# WOMAG

Kompetenz in Werkstoff und funktioneller Oberfläche



## EINZIGARTIGE STÄRKEN

## **RELIABILITY**



#### COMPLIANCE





macder midenth one.com/industrial

#### **INNOVATION**



#### **EXPERTISE**



#### WERKSTOFFE

Wärmeleitfähigkeit feuerfester Werkstoffe für Industrieöfen

#### **OBERFLÄCHEN**

Anodisieren von Aluminium – Betrachtung der Prozesskette

#### **WERKSTOFFE**

Zink als passiver und kathodischer Korrosionsschutz

#### **OBERFLÄCHEN**

Vollautomatisiert zur partikelfreien Oberfläche

#### WERKSTOFFE

Werkstoffe und Oberflächen in Forschung und Entwicklung

## **SPECIAL**

Expositionsreduzierte Herstellung korrosionsbeständiger Schichten

SEPTEMBER 2018

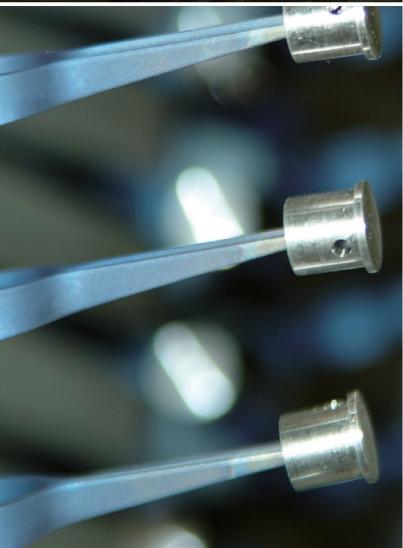


www.stark-eloxal.de

. . . und Aluminium wird besser



- eloxieren
- färben
- **■** glänzen
- harteloxieren
- gleitschleifen
- strahlen
- schleifen
- sägen
- montieren





STARK ELOXAL GmbH Aluminiumoberflächentechnik Hauptstr. 1, 79807 Lottstetten Tel. 07745/9232-0, Fax -30, stark@stark-eloxal.de

Ihre Ansprechpartner: Markus Stark Alberto Calestani

## **EDITORIAL**

#### Die Prozesskette betrachten



Besonders die Oberflächentechnologien sind darauf angewiesen, weitreichende Informationen über die zu beschichtenden Werkstoffe und die eingesetzten Verfahren zu erhalten. Darüber hinaus ist es in vielen Fällen notwendig, diese Informationen bereits in der Planungsphase der Herstellung von Teilen, Komponenten oder ganzen Produkten zu erhalten. In diesem Fall kann bereits im Vorfeld die erforderliche Abstimmung zwischen den Konstrukteuren, Fertigungstechnikern und den Fachleuten der Oberflächentechnik erfolgen.

Ein gutes Beispiel zu den Abhängigkeiten zwischen Werkstoff, Auswirkung einer Bearbeitung und Eigenschaften der Oberfläche bietet der Förderverein galvanicus in Schwäbisch Gmünd mit den Inhalten seiner regelmäßig angebotenen Weiterbildungsveranstaltung über die Verarbeitung und Oberflächenbehandlung von Aluminium. Auch wenn der Titel der Veranstaltung bescheiden als Anodisieren von Aluminium geführt wird, greifen die Inhalte des Workshops doch bis auf die Auswahl der eingesetzten Werkstoffe und deren mechanische Vorbearbeitung zurück. So wird deutlich gemacht, wie sich beispielsweise Legierungsanteile von Aluminium nicht nur auf die mechanischen Eigenschaften wie die Umformbarkeit oder die Festigkeit auswirken, sondern auch die nachfolgende Herstellung der Schutzschicht aus Aluminiumoxid. Gleiches wird für die mechanische Oberflächenbearbeitung durch Schleifen und Polieren erläutert. Auch hier führen die unterschiedlichen Arbeitsgänge zu deutlichen Veränderungen in der Oberflächenzone und daraus folgend auch zu unterschiedlichen Ergebnissen bei der anodischen Oxidation. Der Bericht über den Workshop zum Anodisieren von Aluminium (Teil 1 in der vorliegenden Ausgabe ab Seite 26 mit Fortsetzung in der nächsten WOMag) zeigt die sinnvolle und wichtige Betrachtung der Prozesskette.

Im Übrigen ist die Prozesskette auch ein zunehmend wichtiger Aspekt bei den anstehenden ZVO-Oberflächentagen, die in diesem Jahr in Leipzig vom 19. bis 21. September stattfinden. Mit mehr als 80 Fachvorträgen kann die Fachtagung wieder mit einem außerordentlich weitreichenden und empfehlenswerten Angebot aufwarten.

### **WOMAG - VOLLSTÄNDIG ONLINE LESEI**

WOMAG ist auf der Homepage des Verlages als pdf-Ausgabe und als html-Text zur Nutzung auf allen Geräteplattformen lesbar. Einzelbeiträge sind mit den angegebenen QR-Codes direkt erreichbar.







MAGNETPUMPEN **TAUCHPUMPEN FILTERSYSTEME** 















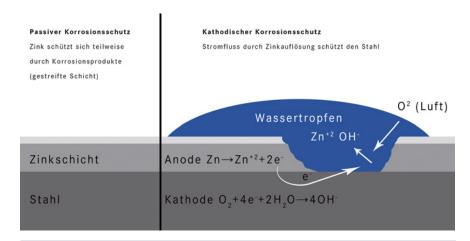
www.sager-mack.com



Sager + Mack GmbH 74532 Ilshofen-Eckartshausen

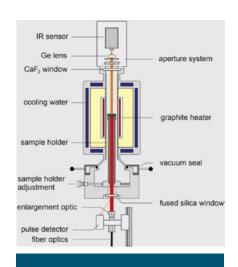
> info@sager-mack.com +49 7904 9715-0

## INHALT





8 Zink als Korrosionsschutz für Eisen und Stähle **18** Entmagnetisierung





Wärmeleitfähigkeitsmessung

Vollautomatisierte Reinigung empfindlicher Bauteile

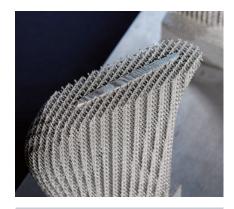
#### WERKSTOFFE

- Ermittlung gesicherter Werte der Wärmeleitfähigkeit feuerfester Werkstoffe für die Auslegung von Industrieöfen und für die Prozessoptimierung
- 8 Zink als passiver Korrosionsschutz
- 10 Kompakte Reinigungsvielfalt
- **10** Sauerstoff: Fluch und Segen für nanokristalline Legierungen
- Werkstoffe und Oberflächen in Forschung und Entwicklung
- **16** Gleitschleifen, Entgraten, Polieren, Strahlen und Beschichten von Oberflächen
- 17 Präzisionswerkzeuge für die Aluminiumbearbeitung
- 18 Viel hilft viel
- 19 Umfassendes Wissen und Know-how für zukunftsorientierte Bauteilreinigung
- 20 3D-Druck: Stützstrukturen verhindern Schwingungen bei der Nachbearbeitung dünnwandiger Bauteile

#### **OBERFLÄCHEN**

- **22** Expositionsreduzierte Herstellung korrosionsbeständiger Beschichtungen
- 26 Anodisieren von Aluminium
- 30 Vollautomatisiert zu partikelfreien Oberflächen
- **32** Qualitätssicherung in der Bauteilreinigung Prozessgestaltung
- 33 Klare Regeln für makellosen Lack
- 34 Masterplan Energieforschung liefert Handlungsempfehlungen für Wissenschaft und Wirtschaft
- **35** Die perfekte Oberfläche
- **36** Verschmutzungen auf 3D-Bauteilen erkennen
- 36 Vom Minisystem im Labormaßstab bis zu Großseriengeräten - jetzt alles aus einer Hand

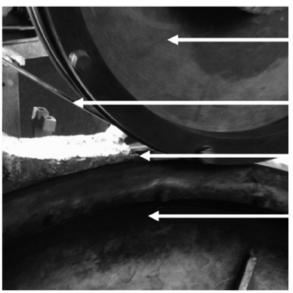
### INHALT





20 Struktur im 3D-Druck

**16** Trowal in den USA



Führungsrad Abdeckband

Abdeckband

Schmelzezulauf

Gießrad

**22** Reduzierung von Expositionen bei Beschichtungsprozessen

#### **VERBÄNDE**

- 38 Fachverband Industrielle Bauteilreinigung e.V. FIT
- 38 Verband für die Oberflächenveredelung von Aluminium e.V. VOA

#### **BERUF + KARRIERE**

- **40** DFG-Förderatlas 2018: Spitzenplatz im Bereich der Materialund Werkstoffforschung
- 40 DGM-Studienhandbuch in fünfter Auflage erhältlich

**Zum Titelbild:** Die MacDermid Enthone verfügt über ein umfangreiches und hochqualitatives Portfolio an Chemie und Verfahren für nahezu alle Arten der chemischen und elektrochemischen Oberflächenbehandlung

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 2018 angegeben

#### Herausgeber und Verlag

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

#### Verlagsleitung

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

#### Redaktion/Anzeigen/Vertrieb/Abo

siehe Verlagsleitung

#### Bezugspreise

Jahresabonnement Online-Ausgabe: 149.- E, 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. 7 vom 5. Oktober 2017

#### Inhalt

WOMag berichtet über:

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

#### Leserkreis

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

#### WOMag-Beirat

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

#### Bankverbindung

BW-Bank, IBAN: DE71 6005 0101 0002 3442 38 BIC: SOLADEST600; (Konto 2344238, BLZ 60050101)

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

#### Gerichtsstand und Erfüllungsort

Gerichtsstand und Erfüllungsort ist Waldshut-Tiengen

#### Herstellung

WOTech GbR

#### Grafische Gestaltung (Grundlayout)

Wasserberg GmbH

#### Druck

Holzer Druck + Medien GmbH & Co. KG Fridolin-Holzer-Straße 22+24, 88171 Weiler © WOTech GbR, 2016

# Ermittlung gesicherter Werte der Wärmeleitfähigkeit feuerfester Werkstoffe für die Auslegung von Industrieöfen und für die Prozessoptimierung

Von S. Pliester<sup>1)</sup>, W. Bauer<sup>1)</sup>, J. Al-Karawi<sup>2)</sup> und E. Specht<sup>2)</sup>



Zum online-Artike

Die Angaben der Wärmeleitfähigkeit feuerfester Werkstoffe werden für die Dimensionierung und Simulation von thermischen Prozessen, insbesondere zur Ermittlung von Wandverlusten, benötigt. Die Nutzung der Daten ist eingeschränkt, da die Werte meist zehn Prozent und mehr abweichen. Ursache ist die Überlagerung von Unterschieden der Herstellungsprozesse, Stoffwerte, Strukturmerkmale und messtechnischen Faktoren. Die Wärmeleitfähigkeit von feuerfesten Werkstoffen ist ein davon abhängiger effektiver Stoffwert, der messtechnisch bestimmt werden muss. Bei den Untersuchungen wurden die Verfahren Heißdraht, Laser-Flash und Transient Hot-Bridge (THB) eingesetzt. Eine Beurteilung dieser Apparaturen erfolgte durch vergleichende Messungen an einem dafür entwickelten Hochtemperatur-Referenzmaterial mit variabler Struktur. Dabei wurde auch der Einfluss der Porosität auf die Wärmeleitfähigkeit nachgewiesen. Die Eignung der Verfahren für bestimmte Stoffgruppen und Struktureigenschaften wurde daraus abgeleitet. Das Heißdrahtverfahren zeigte sowohl bei dichten Werkstoffen als auch bei porösen Leichtsteinen sehr gute Resultate. Das Laser-Flash-Verfahren ergab bei dichten, relativ homogenen Werkstoffen sehr gute Übereinstimmungen. Bei porösen, grobkörnigen und strukturell unterschiedlichen Materialien wurden jedoch Abweichungen gefunden, deren Ursache die relativ kleinen Messproben für die DSC- und LFA-Messungen sind. Das Hot-Bridge-Verfahren konnte bei Messungen bis 200 °C eingesetzt werden. Die Messergebnisse zeigten eine gute Übereinstimmung mit den anderen Verfahren. Aus den Messergebnissen konnten auch mineralogische Änderungen, Modifikationswechsel und Alterungseffekte erkannt werden. Durch die Untersuchungen wurden gesicherte Werte der Wärmeleitfähigkeit an industriell hergestellten feuerfesten Werkstoffen unter Beachtung der genannten Einflussfaktoren ermittelt.

#### Investigation of Solid Results for Thermal Conductivity of Refractory Materials, to Use in and to Optimize Thermal Processes

Thermal conductivity data of refractory materials are needed for design of industrial furnaces as well as simulation and optimization of thermal processes, and also for calculations of heat losses through furnace walls. Normally, the data differ by 10 % and more for the same kind of material. These deviations result from differences in manufacturing processes, different material properties and structures, and are influenced by measuring factors too. Therefore, choosing the right data is complicated for application. The thermal conductivity of refractory materials cannot be calculated from other material properties, it has to be determined using different measurement techniques. For investigations the methods Transient Hot-Wire (THW), Laser Flash Analysis (LFA), and Transient Hot-Bridge (THB) were selected. These methods are state of the art. An evaluation of the measurement devices was carried out by comparative measurements on a specially developed high-temperature reference material manufactured in eight different variants with stable thermal, chemical-mineralogical, and structural properties. The relationship between different structural properties and thermal conductivity was proved by all three measurement methods. The results indicate the suitability of the chosen methods for certain groups of refractory materials and different structural properties. The hot-wire method showed the best results for all variations of reference material and also for dense and porous industrial bricks. The results of the Laser-Flash-Analysis are in good agreement with the hot-wire method for most dense materials. But, deviations occurred at materials with high porosity and bigger grain sizes depending on the small dimensions of the samples for DSC and LFA measurements. The hot-bridge method was applicable up to 200 °C to all materials and provided values similar to the hot-wire method. Mineralogical changes, modification changes, and effects of aging could also be determined from the results. The investigations led to verified data of thermal conductivity of industrially manufactured refractory materials under consideration of the mentioned influence factors.

#### 1 Einleitung

Angaben der Wärmeleitfähigkeit feuerfester Werkstoffe werden sowohl für die Dimensionierung von Industrieöfen als auch für die Simulation und Optimierung thermischer Pro-

zesse benötigt. Sie sind Voraussetzung für die Auslegung von Ofenwänden sowie die Ermittlung der Außenwandtemperaturen und Wandverluste. Die Außenwandtemperaturen stellen dabei, neben dem Schutz vor Verbrennungen [1], einen leicht überprüfbaren Garantiewert der Anlagen dar, der von den Ofenbauern einzuhalten ist. Durch die Ökodesign-Richtlinie 2009/125/EG [2] der Europäischen Union wurden die Forderungen an die Einhaltung bestimmter Grenzwerte der Außenwandtemperaturen noch verschärft.

Die Wärmeleitfähigkeit von feuerfesten Werkstoffen weist für gleiche beziehungs-

Universität Duisburg-Essen, Fakultät für Ingenieurwissenschaften, Forsthausweg 2, D-47057 Duisburg

Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Fakultät für Verfahrens- und Systemtechnik, Universitätsplatz 2, D-39106 Magdeburg

weise gleichartige Materialien häufig Abweichungen von zehn Prozent und mehr auf, weshalb dafür häufig auch Bereiche angegeben werden [3]. Die Verwendung von Messwerten sowie ihre Übertragbarkeit aus Datenbanken sind damit nur eingeschränkt möglich und die Auswahl korrekter Werte wird erschwert. Ausgehend davon wurde die Zielsetzung der Untersuchungen abgeleitet, gesicherte Werte der Wärmeleitfähigkeit feuerfester Werkstoffe für die Anlagenbauer zu ermitteln.

Feuerfeste Werkstoffe sind nach grobkeramischen Verfahren hergestellte Massenprodukte, die die jeweils geforderten Gebrauchseigenschaften erfüllen müssen. Gleichartige Erzeugnisse unterschiedlicher Produzenten können aber Unterschiede hinsichtlich der verwendeten Rohstoffe und Zuschläge sowie der Herstellungsparameter aufweisen, was zu produktbedingten Streuungen der Stoffwerte, auch der Wärmeleitfähigkeit, führt. Einflussfaktoren auf die Wärmeleitfähigkeit sind Unterschiede der Stoffwerte und Struktureigenschaften, die Spezifik der verwendeten Messverfahren sowie subjektive und objektive messtechnische Faktoren. Dazu kommt der Zustand der Materialien, neu oder bereits eingesetzt. Von den zu untersuchenden Werkstoffen müssen diese Parameter als Voraussetzung für die Ermittlung von definierten Werten der Wärmeleitfähigkeit bekannt sein oder bestimmt werden. Das ist auch bei der Übertragung von Messwerten, beispielsweise aus Datenbanken, zu beachten. Die genannten Einflussfaktoren überlagern sich und beeinflussen so die Streuung der Wärmeleitfähigkeitswerte. Die Wärmeleitfähigkeit feuerfester Werkstoffe ist deshalb kein absoluter, sondern ein effektiver Stoffwert [4], der von den jeweiligen Eigenschaften der untersuchten Materialien abhängig ist.

Die Wärmeleitfähigkeit feuerfester Werkstoffe kann nicht mit ausreichender Genauigkeit auf theoretischer Basis aus anderen Stoffwerten berechnet werden, weshalb sie messtechnisch ermittelt werden muss. Das setzt eine qualitative Beurteilung der verwendeten Messapparaturen voraus. International üblich ist dabei die Verwendung von Referenzmaterialien zum Vergleich der eingesetzten Verfahren und Apparaturen. Für Temperaturen über 750 °C, die für feuerfeste Werkstoffe besondere Bedeutung haben, fehlen jedoch entsprechende Materialien. Ein Ziel der Arbeiten bestand deshalb in der Entwicklung eines geeigneten Hochtemperatur-Referenzmaterials mit definierter chemisch-mineralogischer Zusammensetzung und gleichzeitig variabler Struktur zur Ermittlung des Einflusses unterschiedlicher Porositäten auf die mit verschiedenen Verfahren bestimmten Werte der Wärmeleitfähigkeit.

Zur Ermittlung der Wärmeleitfähigkeit feuerfester Werkstoffe wurden die dem Stand der Technik entsprechenden Verfahren Heißdraht, Laser-Flash und Transient Hot-Bridge (THB) ausgewählt. Ihre Eignung wurde zunächst durch Vergleichsmessungen an Proben des Hochtemperatur-Referenzmaterials mit variabler Struktur untersucht. Danach wurden gesicherte Werte der Wärmeleitfähigkeit von ausgewählten, industriell hergestellten feuerfesten Werkstoffen unter Berücksichtigung der zu beachtenden Einflussgrößen ermittelt.

#### **Experimentelles Vorgehen**

#### 2.1 Entwicklung eines Hochtemperatur-Referenzmaterials mit variabler Struktur

Zur Untersuchung des Struktureinflusses auf die Wärmeleitfähigkeit wurde ein Hochtemperatur-Referenzmaterial mit definierten und thermisch stabilen chemisch-mineralogischen sowie strukturellen Eigenschaften entwickelt, wobei als wesentliche Strukturmerkmale die Porosität sowie die Porengröße variiert wurden. Durch Literatur [5] und in Versuchsreihen hat sich technisch reiner Korund  $(\alpha-Al_2O_3)$  als hochtemperaturstabile Modifikation von Aluminiumoxid zum Ausschluss chemisch-mineralogischer Umwandlungen und mit einer hohen Sintertemperatur zur Vermeidung von Strukturänderungen durch Temperatureinwirkung beim Messen als geeignete Werkstoffbasis erwiesen. Bei der Herstellung von feuerfesten Materialien mittels der üblichen Pressverfahren kann die Struktur maßgeblich nur über den Versatz, den Pressdruck und die Brennkurve beeinflusst werden. Es erfolgte deshalb eine Variation dieser drei Parameter zur Herstellung von acht Varianten des Hochtemperatur-Referenzmaterials (Tab. 1). Als Abmessung für die Referenzkörper wurde 250 mm x 124 mm x 64 mm (NF2) gewählt, da aus diesem Format die Proben für alle geplanten Untersuchungen hergestellt werden können. Die Ergebnisse der Untersuchungen am Referenzmaterial sind auf industriell hergestellte Steine übertragbar.

Durch Analysen der chemischen und mineralogischen Zusammensetzung der hergestellten Varianten des Referenzmaterials nach dem Brand wurden ein Al<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-Gehalt von etwa 99,5 % mit einem Rest von Magnesiumoxid (MgO) und Natriumoxid (Na<sub>2</sub>O) sowie ein Anteil von  $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> von 96 % bei hoher Brenntemperatur und 91 % bei niedriger Brenntemperatur nachgewiesen. Zur Charakterisierung der Struktureigenschaften der acht Varianten des Hochtemperatur-Referenzmaterials wurden die Rohdichte  $(\rho_{\scriptscriptstyle D})$  und offene Porosität (OP) mittels Wassertränkungsverfahren nach DIN EN 993-1 sowie die Porengrößenverteilung (PGV) mittels Quecksilberdruckporosimetrie nach DIN 66133 ermittelt. Die Rohdichten der acht Varianten des Hochtemperatur-Referenzmaterials reichen von 3,18 g/cm³ bis 2,74 g/cm³ mit einer offenen Porosität von 19,6 % bis 30,6 % (Tab. 1).

#### 2.2 Heißdrahtverfahren mit **Paralleldrahtanordnung**

Die an der Universität Duisburg-Essen vorhandene und von Netzsch-Gerätebau GmbH für die Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit an grobkeramischen und porösen feu-

Tab. 1: Bezeichnung, Herstellungsparameter und Struktureigenschaften der acht Varianten des Hochtemperatur-Referenzmaterials auf Korundbasis

Bezeichnung	Kornaufbau	Pressdruck	Brenntemperatur	OP	$\rho_{_R}$	χ̃ PGV
K111	grob	hoch	1720 °C	19,6 %	$3,18 \text{ g/cm}^3$	5,1 µm
K211	fein	hoch	1720 °C	22,1%	3,08 g/cm <sup>3</sup>	5,6 µm
K121	grob	niedrig	1720 °C	25,6 %	2,95 g/cm <sup>3</sup>	8,3 µm
K221	fein	niedrig	1720 °C	29,9 %	2,79 g/cm <sup>3</sup>	$10,3~\mu m$
K112	fein	hoch	1420 °C	20,8 %	$3,13 \text{ g/cm}^3$	2,1 µm
K212	grob	hoch	1420 °C	23,6 %	3,02 g/cm <sup>3</sup>	$2,8\mu m$
K122	fein	niedrig	1420 °C	26,7 %	2,89 g/cm <sup>3</sup>	$3,5  \mu m$
K222	grob	niedrig	1420 °C	30,6 %	2,74 g/cm <sup>3</sup>	4,0 μm

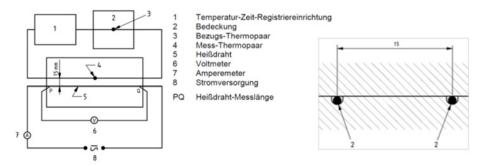


Abb. 1: Schematische Darstellung des Messaufbaus beim Paralleldrahtverfahren (links) und der eingebetteten Platindrähte (2) zwischen den zwei Probesteinen (rechts)

erfesten Werkstoffen entwickelte Heißdrahtapparatur [6], bei der Probengrößen von 230 mm x 114 mm x 64 mm (NF1) oder 250 mm x 124 mm x 64 mm (NF2) eingesetzt werden, kann drei mögliche Messanordnungen nutzen: Kreuzdraht, Paralleldraht und T(R) [7]. Aufgrund der zu erwartenden Werte der Wärmeleitfähigkeit der Korund-Referenzmaterialien von 15 W/(mK) und mehr [5] wurde die Paralleldrahtanordnung nach DIN EN 993-15 mit einem Messbereich von bis zu 25 W/(mK) ausgewählt.

Das Heißdrahtverfahren in Paralleldrahtanordnung (Abb. 1, links) liefert neben der Wärmeleitfähigkeit auch Werte der Temperaturleitfähigkeit und spezifischen Wärmekapazität. Für die Messung werden zwei Steine des zu untersuchenden Materials mit möglichst planen und glatten Oberflächen, die in der Regel durch Schleifen hergestellt werden müssen, aufeinandergelegt. In den Unteren werden in zwei 200 mm lange parallele Nuten im Abstand von 15 mm ein Platinheizdraht und ein Platinthermoelement eingebettet (Abb. 1, rechts). Der Heizdraht wird nach Erreichen der jeweiligen Messtemperatur eingeschaltet. Aus dem dann ermittelten Temperaturanstieg über die Zeit werden die Wärmeleitfähigkeit und Temperaturleitfähigkeit sowie mittels der Rohdichte die spezifische Wärmekapazität berechnet

#### 2.3 Laser-Flash-Verfahren

Zum Vergleich mit den Messungen des Heißdrahtverfahrens wurden die Wärmeleitfähigkeitswerte auch nach dem Laser-Flash-Verfahren ermittelt. Die Wärmeleitfähigkeit wird bei diesem Verfahren nach *Gleichung <1>* aus drei temperaturabhängigen Stoffwerten berechnet [9]:

 $\begin{array}{c} \lambda(\vartheta) = a(\vartheta) \cdot c_{_{p}}(\vartheta) \cdot \rho_{_{R}}(\vartheta) & <1 \\ \text{Dabei werden die Temperaturleitfähigkeit} \\ a(\vartheta) \text{ mittels Laser-Flash-Analyse (LFA) und} \end{array}$ 

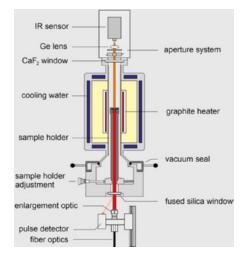


Abb. 2: Schema der Laser-Flash-Analyse [10]

die spezifische Wärmekapazität  $c_p(\vartheta)$  mittels Differenzkalorimetrie (DSC) bestimmt. Die Rohdichte  $\rho_R(\vartheta)$  wird aus der Rohdichte bei Raumtemperatur und der thermischen Dehnung, die im Dilatometer gemessen wird, berechnet.

Bei der Laser-Flash-Analyse (*Abb. 2*) wird ein Probeplättchen von 12,7 mm Durchmesser und 1 mm bis 3 mm Dicke mit einem Laserpuls auf einer Seite sehr schnell erwärmt, während auf der anderen Seite optisch der Temperaturanstieg gemessen wird. Aus der halben Dauer des Temperaturanstiegs und der Probendicke wird die Temperaturleitfähigkeit berechnet. Für die DSC-Apparatur werden Scheiben mit 5 mm Durchmesser und etwa 1 mm Dicke zusammen mit einer Referenzprobe erwärmt. Für beide wird der Temperaturanstieg differentiell gemessen, woraus die spezifische Wärmekapazität berechnet wird.

Das Dilatometer bestimmt mittels einer Schubstange, mit der die Probe von 5 mm Durchmesser und 25 mm Länge unter einer definierten Last eingespannt wird, die thermische Ausdehnung für die Berechnung der

temperaturabhängigen Rohdichte. Diese Untersuchungen wurden mit den an der Universität Magdeburg vorhandenen Apparaturen durchgeführt. Für alle drei Verfahren wurden die relativ kleinen Proben mit Hilfe spezieller Diamantwerkzeuge aus größeren Blöcken herauspräpariert. Dabei müssen Einflüsse auf die Messungen, zum Beispiel aufgrund von auftretenden Dichteunterschieden innerhalb des Materials und Inhomogenitäten in der Kornstruktur, mittels einer geeigneten Probenpräparation und -auswahl vermieden werden. Da die Verfahren LFA und DSC sehr empfindlich auf Veränderungen der chemischen und strukturellen Zusammensetzung der Proben reagieren, wurden jeweils mehrere unterschiedliche Proben eines Materials mit verschiedenen Texturen untersucht und die ermittelten Ergebnisse entsprechend berücksichtigt.

#### 2.4 Hot-Bridge-Verfahren

Als weitere Vergleichsbasis für die Messwerte wurde das relativ neue Verfahren Transient Hot-Bridge (THB) angewandt, das, durch den Ausschluss von Randeffekten sowie einigen subjektiven Messfehlern, über eine ausgewiesene, relativ geringe Messunsicherheit verfügt [11]. Aufgrund des erwarteten Wärmeleitfähigkeitsbereichs des hergestellten Referenzmaterials und der grobkörnigen Struktur der Proben konnte von den zur Verfügung stehenden Sensortypen einzig der QSS-Sensor für die Messungen eingesetzt werden (Abb. 3). Dieser wird, ähnlich wie beim Heißdrahtverfahren, zwischen zwei Probenhälften gelegt. Er enthält eine Linienwärmequelle, die beidseitig von zwei weiteren Temperaturmessstellen zur Kompensation von Randeffekten umgeben ist.

Mit den bisher erhältlichen QSS-Sensoren auf Kaptonbasis sind allerdings nur Messtemperaturen von etwa 150 °C bis 200 °C erreichbar. Bei den Untersuchungen hat sich weiterhin gezeigt, dass ein keramischer Punktsensor für den Temperaturbereich bis

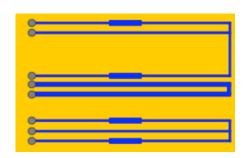


Abb. 3: Schema des QSS-Sensors mit den Abmessungen von 24 mm x 55 mm [11]

700 °C für die grobkeramischen und porösen feuerfesten Werkstoffe nicht geeignet ist. Beim THB-Verfahren müssen, wie auch beim Heißdraht-Verfahren, für die zu untersuchenden Materialien die jeweils optimale Heizleistung und Messdauer in Vorversuchen ermittelt werden. Die erforderlichen Probengrößen sind aufgrund der Sensorabmessungen deutlich geringer als beim Heißdrahtverfahren. Bei den Untersuchungen wurden zur Vereinfachung der Probenpräparation halbe Steine der Formate NF1 oder NF2 genutzt. Die Oberflächen der Proben müssen, ähnlich wie beim Heißdrahtverfahren, durch Schleifen eine gute Planheit und geringe Rauheit aufweisen, da Unebenheiten sowie einzelne Körner die 50  $\mu$ m bis 80  $\mu$ m dünnen Kaptonsensoren beschädigen können [12].

## 2.5 Optimierung des Heißdrahtverfahrens

Das Heißdrahtverfahren, das speziell für feuerfeste Werkstoffe ausgelegt ist, wurde im Rahmen der Messungen als Basis verwendet. Die Optimierung und Quantifizierung von Einflussfaktoren war deshalb von besonderer Bedeutung. Am Referenzmaterial K111

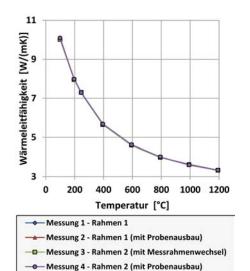


Abb. 4: Reproduzierbarkeit des Heißdrahtverfahrens bei Probenausbau und Messrahmenwechsel

wurden zunächst Untersuchungen zur Reproduzierbarkeit der Paralleldrahtanordnung durchgeführt. Die Ergebnisse (*Abb. 4*) zeigen sehr gut reproduzierbare Messwerte, deren Abweichungen unter ± 1 % lagen. Eine Beeinflussung der Werte durch die erforderlichen

Probenwechsel (Aus- und Einbau) sowie die Verwendung eines anderen Messrahmens mit neuen Platindrähten, was bei längeren Messserien regelmäßig erforderlich ist, kann somit ausgeschlossen werden.

Der Nachweis stabiler, sich beim Hochtemperatureinsatz auch über längere Zeit nicht verändernder Struktur- sowie Wärmeleitfähigkeitswerte des Korund-Referenzmaterials wurde durch Messungen vor und nach einem Glühen bei 1200 °C über zwei Wochen erbracht. Das Material K111 zeigte Abweichungen von weniger als ± 1,3 % (Abb. 5), die noch unter der Messunsicherheit des Heißdrahtverfahrens liegen.

#### Lesen Sie weiter unter womag-online.de

WOMag-online-Abonnenten steht der gesamte Beitrag zum Download zur Verfügung. Im Weiteren werden die Messverfahren auf Basis von Referenzmaterialien miteinander verglichen und die Messergebnisse an industriellen Materialien für Öfen vorgestellt.

Der Gesamtumfang des Beitrags beträgt etwa 7 Seiten mit 15 Abbildungen.

# drying 4 you





DIE energiesparende und sichere Niedertemperaturtrocknuna

**FST Airboost** für die schnelle und leise Trockung komplexer Bauteile

FST Ecojet DER Gestelltrockner mit druckluftfreier Abblastechnik

ERU2 niedrige Betriebskosten durch moderne Wärmerückgewinnung

perfekte Trockner-Systeme = 1 Anbieter: www.fst-drytec.de

innovotiv enodolert

## Zink als passiver und kathodischer Korrosionsschutz

Von Dipl. Werkstoff-Ing. ETH Dr. Vinzenz Bissig, Thun

Zink ist als Beschichtung auf Stahl eines der wirksamsten Elemente, um Korrosion von Stahl zu vermeiden beziehungsweise stark zu reduzieren. Die Thermodiffusion ist eines von mehreren Verfahren, eine Zinkbeschichtung auf Stahl zu erzeugen. Bei dieser Technologie entsteht eine zinkreiche Gasphase. Die Reaktion von Zink und Eisen führt zur Bildung von intermetallischen Phasen die den Zinkdampf binden. Die Phasen zeigen eine hohe mechanische Beständigkeit und bieten den Vorteil



Zum online-Artikel

sich gut mit dem Stahlsubstrat zu binden. Auch Kupfer und Kupferlegierungen lassen sich unter Einsatz von Zink mittels Thermodiffusion beschichten, wobei unterschiedliche Kupfer-Zink-Legierungen entstehen

#### **Function of Zinc as Passiv Coating and Cathodic Protection Against Corrosion**

The combination of passive coating and cathodic protection is the reason why zinc is one of the most popular corrosion protection systems for steel structures. Thermodiffusion is one way to achieve a zinc coating. There the quite high vapour pressure of the zinc is used to coated samples. But why should the zinc condensate preferable on the steel surface and not e.g. on the zinc itself? The literature shows that Fe-Zn Phases exhibit a lower zinc vapour pressure than from the ideal mixture expected this means that there is an attraction between zinc and iron atoms resulting in a zinc vapour sink. The high zinc containing Fe-Zn like the pure zinc phase is a less good zinc vapour sink, so they are not formed in the Thermodiffusion. Similar observation where found in the Cu-Zn system.

Die jährlichen globalen Folgekosten von Korrosion werden gemäß der 2016-er Studie International Measures of Prevention, Application and Economics of Corrosion Technology (IMPACT) der NACE International - The Worldwide Corrosion Authority auf etwa 2,5 Billionen US-Dollar geschätzt. Zusammen mit dem Verschleiß verursacht Korrosion den höchsten Materialverlust in unserer modernen Welt. Seit der industriellen Revolution ist Eisen/Stahl der wichtigste und der am weitesten verbreitete metallische Werkstoff. Er verfügt über viele vorteilhafte (mechanische) Eigenschaften, bringt aber einen entscheidenden Nachteil mit sich: eine ungenügende Korrosionsbeständigkeit bei üblichen Umgebungsbedingungen. Zwar weisen rostfreie Stähle meist eine ausreichende Korrosionsfestigkeit auf. Sie konnten sich aber aus wirtschaftlichen Gründen und teils wegen ihrer mechanischen/physikalischen Eigenschaften nicht durchsetzen. In diesem Beitrag wird die Zinkthermodiffusion als effizienter Korrosionsschutz von Eisen/ Stahl vorgestellt.

#### 1 Korrosionsschutzstrategien

Beim Korrosionsschutz sind zwei Hauptstrategien bekannt: der passive und der kathodische Korrosionsschutz.

Der passive Korrosionsschutz umfasst alle Maßnahmen, die eine abschirmende Wirkung erzielen, typischerweise als Überzug oder Beschichtung. Allgemein unterscheiden sich metallische Werkstoffe von organisch basierten Beschichtungen durch eine höhere Beständigkeit gegenüber UV-Strahlung und eine geringere Durchlässigkeit gegenüber Sauerstoff oder anderen korrosiven Substanzen.

Der kathodische Korrosionsschutz schützt das Material, indem er die zwei Teilreaktionen der Korrosion, die Oxidation (Anode) und Reduktion (Kathode) räumlich trennt (*Abb. 1*). Bei der richtigen Materialwahl für die Anode

findet auf dem Stahl nur die Reduktion von Luftsauerstoff statt und es wird kein Materialabtrag, sprich Korrosion, beobachtet. Die kathodische Teilreaktion erhöht lokal den pH-Wert, was wiederum die Korrosionsgefahr auf dem Stahl reduziert. Dabei hängt die Reichweite des kathodischen Schutzes von der elektrischen Leitfähigkeit der Umgebung ab. Ein Überzug aus unedlen Elementen kann beide Korrosionsschutzfunktionen gleichzeitig erfüllen: Ein fehlerfreier Überzug schützt den Stahl passiv. Bei Fehlstellen (z B. Kratzern) kann der Überzug mit dem kathodi-

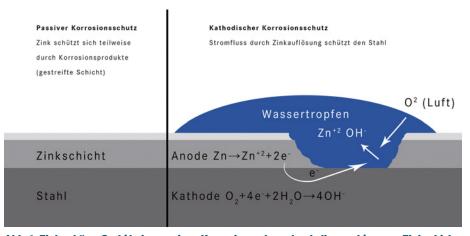


Abb. 1: Zink schützt Stahl beim passiven Korrosionsschutz durch die geschlossene Zinkschicht, teilweise durch Korrosionsprodukte (links); beim kathodischen Korrosionsschutz wirkt Zink als Opferanode (rechts), wobei auf Zink die anodische Teilreaktion (Metallauflösung/ Oxidation) und auf Stahl/Eisen die kathodische Teilreaktion (Sauerstoffreduktion) stattfindet

schen Korrosionsschutz den Stahl weiter vor Korrosion schützen. Sobald aber sämtliche metallische Anteile des Überzugs verbraucht sind, beginnt die Korrosion des Eisens.

Für die Kombination von kathodischem und passivem Korrosionsschutz wirken verschiedene Elemente in unterschiedlicher Art:

- Alkalimetalle (Na, K, Li...) und Erdalkalimetalle (Ca, Ba usw.) sind zu unedel und zu reaktiv mit wässrigen Lösungen. Infolge der Reaktivität kommen diese Elemente als passiver Korrosionsschutz nicht infrage, zumal sie auch zu reaktiv für den kathodischen Schutz sind.
- Eine Ausnahme stellt das Element Magnesium dar, das deutlich weniger reaktiv ist, als andere Alkali- und Erdalkalielemente.
   Magnesium wird oft als Opferanode zum Beispiel für Schiffe oder andere Großkonstruktionen verwendet. Allerdings ist Magnesium so unedel, dass auch leicht Wasserstoff entstehen kann. Daher ist Magnesium gerade als Überzug für hochfeste Stähle nicht zu empfehlen.
- Titan und Chrom sind hervorragend geeignet als passiver Korrosionsschutz (z. B. verchromte Oberflächen). Beide Elemente haben aber die Tendenz, sehr leicht zu passivieren. Sie würden sich im kathodischen Korrosionsschutz falsch polen und so die Korrosion sogar fördern.
- Aluminium ist in neutralen und salzarmen Lösungen passiv und weist unter diesen Bedingungen keinen kathodischen Korrosionsschutzmechanismus auf.
- Zink ist genug unedel und immer genug aktiv für den kathodischen Schutz (*Tab. 1*).
   Zudem zeigt das Element erstaunlich geringe Korrosionsgeschwindigkeiten, da diverse Korrosionsprodukte den Zugang von frischem Sauerstoff und/oder Wasser teils

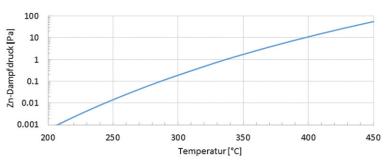


Abb. 2: Zinkdampfdruck [2]

blockieren, aber nicht ganz passivieren. Darum ist Zink auch als passiver Korrosionsschutz geeignet (*Tab. 1*).

Zink als Kombination von kathodischem und passivem Korrosionsschutz erfüllt auch die kostenseitigen industriellen Anforderungen und ist gesundheitlich sowie unter Arbeitssicherheitsaspekten unbedenklich.

Ein weiterer Grund, weshalb Zink im Korrosionsschutz so verbreitet ist: Es gibt vielfältige Möglichkeiten, Zink zu applizieren. Es kann elektrolytisch, mechanisch, aus der Schmelze oder aus der Gasphase abgeschieden werden. Aluminium lässt sich aus wässrigen Lösungen nicht elektrolytisch abscheiden. Alle Verzinkungsprozesse haben ihre speziellen Eigenschaften und Temperaturbereiche. Deshalb kann für jedes Produkt der richtige Prozess gewählt werden, um einen optimalen Korrosionsschutz zu erreichen.

#### 2 Zinkthermodiffusionsprozess: Verzinken mit der Gasphase

Alle Beobachtungen weisen darauf hin, dass beim Thermodiffusionsprozess (TD) Zink über die Gasphase transportiert wird. Dabei wird der erstaunlich hohe Dampfdruck des Elements Zink bereits im festen Zustand ausgenutzt. Abbildung 2 zeigt den Dampfdruck

Tab. 1: Dickenverluste als Kennwerte des kathodischen Korrosionsschutzes [1]

	Dickenverlust (µm/Jahr)			
	ungekoppelt		gekoppelt	
Korrosionsmedium	Eisen	Zink	Eisen	Zink
Wasser mit 3 g/l NaCl	254	254	0	762
Wasser mit Kohlensäure	73,7	10,2	0	38,1
Leitungswasser	71,1	0	0	0

von Zink als Funktion der Temperatur. Die Kurve lässt sich wie folgt beschreiben: Zwischen 300 °C und 400 °C verdoppelt sich der Dampfdruck etwa alle 20 °C und erreicht bei 400 °C etwa 10 Pa oder 1/10 000 Bar.

#### Lesen Sie weiter unter womag-online.de

WOMag-online-Abonnenten steht der gesamte Beitrag zum Download zur Verfügung. Die weiteren Abschnitte des Beitrags sind:

- Triebkraft des Prozesses
- Interdiffusion zwischen Stahl und Zink
- Schichtaufbau auf Kupfer

Der Gesamtumfang des Beitrags beträgt etwa 5 Seiten mit 10 Abbildungen.



## Kompakte Reinigungsvielfalt

Eine Maschine für viele Teile – heißt es auf der kommenden AMB bei MAFAC. In Halle 8, Stand C31 präsentiert der Hersteller wässriger Teilereinigungssysteme die Vielseitigkeit und Flexibilität seiner kompakten Maschinen am Beispiel einer MAFAC ELBA. Im Fokus stehen die patentierte Reinigungstechnologie des Unternehmens sowie neueste Entwicklungen rund um kinematisches Reinigen und Trocknen. Darüber hinaus beteiligt sich MAFAC wiederholt am Gemeinschaftsstand des PTW zum Thema energieeffiziente Produktion in Halle 10, Stand E51.

Die Anforderungen an die Teilereinigung steigen fortlaufend. Dabei spielen neben der Reinigungsgüte auch Themen wie Sicherheit, Umwelt und Wirtschaftlichkeit eine wichtige Rolle. Das MAFAC-Maschinenkonzept zeichnet sich nach Aussage von Peter Ruoff, Leiter Marketing und Vertrieb, durch kompakte Serienmaschinen aus, die bereits in der Standardausführung höchste Anforderungen erfüllen und flexibel auf individuelle Kundenbedürfnisse zugeschnitten werden können. Dies

wird erneut auf der AMB präsentiert, denn die vielen Optionen von wässrigen Verfahren in Kombination mit der MAFAC-Maschinentechnologie, erlauben eine effiziente und zugleich ressourcenschonende Teilereinigung.

#### Zukunftsweisende Technologie

Wesentlicher Baustein für die hohe Anpassungsfähigkeit der Maschinen ist das patentierte Verfahren der gegen- beziehungsweise gleichläufigen Rotation von Korbaufnahmeund Düsensystem beim Reinigen und Trocknen. Immer weiter verfeinert und um Neuerungen wie das Verfahren für gezieltes Reinigen und Trocknen oder Ultraschalltechnologien ergänzt, eröffnet es dem Anwender mit ein- und derselben Reinigungsmaschine ein großes Optimierungspotential. Zukunftsfähige Reinigungsprozesse lassen sich damit problemlos aufstellen.

MAFAC ist einer der führenden Hersteller in der wässrigen Teilereinigung. Das Unternehmen bietet ein breites Spektrum an kompakten Serienmaschinen, die je nach Kundenbedarf vielfältige Reinigungsanforderungen erfüllen können, wie beispielsweise in der Automobil- und Luftfahrtindustrie, im Maschinenbau, der spanabhebenden Fertigung, Hydraulik- und Medizintechnik sowie in der Elektroindustrie. Alle Maschinen werden am Standort Alpirsbach im Schwarzwald von derzeit knapp 90 Mitarbeitern entwickelt und produziert.

Das Unternehmen wurde im Jahr 1968 gegründet, beschäftigt sich seit 1974 mit der industriellen Bauteilreinigung und hat sich 1990 darauf spezialisiert. Dabei setzt das patentierte Reinigungsverfahren der gegenbeziehungsweise gleichläufigen Rotation von Spritz- und Korbaufnahmesystem Maßstäbe hinsichtlich Sauberkeit und Effizienz. Das Unternehmen ist mit einem Netzwerk von technischen Handelsvertretungen und einer eigenen Niederlassung in Frankreich weltweit aktiv.

⊃www.mafac.de



Vielfalt dank flexibler Verfahrensparameter: am Beispiel einer MAFAC ELBA, verschiedener Anforderungsprofile und dem Sinnerschen Kreis zeigt sich der große Anwendungsreichtum der Maschinen

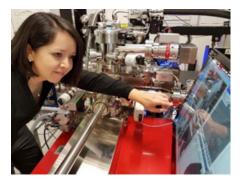
## Sauerstoff: Fluch und Segen für nanokristalline Legierungen

Plastische Verformung und Pulververarbeitungstechniken werden gebraucht, um kostengünstig nanostrukturierte Materialien mit maßgeschneiderter Zusammensetzung herzustellen. Diese Verfahren ermöglichen zudem Metalle zu kombinieren, die sich mit herkömmlichen Verfahren nicht mischen lassen. Dass plastische Hochverformung zur Legierungsentwicklung bisher nicht großflächig industriell verwendet wird,

liegt am Sauerstoff, der während des Mischens der Pulver und während der plastischen Verformung in die Pulver beziehungsweise die Legierung hineindringt und ihre Morphologie, mechanischen Eigenschaf-

ten und thermische Stabilität beeinflusst. Wissenschaftler vom Max-Planck-Institut für Eisenforschung (MPIE), vom Österreichischen Erich-Schmid-Institut für Materialforschung, von den Universitäten Leoben und Graz (Österreich) und der Chinesischen Hubei Universität wollen genau diese Beeinflussung nutzbar machen. Sie analysierten in-situ Kupfer-Eisen-Legierungen während des Glühens, um herauszufinden wann und wie sich Oxide bilden und wie sie genutzt werden können, um nanokristalline Materialien zu festigen.

Durch die Kombination verschiedener experimenteller und theoretischer Methoden, analysierten die Forscher das thermische Verhalten von Oxiden in nanokristallinen Kupfer-Eisen-Legierungen, die durch die plastische Verformung als metastabile fes-



Dr. Jazmin Duarte analysiert die Sauerstoffverteilung in Legierungen mittels 3D-Atomsonde (Foto: Max-Planck-Institut für Eisenforschung GmbH)

te Lösung vorlagen. Dabei wurde beobachtet, dass sich nanoskalige Kupfer- und Eisenoxide innerhalb der Körner bereits bei relativ niedrigen Temperaturen während einer Wärmebehandlung bilden. Wird die Temperatur erhöht, so zerfällt die metastabile, feste Kupfer-Eisen Lösung in eisen- und kupferreiche Phasen, wie Dr. Jazmin Duarte, Wissenschaftlerin in der Abteilung Struktur- und Nano-/ Mikromechanik von Materialien die Untersuchungen erläutert. Die Kupfer- und Eisenoxide wachsen mit steigender Temperatur bis sie zirka 10 Nanometer erreichen. Beide Oxidverteilungen sind fast identisch, das heißt, dass Sauerstoff in einen bestimmten Bereich während des Glühens hineindiffundiert und so die Oxidation vorantreibt.

Zum ersten Mal ist nach Aussage von Prof. Gerhard Dehm, Direktor am MPIE, eine direkte Beobachtung der Oxidbildung in nanokristallinen Legierungen möglich. Um sicherzustellen, dass der Elektronenstrahl des eingesetzten Transmissionselektronenmikroskops oder die Probengröße keinen Einfluss auf den Oxidations- oder Ausscheidungsprozess haben, wurden auch vergleichende ex-situ Analysen durchgeführt und so die Ergebnisse bestätigt. Dies bedeutet, dass nun die Möglichkeit besteht, mechanische Eigenschaften über das gezielte Einschleusen von Sauerstoff in nanokristalline Legierungen zu beeinflussen. Sauerstoff, der bis heute als zu vermeidende Kontamination gesehen wurde, kann nun ganz bewusst zum Legierungsdesign verwendet werden. Die Wissenschaft-

#### Veröffentlichung zu diesem Thema

J. Guo, G. Haberfehlner, J. Rosalie, L. Li, M. J. Duarte, G. Kothleitner, G. Dehm, Y. He, R. Pippan, Z. Zhang: In situ atomic-scale observation of oxidation and decomposition processes in nanocrystalline alloys. Nature Communications, (2018)9:946, DOI: 10.1038/s41467-018-03288-8

ler untersuchen nun wie Sauerstoff gezielt in Legierungen eingeschleust werden kann und wie sich die Mikrostruktur und damit einhergehend die mechanischen Eigenschaften mit steigendem Sauerstoffgehalt verändern. Solche maßgeschneiderten Mikrostrukturen können genutzt werden, um nanokristalline Materialien für unterschiedlichste Anwendungen mittels Sauerstoff durch extrem feine Oxidteilchen zu festigen.

Die Max-Planck-Institut für Eisenforschung GmbH (MPIE) betreibt Grundlagenforschung an Hochleistungsmaterialien, insbesondere metallischen Legierungen und verwandten Werkstoffen. Das Ziel ist einen Fortschritt in den Gebieten Mobilität, Energie, Infrastruktur, Medizin und Sicherheit zu erreichen. Das MPIE wird von der Max-Planck-Gesellschaft und dem Stahlinstitut VDEh finanziert. Auf diese Weise verbinden sich erkenntnisorientierte Grundlagenforschung mit innovativen, anwendungsrelevanten Entwicklungen und Prozesstechnologien.

⊃www.mpie.de



### Was wäre... ... wenn Sie abwasserfrei produzieren könnten?





Modulares Anlagenkonzept für Ihre Abwasseraufbereitung.

Informieren Sie sich über sichere und effiziente Verfahren zur Prozesswasseraufbereitung

Nachhaltige und effiziente Komplettlösungen zur Abwasseraufbereitung, für eine saubere Umwelt – because resources are limited.



www.kmu-loft.de

## Werkstoffe und Oberflächen in Forschung und Entwicklung

Bericht zum 20. Werkstofftechnischen Kolloquium (WTK) in Chemnitz - Teil 2

Mit 27 Fachvorträgen und 27 Posterbeiträgen wurde den Besuchern der Tagung ein umfangreicher Blick auf die unterschiedlichen Aspekte der Werkstoff- und Oberflächentechnik geboten. Wichtige Zielrichtungen der Entwicklungen sind im Bereich der Werkstoffe die Verbesserung der Verbindungstechniken, beispielsweise im Hinblick auf den Leichtbau aus klassischen Leichtbaumaterialien mit Stählen, oder Verfahren mit geringerem Energieverbrauch und höchsten Festigkeiten. Ergänzt werden die mechanischen Eigenschaften der Materialien und Materialverbindungen durch Oberflächenbehandlungen oder Beschichtungen mit besserem Korrosions- oder Verschleißschutz. Bei Bauteilen in Anlagen für die Energiegewinnung werden diese Eigenschaftsanforderungen zusätzlich beispielsweise durch einen erhöhten Oxidationsschutz erweitert. Zu einigen der WTK-Vorträge wird im vorliegenden Bericht eine Kurzfassung wiedergegeben.

Fortsetzung aus WOMag 07-08/2018

## Oxidationsverhalten von thermisch gespritzten Barriereschichten mit Aluminiumzwischenschicht

Für temperaturbelastete Bauteile in Gasturbinen haben sich thermisch gespritzte Schutzschichten bewährt. Für Schichten aus dem Werkstoff CoNiCrAIY auf einem Inconel-600-Substrat werden zusätzliche Deckschichten aus yttriumstabilisiertem Zirkonoxid aufgebracht, um die Leistungsfähigkeit der Schichten als Oxidationsschutz des Grundwerkstoffs weiter zu erhöhen. Eine zwischen den beiden Spritzschichten mittels Sputtern abgeschiedene Aluminiumschicht wirkt hierbei als Diffusionsbarriere für Sauerstoff. Die Spritzschichten besitzen Dicken von jeweils etwa 150 µm, die Aluminiumschicht eine Dicke von etwa 2 μm. In Untersuchungen konnte nachgewiesen werden, dass das Aluminium der Zwischenschicht in die Basisschicht eindiffundiert und eine wirkungsvolle und stabile Barriere gegen die weitere Diffusion von Sauerstoff darstellt.

Autoren (Posterbeitrag): I. Ali, P. Sokolowski, T. Grund, L. Pawlowski, T. Lampke

#### Einfluss von Stickstoff auf das Korrosionsverhalten von Lötverbindungen auf Stahl

Für den Einsatz beispielsweise von Wärmetauschern in der Energieversorgung oder der Klimatechnik sind Lotverbindungen zwischen den verbauten Stahlteilen erforderlich. Die Lote basieren häufig Nickel, da diese eine hohe Korrosions- und Oxidationsbeständigkeit aufweisen. Untersucht wurden derartige Verbindungen bei Temperaturen zwischen 1000 °C und 1150 °C. Unter diesen Bedingungen reagieren die Lotverbindungen mit Prozessgasen wie Stickstoff, wodurch sich

das Korrosionspotenzial der Metalle verändert. Durch die Anreicherung von Stickstoff im Lot und im Grundmaterial konnte eine Verschiebung des Korrosionspotenzials in negative Richtung festgestellt werden. Dadurch steigt die Gefahr der Werkstoffermüdung und damit auch die Gefahr einer Schädigung beim Auftreten von mechanischen Spannungen.

Autoren (Posterbeitrag): V. Fedorov, T. Uhlig, G. Wagner, A. Langohr, U. Holländer

## **REACh-konformer Korrosionsschutz** durch Pulse Plating

Die europäische Chemikalienverordnung führt im Bereich der galvanotechnischen Metallabscheidung zu neuen Herausforderungen, indem der Einsatz von bewährten Elementen wie Nickel oder Kobalt neu bewertet wird. Unter bestimmten Bedingungen besteht die Möglichkeit, dass die Verwendung eingeschränkt wird. Damit könnte auch das derzeitige und hochleistungsfähige Korrosionsschutzsystem auf Basis von Zink-Nickel von den Einschränkungen betroffen sein. Als Alternative werden dadurch verstärkt ternäre Zinkbasislegierungen interessant. Zugleich wird für die Abscheidung anstelle der bisher vorwiegend gebräuchlichen Gleichstromabscheidungen die Verfahrenstechnik der Pulsstromabscheidung in die Entwicklungen einbezogen. Mittels Pulse Plating können die Abscheidungsergebnisse - beispielsweise die Streufähigkeit der Elektrolyte - ohne Einsatz von kritischer Chemie deutlich verbessert werden. Allerdings empfiehlt sich hier eine systematische Analyse der Elektrolytzusammensetzung und der anzuwendenden Abscheideparameter, um schneller zu brauchbaren Ergebnissen zu gelangen als dies bei der Methode gemäß Versuch-und-Irrtum der Fall ist. Im Rahmen eines vom BMBF und VDI geförderten Projekts werden derartige Systementwicklungen durchgeführt.

Autoren (Posterbeitrag): M. Müller, I. Scharf, T. Lampke

#### Korrosions- und Verschleißbeständigkeit von thermisch gespritzten Schichten auf Eisenbasis

Vor allem Zylinder, beispielsweise für die Papierherstellung, werden zunehmend mit thermisch gespritzten Schichten als Schutz gegen Korrosion und Verschleiß beschichtet. Die entsprechenden Schichten enthalten neben Eisen Chromborid, Wolframkarbid und Kobalt. Als Verfahren zur Herstellung der Schichten sind insbesondere das Lichtbogendrahtspritzen sowie das Hochgeschwindigkeitsflammspritzen interessant. Durchgeführte Untersuchungen zeigen, dass die Eigenschaften der Schichten nicht nur vom aufgetragenen Werkstoff, sondern auch von den Spritzparametern, den Korngrößen der eingesetzten Pulver sowie der aufgetragenen Schichtdicken beeinflusst werden. Zudem tragen sowohl die eingesetzten Verfahren des thermischen Spritzens als auch die verwendeten Spritzwerkstoffe und die Schichtdicken zu den Kosten für die Herstellung und damit zur Wirtschaftlichkeit der Technologie bei.

Relevante Spritzparameter sind vor allem die Zufuhrgeschwindigkeit der Spritzwerkstoffe (Draht oder Pulver) und damit zusammenhängend die laterale Bewegung des Spritzstrahls über das Substrat. Die Untersuchungen zeigen, dass die Spritzparameter beim Hochgeschwindigkeitsspritzen nur einen sehr geringen Einfluss auf die

Eigenschaften der Schichten haben. Demgegenüber spielen hierbei die Korngrößen der eingesetzten Pulver eine deutlich wichtigere Rolle. Deutliche Vorteile besitzt das Hochgeschwindigkeitsflammspritzen gegenüber die Lichtbogendrahtspritzen in Bezug auf die Einstellung einer möglichst geringen Rauheit der Schichten. Bei der Betrachtung des Korrosionsverhaltens sollte beim HVOF-Verfahren auf eine geringere laterale Vorschubgeschwindigkeit geachtet werden. Trotzdem zeigen die HVOF-Schichten im Vergleich zu den lichtbogendrahtgespritzten Schichten eine höhere Korrosionsbeständigkeit. Zudem sind die Verschleißbeständigkeiten der HVOF-Schichten deutlich besser als die der mittels Lichtbogendrahtspritzen hergestellten. In weiteren Untersuchungen soll geklärt werden, ob die Beständigkeit der Schichten durch Einsatz von Pulvern geringerer Korndurchmesser weiter erhöht werden kann

Autoren: K. Bobzin, M. Öte, M. A. Knoch, J. Sommer

#### Lichtbogendrahtspritzen mit gepulstem Gleichstrom

Das Lichtbogendrahtspritzen ist eine kostengünstige Technologie, deren Schichten allerdings häufig poröser sind, als die anderer Spritzverfahren und einen erhöhten Anteil an oxidischen Einschlüssen aufweisen. Durch die Veränderung des Abbrennverhaltens der eingesetzten Drähte lassen sich diese Nachteile reduzieren. Eine Möglichkeit zur Veränderung des Schmelzverhaltens der Drahtenden ist der Einsatz von gepulstem Strom. Durch pulsierenden Strom lassen sich kleinere Schmelztropfen einstellen, die zudem leichter von den Drahtenden abgetrennt werden.

Die Steuerung der Schichten durch Veränderung der Tropfengröße macht es notwendig, den Stromverlauf variieren zu können, um die positiven Effekte bei unterschiedlichen Werkstoffen zu nutzen. In den durchgeführten Versuchen konnte die Tropfengröße um etwa 50 % reduziert werden. Im Ergebnis wurden in Verbindung mit veränderten Abständen zwischen Drahtenden und Substrat Schichten mit geringerem Porenanteil und geringeren Anteilen an oxidischen Bestandteilen erhalten.

Autoren: D. Landgrebe, S. Brumm, S. Kunze, S. Weis, J. Morgenschweis

#### Hochtemperaturlöten artfremder Werkstoffkombinationen

In Gasturbinenbrennern kommen Bauteile aus Nickelbasislegierungen in Bereichen zum Einsatz, bei denen die beiden Seiten des Teils deutlich unterschiedliche Temperaturbelastungen und Angriffe durch Brenngase erfahren. Deutlich kostengünstiger wären hier Teile aus hochwarmfestem Stahl mit einer einseitigen aufgebrachten Halbform aus Nickelbasislegierung, beispielsweise Inconel 625. Um dies erreichen zu können, müssen die Arbeitsparameter für die notwendige Hochtemperaturlötung ermittelt und Lösungen erarbeitet werden, um trotz der deutlich abweichenden thermischen Ausdehnung der Werkstoffe ein stabiles Bauteil zu erhalten.

Eine mögliche Lösung der Anforderungen richtet den Blick zunächst auf die Herstellung eines optimalen Lötspalts zwischen den Bauteilen aus den unterschiedlichen Werkstoffen. Des weiteren sind die Prozessparameter beim Löten so einzustellen, dass eine optimale Benetzung der Kontaktflächen, eine optimale Füllung des Lötspalts sowie eine ausreichende Steuerung des Prozesses erreicht werden. Die Festigkeit des Lötbereichs aus Lötspalt und den angrenzenden Oberflächenzonen der zu verlötenden Bauteile wird vor allem durch die sich bildende Mikrostruktur bestimmt. Hierbei spielen sich bildende Ausscheidungen eine wichtige Größe. Als Lot wurden Ni 660 (NiCr19Si7,3B1,5) und D15 (NiCr15Co10Al3,5Ta3,3B2,3) verwendet, wobei Ni 660 als



#### Die WOMag-Redaktion informiert

Zum 20. Werkstofftechnischen Kolloqium hat die TU-Chemnitz, Fakultät Maschinenbau, Institut für Werkstoffwissenschaften und Werkstofftechnik, einen Tagungsband (Band 72) herausgegeben, mit den Beiträgen der Tagung, einschließlich der Posterbeiträge. Darüber hinaus sind die Best-of-Beiträge der vergangenen 19 Tagungen enthalten. Der Tagungsband umfasst insgesamt 775 Seiten (A5-Format). Interessenten wenden sich an die Herausgeber unter:

⊃www.tu-chemnitz.de/mb/iww/

Folie und D15 als Paste vorlagen. Die Folie besitzt bezüglich des Handlings Vorteile, was sich bei Übertragung der Ergebnisse aus den werkstofftechnischen Versuchen auf die Anwendung beim Demonstrator zeigte. Insbesondere die Füllung des Lötspalts ist mit den Folien mit einer Dicke von circa 40  $\mu m$  besser zu erreichen. Mit einer abschließenden Wärmebehandlung bei 1090 °C wird eine Homogenisierung der Diffusionszone erzielt und die Festigkeit der Verbindung erhöht.

Autoren: R. Blank, I. Reinkensmeier, T. Uhlig, G. Wagner

## Elektronenstrahl-Lötschweißen von partikelverstärkten Stahl-Mischverbindungen

Stahlverbundwerkstoffe, beispielsweise mit Partikelverstärkung, bieten aufgrund der einstellbaren und sehr guten mechanischen Eigenschaften die Möglichkeit zur Kosteneinsparung und erhöhten Flexibilität bei der Konstruktion von anspruchsvollen Bauteilen. Allerdings steigen im Gegenzug aufgrund der unterschiedlichen thermischen Eigenschaften oder Dichte die Herausforderungen zur Erzielung einer stabilen Verbindung mit anderen Werkstoffen durch Fügeverfahren.

Ursache hierfür kann beispielsweise die Entstehung von Poren in den Fügezonen sein. Durch den Einsatz der neuen Verfahrensvariante des Elektronenstrahl-Lötschweißens können die Nachteile beseitigt werden. Im Rahmen eines Entwicklungsprojekts wurden die Prozessparameter ermittelt. Als Werkstoff für die Verbindungszone wurde Metallpulver aus Stahl und Zirkonoxid verwendet, das einem Heißpressprozess bei 1050 °C unterzogen wurde.

Entscheidend für die Herstellung einer guten Verbindung ist beispielsweise das sogenannte Aufmischen, bei dem das Fügematerial teilweise aufschmilzt. Weitere Kenngrößen richten sich auf die Entstehung von Oxidschichten, die die Benetzung erschweren oder verhindern.

Im Endergebnis ist beispielsweise festzustellen, dass durch eine geringe Aufmischung beim Durchführen des Lötschweißvorgangs in der Größenordnung von 2 % bis 10 % die Festigkeit der Fügeverbindung deutlich erhöht werden kann. Die mechanischen Eigenschaften entsprechen im günstigsten Fall annähernd denen der ungeschweißten Metall-Matrix-Composit-Werkstoffe.

Autoren: R. Laubstein, L. Halbauer, S. Martin, V. Klemm, R. Zenker, A. Buchwalder, H. Biermann

#### Elektrischer Widerstand von Zinkund Kupferschichten zur Herstellung gespritzter Kunststoffverbundteile

Kunststoffe kommen heute vor allem aufgrund ihres geringen Gewichts und der guten elektrischen Isolation in allen Anwendungen vor. Allerdings wird auch zunehmend eine gute elektrische Leitfähigkeit bei gleichzeitig geringem Gewicht gefordert, beispielsweise in Anwendungen der Leistungselektrik, wie sie zunehmend in Fahrzeugen erforderlich sind. Als Lösung zur Realisierung wurde die neue Technologie des In-Mould-Metal-Spraying (IMMS) entwickelt. Hierbei werden durch thermisches Spritzen zunächst Metallschichten auf Kavitäten des Spritzwerkzeugs

so aufgetragen, dass diese bei der nachfolgenden Herstellung des Kunststoffteils durch Spritzgießen im Kunststoffteil eingebetten werden. Jedoch erfordert dies Kenntnis und Steuerbarkeit der elektrischen Eigenschaften der Metallschichten. Eingesetzt werden hier vorwiegend die Metalle Kupfer und Zink.

Zu Ermittlung der elektrischen Eigenschaften wurden Untersuchungen an Zink- und Kupferschichten durchgeführt, die mit Hilfe des Lichtbogendrahtspritzen hergestellt wurden. Als Einflussgrößen für derartige Schichten bieten sich folgende Größen an: Drahtdurchmesser, Vorschubgeschwindigkeit, Art des Brenngases, Gasdruck sowie Abstand zwischen Brenner und Substrat. Es zeigt sich, dass für die beiden Metalle die einzelnen Größen in unterschiedlichem Maße die Ergebnisse beeinflussen. Bei Zink haben der Abstand zwischen Brenner und Substrat und der Drahtdurchmesser den stärksten positiven Einfluss auf den elektrischen Widerstand der Schicht, während der Gasdruck und der Vorschub das Ergebnis negativ beeinflussen. Im Falle von Kupfer als Schichtmetall wirken sich der Abstand und die elektrische Spannung beim Spritzen stark positiv aus, während der Gasdruck das Ergebnis deutlich verschlechtert.

Des weiteren zeigt es sich, dass die Kennwerte der Metallschichten nahezu identisch sind, je nachdem ob die Messung an den vom Werkzeug abgenommenen Metallschichten oder den mit Kunststoff verspritzten Metallschichten vorgenommen wird; die Metallschichten verändern sich also durch den Vorgang des Kunststoffspritzens nicht.

Schließlich wurden auch die elektrischen Widerstände der Metallschichten mit den von metallurgisch erschmolzenen Metallen verglichen; erwartungsgemäß lagen die Widerstände der Spritzschichten höher, als die der erschmolzenen Metalle.

Autoren: K. Bobzin, M. Öte, M. A. Knoch, X. Liao, Ch. Hopmann, P. Ochotta

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

Fachbeiträge in digitaler Form mit allen Möglichkeiten der modernen Medien!

1 Monat kostenfrei zum Kennenlernen!

Kommen Sie auf unsere Webseite: **www.womag-online.de** 

Umfassend und immer auf dem neuesten Stand!





# Korrosion war schon immer unser Lieblingsfach.

Woher die einzigartige Qualität unserer Produkte kommt? Ganz einfach: von unserem einzigartigen Wissen über Korrosion. Profitieren Sie von der Expertise, dem Engagement und dem Know-how unseres weltweit vernetzten Teams aus Ingenieuren und Korrosionsexperten. Lernen Sie jetzt mit unseren Professionals, z.B. im Corrosion College. Mehr über Dörken MKS – The Corrosion Experts erfahren Sie unter **www.doerken-mks.de** 

## Gleitschleifen, Entgraten, Polieren, Strahlen und Beschichten von Oberflächen

Walther Trowal eröffnet das North American Tech & Training Centre - die Niederlassung in Michigan bietet jetzt ein eigenes Prozessentwicklungszentrum und umfassenden Service für Nord- und Südamerika

Aufgrund des in Amerika beständig zunehmenden Auftragseingangs für Maschinen für die Oberflächenbehandlung baut Walther Trowal die seit 2005 bestehende Niederlassung in Grand Rapids, Michigan, mit Manpower und einem process development lab erheblich aus. Vor Kurzem hat die Walther Trowal LLC das North American Tech & Training Centre offiziell eröffnet.

Aus dem bisherigen Vertriebsbüro ist ein Unternehmen mit eigener Versuchs- und Serviceabteilung, sowie einem großen Lager für Schleifkörper, Compounds und Ersatzteile geworden. Ab sofort unterstützen zwei kürzlich eingestellte Anwendungs- und Vertriebsingenieure von Grand Rapids aus die bereits bestehenden neun Vertretungen in den USA und Kanada, sowie das Vertriebsbüro in Querétaro, Mexiko. Darüber hinaus bietet das neue, mit unterschiedlichen Maschinen ausgestattete process development lab amerikanischen Kunden die Möglichkeit, die Maschinen von Walther Trowal mit ihren eigenen Produkten in den USA zu testen und Verfahren zu optimieren.

Ken Raby, Vice President und General Manager der Walther Trowal LLC, kann jetzt besser auf seine Kunden in Amerika eingehen: Wie er betont, ist es für ihn wichtig, ganz nah am Kunden zu sein. Mit dem Stützpunkt in Grand Rapids kann das Unternehmen seine Verfahren und Systeme sehr viel besser und vor allem schneller an die Bedürfnisse der amerikanischen Anwender anpassen. Besonders beim Gleitschleifen ist es ihmzufolge wichtig, den Prozess mit realitätsnahen Tests im Technikum optimal auf die Applikation jedes Kunden einzustellen.

Das Tech & Training Centre verfügt auch über ein Labor für die Beschichtungstechnik, in dem Kunden sich mit ihren eigenen Produkten schnell von der geeigneten Verfahrenstechnik für den Bereich Trowal Coating überzeugen können. Der Grund für den Ausbau der Präsenz in den Vereinigten Staaten ist nach Aussage von Christoph Cruse, der Vertriebsdirektor bei Walther Trowal in Haan, darin zu sehen, dass der amerikanische Markt anders strukturiert als der in Europa: In den Vereinigten Staaten ist die Automobilindustrie nach wie vor sehr bedeutend, steht aber unter großem Kostendruck. Wichtig ist



Im Labor des Test & Training Centre: Befüllen eines CF-Rundvibrators für das Gleitschleifen





Victoria Mathews, internal sales support manager, bei einem Training über die Verfahrensmittel für das Gleitschleifen



Das Test & Training Centre in Grand Rapids verfügt auch über Rotamaten für das Beschichten von Massenkleinteilen

es deshalb, dass den Kunden ein schneller, kompetenter Service geboten werden kann - lange Reaktions- oder Ausfallzeiten sind heutzutage nicht mehr akzeptabel. Die Flugzeugindustrie und die Medizintechnik expandieren in den USA und Kanada ebenfalls sehr stark. Auch in Lateinamerika hat Walther Trowal die Präsenz vor Ort mit einem kürzlich eröffneten Vertriebsbüro in Mexiko verstärkt. Seine Mitarbeiter nutzen das Know-how und den Service ihrer Kollegen aus Grand Rapids. Aufgrund der großen Kapazität des neuen Lagers gewährleistet die Walther Trowal LLC kurze Lieferzeiten für Maschinen und Verbrauchsmaterial. Die Maschinen für das Gleitschleifen, Strahlen und Beschichten sowie die Compounds und kunststoffgebundenen Schleifkörper stellt Walther Trowal nach wie vor im Stammhaus in Deutschland her. Keramische Schleifkörper werden weiterhin in der Fabrik in Stoke-on-Trend in Großbritannien

Walther Trowal konzipiert, produziert und vertreibt seit mehr als 85 Jahren modularisierte und individuelle Lösungen für vielfältige Herausforderungen der Oberflächentechnik. Ausgehend von der Gleitschleiftechnik hat das Unternehmen das Angebotsspektrum kontinuierlich erweitert. Hieraus entstand eine Vielfalt von Anlagen und Dienstleistungen für das Vergüten von Oberflächen, das Gleitschleifen, das Reinigen, Strahlen und

Trocknen von Werkstücken sowie das Beschichten von Kleinteilen.

Walther Trowal realisiert vollständige Systemlösungen: Durch Automatisierung und Verkettung unterschiedlicher Module passt das Unternehmen die Verfahrenstechnik op-

timal an die kundenspezifischen Anforderungen an. Dazu zählen auch Peripherieeinrichtungen wie die Prozesswassertechnik. Umfangreiche Serviceleistungen wie die Musterbearbeitung oder der weltweite Reparatur- und Wartungsservice runden das

Programm ab. Beliefert werden Kunden in unterschiedlichsten Branchen weltweit, so beispielsweise in der Automobil- und Flugzeugindustrie, der Medizintechnik und der Windenergieindustrie.

www.walther-trowal.de

## Präzisionswerkzeuge für die Aluminiumbearbeitung

Leitz auf der ALUMINIUM 2018

Auf der Messe ALUMINIUM in Düsseldorf präsentiert Leitz vom 9. bis 11. Oktober 2018 als Hersteller von Präzisionswerkzeugen und Werkzeugsystemen seine Neuheiten im Bereich der Aluminiumbearbeitung in Halle 9, Stand H11.

Bereits vor Jahren hat der führende Werkzeugspezialist für die Holzbearbeitung seine Materialkompetenzen erweitert und bietet seitdem Werkzeuge für die Bearbeitung von Aluminium, Verbundwerkstoffen sowie Kunst- und Dämmstoffen an. Auch in diesen Kompetenzbereichen hat sich Leitz über die Zeit einen guten Namen als zuverlässiger und innovativer Werkzeughersteller mit Vollsortiment auf dem Weltmarkt erarbeitet. Auf die diesjährigen Fachmesse für Aluminium zeigt Leitz seine Werkzeug-Highlights:

WhisperCut-Prismenfräser für die nachhaltige und effiziente Bearbeitung von Aluminiumverbundplatten

Mit diesem Werkzeug können V-förmige oder rechteckige Nuten eingefräst werden, um Aluminiumverbundplatten zu falten oder zu biegen. Die leichte Bauweise, eine geringe Lärmentwicklung und die vielfache Nachschärfbarkeit sind die Top-Features dieser neuen Werkzeuggeneration

 Hochleistungs PKD-Schaftfräser für die besonders effiziente und produktive Aluminium-Trockenbearbeitung Werkzeuge für besondere Aluminiumlegierungen machen das Formatieren und Taschenfräsen ohne Nacharbeit möglich

 Kreissägeblätter für jede Anwendung in der Aluminiumbearbeitung
 Sägenprogramm für den Zuschnitt von Aluminiumblöcken, -platten, -blechen oder -profilen. Flexibilität, Qualität, Effizienz und Nachhaltigkeit. Für nahezu jede Anwendung hat Leitz eine passende Lösung parat.
 Für die Aluminiumbearbeitung bietet Leitz ein anwendungsorientiertes Werkzeugsortiment und beschreibt dieses in zwei Katalogen. Einer enthält allgemeine Werkzeuglösungen zur professionellen Bearbeitung von Aluminium und der zweite ein spezielles Programm mit Werkzeuglösungen für die professionelle Fertigung von Fenstern und Haustüren aus Aluminium und Kunststoff. Kunden können neben den Produkten aus dem Standardsortiment außerdem auf zahlreiche Möglichkeiten individueller Werkzeugentwicklungen für besondere Produktionsund Materialanforderungen zurückgreifen. Der Name Leitz steht weltweit für praktika-

ble und wirtschaftliche Lösungen sowie für Zuverlässigkeit bei anspruchsvollen Zerspanungsaufgaben. Als Entwickler und Hersteller von hochwertigen Werkzeugen ist Leitz mit seinen Lösungen für die aluminiumverarbeitende Industrie genauso wegweisend wie für die Holz- und Kunststoffbearbeitungsbranche. Durch jahrelange Erfahrung kennt man in Oberkochen die Prozessoptimierung als Schlüssel für effiziente Produktionsabläufe. Deshalb begleitet Leitz seine Kunden stets mit seiner ganzen Beratungs- und Entwicklungskompetenz und bietet zusätzliche Dienstleistungen, vom Nachschleifservice bis hin zum kompletten Tool Management. Das alles ermöglicht die Schaffung optimierter Arbeitsabläufe bei maximaler Prozessintelliaenz.

Gegründet 1876 in Oberkochen ist die Leitz Gruppe einer der weltweit führenden Hersteller von Werkzeugen zur professionellen zerspanenden Bearbeitung von Holz, Holzwerkstoffen, Kunststoff und Verbundmaterialien. Das Produktspektrum umfasst das



Der Leitz WhisperCut-Prismenfräser für die nachhaltige und effiziente Bearbeitung von Aluminium-Verbundplatten

gesamte Sortiment an maschinengetriebenen Präzisionswerkzeugen. In einem vollständigen Paket an Beratungs- und Servicedienstleistungen geben die rund 3000 Leitz-Mitarbeiter ihre Erfahrung im Umgang mit Zerspanungswerkzeugen an die Kunden weiter und verwirklichen so täglich die Ideale vom kompletten Problemlöser und produzierenden Dienstleister. Leitz-Produkte kommen in über 150 Ländern der Erde regelmäßig zum Einsatz. Mit sechs Produktionsstandorten in Europa, Asien und Amerika, Vertriebsgesellschaften und -büros in 36 Ländern, einem Netz von 120 Servicestationen mit Schnellfertigungen sowie Vertriebspartnern ist Leitz auf allen Kontinenten vertreten.

⊃www.leitz.org

#### Viel hilft viel

Kompakt-Entmagnetisierer mit optimierter Spule von Maurer Magnetic

Maurer Magnetic AG, Spezialist für Entmagnetisiertechnologie, hat den Kompakt-Entmagnetisierer MM KE mit einer neuen, optimierten Spule ausgestattet. Herausragendes Merkmal ist die maximale Feldstärke von 120 kA/m. Vertriebsleiter Oskar Schulthess bemerkt dazu: In der spanenden Fertigung ist das Anhaften von Spänen und Partikeln am Schneidwerkzeug ein lästiges Übel. Da die Haftkraft für Partikel annähernd im Quadrat zum Restmagnetismus steigt, ist eine zuverlässige Entmagnetisierung unerlässlich. Mit der Feldstärke von 120 kA/m ist der Restmagnetismus auch in Hartmetallschneidplatten sicher in den Griff zu bekommen.

Der MM KE arbeitet mit einem präzise abklingenden Sinuspuls mit hoher Feld-Homogenität. Schüttgut wird ebenso gleichmäßig entmagnetisiert, wie beispielsweise Werkzeugeinsätze. Die Spule ist in drei Bauformen mit Wirköffnungen von 200 mm x 150 mm, 200 mm x 80 mm und 160 mm x 100 mm lieferbar. Damit eignet sich das Gerät für alle kleineren Teile wie Schneidplatten, Präzisions- und Uhrenteile sowie Schüttgut in entsprechenden Behältern. Mit seinem attraktiven Preis-Feldstärke-Verhältnis ist das Gerät der praktische und bezahlbare Allrounder für Unternehmen und Werkstätten, die kleinere Stückzahlen produzieren, aber auch für Toolshops und Handelsbetriebe.

Die Bedienung ist denkbar einfach. Das Auslösen des Entmagnetisierpulses erfolgt in sicherer Distanz zur Spule. Dadurch tritt keine unzulässige Feldexposition für den Bediener auf, wie das bei herkömmlichen, manuell betriebenen Platten-Entmagnetisierern häufig der Fall ist.



Der Kompakt-Entmagnetisierer MM KE mit Steuergerät (rechts) und Hochleistungsspule (links) als Tischgerät für ein homogenes Magnetfeld in der Spule mit einer Feldstärke von 120 kA/m



Der Magnetic Viewer zeigt eine Hartmetall-Schneidplatte im magnetisierten Zustand mit 88 A/cm (Mitte) und nach der Entmagnetisierung mit Restwert < 2 A/cm (rechts)

Die Haftkraft auf Partikel steigt annähernd im Quadrat zum Restmagnetismus. Daher ist eine zuverlässige Entmagnetisierung der Werkzeuge unerlässlich

Mit dem Kompakt-Entmagnetisierer MM KE wird die Leistungsfähigkeit der patentierten Maurer-Degaussing-Technologie auch in Gestalt eines handlichen und einfach zu bedienenden Arbeitsplatzgeräts verfügbar. Das ist bedeutsam, denn die Vorgaben der Industrie bezüglich der zulässigen Werte für den Restmagnetismus werden stringenter. Das Ziel der Entmagnetisierung sind magnetisch reine Produkte. So wird das Anhaften von metallischen Spänen verhindert, eine Grundvoraussetzung für mehr Sauberkeit in Waschprozessen. Kleinteile haften nicht mehr aneinander und sensible Komponenten werden nicht magnetisch beeinflusst.

MAURER MAGNETIC AC Restmagnetismus tritt in ferromagnetischen Materialien auf, wobei zwischen hartmagnetischen und weichmagnetischen Werkstoffen unterschieden wird. Während weichmagnetische Materialien nach dem Wegfall eines äußeren Feldes wenig Restmagnetismus aufweisen, behalten hartmagnetische Materialien aufgrund ihrer hohen Remanenz viel Restmagnetismus zurück. Hartmetall, das Material von Schneidwerkzeugen für die spanende Bearbeitung, ist ein typisch hartmagnetisches Material. Hier sind hohe Feldstärken nötig, um eine Änderung des magnetischen Zustandes zu bewirken.

Bei der Maurer-Degaussing-Pulsentmagnetisierung mit Field Multiplicator Technology (FMT) wird ein abklingender Wechselstrom durch die Spule gesteuert. Die kurze Einschaltdauer reduziert die Erwärmung und erlaubt daher hohe Feldstärken. Wie Oskar Schulthess betont, werden in den großen Hochleistungsspulen Feldstärken von bis zu 400 kA/m erzielt. Die zur Entmagnetisierung benötigte Feldstärke muss auf das Werkstück abgestimmt sein und wird bei Bedarf vom Hersteller in Vorversuchen ermittelt. Zur Entmagnetisierung von Hartmetall, gerade bei großen Teilen oder ganzen Trays, werden sehr hohe Feldstärken von oft über 200 kA/m (25 mT/250 Gauss) benötigt. Erst dann ist eine prozesssichere Entmagnetisierung erreicht. Das Schweizer Unternehmen liefert dafür kundenspezifisch ausgelegte, luftgekühlte VE-Spulenmodule. Aber auch niedrigere Feldstärken machen Sinn, denn damit kann der Restmagnetismus zumindest spürbar reduziert werden.

 $\supset www.maurer degaussing.com$ 

## Umfassendes Wissen und Know-how für zukunftsorientierte Bauteilreinigung

Zweisprachiges Fach-, Innovations- und QSRein 4.0-Forum neben neuen und bewährten Sonderschauen zu verschiedenen Themen auf der parts2clean 2018 vom 23. bis 25. Oktober in Stuttgart



Ob Leichtbau, veränderte Fertigungs- und Beschichtungstechnologien, neue Werkstoffe und Materialkombinationen, die Digitalisierung der Fertigung, Elektromobilität und autonomes Fahren - für die Bauteil- und Oberflächenreinigung ergeben sich aus diesen Trends meist höhere Anforderungen. Das Lösungsangebot der Aussteller auf der diesjährigen parts2clean ist nach den Worten von Olaf Daebler, Global Director parts2clean bei der Deutschen Messe AG, darauf ausgelegt, nicht nur aktuelle, sondern auch zukünftige Anforderungen an die Bauteilsauberkeit prozesssicher und wirtschaftlich zu erfüllen. Es sind aber nicht allein die Produkte und Dienstleistungen der ausstellenden Unternehmen, die den Besuch der internationalen Leitmesse für industrielle Teile- und Oberflächenreinigung für Anwender von Reinigungstechnik aus allen Branchen zu einem Muss machen. Auch das Rahmenprogramm bietet Wissen und Knowhow, das so komprimiert sonst nirgendwo zu erhalten ist. Dazu zählen das als Wissensquelle gefragte zweisprachige Fachforum inklusive Innovationsund QSRein-4.0-Forum, eine Sonderschau Prozessablauf Bauteilreinigung mit Sauberkeitskontrolle, eine zu QSrein 4.0 sowie eine zum Thema Automatisierung in der Bauteilreinigung.

## Sonderschauen zu aktuellen Themen in der Bauteilreinigung

Die gemeinsam mit dem CEC (Cleaning Excellence Center) organisierte Sonderschau *Prozessablauf Bauteilreinigung mit Sauberkeitskontrolle* informiert live über die Entgratung von Werkstücken, die Reinigung im Sauber-

raum sowie den sauberkeitsgerechten Teiletransport mit einem reinraumtauglichen Schleusenwagen in einen Reinraum der Klasse ISO 7 zur Sauberkeitskontrolle. Diese wird ebenfalls live mit den Prozessschritten Spülen, Filtertrocknung, gravimetrischer und lichtmikroskopischer Auswertung sowie Protokollerstellung durchgeführt. Spezialisten für Technische Sauberkeit führen Besucher an allen drei Messetagen jeweils vor- und nachmittags durch diese Sonderschau.

Auf der Sonderfläche zum Thema Automatisierung in der Bauteilreinigung erfahren Besucher, welche Lösungen in diesen Bereichen bereits zur Verfügung stehen, beispielsweise Roboter für das Teilehandling, und welche Trends sich abzeichnen. Eine weitere Sonderschau ist dem Thema *QSRein 4.0 – Chancen für die Reinigungstechnik* gewidmet. Dabei dreht sich alles um Ansätze und Möglichkeiten im Bereich der Anlagentechnik und Prozesslösungen für die Bauteilreinigung der Zukunft.

## Wissen und Innovationen für die Teile- und Oberflächenreinigung

Mit dem dreitägigen Fachforum, das von der Fraunhofer-Allianz Reinigungstechnik geleitet wird, beinhaltet die parts2clean zudem eine der international gefragtesten Wissensquellen zur Teile- und Oberflächenreinigung. Die simultan übersetzten (Deutsch <> Englisch) Vorträge renommierter Experten aus Industrie und Forschung gliedern sich in folgende Themenblöcke

- Reinigungsverfahren
- Pflege und Betrieb von Anlagen und Prozessketten
- Analytik
- Anwenderberichte und Best Practice Beispiele aus verschiedenen Branchen
- Automatisierung/Robotik und Industrie 4.0 in der Bauteilreinigung

Aufgrund der überdurchschnittlichen Informations- und Vortragsqualität hat das Fachforum der parts2clean den Charakter einer Weiterbildungsveranstaltung, so Daebler und sie ist für alle Besucher frei zugänglich. Inte-









## Gemeinsam für noch besseren Service!



Höchste Qualitätsprodukte und bester Service bei Pumpen, Filtergeräten, Filtermittel und Überwachung, Installation und Reparaturen.





#### **SIEBEC GmbH**

Auf der Langwies 8, 65510 Hünstetten-Wallbach

#### **BOHNCKE GmbH**

Auf der Langwies 8, 65510 Hünstetten-Wallbach +49 6126 93 84 – 0 - info@bohncke.de

griert in das Fachforum ist auch die erfolgreiche Session Innovationen für die Bauteilreinigung, die inhaltlich vom Fachverband industrielle Teilereinigung (FiT) gestaltet wird. Auf der Agenda finden sich hier Referate zu innovativen Produkten und Lösungen aus den Bereichen Chemie und Verfahren, Anlagentechnik und Zubehör, Messen, Prüfen und Steuern sowie Beratung, Applikation und Service. Ebenfalls vom FiT organisiert

wird die Themensession QSRein 4.0 – Chancen für die Reinigungstechnik.

Das vollständige Programm des Fachforums und der Sondersessions ist voraussichtlich ab Mitte September auf der Homepage der parts2clean unter dem Menüpunkt *Rahmenprogramm* verfügbar.

Guided Tours ermöglichen Fachbesuchern, sich an ausgewählten Messeständen entlang der Prozesskette der Bauteil- und Oberflächenreinigung über spezielle Themen und Neuheiten zu informieren. Die rund zweistündige Tour wird an allen drei Messetagen unter Anleitung eines geschulten Guides mit maximal 25 Personen in englischer Sprache durchgeführt. Deutschsprachige Touren finden bei Bedarf statt

⊃www.parts2clean.de

# 3D-Druck: Stützstrukturen verhindern Schwingungen bei der Nachbearbeitung dünnwandiger Bauteile

Additive Fertigungsverfahren wie der 3D-Druck zeichnen sich dadurch aus, dass Bauteile nahezu beliebig komplex aufgebaut werden können. Eine gute Oberflächenqualität metallischer Komponenten erfordert hier jedoch oft eine Nachbearbeitung durch Fräsen oder Schleifverfahren. Gerade beim Fräsen von dünnwandigen Bauteilen kommt es oft zu Schwingungen, die zu Lasten der Genauigkeit und Bearbeitungsdauer gehen. Das Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT und das Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT aus Aachen zeigen, wie sich mit speziellen Stützstrukturen solche Schwingungen bei der Nachbearbeitung additiv gefertigter Bauteile verhindern lassen.

Metallische Bauteile, die additiv durch Selective Laser Melting (SLM) hergestellt werden, werden in der Regel mit zusätzlichem Aufmaß konzipiert, um die Funktionsflächen anschließend durch Fräsen nachzubearbeiten. Denn nur so ist gewährleistet, dass am Ende alle Toleranzen und Qualitätsanforderungen an die Oberfläche eingehalten werden können. Gerade dünnwandige Bauteile können jedoch durch die Zerspan- und Abtragoperationen derart in Schwingung versetzt werden, dass ihre Oberflächenqualität darunter leidet oder die Komponente sogar unbrauchbar wird. Die beiden Fraunhofer-Institute IPT





Additiv aufgebaute Stützstruktur zur Erhöhung der Steifigkeit einer dünnwandigen Schaufel (® Fraunhofer IPT)

und ILT erweitern das Design des additiv zu fertigenden Bauteils deshalb um Stützstrukturen, welche die Steifigkeit der labilen Bereiche erhöhen und Schwingungen reduzieren. Diese Stützelemente lassen sich im Zuge der Oberflächenbearbeitung mit vergleichsweise wenig Aufwand entfernen. Bauteile, die auf diese Weise stabilisiert werden, können damit in kürzerer Zeit bei höherer Qualität und mit geringerem Werkzeugverschleiß hergestellt werden.

Die beiden Fraunhofer-Institute, die das neue Konzept für die additive und spanende Fertigung erstmals auf der Farnborough International Airshow vorstellten, bieten interessierten Projektpartnern nun an, gemeinsam mit ihnen neue Geometrien für entsprechende Stützstrukturen zu untersuchen und weiter zu entwickeln.

www.ilt.fraunhofer.de www.ipt.fraunhofer.de



## **ALUMINIUM 2018**

12. Weltmesse & Kongress

09.–11. Oktober 2018
Messe Düsseldorf

www.aluminium-messe.com





# Expositionsreduzierte Herstellung korrosionsbeständiger Beschichtungen

Von U. Ring<sup>1</sup>), P. Fischer<sup>2</sup>), G. Jost<sup>2</sup>), R. Winkelmann<sup>1</sup>)



Zum online-Artike

Das Lichtbogendrahtspritzen mit Zink-Basis-Werkstoffen ist eine gängige Technologie zur Herstellung korrosionsbeständiger Beschichtungen. Die hergestellten Schichten haben sich bei einer Vielzahl moderater korrosiver Beanspruchungen bewährt. Weniger positiv wird die Technologie hinsichtlich der Overspray-Verluste und der Belastung der Ausführenden sowie der Umwelt durch Zinkrauch beurteilt. Um diese Nachteile zu reduzieren und gleichzeitig die Korrosionsbeständigkeit der Beschichtungen zu erhöhen, wurden das Flüssigkeitsspritzen entwickelt und neue Werkstoffe qualifiziert. Zu diesem Zweck wurde eine geeignete Apparatur konzipiert, konstruiert, gefertigt und erprobt. Die Prozesstemperatur konnte unterhalb der Sublimationstemperatur des Zusatzwerkstoffes eingestellt werden. Es wurden Spritzparameter bestimmt, die zu hoch duktilen, sehr dichten und korrosionsbeständigen Schichten führten. Die Overspray-Verluste liegen deutlich unter 20 % und die Emission von Zinkrauch ist extrem gering. Dieses Verfahren bietet sehr gute Voraussetzungen dafür, auch nicht zu Drähten verarbeitbare Werkstoffe für die Herstellung gespritzter Schichten nutzen zu können. Somit wird die Palette spritzbarer Werkstoffe deutlich erweitert und den Forderungen nach höherer Korrosionsbeständigkeit der Beschichtung besser entsprochen.

#### **Exposure-reduced production of corrosion-resistant coatings**

Arc-wire-spraying applying zinc based materials is a commonly used technology to create corrosion-resistant coatings. The layers produced have proven itselves with a variety of moderate corrosive stresses. The technology is assessed as less positive in terms of overspray losses and load on the operators and the environment by zinc smoke. To reduce these disadvantages while enhancing corrosion resistance of these coatings liquid spraying was developed and new materials were qualified. For this purpose, a suitable apparatus was designed, constructed, manufactured and tested. The process temperature could be set below the sublimation temperature of the filler material. Spraying parameters were determined that resulted in highly ductile, very dense and corrosion resistant layers. The overspray losses are well below 20% and the emission of zinc smoke is extremely low. This procedure offers good conditions for using even non-wire workable materials for the production of sprayed coatings. Thus, the range of sprayable materials is significantly expanded and the demands for higher corrosion resistance of the coating are met better.

#### 1 Zielstellung

Die extrem hohen Materialverluste (> 50 %) beim Lichtbogenspritzen mit Zink(Zn)-Basis-Drähten, die erheblichen Belastungen der Mitarbeiter sowie der Umwelt und die begrenzte Korrosionsbeständigkeit einerseits sowie die sehr interessanten werkstofftechnischen Entwicklungen für die Bandverzinkung andererseits geben Anlass für Überlegungen und Untersuchungen mit dem Ziel, die genannten Nachteile zu minimieren und die Werkstoffpalette zu erweitern.

Die Materialverluste beruhen primär auf der Divergenz des Spritzstrahles und der Sublimation des Zusatzwerkstoffes im Lichtbogen. Die Reduzierung der Divergenz ist durch die Düsengestaltung erreichbar. Schwieriger ist die Beeinflussung der Sublimation und damit

Bekannt ist, dass die Korrosionsbeständigkeit von Zink unter Meerwasseratmosphäre (Spritzwasser-; Wechseltauch- und Dauertauchzonen) durch zugesetzte Legierungselemente wie Aluminium (Al) oder Magnesium (Mg) deutlich verbessert werden kann. Es existieren Hinweise zu Werkstoffen wie ZnAl5 [2] beziehungsweise AlZn45 [3]. In der Literatur (z. B. [4] und [5]) wird die hohe Korrosionsbeständigkeit gespritzter Zink-Alumi-

nium-Beschichtungen im Vergleich zu feuerverzinkten Oberflächen besonders positiv bei Beanspruchungen durch chloridhaltige Medien erwähnt. Eine Übertragung der Ergebnisse auf gespritzte Schichten ist jedoch - begründet durch ein begrenztes Angebot an Spritzzusatzwerkstoffen - nicht möglich. Während der Werkstoff ZnAl5 auch als Draht für das Lichtbogenspritzen existiert, sind Drähte mit Gehalten von 55 % Aluminium oder auch Zink-Magnesium-Legierungen nicht erhältlich. Sollen die von Tauchverzinkungen bekannten positiven Wirkungen höherer Aluminium- und/oder Magnesiumgehalte auf gespritzte Schichten übertragen werden, bedarf es einer Technologie- und Werkstoffentwicklung.

#### 2 Technologie und Werkstoffe

Das Lichtbogendrahtspritzen mit Zink-Basis-Legierungen erfolgt bevorzugt mit reinen Zink- sowie seltener mit Zink-Aluminium-Drähten, wobei der Aluminiumgehalt maximal bei 15 % [6] beziehungsweise 22 %

der Emission in das Umfeld. Es gelingt unter Beibehaltung der Energiequelle Lichtbogen nicht, die Temperatur des Zusatzwerkstoffes unterhalb der Sublimationstemperatur von Zink-Basis-Werkstoffen (T<sub>sub Zn</sub> = 907 °C; [1]) einzustellen. Somit bedarf es einer Spritzapparatur, mit welcher die Temperatur des Zusatzwerkstoffes oberhalb der Schmelz- und unterhalb der Sublimationstemperatur eingestellt und möglichst konstant gehalten werden kann. Gelingt dies, wird die Emission von Zinkdämpfen vermieden und die Belastung der Mitarbeiter sowie der Umwelt deutlich reduziert.

BTU Cottbus-Senftenberg, Universitätsplatz 1, D-01968 Senftenberg

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup>) Balver Zinn Josef Jost GmbH & Co. KG, Blintroper Weg 11, D-58802 Balve

[7] liegt. Während die gießtechnische Herstellung sehr vieler Legierungen möglich ist, grenzt die Ziehbarkeit das Legierungsspektrum und damit die Herstellbarkeit von Schichten mittels Lichtbogendrahtspritzen extrem ein. Diese Einschränkungen einerseits und das große Potenzial der Zink-Basis-Legierungen andererseits begründen die durchgeführten Untersuchungen zur Erzeugung von Schmelzen sowie deren Zerstäubung für die Herstellung von Schichten. Da wesentliche physikalische Eigenschaften der zu entwickelnden Legierungen noch nicht bekannt sind, werden für die Dimensionierung der Schmelzeinheit die bekannten Parameter von Zink herangezogen. Es werden eine Temperatur des Zusatzwerkstoffes von T ≈ 600 °C sowie ein Massenstrom (Durchsatz) von m = 8 kg/h angestrebt.

ergibt sich entsprechend Gleichung <1>

Unter Annahme folgender Werte:

 $P = P_E + H = \dot{m} \cdot c_{Z_N} \cdot \Delta T + (\dot{m} \cdot h_{mol}/m_{molZ_N}) < 1 >$  die zu installierende Leistung von P = 0,77 kW. Bei dieser Berechnung sind Verluste nicht berücksichtigt, so dass für die Dimensionierung eine Leistung von 1,5 kW definiert wurde. Für die Erwärmung des Trägergases, welches ebenfalls eine Temperatur von etwa 600 °C aufweisen soll, wurde eine Heizleistung von 10 kW berücksichtigt. Der Gasdurchsatz beträgt unter diesen Bedingungen (warm) 60 m<sup>3</sup>/h. Für die Erwärmung und Verflüssigung des Spritzzusatzwerkstoffes können unterschiedliche Energiequellen benutzt werden. Neben der induktiven Erwärmung (Vorversuche) wurden die direkte und die indirekte Ohmsche Erwärmung untersucht. Bezüglich der Handhabbarkeit erwies sich die

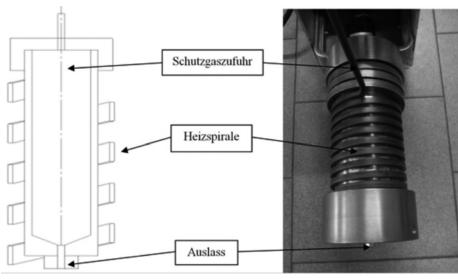


Abb. 1: Schmelzeinheit in Prinzipdarstellung (links) und in der Ausführung für die Untersuchungen (rechts)

indirekte Ohmsche Erwärmung als sehr vorteilhaft. In *Abbildung 1* ist die entwickelte Schmelzeinheit dargestellt.

Um die Schmelze aus dem Behälter in die Düse zu bewegen, ist eine Anregung, ein Druck im Behälter aufzubauen. Hierfür ist eine Schutzgaszuführung integriert. Die thermische Energie wird über die Heizspirale, welche eng an der Behälteraußenwand anliegt, zugeführt. Die Heizspirale wird von einer hier nicht dargestellten Isolation umgeben. Die Dimension der Düse selbst wurde berechnet und in Versuchen beurteilt. In Abbildung 2 ist die hierfür benutzte Versuchsapparatur verdeutlicht.

Ein kontinuierlicher Massestrom des Zusatzwerkstoffes ist eine wesentliche Voraussetzung für eine gleichbleibende Qualität der Beschichtung. Versuche mit Variation des Auslassdüsendurchmessers sowie des Schutzgasdruckes ergeben einen kontinuierlichen Schmelzfluss ab einem Düsendurch-

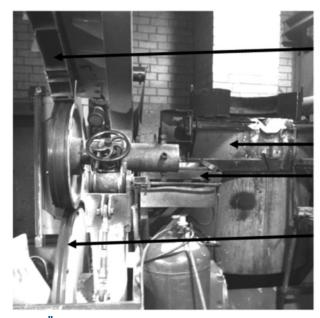


Abb. 2: Bestimmung der Düsengeometrie

messer von 0,4 mm sowie einem Schutzgasdruck von 1,4 bar im Behälter. Das Gas (Stickstoff  $\rm N_2$ ) unterstützt den Ausfluss des Zusatzwerkstoffes aus dem Behälter und verhindert Reaktionen der Schmelze mit der Atmosphäre.

Für die Herstellung des Zusatzwerkstoffes wurden ein Schmelzofen sowie eine Stranggussanlage umgerüstet. Das Fließ- und





Strangabführung

Schmelzofen

Zulauf in die Gießanlage

Gießrad

Tab. 1: Zusammensetzungen der Versuchslegierungen

Legierung	Zn	Mg	Al	Si
ZnMg1,0 (A)	99,092	0,9	-	-
ZnMg1,0 (E)	99,087	0,91	-	-
ZnAl1,5Mg1,0 (A)	97,382	1,18	1,4288	-
ZnAl1,5Mg1,0 (E)	97,334	1,19	1,4695	-
AlZn43,4Si1,6 (A)	42,2	0,036	55,6	1,79
AlZn43,4Si1,6 (E)	43,83	0,013	54	1,78
AlZn19Si8,5 (A)	32,79	0,011	59,7	7,2
AlZn19Si8,5 (E)	31,54	0,01	60,3	7,79

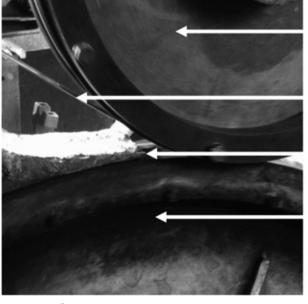


Abb. 6: Probe nach dem Strahlen

stäbe zu erzielen. In Tabelle 1 ist ein Auszug

der im Untersuchungsprogramm berücksich-

Abb. 3: Übersicht über die Gießanlage



Führungsrad Abdeckband

Abdeckband

Schmelzezulauf

Gießrad

tigten Legierungen aufgeführt. Mit (A) ist der Anfang und mit (E) das Ende des Stranges bezeichnet. **Spritzversuche** 

und Probenherstellung Die Oberfläche der zu beschichtenden Proben wurde mittels Strahlens vorbereitet. Als Strahlmittel wurde Korund (Aluminiumoxid Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) mit einer mittleren Korngröße von 1,77 mm (F12) verwendet und mit entölter Druckluft bei etwa 10 bar gearbeitet. Abbildung 6 veranschaulicht die Oberfläche der Probe nach dem Strahlen.

Nach dem Strahlen erfolgten an mehreren Proben Rauheitsmessungen. Die Beurteilung des Ergebnisses wurde entsprechend den Vorgaben der Normen DIN EN 12944-4 und DIN EN ISO 8503-1 Teil 1 durchgeführt. Die Messergebnisse sind in Tabelle 2 zusammengefasst.

Abb. 4: Detail der Gussstrangformung

Formfüllungsvermögen, das Schrumpf- und Schwindungsverhalten, die Poren- und Lunkerbildung, die Warmrissneigung, die Gasaufnahme, die Penetration sowie die Seigerungen wurden an Probeabgüssen bestimmt, um die Gießtechnologie zu optimieren. Die benutzte Anlage ist in den Abbildungen 3 und 4 gezeigt.

Die Darbietungsformen der Spritzzusatzwerkstoffe sind in weiten Bereichen einstellbar. Für die durchgeführten Spritzversuche wurden Stranggussabschnitte mit einem Querschnitt entsprechend Abbildung 5 be-

Um eine homogene chemische Konfiguration der Stranggussabschnitte einzustellen, waren Parameteranpassungen notwendig. Dazu

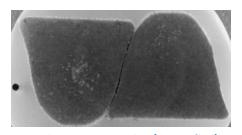


Abb. 5: Stranggussabschnitte (Querschliffe)

wurden der Schmelze und den hergestellten Stranggussabschnitten Proben entnommen und analysiert. An den hergestellten Stranggussabschnitten wurden die Anfangs- und Endstücke untersucht. Es ist gelungen, eine sehr hohe Gleichmäßigkeit der chemischen Zusammensetzung entlang der Strangguss-

#### Lesen Sie weiter unter womag-online.de

WOMag-online-Abonnenten steht der gesamte Beitrag zum Download zur Verfügung. Im Weiteren werden die Ergebnisse der durchgeführten Beschichtungsversuche vorgestellt.

Der Gesamtumfang des Beitrags beträgt etwa 5 Seiten mit 13 Abbildungen.



Konzentrieren Sie sich auf Ihr Kerngeschäft?

#### **Grundchemie mit Mehrwert**

Warum nicht alles aus einer Hand? Perfekte Lösungen für Ihre diversen und anspruchsvollen Anforderungen sind Sie von uns seit Jahrzehnten gewohnt – weltweit.

Unser Anspruch an uns selbst ist jedoch höher, zu Ihren Gunsten. Das Standardprodukt war gestern. Heute bietet Ihnen TIB Chemicals sämtliche Dienstleistungen rund um die Galvanotechnik – optional und ganz nach Ihrem Bedarf. Konzentrieren Sie sich auf Ihr Kerngeschäft!

Wir halten Ihnen den Rücken frei. TIB Chemicals.



TIB Chemicals AG BU Metall- & Oberflächenchemie Mülheimer Straße 16–22 68219 Mannheim Deutschland Tel.: +49 621 8901-800 Fax: +49 621 8901-1800 E-Mail: moc@tib-chemicals.com

www.tib-chemicals.com







→ walther-trowal.com

### Anodisieren von Aluminium

Seminar des galvanicus - Förderverein für die Fachschulen der Galvano- und Leiterplattentechnik Schwäbisch Gmünd e. V. - gibt umfassenden Einblick in die Prozesskette für die Verarbeitung von Aluminium

Aluminium ist aufgrund seines geringen spezifischen Gewichts bei guten mechanischen Festigkeiten einer der gefragtesten metallischen Werkstoffe und einer der Hoffnungsträger bei der weiteren Entwicklung der Elektromobilität. Neben diesen Werkstoffeigenschaften trägt vor allem die mechanische und chemische Oberflächenbehandlung dazu bei, Aluminium für zahlreiche funktionelle und dekorative Anforderungen verwenden zu können. Die Oberflächenbehandlung vom Schleifen und Polieren über das Reinigen bis hin zur Veränderung der Oberfläche mit Hilfe einer dicken oder farbigen Oxidschicht führt zu exzellenten Korrosions- und Verschleißbeständigkeiten oder dekorativ ansprechendem Erscheinungsbild. Mit der Weiterbildungsveranstaltung des Fördervereins galvanicus in Schwäbisch Gmünd geben die Veranstalter einen ausgezeichneten Einblick in die gesamte Prozesskette für die Verarbeitung von Aluminium. Die Teilnehmer erhalten hierbei nicht nur die notwendigen theoretischen Grundlagen, den Werkstoff Aluminium optimal zu verarbeiten, sondern erhalten die Möglichkeit, verschiedene Details in praktischen Versuchen kennenzulernen.

Eine der wichtigsten Veranstaltungen des Fördervereins galvanicus mit stets reger Beteiligung ist das viertägige Seminar mit praktischen Übungen zum Anodisieren von Aluminium. Auch in diesem Jahr fand die Veranstaltung zur Aus- und Weiterbildung in Schwäbisch Gmünd statt. Frank Friebel übernahm als Vorstand des Fördervereins die Einführung zum umfassenden Stoffgebiet - von den Grundlagen zum Werkstoff Aluminium über die mechanische und chemische Bearbeitung und Vorbehandlung, die verschiedenen Verfahren zur elektrochemischen Beschichtung, die erforderlichen Anlagen- und Gerätetechniken bis hin zu den Verfahren der Qualitätskontrolle der Schichten und Oberflächen. Neben dem umfangreichen Stoff zur Oberflächenbehandlung und Beschichtung von Aluminium wurden praktische Übungen zur Prozesskontrolle beim Anodisieren sowie zur Qualitätssicherung an Aluminiumoberflächen durchgeführt.

Für die Weiterbildungsveranstaltung konnte der Förderverein namhafte Vertreter aus der Praxis gewinnen, die mit ihrem umfangreichen Fachwissen nahezu jede Fragestellung der Teilnehmer in anschaulicher Weise beantworten konnten:

- Frank Friebel: Werkstoff Aluminium und mechanische Vorbehandlung
- Hans-Dieter Schneider: Vorbehandlung von Aluminium (Entfetten, Beizen)
- Dr. Benjamin Fiedler: Anodisierverfahren und Qualitätsprüfung
- Dr. Benjamin Papendorf: Verdichten und Färben, Qualitätsprüfung
- Christian Deyhle: Anlagentechnik für das Anodisieren, Abwasserbehandlung
- Marcus Sorg: Umweltrecht



Teilnehmer und Referenten des Weiterbildungskurses 2018

- Dr. Jens Seemann: Gestelltechnik
- Nils Paetzke: Managementsysteme

## Eignung von Knet- und Gusswerkstoffen

An erster Stelle zur Herstellung von optimalen Teilen mit anodisch oxidierter Oberfläche steht die Auswahl eines gut geeigneten Werkstoffs. Hierbei spielen neben der Zusammensetzung der Aluminiumlegierung natürlich die Kosten für den Werkstoff oder auch dessen Umformbarkeit eine Rolle. Beste Eignung für das Anodisieren bietet reines Aluminium, das allerdings für den praktischen Einsatz im funktionellen Bereich in der Regel eine zu geringe Festigkeit aufweist. Aus diesem Grund werden für die meisten Produkte aus Aluminium Legierungen verwendet, wobei als Legierungselemente vor allem Silizium, Magnesium, Mangan, Zink, Kupfer und Eisen üblich sind.

Als Unterscheidungskriterium für die Legierungen dient die Einteilung in Knetwerkstoffe

und Gusswerkstoffe. Mit den Knetwerkstoffen werden aus Walzbarren Folien, Bleche oder Bänder erzeugt und aus Rund- beziehungsweise Pressbarren entstehen Schmiede- und Ziehteile oder Pressprofile. Bei den naturharten Werkstoffen - vor allem Legierungen mit geringen Anteilen an Magnesium und Mangan - ist zu beachten, dass durch Verformen Festigkeiten bis zu 400 N/mm<sup>2</sup> erreicht werden, die aber durch eine Wärmebehandlung auf Werte zwischen etwa 60 N/mm<sup>2</sup> und 300 N/mm<sup>2</sup> verringert werden. Bereits das Einbrennen einer aufgebrachten Lackschicht kann hier diese Festigkeitsänderung bewirken. Legierungen mit Magnesium, Silizium, Kupfer und Zink sind zudem aushärtbar so dass eine Festigkeit in gewissen Grenzen einstellbar ist.

Je nach Legierungselement lassen sich die Eigenschaften der Aluminiumlegierungen verändern; während die Festigkeit grundsätzlich erhöht wird, wird beispielsweise die Korrosionsbeständigkeit durch Zugabe von Magnesium deutlich erhöht, Kupfer und Zink dagegen verringern diese. Beschrieben sind die Zustände der unterschiedlichen Legierungen beispielsweise in DIN EN 515 (Knetlegierungen).

Neben den mechanischen und Korrosionseigenschaften werden durch Legierungselemente auch die Eigenschaften der hergestellten Oxidschichten beeinflusst. Mit steigendem Anteil an Legierungselementen kann die hergestellte Oxidschicht ein trübes Aussehen zeigen (Mg > 5 %, Fe > 0,5 %), eine graue bis schwarze Färbung (Si > 5 %) aufweisen oder auch eine geringere Härte (Cu > 0,2 %). Kritisch ist auch die Tatsache, dass je nach Verarbeitung des Aluminiumwerkstoffs und zugegebenem Legierungselement beim Anodisieren Streifen oder Flecken auftreten können, die auf ungleichmäßige Verteilung der Legierungselemente beziehungsweise auch das Auftreten von metallischen Phasen zurückzuführen sind. In den *Tabellen 1* und *2* sind die Eigenschaften einiger Legierungen sowie deren Eignung für die Behandlung durch anodische Oxidation in der Übersicht zusammengefasst.

#### **Mechanische Vorbehandlung**

Oxidschichten wachsen - sowohl die dünnen natürlichen unter Einfluss von Sauerstoff als auch die durch das elektrochemische Anodisieren entstandenen Schichten - entsprechend der vorliegenden Mikrogeometrie der Oberfläche auf. Sie besitzen damit über das gesamte Bauteil nahezu die selbe Dicke. Eine geometrische Einebnung

Tab. 1: Eigenschaften von Aluminiumlegierungen (DIN EN 1706)

Werkstoff	Gieß- barkeit	Korrosions- verhalten	Bear- beitung	Dekor. Anodisation	Chem. Vor- behandlung
AlSi9Cu3 (Fe)	2	4	2	5	4
AlSi12Cu1 (Fe)	1	3	3	5	4
AlSi12 (Fe)	1	3	3	5	4
AlSi109Mg	1	3	2	5	3
AlMg9	4	1	1	2	2

<sup>1 =</sup> ausgezeichnet; 2 = gut; 3 = annehmbar; 4 - unzureichend

Tab. 2: Eigenschaften von Aluminiumlegierungen für das Anodisieren

Legierung	AA / EN	Oberflächen- schutz	Dekorativ	Glanz- qualität	Hartano- disation
Al Mn1	3103	1	-	3	1
Al Mg1	5005	1	1	1	1
Al Mn3	5754	1	1	2	1
Al Mg Mn 0,5		1	3	2	1
Al Mg Si 0,5	6060	1	1	1-2	1
Al Mg Si 1	6082	1	1	1-2	1
Al Zn4,5 Mg1	7020	1	3	1-2	2
Al 99,5		1	1	1	1
Al Mg 3	242	1	1	1	1
Al Mg 5	244	1	2	2	1
Al Si5 Mg	235	1	3	4	1
Al Si10 Mg	239	1	3-4	4	1
Al Si10 Mg (Cu)	233	2	3-4	4	1
Al Si12	230	3	4	4	2
Al Si12 Cu	231	2	4	4	2

<sup>1 =</sup> sehr gut; 2 = gut; 3 = mäßig; 4 - ungeeignet



# MAGSON. Schnell am Start. Stark im Einsatz.

Ihre MAGSON wird ab Lager in nullkommanichts geliefert. Und dann geht der Spaß erst richtig los: Die neue Generation der dichtungslosen Magnetkreiselpumpen bringt Sie beim Fördern hochaggressiver Medien auf die Siegerstraße und spart Ihnen bares Geld – ob als normalsaugende MA oder selbstansaugende MAS.

MAGSON BG7 mit Förderleistung bis 50 cbm

Schnelle Infos unter: www.magson-pumpen.de



SONDERMANN Pumpen + Filter GmbH & Co. KG August-Horch-Straße 2 · 51149 Köln (Porz)



Tel. +49 2203 9394-0 · info@sondermann-pumpen.de

www.sondermann-pumpen.de

der Oberfläche findet damit nicht statt. Aus diesem Grund entscheidet eine mechanische Oberflächenbearbeitung vor dem Anodisieren über das visuelle Erscheinungsbild, wie glänzend, matt oder beispielsweise strich-

Die mechanische Oberflächenbearbeitung erfolgt meist durch Schleifen oder Polieren. Die Verfahren unterscheiden sich primär dadurch, dass beim Schleifen ein mehr oder weniger starker Abtrag der Oberfläche erfolgt, während beim Polieren in der Regel eine Einebnung der Mikrogeometrie ohne nennenswerten Materialabtrag stattfindet. Weitere Verfahren der Oberflächenbearbeitung sind die unterschiedlichen Arten des Strahlens ebenfalls mit oder ohne Abtrag, je nach verwendetem Strahlgut - oder das Mattieren beziehungsweise auch das Diamantieren.

Für das Schleifen stehen unterschiedliche Varianten zur Auswahl, die sich beispielsweise durch die Art der Bindung des Schleifmittels (auch als Schleifkorn bezeichnet) unterscheiden. Schleifscheiben und Schleifbänder sind beispielsweise durch ein starr gebundenes Schleifmittel gekennzeichnet. Lose gebundenes Schleifmittel wird in Verbindung mit Schleifpasten genutzt und ungebundenes Schleifmittel beispielsweise bei den Strahlverfahren oder dem Gleitschleifen. Die Abtragsraten lassen sich durch die Korngrößen des Schleifmittels steuern, wobei in der Regel Körnungen zwischen 240 (Korngröße ca. 55  $\mu$ m) und 800 (Korngröße ca. 15  $\mu$ m) in der großindustriellen Praxis üblich sind.

Die Auswahl des Trägermaterials richtet sich in erster Linie nach der Geometrie des zu bearbeitenden Bauteils. Flächige Bereiche werden häufig mit Schleifbändern aus Gewebe oder Papier oder auch Schleifscheiben mit einer Lauffläche aus Gummi mit eingebettetem Korn bearbeitet. Strukturierte Oberflächen erfordern den Einsatz von weicheren Trägerformen. Üblich sind ebenfalls Scheiben, aber mit weichen Belägen oder aus Lamellen aufgebaut, oder Bürsten - in der Fachsprache auch als Schwabbeln bezeichnet.

Ein weiterer Faktor ist die bei der Bearbeitung an der Bauteiloberfläche auftretende Temperatur. Ursache für die unterschiedlichen auftretenden Temperaturen sind der Anpressdruck bei der Bearbeitung sowie die Art des Schleifmittels. Hierbei ist zu beachten, dass zu hohe Temperaturen bei der mechanischen Bearbeitung dazu führen können, dass die Aluminiumoberfläche durch Reste des Schleifmittels verunreinigt oder das Gefüge in der Oberflächenzone stark gestört werden kann Beides kann beim Anodisieren zu Fehlern beim Aufbau der Oxidschicht führen.

Die verschiedenen Arten der Strahlbehandlung haben einerseits die Aufgabe, Verunreinigungen von der Oberfläche zu entfernen und andererseits, der Oberfläche ein bestimmtes dekoratives Aussehen zu verleihen oder diese funktionell zu verändern. Für das Entfernen von Verunreinigungen eignen sich abrasive Strahlmittel. Mit Hilfe von Glasperlen kann beispielsweise ein samt-mattes Aussehen erzeugt werden. Zu den funktionellen Eigenschaften zählt die Erhöhung der Wechselbiegefestigkeit, die durch Kugelstrahlen erzeugt werden kann.

Sehr attraktiv sind die verschiedenen Verfahren des Gleitschleifens, da hierbei mit geringem manuellem Aufwand große Stückzahlen bearbeitet werden und damit eine hohe Wirtschaftlichkeit erzielt wird. Verfahrensvarianten sind Rotations-, Vibrationsoder Fliehkraftgleitschleifen sowie das Gleitschleppschleifen. Zudem unterliegen die Teile bei der Bearbeitung keiner nennenswerten Temperaturbelastung. Moderne Anlagen arbeiten weitgehend automatisch und umfassen das Befüllen, den Bearbeitungsprozess und das Entleeren mit Separieren von Schleifmitteln.

Der letzte Arbeitsgang bei der mechanischen Bearbeitung ist das Polieren der Oberfläche. Hier findet im Prinzip kein Materialabtrag mehr statt. Die Bearbeitung führt insbesondere aufgrund hoher Temperaturen an der Oberfläche (500 °C bis 1000 °C) zum Fließen des metallischen Werkstoffs und damit zu einer Einebnung der Mikrostruktur. Als Werkzeug kommen Polierscheiben (Tuchschwabbeln, Polierscheiben, Polierringe) und Polierpasten mit feinstkörnigen Oxiden (Eisen-, Chrom-, Aluminium-, Calcium-, Magnesiumoxid) zum Einsatz.

#### **Vorbehandlung vor der Anodisation**

Für die Abwicklung zur Bearbeitung von Aluminiumteilen einschließlich der Anodisation eignen sich die Inhalte der DIN 17611:2011, in der unter anderem eine hilfreiche Auflistung der verschiedenen Verfahren beziehungsweise Arbeitsschritte zusammengestellt ist. Die mit den Symbolen EO bis E8 gekennzeichneten Verfahren reichen von Entfetten/Desoxidieren (E0) über die mechanischen Verfahren Schleifen (E1), Bürsten (E2), Polieren (E3) bis zu Beizen (E6) und Glänzen (E7 bzw. E8). Hierbei ist die Vorbehandlung durch Entfetten und Beizen zur Erzielung von qualitativ hochwertigen Oxidschichten auf Aluminium besonders wichtig. Das Entfetten stellt sicher, dass in den weiteren Bearbeitungsschritten alle Oberflächenbereiche gleichmäßig von den Bearbeitungsmedien erreicht werden. Durch Beizen wird gewährleistet, dass keine störenden Fremdstoffe aus Gieß- oder Walzprozessen auf einer Aluminiumoberfläche verblieben sind und lediglich die dünne Oxidschicht aus der Reaktion von Aluminium mit der umgebenden Atmosphäre vorhanden ist. Die chemischen oder elektrochemischen Verfahren zum Glänzen von Aluminiumoberflächen eignen sich besonders aut dazu, eine mechanisch geschliffene und polierte Oberfläche weiter einzuebnen und damit hohen Glanz zu erzeugen. Insbesondere bei stark strukturierten Oberflächen sind die Glänzverfahren eine kostengünstige Methode zur Herstellung von hochglänzenden Teilen. Zum Teil lassen sich mit diesen Verfahren auch mechanische Oberflächenfehler, beispielsweise durch Handling im Prozess, beseitigen. Zudem werden hierdurch auch Gefügestörungen der obersten Grenzschicht eines Aluminiumteils entfernt und das Aufwachsen der Oxidschicht beim Anodisieren verbessert. Der Einsatz der Glänzverfahren muss sorgfältig auf die zu behandelnde Aluminiumlegierung abgestimmt werden. Besonders kritisch ist ein Anteil von Eisen (auch unter 0,1 %) in der Legierung, wogegen Magnesium, Zink oder Kupfer bis zu Gehalten von 2 % unkritisch sind.

Wichtig ist die Auswahl der geeigneten Reinigungsmedien sowie der optimalen Beizund Glänzverfahren. Diese richten sich unter anderem nach den vorhandenen Verschmutzungen der Teile sowie nach den zu behandelnden Aluminiumlegierungen. Verschmutzungen unterscheiden sich beispielsweise je nach Art der Vorbearbeitung (Gießen, Walzen, Prägen, Schneiden oder Stanzen), nach der Verweildauer zwischen der Herstellung der Rohteile und deren Oberflächenbehandlung oder nach der Behandlung beim Transport (z. B. Rückstände von Klebebändern oder Verpackungsmaterial).

Ein weiterer wichtiger Aspekt bei der Auswahl von Reinigungsmitteln ist heute deren Umweltbelastung. So kommen organische Lösemittel, beispielsweise fluorierte Kohlenwasserstoffe, nur noch in Ausnahmefällen und unter Einsatz von besonderer Anlagentechnologie zum Einsatz. Aber auch Zusätze zu wässrigen Reinigungsmitteln (Tenside zur Bindung von Fetten, Borate, Phosphate) werden so ausgewählt, dass sie mittels Aufarbeitungstechnologien wieder entfernt werden

	Wirkung auf folgende Schichteigenschaften						
Erhöhung des/ der	Poren- volumen	Härte	Korrosions- schutz	Farbstoff- aufnahme	Maximal erreichbare Dicke		
Schwefel- säuregehalts	Û	Û	Û	①	1		
Aluminium- gehalts	Û	Î		Û	Û		
Elektrolyt- temperatur	1	1	Û	1	1		
anodischen Stromdichte	Û	1	Û	Û	①		
Elektrolyt- bewegung	Û	1	-	Ũ	<b>↑</b>		

Erläuterung: Zunahme Abnahme **1** geringe Zunahme 1 geringe Abnahme ∏

#### Einflussgrößen bei der Anodisierung nach dem GS-Verfahren

(Bild: Fiedler)

und nach Möglichkeit nicht in die Umwelt gelangen können. Zur qualitativen Beurteilung eines Reinigungsverfahrens eignet sich die Prüfung der Benetzbarkeit einer Metalloberfläche, die beispielsweise mit Hilfe von Testtinten erfolgen kann.

Gute Eigenschaften für das Beizen von Aluminium weist Natronlauge auf. Mittels Natronlauge lässt sich ein großer Teil der üblichen Verunreinigungen entfernen und die Oberfläche verändert durch den Beizvorgang ihr Erscheinungsbild nur geringfügig. Zudem weist Natronlauge ein gutes Lösungsvermögen für Aluminium auf und ist kostengünstig. Nach dem Beizen ist es wichtig, die Aluminiumteile in verdünnte Säure zu tauchen, um alkalische Beizreste und verbliebene metallische Bestandteile aus der Oberfläche restlos zu entfernen.

#### **Anodisieren**

Eine Besonderheit des Elements Aluminium ist dessen hohe Reaktionsneigung mit Sauerstoff. Diese führt dazu, dass Aluminium in Kontakt mit Luft stets mit einer relativ gleichmäßigen und dünnen Schicht aus Aluminiumoxid überzogen ist. Die Oxidschicht schützt das Metall gegen die weitere Reaktion mit Sauerstoff so wirkungsvoll, dass das Metall an Luft im Prinzip keine Korrosion erfährt. Diese zwar dünne, aber relative dichte Oxidschicht mit Dicken im Bereich von einigen 10 nm bis einigen 100 nm schütz Aluminium in wässrigen Medien mit pH-Werten zwischen 5 und 8. Auch Beschädigungen der Oxidschicht regenerieren sich bei Kontakt mit Sauerstoff (z. B. an der Luft, aber auch dem Sauerstoff aus Wasser) sehr schnell durch eine erneute Oxidation.

Das Anodisieren bietet die Möglichkeit, die Oxidschichtdicke deutlich zu erhöhen. Dadurch wächst die Beständigkeit gegen erweiterte Belastungen, beispielsweise durch aggressivere Medien in Industrieatmosphäre mit hoher Belastung durch Schwefeldioxid, aber vor allem auch gegen Verschleißbelastungen. Dabei ergeben sich je nach Zusammensetzung der verwendeten Elektrolyte durch Anodisation unterschiedliche Arten der Oxidschichten.

Schichten mit besonders hohem elektrischen Widerstand entstehen durch Anodisation in Elektrolyten mit organischen Säuren wie Zitronensäure oder Borsäure Die Schichtdicken liegen bei lediglich etwa 1 µm. Allerdings sind die Schichten sehr dicht und können dadurch Spannungen von weit über 100 V widerstehen. Sie finden vor allem Anwendung in Aluminium-Elektrolytkondensa-

Am weitesten verbreitet sind Elektrolyten auf Basis von Schwefel-, Oxal- und Chromsäure. Sie führen zu Schichten mit einem dicken porösen Bereich auf einer dünnen porenfreien Grundschicht. Diese Schichten wachsen sowohl in das Grundmaterial hinein als auch über das ursprüngliche Niveau des Werkstoffs hinaus. Bei Schwefelsäure liegt die maximal erreichbare Schichtdicke bei etwa 100  $\mu$ m bis 150  $\mu$ m. Die Porenstruktur entsteht dadurch, dass sich die Schicht in der verwendeten Säure wieder auflöst und damit ein System aus Schichtwachstum und Rücklösung vorliegt. Die poröse Schicht kann dazu genutzt werden, Stoffe einzulagern. Dadurch können Oxidschichten beispielsweise gefärbt oder die Reib- und Gleiteigenschaften verändert werden. Neben Schwefelsäureelektrolyte kamen bisher vor allem Chromsäureelektrolyte zum Einsatz. Die hierbei erzielbaren Schichteigenschaften sind ähnlich. Allerdings wurde Chromsäure als Elektrolytbestandteil durch REACh-Anforderungen weitgehend verdrängt.

Neben der Elektrolytzusammensetzung können die Schichteigenschaften oder die Wirtschaftlichkeit der Verfahrenstechnik durch die Art und die Kennwerte des Stroms verändert werden. In den meisten Anwendungen wird Gleichstrom eingesetzt. Für spezielle Anforderungen kommen darüber hinaus Wechsel- oder Pulsstrom zum Einsatz. Das am weitesten verbreitete Anodisierverfahren ist das Gleichstrom-Schwefelsäure-Verfahren, abgekürzt als GS-Verfahren. Je nach Zusammensetzung des Elektrolyten, der Stromparameter oder beispielsweise der Elektrolytführung ändern sich die Eigenschaften der Oxidschicht. Dadurch lassen sich Aluminiumteile mit deutlich unterschiedlichen Eigenschaften herstellen. Sie verhelfen dem Werkstoff Aluminium zu seiner starken Verbreitung für funktionelle und dekorative Anwendungen.

wird fortgesetzt

**Patente** 

PS - Patent Deutschland EP - Europapatent WP - Weltpatent

Die Aktualisierungen zu Normen und Patenten finden Sie wie immer unter Service auf www.womag-online.de

Normen

## Vollautomatisiert zu partikelfreien Oberflächen

Schneestrahlreinigung keramischer Sensorbauteile mit Kohlenstoffdioxid vor einer funktionellen Beschichtung

Je nach Aufgabenstellung benötigen in Fahrzeug verbaute Sensoren eine funktionelle Beschichtung, die hohe Anforderungen an die Partikelfreiheit der Oberfläche stellt. Ein renommierter Automobilzulieferer nutzt dafür ein vollautomatisiertes CO<sub>2</sub>-Schneestrahlsystem, mit dem die Reinigung im Viersekunden-Takt erfolgt.

Ob Verbrennungsmotor, Elektromobilität oder autonomes Fahren - die Funktion unterschiedlichster Komponenten wird in Fahrzeugen durch zahlreiche Sensoren überwacht, gesteuert und geregelt. Damit die Detektoren ihre Aufgabe optimal erfüllen können, erhalten viele eine Funktionsbeschichtung, deren Qualität entscheidend von der Sauberkeit der Oberfläche abhängt. Dies ist auch bei keramischen Sensorbauteilen der Fall, bei denen vor der Beschichtung feiner Schleifstaub aus einem vorgelagerten Fertigungsschritt zu entfernen ist. Da diese Verschmutzung in einem klassischen nasschemischen Prozess nicht oder nur extrem aufwändig abgereinigt werden kann, entschied sich der Hersteller, ein namhafter Automobilzulieferer, für ein quattroClean-Reinigungssystem der acp - advanced clean production GmbH. Die modular aufgebaute Reinigungslösung mit Kohlenstoffdioxidschnee lässt sich auf kleinstem Raum in vollautomatisierte, verkettete Produktionslinien integrieren und durch übergeordnete Produktionsleitsysteme steuern oder separat einsetzen.

#### Trockene, umweltneutrale Reinigung

Als Reinigungsmedium kommt flüssiges, praktisch unbegrenzt haltbares Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>) zum Einsatz, das als Nebenprodukt bei chemischen Prozessen und der Energiegewinnung aus Biomasse entsteht und daher umweltneutral ist. Es wird aus Flaschen oder Tanks zugeführt.

Das nicht brennbare, nicht korrosive und ungiftige Kohlenstoffdioxid wird durch die verschleißfreie Zweistoff-Ringdüse des acp-Systems geleitet und entspannt beim Austritt zu feinem Schnee. Dieser wird durch einen ringförmigen Druckluft-Mantelstrahl gebündelt und auf Überschallgeschwindigkeit beschleunigt. Beim Auftreffen des nicht abrasiven und gut fokussierbaren Schnee-Druckluftstrahls auf die zu reinigende Oberfläche kommt es zu einer Kombination aus thermischem, mechanischem, Sublimations- und Lösemitteleffekt. Durch diese vier Wirkmechanismen entfernt das quattroClean-System Schleifstaub und andere partikuläre Verunreinigungen von der gesamten Oberfläche sowie aus Sack-



Der Roboter entnimmt die Teile einzeln aus den Trays und platziert sie in einer Zentrier-(Bildquelle: acp)



Nach der Zentrierung entnimmt ein Greifersystem alle fünf Bauteile und setzt sich positionsgerecht in die Aufnahmen für die Reini-(Bildquelle: acp) gung ein

lochbohrungen ebenso zuverlässig und reproduzierbar wie filmische Kontaminationen, beispielsweise Schmauchspuren nach einer Laserstrukturierung. Die Reinigung erfolgt materialschonend, sodass auch empfindliche und fein strukturierte Oberflächen behandelt werden können. Das guattroClean-System kann daher für praktisch alle technischen Werkstoffe und Materialkombinationen eingesetzt werden.

#### Maßgeschneidertes Anlagenkonzept

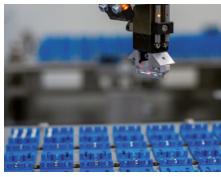
Um sowohl die hohen Sauberkeits- als auch die Taktzeitvorgabe von nur vier Sekunden pro Bauteil des Automobilzulieferers umzusetzen, entwickelten acp und der Automatisierungsspezialist ACI AG ein maßge-



Das für die Reinigung der Sensorbauteile konzipierte quattroClean-System ist komplett eingehaust und verfügt über ein geschlossenes Reinigungsmodul (Bildquelle: acp)



Jedem der in den Aufnahmen platzierten und während des Reinigungsprozesses rotierenden Teile ist eine Düse zugeordnet. Sie strahlt mit definierten Parametern, die überwacht werden, auf das Werkstück (Bildquelle: acp)



Nach der Reinigung entnimmt der zweite Roboter die Teile und platziert sie in kundenspezifischen Trays, in denen sie zu den nachfolgenden Prozessen transportiert werden (Bildquelle: acp)

schneidertes Anlagenkonzept. Es basiert auf einem für zahlreiche Anwendungen einsetzbaren Standardmodul, in das der quattroClean-Prozess integriert ist, einem mit drei Stationen ausgestatteten Rundtakttisch sowie zwei Robotern für das Teilehandling. Durch ihre vollständig geschlossene Ausführung entspricht die in eine Fertigungsumgebung integrierte Reinigungslösung Vorgaben zur technischen Sauberkeit in vollem Umfang. Ein Augenmerk legten die Konstrukteure auch auf die gute Reinigbarkeit der Anlage, was ebenfalls einen Beitrag zur effizienten Erfüllung hoher Sauberkeitsanforderungen leistet. Darüber hinaus sorgt die effektive Geräuschdämmung für eine angenehme Arbeitsatmosphäre.

#### Vollautomatischer, unterbrechungsfreier Reinigungsprozess

Die Beschickung der Anlage erfolgt für einen unterbrechungsfreien Betrieb durch drei Schubladeneinheiten, in denen sich Trays mit verunreinigten Bauteilen befinden und einzeln in den Arbeitsbereich des Roboters transportiert werden. Dieser entnimmt nacheinander fünf Teile und platziert diese in eine Zentrierstation. Da die etwa zwei Zentimeter langen und rund 0,5 Zentimeter breiten Sensorkomponenten nicht am Grundkörper berührt werden dürfen, steht für das Greifen nur eine Randzone von weniger als einem Millimeter zur Verfügung. Nach dem automatischen Zentrieren positioniert ein weiteres Greiferystem alle fünf Teile gleichzeitig in Aufnahmen auf einer Station des Rundschalttisches, der sie mit einer Drehung definiert in das geschlossene Reinigungsmodul transportiert. Dort befindet sich über jeder Teileposition eine Düse, die eine festgelegte Zeit auf die während des Reinigungsprozesses rotierenden Sensorkomponenten strahlt. Die abgereinigten Verschmutzungen werden zusammen mit dem Kohlenstoffdioxid durch eine aktive Absaugung mit Abscheidefilter aus dem Reinigungsmodul entfernt.

Eine weitere Schaltung bringt die Aufnahme zur Entladeposition. Der zweite Roboter entnimmt die sauberen Teile und legt sie in spezielle Trays ab, in denen sie zu den nächsten Prozessschritten transportiert werden.

## Umfangreiche Prozessüberwachung und -anpassung

Für eine gleichbleibend hohe Prozessqualität werden die Düsen einzeln hinsichtlich Kohlenstoffdioxid- und Druckluftzufuhr sowie Strahlkonsistenz und -dauer überwacht und die ermittelten Werte automatisch gespeichert. Diese Parameter lassen sich ebenso wie die Rotationsgeschwindigkeit der Teile variabel einstellen und als Programme in der Anlagen- oder einer übergeordneten Steuerung hinterlegen. Diese Flexibilität ermöglicht einerseits, dass der Reinigungsprozess an unterschiedliche Verschmutzungsgrade angepasst werden kann. Andererseits können auch Reinigungsprogramme für die Entfernung von Schmauchspuren nach der Laserbearbeitung der beschichteten Teile gespeichert werden.

Die Konzentration an Kohlenstoffdioxid im Bereich des an die Fertigungsumgebung angrenzenden Ein- und Auslaufs der Anlage erfolgt entsprechend der Maschinenrichtlinie mit weltweit zertifizierten und zugelassenen Sensoren. Doris Schulz

⊃ www.acp-micron.com

⊃www.aci.ag





## Saubere Lösungen, perfekte Oberflächen!

Vertikale Kreiselpumpen



11111

www.serfilco.de • info@serfilco.de Tel.: 02472-802 60 15

## Qualitätssicherung in der Bauteilreinigung – Prozessgestaltung

FiT-Grundlagenseminar über theoretisches und praktisches Wissen, um Reinigungsaufgaben qualitätsstabil und wirtschaftlich zu lösen

Bauteilsauberkeit ist inzwischen in allen Branchen ein Qualitätsmerkmal. Doch wie wird ein Reinigungsprozess ausgelegt, damit die aus nachfolgenden Fertigungsschritten resultierenden Sauberkeitsanforderungen qualitätsstabil und wirtschaftlich erfüllt werden? Antworten auf diese Frage bot der erste Teil *Prozessgestaltung* des FiT-Grundlagenseminars *Qualitätssicherung in der Bauteilreinigung* am 20. Juni 2018 in Frankenthal. Nach den Vorträgen und Workshops waren sich die Teilnehmer einig: Dieser Tag hat sich gelohnt.

Das Seminar vermittelte die für eine effektive Bauteilreinigung relevanten Zusammenhänge und bot viel praxisorientiertes Wissen – so das Fazit aller 22 Teilnehmer des Seminars in Frankenthal. Die Weiterbildungs- und Qualifizierungsmaßnahme ist Teil des vom Fachverband industrielle Teilereinigung e. V. (FiT) erarbeiteten und von der fairXperts durchgeführt Grundlagenseminars Qualitätssicherung in der Bauteilreinigung.

## Der richtige Prozess für eine individuelle Aufgabe

Nach einem Einführungs- und Übersichtsvortrag standen mit der Auswahl einer optimal geeigneten Reinigungschemie wässrige Medien oder Lösemittel - wichtige Kriterien sowie deren charakteristische Eigenschaften im Mittelpunkt. Danach ging es um die Anlagentechnik. Dabei wurden die verschiedenen Nassreinigungstechnologien ebenso thematisiert wie unterschiedliche Verfahren, beispielsweise Spritz-, Tauchund Ultraschallreinigung sowie die Badpflege mit Filtration und Ölabscheidung. Anschließend lernten die Teilnehmer Messverfahren kennen, mit denen sich die partikuläre und filmische Verunreinigung der Bäder offline, atline und inline überwachen lässt. Lösungen und Verfahren zur Kontrolle der partikulären und filmischen Sauberkeit gereinigter Bauteile rundeten den theoretischen Teil des Seminars ab.

In drei, parallel durchgeführten Workshops erarbeiteten die Teilnehmer gemeinsam mit erfahrenen Anwendungstechnikern systematische Vorgehensweisen sowie praktikable und bewährte Lösungsansätze in den Bereichen wässrige und Lösemittelreinigung sowie Erarbeiten der Lösung für die Prozesskontrolle und -steuerung.



Gemeinsam mit erfahrenen Anwendungstechnikern erarbeiteten die Teilnehmer systematische Vorgehensweisen zur Lösung von individuellen Reinigungsaufgaben

(Quelle: N. Herdin, fairXperts)

Die Beurteilung der Qualifizierungsmaßnahme durch die Teilnehmer mit der Gesamtnote 1,9 belegt, dass der FiT mit dem Programm den Wissensbedarf von Anwendern für die Gestaltung effizienter Reinigungsprozesse erfüllt hat.

## Prozessoptimierung durch effiziente Qualitätskontrolle

Der zweite Teil des Grundlagenseminars, das unabhängig von der Teilnahme an der ersten Veranstaltung gebucht werden kann, findet am 15. und 16. November 2018 in Frankenthal statt. Die zweitägige Qualifizierungsmaßnahme vermittelt in Vorträgen und Praktika Know-how zur Prozessoptimierung.

Die Weiterbildungs- und Qualifizierungsmaßnahme zur Sicherung der Prozessqualität in der Bauteilreinigung richtet sich an Fachund Führungskräfte aus Entwicklung, Konstruktion, Technologie, Arbeitsvorbereitung, Fertigung und dem Qualitätswesen, zum Beispiel aus der Automobilindustrie, Elektrotechnik, Elektronik, Feinmechanik, Optik, Medizintechnik, Oberflächen- und Beschichtungstechnik, dem Maschinenbau sowie aus weiteren Branchen, in denen Sauberkeit als Qualitätskriterium eine Rolle spielt. Um einen hohen Lernerfolg sicherzustellen, ist die Teilnehmerzahl auf 40 Personen begrenzt.

#### Über den FiT

Der Fachverband industrielle Teilereinigung e. V. (FiT) repräsentiert Lieferfirmen, Anwender, Beratungs-, Planungs-, Engineering- und Serviceunternehmen, wissenschaftliche Institute und Fachverbände für diesen Industriebereich. Sein Ziel ist die Wahrnehmung und Förderung der allgemeinen, ideellen und wirtschaftlichen Interessen seiner Mitglieder. Zu den unterschiedlichen Themen bilden Mitglieder des Fachverbandes industrielle Teilereinigung Fachausschüsse, um Lösungswege für die Problemstellungen in der Branche zu erarbeiten. Er arbeitet mit zahlreichen institutionellen und staatlichen Stellen kooperativ zusammen, zum Beispiel mit der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) in Braunschweig. Von besonderem Interesse sind innovative neue Techniken im Bereich der Reinigungschemie, der Anlagentechnik, Badpflegeeinrichtungen, Umweltschutz, Abfallverwertung, Abfallentsorgung und der praxisorientierten Bad- und Oberflächenmesstechnik. Gewonnene Erkenntnisse werden durch Seminare, Lehrgänge, Messen, Tagungen, Vorträge sowie in Veröffentlichungen der Branche zur Verfügung gestellt. Der FiT bietet, teilweise zusammen mit dem ZVO (Zentralverband Oberflächentechnik e. V.) und seinen Organen, ein Forum für die Behandlung von branchenspezifischen Fragestellungen. Doris Schulz

- ⊃www.fit.zvo.org
- ⊃www.gsrein.de

## Klare Regeln für makellosen Lack

Makellos, glatt und wie aus dem Ei gepellt, sollen frisch lackierte Bauteile aussehen. Weil schon winzige Mengen von Verunreinigungen wie Schmiermittel oder Weichmacher aus Dichtungsmaterialen die Qualität der Lackoberfläche herabsetzen, stellt die Industrie höchste Anforderungen an Anlagen und Zubehör, die während des Lackierprozesses benutzt werden. Das neue VDMA-Einheitsblatt 24364, an dessen Entstehung Forscher vom Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA beteiligt waren, liefert erstmals allgemeingültige Vorschriften für die Prüfung von Produkten auf lackbenetzungsstörende Substanzen, kurz LABS. Das IPA bietet Herstellern an, die Prüfung nach den neuen Prüfregeln in seinem akkreditierten Prüfbereich durchzuführen.

Die Feinde des Lackierers sind mikroskopisch klein: Molekulare Verunreinigungen beziehungsweise Kontaminationen durch Silikone, Trennmittel, Öle etc. können dazu führen, dass der Lack die Oberfläche nicht gleichmäßig benetzt. Die Folge dieses Oberflächenspannungsdefekts sind Benetzungsstörungen, die sich in Form von Kratern äußern und nachträglich ausgebessert werden müssen.

Solche Nachbesserungen sind zeitintensiv und teuer. Um Schäden durch lackbenetzungsstörende Substanzen, kurz LABS, zu verhindern, stellt die Industrie hohe Anforderungen an die Sauberkeit: Die zu lackierenden Oberflächen werden aufwendig gereinigt. Außerdem müssen alle Stoffe, Anlagenteile, Schmiermittel und sogar Verpackungsmaterialien, die im Lackierbereich zum Einsatz kommen, LABS-frei sein. Hersteller, die Maschinen oder Zubehör für den Lackierbetrieb liefern, brauchen daher einen Nachweis, dass ihre Produkte keine Substanzen enthalten oder freisetzen, die zu Lackbenetzungsstörungen führen.

Bisher gab es hierfür nach Aussage von Wolfgang Niemeier, der für das Fraunhofer IPA maßgeblich an dem Einheitsblatt mitgewirkt hat, keine einheitlichen Vorschriften. So habe beispielsweise jeder Automobilhersteller seine eigene Prüfspezifikation, die erfüllt werden müsse. Für die Zulieferer sei das eine unbefriedigende Situation, weil sie ihre Produkte kundenspezifisch qualifizieren müssten. Um einheitliche Prüfkriterien zu schaffen, haben Vertreter von Automobilunternehmen, Zulieferern, Dienstleistern und Forschungseinrichtungen – darunter das IPA - im VDMA-Arbeitskreis LABS das Einheitsblatt 24364 erarbeitet. Der Leitfaden, der die Anforderungen an die Prüfung nach der VDMA-Norm regelt, wurde unlängst auf der SurfaceTechnology GERMANY vorgestellt.

Das neue Einheitsblatt unterteilt die zu prüfenden Bauteile und Maschinen in verschiedene Produktgruppen, je nachdem, ob ein direkter, indirekter oder gar kein Kontakt zum Lackiervorgang besteht. Abhängig von der späteren Verwendung müssen die Produkte dann unterschiedlichen Kriterien genügen. Die höchsten Anforderungen werden an Maschinen und Bauteile gestellt, die in Zone I, dazu gehören zum Beispiel Lackierkabinen und Trockner, zum Einsatz kommen. Bauteile oder Stoffe, die nicht direkt im Kontakt zu Lacken, Lösungsmitteln und lackierten Oberflächen stehen, werden ebenfalls geprüft, hier sind die Anforderungen allerdings niedriger. Diese Zoneneinteilung ermöglicht laut Sven Manz, der am IPA für die Prüfungen zuständig ist, gezielte Untersuchungen und Qualifizierungen, die künftig allgemein anerkannt werden sollen. Im Anlagenbau solle diese Vereinheitlichung für mehr Klarheit und einen verringerten Prüfungsaufwand für den Zulieferer sorgen.

Das Fraunhofer IPA bietet Kunden jetzt die LABS-Prüfung nach den neuen Kriterien des VDMA-Einheitsblatts 24364 an und plant, diese zukünftig in den akkreditierten Bereich aufzunehmen.

⊃www.ipa.fraunhofer.de



EINE PERFEKTE TROCKNUNG VOLLENDET IHREN PROZESS.

**WOLLEN AUCH** SIE DAS BESTE?



## Masterplan Energieforschung liefert Handlungsempfehlungen für Wissenschaft und Wirtschaft

Sächsische Staatsminister stellten ihre Ideen am Fraunhofer IWS Dresden vor

Dr. Eva-Maria Stange, sächsische Staatsministerin für Wissenschaft und Kunst, Martin Dulig, Staatsminister für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr Sachsens sowie Mandy Schipke, Vorstandsvorsitzende von Energy Saxony, stellten den Masterplan Energieforschung am Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik IWS Dresden vor. Mit dem Werk Energieforschung in Sachsen analysiert die Staatsregierung Stärken und Schwächen dieses Forschungsthemas und bietet eine ganzheitliche Strategie, die von der Grundlagenforschung bis zur Industriereife der gewonnenen Erkenntnisse reicht.

Wissenschaftsministerin Dr. Eva-Maria Stange erklärte, dass die Energieforschung eine Stärke der sächsischen Hochschulen und Institute ist. Grundlagenforschung und angewandte Forschung greifen ineinander und strategische Partnerschaften zwischen Wissenschaft und Wirtschaft funktionieren. Trotzdem soll die Vernetzung der Akteure, das Einwerben von Fördermitteln und den Transfer der entwickelten Technologien in die Wirtschaft noch stärker unterstützt werden. Dies geschieht in enger Abstimmung mit dem SMWA. Wirtschaftsminister Martin Dulig ergänzt, dass mit diesem Masterplan ein Prozess initiiert beziehungsweise intensiviert werden soll, der den Forschungsakteuren hilft, ihre jeweiligen Einzelstrategien so zu erstellen, dass möglichst viele wissenschaftsund wirtschaftsübergreifende Synergien entstehen. Dieser Prozess wird zukünftig mit einer Kompetenzstelle Energieforschung in Sachsen unterstützt werden. Dies wird insgesamt dazu beitragen, den Energieforschungsstandort Sachsen national und international stärker sichtbar zu machen. Mandy Schipke führte weiter aus, dass der Masterplan das große Wertschöpfungspotential verdeutlicht, das durch die Spitzenstellung der Energieforschung in Sachsen entstanden ist. Besonders bei den Speichertechnologien, Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien sowie Smart-Energy-Lösungen setzen die Forschungsakteure international Akzente. Mit dem Festhalten an der technologieoffenen Forschungsförderung auf heutigem Niveau setzt die Staatsregierung wichtige Signale.

Für den Masterplan wurden die in Sachsen mit dem Thema befassten Hochschulen, Institute und Unternehmen erfasst und bei der Erarbeitung der Handlungsempfehlungen mit einbezogen. Die Energieforschung in Sachsen ist zum Beispiel in der Materialforschung, Kälte- und Wärmekopplung, Speichertechnologien, Brennstoffzellenforschung, Energieeffizienz in der Produktion sehr gut und breit aufgestellt. Als Stärken der sächsischen Energieforschung würden die wissenschaftliche Exzellenz und Vielfalt der sächsischen Hochschul- und außeruniversitären Forschungslandschaft in Kooperation mit forschenden Unternehmen, die hohe Dichte an Forschungseinrichtungen, die technologieoffenen Rahmenbedingungen in Sachsen, gute Vernetzungsstrukturen und hohe Sichtbarkeit gelten. Als Schwächen wurde herausgearbeitet, dass Unternehmen in der Region oft noch nicht in der Lage seien, die Forschungsergebnisse der Wissenschaft aufzugreifen und umzusetzen, dass einzelne Forschungszweige ungenügend verknüpft und zu wenige Start-ups aus der Wissenschaft heraus entstehen sowie noch eine unzureichende Zahl an Leuchtturm- und Demonstrationsprojekten als Referenzen für die wirtschaftliche Verwertung von wissenschaftlichen Erkenntnissen bereitstehen würden.

Als strategische Aufgaben empfiehlt der Masterplan, an der für Sachsen erfolgreichen Technologie- und Themenoffenheit festzuhalten, die Förderprogramme von Bund und EU sinnvoll mit Landesmitteln zu ergänzen, die Einwerbung von Modellprojekten im Rahmen der Strukturwandelprozesse in der Lausitz und im Mitteldeutschen Revier zu unterstützen sowie den Transfer und die Verwertung der Forschungsergebnisse in die und durch die Wirtschaft zu stärken.

Das Fraunhofer Institut für Werkstoff- und Strahltechnik zum Beispiel entwickelt ultraleichte Akkumulatoren und Energiespeicher für mobile und stationäre Anwendungen. Im Mittelpunkt stehen skalierbare sowie Umwelt und Ressourcen schonende Produktionsprozesse bis hin zum Prototypen. In dem vom Land Sachsen geförderten Projekt NaSBatt-



Wirtschaftsminister Martin Dulig (I.) bei der gemeinsamen Vorstellung des Masterplans mit Wissenschaftsministerin Dr. Eva-Maria Stange (2. v. l.) am Fraunhofer IWS (© Fraunhofer IWS Dresden)

Sy konnte weltweit erstmalig gezeigt werden, dass aus den häufig vorkommenden und weit verbreiteten Elementen Natrium und Schwefel neue, stationäre Energiespeichersysteme realisiert werden können, die bei Raumtemperatur über 1000 mal wiederaufladbar sind

Das Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik IWS steht für Innovationen in der Laser- und Oberflächentechnik. Es bietet kundenspezifische Lösungen zum Fügen, Trennen, Auftragen, Abtragen, Randschichtbehandeln und Beschichten mit Laser sowie PVD- und CVD- Verfahren. Umfangreiches werkstoff- und nanotechnisches Know-how ist Basis zahlreicher Forschungs- und Entwicklungsarbeiten. Systemtechnik und Prozesssimulation ergänzen die zentralen Kompetenzen in der Lasermaterialbearbeitung und in Plasma-Beschichtungsverfahren. Das IWS bietet Lösungen aus einer Hand, von der Erforschung und Entwicklung neuer Verfahren und Systeme über die Integration in die Fertigung bis hin zur zielorientierten Unterstützung bei aktuellen Fragestellungen.

www.iws.fraunhofer.de

## Die perfekte Oberfläche

8. Technology Days der SHL AG am 20. und 21. September 2018 in Böttingen

Unter dem Motto Die perfekte Oberfläche veranstaltet die SHL AG an ihrem Unternehmenssitz im schwäbischen Böttingen ihre 8. Technology Days. Am 20. und 21. September 2018 bietet der Spezialist für automatisierte Schleif-, Polier- und Entgratprozesse Einblick in aktuelle Technologietrends und zeigt innovative Anlagen, mit denen Anwender eine Vielzahl von Materialien in höchster Qualität bearbeiten können.

SHL informiert an beiden Tagen ausführlich über das gesamte Produktportfolio. Dieses umfasst flexible Einzelroboterzellen. offene und geschlossene Schleif- und Polierzellen, komplette Fertigungslinien und komplexe Transferstraßen – je nach Anwendung in werkstück- oder werkzeuggeführten Applikationen. Besucher haben die Gelegenheit, Bearbeitungen live zu erleben und sich von der Qualität und Präzision der SHL-Lösungen zu überzeugen. Zu sehen sind auch verschiedene, auf SHL-Anlagen bearbeitete Werkstücke wie Strukturgussteile mit komplexer Geometrie aus Aluminium.

Zum Programm gehören zudem interessante Fachvorträge. SHL-Schulungsleiter Martin Siedler berichtet über die neuesten Trends beim automatisierten Schleifen und Polieren. Ein Vertreter des Roboterherstellers KUKA informiert über aktuelle Entwicklungen beim Thema Industrie 4.0. SHL bietet die Möglichkeit, konkrete Projekte direkt vor Ort anzusprechen. An eigens eingerichteten Meeting Points können sich Interessierte mit Experten austauschen. Eine Fachausstellung informiert über SHL-Produkte ebenso wie über die von Technologiepartnern.

Auf der Veranstaltung können sich die Besucher zudem von der hohen Fertigungstiefe des Unternehmens überzeugen. Bis auf die Roboter entsteht alles in Böttingen. Neu ist die eigene Blechfertigung inklusive Laserbearbeitung. Seine Türen geöffnet hat auch das hochmoderne Schulungs- und Technologie-



Die Technology Days von SHL bieten Einblicke in aktuelle Technologietrends

zentrum. Dort bietet SHL umfassende Ausund Weiterbildungskonzepte für technische Fachkräfte – von den Grundlagen bis hin zu Themen für fortgeschrittene Programmierer. Am Ende des ersten Tages wartet ein besonderes Highlight auf die Teilnehmer: Zum Rahmenprogramm gehört die Besichtigung des 246 Meter hohen Aufzug-Testturms von ThyssenKrupp im nahegelegenen Rottweil. Anschließend lädt SHL zum festlichen Abendessen mit Showeinlagen in die Pulverfabrik Rottweil.

⊃www.shl.ag

## Modulare Ideen



PSP Tower







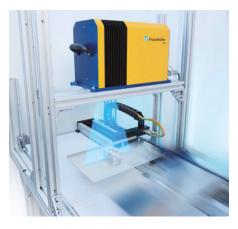
## Verschmutzungen auf 3D-Bauteilen erkennen

Haften Verunreinigungen auf der Oberfläche von Bauteilen, kann dies den weiteren Produktionsprozess erschweren oder das ganze Bauteil unbrauchbar machen. Ein Fluoreszenzscanner vom Fraunhofer-Institut für Physikalische Messtechnik IPM ermöglicht erstmals, metallische Bauteile im Fertigungsprozess bildgebend auf Öl, Späne oder Reinigungsmittel zu untersuchen – und jedes einzelne Objekt zu prüfen.

Kleinste Dinge können große Auswirkungen haben: so etwa winzige Schmutzpartikel, die bei der Fertigung von Bauteilen auf ihrer Oberfläche kleben. Beispiel Ölwanne: Sitzen Ölverunreinigungen dort, wo später die Dichtmasse angebracht werden soll, hält die Dichtung an dieser Stelle nicht – die Wanne wird hier wahrscheinlich durchlässig sein. Bisher ist es technisch nicht möglich, alle Bauteile auf Restverschmutzungen hin zu überprüfen. Es werden lediglich Stichproben vorgenommen, die zum einen zeitintensiv sind, zum anderen keine Aussage darüber ermöglichen, wo sich auf dem Bauteil die Verunreinigung befand.

Künftig können produzierende Betriebe in puncto Verunreinigungen auf Nummer sicher gehen. Möglich macht dies das Inline-Messsystem F-Scanner, das Forscher des Fraunhofer-Instituts für Physikalische Messtechnik IPM in Freiburg entwickelt haben.

Mit dem Scanner können wir nicht nur jedes einzelne metallische Bauteil inline vermessen – also direkt während der Fertigung, ohne zeitlichen Mehraufwand –, sondern auch genau sagen, in welchem Bereich sich Schmutzpartikel befinden, erläutert Andreas Hofmann, Geschäftsfeldbeauftragter für Produktionskontrolle am Fraunhofer IPM. Dabei sind die Forscher nach seinen Worten in der Lage, selbst kleinste Verunreinigungen oder



Das bildgebende Inline-Messsystem F-Scanner untersucht Bauteile während der Fertigung punktgenau auf Verschmutzungen

(°Fraunhofer IPM)

Ölfilme von unter zehn Milligramm pro Quadratmeter ortsaufgelöst zu identifizieren.

Das Prinzip: Während die Ölwannen auf einem Fließband von A nach B transportiert werden, strahlt ein UV-Laser einen kleinen punktförmigen Bereich des Bauteils an. Befinden sich Öl, Reste von organischen Reinigungssubstanzen oder Fasern auf der Oberfläche, senden diese ein sichtbares Fluoreszenzlicht zurück, quasi als Antwort auf das UV-Licht des Lasers. Genau dieses Licht fängt ein Detektor auf, für alle anderen Wel-

lenlängen ist er blind. Daher kann er die Fluoreszenzsignale der Verunreinigungen sehr empfindlich detektieren. Das metallische Bauteil selbst schickt keine Fluoreszenzstrahlen zurück. Ein Scanner sorgt dafür, dass der Laserpunkt sehr schnell über die Oberfläche saust und sie somit Punkt für Punkt abrastert. Etwa 200 Mal pro Sekunde scannt der Laserstrahl über das Objekt hinweg. Als Ergebnis erhält der Qualitätsmanager ein Bild, auf dem genau zu sehen ist, ob und wo Schmutzpartikel oder Ölfilme vorhanden sind.

Selbst die eigentlich nicht fluoreszierenden Bauteilspäne, die aus Vorverarbeitungsschritten am Prüfobjekt hängen geblieben sind, kann der F-Scanner ausmachen. Da die Bauteile nach der Vorverarbeitung mit Wasser oder Luft gereinigt werden, haften nur diejenigen Späne, die mit Öl oder anderen Substanzen verunreinigt sind – und diese Stoffe fluoreszieren, sagt Hofmann.

Die Ortsauflösung des Systems sowie die Geschwindigkeit passen die Forscher an die jeweiligen Bedingungen an, etwa die Taktrate im Produktionsbetrieb. Dabei begrenzt sich der Einsatz des F-Scanners nicht allein auf metallische Bauteile; für andere Materialien sind jedoch spezifische Untersuchungen erforderlich.

⊃www.ipm.fraunhofer.de

## Vom Minisystem im Labormaßstab bis zu Großseriengeräten – jetzt alles aus einer Hand

Der international tätige Industrieausrüster Serfilco ergänzte kürzlich sein umfassendes Filterprogramm. Mit der zusätzlichen Baugruppe HM innerhalb der SpaceSaver-Filterbaureihe und einem gänzlich neu entwickelten Mini-Filtersystem im Labormaßstab bietet SERFILCO jetzt bewährte Filtertechnik für ein Volumen von 0,5 m³/h bis zu 65 m³/h.

Die Systeme HM, JM und FM der Baureihe SpaceSaver entsprechen hinsichtlich Design und Technik jetzt europäischen Standards. Produziert wird in der Europazentrale in Manchester. Die neuen, aufeinander abgestimmten Filtersysteme bieten dem Anlagenbau und der Industrie eine Reihe von Vorteilen:

- Durchflussraten von 5 m<sup>3</sup>/h bis 35 m<sup>3</sup>/h
- Varianten als Kerzen- oder Scheibenfilter
- Weitere Optionen sind zum Beispiel wahlweise Anschwemmbehälter oder eine Aktivkohlebehandlung, die im international

bewährten Serfilco-Bypass-Verfahren eingesetzt werden kann

Die neue HM-Reihe wird in drei Baugrößen mit Durchflussraten von 5 m³/h, 8 m³/h und 11 m³/h geliefert. Trotz sehr geringer Grundmaße von rund 44 cm x 27 cm können auch die HM-Systeme wie alle größeren Systeme der Baureihe SpaceSaver mit einem zusätzlichen Behälter ausgestattet werden; für eine sichere Führung von Chrom(III)prozessen zum Beispiel ein zusätzlicher Behälter zur Aktivkohlebehandlung im international bewährten SERFILCO-Bypass-Verfahren oder ein Anschwemmbehälter.

Für die Kerzenfiltersysteme können Filterkerzen nach DOE-Standard verwendet werden. Beim HM-System steht außerdem eine Variante zur Filtration mit großvolumigen, plissierten 6"-Filterkerzen zur Verfügung.

Alle Systeme werden mit dichtungslosen und leckagefreien magnetgekuppelten Pumpen ausgerüstet und anschlussfertig vormontiert. Für Beschichtungsprozesse, für die sich magnetgekuppelte Pumpen weniger gut eignen, weil zum Beispiel magnetisierbare Partikel zu einer Blockade der Pumpe führen können, bietet SERFILCO den Anwendern Sonderkonstruktionen. Dann kommen entweder Kreiselpumpen mit Gleitringdichtung zum Einsatz oder der Filterbehälter wird mit einer vertikalen Pumpe kombiniert.

Weil in Labor- und Testanlagen aus wirtschaftlichen Gründen meist nur sehr kleine Behälter eingesetzt werden, wurde für die Anwender kürzlich ein neues Mini-Filtersystem entwickelt, das schon bei Behältern mit





lediglich rund 50 Liter Inhalt eingesetzt werden kann. Mit diesem Mini-System der Kompaktbaureihe Labmaster, der nunmehr komplettierten SpaceSaver-Baureihe und den Großgeräten der Baureihe Mega-Flow biete SERFILCO ab sofort bewährte Filtertechnik mit Durchflussraten von 500 Liter/h bis zu 65 m³/h, wie Walter Masur, bei SERFILCO zuständig für Vertrieb und Marketing in der D-A-CH-Region, erläutert.

Innerhalb der SERFILCO-Gruppe ist das Unternehmen nach Überzeugung von Masur sehr gut aufgestellt für jede Art von Sonderkonstruktion, wenn bei spezifischen Produktionsprozessen Standardlösungen nicht ausreichen. Bei einem der führenden Beschlaghersteller in Deutschland wurden auf Basis des großvolumigen Mega-Flow-Systems zum Beispiel verschiedenste Varianten realisiert, mit einem oder zwei Filterbehäl-

tern, Kombinationen mit Doppelfilter und Anschwemmbehälter, sowohl in Kunststoff als auch Edelstahl. Walter Masur ist überzeugt, dass der Filteranbieter SERFILCO Problemlöser und Partner von Industrie und Anlagenbau ist. Dabei würden die weltweit gewonnenen Erkenntnisse und Erfahrungen sehr gerne in die jeweiligen Projektplanungen eingebracht, wie Walter Masur das Selbstverständnis von SERFILCO als qualitätsorientierter Systemanbieter für die gesamte Oberflächen beschichtende Industrie und den Anlagenbau beschreibt.

Serfilco stellt das komplettierte Filterprogramm demnächst im Rahmen der Oberflächentage in Leipzig vor.

⊃ www.serfilco.de



#### **Fachverband Industrielle** Bauteilreinigung e.V.

#### FIT

#### ZVO-Oberflächentage mit Forum Bauteilreinigung,

Das integrierte Forum Bauteilreinigung informiert am 20. September auf den ZVO-Oberflächentagen in Leipzig über innovative Lösungen und vermittelt praxisorientiertes Wissen für diesen qualitätsentscheidenden Fertigungsschritt in der Oberflächentechnik. Unabhängig davon, wofür und welche Beschichtung eingesetzt wird, eine bedarfsgerecht saubere Oberfläche ist Grundvoraussetzung für deren Qualität und Haltbarkeit. Das vom Fachverband industrielle Teilereinigung (FiT) e. V. organisierte, eintägige Forum Bauteilreinigung am 20. September bietet umfassendes Wissen darüber, wie sich die für den Folgeprozess erforderliche Sauberkeit stabil und wirtschaftlich erzielen lässt. So findet sich auf der Agenda ein Referat zu biologischen Verfahren für die nachhaltige Oberflächenreinigung. Es informiert über die wesentlichen Unterschiede zwischen biologischer und konventioneller Teilereinigung sowie über realisierte Anwendungen. Galvanisch beschichtete Schrauben, bei denen Anforderungen an die technische Sauberkeit zu gewährleisten sind, stellen besondere Anforderungen an die Reinigung. Einerseits gilt es, kleinste Partikel von der Oberfläche zu entfernen, andererseits darf der durch die Beschichtung aufgebrachte Korrosionsschutz nicht beeinträchtigt werden. Lösungen, die dies ermöglichen und in nachfolgenden Prozessen (Verpackung/Transport) eine Partikelbildung verhindern, werden vorgestellt.

Die Überwachung qualitätsbestimmender Parameter in Reinigungsmedien und der filmischen Bauteilsauberkeit sind wesentliche Faktoren für stabile und wirtschaftliche Reinigungsprozesse. Einen Überblick über geeignete Mess- und Analyseverfahren sowohl für die Kontrolle der Bäder als auch der filmischen Sauberkeit findet sich ebenfalls auf der Agenda. Präsentiert wird auch ein technisch und wirtschaftlich konsequent praxisorientiertes Konzept eines digitalen Qualitätsprotokolls für die Teilereinigung, das als Demonstrator umgesetzt ist. Es zeichnet sich durch eine ganzheitliche Erfassung und Industrie 4.0 kompatible Speicherung der Daten, einen modularen Aufbau sowie die gezielte Einbeziehung des Anlagenbedieners aus. Die Kontaktwinkelmessung ist eine bewährte Methode zur Charakterisierung von Oberflächeneigenschaften wie der Benetzbarkeit. Um das Verfahren auch auf sehr kleinen Bauteilen, beispielsweise lithografischen Strukturen und elektronischen Leiterplatinen, anwenden zu können, werden neue Dosiermodule vorgestellt, die eine Tropfengröße von nur 100 µm ermöglichen. Präsentiert wird außerdem ein Verfahren zum Nachweis von organischem Kohlenstoff (zum Beispiel Restschmierstoff) auf kleinen Metallproben ohne aufwendige Probenvorbereitung. Damit lässt sich beispielsweise die Reinigungsleistung von Entfettungsbädern schnell und effektiv kontrollieren. Die heutigen Sauberkeitsanforderungen für eine Beschichtung stellen auch hohe Anforderungen an die Qualität der Spülbäder bei gleichzeitig hoher Wirtschaftlichkeit. Diese Ansprüche lassen sich bei verbrauchten Spülwässern mit modernen Vakuumdestillationssystemen erfüllen.

Die ZVO-Oberflächentage richten sich an Anwender, Fertigungsmitarbeiter, Forscher, Entwickler. Konstrukteure. Einkäufer. QMsowie Vertriebsmitarbeiter aus allen Wirtschaftsbereichen. Eine fachbegleitende Industrieausstellung ergänzt das Programm. Namhafte Unternehmen aus der Galvano-, Oberflächen- und Reinigungstechnik präsentieren hier Neu- und Weiterentwicklungen. Weitere Informationen, das komplette Programm, Vortragsabstracts und Referenten sind auf der Kongress-Homepage unter oberflaechentage.zvo.org abrufbar. Anmeldeunterlagen stehen dort ebenfalls zur Verfügung.

⊃www.fit.zvo.org

#### Verband für die Oberflächenveredelung von Aluminium e.V. VOA

#### **VOA thematisiert Trendthemen**

Als Interessenvertretung und Branchenvernetzwerk ist der VOA auf der ALUMINIUM Messe 2018 in Düsseldorf vom 9. bis 11. Oktober vertreten. In Halle 12, Stand G35, erwarten der Vorstand und die Geschäftsführerin Dr. Alexa A. Becker mit ihrem Team zahlreiche Mitglieder sowie weitere interessierte Unternehmer, Studenten, Auszubildende und Vertreter anderer Verbände und der Presse.

Als Partner der Leitmesse für die Aluminiumindustrie präsentiert sich der VOA gleichzeitig mit einer Vortragsreihe im Rahmen des Aluminium Forums in Halle 12 F40 am dritten Messetag ab 10:00 Uhr. Michael Oswald, Vorsitzender des VOA-Vorstands, betont, dass wichtige, aktuelle Themen aufgegriffen werden und aus der Reihe der Mitglieder erfahrene Akteure der Branche zu Wort kommen werden, die aus der Praxis berichten. Zur Problematik Fachkräftemangel wird Oswald zusammen mit einem Lehrer und Berufsschülern der Gottlieb-Daimler-Schule des Technischen Schulzentrums in Sindelfingen eindrücklich über Zahlen, Fakten und die Ausbildungsinitiative des VOA berichten.

Weitere Vortragsthemen sind die Digitalisierung und Automation aus dem Hause Henkel in Düsseldorf sowie ein Beitrag zur Produktivitätssteigerung und Kostenreduzierung beim Eloxalprozess von der Chemetall aus Frankfurt. Mit einem detaillierten Einblick in die aktuellen Rahmenbedingungen der international anerkannten Qualitätszeichen

#### INSERENTENVERZEICHNIS AHC Oberflächentechnik 23 **KMU Loft** 11 Serfilco GmbH 31 **B+T Technologies GmbH** Walter Lemmen 13 Softec AG 25 19 U3 Bohncke GmbH / Siebec GmbH Gebr. Liebisch GmbH & Co. KG Sondermann GmbH & Co. KG 27 MacDermid Enthone Titelbild Deutsche Messe AG / parts2clean 39 Stark Eloxal U2 Munk GmbH 35 TIB Chemicals AG Dörken MKS 15 25 7 Reed Exhibitions 21 Walther Trowal FST Drytec GmbH 25 U4 G. & S. Philipp Renner GmbH 37 Harter GmbH 33 Sager + Mack GmbH 1



QUALANOD, QUALICOAT/QUALIDECO und QUALISTRIP unterstreicht Sebastian Johansson, technischer Referent des VOA, in seinem Vortrag die Wichtigkeit einer international ausgerichteten Unternehmensstrategie im Zeitalter des globalen Wandels.

Auf der ALUMINIUM 2018 treffen wir auf Produzenten, Verarbeiter, Technologielieferanten und Verbraucher entlang der gesamten Wertschöpfungskette. Dort erfahren wir, was die Branche technisch, wirtschaftlich und politisch bewegt. Diese "O-Töne" brauchen wir, um unserer Aufgabe als Stimme der Branche in Wirtschaft, Politik und Medien gerecht werden zu können, so die VOA-Geschäftsführerin Alexa A. Becker.

#### **VOA Seminar Kostenrechnung**

Das wirtschaftliche Umfeld der Industrie ist geprägt von Globalisierung, Digitalisierung, technologischen Neuerungen und verkürzten Produktlebenszyklen. Diese steigenden Anforderungen zwingen Unternehmen, die Kostenrechnung differenziert zu betrachten und zu optimieren. Aus diesem Grund bietet der Verband für die Oberflächenveredelung von Aluminium e.V. (VOA) am 29. November 2018 erstmalig das Seminar Kostenrechnung als Erfolgsfaktor - Betriebliches Rechnungswesen in der Branche der Oberflächenveredelung an. Das Seminar richtet sich an die Geschäftsführung, Fach- und Führungskräfte aus den Bereichen Produktion, Fertigung, Arbeitsvorbereitung sowie an Mitarbeiter im Bereich Rechnungswesen, Kostenkalkulation und Controlling.

Ziel des Seminars ist es nach Aussage von Dr. Alexa A. Becker, VOA-Geschäftsführerin, die Kostenrechnung als Grundlage für die Wettbewerbsfähigkeit eines gesunden Unternehmens im globalen Wettbewerb praxisnah deutlich zu machen. Dem VOA ist es gelungen Prof. Dr. Bernd Giezek, Geschäftsführender Gesellschafter der SpeedRepeat als kom-

petenten Referenten zu gewinnen. Er blickt auf eine über 30-jährige Schulungstätigkeit im Bereich von Steuerberatern und Wirtschaftsprüfern und berät regional und international operierende Unternehmen in betriebswirtschaftlichen Themen.

Zusätzlich bietet der VOA exklusiv für die Seminarteilnehmer am Tag vor dem Seminar eine Feuerwehr-Tour am Flughafen Frankfurt/Main an. Hier lernen die Teilnehmer, wie wichtig Brandschutz ist und damit der Risikooptimierung im Unternehmen dient. Im kommenden Jahr wird der VOA ein Seminar zum Thema Brandschutz anbieten.

## VOA überarbeitet technische Informationsblätter

Der Verband für die Oberflächenveredelung von Aluminium e.V. (VOA) hat seine technischen Merkblätter A 03, A 04, A 05, A 06, B 02 und G 01 inhaltlich und im Layout überarbeitet. Verbandsmitgliedern stehen sie ab sofort kostenfrei zur Verfügung. Die technischen Anforderungen am Markt ändern sich rasant, so dass dem VOA nach Aussage von Geschäftsführerin Dr. Alexa A. Becker eine regelmäßige Aktualisierung der in der Branche sehr anerkannten Merkblätter wichtig ist.

Die VOA-Merkblätter werden von Ordentlichen Mitgliedern und Fördermitgliedern in ehrenamtlicher Tätigkeit erarbeitet. In Form von Texten, Tabellen und Bildbeispielen bieten sie Expertenwissen mit wertvollen Erfahrungen und Tipps aus der Praxis für Betriebe aus den Bereichen Anodisation, Beschichtung und Entlackung von Aluminium.

Turnusmäßig werden jene Fachblätter, die länger als drei Jahre im Umlauf sind, von der VOA Projektgruppe 11 hinsichtlich des technischen Standes sowie der aufgeführten Normen und Literaturhinweise aktualisiert. In diesem Jahr wurde auch das Layout überarbeitet, um den Informationsblättern noch mehr Übersichtlichkeit und eine klarere Struktur zu verleihen.

In Zusammenarbeit mit anderen Verbänden wie z.B. dem VFF (Verband Fenster + Fassade) erstellt der VOA weitere Merkblätter. Eine komplette Übersicht der Merkblätter gibt es auf der VOA-Homepage unter www.voa.de/de/shop/merkblaetter. Verbandsmitgliedern stehen die VOA-Merkblätter kostenfrei im Shop als Paperback oder als Download zur Verfügung. Alle anderen Merkblätter können dort zum Mitgliederpreis erworben werden. Nichtmitglieder bestellen die Merkblätter kostenpflichtig im VOA.

⊃ www.voa.de

## parts2clean

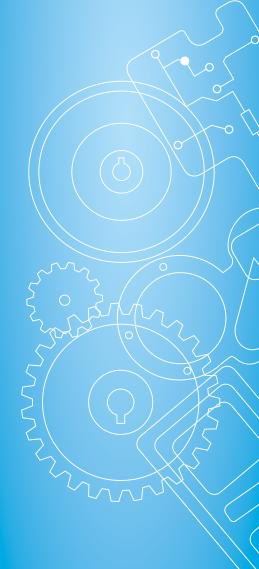
#### Qualität braucht Perfektion

Internationale Leitmesse für industrielle Teile- und Oberflächenreinigung

23.–25. Oktober 2018 Stuttgart • Germany

parts2clean.de

Wieder mit Guided Tours







## **BERUF + KARRIERE**

## **DFG-Förderatlas 2018: Spitzenplatz im Bereich der Material-**

## und Werkstoffforschung

Der Anfang Juli veröffentlichte Förderatlas der Deutschen Forschungsgemeinschaft belegt die Forschungsstärke der TU Bergakademie Freiberg. Im Bereich der Werkstofftechnik erhielt sie im bundesweiten Vergleich die meisten Fördergelder.

Eine der größten nationalen Einrichtungen der Forschungsförderung, die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG), hat Anfang Juli ihren Förderatlas veröffentlicht, der den Zeitraum von 2014 bis 2016 untersucht. Die Freiberger TU nimmt darin im Fachgebiet Materialwissenschaft und Werkstofftechnik mit Rang 4 unter den bewilligungsstärksten Hochschulen bundesweit einen Spitzenplatz ein und liegt im Bereich Werkstofftechnik mit 17,1 Millionen Euro DFG-Fördergeldern sogar mit großem Abstand auf Rang 1. Der DFG-Förderatlas zeigt nach den Worten von Prof. Dr. Klaus-Dieter Barbknecht, Rektor der TU Bergakademie Freiberg, dass die TU Bergakademie Freiberg auf dem Gebiet der Werkstoffforschung eine herausragende Stellung einnimmt und den Vergleich mit deutlich größeren Universitäten nicht scheuen muss

Im Bereich der Ingenieurwissenschaften belegt sie im Wettbewerb mit größeren Universitäten Platz 17 bundesweit. Bezogen auf das Verhältnis eingeworbener Drittmittel je Professoren in den Ingenieurwissenschaften kommt die TU Bergakademie auf den 6. Platz. Die hohe ingenieurwissenschaftliche Kompetenz der drei sächsischen Technischen Universitäten wird durch den Förderatlas der DFG eindrucksvoll dokumentiert, kommentiert die sächsische Wissenschaftsministerin Dr. Eva-Maria Stange in einer am 5. Juli erschienenen Medieninformation des Sächsischen Ministeriums für Wissenschaft



Im DFG-Sonderforschungsbereich TRIP-MA-TRIX-COMPOSITE setzen die Forscher auf eine Kombination von TRIP-Stählen und Zirkoniumdioxid-Keramiken; hier wird gerade eine Probe in einer Prüfmaschine im Institut für Werkstofftechnik kontrolliert

(Foto: Jürgen Lösel)

und Kunst. Hinter den beeindruckenden Zahlen der eingeworbenen Drittmittel stehe die exzellente Leistung vieler Wissenschaftler an den sächsischen Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen.

⊃www.tu-freiberg.de

## DGM-Studienhandbuch in fünfter Auflage erhältlich

Materialisierung von Ideen - das Motto der DGM bringt mit drei Worten das Wesen des Fachgebiets Materialwissenschaft und Werkstofftechnik (MatWerk) auf den Punkt. Von der Zündkerze über den Elektromotor bis zur Magnetschwebebahn, vom stromlinienförmigen Hochleistungsschwimmanzug bis zu den Flügeln von Windkraftanlagen und LCD-Flüssigkristallbildschirmen, von bioresorbierbaren Stents und selbstreinigenden Fenstern bis hin zu lichtdurchlässigem Beton oder Medikamenten, die mit magnetischen Flüssigkeiten an ihr Ziel gebracht werden: All diese Innovationen wären ohne Materialwissenschaft und Werkstofftechnik nicht möglich.

Mit dieser Vielfalt einher geht die Überschneidung mit angrenzenden natur- und ingenieurwissenschaftlichen Fachgebieten. Insofern ist es nicht verwunderlich, dass auch viele dieser Studiengänge Vertiefungsrichtungen in Materialwissenschaft und Werkstofftechnik anbieten. Auf das Know-how der interdisziplinär ausgebildeten Materialwissenschaftler und Werkstofftechniker wird immer häufiger zurückgegriffen. MIt dem Studienhandbuch möchte die DGM dazu beitragen, dem MatWerk-Studium eine Identität zu geben und die Wahrnehmung in der Öffentlichkeit zu verbessern.

Das DGM-Studienhandbuch ist in der nunmehr fünften Auflage erschienen und gibt interessierten Schülern und Studierenden einen ausführlichen und hilfreichen Überblick über das Studienangebot im Fachgebiet Materialwissenschaft und Werkstofftechnik (MatWerk). Neben den Studienorten und den dazugehörigen Studiengängen informiert das Handbuch über Aufnahmeregularien und Vertiefungsrichtungen an den verschiedenen MatWerk-Standorten.

Dadurch trägt das DGM-Studienhandbuch dazu bei, eines der obersten Ziele der Deutschen Gesellschaft für Materialkunde e. V. die Nachwuchsgewinnung und -förderung im Fachgebiet MatWerk - umzusetzen und den MatWerk-Nachwuchs über Karrieremöglich-



keiten im Bereich der Materialwissenschaft und Werkstofftechnik zu informieren. Kostenlose Exemplare des DGM-Studienhandbuchs können per E-Mail: nachwuchs@ dgm.de oder über die DGM-Geschäftsstelle bezogen werden.

⊃www.dgm.de

















# Korrosion

im Zeitraffer



## KORROSIONSPRÜFGERÄTE

nasschemische Qualitätsprüfung

Je nach Prüfanordnung können die Betriebssysteme Salznebel [S], Kondenswasser [K], Raum- [B], Warmluft [W] und Schadgas [G] sowie geregelte relative Luftfeuchte [F] einzeln oder kombiniert (Wechseltestprüfungen) in über 70 Varianten kombiniert werden. Optional sind Prüfklimate bis -20°C (niedrigere Temperaturen auf Anfrage) und Beregnungsphasen z.B. Volvo STD 423, Ford CETP 00.00-L-467 möglich. Die Geräte sind intuitiv bedienbar, wahlweise als praktische manuelle bzw. komfortable automatische Lösung.

www.liebisch.de sales@liebisch.com



Gebr. Liebisch GmbH & Co.KG
Eisenstraße 34
33649 Bielefeld| Germany
Fon +49 521 94647-0
Fax +49 521 94647-90

## EINE ECHTE RENNER ERKENNT MAN AM DETAIL



PROFESSIONELLE PUMPEN UND FILTER FÜR IHR FLUIDMANAGEMENT



Die Leistungsfähigkeit und Lebensdauer einer Pumpe hängt entscheidend davon ab, wie gut ihre Komponenten aufeinander abgestimmt sind. Für uns bei RENNER hat daher eine große Fertigungstiefe Priorität. Denn so können wir wirklich sicherstellen, dass alles perfekt zusammenspielt und die besten Materialien hochpräzise verarbeitet werden.



Überzeugen Sie sich selbst: auf den Oberflächentagen CCL Ebene +1, Stand 51.

