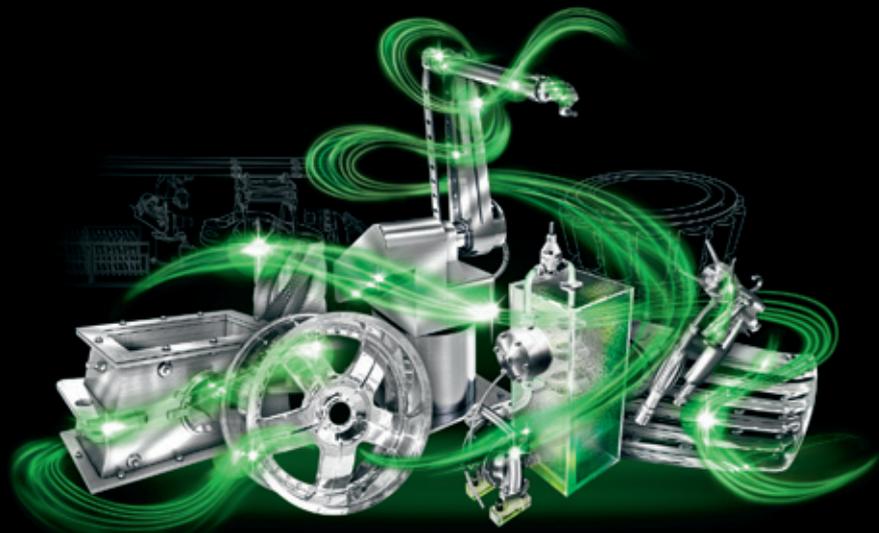
## Innovationen an die Oberfläche?

Partner Country  
India 2015

Antworten finden Sie zuerst auf der SurfaceTechnology:

- Innovative und nachhaltige Oberflächenbehandlung
- Energie- und ressourcenschonende Beschichtungsverfahren
- Lösungen zu steigenden Umweltverordnungen

13.–17. April 2015 • Hannover • Germany  
[hannovermesse.de](http://hannovermesse.de)



## Funktionsschichten und mehr – Alles aus einer Hand

Umicore Galvanotechnik ist zum elften Mal Partner des ZVO-Gemeinschaftsstandes auf der Hannover Messe

Umicore Electroplating präsentiert auch in diesem Jahr innovative Lösungen für dekorative und funktionelle Oberflächen auf der Hannover Messe. Der weltweit agierende Lieferant für hochwertige Zwischen- und Endschichten aus Edelmetallen und Legierungen ist zum elften Mal Partner des Zentralverbandes für Oberflächentechnik e. V. auf dessen Gemeinschaftsstand. Zum Thema *Welt der Oberfläche* zeigen zahlreiche Aussteller auf der weltweit wichtigsten Industriemesse ihre Lösungen. Besucher finden Umicore Electroplating in Halle 3 an Stand G10/36.

### Funktionsschichten aus Nickel-Phosphor

Fachleute des Unternehmens informieren unter anderem zu Niphos®. Das Umicore-Produkt erlaubt es, äußerst abrieb- und korrosionsbeständige Zwischen- oder Endschichten mit einfacher Elektrolytführung elektrolytisch aufzubringen. Niphos® ist auch hervorragend als Zwischenschicht unter Gold für Steckverbindungen geeignet. Wenn es besonders hohe Anforderungen an die Abriebfestigkeit gibt, kann Niphos® Chrom ergänzen oder ersetzen. Der Elektrolyt lässt sich mit löslichen und unlöslichen Anoden oder einer Kombination davon verarbeiten.

Zusätzlich präsentieren die Umicore-Ingenieure Protecore. Mit dieser Kombination aus Nickel-Phosphor und technischem Chrom kann sowohl die Dicke der

Chromschicht als auch die Chrom(VI)-menge reduziert werden. Hohe Härten bis zu 1200 HV lassen sich nach Hitzebehandlung erzielen.

Ergänzend bieten die Experten Informationen zu Anoden für wirtschaftliche Galvanisierungsprozesse mit qualitativ hochwertigen Ergebnissen: Dimensionsstabile MMO-Anoden reduzieren etwa den Abbau von sensitiven organischen Zusatzstoffen in sauren Kupferelektrolyten.

### Komplexe Anodenformen

Darüber hinaus präsentiert Umicore seine platinieren Titananoden Platinode®. Sie lassen sich auch in komplexen Formen anfertigen und bestehen aus Grundmaterialien wie Titan oder Niob. Die Anoden werden durch Hochtemperaturelektrolyse mit reinstem Platin beschichtet. So entstehen Schichten mit hoher Belastbarkeit, höchster Korrosionsbeständigkeit und ausgezeichneter Lebensdauer.

### Über Umicore Galvanotechnik

Die Umicore Galvanotechnik GmbH in Schwäbisch Gmünd, Baden-Württemberg, ist mit rund 190 Mitarbeitern Schaltzentrale für alle Galvanoaktivitäten des Materialtechnologieunternehmens Umicore. Weltweit sind im Konzern rund 15 000 Mitarbeiter beschäftigt.

Das Gmünder Unternehmen bietet seinen Kunden technologisch hochwertige



Produkte zur Oberflächenveredelung mit Edelmetallen und ausgewählten Legierungen. Zum Kundenkreis zählen international führende Hersteller etwa aus den Branchen Elektronik, Automobil, Schmuck und Lifestyle. Umicore Galvanotechnik legt hohen Wert auf gesellschaftliches Engagement und Umweltschutz. Es besitzt unter anderem die RJC-Zertifizierung *Soziale Verantwortung* und fördert daher sozial ausgerichtete sowie umweltfreundliche Verfahrenstechniken. 2014 zählte es zu den *Top-Arbeitgebern*.

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

➔ [www.umicore-galvano.com](http://www.umicore-galvano.com)

## Rückstandsfreie Bauteilentformung durch permanente Werkzeugbeschichtung – auch für Polyurethane

Beim Kunststoffspritzen verhindert das Aufbringen eines Trennmittels ein Verkleben des Bauteils mit der Form – eine aufwendige und kostenintensive Methode. Eine sichere und trennmittelfreie Entformung ermöglicht das sogenannte ReleasePLAS®-Trennschichtsystem. Es wurde für die Kunststoffverarbeitung entwickelt und kann an unterschiedliche Anforderungen der Materialien, Verarbeitungsmethoden und Bauteilgeometrien angepasst werden. Eine größere Herausforderung war bislang die trennmittelfreie Fertigung von Polyurethankunststoffen. In einem industriellen Gemeinschaftsprojekt konnten Wissenschaftler nun durch eine Anpassung der PUR-Rezeptur deutlich niedrigere Entformungskräfte erzielen und eine Produktion ohne Trennmittel ermöglichen.

Da ausreagierende Polyurethane eine hohe Haftungsneigung zu metallischen Oberflächen entwickeln, werden in der diskontinuierlichen Verarbeitung Trennmittel eingesetzt, um einen prozesssicheren

Verfahrensablauf zu gewährleisten. In der industriellen Praxis werden dabei interne und externe Trennmittel verwendet, die jedoch von einem Trennmittelübertrag auf die Werkzeug-beziehungsweise

Bauteiloberfläche begleitet werden. In der Folge entstehen zusätzliche Arbeitsschritte und Kosten. So müssen die PUR-Bauteile beispielsweise aufwendig von Trennmittelrückständen gereinigt werden, um ein

anschließendes Lackieren oder Verkleben zu ermöglichen. Darüber hinaus reichern sich die Trennmittel im Laufe mehrerer Entformungszyklen auf der Werkzeugoberfläche an und bilden Ablagerungen, was zu einer schlechteren Abformgenauigkeit führt.

Industrie und Wissenschaft verfolgen deshalb konsequent das Ziel, eine dauerhafte und trennmittelfreie Fertigung – auch für Polyurethane – zu realisieren. Bei dem vom Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM in Bremen entwickelten ReleasePLAS®-Trennschichtsystem wird die Beschichtung direkt auf die Form aufgetragen. Sie bildet dabei Oberflächenstrukturen perfekt ab und kann in ihrem Eigenschaftsprofil unterschiedlichen Anforderungen angepasst werden. Die stark hydrophob und abweisend wirkende plasmapolymere Schicht besteht aus einem siliziumorganischen Netzwerk und hat sich für viele Kunststoffarten und Fertigungstechniken bewährt.

In der Polyurethanverarbeitung bieten permanente Trennschichten bisher nicht die gewünschten Vorteile gegenüber konventionellen Trennmitteln. In der Regel besteht keine ausreichende Langzeitstabilität der Trennwirkung, sodass auch hier kostenintensive Reinigungen und Wiederbeschichtungen erforderlich sind. Zum Trennverhalten reaktiver Polyurethane auf permanenten Trennschichten konnte bislang nachgewiesen werden, dass die Entformungseigenschaften in Abhängigkeit vom verwendeten PUR-System stark variieren. Das Versagen der Trennwirkung wird dabei durch Ablagerungen auf der Trennschichtoberfläche verursacht, die im Laufe weniger Entformungszyklen entstehen und zu einem Anstieg der Haftkräfte führen.

Durch chemische und physikalische Analysen sowie oberflächentechnische Untersuchungen konnten die IFAM-Forscher nun den Grund für das Versagen des Trennmechanismus herausfinden: Neben dem angestrebten Adhäsionsbruch zwischen Bauteil und Werkzeugoberfläche kommt es zu einem Kohäsionsbruch in der oberflächennahen Grenzschicht (Interphase).

Diese zum Zeitpunkt der Entformung nicht ausreichend stabile Interphase des PUR bewirkt, dass nanofeine Ablagerungen auf der Oberfläche des Werkzeugs verbleiben. Um derartige Materialübertragungsmechanismen zu unterbinden, und somit einen vollständigen Adhäsionsbruch zur Trennschicht zu erzeugen, wurden alle Parameter zur

Interphasenstabilität untersucht. Eine weitere Forschungsaufgabe war die Identifikation von Stabilisatoren – beispielsweise oberflächenaktive Additive.

Um die Zusammenhänge bei der Interphasenbildung zu verstehen und gezielt zu beeinflussen, wurden zwei verschiedene, sich ergänzende Lösungsstrategien verfolgt: Zum einen wurde der Einfluss der PUR-Rezeptur auf die Interphase analysiert, wobei systematisch verschiedene Inhaltsstoffe, wie Polyol, Isocyanat und der Katalysator verändert wurden. Zum anderen wurde die Interphase des sich bildenden PUR-Bauteils durch grenzflächenaktive Additive modifiziert und zusätzlich der Einfluss der Masse- und Formtemperatur auf die Fertigungsrandbedingungen untersucht.

Unter praxisnahen Verarbeitungsbedingungen konnten PUR-Modellrezepturen identifiziert werden, die bei der Entformung keine Ablagerungen auf der permanenten Trennschicht hinterlassen.

Die Projektergebnisse zeigen, dass insbesondere das Polyol und der verwendete Katalysator einen deutlichen Einfluss auf das Entformungsverhalten haben. Darüber hinaus konnte ein Additiv identifiziert werden, welches die Entformbarkeit der getesteten PUR-Rezepturen in Kombination mit der ReleasePLAS®-Trennschicht für schlechter trennende Systeme deutlich verbessert. Es wirkt dabei nicht wie ein herkömmliches internes Trennmittel, da es nach aktuellem Kenntnisstand nicht aus dem Bauteil migriert. Das Additiv wird in die molekulare Struktur des PUR eingebunden, sodass bei einer Verwendung deutlich höhere Werkzeugstandzeiten erzielt werden können. Die Erkenntnis, dass ein geringer Unterschied der Formtemperatur bereits eine sprunghafte Reduktion der Trennkräfte bewirkt, muss ebenfalls in den Fertigungsprozess einfließen.

Ob für die Automobilbranche, die Medizintechnik, den Maschinen- und Anlagenbau oder die optische Industrie – die Ergebnisse des Projekts ermöglichen den Weg hin zu einer sauberen und trennmittelfreien PUR-Produktion. Neben den Vorteilen ermöglicht die trennmittelfreie Produktion eine gleichzeitige Einstellung von unterschiedlichen Oberflächeneigenschaften. So gelingt durch dieses System eine einfache und wirtschaftliche Fertigung von nano- und mikrostrukturierten Oberflächen.

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

# POETON

Coating Technology Worldwide



## Apticote Coating solutions for wear, corrosion, heat and friction problems worldwide

Poeton are surface coating specialists in hard chrome, anodising, electroless nickel, polymers, plasma spraying and metal/polymer composites. We also offer design and R&D support to all major industrial sectors worldwide.

For more information call  
(+44) 1452 300 500  
or [sales@poeton.co.uk](mailto:sales@poeton.co.uk)

Poeton Industries Ltd, Eastern Avenue,  
Gloucester, GL4 3DN England

[www.poeton.co.uk](http://www.poeton.co.uk)  
Precision surface engineering  
excellence since 1898



## Meinungsfreiheit

Von Dr. Malte-Matthias Zimmer

In unserer westlichen Welt genießen wir die Vorzüge von einigen grundsätzlichen Regeln, die uns ein hohes Maß an Sicherheit und Freizügigkeit garantieren. Diese Grundregeln oder genauer gesagt Grundrechte wurden über lange Zeit hart erkämpft. Sie sind es wert, sich mit Bedacht auf sie zu berufen. Die Meinungsfreiheit ist eines dieser Grundrechte, das niemand in der europäischen Gesellschaft missen möchte. Sie ist notwendige Voraussetzung für Information, Urteilsfindung, Meinungsbildung und gesellschaftliche Auseinandersetzung. Nichtsdestotrotz ist die Freiheit zur Meinungsäußerung keineswegs hinreichende Bedingung, dass man jederzeit eine Meinung äußern sollte.

Eine öffentlich vorgetragene Meinung sollte sich mit allen verfügbaren und belastbaren Informationen nachweislich auseinandergesetzt haben. Sie sollte sie berücksichtigt und abgewogen haben. Auf dieser Basis sollte sich jeder klar darüber sein – und dies ebenfalls kundtun – dass die Verwirklichung der eigenen Meinung Folgen haben wird, gute und schlechte; für jeden, der zu den Betroffenen zählen wird.

Es gehört mittlerweile zum Alltag, dass Meinungen – heute sind es vielfach *Positionspapiere* oder *Statements* – einseitig formuliert werden. Die Medaille der Realität hat jedoch viele Seiten. Da vereinfacht es die eigene Weltanschauung doch sehr, wenn sich die Meinung nur an einer dieser Seiten orientiert. Oft handelt es sich dabei mehr um Wünsche, Forderungen oder Erwartungen, die jemand erfüllen soll, als um Meinungen mit realistischen Umsetzungsvorschlägen. Häufig ist es jemand anderes, der die Wunschvorstellungen wahr werden lassen soll.

Gerade auf dem Gebiet der Chemikalienpolitik tummeln sich zahlreiche Personen, Behörden und Institutionen, die Meinungen, Positionen und Statements in Serie produzieren. Sie beziehen sich oft auf Aussagen und Maßnahmen anderer und kritisieren, ohne selbst Lösungsvorschläge mit objektiver Folgenabschätzung oder auch nur Plausibilitätsbetrachtung zu unterbreiten.

Ein Beispiel aus der jüngeren Zeit [1] illustriert deutlich, wie Meinungen unreflektiert vorgetragen werden, scheinbar legitimiert durch Vertretung von einer qualifizierten

Organisation. In dem betreffenden Bericht wird eine Frau namens Theresa Kjell (zuständig für *Chemicals and policy*) von der Nicht-Regierungsorganisation (NGO) ChemSec (Schweden) zum Thema Autorisierung unter REACH wie folgt zitiert: *The substances on Annex XIV have been put there for a reason. They should be phased out, due to their hazardous properties.*

Frau Kjell äußert hier eine klare Meinung. Sie beurteilt die Notwendigkeiten und Voraussetzungen des komplexesten Gesetzeswerks der EU. Sie beurteilt es grundlegend für all die Millionen Anwendungen und Wertschöpfungsketten in der europäischen Wirtschaft. Theresa Kjell verwendet dafür exakt ein einzelnes Argument: Die gefährlichen Eigenschaften einer Substanz.

An letzterem Punkt wird deutlich, dass hier nur eine einzelne Seite der Medaille der Realität betrachtet wird. Es muss vorausgesetzt werden, dass Frau Kjell über die Kenntnisse verfügt, die Notwendigkeiten für ein solch komplexes System derart vereinfachen und reduzieren zu dürfen. Leider kann man sich kein Bild davon machen, auf welcher Expertise ihre Meinungsäußerung beruht. Zumindest erbrachte eine Recherche keinerlei Hinweise.

Die Aussagefähigkeit der geäußerten Meinung kann daher nicht per se durch Expertentum gestützt werden. Somit muss man sich die Mühe machen, die Meinung und ihre argumentative Begründung selbst auf Plausibilität zu betrachten.

Frau Kjell möchte die Substanzen des Anhangs XIV aus jedem Gebrauch entfernen, weil sie gefährliche Eigenschaften haben. Jeder wird zustimmen, dass Gefahr vermieden werden sollte. Doch ist dies allein ein wirklich sinnvoller Ansatz? Suchen wir nach analogen denkbaren Schlussfolgerungen, so landen wir sehr schnell bei wenig plausiblen Ergebnissen und Folgen:

- Alkohol ist zweifellos ein gefährliches Gift; dennoch käme niemand auf die Idee, durch eine entsprechende Richtlinie jegliches Bier, jeden Wein und andere Spirituosen zu verbieten. Ganz abgesehen von Medikamenten, die oft in alkoholischer Lösung verabreicht werden müssen
- Apropos Medikamente – welche davon sind eigentlich ungefährlich? Phase-out?



- Wasser kann gefährlich sein. Eine seiner gefährlichen Eigenschaften ist, dass es das Atmen unmöglich machen kann. (Es sind bereits viele Menschen ertrunken.)
- Autos sollten nicht mehr bewegt werden dürfen (phase-out aus dem menschlichen Transportsystem), denn ihre Masse und Geschwindigkeit kann Menschen durch bloße Berührung verletzen und töten. Das ist zweifelsohne eine gefährliche Eigenschaft des Gebrauchsgegenstandes Auto.

Diese offensichtlich absurde einseitige Betrachtungsweise kann noch auf die Spitze getrieben werden:

- Hunde haben die gefährliche Eigenschaft eines Raubtiergebisses. Sollten wir hier an phase-out denken?
- Zu guter Letzt und endgültig absurd: Die Menschen stellen für sich selbst oft eine Gefahr dar. Aggressivität, Fanatismus und ähnliches sind gefährliche Eigenschaften, die der Mensch schnell entwickelt – jeder kann dies täglich (siehe Ukraine, Boko Haram, Islamischer Staat, Naher Osten) beobachten. Wo beginnt hier der Phase-out-Ansatz? Oder sollte man alternative Vorgehensweisen, vielleicht etwas moderater, erwägen? Glücklicherweise wird der radikale Phase-out-Ansatz (früher schlicht mit Krieg bezeichnet) von den meisten westlichen Gesellschaften als nicht wünschenswert angesehen.

An den Beispielen wird wohl jedem klar, dass nicht die Eigenschaften allein von Bedeutung sind; es ist vielmehr die Frage, ob die gefährlichen Eigenschaften zum Tragen kommen. Dies bedarf einer deutlich intensiveren und anspruchsvolleren inhaltlichen Auseinandersetzung.

Das oben angeführte Zitat führt bei einfacher Plausibilitätsbetrachtung sofort in absurde Zusammenhänge. Dies ist ein deutliches Zeichen dafür, dass viele Aspekte der realen Welt einfach ausgeblendet werden. Dadurch wird eine vermeintliche Meinungsäußerung zur reinen Polemik.

Der Schutz der Menschen vor Gefahren – auf jedem Gebiet menschlichen Lebens – ist ein wichtiges Thema, denn es betrifft uns alle. Das Ziel sollte jedoch nicht mit der Maßnahme verwechselt werden.

Unrealistische, extreme und ohne Folgenbetrachtung geäußerte Meinungen sind nutzlos und helfen der Lösungsfindung nicht – auch nicht unter dem Deckmantel einer weltverbessernden Organisation [2].

**Literatur**

- [1] <http://chemicalwatch.com/22857/chromium-trioxide-consortium-readies-authorisation-applications>
- [2] [http://www.chemsec.org/images/Authorisation\\_process.pdf](http://www.chemsec.org/images/Authorisation_process.pdf)

## Juristischer Schlagabtausch auf europäischer Ebene

### Gericht der Europäischen Union verhandelt Klage des Vecco e.V. – eine Nachbetrachtung

Am 12. Februar wurde vor dem Europäischen Gericht in Luxemburg die Klage des Vecco e. V. gegen die Europäische Kommission verhandelt. Vecco hatte 2013 gemeinsam mit 185 europäischen Unternehmen eine Klage bezüglich der ohne Ausnahme erfolgten Aufnahme von Chromtrioxid (CrO<sub>3</sub>) in den Anhang XIV von REACH vor dem Europäischen Gericht angestrengt – die Ursache der derzeitigen massiven Anstrengungen zum Erhalt der Autorisierung für alle Unternehmen im Bereich der galvanischen Verchromung mit sechswertigem Chrom. Mit der Verhandlung in Luxemburg ging nach der bereits im vergangenen Jahr mit Erfolg geführten Klage gegen die DGUV (Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung), den Spitzenverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften, der juristische Schlagabtausch im Zusammenhang mit der REACH-Verordnung in eine weitere Runde. Das Gericht befasste sich vor allem mit den Standpunkten der beiden Parteien insbesondere zur Auslegung der Inhalte des §58(2) der REACH-Verordnung sowie dem Umgang mit SVHC-Stoffen.

Circa 40 Personen aus Deutschland und Österreich stellten die größte Gruppe der insgesamt sehr gut besuchten öffentlichen Verhandlung, die auf drei Stunden angesetzt war. Sehr bedauerlich war die Tatsache, dass zwar Übersetzungen in die französische und slowakische Sprache verfügbar, aber keine deutschen Übersetzer anwesend waren. Dies verlangte den deutschen

Besuchern eine hohe Konzentration ab, da neben der englischen Sprache noch das Handicap der juristischen Fachsprache hinzukam. Mit dem hohen Interesse der Branche hatten die Juristen in Luxemburg wohl nicht gerechnet, da die ausgelegten Unterlagen Report for the Hearing – ebenfalls nur in englischer Sprache – rasch vergriffen waren.



Foto: Gerichtshof der Europäischen Union




The 11th Guangzhou(China) International Surface Finishing, Electroplating and Coating Exhibition

---

May 11–13, 2015 Guangzhou • China









The premiere UFI approved Surface Finishing event in the world

Organizers

China Electroplating Association  
China Surface Engineering Association Painting of Branch  
Guangdong Electroplating Association  
Guangdong Coating Industry Association  
Wise Exhibition (Guangdong) Co.,Ltd.

Supporters

Korea Plating Industry Cooperative  
Singapore Surface Engineering Association  
Metal Finishers' Association of India  
Brazilian Surface Finishing Association

















Contact




Wise Exhibition (Guangdong) Co.,Ltd.  
TEL: +86-20-29193506/97  
E-mail: wise.expo@hotmail.com  
reexpo@hotmail.com



Scan for details

www.sf-expo.cn/en

Bereits zur Einführung bemerkte das Gericht – bestehend aus drei Richtern aus der EU – kritisch das Fehlen eines Vertreters der ECHA beziehungsweise das generelle Fehlen eines Mitarbeiters der ECHA, obwohl sie auf Seiten der Kommission interveniert hatte. Die Klägerseite war durch die Rechtsanwälte C. Mereu und J. Beck vertreten, die Beklagte durch Mitarbeiter der Kommission. Die Rechtsanwälte – nur diese haben ein Rederecht bei Verhandlungen vor dem Europäischen Gericht – trugen zur Eröffnung ihren jeweiligen Standpunkt vor. Die Klägerseite bezog sich in erster Linie darauf, dass die Regelungen aus REACH von den Beklagten nicht so befolgt wurden, wie es die REACH-Verordnung nach Ansicht der Kläger erfordert. Zu den zentralen Punkten zählt die Kritik, die Gefährlichkeit von Chrom(VI) für die Mitarbeiter in galvanischen Beschichtungsunternehmen falsch bewertet zu haben. Dieser Vorwurf geht an die ECHA im Rahmen der von ihr erstellten Beurteilung von sechswertigem Chrom für die Abscheidung von galvanischen Chromschichten und an die Europäische Kommission, die aufgrund dieser Beurteilungen die Aufnahme von Chrom(VI) in den Anhang XIV beschlossen hat. Darüber hinaus leitet sich aus dieser Einstufung die generelle Forderung ab, dass nicht nur die Verwendung von Chrom(VI) geprüft werden muss, sondern auch die entsprechenden Anwendungsfälle von Chromschichten.

Einer der Diskussionspunkte war auf die Betrachtung der Risiken für die Arbeitnehmer, die mit Chromat in Kontakt kommen, gerichtet. Debattiert wurde die Bedeutung der im Gesetzestext enthaltenen Begrifflichkeiten, deren Relevanz und Tragweite für die durch die Vorgaben betroffenen Parteien sowie die von der ECHA und

der Kommission gezogenen Schlussfolgerungen. Dazu wurde von den Parteien deren Begründung zur Einschätzung der Risiken angesprochen, beispielsweise wurden die Daten aus der MEGA-Studie angeführt oder die bestehenden Regelungen aus der Arbeitsschutzverordnung. Die Klägerseite gab hier zu verstehen, dass die Risikodaten falsch beziehungsweise unvollständig bewertet worden seien und damit die Vorgehensweise der ECHA zu Fehlern führte. Infolge dieser Fehlerhaftigkeit mussten nach Ansicht der Klägerseite auch die Entscheidungen der Kommission unzureichend sein, zumal die Kommission selbst ausführte, keinen Anlass zur weiteren Prüfung gesehen zu haben. Ihr Ermessensspielraum mache dies zu einer *Kann*-Bestimmung.

Ein weiterer Verhandlungspunkt bezog sich auf die Sachverhalte der Einteilung und Verwendung von Stoffen, wie sie durch § 58(2) der REACH-Verordnung geregelt werden. Nach Ansicht der Beklagten ist eine substanzbezogene Fall-zu-Fall-Entscheidung hier die richtige Vorgehensweise; die Klägerseite hält dagegen auch den Bezug auf Substanzkategorien (z. B. mutagen, kanzerogen) für zulässig und durch bisherige Gesetzgebungen und ECHA-eigene Dokumente für ausreichend belegt.

In Bezug auf den Umgang mit SVHC-Stoffen sieht die Klägerseite alle Erfordernisse für ein ausreichend kontrolliertes Risiko durch die bereits bestehenden Regelungen zum Arbeitsschutz erfüllt. Dementsprechend würden die Vorgaben durch REACH keinen höheren Schutz gewährleisten, sondern vielmehr die Unternehmen in ihrer Handlungsweise einschränken oder lediglich durch ausufernde Dokumentation belasten. Insbesondere im Umgang mit Chrom(VI) kann der Kontakt mit dem Stoff

durch die bestehenden Vorschriften soweit eingeschränkt werden, dass die von der ECHA und der Kommission genannten Risiken vermieden werden. Das Gericht legte in diesem Punkt Wert auf eine nähere Erläuterung anhand von Beispielen aus der Praxis, die von den Anwälten der Klägerseite vorgebracht wurden. Kritisch kann hierbei allerdings das Fehlen von Grenzwerten für die Exposition gesehen werden, da dies leicht zu unterschiedlichen Ergebnissen bei der Bewertung führen kann.

Für den technisch versierten Beobachter der Verhandlung entstand der Eindruck, dass die Fragen des Gerichts an die Klägerseite von dieser mit nachvollziehbaren Begründungen beantwortet wurden. Im Gegensatz dazu zog sich die Beklagte stärker auf ihre Position als Entscheidungsbehörde mit großem Ermessensspielraum zurück, die das erklärte Ziel hat, die Menschen vor toxischen Stoffen zu schützen und sie daher von der Verwendung möglichst auszuschließen. Sie sieht sich legitimiert, verfügbare Argumente zu verwenden, ohne sie detailliert hinterfragen oder prüfen zu müssen.

Wie sich das Gericht entscheiden wird, ist im Moment erwartungsgemäß vollkommen offen. Insbesondere auch deshalb, weil die hier zur Prüfung anstehenden juristischen Detailfragen – es ging nahezu ausschließlich um die wenigen Worte des §58(2) der REACH-Verordnung – nicht zwingend der technischen Logik und dem technisch-wissenschaftlichen Verständnis folgen müssen. Gleichzeitig handelt es sich wohl um ein wegweisendes Verfahren, das die Grenze zwischen Ermessensspielraum der Kommission und Willkür in den Entscheidungen näher definieren muss. Es bleibt also spannend!

## Fachverband industrielle Teilereinigung e. V. (FiT)

### Fachverband FiT – Workshop zur Klärung von prozess- und verfahrenstechnischen Fragen

Mit den zunehmenden Anforderungen an die Qualität nimmt der Einsatz von Ultraschall in der industriellen Bauteilreinigung zu. Verschiedene prozess- und

verfahrenstechnische Fragestellungen, die zu einer Optimierung der Reinigungsprozesse beitragen können, sind jedoch noch unbeantwortet. Um sie zu konkretisieren, veranstaltete der Fachverband industrielle Teilereinigung, FiT, im Dezember 2014 einen ersten Workshop zum Thema Ultraschallanwendungen in der industriellen Bauteilreinigung. Weitere Ziele dieser und folgender Veranstaltungen bestehen darin, vorhandenes Know-how zu bündeln und mögliche Forschungsansätze abzuleiten.

Allseits bekannt ist, dass die Reinigungswirkung von Ultraschall auf dem physikalischen Effekt der Kavitation basiert. Doch wie ist die Wirkung von Ultraschall in unterschiedlichen Reinigungsmedien? Wird die Ultraschalleistung durch die Art der Verschmutzung beeinflusst? Welchen Einfluss haben Medien-Entgasung, Temperatur und Tensid-Gehalt auf den *Streaming Effekt* und die Reinigungswirkung? Nur einige der verfahrens- und prozesstechnischen Fragen, auf die beim Einsatz von Ultraschall in

der nasschemischen Bauteilreinigung noch Antworten fehlen.

Auch wenn es um Mess- und Prüfverfahren zur Leistungs- und Funktionskontrolle von Ultraschallsystemen geht, ist vieles noch offen. Diese Fragestellungen gewinnen jedoch vor dem Hintergrund höherer Anforderungen an die Qualität, Sicherheit und Wirtschaftlichkeit von Reinigungsprozessen immer mehr an Bedeutung. Nicht zuletzt stellen die aus Generator und Schwinger bestehenden Ultraschallsysteme auch einen erheblichen Kostenfaktor von Reinigungsanlagen dar.

Diese Themen hat der Fachausschuss Reinigen des FiT aufgegriffen. Ein erster Workshop dazu fand im Dezember 2014 mit Anwendern, Herstellern von Ultraschallkomponenten und industrieller Reinigungsanlagen sowie Experten aus Forschungsinstituten statt. Die rund 30 Teilnehmer dieses Arbeitsforums diskutierten auf Basis von verschiedenen Fachvorträgen aktuelle Problem- und Fragestellungen beim Einsatz von Ultraschall in der industriellen Bauteilreinigung. Die dabei geschilderten Erfahrungen und Fragestellungen und auch bestehende Wissenslücken verdeutlichten, dass sowohl bei Anbietern und Anwendern als auch auf der Forschungsseite ein großes Interesse an der Vertiefung dieses Themas besteht.

Aus den während der Diskussion erfassten Fragestellungen, Hinweisen und Anregungen definierten die Teilnehmer für den Start der gemeinsamen Arbeit verschiedene Schwerpunkte. Dazu zählen die Erstellung eines *Ultraschallkompendiums* sowie die weitere Konkretisierung von Fragestellungen zur Ultraschall-Messtechnik, aus der Forschungsansätze abgeleitet werden.

Zu diesen Schwerpunktthemen wird der Fachausschuss Reinigen des FiT weitere Workshops organisieren. Sie stehen auch interessierten Teilnehmern offen, die an der ersten Veranstaltung nicht teilgenommen haben. Weitere Informationen finden sich im Internet unter der Homepage des Verbandes: [www.fit-online.org](http://www.fit-online.org).

➔ [www.zvo.org](http://www.zvo.org)

## Wirtschaftsvereinigung Metalle e. V. (WVM)

### Franziska Erdle ist neue Hauptgeschäftsführerin der WVM

Die Rechtsanwältin Franziska Erdle (42) ist seit dem 1. Februar neue Hauptgeschäftsführerin der WVM, Wirtschaftsvereinigung Metalle e. V., Berlin. Sie folgt auf Martin Kneer (67), der den Verband nach 16 Jahren verlassen hat. Kneers Nachfolge war bereits auf der WVM-Vorstandssitzung im Mai 2014 beschlossen worden.

Franziska Erdle war nach Stationen beim Verband der Chemischen Industrie und dem Deutschen Atomforum seit 2011 Geschäftsführerin der WVM. *Ich freue mich sehr auf ein Umfeld und auf die Zusammenarbeit mit einem Team, das ich seit Jahren gut kenne.* Erdle bedankte sich herzlich bei Martin Kneer, der den Teamgedanken



Franziska Erdle, die neue Hauptgeschäftsführerin der WVM Foto: WVM

immer gelebt und die WVM damit stark gemacht habe.

Ende Januar war Martin Kneer auf der Veranstaltung *metals meet politics* im Berliner *erwerk* verabschiedet worden. Daran hatten 250 Gäste aus Politik, Industrie und Medien teilgenommen.

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

# STARKE OBER FLÄCHEN







WENN ES UM MASSGESCHNEIDERTE OBERFLÄCHEN FÜR HÄRTESTE EINSATZBEDINGUNGEN GEHT, IST RUHL&CO SYSTEMPARTNER DER AUTOMOBIL- UND ZULIEFERINDUSTRIE. 58 JAHRE ERFAHRUNG UND MODERNSTE FERTIGUNG AUF 5600m<sup>2</sup> STEHEN FÜR HÖCHSTE QUALITÄT UND INNOVATION.




## GALVANO TECHNIK

RUHL&CO

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

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

## Patente

PS – Patent Deutschland  
EP – Europapaten  
WP – Weltpatent

Die Aktualisierungen zu Normen und Patenten finden Sie wie immer unter Service auf [www.womag-online.de](http://www.womag-online.de)

## Normen



Innovative Produkte und engagierte Mitarbeiter haben uns zu einem führenden Unternehmen von Pumpen- und Filtrationstechnik gemacht. Höchste Qualität und konsequente Kundenorientierung sind die Säulen unseres Erfolgs.

Wir expandieren!

## VERTRIEBSMITARBEITER / IN AUSSENDIENST Süd Deutschland gesucht

### IHRE AUFGABEN

- + Erkennen und Erschließen von Markt- und Kundenpotenzialen
- + Beratung unserer Bestandskunden, aktive Neukundenakquise
- + Realisierung der Umsatzziele mit Eigenverantwortung im Verkaufsgebiet

### IHR PROFIL

- + Vertriebspersönlichkeit, die berät, überzeugt und begeistern kann
- + Kommunikationsstark und selbstständig
- + Solide kaufm. / techn. Kenntnisse, unternehmerisches Denken & Handeln
- + Führerschein Klasse B
- + Gute EDV-Kenntnisse

### WIR BIETEN

- + Umfassende und intensive Einarbeitung
- + Nettes Team innerhalb einer stark national und international wachsenden Firma
- + Zukunftsmöglichkeiten
- + Marktorientiertes Gehalt plus Firmenwagen, Handy, Laptop
- + Kundenstamm

Bewerben Sie sich!

Sager + Mack GmbH | Herr Tom Schröder | Max-Eyth-Str. 13/17 | 74532 Ilshofen  
Tel.: 07904 / 9715-0 | tom.schroeder@sager-mack.com

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

## INSERENTENVERZEICHNIS

AHC Oberflächentechnik GmbH	33	Deutsche Messe AG	41	Orben Wassertechnik	19
Bohncke GmbH	Titelbild	IMO Oberflächentechnik GmbH	1	Poeton Industries Ltd.	43
Dörken AG	U4	Inovan GmbH & Co. KG	25	Ruhl & Co. GmbH	47
Driesch Anlagentechnik GmbH	27	KULLEN-KOTI GmbH	31	Sager+Mack GmbH	48
Eltropuls Anlagenbau GmbH	9	Walter Lemmen GmbH	23	SF China	45
FST Drytec GmbH	17	List-Magnetik	11	Strähle Galvanik	39
Gramm Technik GmbH	23	M.K.V. GmbH	49		
Gross Wassertechnik	37	MVB GmbH	39		



Als erfolgreiches mittelständisches Unternehmen planen und fertigen wir Galvanisieranlagen, Reinigungsanlagen und Sonderanlagen für die Luftfahrttechnik.

Zur Verstärkung suchen wir baldmöglichst:

## PROJEKTL EITER im Anlagenbau (m/w)

**Ihr Aufgabengebiet umfasst folgende Tätigkeiten:**

- Vollständige Projektverantwortung: Planung, Kalkulation und Realisierung bis hin zur Projektabnahme beim Kunden
- Selbstständiges Arbeiten mit Ergebnisverantwortung, internationale Reisetätigkeit

**Sie sollten über folgende Fähigkeiten verfügen:**

- Abgeschlossenes technisches Studium (Maschinenbau oder Feinwerktechnik) bzw. Maschinenbautechniker
- Berufserfahrung in ähnlicher Tätigkeit, Vertriebsstärke u. unternehmerisches Denken
- Sehr gute Englischkenntnisse, Kommunikationsstärke und Präsentationssicherheit

**Wir bieten Ihnen:**

- angemessenes Gehalt
- PKW
- ein gutes Arbeitsklima
- sehr gute Perspektiven für Ihre berufliche Zukunft

## CAD-PROJEKTKONSTRUKTEUR (m/w)

**Ihr Aufgabengebiet umfasst folgende Tätigkeiten:**

- Eigenständige Konstruktion und Optimierung von Anlagen und deren Komponenten
- Detaillierung, fertigungsgerechte Zeichnungserstellung

**Sie sollten über folgende Fähigkeiten verfügen:**

- Ausbildung zum Techniker mit entspr. Berufserfahrung im Maschinen-/Anlagenbau
- Gute CAD-Kenntnisse (AutoCAD/Inventor), Englischkenntnisse
- Arbeiten im Team, Flexibilität

**Wir bieten Ihnen:**

- angemessenes Gehalt
- ein gutes Arbeitsklima
- sehr gute Perspektiven für Ihre berufliche Zukunft

Ihre aussagefähige, schriftliche Bewerbung senden Sie bitte an:

**M.K.V GmbH**  
**Industriestr. 7 · 90584 Allersberg**  
**Tel.: 09176 9811-0 · info@mkv-gmbh.de**  
**www.mkv-gmbh.de**



Neubau Betriebsgebäude, geplanter Bezug 1. Quartal 2016

## Opfern Sie kein Geld. Opfern Sie lieber Zink.



### Überlegener kathodischer Korrosionsschutz durch DELTA-MKS®:

#### **DELTA-PROTEKT®: Zinklamellensysteme**

- auf Lackbasis für dünnste Schichten von 8-10 µm
- modulares Beschichtungssystem aus Basecoat + Topcoat

#### **DELTA-eLACK®: kathodische Tauchlackierung**

- DELTA-eLACK® 800 in Kombinationsaufbau mit zinkbasierten Grundbeschichtungen
- Beschichtung als Massenschüttgut durch innovative Anlagentechnik

#### **DELTA-PROZINC®: Electroplating**

- DELTA-PROZINC® prozesssicher und hocheffizient, sichergestellt durch Lizenzsystem
- dünne, gleichmäßige Schichten und hervorragende metallische Optik
- beste Balance zwischen höchstem Korrosionsschutz und ökologischer Nachhaltigkeit

Seit mehr als 30 Jahren vertraut die Automobilindustrie unserem Schutz. Mehr über uns und unsere Produkte: [www.doerken-mks.de](http://www.doerken-mks.de)