

# WOMAG

≡ Kompetenz in Werkstoff und funktioneller Oberfläche

www.imo-gmbh.com



ALLES ANDERE ALS  
**OBERFLÄCHLICH**

Blechexpo



BESUCHEN SIE UNS  
7.-10.11.2017  
Messe Stuttgart  
Halle 7 | Stand 7405

## WERKSTOFFE

Laserstrahlheißdrahtbeschichten  
mit Hartstoffen auf Recyclingbasis

## OBERFLÄCHEN

Phosphatier- und Entphosphatier-  
verfahren für Verbindungselemente

## REINIGUNG

Labor-Ringversuch für partikuläre  
Messsysteme in der Praxis

## OBERFLÄCHEN

Oberflächentechnik  
in der Wertschöpfungskette

## REINIGUNG

Trocknung – Kostentreiber  
und Stiefkind der Reinigung?

OKTOBER 2017

**SPECIAL**

Sonderteil zur  
**parts2clean 2017**  
– Anlagen und Verfahren



# COVENTYA

Beyond the Surface

Mit PERFORMA Zink-Nickel in die Zukunft

## SCANNING



### PERFORMA 285

Effizientes und vielseitiges  
Trommelverfahren

### PERFORMA 288

Best-in-Class Gestellverfahren

### PERFORMA 560 BF

Neue Generation sauer ZnNi

FINIDIP &  
FINIGARD  
Leistungsstarke  
Nachbehandlung

### 250 OEM Freigaben

steigern die Auftragslage  
unserer Kunden

COVENTYA... Zutritt gewährt

Für mehr Informationen besuchen Sie [www.coventya.com](http://www.coventya.com) oder scannen den Code:



## Neue Herausforderungen warten schon



Natürlich wird noch immer nicht gerne gereinigt, aber die Bedeutung der Teilereinigung innerhalb der Fertigungskette für die Qualität nachfolgender Prozesse sowie des Endprodukt ist heute unbestritten. Entsprechend hat sie sich als einer der grundlegenden Bestandteile der Wertschöpfungskette in Fertigungsabläufen etabliert und die Industrie hat sich größtenteils darauf eingestellt. Getrieben von Trends wie Elektromobilität, Leichtbau, fortschreitende Miniaturisierung, Digitalisierung und veränderte Produktionsprozesse kommen auf Unternehmen auch in der Bauteilrei-

nigung neue Herausforderungen zu. Standen bisher in zahlreichen Branchen partikuläre Verunreinigungen im Fokus, rücken inzwischen auch filmische Kontaminationen mehr in den Mittelpunkt des Interesses. Denn es wird in der Fertigung mehr geklebt, beschichtet, wärmebehandelt und geschweißt – und dabei beeinträchtigt filmischer Restschmutz das Ergebnis. Kürzere Produktlebenszyklen, geringere Stückzahlen bis hin zur Losgröße eins und zunehmende Individualisierung machen flexiblere Reinigungslösungen erforderlich. Die Einbindung der Reinigung in eine intelligente, vernetzte Fertigung braucht ebenfalls neue Lösungen – von Automatisierungslösungen für das Teilehandling und für die Überwachung des Reinigungsprozesses über die Sauberheitskontrolle bis zur Wartung und Instandhaltung der Systeme.

Mehr dazu und einige Lösungsvorschläge beinhaltet die neue WOClean (elektronische Ausgabe *WOClean 2017* auf [womag-online.de/Publikationen](http://womag-online.de/Publikationen)). Das gesamte Spektrum deckt die parts2clean ab, die vom 24. bis 26. Oktober 2017 auf dem Stuttgarter Messegelände stattfindet. Rund 230 Anbieter von Produkten und Dienstleistungen informieren dort umfassend über Reinigungslösungen entlang der Prozesskette und neue Entwicklungen – der in dieser Ausgabe enthaltene **Sonderteil zur parts2clean** bietet auf den Seiten 11 bis 31 eine Vorschau auf die Messe. Das dreitägige parts2clean-Fachforum mit integriertem FIT-Innovations- und Zukunftsforum bietet darüber hinaus viel praxisorientiertes Wissen und Know-how. Die Vorträge namhafter Referenten aus Industrie und Forschung beleuchten Trends, den aktuellen Stand der Technik und neue Entwicklungen.

Doris Schulz

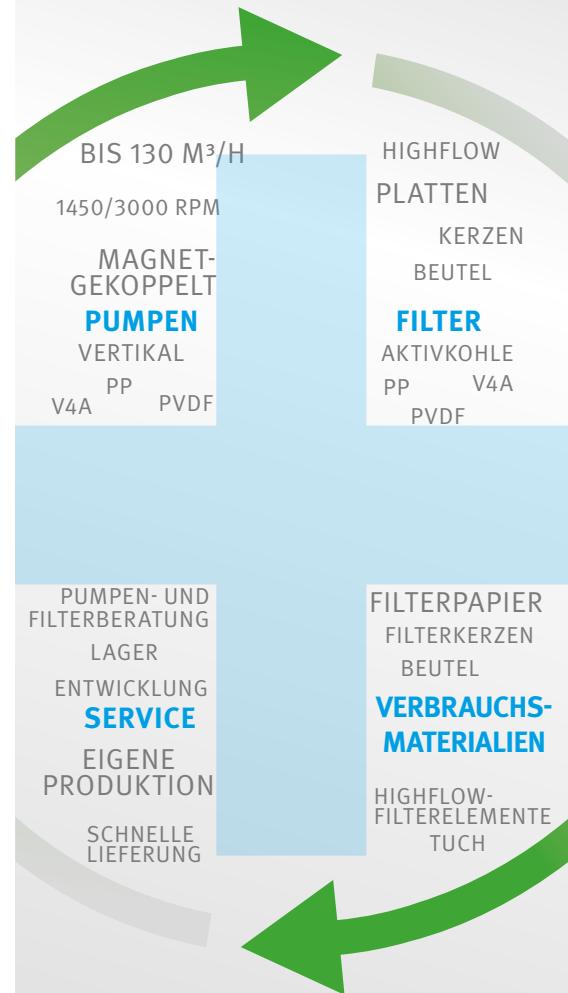
## WOMAG – VOLLSTÄNDIG ONLINE LESEN

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



# Sager + Mack®

## IHR 360° LIEFERANT. ✓



**SF China 2017**  
**China, Shanghai**  
 Wir stellen aus!  
 Von 15. bis 17. November 2017



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



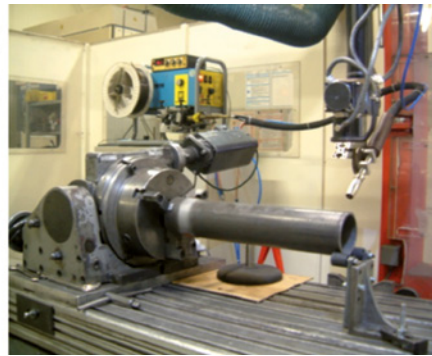
**Sager + Mack GmbH**  
 Max-Eyth-Str. 13/17  
 74532 Ilshofen-Eckartshausen  
[info@sager-mack.com](mailto:info@sager-mack.com)



# INHALT



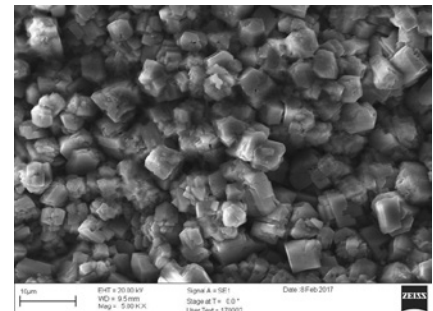
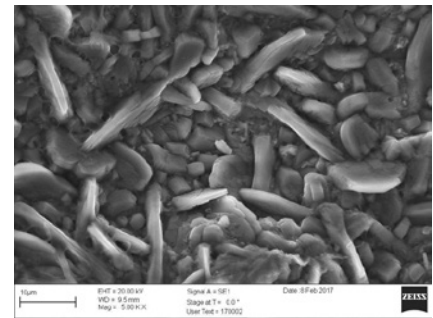
Steuerungselektronik  
Drahtvorschubgerät  
Vorwärmtransformator



## 4 Laserstrahlheißdrahtbeschichten mit Hartstoffen

## 39 Internationale Ausbildung

Größter und zweitgrößter metallisch glänzender Partikel			
Messsystem	Größter Partikel	Zweitgrößter Partikel	
1.160.01.01			
	L = 3413 µm   B = 580 µm	L = 2236 µm   B = 1566 µm	
Größter und zweitgrößter nicht glänzender Partikel			
Messsystem	Größter Partikel	Zweitgrößter Partikel	
1.160.02.02			
	L = 336 µm   B = 101 µm	L = 332 µm   B = 59 µm	



## 11 Labor-Ringversuche für partikuläre Messsysteme

## 32 Nickelfreie Phosphatierung

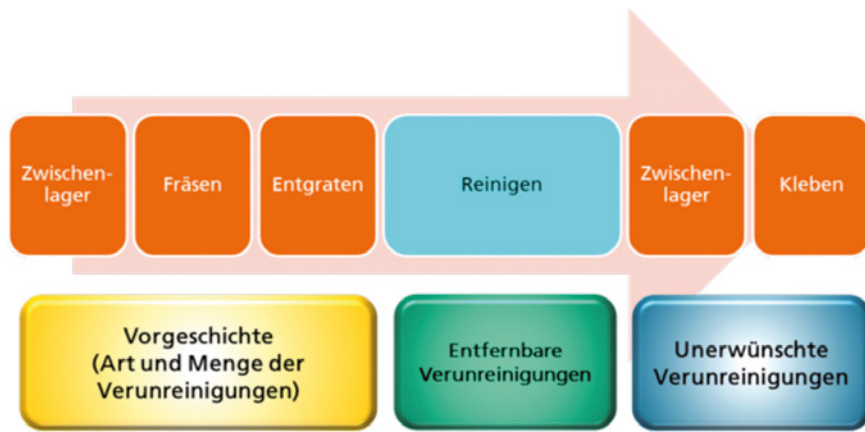
### WERKSTOFFE

- 4 Laserstrahlheißdrahtbeschichten mit Hartstoffen auf Recyclingbasis
- 6 Additive Manufacturing trifft Oberflächentechnik
- 7 Revolution in Schichten: 3D-Druck kann zum Jobmotor werden
- 8 Chemnitz wird Innovationsraum mit internationaler Strahlkraft
- 9 Trends der Werkstoff-, Oberflächen- und Fügechnik
- 10 3D-Druck aus der Cloud

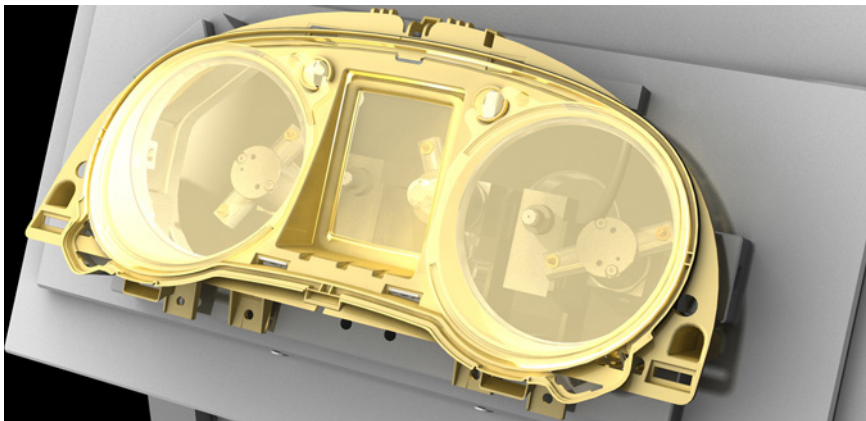
### SONDERTEIL ZUR PARTS2CLEAN

- 11 Labor-Ringversuch für partikuläre Messsysteme in der Praxis
- 14 Bauteilsauberkeit in der Fahrzeugindustrie qualitätsstabil und effizient erreichen
- 17 Aussteller auf der parts2clean – Geräte und Verfahren: Bandelin electronic – Ch. Batsch Verfahrenstechnik – Bense-ler Group – Boos Reinigungsanlagenbau – BvL Oberflächentechnik – dhs Solution – Ecoclean – Fachverband Industrielle Teilereinigung fit – Krüss – MAFAC – Maurer Magnetic AG – Mazurczak GmbH – Medical Mountain – Metallform Wächter GmbH – SITA Messtechnik GmbH – Weber Ultrasonics
- 30 Die Trocknung – Kostentreiber und Stiefkind der Reinigung?





## 30 Trocknen in der Reinigungstechnik



## 14 Bauteilsauberkeit in der Fahrzeugindustrie

### OBERFLÄCHEN

- 32** Moderne nickelfreie Phosphatierverfahren und Entphosphatierverfahren für Verbindungselekte
- 34** Oberflächentechnik in der Wertschöpfungskette – Politik und Industrie erkennen den Wert
- 36** Werkstoffkombinationen – mehr als die Summe der Bestandteile
- 38** OMNITEC V13 bietet Innovation in Verpackungslogistik und Umweltmanagement
- 38** Ecoclean liefert 100ste EcoCFlex-Reinigungsanlage für Automobilhersteller

### BERUF + KARRIERE

- 39** Internationaler Nachwuchs für die elektrochemische Beschichtungstechnik

**Zum Titelbild:** Die IMO GmbH mit Sitz in Königsbach-Stein zählt zu den größten deutschen Beschichtungsunternehmen für hochwertige Kontakte und elektrotechnische Bauteile in Deutschland.



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

#### Erscheinungsweise

10 x jährlich, wie in den Mediadaten 2017 angegeben

#### Herausgeber und Verlag

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

#### Verlagsleitung

Charlotte Schade  
 Mobil 0151/29109886  
[schade@wotech-technical-media.de](mailto:schade@wotech-technical-media.de)  
 Herbert Käszmann  
 Mobil 0151/29109892  
[kaeszmann@wotech-technical-media.de](mailto:kaeszmann@wotech-technical-media.de)

#### Redaktion/Anzeigen/Vertrieb/Abo

siehe Verlagsleitung

#### Bezugspreise

Jahresabonnement Online-Ausgabe:  
 149,- € inkl. MwSt.

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

Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 6 vom 4. November 2016

#### Inhalt

WOMag berichtet über:

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

#### Leserkreis:

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

#### WOMag-Beirat

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

#### Bankverbindung

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

BIC: SOLADEST600; (Konto 2344238, BLZ 60050101)

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

#### Gerichtsstand und Erfüllungsort

Gerichtsstand und Erfüllungsort ist Waldshut-Tiengen

#### Herstellung

WOTech GbR

#### Grafische Gestaltung (Grundlayout)

Wasserberg GmbH

#### Druck

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

## **≡ Laserstrahlheißdrahtbeschichten mit Hartstoffen auf Recyclingbasis**

Von V. Wesling<sup>1)</sup>, R. Reiter<sup>1)</sup>, M. Hecht<sup>1)</sup>, D. Beuth<sup>2)</sup>, L. Lau<sup>2)</sup>, D. Burchards<sup>3)</sup> und G. Phochkhua<sup>3)</sup>



[Zum online-Artikel](#)

Insbesondere in der Grundstoffindustrie treten beim Gewinnen, Transportieren und Aufbereiten von Gütern erhebliche Verschleißschäden auf. Zum Verschleißschutz werden hier üblicherweise schweißtechnische Panzerungen genutzt. Als Schweißzusätze kommen für gewöhnlich Fülldrähte und pulverbasierte Hartlegierungen zum Einsatz, die durch herkömmliche MSG-/OA- beziehungsweise PTA-Prozesse schweißtechnisch verarbeitet werden. Neben den konventionellen MSG-/UP- und PTA-Verfahren besteht auch die Möglichkeit, lokale Beschichtungen durch den Laserstrahlbeschichtungsprozess herzustellen. Üblicherweise kommen hierfür Pulverwerkstoffe, zunehmend aber auch Drahtwerkstoffe zum Einsatz. Eine Verbesserung des Prozesses kann hier beispielsweise durch die Heißdrahttechnologie erreicht werden, weil unter anderem die Abschmelzleistung erhöht und Pulververluste ausgeblendet werden können. Die Entwicklung und Nutzung von angepassten Drahtwerkstoffen ist bei dieser Technologie eine wichtige Schlüsselkomponente der Gesamttechnologie. Am Beispiel neuer karbidhaltiger Hartlegierungen, die auf Primär- und Recyclinghartstoffe zurückgreifen, wird das Laserstrahlheißdrahtbeschichten zur Herstellung von High-Performance-Verschleißschutzschichten vorgestellt. Neben den Prozesskenngrößen werden die Schichteigenschaften untersucht und dargestellt. Das Eigenschaftsprofil der Schichten wird gegenüber konventionellen Beschichtungen abgegrenzt und bewertet.

### **1 Einleitung**

Durch Verschleiß werden jährlich volkswirtschaftliche Schäden in Milliardenhöhe verursacht. Thermische Beschichtungsverfahren wie Auftragschweißen und thermisches Spritzen sowie pulvermetallurgische Verbundwerkstoffe (HIP-Verbunde) können mit hochhartstoffreichen Werkstoffen den Verschleiß mindern. Oft müssen aus wirtschaftlichen und technologischen Gesichtspunkten von Konstruktionsbauteilen nur kleine Funktionsflächen gegen Verschleiß geschützt werden. Hier können die prozessspezifischen Vorteile des Lasers, wie geringer, gezielter Energieeintrag in Kombination mit der fehlenden magnetischen Blaswirkung, in vollem Umfang genutzt werden. Das Laserstrahlbeschichten bietet somit die prozessspezifische Möglichkeit, dünne und/oder thermisch sensible Bauteile zu panzern und ist in diesem Bereich zum Beispiel zum Beschichten von Schleifsteilkanten wirtschaftlich.

Zum effektiven Verschleißschutz werden insbesondere Legierungen benötigt, die beispielsweise hochharte Stoffe wie Wolframkarbid (WC) oder Wolframschmelzkarbid (WSC) in einem hohen Volumenanteil aufweisen. Hartmetalle – pulvermetallurgisch hergestellt – besitzen legierungs- und herstellungsbedingt in der Regel Wolframcar-

bidgehalte von wesentlich mehr als 80 Vol.-% und sind somit allen schmelzmetallurgisch hergestellten Legierungen diesbezüglich überlegen. Nur ein geringfügiger Anteil der Hartmetallplättchen (Hartmetalltails) ist an Bauteilen zum Verschleißschutz nutzbar, der überwiegende Anteil dient deren Befestigung. Hieraus resultiert ein geringer Gesamtnutzungsanteil verbunden mit hohen Werkstoffkosten. Andererseits wird nach Erreichen des Standzeitendes das unverschlossene, zur Befestigung benötigte Werkstoffvolumen genau wie bei Hartmetallwerkzeugen der Zerspanungstechnik aus Kostengründen dem Hartmetallrecycling zugeführt, sodass recyceltes Hartmetallpulver kostengünstig und in großem Umfang zur Verfügung steht. Ziel ist es daher, das recycelte, vergleichsweise kostengünstige Hartmetallpulver, mit hohem Anteil an Wolframkarbid durch einen neu zu entwickelnden Laserstrahlbeschichtungsprozess in Form von neuen, ebenfalls zu entwickelnden hartmetallbasierten Schweißzusatzwerkstoffen in Form von Fülldrähten zu Schichten mit neuen Eigenschaften zu verarbeiten.

### **2 Laserstrahlheißdrahttechnologie**

Hinsichtlich Laserleistung und -energieeinkopplung in ein Bauteil (mit den uner-

wünschten Effekten wie Verzug, Nacharbeit oder wirtschaftlicher Verlust) ist es vorteilhaft, die zum Aufschmelzen des Zusatzwerkstoffs erforderliche Energie auf ein Minimum zu reduzieren. Aus diesem Grund ist eine Weiterentwicklung der Heißdrahttechnologie in Kombination mit dem Laserstrahlbeschichten sinnvoll. Nachfolgend wird die Prozessentwicklung auf Basis eines vorhandenen CO<sub>2</sub>-Lasers dargestellt (Abb. 1).

Insbesondere die Beschichtung von dünnen Kanten ( $\leq 3$  mm) ist bei der vorgestellten Technologie von besonderem Interesse, da das Laserstrahlbeschichtungsverfahren in diesem Anwendungsbereich gegenüber anderen schweißtechnischen Beschichtungsverfahren prozessspezifische Vorteile wie genauer Energieeintrag oder keine magnetische Blaswirkung aufweist. Eine besondere Herausforderung ist das (prozesssichere) Positionieren und Führen des Heißdrahts, wofür Drähte mit geringem Drall benötigt werden.

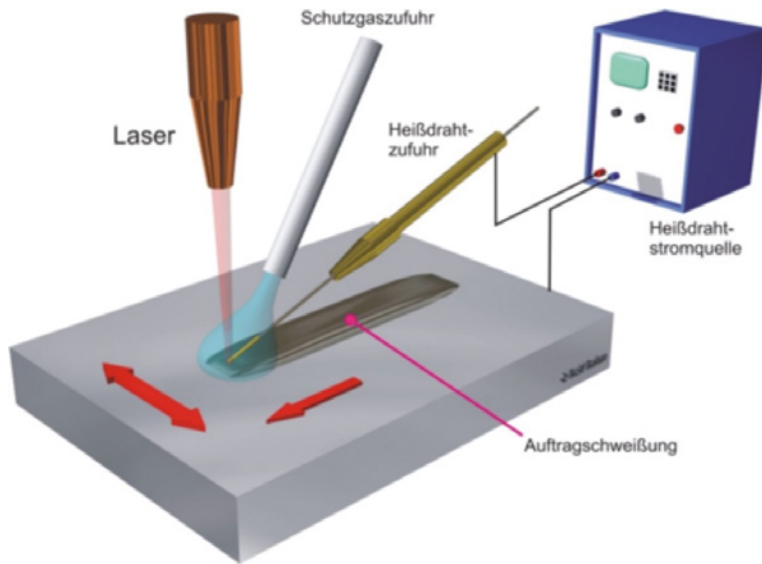
### **3 Neue Hochleistungsverschleißschutzsysteme auf Recyclingbasis**

Ausgangspunkt ist ein Vergleich zwischen dem Stand der Technik des Laserstrahlbeschichtens mit hartstoffgefüllten/-haltigen Fülldrähten zum prozesssicheren Beschichten von Werkzeugkanten, dünnen Substraten, Taschen und Nuten zum industriellen Praxiseinsatz, das heißt inklusive automatisiert (pyrometrisch) regelbarer Heißdrahtstromquelle. Zum Verschleißschutz durch schweißtechnisches Beschichten werden

1) TU Clausthal, Institut für Schweißtechnik und Trennende Fertigungsverfahren, E-Mail: office@isaf.tu-clausthal.de

2) Corodur Fülldraht GmbH, E-Mail: lau@corodur.de

3) Clausthaler Laser- und Werkstofftechnik GmbH, E-Mail: info@clausthaler-laser.de



**Abb. 1: Prozessskizze des Laserstrahlheißdrahtauftragschweißens**

**Tab. 1. Zum Panzern bevorzugte Verschleißschutzlegierungssysteme [1-3]**

Basis	Legierungssysteme
Fe	FeCr(Nb, V, W, Mo)C(B), Fe(Ti, V)C, Fe + WSC
Co	Co(W, Mo)C, CoCrMo
Ni	Ni(Cr)BSi + (WSC, WC), NiCrMo

derzeit die in *Tabelle 1* aufgeführten Legierungsklassen verwendet. Während kobaltbasierte Hartlegierungen und intermetallische Nickelbasishartlegierungen bevorzugt zum Adhäsionsschutz und zum Schutz vor kombinierter Beanspruchung genutzt werden, kommen die karbidisch verstärkten und unverstärkten Nickel- und Eisenbasishartlegierungen zum Abrasionsschutz – teilweise bei erhöhten Einsatztemperaturen – zum Einsatz.

Ein in der Regel besserer Verschleißschutz kann durch Verwendung von Hartmetal-

len erreicht werden. Ihr Hauptbestandteil ist Wolframcarbid mit Hartphasengehalten von bis über 90 Gew.-% bei Korngrößen < 10 µm. Ein geringer Hartphasenabstand bei einem hohen Hartstoffanteil verhindert ein Auswaschen der Matrix und bietet daher diesen guten Verschleißschutz. Nachteilig am Hartmetalleinsatz ist jedoch, dass Hartmetall sehr teuer ist und somit nur unter besonderem wirtschaftlich-technischen Aufwand konturangepasste Verschleißschutzgeometrien erzeugt werden können.

Hartmetallbasierte Schichten werden derzeit nur durch das thermische Spritzen hergestellt, wobei auf Werkstoffe mit einem Anteil an Wolframcarbid zwischen 80 Gew.-% und 90 Gew.-%, wie beispielsweise der Werkstoff WC-Co 88-12, zurückgegriffen werden kann [4-7]. Die einzige technische Möglichkeit, beispielsweise Eisenbasislegierungen mit feinkörnigem Wolframcarbid (< 10 µm) technisch sicher zu verarbeiten, ist der Laserstrahl-

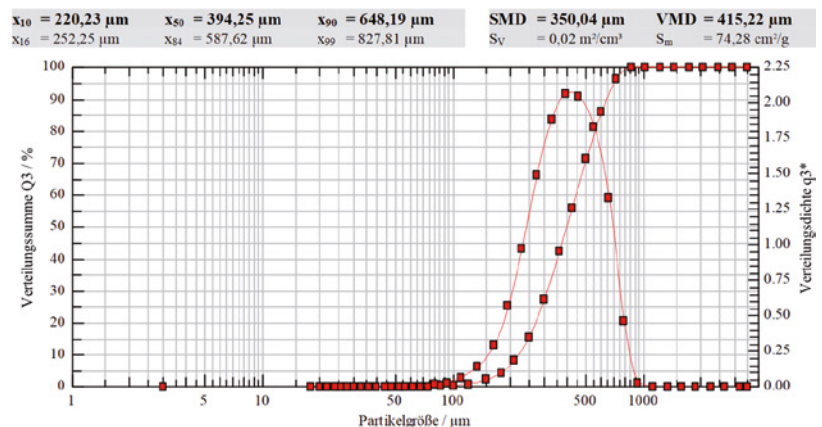
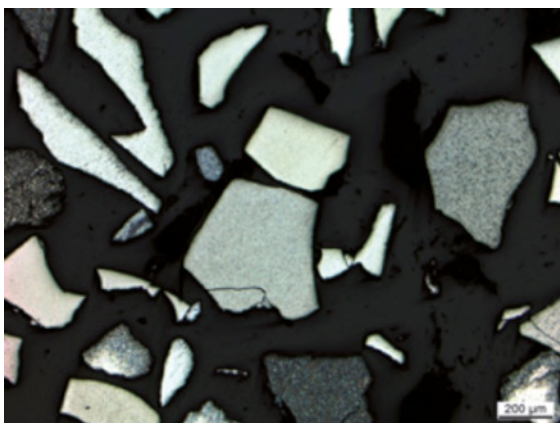
prozess, da wegen der Auflösungsgefahr des Wolframcarbids nur Prozesse mit geringem, genau dosierbarem Energieeintrag in Betracht kommen.

## 4 Experimentelle Untersuchungen

Zur Entwicklung der Basislegierung wurden Schmelzversuche mit unterschiedlichen Binderwerkstoffen durchgeführt, um das Benetzungsverhalten von Wolframcarbid zu charakterisieren. Als Werkstoffsystem wurde ein WC-Co-Spritzpulver ausgewählt. Als Binderwerkstoffe wurden insgesamt vier Nickelbasislegierungen (NiBSi mit 1, 2 und 3 Gew.-% B sowie NiCrBSi), zwei Kupferlegierungen (CuSn6 und CuMnZn), eine Kobaltbasishartlegierung (CoCrWC) und eine Eisenbasislegierung vom Typ Fe-Cr-Mn-B-Co untersucht. Daneben wurde ein recyceltes Wolframcarbidpulver qualifiziert und sowohl mit einem Nickel- (NiBSi mit 3 Gew.-% B) als auch mit einem Eisenbasisbinder (Fe-Cr-Mn-B-Co) infiltriert. Partikelgrößenanalysen mittels Laserbeugung ergaben für das untersuchte recycelte Wolframcarbidpulver eine Kornfraktion von -830 +220 µm bei einem mittleren Korndurchmesser  $d_{50}$  von etwa 395 µm (*Abb. 2*).

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

WOMag-online-Abonnenten steht der gesamte Beitrag zum Download zur Verfügung. Im weiteren werden die Zusammensetzungen, Kristallstrukturen und Eigenschaften der Schichtwerkstoffe beschrieben und verglichen. Der Gesamtumfang des Beitrags beträgt etwa 4,5 Seiten mit 8 Abbildungen, 3 Tabellen und 8 Literaturhinweisen.



**Abb. 2: Recyceltes Wolframcarbid-Hartmetallpulver in einer Lichtmikroskopieaufnahme (links) und als Partikelgrößenanalyse mittels Laserbeugung (rechts)**



## Additive Manufacturing trifft Oberflächentechnik

Dr.-Ing. Tatiana Hentrich, Fraunhofer-Institut für Schicht- und Oberflächentechnik IST, Braunschweig

Die Bedeutung von generativen Fertigungsverfahren (Additive Manufacturing (AM)) ist unbestritten und wächst derzeit weiter stark an. In einigen Bereichen, wie zum Beispiel der Medizintechnik, wo der Individualisierungsgrad extrem hoch und die Anzahl der Bauteile relativ gering ist, sind sie schon längst als serientaugliche Fertigungsverfahren etabliert. Aber auch im Bereich Luftfahrt ist die additive Fertigungstechnik nicht mehr wegzudenken. Insbesondere durch die neuen konstruktiven Gestaltungsmöglichkeiten und die überschaubaren Stückzahlen wird eine wirtschaftliche Fertigung hier schnell erreicht. In den vergangenen Jahren wurden unzählige Aktivitäten gestartet, um die Herstellverfahren technisch und wirtschaftlich zu optimieren. Allerdings fanden die erzeugten Oberflächen bisher nur wenig Beachtung. Dabei spielt das Oberflächendesign (Struktur und Eigenschaften) für die Funktionalität des Bauteils im Einsatz eine wichtige Rolle. Daher sind sowohl das Design des Bauteils als auch die anwendungsgerechte Gestaltung der Oberfläche entscheidend für eine sichere und langlebige Nutzung des Bauteils. Bei konventionell hergestellten Bauteilen wird die Oberflächengüte für das ganze Bauteil durch den Konstrukteur festgelegt und über entsprechend ausgewählte Fertigungsverfahren hergestellt. Additiv gefertigte Bau-

teile haben dagegen generell eine schlechtere Oberflächenqualität als konventionell hergestellte Teile. Durch die Festlegung von bestimmten Prozessparametern des additiven Fertigungsverfahrens ergibt sich automatisch eine bestimmte Oberflächenqualität, die sich über das Verfahren nur in Maßen beeinflussen lässt. Daher sind oft nachträglich Oberflächenbehandlungen oder -beschichtungen notwendig, um die gewünschten Eigenschaften zu erreichen. Außerdem können sich Oberflächen eines Bauteils aufgrund der Aufbaurichtung im Fertigungsprozess stark unterscheiden. Dies stellt neue Herausforderungen an eine weitere Bearbeitung des Bauteils. Abhängig von der Oberflächengüte und den Eigenschaften einzelner Flächen müssen entweder lokal unterschiedliche Bearbeitungsschritte durchgeführt oder über einen Zwischenschritt gleiche Bedingungen für eine weitere Bearbeitung, beispielsweise eine Oberflächenbeschichtung, geschaffen werden. Einer der wichtigsten Vorteile der additiven Fertigung ist die enorme Designfreiheit. So können komplexe Geometrien hergestellt werden, die mit konventionellen Methoden nicht zu erreichen sind. Insbesondere innere Strukturen, zum Beispiel auch abgeschlossene Hohlräume, können so sehr einfach hergestellt werden. Diese inneren Konturen gel-

ten aber oft als die schwächsten Stellen für einen Angriff durch Korrosion oder Oxidation. Außerdem können die inneren Konturen mit den wie gedruckten Oberflächen einen idealen Startpunkt für die Initiierungen von Rissen durch thermo-mechanische Belastung darstellen. Hier steht die konventionelle Oberflächentechnik vor neuen, noch ungelösten Herausforderungen. Neue Ansätze und Ideen sind gefragt und werden vom Fraunhofer-Institut für Schicht- und Oberflächentechnik IST zusammen mit weiteren Partnern aus der Industrie und Forschung entwickelt. Am Beispiel eines tribologischen Systems wird deutlich (Abb. 1), dass Oberflächen nur als Teile einer Systembetrachtung zu sehen sind. Dabei sind nicht nur die Material- und Oberflächeneigenschaften sowie Bauteilkonstruktionen, sondern auch alle dazugehörige Umweltfaktoren, wie Umgebungsmedien und Einsatzbedingungen, zu betrachten. Bereits kleinste Änderungen eines dieser Faktoren können zu gravierenden Änderungen in der Bauteilfunktionalität und -lebensdauer führen. Das Fraunhofer IST realisiert hier maßgeschneiderte Lösungen für die Oberflächengestaltung unter Berücksichtigung aller Systemfaktoren und der kundenseitig festgelegten Anforderungsprofile. Numerische Ansätze über Simulationstools stehen zur Unterstützung zur Verfügung. Allerdings ermöglichen die derzeit verfügbaren Systeme noch keine ganzheitlichen Lösungen. Daher sind weiterhin umfangreiche praktische Untersuchungen und Tests von Bauteilen notwendig, auch wenn der Finanz- und Zeitaufwand hierfür sehr hoch sind. Ähnliche Herausforderungen gelten auch für Anwendungen in komplexen Korrosions- und Oxidationsumgebungen. Die genannten Aspekte der Oberflächenoptimierung von additiv gefertigten Bauteilen stellen den Schwerpunkt des ersten Workshops zu diesem Thema von INPLAS und dem Fraunhofer-IST dar. Der vom 29. bis 30. November 2017 in Braunschweig stattfindende Workshop bietet eine Plattform für Diskussionen zwischen Unternehmen und der Forschung. In zahlreichen Vorträgen werden die Möglichkeiten der additiven Fertigung sowie die Schwierigkeiten bei der Gestaltung der Oberflächen angesprochen. Das Rahmenprogramm bietet zudem Raum für

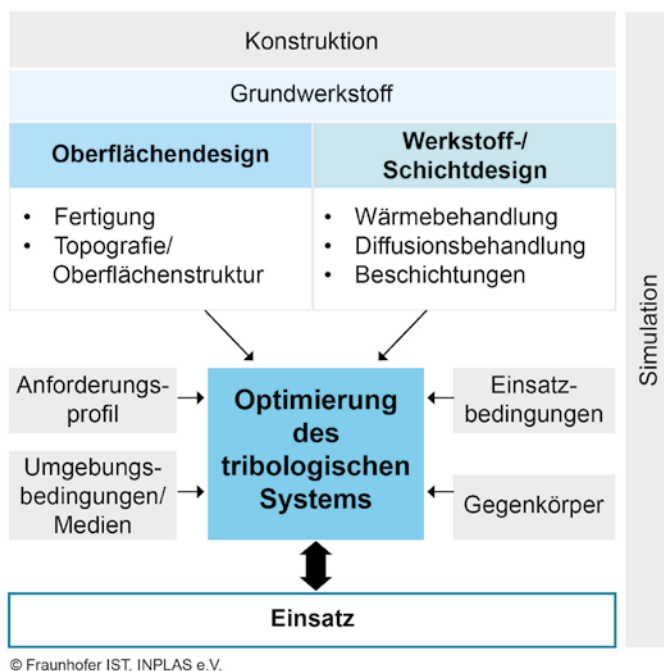


Abb. 1: Systemische Konzepte zur Optimierung des Tribosystems

Diskussionen und zu Besichtigungen verschiedener Labore des Fraunhofer IST sowie des FabBus der Fachhochschule Aachen. Das vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie bei der Initiative go-cluster akkreditierte Netzwerk INPLAS - Industrielle Plasma-Oberflächentechnik - ist ein Cluster, das die Kommunikation zwischen Forschung und Industrie im Bereich der Plasmatechnik fördert. Dadurch soll die Umsetzung von

neuen Entwicklungen und Ideen in die Industrie beschleunigt werden. Das Fraunhofer-Institut für Schicht- und Oberflächentechnik IST in Braunschweig ist eine der ersten Adressen, wenn es um komplexe Fragestellungen im Bereich der Oberflächentechnik geht. Das Institut besitzt eine mehr als 25-jährige Expertise in den Bereichen der Medizintechnik, des Maschinenbaus und der Fahrzeugtechnik sowie des Werk-

zeugbaus und der Luft- und Raumfahrt. Dabei werden nicht nur verschiedene Verfahren der Oberflächenbehandlung und -beschichtung eingesetzt, sondern die gesamte Fertigungskette betrachtet. Eine umfangreiche Ausstattung im Bereich der Analytik sowie der Schichtcharakterisierung steht zur Beurteilung von Oberflächen zur Verfügung.

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

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

## Revolution in Schichten: 3D-Druck kann zum Jobmotor werden

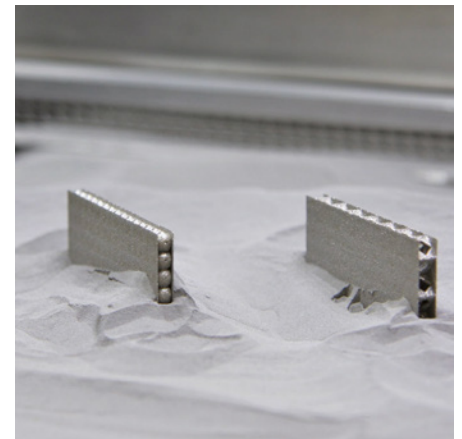
**3D-Druck beziehungsweise Additive Fertigung ermöglicht es, hochkomplexe und individuell geformte Bauteile auch in kleinen Stückzahlen zu produzieren. Additive Fertigung bietet großes Potenzial, ergänzend zu den konventionellen Herstellungsverfahren, bestehende Produktportfolios zu erweitern und damit neue wirtschaftlich-technologische Möglichkeiten zu eröffnen. Diese werden sich stark auf die Tätigkeiten und die Arbeitswelt der Menschen in Entwicklung, Produktion und Vertrieb auswirken. Das wurde auf der 5. Fachkonferenz Additive Manufacturing in Duisburg deutlich. Um der zunehmenden Nachfrage nach additiv gefertigten Produkten gerecht zu werden, müssen produzierende Unternehmen neue Digitalkompetenzen aber häufig erst aufbauen. Der VDI unterstützt dabei mit dem neuen Zertifikatslehrgang Fachingenieur Additive Fertigung VDI.**

Das Marktforschungsunternehmen IDC prognostiziert einen Umsatzanstieg bei der additiven Fertigung von 7,3 Milliarden US-Dollar im Jahr 2016 auf 35,4 Milliarden US-Dollar bis 2020. Im Prototypenbau ist additive Fertigung bereits fest etabliert. Unternehmen können sich beliebige Bauteile mit verschiedenen Eigenschaften ausdrucken, die sie vorher per Simulation verifiziert und virtuell getestet haben. Sie können somit individuellen Kundenwünschen nachgehen. *Noch haben wir es in der Hand, die Veränderungen durch additive Fertigungsverfahren zu gestalten*, sagt Dieter Westerkamp, Bereichsleiter Technik und Wissenschaft im VDI. *Und wenn wir das richtig machen, wird der 3D-Druck zum Jobmotor für Deutschland.* In den kommenden Jahren sieht Westerkamp den Bedarf an Fachkräften in diesem Bereich stark steigen. Bis zur vollständigen industriellen Durchdringung der additiven Fertigung sind nach den Worten von Klaus Müller-Lohmeier, Global R&D Services and Excellence bei Festo, noch Hausaufgaben zu machen, an denen derzeit aber an vielen Stellen gearbeitet werde. Im Entstehungsprozess von Produktneuheiten sei ein frühestmögliches interdisziplinäres Zusammenwirken von Design und Fertigung notwendig, um einerseits die neuen gestalterischen Optionen wirklich auszuschöpfen und gleichzeitig die fertigungsbedingten Restriktionen, die es auch beim 3D-Druck gebe,

hinreichend zu berücksichtigen. Hindernisse hierbei sind laut Müller-Lohmeier derzeit noch nicht flächendeckend verbreitete Kenntnisse zum 3D-Druck sowie Barrieren existierender organisatorischer Ablaufprozesse in Unternehmen.

Die additiven Verfahren sind im Vergleich zu konventionellen Prozessen noch sehr jung. Der Aufbau einer breiten Wissensbasis – auch durch die Einbindung der Thematiken in die Lehre – muss daher nach Aussage von Prof. Dr. Gerd Witt vom Lehrstuhl für Fertigungstechnik an der Universität Duisburg-Essen, die Grundlage für Kompetenzen und Know-how am Hochtechnologiestandort Deutschland bilden. Digitalkompetenz sei im digitalen Zeitalter die Grundvoraussetzung zur Sicherung der individuellen Beschäftigungsfähigkeit. Bildungsinhalte und -methoden müssen daher regelmäßig den sich verändernden Qualifikationsanforderungen technologischer Fortschritte angepasst werden.

Laut Westerkamp bedarf es zur Steigerung der Digitalkompetenz auf der einen Seite eines länderübergreifenden Commitments für eine digitale Bildungs- und Qualifizierungsoffensive. Auf der anderen Seite seien Unternehmen gefordert, *lebenslanges Lernen* und betriebliche Weiterbildung zu einer realen Priorität werden zu lassen. Der VDI setzt bei der Weiterbildung mit vielen Veranstaltungen



**Revolution in Schichten: 3D-Druck kann zum Jobmotor werden**

(Bild: Rapid Technology Center Duisburg)

gen und Seminaren an. So ist beispielsweise gerade der neue Zertifikatslehrgang *Fachingenieur Additive Fertigung VDI* gestartet. Teilnehmer lernen dabei den gesamten Prozess der additiven Fertigung kennen: von den Grundlagen der Materialien über die Entscheidung der Fertigungsart, die Konstruktion, bis hin zur Implementierung der additiven Fertigung im Unternehmen. Einen Überblick über Handlungsfelder bietet die VDI-Publikation *Additive Fertigungsverfahren*.

➔ [www.vdi.de](http://www.vdi.de)

## Chemnitz wird Innovationsraum mit internationaler Strahlkraft

In Chemnitz ist das Leistungszentrum Smart Production an den Start gegangen. Sachsens Ministerpräsident Tillich, Fraunhofer-Präsident Professor Neugebauer und der Rektor der Technischen Universität Chemnitz, Professor Strohmeier, eröffneten dieses gemeinsam mit Vertretern von Wissenschaft und Wirtschaft. Ziel des Leistungszentrums ist es, Entwicklungen für die digitale industrielle Produktion schnellstmöglich von der universitären und außeruniversitären Forschung in die Wirtschaft zu übertragen. Das Leistungszentrum wird von der Technischen Universität Chemnitz, dem Fraunhofer-Institut für elektronische Nanosysteme ENAS und dem Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU koordiniert. Fördermittelgeber sind der Freistaat Sachsen und die Fraunhofer-Gesellschaft.

Mit dem Leistungszentrum Smart Production entsteht am Forschungs- und Wissenschaftsstandort Chemnitz ein neuartiger Innovationsraum, der die Wettbewerbsfähigkeit der Region noch weiter stärkt und mit internationaler Strahlkraft versieht. Sachsens Ministerpräsident Stanislaw Tillich betonte bei der Eröffnungsveranstaltung die Bedeutung des Zentrums innerhalb der Innovationsstrategie des Freistaates. Mit dem Leistungszentrum Smart Production wird sächsische Spitzenforschung fortgeschrieben und der internationale Forschungsstandort Chemnitz weiter aufgewertet. Die in Sachsen bereits vorhandene große Kompetenz bei der Digitalisierung wird weiter gestärkt. Fraunhofer ist ein fester Bestandteil des sächsischen Innovationssystems und wichtiger Partner auch für den erfolgreichen Maschinen- und Automobilbau. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler verbessern die Wettbewerbsfähigkeit sächsischer Unternehmen und mehrten damit den Wohlstand im Land. Künftig wird das Leistungszentrum zentrale Drehscheibe für strategische Forschungs- und Transferprojekte sein, dabei kleine und mittlere Unternehmen aktiv einbeziehen sowie den Innovations- und Wissenstransfer in die Wirtschaft nachhaltig unterstützen. Der Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft, Professor Reimund Neugebauer, verwies auf den Stellenwert der Leistungszentren über die Fraunhofer-Gesellschaft hinaus und begründete die Neuansiedlung mit den hervorragenden Standortvoraussetzungen in Chemnitz: Das Leistungszentrum schafft Querverbindungen und damit Symbiosen zwischen Wissenschaft und Industrie, die es so vorher nicht gab und hebt Chemnitz als führenden Standort der Produktionstechnik auf ein neues, auch international noch stärker sichtbares Level.

Der Rektor der TU Chemnitz, Professor Gerd Strohmeier, ist fest davon überzeugt, dass die Technische Universität Chemnitz durch das Leistungszentrum Smart Production regio-



**Eröffnung des Leistungszentrums Smart Production in der E<sup>3</sup>-Forschungsfabrik des Fraunhofer IWU durch Prof. Stefan E. Schulz (Stellv. Institutsleiter Fraunhofer ENAS), Prof. Dirk Landgrebe (Institutsleiter Fraunhofer IWU), Prof. Siegfried Fiebig (Sprecher der Geschäftsführung VW Sachsen), Prof. Wolf-Guntram Drossel (Sprecher des Leistungszentrums »Smart Production« und Geschäftsführender Institutsleiter Fraunhofer IWU), Prof. Gerd Strohmeier (Rektor der Technischen Universität Chemnitz), Prof. Reimund Neugebauer (Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft), Prof. Guntram Wagner (Leiter Professur Verbundwerkstoffe und Werkstoffverbunde an der TU Chemnitz), Prof. Thomas Lampke (Leiter Professur Werkstoff- und Oberflächentechnik), Prof. Andreas Schubert (Leiter Professur Mikrofertigungstechnik) (v.l.n.r.; Bild: Fraunhofer IWU)**

nal, national und international noch mehr an Sichtbarkeit gewinnt und noch besser zur Digitalisierung der Produktion und zur Gestaltung von Industrie 4.0 beitragen wird.

### Ein Beispiel: Die Produktion schneller zum Laufen bringen

Was Wissenschaftler und Industrie in den drei Clustern Materials, Technologies und Factory gemeinsam vorantreiben, zeigt exemplarisch eines der vielen Vorhaben des Leistungszentrums. Die Wissenschaftler nehmen beispielsweise den Entstehungsprozess von Werkzeugen für Umformpressen in den Fokus. Dieser steht am Beginn der Wertschöpfungskette und bildet den Grundstein einer robusten und nachhaltigen Produkti-

on, so Professor Wolf-Guntram Drossel, Sprecher des Leistungszentrums und Geschäftsführender Institutsleiter des Fraunhofer IWU. Bevor die Werkzeuge beispielsweise bei der Herstellung von Karosseriebauteilen zum Einsatz kommen, durchlaufen sie einen aufwändigen Einarbeitungsprozess. Der Werkzeug-Rohling, das so genannte Initialwerkzeug, wird in eine Versuchspresse eingebaut und fertigt zunächst Testteile. Mit Handschleifmaschinen wird das Werkzeug dann so lange nachbearbeitet, bis bei den Pressversuchen Gutteile entstehen. Dieser Prozess verursacht 62 Prozent der Werkzeugkosten und dauert im Schnitt sechs Wochen – ein langer Zeitraum, in dem noch nicht produziert werden kann. Durch den Einsatz von



Robotern mit taktilen Schleifwerkzeugen, die durch Algorithmen der künstlichen Intelligenz gesteuert werden, soll eine drastische Verkürzung der Einarbeitungszeit und ein neues Produktivitätsniveau im Werkzeugbau erreicht werden.

## Auf die Herausforderungen der künftigen Produktion antworten

Schnelligkeit wird zukünftig zu einem der bedeutendsten Wettbewerbsvorteile, so Pro-

fessor Siegfried Fiebig, Sprecher der Geschäftsführung von Volkswagen Sachsen bei der Veranstaltung mit Blick auf das Projekt und das Leistungszentrum. Er sieht hier die Chance für wichtige Wachstumsimpulse für Unternehmen, auch für ganz neue Branchen. Professor Welf-Guntram Drossel gab in seinem abschließenden Vortrag einen Ausblick auf die weiteren Vorhaben im Leistungszentrum und fasste dessen Anspruch zusammen: Mit dem Zentrum wird ein profilbildendes

Cluster zur Zusammenarbeit im Bereich der Produktions-, Werkstoff- und Leichtbauforschung sowie der Digitalisierung und Mikroelektronik etabliert. Im Sinne von Stärken antworten wir damit auf die Herausforderungen der künftigen Produktionslandschaft – und das im Schulterschluss mit den Akteuren aus Forschung und Wirtschaft am Standort Chemnitz.

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

## Trends der Werkstoff-, Oberflächen- und Füge-technik

### 20. Werkstofftechnisches Kolloquium & Abschlusskolloquium SFB 692 – Call for Papers

Am 14. und 15. März 2018 richtet das Institut für Werkstoffwissenschaft und Werkstofftechnik (IWW) der TU Chemnitz bereits zum 20. Mal das Werkstofftechnische Kolloquium (WTK) aus. Das Institut wird durch die Professoren Thomas Lampke, Guntram Wagner und Martin F.-X. Wagner vertreten. Veranstaltungsort ist das Zentrale Hörsaalgebäude der TU Chemnitz. Die Tagung bietet eine ideale Plattform, um aktuelle Forschungsergebnisse und Trends aus Werkstoff-, Oberflächen- und Füge-technik zu präsentieren. Traditionell werden beim WTK die Themen Werkstoff- und Oberflächentechnik, Fügen, Wärmebehandlung sowie Verbundwerkstoffe und Werkstoffverbunde behandelt. Grundlagen- und anwendungsorientierte Beiträge sind ausdrücklich erwünscht. Referenten aus der Industrie können in fünfminütigen Impulsvorträgen über ihre Produkte und Unternehmen informieren und sich darüber hinaus als Aussteller an zentraler Position präsentieren.

Integriert in das Jubiläumskolloquium findet das Abschlusskolloquium des SFB 692 HALS (Hochfeste Aluminiumbasierte Leichtbauprodukte für Sicherheitsbauteile) statt mit Vorträgen geladener Gäste sowie Präsentationen von Forschungsergebnissen der letzten Förderperiode. Weiterhin wird das Kolloquium durch einen Side-Event, den ELCH-Kurs *Elektrochemisches Beschichten*, begleitet. Wissenschaftliche Beiträge können in Form eines Vortrages oder Posters, sowohl in deutscher als auch in englischer Sprache, präsentiert werden. Die Anmeldung von Beiträgen in Form eines Abstracts mit maximal 200 Wörtern ist bis **17. November** möglich. Die Einreichung der Manuskripte erfolgt dann bis spätestens **22. Dezember 2017**. Alle Beiträge erscheinen in einem referierten Tagungsband in gedruckter Form. Englischsprachige Artikel werden wieder als Open-Access-Publikation in der *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* veröffentlicht.

Zusätzlich zum SFB 692 HALS werden folgende Schwerpunkte thematisiert:

- Galvanische Metallabscheidung / Anodisieren
- Thermische Beschichtungstechnik
- Leichtbauprodukte / Verbundwerkstoffe / Werkstoffverbunde
- Fügen mit Schwerpunkt Lötten
- Additive Fertigung / Wärmebehandlung
- Werkstoffprüfung / Ermüdung / Schädigung
- Hochfeste Stähle

Weitere Informationen sowie die Möglichkeit zur Anmeldung sind zu finden unter:

➔ [www.tu-chemnitz.de/mb/iww/wtk/](http://www.tu-chemnitz.de/mb/iww/wtk/)

#### Ansprechpartner

Wissenschaftliches Programm:

Benjamin Sattler (Tel.: +49 371/531 32808)

Industriepartner:

Robert Pippig (Tel.: +49 371/531 30008)

SFB Abschlusskolloquium:

Stephanie Frint (Tel.: +49 371/531 39597)

## Customized Solutions

Oberflächenveredelung – Perfektion für Ihren Erfolg!

**B + T**  
Technologies GmbH

Wir sind ein hochinnovativer Oberflächenveredler mit viel Erfahrung: Wir sind Mit- und Vordenkler, Präzisions-experte, Prozessoptimierer, Prüfspezialist, Problemlöser, Qualitätsmaximierer, Rundum-Dienstleister und Mehrwert-Erbringer.

Gern auch für Sie.

Ein Unternehmen der B+T Unternehmensgruppe

## 3D-Drucken aus der Cloud

**Geringe Kosten, verkürzte Produktionszeiten, flexible und kunden-individuelle Produktion – die additive Fertigung bietet Unternehmen und Industrie viele Möglichkeiten. Im Vergleich zu bisherigen Technologien können Verfahren wie der 3D-Druck selbst komplexe Bauteile schneller und auch in geringen Stückzahlen günstig produzieren. Zudem ermöglichen sie, einzelne Eigenschaften bereits in der Planung zu verbessern. Um Baden-Württembergs Kompetenzen in diesem Bereich zu bündeln, starten das Karlsruher Institut für Technologie (KIT) und die Universität Stuttgart mit Unterstützung des Landes ein Pilotprojekt: eine 3D-Print-Cloud für die additive Fertigung.**

*Wir nutzen im Land konsequent die Chancen der Digitalisierung. Mit der 3D-Print-Cloud sorgen wir für mehr Ressourceneffizienz und erleichtern die Herstellung von Prototypen in Forschung und Unternehmen, betont Wissenschaftsministerin Theresia Bauer. Unsere Hochschulen gestalten die Digitalisierung maßgeblich mit. Sie bringen die nötigen Innovationen hervor, damit wir in der Forschung und als Wirtschaftsstandort weltweit im Spitzenfeld bleiben. Dafür will das Land ihnen nach ihrer Aussage die bestmöglichen Rahmenbedingungen bieten.*

### Online-Plattform für die additive Fertigung

Um eine Nische für neue Technologien zu schaffen und damit Wertschöpfung in Baden-Württemberg weiter voranzutreiben, haben sich das wbk Institut für Produktionstechnik am KIT und das Institut für Werkzeugmaschinen (IfW) an der Universität Stuttgart im Projekt *3D-Print-Cloud BW* zusammengeschlossen. Gemeinsam wollen sie eine offene Online-Plattform für die additive Fertigung schaffen. Diese soll die vielen Spezialprozesse, die Hochschulen und Unternehmen in Baden-Württemberg entwickelt haben, bündeln und die Akteure vernetzen. Ziel ist, landesweit eine schnelle und kostengünstige Fertigung von Modellen, Mustern und Prototypen zu ermöglichen. Dabei sei vor allem die vernetzte Zusammenarbeit von großer Bedeutung: Ein wesentliches Element für Ressourceneinsparung und wirtschaftliches Wachstum ist nach den Worten von Wolfgang Seeliger, Geschäftsführer der Landesagentur für Leichtbau Baden-Würt-

temberg, moderne Fertigungsverfahren wie 3D-Druck in unternehmensübergreifende und automatisierte Produktionsnetzwerke zu überführen. Dies biete gerade für Startups sowie kleine und mittlere Unternehmen ein großes Marktpotenzial.

### Institute legen mit Fachwissen den Grundstein für die Cloud

Das wbk Institut für Produktionstechnik am KIT bringt vor allem seine Forschungsexpertise im Bereich der additiven Fertigung in das Vorhaben ein. Die Nachfrage nach individualisierten Produkten wird laut Jürgen Fleischer, Professor und Institutsleiter des wbk und Initiator der 3D-Print Cloud, zukünftig weiter zunehmen. Additive Fertigungsverfahren böten großes Potenzial, um Einzelstücke und Kleinserien kosten- und rohstoffeffizient herzustellen. Ein Beispiel für die Forschung am wbk ist das Arburg Innovation Center (AIC). Hier stehen unter anderem zwei Freeformer der Firma Arburg, die Bauteile aus Kunststoffgranulat additiv herstellen: Dabei tragen je zwei Einheiten den verflüssigten Werkstoff Tropfen für Tropfen auf einen beweglichen Bauteilträger auf, bis die gewünschte dreidimensionale Form erreicht ist.

*Das 3D-Druckverfahren bietet der Produktionstechnik ganz neue Möglichkeiten und Freiheitsgrade, sagte Fleischer. So können wir auch komplexe Bauteile in Losgröße 1 herstellen, ohne Werkzeuge zu verwenden.*

Die Vorteile zeigen sich schon in der Bauteilgestaltung: Additive Fertigungsverfahren revolutionieren nach Aussage von Hans-Christian Möhring, Professor und Institutsleiter des IfW Gestaltungsspielräume, Herstellbar-

keit und Leistungsdichte individueller Bauteile. Die 3D-Print-Cloud BW solle die technologische und wirtschaftliche Erschließung dieses Zukunftspotenzials unternehmensübergreifend unterstützen.

Die Plattform soll dem Nutzer ermöglichen, Bauteile einfach, schnell und additiv zu fertigen. Sie bildet den Prozess von der Konstruktion bis hin zur Simulation der Bauteileigenschaften zunächst digital ab. Nutzer können dann die Eigenschaften bearbeiten und über die Cloud an ein Unternehmen in der Umgebung weiterleiten, das die benötigten Anlagen und Kapazitäten hat, um das Bauteil herzustellen. So können Prototypen und sogar kleine Produktchargen individuell und schnellstmöglich gefertigt werden.

### Cloud auch offen für Unternehmen und weitere Einrichtungen

Damit dieses Ziel umgesetzt werden kann, planen wbk und IfW in der ersten Phase die Architektur der Online-Plattform. *Wir wollen mit unserem Fachwissen die Infrastruktur legen, um alle wichtigen Anwendungen und Akteure zusammenzubringen, so Fleischer. In einem späteren Schritt soll die Cloud dann auch für Unternehmen und weitere Einrichtungen geöffnet werden. So können wir sicherstellen, dass das gesamte Potenzial, das Baden-Württemberg in der additiven Fertigung zu bieten hat, vernetzt und optimal genutzt wird.*

Das Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst unterstützt das Projekt 3D-Print-Cloud-BW mit 379 000 Euro.

➔ [www.baden-wuerttemberg.de](http://www.baden-wuerttemberg.de)

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

Fachbeiträge in digitaler Form mit allen Möglichkeiten der modernen Medien!

1 Monat kostenfrei zum Kennenlernen!

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

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

# ≡ Labor-Ringversuch für partikuläre Messsysteme in der Praxis

Von Diala Kockazi, Prof. Dr. Juliane König-Birk, Hochschule Heilbronn, und Steffen Haberzettl, Cleaning Excellence Center (CEC), Leonberg

Die Prüfung der Sauberkeit nach VDA 19 stellt für zahlreiche Bauteile ein wichtiges Verfahren innerhalb der Prozesskette zur Herstellung von Produkten dar. Für den Beleg der Prozesssicherheit des Verfahrens werden regelmäßig Ringversuche der eingesetzten Messsysteme bei Prüf- und Betriebslaboratorien durchgeführt. Von den 23 geprüften Messsystemen erzielten 17 den zufriedenstellenden Bereich. Die detailliertere Betrachtung der Ergebnisse legt nahe, dass vor allem bei den Bedienern der Messsysteme Nachbesserungen erfolgversprechend sein sollten.

## Laboratory Round-Robin Test for Particulate Measurement Systems in Practice

Cleanliness testing of countless individual components in line with VDA 19 is a key element in the overall production sequence. To confirm the integrity of the testing procedure, regular round-robin tests of the measurement equipment in question are carried out by Test Houses and manufacturer's laboratories. Of the twenty-three measurement systems tested, seventeen yielded the most satisfactory results. Detailed examination of the results reveals that communication of corrections and modifications to staff operating the equipment are critical.

Mit der Durchführung von Sauberkeitsanalysen können Unternehmen die Qualität ihrer Produkte sichern. Entweder verfügen die Unternehmen über eigene Labore oder sie beauftragen hierfür Prüflaboratorien, die sich mit der Restschmutzanalyse befassen. Prüflaboratorien, die im Kundenauftrag Analysen durchführen, müssen einen Kompetenznachweis mittels einer Akkreditierung belegen [1]. Aufgrund der Akkreditierungsvoraussetzungen bietet das Cleaning Excellence Center (CEC) seit dem Jahr 2016 Labor-Ringversuche für partikuläre Messsysteme nach VDA 19 Teil 1 [2] an. Die Labor-Ringversuche finden zweimal jährlich statt; dabei werden die angemeldeten Messsysteme verschiedener Prüflaboratorien miteinander verglichen. Anhand des Ergebnisberichts können die Prüflaboratorien nachvollziehen, ob ihr jeweils untersuchtes Messsystem zufriedenstellend arbeitet. So können potenzielle Schwachstellen erkannt werden, um Maßnahmen zur Verbesserung einzuleiten. Bei der Durchführung und Veröffentlichung der Auswertungsergebnisse wird streng auf die Wahrung der Anonymität der Teilnehmer geachtet.

### 1 Beschreibung des Labor-Ringversuchs

Für den Erhalt einer Akkreditierung müssen Prüflaboratorien nach DIN EN ISO/IEC 17025 an einer Eignungsprüfung entweder in Form eines Labor-Ringversuchs oder an einer anderen entsprechenden Vergleichsprüfung teilnehmen. Akkreditierte Prüflaboratorien erhalten mit der Teilnahme an einem Labor-

Ringversuch ihre Akkreditierung aufrecht. Ebenso wie bei akkreditierten Prüflaboratorien ist es für Betriebslaboratorien empfehlenswert, regelmäßig an einem Labor-Ringversuch teilzunehmen. Im Rahmen des Qualitätsmanagements nach DIN EN ISO 9001 sollen die eingesetzten partikulären Messsysteme regelmäßig überprüft werden. Mit der Teilnahme an einem Labor-Ringversuch wird dieser Anforderung entsprochen und kann in das Qualitätsmanagementhandbuch mitaufgenommen werden [3].

### 2 Versuchsablauf für partikuläre Messsysteme

Um die Analyse von partikulären Messsystemen auszuführen, stellt das CEC jedem Teilnehmer Partikelfilter für die Auswertung sowie eine Verfahrensanweisung zur Verfügung. In Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IPA in Stuttgart werden dazu reale Partikelfilter hergestellt. In der Verfahrensanweisung ist die Vorgehensweise des Labor-Ringversuchs festgehalten. Diese muss von allen Teilnehmern strikt eingehalten werden, damit die Vergleichbarkeit der Messergebnisse nicht beeinträchtigt wird. Die Durchführung der automatisierten Messung des Partikelfilters muss nach der Standardanalyse gemäß VDA 19 Teil 1 erfolgen; andere Verfahren sind nicht zugelassen. Für den Labor-Ringversuch können partikuläre Messsysteme wie Stereo-, Zoom- und Material-Mikroskope sowie Flachbettscanner eingesetzt werden. Bei der Filteranalyse sollen alle Partikel ohne Fasern, metallisch glänzende Partikel, nicht

metallisch glänzende Partikel sowie Fasern ausgewertet werden. Dabei müssen diese typisiert und der jeweiligen Partikelgrößenklasse zugeordnet werden. Für den Labor-Ringversuch werden die Partikelgrößenbereiche von 50 µm bis über 3000 µm untersucht. Diese lassen sich gemäß den Anforderungen der VDA 19 Teil 1 in die Partikelgrößenklassen E bis N untergliedern.

Nach erfolgter Übermittlung der Messergebnisse des jeweiligen Messsystems durch den Teilnehmer erfolgt die abschließende Ergebnisauswertung durch das CEC. Jeder Teilnehmer erhält einen anonymisierten Ergebnisbericht, in dem die Auswertungsergebnisse von allen teilnehmenden Messsystemen in Form von Wertetabellen und Schaubildern gegenübergestellt sind.

Als Nachweis für die Akkreditierung nach DIN EN ISO/IEC 17025 erhält jeder Teilnehmer eine Teilnahmebescheinigung sowie ein Prüfsiegel für die erfolgreiche Teilnahme am Labor-Ringversuch.

### 3 Statistische Auswertung der Messergebnisse

Nach der Durchführung der Messungen durch die Teilnehmer werden die Ergebnisse statistisch ausgewertet. Um eine aussagekräftige Bewertung der Messergebnisse zu erstellen, wird die Methode der robusten Statistik nach DIN 38402-A45:9/2003 mittels *Hampel-Schätzer* und *Q-Methode* verwendet. Dies wird für die Auswertung von Ringversuchen vorgeschlagen und von der deutschen Akkreditierungsgesellschaft anerkannt. Der Mittelwert nach Hampel-Schätzer



gibt einen robusten Mittelwert wieder, welcher zur Auswertung von Ringversuchen, zur externen Qualitätskontrolle von Laboratorien [4] eingesetzt wird. Die Standardabweichung nach Q-Methode liefert einen robusten Schätzwert für die Streuung von Daten [5]. Anhand des robusten Mittelwerts und der Standardabweichung sowie den einzelnen Messwerten aus den Auswertungen der Prüfberichte wird der Z-Score für jeden Messwert bestimmt. Nachfolgend ist die Formel zur Berechnung des Z-Scores aufgeführt:

$$\text{Z-Score} = \frac{X - \bar{X}_H}{\sigma_Q}$$

mit:

$X$  = Messwert

$\bar{X}_H$  = Mittelwert nach Hampel-Schätzer

$\sigma_Q$  = Standardabweichung n. Q-Methode

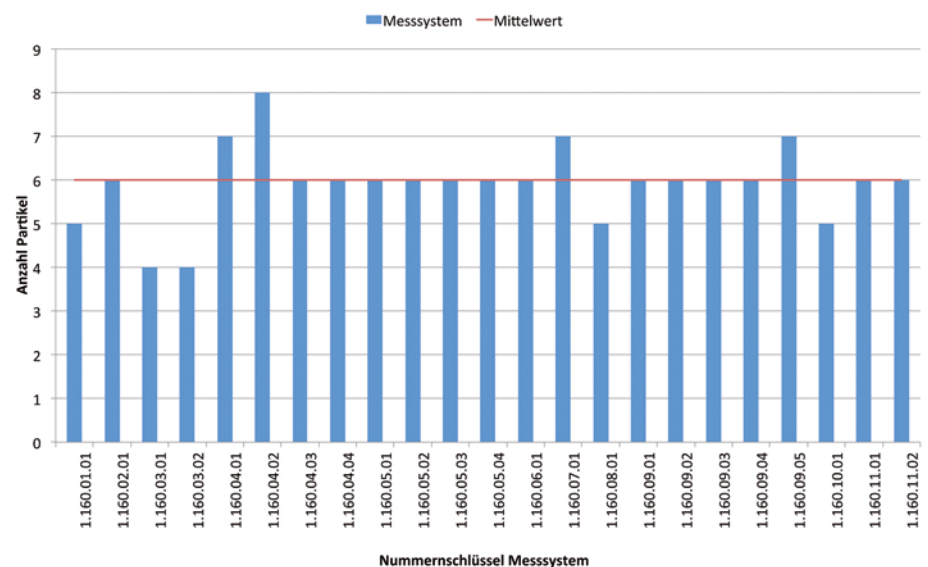
Der Z-Score dient zur statistischen Laborbewertung der Messergebnisse und zeigt, ob diese im zufriedenstellenden Bereich liegen oder nicht. In *Abbildung 1* sind die Bestimmungen für die Bewertung des Z-Scores [6] aufgeführt.

- $|Z\text{-Score}| \leq 2,0$  wird als zufriedenstellend erachte (grün)
- $|Z\text{-Score}| < 3,0$  wird als fragwürdig erachte (gelb)
- $|Z\text{-Score}| \geq 3,0$  wird als nicht zufriedenstellend erachte (rot)

**Abb. 1: Auszug aus dem Ergebnisbericht für die statistische Laborbewertung der Messwerte**

**Tab. 1: Auszug aus dem Ergebnisbericht für die Gegenüberstellung der Auswertungsergebnisse für metallisch glänzende Partikel in den Partikelgrößenklassen E bis N (Farbcodierung gem. Abb. 1)**

Messsystem	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
Mittelwert	103	96	74	103	20	6	4	0	0	0
1.160.01.01	94	91	71	100	21	5	4	-	-	-
Z-Score	-0,4	-0,6	-0,7	-0,4	0,5	-1	-0,3			
1.160.02.01	129	91	69	95	18	6	4	-	-	-
Z-Score	1	-0,6	-1,1	-1	-0,9	0,1	-0,3			
1.160.03.01	28	26	17	26	11	4	4	-	-	-
Z-Score	-3	-7,7	-11,2	-9,8	-4,2	-2,1	-0,3			
1.160.03.02	29	22	14	27	12	4	4	-	-	-
Z-Score	-2,9	-8,2	-11,8	-9,7	-3,7	-2,1	-0,3			
1.160.04.01	97	99	78	88	20	7	4	-	-	-
Z-Score	-0,2	0,3	0,7	-1,9	0	1,2	-0,3			



**Abb. 2: Auszug aus dem Ergebnisbericht für die grafische Darstellung der Auswertungsergebnisse für die Anzahl der Partikel in der Partikelgrößenklasse J**

## 4 Erfahrungsbericht des ersten Labor-Ringversuchs

Die Durchführung des ersten Labor-Ringversuchs für partikuläre Messsysteme durch das CEC begann im Oktober 2016. Es haben insgesamt 23 Messsysteme teilgenommen.

### 4.1 Darstellung der Auswertung im Ergebnisbericht

Im Ergebnisbericht werden die Auswertungsergebnisse der einzelnen Messsysteme des Labor-Ringversuchs in Form von Wertetabellen und Schaubildern für jeden Partikeltyp und jede Partikelgrößenklasse gegenübergestellt. Diese sind in *Tabelle 1* und *Abbildung 2* dargestellt. In der Wertetabelle (*Tab. 1*) sind für jedes Messsystem der errechnete Mittelwert, der Messwert sowie der ermittelte Z-Score der jeweiligen Partikelgrößenklas-

se aufgeführt. Im Säulendiagramm werden die Messwerte der jeweiligen Messsysteme dargestellt und der errechnete Mittelwert als rote Linie abgebildet (*Abb. 2*).

Für beide Darstellungsformen erfolgt die Identifizierung des eigenen Messsystems über einen Nummernschlüssel, der ausschließlich dem jeweiligen Teilnehmer mitgeteilt wird. Ebenso erfolgt eine bildliche Darstellung der größten und zweitgrößten Partikel des jeweiligen Typs, wie in *Abbildung 3* aufgeführt.

### 4.2 Ergebnisse des ersten Labor-Ringversuchs

Zur abschließenden Bewertung der einzelnen Messsysteme wurde je Messsystem der schlechteste Z-Score-Wert herangezogen. In *Abbildung 4* ist das Gesamtergebnis aus dem ersten Labor-Ringversuch aufgeführt.

Sechs der 23 untersuchten Messsysteme lagen außerhalb des zufriedenstellenden Bereichs. Ein Messsystem erzielte einen Z-Score im fragwürdigen Bereich. Das entspricht einem Prozentsatz von 4,4 Prozent. Fünf Messsysteme lagen sogar im nicht zufriedenstellenden Bereich. Dies waren 21,7 Prozent aller Messsysteme. Allerdings lag der Z-Score bei 17 der teilnehmenden Messsysteme im zufriedenstellenden Bereich. Dies entspricht einem Prozentsatz von 73,9 Prozent.

## 5 Fazit

Der beschriebene Labor-Ringversuch zeigt, dass nicht alle untersuchten Messsysteme einen zufriedenstellenden Z-Score aufweisen. Die Ursache dafür liegt zum einen darin, dass die Verfahrensanweisung nicht eingehalten wurde. Weiter nahm ein Mikroskop teil, das besonders in den Größenklassen un-

Größter und zweitgrößter metallisch glänzender Partikel				
Messsystem	Größter Partikel		Zweitgrößter Partikel	
1.160.01.01				
	L = 3413 µm	B = 580 µm	L = 2236 µm	B = 1566 µm
Größter und zweitgrößter nicht glänzender Partikel				
Messsystem	Größter Partikel		Zweitgrößter Partikel	
1.160.02.02				
	L = 336 µm	B = 101 µm	L = 332 µm	B = 59 µm
Größte und zweitgrößte Faser				
Messsystem	Größte Faser		Zweitgrößte Faser	
1.160.03.03				
	L = 1002 µm	LStr = 1872 µm	L = 909 µm	LStr = 1017 µm

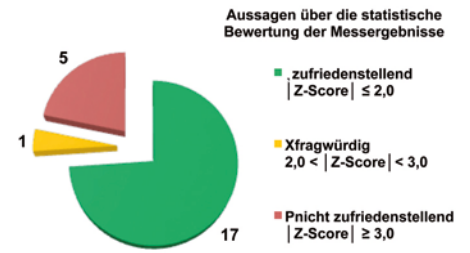
**Abb. 3: Auszug aus dem Ergebnisbericht zur Identifizierung der größten und zweitgrößten Partikel und Fasern**

terhalb von 200 µm die Partikel mit metallischem Glanz durch das Deckglas des Archivierungsrahmens nur mit Schwierigkeiten analysieren konnte.

Des Weiteren hat der Bediener einen wesentlichen Einfluss auf die Analyseergebnisse. Der Ringversuch hat dabei deutlich gemacht, dass hierbei oftmals die Partikel nicht

genau genug betrachtet werden oder falsche Interpretationen erfolgen. Dadurch kommt es gerade bei besonders relevanten Partikeln zu unterschiedlichen Ergebnissen.

Für die teilnehmenden Laboratorien bedeutet ein Z-Score-Wert im zufriedenstellenden Bereich eine Bestätigung ihrer Kompetenz bei der Durchführung von Partikelanalysen



**Abb. 4: Das Gesamtergebnis aus dem ersten Labor-Ringversuch für partikuläre Messsysteme**

mit lichtoptischen Messinstrumenten. Aktuell führt das CEC einen weiteren Labor-Ringversuch für partikuläre Messsysteme durch. Auch in Zukunft werden regelmäßig Labor-Ringversuche angeboten.

#### Literatur

- [1] R. Matissek, G. Steiner, M. Fischer: Lebensmittelanalytik; 5. Aufl., Berlin/Heidelberg: Springer Spektrum, (2014), S. 40
- [2] Verband der Automobilindustrie e.V.: VDA 19 Teil 1: Prüfung der Technischen Sauberkeit - Partikelverunreinigung funktionsrelevanter Automobilteile, 2015
- [3] D. Kockazi: Angewandte Studie: Praktische Durchführung eines Labor Ringversuchs für partikuläre Messsysteme, 2017
- [4] AQS Baden-Württemberg; Ringversuchsauswertesoftware A45 (2015); verfügbar unter: <http://www.iswa.uni-stuttgart.de/ch/aqs/download/a45.html>
- [5] QuoData GmbH; Q/Hampel-Methode; verfügbar unter: <https://quodata.de/content/hampel-schaetzer>
- [6] Eurachem: Wie können Eignungsprüfungs-Ringversuche meinem Labor helfen? Verfügbar unter: [https://www.eurachem.org/images/stories/leaflets/pt/labhelp/how\\_can\\_PT\\_help\\_my\\_lab\\_2013\\_DE.pdf](https://www.eurachem.org/images/stories/leaflets/pt/labhelp/how_can_PT_help_my_lab_2013_DE.pdf)

## PRÄZISE MESSTECHNIK FÜR EINFACHE UND SCHNELLE SAUBERKEITSKONTROLLE

SITA MESSTECHNIK GMBH | Tel.: +49 (0)351 871 8041 | [www.sita-process.com](http://www.sita-process.com)

Augensturm

## ≡ Bauteilsauberkeit in der Fahrzeugindustrie qualitätsstabil und effizient erreichen

### Reinigung wird individueller und anspruchsvoller

Die weitere Senkung von Emissionen, Elektromobilität, Leichtbau und Konnektivität sind nur einige Themen, welche die Fahrzeugindustrie beschäftigen. Auswirkungen haben diese Trends auch auf die Bauteilreinigung.

Die Manipulation der Abgaswerte bei Dieselfahrzeugen hat zu einer Diskussion um die Zukunft von Verbrennungsmotoren, insbesondere der Dieseldieseltechnologie geführt. Daraus lässt sich klar ablesen: Die Elektrifizierung von Fahrzeugen – sei es Plug-In-Hybrid, Range Extender-Fahrzeug oder Automobil mit Batterie- beziehungsweise Brennstoffzellenantrieb – wird eine zunehmend wichtigere Rolle spielen. Klar ist aber auch, dass zumindest über die nächsten zwei Jahrzehnte Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor die Straßen dominieren werden. Entsprechend forcieren Fahrzeughersteller neben alternativen Antriebskonzepten die Weiterentwicklung von emissionsärmeren und sparsameren Benzin- und Dieselmotoren. Schritte in diese Richtung sind unter anderem fortschreitendes Hubraum-Downsizing, Hochaufladung, hocheffiziente und intelligente Getriebe, effektivere Steuerungssysteme sowie weitere Optimierungen bis in die Nebenaggregate.

Dies wird dazu führen, dass Fahrzeugkomponenten empfindlicher auf Verschmutzungen reagieren und infolge dessen die Anforderungen an die technische Sauberkeit bei einer größeren Anzahl von Bauteilen steigen – bei gleichzeitig ebenfalls steigendem Kostendruck im internationalen Markt. Die große Modellvielfalt und kürzere Produktlebenszyklen sind weitere Herausforderungen. All dies macht in der Bauteil- und Oberflächenreinigung Lösungen erforderlich, mit denen sich partikuläre und filmische Sauberkeitsanforderungen nicht nur qualitätsstabil, sondern auch kosteneffizient erfüllen lassen.

#### Schnellere und sparsamere Roboterzellen

Für das Reinigen und Hochdruckentgraten von Motor- und Getriebebauteilen kommen aufgrund ihrer hohen Flexibilität häufig in Fertigungslinien eingebundene Roboterzellen zum Einsatz. Neu- und Weiterentwicklungen ermöglichen hier eine höhere Effizienz bei kürzeren Taktzeiten sowie ver-

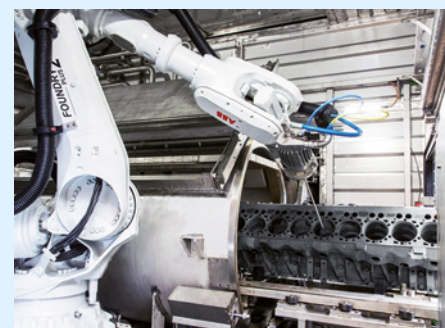
besserter Reinigungsqualität und Verfügbarkeit. So stehen Roboterzellen zur Verfügung, bei denen ein speziell für die harschen Bedingungen in Reinigungsanlagen entwickelter Scara-Manipulator den handelsüblichen Sechssachs-Knickarmroboter ersetzt. Eine gemeinsame CNC-Steuerung für Manipulator und Reinigungsanlage substituiert die bisher separate SPS- und Robotersteuerung. Programmierung, Bedienung, Wartung und Inbetriebnahme nach einem Werkstückwechsel werden dadurch vereinfacht und beschleunigt. Ein weiterer Ansatz zur Effizienzerhöhung liegt bei Roboterzellen in der Optimierung der Leistungsparameter, wie etwa der Verringerung der erforderlichen Drücke. Einzug halten Roboterzellen inzwischen auch bei der Reinigung von Großmo-

toren, beispielsweise für Baumaschinen und Agrarfahrzeuge.

#### Optimal ausgelegte Reinigungsprozesse

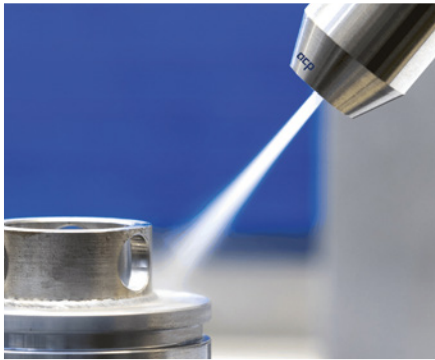
Neben Motor- und Getriebekomponenten wird ein Großteil von Fahrzeugteilen nasschemisch gereinigt. Dabei nimmt der Anteil der Bauteile, bei denen Sauberkeitsspezifikationen zu erfüllen sind, kontinuierlich zu. Je nach Werkstück erfolgt die Reinigung als Einzelteil oder in Batchprozessen als gesetzte Ware oder Schüttgut.

Um die in der Fahrzeugindustrie üblichen hohen Sauberkeitsanforderungen prozesssicher und wirtschaftlich zu erfüllen, ist es unverzichtbar, den Reinigungsprozess hinsichtlich Chemie sowie der Anlagen- und Verfahrens-



**Links:** Die Roboterzelle ist mit einem speziell für den Einsatz in Reinigungsanlagen entwickelten Scara-Manipulator und einer gemeinsamen CNC-Steuerung für Manipulator und Reinigungsanlage ausgestattet (Bild: Dürr Ecoclean). **Rechts oben:** Die optimale Abstimmung von Chemie, Anlagen und Verfahrenstechnik auf Bauteil, Verschmutzung und Sauberkeitsanforderungen ist Voraussetzung für prozesssichere und effiziente Reinigungsprozesse (Bild: MAFAC). **Rechts unten:** Für die Reinigung von Großmotorteilen, etwa Zylinderkurbelgehäuse für Baumaschinen, wurde diese Roboterzelle entwickelt (Bild: Sturm)





**Geht es darum, Schweiß-, Klebe- oder Dichtflächen partiell zu reinigen, bieten sich trockene Verfahren wie die CO<sub>2</sub>-Schneestrahlnreinigung an (Bild: acp – advanced clean production)**

technik auf die Reinigungsaufgabe abzustimmen. Wesentliche Kriterien dabei sind die zu reinigenden Materialien beziehungsweise Materialkombinationen, Größe und Geometrie des Bauteils, Art und Menge der Verschmutzung, der Durchsatz, die erforderliche Flexibilität sowie natürlich die Spezifikation zur partikulären Sauberkeit und immer häufiger auch zu filmischen Restkontaminationen. Bei der Auswahl der Reinigungsschemie empfiehlt es sich, dem chemischen Grundsatz *Gleiches löst Gleiches* zu folgen. Seine Wirkung wird meist durch unterschiedlich stark wirkende physikalische Verfahrenstechnik wie Spritzen, Druckumfluten und Ultraschallreinigung unterstützt.

Je nach Reinigungsaufgabe stehen ebenfalls in eine Linienfertigung integrierbare Systeme als Durchlaufanlagen, Ein- und Mehrkammersysteme sowie Reihentauchanlagen zur Verfügung. Ein modularer Aufbau mit unterschiedlichen Verknüpfungsmöglichkeiten gewährleistet dabei die Anpassung an spezifische Anforderungen, die bedarfsgerechte Erweiterbarkeit und Vernetzbarkeit.

## Selbstüberwachende und -regulierende Reinigungsprozesse

Die permanente Erfassung und Kontrolle der Prozessparameter, beispielsweise der Reinigerkonzentration, der Verschmutzungsgrad der Reinigungsmedien und der Filterzustand bei wässrigen Reinigungsprozessen, kann mit entsprechenden Messgeräten erfolgen. Sie ermöglichen nicht nur die exakte Dokumentation der Zustände während der Reinigung, sondern lassen sich auch nutzen, um etwa eine bedarfsgerechte Nachdosierung von Reinigungsmedium automatisch und ohne Eingreifen des Maschinenbedieners auszulösen.

## Trockene und partielle Bauteilreinigung

Der fortschreitende Leichtbau mit beispielsweise Aluminium, Verbundwerkstoffen und neuen Materialkombinationen verändert die Anforderungen an die Reinigung ebenfalls. Sei es, dass sich die Werkstoffkombination nicht für eine nasschemische Reinigung eignet, nur bestimmte Bauteilbereiche wie beispielsweise Klebe-, Schweiß- und Dichtflächen einen definierten Sauberkeitsgrad erfordern oder die Reinigung bei montierten Komponenten erfolgt. In diesen Fällen können alternative, trockene Verfahren, wie die CO<sub>2</sub>-Schneestrahln-, Druckluftionisations-,

Laserstrahl- oder Plasmareinigung Trümpfe ausspielen. Diese Technologien lassen sich einfach automatisieren und in Fertigungslinien integrieren. Sie bieten dabei auch den Vorteil, dass die erforderliche Sauberkeit *just-in-time* erzeugt wird und keine Maßnahmen für deren Erhaltung erforderlich sind.

## Sauberkeitskontrolle – immer häufiger

Die Kontrolle der partikulären Sauberkeit nach VDA Band 19, Teil 1, ist in der Automobilindustrie inzwischen fester Bestandteil des Qualitätswesens. Dabei zeichnet sich ab, dass die Prüfung nicht nur bei immer mehr Bauteilen durchzuführen ist, sondern auch in re-



**Gute Lösungen sind oft verblüffend einfach:**

**Kleiner Querschnitt ermöglicht den Einsatz bei wenig Platz.**

parts2clean

**Besuchen Sie uns:**  
**Halle 3 – Stand E42**  
**24. – 26. Oktober – Stuttgart**

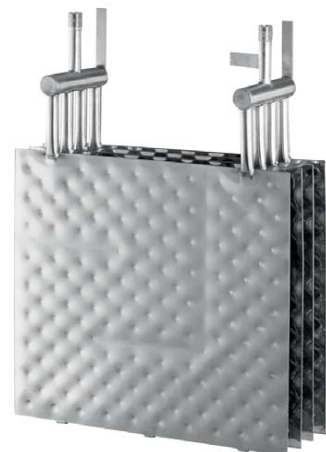


## Plattenwärmetauscher SYNOTHERM®

Der metallische Plattenwärmetauscher SYNOTHERM ist als indirekte Beheizung oder Kühlung für den Einsatz in Anlagen und Behältern konzipiert worden, bei denen geringe Einbau-

maße und gute Beständigkeit gegenüber Prozessflüssigkeiten gefordert werden.

Aufgrund der geringen Plattendicke (<12 mm) und durch die individuelle Anpassung der Plattengröße lassen sich variable Einbaumöglichkeiten realisieren.

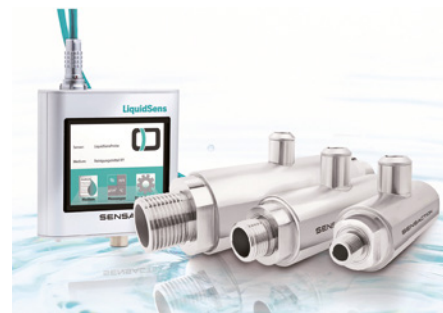


**Heizen • Kühlen • Regeln  
mit Mazurczak-Produkten**

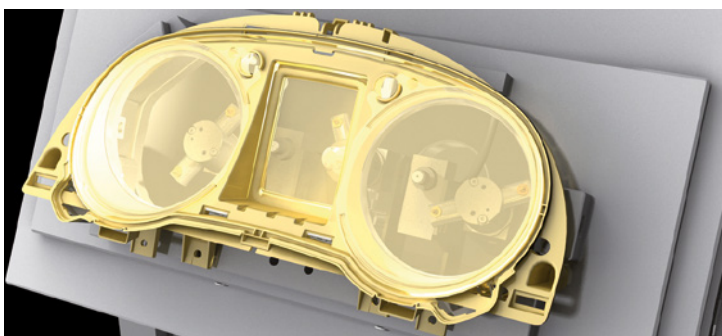
## parts2clean – internationale Leitmesse für industrielle Teile- und Oberflächenreinigung

Qualitäts-, Zeit- und Kosten-Optimierungspotenziale der Teilereinigung in der Automobilindustrie, Verfahren für die prozesssichere und wirtschaftliche Reinigung unterschiedlicher Komponenten oder Möglichkeiten einer optimalen Kontrolle von Reinigungsprozessen und -ergebnissen sind nur einige der zahlreichen Themen der internationalen Leitmesse für industrielle Teile- und Oberflächenreinigung vom 24. bis 26. Oktober 2017 auf dem Stuttgarter Messegelände (Germany). Sie ermöglicht umfassende Informationen über Reinigungssysteme, alternative Reinigungstechniken, Reinigungsmedien, Qualitätssicherungs- und Prüfverfahren, Reinigungs- und Transportbehältnisse, Entsorgung und Wiederaufbereitung von Prozessmedien, Handling und Automation, Dienstleistung, Beratung, Forschung und Fachliteratur. Viel Know-how über unterschiedliche Themen zur Reinigung vermitteln auch das dreitägige parts2clean-Fachforum mit simultan übersetzten (Deutsch <> Englisch) Vorträgen und die Guided Tours.

➔ [www.parts2clean.de](http://www.parts2clean.de)



**Das Online-Messsystem überwacht die Reinigungskonzentration im laufenden Prozess und löst bei Bedarf eine automatische Nachdosierung aus**  
(Bild: SensAction)



**Durch die gezielte Anordnung der rotierenden Düsen entfernt der Druckluftstrom bei montierten Teilen lose Partikel selbst aus schwer zugänglichen Geometrien**  
(Bild: Dr. Escherich)

regelmäßigeren Abständen. Dafür entwickeln Hersteller von Prüfsystemen Lösungen, die eine einfachere und schnellere beziehungsweise prozessnahe Kontrolle ermöglichen. Verstärkt in den Fokus von Fahrzeugherstellern und Zulieferern rücken filmische Restkontaminationen wie etwa Fett- und Ölrückstände, Kühlschmierstoffe oder Trennmittel.

Kein Wunder, erfordern doch Prozesse wie Kleben, Schweißen, Beschichten und Härten öl- und fettfreie Oberflächen, wobei dies keine quantifizierbare Sauberkeitsspezifikation ist. Allerdings gestaltet sich die Definition von Grenzwerten bei filmischen Verunreinigungen deutlich schwieriger als bei Partikeln. Dies liegt nicht zuletzt daran, dass für

viele Fragestellungen noch keine geeigneten Messverfahren existieren.

Für den Nachweis filmischer Rückstände stehen unterschiedliche Lösungen wie Testtinten, Kontaktwinkelmessung und Fluoreszenzmessung zur Verfügung, die jedoch nur ein qualitatives beziehungsweise semi-quantitatives (vergleichendes) Ergebnis liefern. Ein relativ neues Messverfahren extrahiert filmische Kontaminationen durch vakuuminduzierte Desorption von der Bauteiloberfläche. Es wird dadurch möglich, filmische Verunreinigungen auf der gesamten Oberfläche einzelner Bauteile, von Baugruppen oder Bauteilchargen beliebiger Geometrie, qualitativ und quantitativ nachzuweisen.

Um auch filmische Kontaminationen besser spezifizieren und kontrollieren zu können, arbeiten Industrie, Verbände und Forschungseinrichtungen an entsprechender Messtechnik sowie an Handlungsempfehlungen und Regelwerken.  
Doris Schulz

## Technische Sauberkeit in der Medizintechnik

CleanMed ist das Kompetenznetzwerk für technische Sauberkeit, Reinigungsfähigkeit und Sterilisierbarkeit in der Medizintechnik. Das Clusterprojekt verfolgt eine klare Vision. Es geht darum, technische Sauberkeit, Reinigungsfähigkeit und saubere Handhabung medizintechnischer Produkte auf ein neues Niveau zu heben. Der umfassende Ansatz

setzt bereits bei Konstruktion und Material und damit vor dem Produktionsprozess an, um den gesamten Lebenszyklus eines Produktes oder Prozesses von der Idee bis zum Recycling zu optimieren. Derzeit bringen 28 Partner aus Industrie sowie Forschung und Entwicklung ihre breit gefächerten Kompetenzen ein. Sie alle eint das Wissen, ange-

sichts der Komplexität der Aufgabe, das Ziel nur gemeinsam erreichen zu können – und dies schneller und mit der Aussicht auf ein qualitativ hochwertiges Ergebnis.

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

Halle 5, Stand E09

## Cleveres Konzept für die dezentrale Entfettung bringt exzellente Reinigungsergebnisse bei Kostenersparnis von 60 %

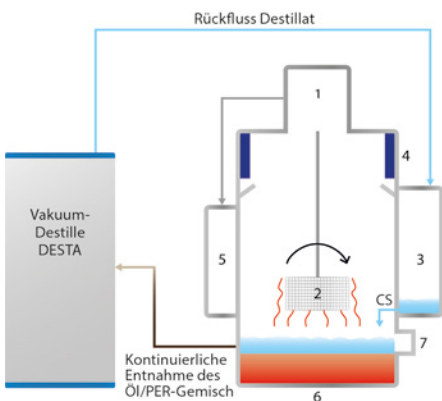


**IDO 36 mit automatischer Beschickung**

Mit kleiner werdenden Losgrößen, größerer Variantenvielfalt, komplizierterer Teilegeometrie und stark verkürzten Lieferzeiten muss sich die Fertigungsindustrie zunehmend beschäftigen. Eine schlanke, effektive Fertigung sind wiederum die Ziele der Produktionsplaner. Große, überdimensionierte Reinigungsanlagen sind häufig unflexibel. Oberste Priorität haben die Sauberkeit beziehungsweise Öl- und Fettfreiheit der zu verarbeitenden Teile und eine hohe Waschqualität, unabhängig von Öl- und Späneeintrag, sowie Teilegeometrie und Material.

### Integration in den Produktionsprozess

Modulare, kleine Reinigungsanlagen, wie die IDO 36, bieten hier Vorteile, da sie leicht dezentral in den Fertigungsprozess, bezie-



**Prinzipskizze IDO 36 mit angeschlossener Vakuumdestille; 1: Schleuse zum Beladen der Anlage, 2: Korb kann gedreht oder geschwenkt werden und ist umgeben von Dampf, 3: sauberes PER fließt nach, um Füllstand zu halten, 4: Kühlfalle als Zone für Trocknungsvorgang und Schutz vor PER-Austreten, 5: Luft wird vor Öffnung der Schleuse auf Aktiv-Kohle gesaugt (Sicherheitsmaßnahme), 6: indirekte Dampfheizung, 7: Handloch zur Entnahme von Metallspänen**

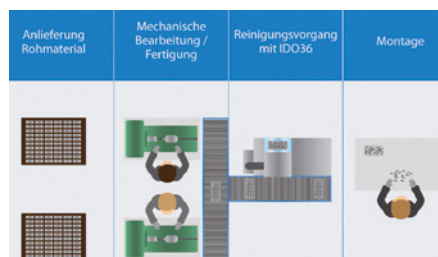
ungsweise die Fertigungsstraße integriert werden können. Dezentral waschen bedeutet in der Regel die Installation von mehreren Waschstationen an unterschiedlichen Standorten in der Produktion. Dies darf im Vergleich zu einer einzigen zentralen Anlage nicht zu einem höheren Überwachungsaufwand führen. Dezentrale Waschanlagen sollten daher wartungsarm und überwachungsfrei sein. Eine moderne dezentrale Waschanlage sollte dazu energieeffizient (auch im Standby-Modus) sein und eine hohe Verfügbarkeit bieten.

Unabdingbar ist eine gleichbleibend hohe Waschqualität, unabhängig von Öl- und Späneeintrag sowie Teilegeometrie und Material. Für ein optimales Zeit- und Personalmanagement müssen dezentrale Waschanlagen eine einfache und selbsterklärende Bedienung gewährleisten.

### Präzisionsentfettungsanlage

Effektive Lösungen müssen – oder sollten – nicht kompliziert sein. Dieser elementare Grundsatz stand bei allen Entwicklungen für die Dampfentfettungsanlagen der Baureihe IDO und den Lösungsmittelaufbereitungsanlagen der Baureihe DESTA der Ch. Batsch Verfahrenstechnik im Vordergrund.

Dampfentfettung für Teile mit Lösemitteln ist an sich nichts Neues, jedoch die Konsequenz, mit der die Entwicklung im Hinblick auf Ressourceneffizienz optimiert wurde. Das betrifft vor allem die Ressource Energie und das Lösungsmittelmedium. Gegenüber herkömmlichen Konstruktionen auf dem Markt können hier bis zu 60 % Kosten eingespart werden. Dabei wird eine Oberflächenspannung von 72 mN/m erreicht, bei der auch feinsten Flitter keinen Haftgrund mehr hat. (metallische Partikel > 150 µm). Diese Herausforderungen erfüllt die Ch. Batsch Verfahrenstechnik GmbH



**Beispielhafte dezentrale Anordnung einer IDO 36 im Produktionsprozess**



**DESTA 20 mit kleinen Abmessungen und großer Wirkung für den Reinigungsprozess**

mit der eigenentwickelten und selbstgefertigten IDO 36. Sie ermöglicht einen dezentralen Dreischichtbetrieb bei sehr hoher Waschqualität und geringen Kosten.

Die Präzisionsentfettungsanlage IDO 36 erreicht mit lediglich 40 Liter Gesamtvolumen Perchlorethylen bei einer Kistengröße A1 (520 mm x 320 mm x 200 mm) und einem Kistengewicht von 36 Kilogramm bei einer Taktzeit von etwa fünf Minuten eine Oberflächenspannung von 72 mN/m. Und das ohne Abstriche in der Qualität vom ersten bis zum letzten Einschub. Die Taktzeiten sind natürlich abhängig vom Chargengewicht. Bei leichten Teilen können Taktzeiten ab 2,5 Minuten erzielt werden. Darüber hinaus kann mit dem Vorschalten einer automatischen Beschickung die Anlage für eine innerbetriebliche Anbindung an vorhandene Produktionssysteme ausgelegt und damit noch weiter die Flexibilität erhöht werden.

Im Zusammenspiel zwischen der Vakuum Destille DESTA 20 aus dem Hause Ch. Batsch Verfahrenstechnik und der Teilereinigungsanlage IDO 36 kann das Lösemittel in der Anlage auf Reinstniveau gehalten werden. Hierdurch bleibt die Durchsatz- und Reinigungsleistung der IDO 36 konstant. Ebenso entfällt das Entsorgen von Lösemittel als



# SONDERTEIL parts2clean

Schmutzware oder Altöl als Sondermüll. Dies ist nicht nur aus Kostengründen, sondern auch unter Umweltaspekten ein großer Vorteil gegenüber herkömmlichen Anlagen.

## Vorteile für Umwelt und wirtschaftliche Fertigung

Die Anlagentechnik zeichnet sich durch Vorteile in Bezug auf den Umweltschutz und die Wirtschaftlichkeit aus:

- Kosteneinsparung von etwa 60 % gegenüber herkömmlichen Anlagen
- Anschlussleistung (9,5 kW für IDO 36) und energieeffektives Arbeitsprinzip; das bedeutet geringe Energiekosten
- Sehr geringer Lösemittelverbrauch durch geschlossenen Kreislauf und permanente Aufarbeitung des Lösemittels
- Permanente Pflege des Reinigungsmediums; das bedeutet gleichbleibend hohe Qualität der Reinigung mit Oberflächenspannungen von 72 mN/m

- Keine Versäuerung des Lösungsmittels und damit geringer Einsatz von Stabilisatoren
- Kein Anfall von Lösemittel als Sondermüll und damit keine Entsorgungskosten
- Kurze Taktzeiten ab 2,5 Minuten
- Arbeiten mit Dampf und reinstem Destillat
- Spezielle Anlagengeometrie verhindert partikuläre Belastung des Waschguts durch vorangegangene Chargen; das bedeutet keine Crosskontamination durch Fremdpartikel
- Ausfallsicherheit der Produktion

Bei Bedarf kann die Waschanlage auch Teile von drei oder vier Bearbeitungszentren waschen und den Montageplätzen zur Verfügung stellen.

## Redundanz durch Dezentralisierung

Aus dem Systembaukasten lassen sich sehr viele Konfigurationen für einen wirtschaftlichen Betrieb unter wechselnden Bedingungen und zukunftsorientierter Fertigung

verwirklichen. Fällt eine Komponente des dezentralen Systems aus, betrifft dies lediglich Teilbereiche des Arbeitsablaufs und gefährdet nicht die ganze Produktionslinie.

## Simply Clean – Besinnen auf das Wesentliche

Große Vorteile bietet die kleine Präzisionsentfettungsanlage in einer dezentralen Anordnung. Sie bringt Vorteile für die Wirtschaftlichkeit einer Produktion und natürlich auch für die Umwelt, indem sie schonend mit Ressourcen umgeht. Daneben schafft sie eine größere Flexibilität und Ausfallsicherheit in der Produktion durch Redundanz und macht somit die Produktion dabei sicherer. Kosteneinsparungen von bis zu 60 % pro gereinigtem Stück gegenüber herkömmlichen Anlagen können erreicht werden.

Ch. Batsch / P. Vespermann

www.batsch-verfahrenstechnik.de

## Wasserdichter Ultraschallgenerator

Der erste IP67-Generator vom Typ SG 1510 von Bandelin ermöglicht die hermetische Kapselung aller elektronischen Bauteile und verhindert damit das Verschmutzen der inneren Teile. Die im Gehäuse entstehende Abwärme wird über neuartige, außenliegende Kühlrippen hocheffektiv an die Umgebung abgegeben. Somit kann der Generator sowohl in Feuchträumen als auch unter freiem Himmel ohne Einschränkungen betrieben werden. In Kombination mit einem ebenfalls vollständig wasserdichten Tauchschwinger

stellt der IP67-Generator eine widerstandsfähige Nachrüstlösung für bestehende Tauchbäder dar. Die kundenbezogen gefertigten Tauchschwinger werden dabei an den Seitenwänden oder am Boden einer Wanne befestigt und versetzen die gesamte Wanne mit einem intensiv reinigenden Kavitationsfeld. Die maximale Ultraschalleistung beträgt pro Generator 1500 Watt.

www.bandelin.com

Halle 3, Stand C52



## Bauteile prozesssicher reinigen und Sauberkeit nachweisen

Bestimmte Bauteile haben hohe Anforderungen zu erfüllen. Die Benseler Entgratungen GmbH & Co. KG zeigt auf der diesjährigen parts2clean, was ein Dienstleister leisten kann. Spezifische Reinigungsprozesse sind die Lösung auf unterschiedliche Anforderungen. Das Unternehmen verfügt über die Expertise, um diese Lösungen wirtschaftlich anbieten zu können. Keyplayer berücksichtigen bei ihren Prozessen diese effizienten Lösungen. Das Unternehmen stellt auf der Messe

Industrieprozesse mit wässriger Reinigung und Unterstützung von peripheren Maßnahmen inklusive der Prozessinklusion vor. Die Reinigungsergebnisse werden im eigenen Labor ermittelt und dokumentiert. Der wirtschaftliche lean-clean-process besitzt eine hohe Relevanz für technisch anspruchsvolle Bauteile.

www.benseler.de

Halle 3, Stand A52



## Reinigungs- und Trocknungsanlagen für alle Gebindeabmessungen

Die Anlagen der Boos Reinigungsanlagenbau GmbH glänzen durch erstklassige Reinigungsergebnisse, hochwertige Materialien und Komponenten, ansprechendes Design und modernste Technik. Das Unternehmen plant, konstruiert und fertigt kundenindividuelle Anlagen, die bei Energieeffizienz, Fertigungsqualität, Reinigungstechnologie, Pro-

zessoptimierung und Hygiene Maßstäbe setzen. Die Reinigungs- und Trocknungsanlagen für alle Gebinde-Abmessungen und Leistungsbereiche zeichnen sich durch Mehrzonenbehandlung und kundenspezifische Linienführung aus. Das Unternehmen berät hinsichtlich Technologie, mehrstufiger Badfiltration, Prozessoptimierung so-

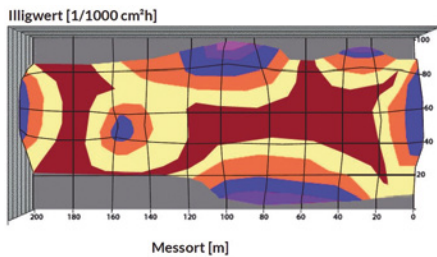
wie Umlufttrocknungssystemen mit Gebinde Rückkühlung. Neben Kunden aus der Getränke- und Lebensmittelindustrie beliefert Boos auch regelmäßig Kunden aus Branchen wie Logistik und Automotive, Chemie, Pharma und Kosmetik, oder auch dem Agrarsektor.

➔ [www.boos-anlagenbau.de](http://www.boos-anlagenbau.de)

Halle 5, Stand A43

## Mit einfachen und schnellen Bedienroutinen den Partikeln auf der Spur

Technische Sauberkeit ist zum Qualitätsmerkmal in der Automobilindustrie und de-



ren Zuliefererindustrie geworden. Die Bewertung und Analyse von Restschmutz sind hierbei das zentrale Thema. dhs Solution ist seit mehr als zehn Jahren erfahrener Systemlieferant für die normgerechte Restschmutzanalyse. Auf der parts2clean präsentiert das Unternehmen das Top-Model, den dhs-Cleanalyzer Professional, im neuen Design, mit neuer Sensortechnik zur Bildaufnahme und mit neuer anwenderfreund-

licher Software-Benutzeroberfläche. Zudem wurde für den Scan eine neue Einlegeplatte entwickelt, mit der sechs Filter in einem Scanvorgang ausgewertet werden können. Vorgestellt werden ebenfalls die neuen Features rund um das Partikel-Monitoring in der Fertigungshalle.

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

Halle 5, Stand A45

Leiden Ihre Produkte unter  
**Restmagnetismus?**



**Magnetisch rein**

durch das Maurer Degaussing® Verfahren.  
Prozessfähig. Gründlich. Energieeffizient.

parts2clean 2017  
Halle 5 Stand B32

**MAURER®  
MAGNETIC AG**

Tech-Leader in Demagnetizing  
[www.maurerdegaussing.com](http://www.maurerdegaussing.com)

**MAFAC**

Parts Cleaning. Systems and Solutions.

Rein auf wässriger Basis.

parts2clean  
Stuttgart  
24. - 26. Okt.  
Halle 5/C13

**Kompaktmaschinen für die  
industrielle Teilereinigung.**

Die einzigartige, patentierte MAFAC-Technologie gewährleistet eine prozesssichere und wirtschaftliche Bauteilreinigung. Fünf Standardmodelle sind Basis für individuelle Lösungen, vom Insel- bis zum komplexen Anlagenkonzept.

Wasser – unser Lösungsmittel.

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

## ≡ An jede Anwendung optimal angepasste Reinigungs- und Servicelösungen

Auf der parts2clean 2017 präsentiert sich die bisherige Dürr Ecoclean erstmals mit dem neuen Namen Ecoclean und mit einem neuen Messeauftritt. Nach dem mehrheitlichen Verkauf durch die Dürr AG an den Maschinenbauer SBS Group (Shenyang Blue Silver) startet Ecoclean als eigenständige Marke unter dem Dach der SBS Ecoclean Group mit Headquarter in Frankfurt weiter durch. Sehr viel mehr ändert sich nicht. Kerngeschäft ist und bleibt die industrielle Bauteilreinigung und nasschemische Oberflächenbearbeitung. Spezifikationen zur partikulären und/oder filmischen Bauteilsauberkeit sind inzwischen in nahezu allen Branchen eine Selbstverständlichkeit. Um sie sowohl prozesssicher als auch wirtschaftlich zu erfüllen, präsentiert Ecoclean auf der parts2clean ein breit gefächertes Programm an innovativen Reinigungs- und Servicelösungen.

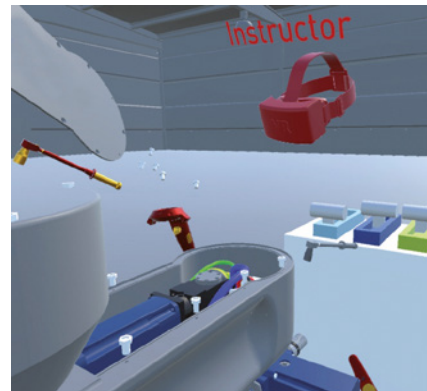
So setzen die Anlagenreihen EcoCCore und EcoCWave bei der Lösemittel- beziehungsweise bei der wässrigen Reinigung Maßstäbe hinsichtlich Durchsatz, Reinigungsqualität und -zeit sowie Prozesssicherheit und Effizienz. Mit dem Scara wird der erste, speziell für Roboterzellen entwickelte Manipulator zu sehen sein. Neben seiner robusten Konstruktion überzeugt der Manipulator durch die einfache Steuerung. Abgerundet wird der Ecoclean-Messeauftritt durch zukunftsweisende Servicelösungen. Dabei bietet der Anlagenhersteller auch einen Einblick in die virtuelle Welt.

### Über die SBS Ecoclean Group

Die SBS Ecoclean Group entwickelt, produziert und vertreibt zukunftsorientierte Anlagen, Systeme und Services für die industrielle Bauteilreinigung und Oberflächenbearbeitung. Die Lösungen von Ecoclean unterstützen Unternehmen rund um den Globus dabei, in hoher Qualität effizient und nachhaltig zu produzieren. Die Kunden kommen aus der Automobil- und Zulieferindustrie sowie dem breit gefächerten industriellen Markt – von der Medizin-, Mikro- und Feinwerktechnik über den Maschinenbau und die



Der Scara Manipulator (Bild: Dürr Ecoclean)



(Bild: TEMA Marketing)

optische Industrie bis zur Energietechnik und Luftfahrtindustrie.

Die SBS Ecoclean Group verfügt über zwölf Standorte in neun Ländern weltweit. Die deutschen Standorte Filderstadt und Monschau bleiben auch nach dem Verkauf Kompetenzzentren. Bekannte Ansprechpartner in Verkauf, Service, Ersatzteilversorgung und Verwaltung werden auch zukünftig für Kunden und Partner da sein. Bei der Anlagenentwicklung und -fertigung kommt es ebenfalls zu keinerlei Veränderungen. Die Kontinuität in der Unternehmensentwicklung und die gleichbleibend hohe Qualität der Produkte und Serviceleistungen sind dadurch gewährleistet.

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

Halle 3, Stand B31

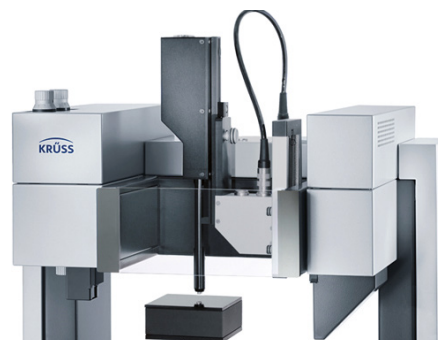
## ≡ Schnelle Benetzbarkeitsanalyse für die Qualitätskontrolle

Der Kontaktwinkel ist als Maß für die Benetzbarkeit ein zuverlässiger Indikator für Oberflächenreinheit. Mit der neuartigen Dosier- und Mess-technik Liquid Needle hat Krüss die Messung beschleunigt und für die Qualitätssicherung bei hohem Probendurchsatz verfügbar gemacht. Zwei Dosierventile sind parallel angeordnet, um mittels zweier Tropfen die freie Oberflächenenergie innerhalb einer Sekunde zu ermitteln. Die neue Dosiereinheit ist in

den Mobile Surface Analyzer, MSA, integriert, der zerstörungsfreie Messungen auf beliebig großen Proben leistet, auch auf geeigneten Oberflächen und sogar über Kopf. In stationären Instrumenten kann Liquid Needle für vollautomatische Analysen auf definierten Probenpositionen genutzt werden.

➔ [www.kruss.de](http://www.kruss.de)

Halle 3, Stand C41





## Intelligente Reinigungsanlagen durch Smarte Apps

BvL entwickelt innovative Apps für transparente Prozessinformationen bis hin zur selbststeuernden Anlage

**Mit dem Begriff *Smart Cleaning* beschreibt BvL seine neuesten Entwicklungen: innovative Apps für eine effiziente Überwachung und automatisierte Steuerung der Reinigungsanlage. BvL bereitet so den Weg für *Industrie 4.0* vor: die digitale Vernetzung der Reinigungsanlage, um die gesamte Produktion zu optimieren.**

Die App *Reinigermanagement* zum Beispiel hält die Reinigerkonzentration dauerhaft konstant auf dem gewünschten Niveau. Der Anlagenbediener wird deutlich entlastet, denn das aufwändige manuelle Nachdosieren entfällt komplett. Einen Ausblick gibt BvL auf den *Badwechsel-Timer*, bei der das Team aus Forschung und Entwicklung bereits heute sehr gute Ergebnisse erzielt. Mithilfe dieser selbstlernenden App wird der optimale Zeitpunkt für den Badwechsel von der Anlage vorhergesagt.

Andere Apps, wie die *Trocknungssteuerung* oder das *Abluftmanagement*, regeln die Temperatur in der Trocknungszone oder dem Vakuumtrockner, um die Trocknung bedarfsgerecht zu optimieren. Die App reduziert Zeit und Energieeinsatz auf das nötige Minimum. Weitere Apps unterstützen den Bediener dadurch, dass sie rechtzeitig eine nötige Wartung oder die Lebensdauer von Verbrauchsmaterial anzeigen. Der Produktionsablauf kann somit optimal geplant und eine Anlagenstörung vermieden werden. Das Risiko eines Produktionsstillstands und damit verbundene Kosten werden deutlich reduziert. Die Reinigungsanlagen werden vor Ausfällen geschützt und die durch Stillstand entstehenden Kosten werden deutlich reduziert.

Diverse hochsensible Sensoren, unter anderem auch die von BvL entwickelte Libelle, ermöglichen die Überwachung von zentralen Faktoren der Reinigungsanlage. Sie geben Warnsignale heraus, falls sich am optimalen Zustand der Anlage etwas ändert. Die Apps schaffen Transparenz, indem sie dem Bediener den Zustand der Anlage sehr übersichtlich und einfach erfassen lassen.

Eigens entwickelte Software befähigt die Anlage zur Selbststeuerung einzelner Funktionen, sodass für jeden Reinigungsvorgang optimale Einstellungen genutzt werden. Damit wird der Betrieb kontinuierlich und individuell optimiert. Vorausschauende Diagnosen und Wartungen werden möglich.

Diese Grundlagen aus Überwachung, Steuerung und Optimierung der Anlage sind Voraussetzung für die Kopplung der Reinigungsanlage mit anderen Systemen und ebnen den Weg für *Industrie 4.0*.

Mit dem neuen Smart Client-Konzept bietet BvL dem Kunden die Möglichkeit der Fernbedienung und -steuerung der Reinigungsanlage über ein Tablet oder Smartphone. Dieses schafft einen einfachen, flexiblen und ortsunabhängigen Zugriff für den Bediener der Anlage.

Die BvL Oberflächentechnik GmbH ist Anbieter für industrielle Reinigungsanlagen auf wässriger Basis in Deutschland. Als Systempartner bietet BvL umfassende Kundenlösungen durch integrierte Leistungen an – von der einfachen Waschanlage über Filtrations- und Automationslösungen bis hin zu komplexen Großprojekten mit Prozessüberwachung; immer ergänzt durch zuverlässigen Service. Je nach Kundenanforderungen werden Anlagen mit Flut-, Spritz-, und Ultraschallreinigung oder Hochdruckentgratanlagen in den unterschiedlichsten Ausführungen eingesetzt. BvL-Anlagen reinigen Bauteile sicher und fügen sich nahtlos in die Produktion ein. Sie sind leicht zu bedienen und erfüllen die strengen Vorgaben der Industrie. Mit den ergänzenden Geräten der Libelle *praecisio* bietet BvL Messsysteme, durch welche die Verschmutzungswerte im Reinigungsmedium lückenlos erfasst und dokumentiert werden können. In dem BvL-Technikum besteht die Möglichkeit, umfangreiche Waschversuche auch mit produktionseigenen Bauteilen durchzuführen. Zurzeit beschäftigt BvL rund 140 Mitarbeiter. Im Export hat das Unternehmen seine Positionierung international ausgebaut und kann auf ein umfangreiches Vertriebs- und Servicenetzwerk in 17 Ländern zurückgreifen.

➔ [www.bvl-group.de](http://www.bvl-group.de)

Halle 5, Stand D13

**Kennen Sie das Herzstück des Reinigungsprozesses, das Effizienz und Effektivität Ihrer Teilerreinigung maßgeblich beeinflusst?**

## Bauteilsauberkeit stabil und wirtschaftlich gewährleisten

Neue Leitlinien für die qualitätssichernde Prozessführung

Mit den vom Fachausschuss Reinigen erarbeiteten Leitlinien für eine qualitätssichernde Prozessführung in der Bauteilreinigung bot der Fachverband industrielle Teilereinigung e. V. (FiT) 2013 erstmals eine Orientierungshilfe, um Reinigungsprozesse stabil und wirtschaftlich auszulegen und durchzuführen. Das inzwischen auch international anerkannte Leitlinienwerk wurde auf Basis neuer Erkenntnisse aktualisiert und um relevante Themen ergänzt. Die neue Ausgabe wird auf der parts2clean der Öffentlichkeit vorgestellt.



Ziel der Bauteilreinigung ist es, die aus nachfolgenden Fertigungsschritten, wie beispielsweise Beschichten, Verkleben, Schweißen oder Montage, resultierenden Sauberkeitsanforderungen stabil zu erfüllen, also die Qualität der Reinigung zu sichern. Qualitätssicherung beschränkte sich in der industriellen Teilereinigung jedoch lange Zeit auf die Sauberheitskontrolle am Ende des Reinigungsprozesses. Dadurch wird festgestellt, ob das Bauteil die für den Folgeprozess erforderliche Sauberkeit aufweist. Eine Überwachung des Reinigungsverlaufs sowie der Prozessparameter fand meist nicht statt. Daraus resultierte einerseits, dass erst in den Prozess eingegriffen wurde, wenn Qualitätsmängel auftraten. Andererseits wurde häufig im *Sicherheitsbetrieb* gereinigt, das heißt Reinigungsmedien wurden überdosiert und ein Wechsel des Reinigungsmediums zu früh durchgeführt. Beides treibt die Reinigungskosten in die Höhe und geht damit zu Lasten der Wirtschaftlichkeit und Wettbewerbsfähigkeit.

Mit den vom Fachausschuss Reinigen erarbeiteten und 2013 veröffentlichten Leitlinien hat der FiT, Fachverband industrielle Teilereinigung e. V., erstmals eine Orientierungshilfe für eine qualitätssichernde Prozessführung in der Bauteilreinigung zur Verfügung gestellt. Die Leitlinien beinhalten Grundsätze und Denkprinzipien, um den Reinigungsprozess zu gestalten, zu beherrschen und zu optimieren, mit dem Ziel, die geforderte Bauteilsauberkeit mit einer technisch, wirtschaftlich und

ökologisch optimalen Systemlösung zu sichern. Dazu werden die wichtigsten Aspekte aus Sicht von Chemie und Verfahren, Anlagentechnik sowie Messen, Prüfen und Steuern als auch Wissensvermittlung und Qualifizierung einbezogen.

### Aktualisiert und neue Themen integriert

Die erste Ausgabe der inzwischen auch international als Orientierungshilfe anerkannten Leitlinien wurde auf Basis zahlreicher Vorschläge und Anregungen von Branchenexperten und Anwendern aktualisiert und ergänzt. So sind unter anderem relevante Themen wie Korrosionsschutz, Teilehandling, Service und Wartung mit eingeflossen. Die neuen Leitlinien beinhalten sieben Grundsätze:

- Qualität erzeugen statt erprüfen erfordert Qualitätslenkung durch
  - Kontinuierliche Kontrolle der Bauteilsauberkeit und regelmäßiges Überwachen der qualitätsbeeinflussenden Prozessparameter
  - Erfassen und Bewerten von Veränderungen

- Rechtzeitiges Eingreifen in den Reinigungsprozess
- Qualitätslenkung baut auf den Wirkungszusammenhängen zwischen der geforderten Bauteilsauberkeit und den qualitätsbeeinflussenden Prozessparametern auf
- Prozessführung beinhaltet das Beherrschen des Reinigungsprozesses durch zielgerichtete Maßnahmen der Verfahrenstechnik und des Anlagenführers, unterstützt durch Mess-, Prüf- und Steuertechnik
- Qualitätssichernde Prozessführung verlangt das verfahrenstechnische Abstimmen von Reinigen und, wenn notwendig, der Konservierung der Bauteile
- Ziel der Prozessführung in der industriellen Teilereinigung ist das Sicherstellen einer hinreichenden Bauteilsauberkeit gemessen am jeweiligen Folgeprozess bei minimalem Ressourcenverbrauch
- Wissensbasierte Prozessführung für eine konkrete Reinigungsaufgabe basiert auf fundamentalem, aufgabenunabhängigem Wissen (Wie funktioniert es im Allgemei-

### Fachverband industrielle Teilereinigung e. V. (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, z. B. mit der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) in Braunschweig. Von besonderem Interesse sind innovative neue Techniken im Bereich der Reinigungschemie, Anlagentechnik, Badpflegeeinrichtungen, Umweltschutz, Abfallverwertung, Abfallentsorgung und der praxisorientierten Bad- und Oberflächenanalytik. 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 branchenspezifischer Fragestellungen.

nen?) und neu zu entwickelndem, aufgabenspezifischem Wissen (die detaillierte Lösung für den speziellen Fall)  
– Gültigkeit der Leitlinien sowohl für die wässrige Reinigung als auch für die Reinigung mit Lösemitteln und entsprechend auch für weitere Reinigungsverfahren sowie Reinigungsanlagen

## Entscheidungs- und Handlungshilfen für die Prozessführung

Basierend auf diesen Grundsätzen sind für die Themenbereiche Chemie und Verfahren, Anlagentechnik, Messen, Prüfen und Steuern sowie Wissensvermittlung und Qualifizierung Entscheidungs- und Handlungshilfen formu-

liert. Dabei werden wesentliche Aspekte bei Auswahl und Einsatz von Reinigungsverfahren und -medium ebenso behandelt wie die optimale Auslegung der Anlagentechnik unter dem Gesichtspunkt der Qualitätssicherung. Darüber hinaus geht es um die kontinuierliche Überwachung und Erfassung von qualitätsbeeinflussenden Parametern im Reinigungsprozess und deren Steuerung sowie um das Ziel einer wissensbasierten Prozessführung.

Neben den Grundlagen für Denken und Handeln, um die Bauteilsauberkeit stabil, wirtschaftlich und nachhaltig zu gewährleisten, verstehen sich die Leitlinien als Basis für die Zusammenarbeit zwischen Anbietern der

Branche und Anlagenbetreibern. Die Leitlinien geben auch eine Orientierung für den Erfahrungsaustausch und das Erarbeiten von neuen Lösungen.

Ergänzend dazu hat der FiT eine neue Checkliste zur Planung eines Reinigungsprozesses erarbeitet. Sie unterstützt Anwender dabei, alle für die Beschaffung einer neuen Reinigungsanlage erforderlichen Informationen zusammenzutragen und damit optimal auf das Gespräch mit Anlagen- und Chemikalienanbietern vorbereitet zu sein. Leitlinien und Checkliste sind während der parts2clean 2017 am Stand des FiT kostenfrei erhältlich.

Doris Schulz


Halle 3, Stand E02

## Expertenwissen und Kompetenz für die Bauteilreinigung

Unter dem Motto *Navigator der Bauteilreinigung* unterstützt der Fachverband industrielle Teilereinigung e.V. (FiT) Anwender mit Expertenwissen und Kompetenz zu Technik und Prozessen, um Bauteilsauberkeit stabil und wirtschaftlich zu sichern. Dies erfolgt einerseits durch Grundlagenseminare mit Praktika, Fachtagungen und Workshops, die umfangreiches Fachwissen vermitteln. Andererseits bietet der Fachverband mit verschiedenen Informationsschriften Hilfestellung zu unterschiedlichen Themen. So wird bei der diesjährigen parts2clean eine überarbeitete und ergänzte Ausgabe der *Leitlinien für eine qualitätssichernde Prozessführung in der Bauteilreinigung* in deutscher und englischer Sprache verfügbar sein. Die neue *Checkliste zur Planung eines Reinigungsprozesses* unterstützt Anwender, alle notwendigen Informationen für die Beschaffung einer neuen Reinigungsanlage zusammenzutragen. Beide Broschüren sind am Stand des FiT kostenlos erhältlich.

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


Halle 3, Stand E02



Mit frischem Schwung

[www.ecoclean-group.net](http://www.ecoclean-group.net)

Erleben Sie Ecoclean neu:  
Besuchen Sie uns auf der parts2clean in Halle 3, Stand B31.



ECOCLEAN



## Teilereinigungsmaschinen auf wässriger Basis

Der Maschinenhersteller MAFAC bietet individuelle Lösungen für die wässrige Teilereinigung auf Basis standardisierter Reinigungsmaschinen. Das Unternehmen legt bei der Produkt- und Verfahrensentwicklung viel Wert auf die hochwertige, sichere, wirtschaftliche und ressourcenschonende Reinigungsleistung seiner Maschinen. Ebenso auf deren Anwendungsvielfalt. Der Schlüssel für diese hohen Anforderungen liegt im einzigartigen, patentierten Reinigungsverfahren: der gegen- oder gleichläufigen Rotation von Korbaufnahme- und Spritzsystem.

### Die MAFAC-Verfahrenstechnologie – Relativbewegung als Vorbild

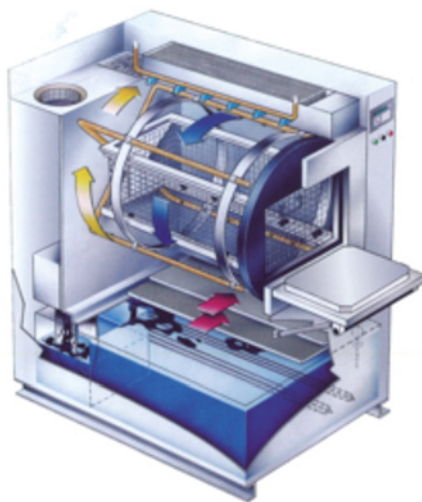
Die patentierte MAFAC-Verfahrenstechnologie beruht auf der Erkenntnis, dass Reinigung mit Bewegung effektiver wirkt. Daher arbeiten alle Reinigungsmaschinen des Unternehmens gezielt mit Turbulenzen und erreichen über die Kombination von Mechanik, Temperatur, Reinigungszusätzen und Zeit eine sichere und effektive Abreinigung der Bauteiloberflächen. Die Voraussetzung hierfür schafft das Zusammenspiel von Korbaufnahme- und Spritzsystem. Während der Nassphase dreht sich der Aufnahmekorb gleich- oder gegenläufig zum Spritzsystem, woraus eine Relativbewegung entsteht. Diese kann je nach Verunreinigung und Art des Werkstücks individuell über die Bewegung des Korbsystems (Rotieren, Wippen, Stehen) und der Düsen geregelt werden. Demselben Rotations-Prinzip folgen die Impulsblas- und Heißluft-Trocknung der Maschinen sowie das neuentwickelte, patentierte Ultraschallverfahren, so dass sich kritische Teilegeometrien gezielt ansteuern und zuverlässig reinigen beziehungsweise trocknen lassen.

Eine Weiterentwicklung der Verfahrenstechnologie findet sich in dem 2016 vorgestellten Verfahren für gezieltes Reinigen und Trocknen. Es ermöglicht eine differenzierte Beaufschlagung der Bauteile im Werkstückträger und sorgt zusammen mit der gegenläufigen Rotationsbewegung von Korbaufnahme- und Spritzsystem für starke Verwirbelungen, die eine hochturbulente An- und Durchströmung von innenliegenden Konturen ermöglichen. Dadurch können schwer erreichbare Bereiche wie Hinterschnidungen oder winkelige Kanäle effizient und sicher gereinigt werden, während offen liegende Flächen nur so lange gereinigt und getrocknet werden, wie nötig. Der gesamte Prozess erfolgt effizienter und ressourcenschonender. Herzstück der neuen Technologie ist ein Werkstückpositioniersystem (WPS) mit Zentrallager-Kinematik. Integrierte Mediumdüsen im Werkstückträger sorgen für die gezielte Beaufschlagung der Funktionsgeo-

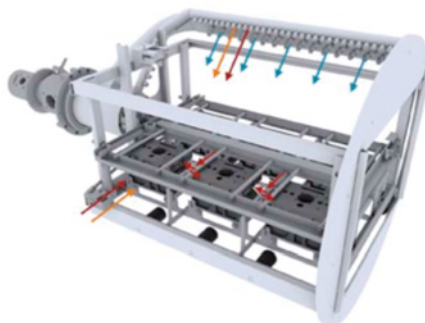
metrien während die flächigen Sekundärgeometrien weiterhin global bearbeitet werden.

### Die MAFAC-Maschinentechnologie: Spritz- und Spritzflutreinigung

Das Leistungsprogramm von MAFAC umfasst Maschinen zur Spritz- und Spritzflutreinigung sowie Zubehör zur Optimierung der Prozesse. Im Portfolio des Unternehmens befinden sich derzeit fünf Basismodelle, die kompakt aufgebaut bereits in der Standardausfüh-



Das Prinzip der Korb-Düsen-Rotation bildet die Grundlage aller MAFAC-Maschinen



Integrierte Mediumdüsen im neu entwickelten Werkstückpositioniersystem sorgen für eine gezielte Beaufschlagung mit Wasser und Luft. Komplexe Konturen werden unter Schonung wertvoller Ressourcen gezielt behandelt, während Sekundärflächen global gereinigt und getrocknet werden

Die MAFAC-Maschinen erfüllen und ein breites Anwendungsspektrum abdecken. Über weitere Optionen lassen sie sich maßgeschneidert an die jeweiligen Kundenbedürfnisse anpassen. Die Reinigungsmaschinen sind einfach zu bedienen und zu warten und überzeugen durch ein hohes Maß an Langlebigkeit und Flexibilität.

### Spritzreinigung auf kleinem Raum

Die sehr kompakt ausgeführte Einbadmaschine MAFAC KEA bietet ein wirkungsvolles Reinigungsverfahren auf Basis der gleichbeziehungsweise gegenläufigen Korb-Düsen-Rotation. Ihr Spritzsystem verfügt über Flach- und Vollstrahldüsen, sodass neben der punktuellen auch eine flächige Reinigung der Werkstücke möglich ist. Trotz kompakter Bauweise ist die Maschine mit einem großvolumigen Tank und einem System zur Koaleszenzabscheidung inklusive Oberflächen-schlürfer ausgestattet und erlaubt dadurch lange Standzeiten der Reinigungsmedien. Wegen ihrer Größe eignet sich die Maschine für den dezentralen Einsatz zur hochwertigen Zwischenreinigung. Die optionale Teiltrocknung erfolgt über ein Warmluft-Impulsblasesystem und optional über eine Heißluft-trocknung. Eine Frischwasserspüle für hohe Anforderungen an die Oberflächenqualität der Bauteile ist ebenfalls bei Bedarf erhältlich.

### Flexibles Spritzreinigen mit Zweibadsystem

Die Spritzreinigungsmaschine MAFAC ELBA hat ein breites Spektrum an Prozess- und Programmvarianten vorzuweisen und ist damit für eine Vielzahl an Anforderungen geeignet. Sie verfügt über ein rotierendes Spritzreinigungssystem mit gegenläufiger Korb-Düsen-Rotation, sodass sich Späne, Partikel und Kühlschmierstoffe an der Tei-loberfläche effektiv entfernen lassen. Die beiden Medientanks der kompakt aufgebauten Maschine ermöglichen das Reinigen und Spülen in einer Maschine. Dank der Behältergröße und Kaskadierung verlängert sich die Standzeit des Prozesswassers. Ebenfalls zu



### Spritz- und Flutreinigen richtig kombiniert

Die Teilereinigungsmaschine MAFAC PALMA ist für die hochwertige Endreinigung von komplexen und empfindlichen Werkstücken ausgelegt. Die Zwei- oder Dreibadmaschine verfügt über ein rotierendes, mehrseitiges Spritzsystem mit gegenläufig rotierendem Korbaufnahmesystem. Indem die beiden Verfahren Spritzen und Fluten individuell kombiniert werden können, lässt sich die Anlage präzise auf die jeweilige Reinigungsaufgabe einstellen und deckt insgesamt ein breites Anwendungsspektrum ab. Die großvolumigen Mediumtanks ermöglichen lange Standzeiten; dazu sorgt der serienmäßige Koaleszenzabscheider für eine effektive Pflege der Medien. Ebenso wirksam erweist sich das Trocknungssystem der Maschine: Das rotierende Warmluft-Impuls- und Heißblssystem sowie die Vakuumtrocknung sorgen für eine hochwertige und vollständige Trocknung komplexer Bauteile.

diesem Zweck ist der erste Mediumtank serienmäßig mit einem Koaleszenzabscheider ausgestattet. Ein rotierendes Impulsblssystem sowie eine Heißlufttrocknung können optional eingesetzt werden.

### Kompaktsystem für hochwertige Reinigungsqualität

Eine sehr kompakte Maschineneinheit mit hohem Fassungsvermögen und Spritz-Flutreinigungssystem ist die MAFAC JAVA. Sie eignet sich besonders zur hochwertigen Zwischen- und Endreinigung. Während der Nassphase sorgen sowohl das Teilfluten der Kammer als auch das Spritzreinigen – beides erfolgt nach dem Prinzip der gegenläufigen Rotation – für hohe Turbulenzen. Dadurch lassen sich besonders Werkstücke mit versteckten Innenkonturen sorgfältig reinigen. Die Maschine ist serienmäßig entweder als Einbadsystem oder für zusätzliches Spülen als Zweibadausführung erhältlich. Nach dem Reinigungsvorgang stehen auch hier das effektive rotierende Warmluft-Impulsblas- und Heißlufttrocknungssystem sowie die Vakuumtrocknung von MAFAC zur Verfügung. Für kürzere Prozessnebenzeiten sorgt die schnelle Entleerung der Reinigungskammer. Der große Koaleszenzabscheider gewährleistet eine effektive Badpflege.



### Präzisionsreinigung und partikelfreie Entfettung

Die Teilereinigungsmaschine MAFAC MALTA ist speziell auf die hochwertige Reinigung von Klein- und Kleinstbauteilen ausgelegt. Sie verfügt über ein rotierendes, sechsseitiges Spritzsystem, dessen Spritzdüsen nahe am Rotationszentrum sitzen. Dies ermöglicht eine allseitige Beaufschlagung der Bauteile bei minimierten Spritzschatten. Von besonderer Bedeutung für die Reinigungsleistung ist das neu entwickelte, patentierte Ultraschallsystem. Dank der rotier- und positionierbaren Ultraschallschwinger können bei Bedarf kritische Teilegeometrien gezielt angesteuert werden. Dadurch werden Schattenzonen reduziert, versteckte Innenkonturen erreicht und filigrane Strukturen effektiv und zugleich schonend gereinigt. Der Prozess führt zu einem hochwertigen Ergebnis bei



**Mit uns wird Wasser zum reinen Qualitätsfaktor.**

**parts2  
clean**  
Halle 5 C14

### Top Service



Regeneration Ionenaustauscher



kürzerer Reinigungsdauer. Zusätzlich sorgt das spezielle, rotierende Warmluft-Impuls- und Heißblassystem für einen hohen Trocknungsgrad der komplexen Bauteile. Je nach Anforderung ist die Maschine in Zwei- oder Dreibadtechnik erhältlich.

## Systemlösungen für vollautomatische Teilereinigung

Auf Basis seiner patentierten Verfahrenstechnik und den unterschiedlichen Teilereinigungsmaschinen entwickelt MAFAC zusammen mit seinen Kunden maßgeschneiderte Anlagenkonzepte. Durch Verkettung von mehreren Einzelmaschinen und die Kombination mit Logistik- oder Transfersystemen werden vollautomatisierte Sonderanlagen

konzipiert und auf die jeweilige Anforderung angepasst. Ein erfahrenes Team aus Ingenieuren und Technikern steht dem Kunden von der Bestandsaufnahme, Analyse, über die Konzeptions- und Testphase bis hin zur Inbetriebnahme beratend zur Seite.

## Maßnahmen, Produkte und Verfahren zur Prozessoptimierung

Der ressourcenschonende Betrieb von Fertigungslinien gewinnt im Zuge von steigenden Energiekosten immer mehr an Bedeutung. Vor diesem Hintergrund rückt auch die industrielle Teilereinigung zunehmend als Kostenfaktor in den Mittelpunkt der Betrachtung. MAFAC hat diesen Trend früh erkannt, weshalb die Themen Nachhaltigkeit und Ressourcenschonung seit jeher fester Bestandteil in der Unternehmensphilosophie und Produktentwicklung sind. Aus diesen Bemühungen heraus hat das Unternehmen eine Reihe wirksamer Maßnahmen und Technologiebausteine entwickelt, die zur ressourcenschonenden Teilereinigung beitragen: kinematisches Reinigen und Trocknen, gezieltes Reinigen, Vollwärmeisolation oder die Nutzung von verfügbaren Wärmequellen zur Beheizung der Reinigungsmedien, wie das Wärmeaustauschmodul MAFAC HEAT.X. Mit ihnen lässt sich in Summe eine Einsparquote von bis zu 74 Prozent erzielen. Dies belegen zahlreiche Untersuchungen aus Forschungs- und Entwicklungsarbeiten, wie in der ETA-Fabrik der TU Darmstadt.

Das kompakte Wärmeaustauschmodul dient zur Beheizung von Reinigungsmedien unter Verwendung extern verfügbarer Wärme als Alternative zu teurem Heizstrom. Zu diesem Zweck arbeitet das Modul mit einem hocheffizienten Wärmeaustauschverfahren

mit Koaxialrohr-Wärmetauscher und Rohr-in-Rohr-System und kann aus verschiedenen Alternativquellen Energie verwerten, wie zum Beispiel Heißwasser aus der Wärmebehandlung, aus Kraft-Wärmekopplung oder regenerativ erzeugtes Heißwasser aus Solarthermie. Darüber hinaus lässt sich das Wärmeaustauschmodul im Mischprozess mit Strom und Wasser betreiben oder an andere Maschinen anschließen. Insgesamt sind mit MAFAC HEAT.X Einsparungen bis zu 90 Prozent möglich.

## Über MAFAC

MAFAC bietet ein breites Spektrum an kompakten Serienmaschinen, die je nach Kundenbedarf vielfältige Reinigungsanforderungen erfüllen können, wie zum Beispiel in der Automobil- und Luftfahrtindustrie, im Maschinenbau, der spanabhebenden Fertigung, der Hydraulik- und Medizintechnik sowie in der Elektroindustrie. Alle Maschinen werden am Standort Alpirsbach im Schwarzwald von derzeit über 85 Mitarbeitern entwickelt und produziert. MAFAC wurde 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 Spritzdüsen- und Korbaufnahmesystem Maßstäbe hinsichtlich Sauberkeit und Effizienz. Aktuell ist das Unternehmen mit einem weltweiten Netzwerk technischer Vertriebspartner und einer eigenen Niederlassung in Frankreich in über 20 Ländern aktiv, darunter auch in Asien, Südamerika und den USA.

➔ [www.mafac.de](http://www.mafac.de)

Halle 5, Stand C13

## Power meets Flexibility: ein Generator – zwei Prozesse



Mit der vierten Generation des intelligenten Ultraschallgenerators Sonopower 3S setzt Weber Ultrasonics bei der Ultraschall-

reinigung Maßstäbe in punkto Leistung und Flexibilität. Der auch mit Profinet-Schnittstelle erhältliche Generator ist als Single-, Dual- und Multifrequenz-Variante mit 25 kHz bis 132 kHz und 3000 W beziehungsweise 2000 W Leistung verfügbar. Ein optionaler zweiter Schwingeranschluss ermöglicht, zwei gleiche oder unterschiedliche Prozesse, beispielsweise Reinigen und Spülen, in zwei Becken und mit verschiedenen Medien, mit nur einem Generator durchzuführen.

Die SonoScan-Funktion erkennt dabei veränderte Bedingungen selbstständig und stellt die optimalen Betriebsparameter automatisch ein. Das Unternehmen informiert auf der parts2clean auch über die Neuentwicklung eines innovativen Megaschallgenerators mit Frequenzen von 250 kHz bis 1 MHz.

➔ [www.weber-ultrasonics.com](http://www.weber-ultrasonics.com)

Halle 5, Stand C21



## Metallischer Plattenwärmetauscher und Füllstandsmessung

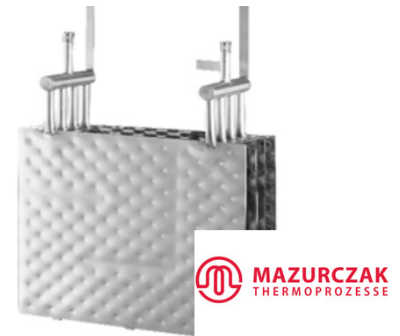
Mit den metallischen Plattenwärmetauschern Synotherm bietet Mazurczak eine Lösung für die indirekte Beheizung und Kühlung von Anlagen und Behältern, bei denen geringe Einbaumaße und gute Beständigkeit gegenüber Prozessflüssigkeiten gefordert werden. Insbesondere die Platzersparnis (1/3 gegenüber Rohrschlangenwärmetauschern) bei gleichen Leistungsdaten sprechen für den Einsatz von Plattenwärmetauschern. Die von dem Heiz- oder Kühlmedium (z. B. Wasser, Thermoöl, Dampf)



ein 4- bis 20-mA-Signal um. Dadurch können Füllstände in einem Behälter kontinuierlich gemessen und über eine SPS verarbeitet und ausgewertet werden. Ein Vorteil des schnellen TDR-Messverfahrens ist, dass das Messergebnis kaum durch die Eigenschaften der zu messenden Flüssigkeit oder durch die



durchströmten Wärmetauscherplatten aus Edelstahl oder Titan geben beim Heizen die Energie über die gesamte front- und rückseitige Oberfläche gleichmäßig ab oder nehmen diese beim Kühlen auf. Die Plattenwärmetauscher werden individuell nach Kundenanforderungen projiziert und realisiert. Die universellen Abmessungen sowie die verschiedensten Anschlussmöglichkeiten eröffnen eine Vielfalt an Einbauvarianten. Das kontinuierlich arbeitende Niveaumesssystem KNS von Mazurczak erfasst den Füllstand aggressiver Flüssigkeiten, Reinigungslösungen und Wasser und wandelt diesen in



Umgebungsbedingungen beeinflusst wird. Verschmutzungen in der Flüssigkeit, Verkrustungen oder Schaumbildung haben keinen negativen Einfluss auf die Füllstandserfassung.

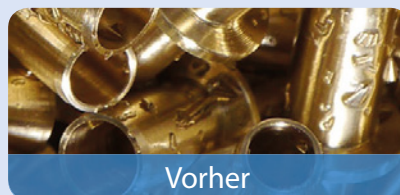
➔ [www.rotkappe.de](http://www.rotkappe.de)

Halle 3, Stand E42



### Präzisions-Dampfentfettungsanlage IDO 36

- » Oberflächenspannungen bis 72 mN/m
- » Partikelreduzierung auf max. 150 µm
- » Automatisierter 3-Schichtbetrieb



Vorher



Nachher

[www.batsch-verfahrenstechnik.de](http://www.batsch-verfahrenstechnik.de)



einfach.sauber.  
**Ch. Batsch**  
Verfahrenstechnik GmbH

## Magnetisch rein

Unter dem Motto *Magnetisch rein* präsentiert sich Maurer Magnetic auf der diesjährigen Fachmesse *parts2clean*. Das schweizerische Technologieunternehmen nimmt damit Bezug auf das patentierte *Maurer-Degaussing-Verfahren*. Es ist das einzige Verfahren, das Komponenten und Bauteile *magnetisch rein* hinterlässt. Zu hohe Werte für Restmagnetismus sind nämlich oft die Ursache für die Anhaftung von Partikeln und ungenügende Reinigungsergebnisse. Eine gründliche Entmagnetisierung ist für eine effektive Teilereinigung unverzichtbar.

Vertriebsleiter Oskar Schulthess betont, dass ein klarer Trend zu größeren Waschkörben in den Reinigungsanlagen zu beobachten ist, um so mit höherem Durchsatz die Effizienz zu steigern. Die Fertigungsverantwortlichen sollten nach seiner Meinung aber wissen, dass damit die Anforderungen an die Entmagnetisierung vor der Reinigung enorm

zunehmen. Die benötigte Leistung steigt nämlich überproportional zur Spulenöffnung. Auf dem Messestand zeigt das Unternehmen seine Hochleistungsspule HLE15, welche die beachtliche Feldstärke von 180 kA/m erzeugen kann. Im Vergleich zu Standardspulen mit Feldstärken von 30 kA/m bis 60 kA/m erreichen die Geräte damit auch innenliegende Bauteile in großen Waschkörben zuverlässig, wie Schulthess weiter ausführt.

Die Messebesucher erfahren bei Maurer Magnetic alles um die Risiken des Restmagnetismus und die optimale Auslegung der Entmagnetisierung. Außerdem haben sie die Möglichkeit, in einem humorvollen Gewinnspiel ihr *Magnetwissen* zu überprüfen und Wissenswertes für ihre tägliche Arbeit mitzunehmen.

Das Produktprogramm von Maurer Magnetic reicht von Messtechnik bis hin zu Entmagnetisiergeräten und -maschinen. Mit den Maschinen können die Anwender nach Aussage von Geschäftsführer Albert Maurer auch schwierig zu entmagnetisierende Bauteile prozessfähig entmagnetisieren. Das Maurer-Degaussing-Verfahren bietet nach seiner Meinung die besten Voraussetzungen für die Integration der Entmagnetisierung in automatisierte Fertigungsanlagen.

Wenn die Stückzahlen die Anschaffung einer eigenen Entmagnetisieranlage nicht rechtfertigen, aber tiefe Werte für den Restmagnetismus gefordert sind, bietet sich der Weg nach Grüningen bei Zürich an. Im hauseigenen Technikum bietet Maurer Magnetic vielfältige Möglichkeiten für eine schnelle und



**Restmagnetismus kann man leider nicht sichtbar machen. Erst Messungen in feldfreier Umgebung mit geeigneten Geräten, wie dem M-Test LL, spüren die gefährdeten Stellen schnell und sicher im Material auf**

professionelle Entmagnetisierung. Und große Gegenstände, wie Infrastruktur- oder Großbauteile (z. B. Maschinenbau) werden beim Kunden vor Ort mit einer mobilen Entmagnetisieranlage behandelt.

Die Maurer-Degaussing-Technologie kommt in vielfältigen Anwendungen in der Automobilindustrie, der Luft- und Raumfahrt, beim Elektronenstrahlschweißen, der industriellen Teilereinigung sowie in der Bahntechnik zum Einsatz. Auch in der Forschung belegen Schlüsselprojekte den Bedarf nach leistungsstarken Entmagnetisierverfahren.

Nachdem sich die Technologie bei der Industrie im deutschsprachigen Raum bereits etabliert hat, weiten die Schweizer ihre Vertriebsaktivitäten derzeit nach Nordamerika aus. Es besteht eine Vertriebspartnerschaft mit NDT Supply in Kansas City. Inzwischen haben die Schweizer dort einen Stützpunkt mit Original-Equipment für Vorversuche und Tests aufgebaut.

➔ [www.maurerdegaussing.ch](http://www.maurerdegaussing.ch)

Halle 5, Stand B32



**Projektbesprechung im Hause Maurer Magnetic; jedes Kundenprojekt wird individuell geprüft (v. l.: Geschäftsführer Albert Maurer, Vertriebsleiter Oskar Schulthess, Betina Vogt, Auftragsbearbeitung, Christian Spiess COO)**

## Effiziente Bauteilreinigung und Prozessoptimierung beginnen beim Reinigungsbehältnis

Bauteilreinigung bedeutet heute meist, definierte Sauberkeitsspezifikationen zu erfüllen. Um dabei so wirtschaftlich wie möglich zu arbeiten, muss das Potenzial der Reinigungsanlage voll genutzt werden können. Dies wird jedoch oft durch das Reinigungsbehältnis verhindert. Mit dem MEFO-BOX-System hat die Metallform Wächter GmbH eine Lösung entwickelt, die durch ihre durchdachte Konstruktion entscheidende Vorteile bietet.

Bei der Auslegung oder Optimierung eines Reinigungsprozesses stehen üblicherweise die Anlagentechnik und Waschmechanik so-

wie das Medium im Mittelpunkt. Vergessen wird dabei, dass die Waschmechanik, wie Ultraschallwellen oder Spritzstrahl, und der



Reiniger ihre Wirkung an den zu reinigenden Bauteilen nur entfalten können, wenn sie diese überhaupt erreichen. Genau darauf ist das

MEFO-BOX-System von Metallform, mit ab Lager lieferbaren Standard-Reinigungskörben und Zubehörteilen, ausgelegt.

## Schneller, besser und effizienter reinigen

Durch seine durchdachte Konstruktion, offene Gestaltung und Fertigung aus elektrolytisierten Rundstäben sorgt es dafür, dass das Potenzial der meist kostspieligen Anlagentechnik bestmöglich genutzt wird. So gelangen Reinigungsmedium, Ultraschallwellen und/oder Spritzstrahl ungehindert zu den Teilen und können ihre Wirkung voll entfalten. Das führt zu kürzeren Reinigungsprozessen mit besserem Ergebnis. Außerdem verkürzen die gute Zugänglichkeit und das optimale Abtropfverhalten die Teiletrocknung und ermöglichen – auch in Schüttgutprozessen – gleichmäßig trockene Teile. Damit trägt das MEFO-BOX-System dazu bei, Durchsatzsteigerungen ohne zusätzliche Investitionen zu realisieren. Gleichzeitig verhindert die Fertigung der Behältnisse aus elektrolytisiertem Edelstahl ohne geschlossene Ecken und Kanten die Bildung von Schmutznestern und Rückständen. Dies erhöht die Prozesssicherheit,

da Rückkontaminationen der gereinigten Teile weitestgehend ausgeschlossen sind. Durch die offene Gestaltung werden darüber hinaus Verschleppungen von Reinigungs- und Spülmedien minimiert, woraus längere Standzeiten der Reinigungsmedien und dadurch eine höhere Anlagenverfügbarkeit resultieren.

Weitere Aspekte, durch die sich das MEFO-Box-System auszeichnet, sind die Kompatibilität zu handelsüblichen Transportbehältnissen, die hohen Stapelrahmen für einen sicheren Transport und zuverlässige Vereinzelung sowie der integrierte Arbeitsschutz durch stumpf verschweißte Stäbe.

## Ein System für unzählige Anwendungen

Mit den umfangreichen, ab Lager lieferbaren Standardkomponenten des MEFO-BOX-Systems und des flexiblen Werkstückträgersystems MEFO-VARIO können rund 85 Prozent aller Bauteile für die Reinigung sicher im Reinigungskorb fixiert werden.

Bei Bedarf lassen sich die MEFO-BOX-Standardkomponenten noch durch teilespezifische Zusatzkomponenten ergänzen. Eine

solche flexible Lösung bietet sich an für Bauteile, die in kleinen Stückzahlen gefertigt werden, die eine einfache Geometrie haben, bei unkritischem Durchsatz und bei denen kein vor- oder nachgeschaltetes Teilehandling betrachtet werden muss. Ein weiterer Einsatzbereich ist ein häufig wechselndes Teilespektrum. Eine Lösung aus Standardkomponenten bietet sich auch an, um mit dem Reinigungsbehältnis erste Erfahrungen zu sammeln und es dann in einem zweiten Schritt für *Rennerbauteile* zu optimieren.

Für alle anderen Anwendungen, bei denen Bauteile mit komplexen Geometrien und/oder in großen Stückzahlen zu reinigen sind, sorgt Metallform mit teilespezifisch ausgelegten Werkstückträgern für die technisch und wirtschaftlich optimale Lösung. Dies ist auch der Fall, wenn es um Reinigungsbehältnisse geht, die automatisch be- und/oder entladen, auf maximalen Durchsatz ausgelegt oder auf eine Verpackung (z. B. Blister) abgestimmt werden sollen.

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

Halle 3, Stand B27

## SITA-Prozesskontrolle für höchste Qualität in der Fertigung

**Bauteilsauberkeit stabil und effizient sichern – das erfordert die regelmäßige Kontrolle des Reinigungsergebnisses und die Überwachung der Prozessmedien.**

Die SITA Messtechnik GmbH präsentiert auf der parts2clean zum Thema Bauteilsauberkeit weltweit bewährte Handmessgeräte und Prozessmesstechnik zum Beherrschen und Optimieren des Reinigungsprozesses. Das aufeinander abgestimmte Produktprogramm *Reinigerkonzentration messen – Sauberkeit kontrollieren – Verschmutzung überwachen* gewährt eine qualitätssichernde und wirtschaftliche Prozessführung. Zahlreiche Anwendungsbeispiele bei der Fertigung von unterschiedlichen Bauteilen zeigen den nutzbringenden Einsatz der einfach handhabbaren Messgeräte.

Zur Kontrolle der Bauteilsauberkeit erfassen die SITA-Fluoreszenzmessgeräte schnell, einfach und präzise filmischen Restschmutz auf Oberflächen. Dabei wird die Eigenschaft von Ölen, Fetten und Tensiden ausgenutzt, bei Anregung mit UV-Licht zu fluoreszieren. Die robuste Messtechnik ist international branchenübergreifend im Einsatz und hat sich für

die berührungslose Sauberheitskontrolle und die Schichtdickenmessung, beispielsweise von Korrosionsschutz, bewährt.

Die SITA Messtechnik GmbH entwickelt, produziert und vertreibt Geräte für das Messen der dynamischen Oberflächenspannung von Flüssigkeiten zur Tensidkontrolle, vollautomatische Schaumtester zum Prüfen des Schäumverhaltens von Flüssigkeiten sowie Fluoreszenzmesstechnik für die Sauberheitskontrolle von Teilen und für die Schmutzüberwachung von Prozessmedien. Die einfach zu handhabenden und robusten Messgeräte werden in Laboren der Forschung, Entwicklung und Fertigung der chemischen Industrie zur Analyse und Qualitätssicherung eingesetzt und im Bereich der Oberflächentechnik/Bauteilreinigung zum Überwachen und Steuern von Prozessen.

Für die aktuell diskutierten Fragen der Bauteilreinigung von *Filmischen Verunreinigungen beherrschen* bis *QSRein 4.0 – Chancen*



**Sauberkeit stabil sichern mit SITA Fluoreszenzmesstechnik**

für die Reinigungstechnik bietet SITA Lösungen unter dem Leitspruch: *Qualität braucht Perfektion und Innovation!* Die Anwendungstechniker des Unternehmens beraten Besucher der Messe zur Lösung von Aufgaben in Qualitätssicherung und Prozessführung.

➔ [www.sita-process.com](http://www.sita-process.com)

Halle 3, Stand B21



## Die Trocknung – Kostentreiber und Stiefkind der Reinigung?

Von Dipl.-Phys. Frank-Holm Rögner, Fraunhofer-Institut für Organische Elektronik, Elektronenstrahl- und Plasmatechnik FEP, Dresden



Zum online-Artikel

Die Reinigung von Oberflächen ist über alle Industriebranchen hinweg ein notwendiger Bestandteil der Fertigungskette. Darüber hinaus spielt die Reinigung als Wert- und Funktionserhaltungsmaßnahme für die meisten Produkte eine wichtige Rolle im gesamten Lebensdauerzyklus bis hin zum abschließenden Recycling. Die Kosten, die diese Reinigungsmaßnahmen verursachen, sind sowohl volkswirtschaftlich als auch für die konkrete Produktion immens. Je nach Produkt und Herstellungsverfahren fallen allein in der industriellen Teileproduktion bis zu 30% der Produktionskosten für die Reinigung von Oberflächen an unterschiedlichen Stellen der Fertigungskette an. Demzufolge steht die Reduzierung von Reinigungskosten in vielen Firmen sehr weit oben auf der Forderungsliste. Dem gegenüber steht oft die Unsicherheit, wie Reinigungskosten überhaupt reduziert werden können. Die Frage nach den Hauptfaktoren der Kostenbestandteile bei der Reinigung und deren Beeinflussungsmöglichkeiten oder die Abwägung zwischen Investitions- und Betriebskosten sind wichtige Punkte. Das Verständnis für die grundlegenden Prozesse, die bei einer Oberflächenreinigung ablaufen ist für die Beantwortung dieser Fragen ebenso notwendig wie die Details bei der technischen Umsetzung. Diese Aufgabe kann heute nur durch interdisziplinäres Arbeiten von der Konstruktion über die Technologieentwicklung, die Fertigungsplanung bis zum Kundendienst sowie mit den Spezialisten aus Reinigungsanlagenbau und Reinigungsmedien gelöst werden. Eine spezielle Herangehensweise für eine Kostenoptimierung ist erforderlich, um nicht in die Falle der Kosteneinsparung um jeden Preis zu geraten. Einen Schwerpunkt bildet dabei die Trocknung. Viel zu oft werden Reinigungsverfahren vordergründig nach dem Reinigungsergebnis ausgewählt und Trocknungsergebnisse beziehungsweise -anforderungen spielen kaum oder nur eine untergeordnete Rolle, obwohl darauf ein erheblicher Energiebedarf und apparativer Aufwand entfällt.

### 1 Kosten

Bevor im Folgenden die Einflussmöglichkeiten auf die Kosten der industriellen Reinigung herausgearbeitet werden, ist es erforderlich, die Begrifflichkeiten darzustellen. Der Begriff *Kosten* ist in der heutigen Zeit eher negativ besetzt und wird in Vertragsverhandlungen oft fälschlicherweise losgelöst von den verursachenden Faktoren diskutiert. Deshalb soll dieser Zusammenhang hier vorab klargestellt werden.

Kosten sind die (buchhalterisch) negativen monetären Konsequenzen einer Aktion angesichts eines bestimmten Planes und Entscheidungsfeldes. Dabei sind im Fall der industriellen Reinigung die Begriffe wie folgt zu definieren:

- das Entscheidungsfeld:
  - das für den Nachfolgeprozess erforderliche Reinigungsergebnis
- der Plan:
  - die Reinigungstechnologie
- die Aktion:
  - der (maschinell) umgesetzte Reinigungsprozess.

Letztlich bestimmen diese drei Einflussgrößen die Reinigungskosten. Das notwendige Reinigungsergebnis bestimmt den erforderlichen Aufwand und die technische Umsetzung des Reinigungsaufwandes kostet Geld. Oft wird leider übersehen, dass *Reinigen* nicht nur aus dem Entfernen der Ver-

schmutzung (Kontamination) von der Oberfläche besteht, sondern die Verschmutzung auch entsorgt, das Reinigungsmedium wieder entfernt und letztlich das Bauteil nach einer Reinigung mit flüssigen Medien auch wieder getrocknet werden muss (Abb. 1). Der Trocknungsschritt verursacht insbesondere bei wässrigen Reinigungsprozessen einen erheblichen Anteil des Energiebedarfs, daher lohnt hierzu eine genauere Betrachtung.

### 2 Nutzen der Reinigung – Eine Definitionsfrage

Mit der Festlegung des Reinigungsergebnisses erfolgt gleichzeitig der größte Einfluss auf die Reinigungskosten. Alle nachfolgenden Schritte sind nur noch kosmetischer Natur. Es sollte immer bewusst sein, dass jede noch so geringe Entfernung von Kontaminationen

von einer Oberfläche Aufwand bedeutet und damit Kosten verursacht. Deshalb ist diese Festlegung mit besonderer Sorgfalt und ausreichend fundiert zu treffen.

Reinigung bedeutet die Entfernung unerwünschter Stoffe (Verunreinigungen) von der Oberfläche von Werkstücken bis zu einem erforderlichen, vereinbarten oder möglichen Grad. Dabei ist der erreichbare Reinheitsgrad abhängig vom Reinigungsverfahren sowie der Art und Beschaffenheit der Verunreinigung.

Damit gilt es zu klären, welche und wieviel Verunreinigungen sich auf der Oberfläche befinden und welche und wieviel Verunreinigungen davon störend für den nachfolgenden Produktionsschritt sind. Um alle Einflussgrößen zu erfassen, muss die gesamte Produktionskette betrachtet werden (Abb. 2).

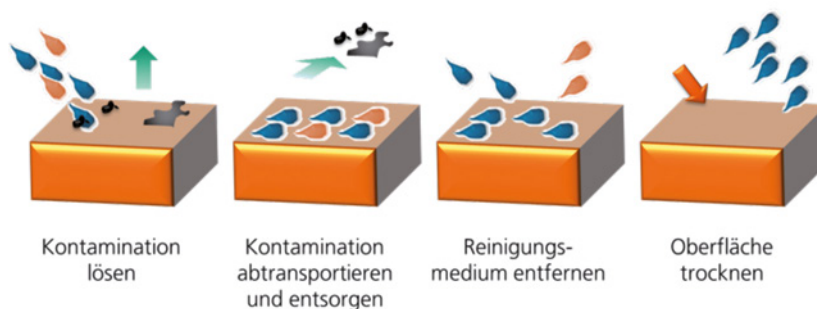


Abb. 1: Grundelemente eines Reinigungsprozesses mit flüssigen Medien

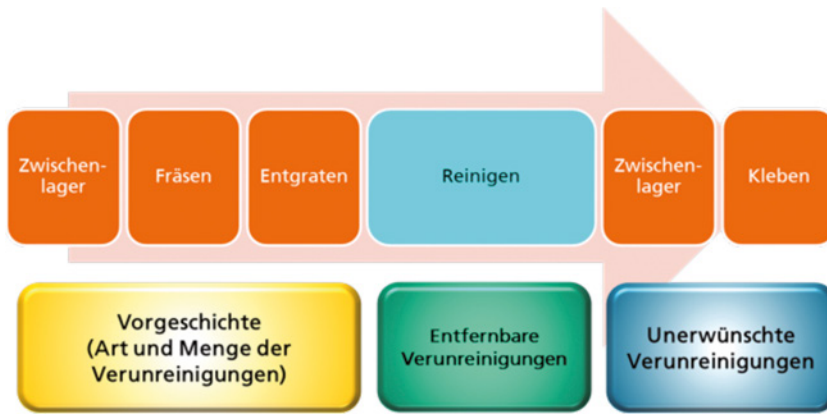


Abb. 2: Beispiel für eine Prozessketten-Betrachtung

Nicht immer ist diese Frage klar und analytisch fundiert zu beantworten. Wird in diesem Fall ein Reinigungsgrad (z.B. aus Erfahrung) vereinbart, sollte ebenfalls klar sein, dass damit Kosten verursacht werden. Leider noch sehr oft anzutreffende Vereinbarungen wie *fett- und fleckenfrei* sind dafür gänzlich ungeeignet. Dieses Reinigungsergebnis ist weder technisch erreichbar noch prüfbar. Um kalkulierbare Reinigungskosten zu erhalten muss deshalb immer darauf geachtet werden, dass das Reinigungsergebnis auch sinnvoll erreichbar und messbar ist.

Das Gleiche trifft selbstverständlich auch auf den Teilschritt der Trocknung zu. Hier ist es jedoch noch schwieriger, quantitativ den notwendigen Grad der Trocknung zu bestimmen. Für die Beantwortung der kostenrelevanten Frage, was *Trocken* überhaupt ist, fehlt vielen Akteuren zur Zeit noch das praktikable *Handwerkszeug* aus einfachen Messver-

fahren und Grundlagenerkenntnissen zum Einfluss von Oberflächen-Restfeuchte auf Transport, Lagerung und die nachfolgenden Technologieschritte. Hier besteht nach wie vor ein F&E-Nachholbedarf. Das Trocknungsergebnis anschließend auch in gleichbleibender Qualität zu erzielen bzw. nachvollziehbar und messbar zu prüfen, ist ebenfalls eine Herausforderung. Aus diesem Grund werden viele Trocknungsprozesse mit (kostenintensiven) Sicherheitsreserven versehen. Hier bietet sich ein großes, noch stiefmütterlich behandeltes Optimierungspotential.

Das Grundprinzip *Reinigen (und Trocknen) nur so viel wie nötig* ist die einzige Chance in dieser entscheidenden Planungsphase, die später entstehenden Kosten so niedrig wie möglich zu halten. Günstiger geht es nur noch mit Reinigungsvermeidung. Da es energetisch deutlich günstiger ist, Kontaminationen auf eine Oberfläche zu bringen, als sie

wieder davon zu entfernen, lohnen sich alle Aufwendungen, die störende Kontaminationen von Oberflächen vermeiden.

Die günstigste Reinigung ist keine Reinigung.

### 3 Aufwand der Reinigung – Die Technologie

Steht das notwendige Reinigungsergebnis fest, ergibt sich daraus der Reinigungsaufwand. Unter Kostenaspekten heißt das, eine Reinigungstechnologie zu finden, die das gewünschte Ergebnis mit optimalem Energie-, Logistik- und Personaleinsatz erreicht. Unter diesem Gesichtspunkt müssen alle vier genannten Grundelemente einer Reinigungstechnologie betrachtet werden. Schwerpunktmäßig wird hier nur auf die Trocknung ausführlicher eingegangen.

#### 3.1 Kontamination lösen

Soll eine Kontamination von einer Oberfläche gelöst werden, müssen die Bindungskräfte überwunden werden. Die Energie zum Lösen von Kontaminationen kann in unterschiedlicher Form aufgewendet werden.

Halle5, Stand C31

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

Allen Nutzern von WOMag-online steht der gesamte Beitrag zum Download zur Verfügung. Im weiteren werden acht Arten der Trocknung miteinander verglichen. Der Gesamtumfang des Beitrags beträgt etwa 3,5 Seiten mit 4 Abbildungen und 1 Tabelle.

**HARTER**  
drying solutions

EINE PERFEKTE TROCKNUNG  
VOLLENDET IHREN PROZESS.

WOLLEN AUCH SIE DAS BESTE?

## Moderne nickelfreie Phosphatierverfahren und Entphosphatierverfahren für Verbindungselemente

Von Stefan Lenzer, Forst



Zum online-Artikel

Das Phosphatieren ist ein wichtiger Arbeitsschritt bei der Herstellung von Verbindungselementen durch Kaltumformung. Phosphatierungen gewährleisten das notwendige Umformverhalten, müssen aber zur Vermeidung der Versprödung vor einer Wärmebehandlung entfernt werden. Eine hohe Prozesssicherheit bieten neue Verfahren für das Entphosphatieren beispielsweise bei der Herstellung von hochfesten Schrauben. Nickelfreie Phosphatierverfahren erhöhen die Arbeitssicherheit, vereinfachen die Abwasserbehandlung und tragen somit zur Senkung der Prozesskosten bei. Vorteilhaft ist hierbei, dass die vorhandenen Verfahrensabläufe durch die Verwendung der neuen Verfahren unverändert bleiben können.

### Modern Nickel-Free Phosphating Processes and Phosphate-Stripping Processes for Connectors

Phosphating is an important process in the manufacture of connectors using cold-forming. It ensures the required formability but must be removed prior to heat treatment to avoid embrittlement. A new process for phosphate stripping ensures that complete removal is achieved, for example in the manufacture of screws made of high-strength steel. Nickel-free phosphating processes increase reliability and simplify subsequent effluent treatment, thus leading to a reduction in process costs. Worth noting is that the existing process sequence does not require modification when using the new phosphate stripping stage.

#### 1 Vom Draht zur Schraube

Der Prozess zur Herstellung einer Schraube ist komplex und wie in *Abbildung 1* angedeutet in viele kritische Einzelschritte und Prozesse gegliedert.

Vereinfacht dargestellt, wird der vom Walzwerk gelieferte Rohdraht im Drahtwerk gebeitzt, phosphatiert und mit einem Schmiermittel für den anschließenden Drahtzug beschichtet. Die Phosphatschicht ist fest in der Metalloberfläche verankert und dient hier als Schmiermittelträger und Trennschicht zwischen Draht und Werkzeug. Im Drahtzug kommen weitere Schmierstoffe wie Pulverseifen oder Öle zum Einsatz. Dieser Prozess wird beliebig wiederholt, bis der Draht das annähernde Endmaß erreicht hat, wobei zusätzlich eine Zwischenwärmebehandlung zum Einsatz kommen kann.

Der Draht hat nun das annähernde Endmaß für die Weiterverarbeitung und wird der Schraubenherstellung zugeführt. Im Schraubenwerk wird dieser Draht unmittelbar vor der Umformpresse auf Endmaß eingezogen, das heißt reduziert, und das Verbindungselement in einem Mehrstufenprozess umgeformt. Um eine Schraube (*Abb. 2*) herzustellen, wird anschließend das Gewinde gerollt.

Nach dem Kaltumformen werden die Verbindungselemente in der Regel gereinigt, entphosphatiert und einer Wärmebehandlung unterzogen, um die gewünschten Eigenschaften einzustellen.

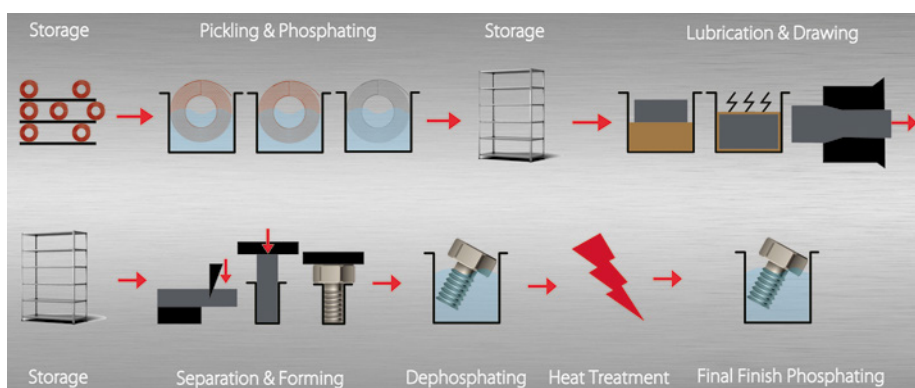
Neben der weit verbreiteten galvanischen Beschichtung werden Schrauben alternativ auch phosphatiert. Dazu gehören Motorschrauben oder Verbindungselemente für die Antriebseinheit. Wenn die primäre Vor-



**Abb. 2: Typische Schrauben, wie sie in großen Mengen zum Einsatz kommen**

aussetzung die Korrosionsbeständigkeit ist, werden meist Dickschicht-, Zink- oder Mangan-Phosphatierungen eingesetzt. In Kombination mit Korrosionsschutzölen erreichen sie bis zu 72 Stunden ohne Rotrost (also die Korrosion des Grundwerkstoffs unter Bildung von rot-braunen Eisenverbindungen als Korrosionsprodukt) im neutralen Salzsprühnebeltest. Wenn eine mikrokristalline Phosphatschicht erforderlich ist, empfiehlt sich Zink-Calcium-Phosphat. Dieses wird durch einen Korrosionsinhibitor oder einen Schmierstoff ergänzt, durch den sich ein definierter Reibwert einstellen lässt. Leichte bis mittelschwere Zink-Calcium-Phosphatschichten bieten eine korrosionsbeständige Basis und eine ausgezeichnete Haftung für nachfolgende Beschichtungen, wie beispielsweise Zink-Lamellenbeschichtungen.

Aufgrund der steigenden Anforderungen an die Teilequalität, Umweltverträglichkeit und



**Abb. 1: Vom Draht zur Schraube**



Arbeitssicherheit werden alkalische Entphosphatiermittel und nickelfreie Phosphatierverfahren bevorzugt.

## 2 Entphosphatieren

Die beschriebenen Umformvorgänge hinterlassen auf dem Endteil einen sogenannten Phosphatziehspiegel, der aus Phosphatresten und den eingesetzten Schmierstoffen besteht. Nach dem Kaltumformen werden die Verbindungselemente meist einer Wärmebehandlung unterzogen. Dieser Vorgang kann durch den verbleibenden Phosphatziehspiegel negativ beeinflusst werden.

### 2.1 Vermeiden des Teileversagens

Jeglicher verbleibende Phosphatrest, der während des nicht-oxidierenden Tempervorgangs noch auf der Oberfläche verbleibt, führt zur Diffusion von Phosphor in die Randschicht. Dies verstärkt die Empfindlichkeit der Bauteile für Spannungsrisskorrosion und erhöht die Wahrscheinlichkeit des Teileversagens, was insbesondere für hochzugfeste Verbindungselemente der Festigkeitsklasse 12.9 und höher gilt. Darüber hinaus geht aus der Volkswagen-Spezifikation VW 60250

*Hochfeste Schrauben* hervor, dass Schrauben der Zugfestigkeitsklasse 10.9 und höher vor der Wärmebehandlung entphosphatiert werden müssen. Gemäß DIN EN ISO 898-1 ist ein sichtbarer, feststellbarer weißer Bereich, auch Saum genannt, der mit Phosphor angereichert ist, nach der Wärmebehandlung nicht zulässig.

Um die beschriebenen Probleme zu verhindern, muss diese Schicht aus Restphosphat und/oder Schmiermittel vor der Wärmebehandlung entfernt werden.

### 2.2 Verfahrensablauf

Der Phosphatziehspiegel kann mechanisch durch Strahlen oder chemisch mittels saurer und/oder hochalkalischer Medien entfernt werden. Aufgrund des Risikos für einen Wasserstoff induzierten Sprödbruch werden saure Verfahren häufig ausgeschlossen und alkalische Verfahren vorgezogen. Der Prozessablauf einer typischen alkalischen Entphosphatierung besteht aus fünf Schritten: Entfetten, Entphosphatieren, Spülen, Spülen und Trocknen.

Als geeignete Anlagentechnik haben sich für den Chargenprozess Trommeltauch- und

Zentrifugenanlagen bewährt. Für die kontinuierliche Entphosphatierung werden Schneckenreinigungsanlagen oder Kettendurchlaufanlagen direkt vor der Wärmebehandlung eingesetzt. Angeschlossene Ölabscheider verlängern die Badstandzeit erheblich.

### 2.3 Qualitätssicherung

Die erfolgreiche Durchführung der Entphosphatierung wird vor der Wärmebehandlung kolorimetrisch mit dem sogenannten *Blautest* überprüft. Die Intensität der Blaufärbung ist proportional zur noch vorliegenden Phosphatmenge. Nach der Wärmebehandlung wird unter dem Mikroskop der Schliff auf Anwesenheit des unerwünschten, weißen Saums geprüft (Abb. 3).

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

WOMag-online-Abonnenten steht der gesamte Beitrag zum Download zur Verfügung. Im weiteren werden die nickelfreien Phosphatierverfahren charakterisiert. Der Gesamtumfang des Beitrags beträgt etwa 3,3 Seiten mit 5 Abbildungen und 2 Tabellen.

## Heiss auf Teile



**FST DRYTEC**  
TROCKNEN UND TEMPERN MIT SYSTEM

- Gestelltrockner für qualitativ hochwertige Produktionsergebnisse
- Trommeltrockner für DIE schonende Trocknung von Schüttgütern

**4** perfekte Trockner-Systeme  
**1** Anbieter:  
[www.fst-drytec.de](http://www.fst-drytec.de)

innovativ  
präzise  
engagiert

## ≡ Oberflächentechnik in der Wertschöpfungskette – Politik und Industrie erkennen den Wert

ZVO-Oberflächentage 2017 unter großer Anteilnahme und prominenter Fürsprache mit interessanten Aspekten vom Korrosionsschutz bis zur Anwendung in der Elektronik - Teil 1



Zum online-Artikel

Mit einem neuerlichen Teilnehmerrekord endeten am 15. September die diesjährigen ZVO-Oberflächentage in Berlin. In ihrer Eröffnungsansprache zu dem dreitägigen Jahreskongress des Zentralverbands Oberflächentechnik e. V. unterstrich Brigitte Zypries, Bundesministerin für Wirtschaft und Energie, den Beitrag der Oberflächentechnik in der Wertschöpfungskette.

Insgesamt 665 Teilnehmer hatten sich zu den diesjährigen ZVO-Oberflächentagen im Hotel Estrel in Berlin eingefunden und damit – zum vierten Mal in Folge – einen Teilnehmerrekord aufgestellt. In fünf parallelen Vortragssessions mit insgesamt 87 Vorträgen wurden an den drei Veranstaltungstagen die aktuellen Trends, Entwicklungen und Innovationen der Galvanotechnik vorgestellt und diskutiert. In der begleitenden Industrieausstellung präsentierten insgesamt 70 Aussteller ihre Produkte und Innovationen. Auch in puncto Internationalität stellten die diesjährigen ZVO-Oberflächentage einen neuen Rekord auf: Die Teilnehmer stammten aus 13 verschiedenen Ländern, darunter neben den traditionellen europäischen Staaten auch aus der Türkei, den USA, Mexiko, Japan und Australien.

Diese Zahlen bestätigen eindrucksvoll den Stellenwert der ZVO-Oberflächentage, die sich die gezielte Vernetzung von Forschung und Praxis zum Thema Galvano- und Oberflächentechnik sowie die Unterstützung der branchenübergreifenden Kommunikation zum Ziel gesetzt haben.

Die Bedeutung der Veranstaltung und der Branche belegte nicht zuletzt der Besuch von Bundeswirtschaftsministerin Brigitte Zypries: In ihrer Eröffnungsansprache am Abend des 13. September drückte sie aus, wie wichtig dieser sei, *schließlich ist es der Mittelstand, für den unser Bundesministerium Politik macht, der Mittelstand als Rückgrat der Gesellschaft.* Die Ministerin betonte, dass die Bedeutung der Oberflächentechnik oft unterschätzt werde, weil deren Beitrag in der Wertschöpfungskette nicht bewusst sei. Für Brigitte Zypries ist sie daher eine Branche, *um die wir uns kümmern müssen, da müssen wir Öffentlichkeit herstellen.*

Ein beherrschendes Thema – sowohl in den Vorträgen, als auch im regen Austausch untereinander – waren Alternativen zur Verwendung von chromsäurebasierenden Prozesstechnologien. Aber auch die anderen Vortragsveranstaltungen, beispielsweise zu Industrie 4.0, Bauteilreinigung oder Legierungsschichten waren durchweg gut besucht.

(Birgit Spickermann)

Die Vortragstagungen mit einem umfangreichen Programm an Themen aus allen Bereichen der Oberflächentechnik wurden von Bernd Jülicher eröffnet. Er war sich vermutlich der Herausforderung bewusst, die große Zahl an interessierten Fachleuten nicht gleich zu Beginn mit tiefstem Fachwissen zu bedienen, und zeigte in seinen kurzweiligen Ausführungen, dass physikalische Zusammenhänge wie das Ohmsche Gesetz auch unterhaltsame Aspekte aufweisen. So trefen nach seiner Meinung die Unternehmen heute auf allerlei Widerstände aus Politik und Gesellschaft. Hier muss sich der Unternehmer entscheiden, ob er gegen oder mit dem Strom schwimmt. Das daraus resultierende Ergebnis wird er in der Regel mit Spannung erwarten – es kann aber auch ihn bei entsprechendem Ausgang erheblich unter Span-



**Brigitte Zypries, amtierende Bundesministerin für Wirtschaft und Energie, eröffnete die diesjährigen ZVO-Oberflächentage in Berlin, die mit 665 Teilnehmern einen neuen Rekord aufgestellt haben** (Bild: ZVO e.V.)

nung setzen. Der Zusammenhang aus Strom, Spannung und Widerstand gilt also sowohl für die elektrische Ladung als auch für den Menschen in seinem täglichen Handlungsfeld.

In dieser und den nächsten Ausgaben der WOMag werden die Inhalte als Übersicht über das interessante Tagungsprogramm zusammengefasst.

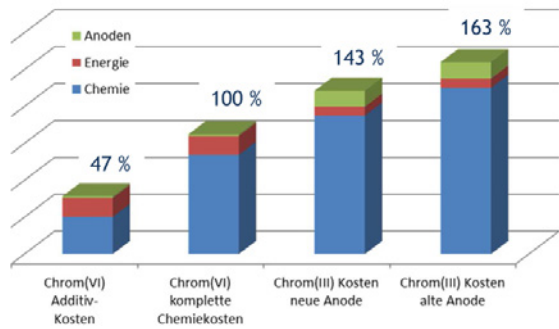
### Entwicklungen und Trends

#### Chrom(III) und Farbe

Die Entwicklungen in der Umweltgesetzgebung fordern von der Beschichtungsindustrie den breiten Einsatz von Verfahren zur Chromabscheidung aus dreiwertigen Elektrolyten. Wie Birgit Möbius einleitend betonte, zählen die Abscheideverfahren aus Chrom(III)elektrolyten zwar zu den ältesten



**Der ZVO-Vorsitzende Walter Zeschky eröffnet die Tagung** (Bild: ZVO e.V.)



**Vergleich der Verfahrenskosten für drei- und sechswertige Elektrolyte (Bild: B. Möbius)**

Techniken der galvanischen Verchromung, sie konnten sich aber aufgrund der Nachteile einer häufig geringen Dicke, geringeren Härte und insbesondere der Farbe (schwankend, gelblich-grau) nicht durchsetzen.

Die Verfahren haben sich seit den Anfängen der Chromabscheidung nur unwesentlich geändert. Trotzdem ist es heute möglich, konstantere Abscheidequalitäten mit einer einstellbaren Farbqualität herzustellen. Dies ermöglichen einerseits die deutlich verbesserten Analyse- und Steuerungsmöglichkeiten der Elektrolyte und andererseits die effizienten Farbmess-techniken zur Kontrolle des Farbtons einer Chromschicht. Erreicht wird dies beispielsweise durch Einstellung des Glanzgrades der Nickelschicht unter der Chromschicht oder durch die Variation der Gehalte an organischen Verbindungen und Fremdmetallen im Elektrolyten. Während bei den Chromschichten aus sechswertigen Elektrolyten in der Regel nur eine Farbe für Chrom herstellbar ist, bieten die Chrom(III)-verfahren ein breites Spektrum von metallisch-weißen bis dunkelgrauen Farbvarianten an. Hier kann sich der vermeintliche Nachteil der Farbabweichung ins Vorteil kehren, indem Chrom als Farbgeber über das bisher bekannte Erscheinungsbild neue Spielmöglichkeiten der Farbgebung bietet. Die Kombination aus neuem Anodendesign und darauf abgestimmter Verfahrenschemie führt zu stabileren und kostengünstigeren Prozessen, wie Birgit Möbius in einem Verfahrensvergleich abschließend deutlich machte.

## Bildung von Chrom(VI) in Chrom(III)passivierungen

Seit mehr als 15 Jahren sind Passivierungen auf Basis von dreiwertigen Chromverbindungen in breitem Umfang im Einsatz. Allerdings hat sich gezeigt, dass die daraus hergestellten Schichten zum Teil erhöhte Konzentrationen an Chrom(VI) enthalten. Björn Stroh be-

fasst sich mit diesem Problem und entwickelt Ansätze, das Phänomen der Chromoxidation in Passivierungsschichten zu verstehen und Lösungen zu deren Verhinderung zu finden. Hierzu werden neben den einzelnen Komponenten der Passivierung (Chrom, Kobalt, Komplexbildner) auch verschiedene Anwendungsparameter (z. B. pH des Bades, Trocknungstemperatur und -dauer) untersucht. Es zeigte sich, dass Sauerstoff eine deutliche Rolle bei der Oxidation von Chrom(III) zu Chrom(VI) spielt. Der Einsatz von Komplexbildnern erhöht die Stabilität der Passivierungslösung und erhöht die Korrosionsschutzwirkung der hergestellten Schichten. Die Chromoxidation sinkt durch den Einbau von Fluorid als Chromfluorid, wogegen ein-

gebautes Kobalt die Oxidation von dreiwertigem Chrom fördert. Ein weiterer deutlicher Einfluss zeigt sich beim pH-Wert der Passivierungslösung. So nimmt mit steigendem pH-Wert die Konzentration an Chrom(VI) in der Schicht zu.

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

WOMag-online-Abonnenten steht der gesamte Beitrag zum Download zur Verfügung. Im weiteren wird über die Vorträge zu den Themen *Trends* und *Verschleißschutz* berichtet.

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



## MAGSON. Immer ein Gewinn.

Mit unserer neuen Generation dichtungsloser Magnetciselpumpen landen Sie beim Fördern hochaggressiver Medien einen Start-Ziel-Sieg. Denn eine MAGSON spart Ihnen durch rundum durchdachte Details zu jedem Zeitpunkt des Life Cycle bares Geld – egal ob als normalsaugende MA oder als selbstansaugende MAS.

- Maximale Zuverlässigkeit
- Maximale Sicherheit
- Maximale Effizienz
- Maximale Flexibilität
- Minimale Life-Cycle-Kosten

Mehr Infos unter: [www.magson-pumpen.de](http://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](mailto:info@sondermann-pumpen.de)  
[www.sondermann-pumpen.de](http://www.sondermann-pumpen.de)

 **SONDERMANN**  
PUMPEN • FILTERTECHNIK



## ≡ Werkstoffkombinationen – mehr als die Summe der Bestandteile

Bericht über den ABC-Workshop 2017 am NMI in Reutlingen



[Zum online-Artikel](#)

Das 1985 gegründete NMI befasst sich heute mit seinen 190 Mitarbeitern vor allem mit dem Transfer von Wissen und Technologie in die Praxis. Dies beinhaltet unter anderem die Unterstützung von Unternehmensgründungen und Dienstleistung im Bereich Forschung und Entwicklung. Das NMI ist eines der 13 Institute der Innovationsallianz Baden-Württemberg innBW. Primäre Aufgabenstellung an die Mitglieder ist die Schaffung von Verbindungen zwischen Wissenschaft und Wirtschaft. Einer der Schwerpunkte des Instituts ist die Oberflächen- und Werkstofftechnologie. Die dort durchgeführten Arbeiten werden in einem jährlich stattfindenden ABC-Workshop mit Beiträgen aus den Fachgebieten Analytik, Kleben und Beschichtungstechnologie von den zuständigen Fachleuten des NMI sowie den Partnern in der Industrie präsentiert. Die Technologien finden in nahezu allen Bereichen der Industrie Anwendung.

### Verbundwerkstoffe, Werkstoffverbunde und hybride Werkstoffe

Prof. Dr.-Ing. Markus Milwich, DITV Denkendorf, befasst sich mit der Herstellung von Teilen aus Mischwerkstoffen, bei denen die Eigenschaften durch die unterschiedlichen Bestandteile in breitem Umfang einstellbar sind. So bestehen hybride Werkstoffe primär aus Fasern und Kunststoffen, bei denen das Kleben der wichtigste Teil im Herstellprozess ist. Die hergestellten Bauteile – beispielsweise für die Fahrzeugindustrie – werden zunehmend komplexer und unterliegen höheren Anforderungen. Die Teilegröße nimmt weiter zu bis hin zu vollständigen Fahrzeugelementen, hergestellt durch Spritzen mit Fasern. Darüber hinaus werden vor allem mit Hilfe von textilen Werkstoffen integrierte Sensoren benötigt.

Nach seiner Meinung lassen sich die drei Arten von Werkstoffen folgendermaßen unterscheiden:

- Werkstoffverbunde aufgrund der verwendeten Fasern und Beschichtungen
  - Verbundwerkstoffe mit komplett in die Matrix eingelagerten Fasern
  - Hybride Werkstoffe sind zum Beispiel Stahlprofile, verstärkt oder verklebt mit CFK
- Die Werkstoffe zeichnen sich durch Eigenschaften wie hohe Festigkeit und geringes Gewicht aus. Derzeit wird vor allem von den dafür notwendigen Klebeverbindungen eine nachweislich hohe Sicherheit gefordert. Dies gilt umso mehr, als in der Regel mehrere Klebeschritte bei der Herstellung eines Teiles notwendig sind.

Metall-Metall-Hybride bestehen zum Beispiel aus Aluminiumlegierungen mit Aluminiumoxid-Bor-, Kohlenstoff- oder Siliziumcarbidfasern. Herausforderungen ergeben sich

bei derartigen Werkstoffen durch das Recycling, unter anderem aufgrund des Wunsches, Fasern zurückzugewinnen. Eine weitere Variante sind Metalleinlegeteile in Faserverbundlaminaten, die zum Teil bereits in einem Fertigungsschritt durch Umspritzen hergestellt werden.

Metall-Kunststoff-Verbunde bestehen beispielsweise aus Metallfolien mit textiler Einlage und Kleber oder Klebefolien. Faserverstärkte Keramiken (CMC) werden mit dem Ziel verbessert, eine hohe Bruchzähigkeit bei hohen Arbeitstemperaturen zu erreichen. Einsetzbar sind solche Werkstoffe unter anderem in Turbinen, bei denen auf Kühlung verzichtet werden kann. Eine weitere Anwendung sind Keramikbrems Scheiben.

Bereits im Einsatz sind hybride Materialien zum Beispiel in Leichtbaufahrzeugen wie dem i3 von BMW.

Ein weiterer Schritt ist die Integration von Anzeigegeräten auf Basis von textilen Werkstoffen. Das Entkleben für die Demontage oder das Recycling sind bei allen verklebten Teilen neben der Herstellung zusätzliche Forderungen.

Faserverbundwerkstoffe werden vor allem durch neue Techniken des Verlegens von Fasern und dem Verkleben der Fasern weiterentwickelt.

### Werkstoffeigenschaften durch Mehrschichtsysteme

Mehrschichtsysteme, ein Bereich der Arbeiten von Prof. Dr. Volker Bucher, erfüllen Anforderungen, die deutlich über die von Schichten oder Werkstoffen allein hinausgehen. Beispiele dafür in der Medizintechnik zeichnen sich durch geringste Abmessungen aus, bei denen hohe elektrische

Isolation, Kratzfestigkeit bei gleichzeitig geringer Schichtdicke, aber auch sehr gute Reinigbarkeit bei hoher Beständigkeit gegen die Reinigungsmittel vorliegen. Eingesetzt werden hierfür unter anderem Verfahren wie PECVD zur Erzeugung von DLC-Schichten. Nachteilig bei DLC-Schichten sind intrinsische Spannungen (in der Regel Druckspannungen), weshalb die verwendbaren Schichtdicken unter 3 µm liegen. Dieser Nachteil lässt sich durch die Herstellung von Multilagenaus DLC und Titan – unter der Vorgabe einer sehr guten Haftung – erzielen. Ähnlich gute Ergebnisse werden durch Gradientenschichten aus Titan mit unterschiedlichen Kohlenstoffanteilen (Multilagenaus DLC erreicht.

Eine Lösung für eine gut isolierende Schutzschicht besteht aus DLC und Parylen, wobei DLC die Härte und Kratzfestigkeit liefert und Parylen die vorhandenen Poren schließt und für die elektrische Isolation sorgt.

Ein weiteres Beispiel für Mehrschichtsysteme sind Barrierschichten für Wasserdampf auf intelligenten Implantaten. Anwendung findet eine derartige Technik für Retinaimplantate oder Gehirnimplantate, bei denen Flexibilität zum Beispiel bei zugleich hoher Korrosionsbeständigkeit erreicht wird. Möglich sind Kombinationen aus Parylene und Edelmetallschichten oder Titan. Damit wird auch die Diffusion von Stoffen stark gehemmt oder unterbunden. Derzeit wird davon ausgegangen, dass eine weitere Verbesserung durch die Hinzunahme von ALD-Beschichtungen möglich sein sollte.

Ein weiteres Anwendungsgebiet von Multilagenschichten ist die Herstellung von kratzfesten Kunststoff-Displays. Neue Entwicklungen befassen sich mit der Kombination von

kratzfestem Lack mit ALD-Schichten. Neben der Kratzfestigkeit kann damit auch eine gute Chemikalienbeständigkeit erzeugt werden.

## Analytik von Mehrkomponentensystemen

Herausforderungen bei der Herstellung von Mehrkomponentensystemen stellen sich auch für die Analytik, mit der sich Dr. Dagmar Martin befasst. Sie liegen vor allem darin, dass Stoffübergänge während der Analyse stattfinden, wobei die Übergänge sehr inhomogen sind. Zudem muss hierfür sehr sorgfältig der zu untersuchende Bereich ausgewählt werden. Die Analysetechnik muss damit die Möglichkeit bieten, einerseits große Oberflächenbereiche abzudecken und zugleich hohe Auflösungen bis in den Nanometerbereich zu gewährleisten. Die Methoden reichen vom Gitterschnitt über kristallographische Schnitte, Lichtschnitt- oder Laser-Scanning-Mikroskop bis zu REM/EDX oder XPS. Eine sinnvolle Analytik erfordert es, sich den Gesamtprozess der Schichtherstellung detailliert anzusehen. Eine passende Analytik erhält damit auch die Funktion der Schichtqualifizierung als wichtiges Kriterium der Qualitätssicherung.

Ein Beispiel für entsprechende Analysetechniken ist die Herstellung von Verbundmaterial aus CFR PEEK mit einer Titanschicht als Haftvermittler für Klebstoff. An Proben zur Prüfung der Haftfestigkeit lassen sich die Ursachen für ein Versagen der Haftschrift beispielsweise durch die Bestimmung der Elementverteilung an der Oberfläche ermitteln.

## Kleben für den Material-Mix

Aus Sicht des Klebstoffherstellers Sika Deutschland GmbH, vertreten durch Artur Zanotti, bietet sich das Kleben als ideale Fügetechnologie für unterschiedliche Werkstoffe in einem Bauteil an. Kleben bietet grundsätzlich die Möglichkeit, unterschiedliche Materialien zu verbinden. Dies wird bei der Verarbeitung von Mischwerkstoffen ebenfalls genutzt, wobei sehr unterschiedliche Klebstoffvarianten zur Verfügung stehen. Kleben zählt zu den Kaltfügetechniken, die ohne Beschädigung des Bauteils (wie Bohren) auskommt, eine flächige Krafteinleitung in Strukturen geringer lokaler Festigkeit erlaubt oder Bauteiltoleranzen und Dehnung der Teile kompensiert.

Klebstoffe führen beispielsweise aufgrund ihres elastischen Verhaltens dazu, dass zwei Werkstoffe mit unterschiedlichen mechanischen Eigenschaften einen stabilen Verbund bilden und damit die Festigkeit der Einzelstoffe erhöht werden kann. Darüber hinaus erlauben die Klebstoffe gleichzeitig die Verbesserung der Korrosionsbeständigkeit oder auch das Abdichten von Hohlräumen oder Spalten.

Ein Treiber für die Klebetechnik ist der Fahrzeugleichtbau, bei dem Stahl, Aluminium und Faserverbundwerkstoffe wie GFK oder CFK verbaut werden. Das Kleben muss die unterschiedlichen Ausdehnungen bei Temperaturänderungen bewältigen oder auch in der Lage sein, unterschiedliche Oberflächenvarianten in gleichbleibender Qualität zu verbinden. Hier müssen die Hersteller der Klebstoffe erhebliche Anstrengungen unternehmen, um die Anwender auf den wichtigen Schritt der Vorbehandlung (Reinigung) hinzuweisen.

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

WOMag-online-Abonnenten steht der gesamte Beitrag zum Download zur Verfügung. Die weiteren Vorträge des Workshops befassen sich mit Klebeverbindungen, Barrierschichten, Schichten auf PEEK und Faserverbundwerkstoffen.

Der Gesamtumfang des Beitrags beträgt etwa 2,5 Seiten.

**Präzision  
im Detail**



**Kompakte Anlagen  
für dekorative  
und funktionelle  
Oberflächen**

Leiterplattentechnik • Galvanotechnik • Oberflächenveredelung

**Besuchen Sie uns**  
 **productronica 2017**  
**14. - 17. 11. 2017 - München**  
**Halle B3 / Stand 320**

STUDIO TSCHÖP • Wertheim 05/2012

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

## OMNITEC V13 bietet Innovation in Verpackungslogistik und Umweltmanagement

Die Karlsruher Softec AG nahm die ZVO Oberflächentage in Berlin zum Anlass, um den Fachbesuchern das neue Release der ERP-Branchenlösung OMNITEC vorzustellen. OMNITEC V13 punktet mit innovativen Ansätzen zu Verpackungslogistik und Umweltmanagement sowie weiterer neuer Funktionalität für die Oberflächentechnik.

Speziell für Automotivzulieferer wurde das Modul *OMNITEC Handling Unit Management* entwickelt. Es stellt sicher, dass Ware die Beschichtung entsprechend der gestellten Verpackungsvorschriften in einem bestimmten Verbund mit Ladungsträger und Verpackung – der *Handling Unit* – durchläuft und jede Handling Unit während des gesamten Auftragsdurchlaufs eindeutig identifizierbar ist. Über die Identifikationsnummer der Handling Unit sind Informationen zu Verpackungsmaterialien und -vorschriften sowie zur enthaltenen Ware dokumentiert und direkt abrufbar – im ERP-System oder einfach per Handscanner.

Auch für Unternehmen der Wärmebehandlung hält die neue Version bereits im Standard wichtige Branchenfunktionalität bereit. Härteprüfverfahren wie Vickers, Brinell oder Rockwell werden mit ihren Soll- und Ist-Werten beim Artikel dokumentiert und gemeinsam mit weiteren Härteeigenschaften, wie zum Beispiel Temperatur, Haltezeit oder Härtemedium als Anleitung für den Werker auf dem Betriebsauftrag, dem Prüfprotokoll oder für den Kunden auf dem Lieferschein ausgegeben.

Eine deutliche Effizienzsteigerung im Warenzugang erzielen Neuerungen in der Tourenplanung von OMNITEC. Ab Version 13 können Anwender für Kunden, die auf einer Tour lie-

Pos. A	Kategorie	Bezeichnung / Nummer	Menge	Einheit	Abmessung	Preis	Wunschtermin	Status
1	Artikel	SSN-29-HE - Bohrsenkgewindeschneidschraube	250	kg	L:100 mm B:20 mm H:20 mm Ø:20 mm A:0,009 m³	152,50 €		→ neu
	Packmittel	R-KLT (6429)	8	Stk	L:600 mm B:400 mm H:280 mm A:1,04 m³	0,00 €		→ neu
	Packmittel	Deckel (D10010)	2	Stk		0,00 €		→ neu
	Packmittel	Europalette (EP-01)	1	Stk	L:1.200 mm B:800 mm A:0,96 m³	0,00 €		→ neu

Packmittel	Anzahl	Einheit (Behälter)	Füllmenge	Einheit (Fuß)	Gesamtmenge	Chargennummer	HU-Packstücknr.	Etikettyp	Brutto	Netto	Tara
R-KLT (6429)	1	Stk	50 kg		50	Ch-170529-73	1	KLT	52,97 kg	50 kg	2,97 kg
R-KLT (6429)	1	Stk	50 kg		50	Ch-170529-73	2	KLT	52,97 kg	50 kg	2,97 kg
R-KLT (6429)	1	Stk	50 kg		50	Ch-170529-73	3	KLT	52,97 kg	50 kg	2,97 kg
R-KLT (6429)	1	Stk	50 kg		50	Ch-170529-73	4	KLT	52,97 kg	50 kg	2,97 kg
R-KLT (6429)	1	Stk	50 kg		50	Ch-170529-73	5	KLT	52,97 kg	50 kg	2,97 kg
R-KLT (6429)	1	Stk	0 kg		0		6	KLT	2,97 kg	0 kg	2,97 kg
R-KLT (6429)	1	Stk	0 kg		0		7	KLT	2,97 kg	0 kg	2,97 kg
R-KLT (6429)	1	Stk	0 kg		0		8	KLT	2,97 kg	0 kg	2,97 kg

Neues OMNITEC-Modul löst Automotive-Anforderungen an Verpackungslogistik

gen, lieferbare Behälter in Ladelisten für einzelne Lkw zusammenstellen. OMNITEC prüft automatisiert das Gesamtgewicht der Ladung und erzeugt zeiteffizient für die gesamte Ladeliste Lieferungen und Warenausgänge. In der Branche wird Umweltmanagement zweifellos weiter an Bedeutung gewinnen. Darauf hat sich die führende ERP-Branchenlösung in der Oberflächentechnik eingestellt: OMNITEC bietet in der aktuellen Version komfortable Tools, um Materialien nach spezifischen Umwelteigenschaften, Gefahrstoffen sowie Grad der Wassergefährdung zu klassifizieren und über Gefahrstofflisten auszugeben. Dadurch werden Oberflächenveredler bei Dokumentationspflichten, insbesondere aber in der Krisenprävention unterstützt.

### Über Softec AG

Seit 1988 entwickelt und vertreibt die Softec AG aus Karlsruhe ERP-Standardsoftware für oberflächenveredelnde Unternehmen. OMNITEC, die führende Lösung des Unternehmens, gilt als die Standard-Unternehmenssoftware für die Oberflächentechnik. Mit einem Team aus 25 Mitarbeitern setzt das Unternehmen seinen Fokus auf die Branchen Galvanotechnik, Pulverbeschichtung, Lackierung, Eloxal, Härtereien und Strahlen. Auf die umfangreiche Branchenkenntnis und technologische Innovationskraft des Unternehmens vertrauen mehr als 180 Kunden.

www.softec.de

## EcoClean lieferte 100ste EcoCFlex-Reinigungsanlage an süddeutschen Automobilhersteller

Im 100sten Jahr ihres Bestehens orderte die BMW Group 2016 die 100ste Reinigungsanlage EcoCFlex bei EcoClean. Das Jubiläumsexemplar der flexiblen Roboterzelle ist Bestandteil eines Dreierpacks und mit einer Sonderlackierung ausgestattet. Die Anlagen werden seit Anfang Mai 2017 in der Serienproduktion im Motorenwerk Steyr eingesetzt.

Die erste EcoCFlex für die Reinigung und Entgratung von Motorenkomponenten ging bei der BMW Group 2005 an den Start. Elf Jahre später, dem Jahr, in dem das Unternehmen den 100sten Jahrestag seiner Gründung

feierte, erfolgte die Bestellung für die 100ste Reinigungsanlage dieses Typs im Rahmen eines größeren Auftrags. Das Jubiläumsexemplar gehört der dritten Generation der flexiblen Roboterzellen von Dürr EcoClean an und

wurde mit zwei weiteren EcoCFlex 3L-Anlagen Anfang Mai 2017 im Motorenwerk Steyr in Betrieb genommen.



Zum online-Artikel



## Internationaler Nachwuchs für die elektrochemische Beschichtungstechnik

COST-Lehrveranstaltung 2017 (2nd e-MINDs training course) für Studenten und Jungakademiker – Ausbildung mit Abschlussprüfung und Zertifizierung

Der diesjährige Lehrgang fand im CCS (Congress Center) in Schwäbisch Gmünd vom 2. bis 7. April statt. 70 Studenten und Jungforscher aus 22 Ländern nahmen an dem fünftägigen Kurs teil. Gruppen von jeweils fünf Studenten nahmen an den Vorträgen, Diskussionen und der Bearbeitung von Fallstudien teil und stellten ihre Ergebnisse in Form jeweils einer entsprechenden Präsentation vor. Am Ende der Veranstaltung erhielten die einzelnen Kursteilnehmer ihre Zertifikate ausgehändigt.



Bei COST handelt es sich um eine Kooperation zur Förderung der Wissenschaft und Technologie, die im Rahmen des EU-Netzwerkprogramms HORIZON 2020 gefördert wird. Als Unterprogramm sollen die elektrochemische Prozesstechnologie und der Korrosionsschutz für miniaturisierte Systeme betrachtet werden (COST MP 1407 = Electrochemical Processing Technologies And Corrosion Protection For Device And System Miniaturization). Hierfür ist das wissenschaftliche Programm in vier Gruppen gegliedert:

- WG1: Elektrochemische Prozessmethoden
- WG2: Substrate, Elektroden und Template
- WG3: Schutz gegen Beeinträchtigung von Komponenten durch Korrosion und Reibkorrosion
- WG4: Modellierung, Upscaling und Integration

Den Organisatoren des Programms zufolge, kann die COST-Aktion als ideale Plattform zur Erzielung eines maximalen Gewinns durch die Expertisen von Forschern aus dem Bereich der Oberflächentechnik, Elektrolyse von Mikro-, Nanostrukturen oder Korrosion und des Know-how europäischer

Unternehmen im MEMS / NEMS-Sektor angesehen werden.

Sie ist ein Forum für den Ideenaustausch generell, für die Ausbildung von Studenten und die Weiterbildung für Jungwissenschaftler sowie die Intensivierung der Zusammenarbeit unter den Fachleuten der verschiedenen Spezialdisziplinen. Zudem dient sie der Integration von elektrochemischen Verfahren in die Märkte von Schlüsselindustrien, wie zum Beispiel Mikro- und Nanoelektronik, Informationstechnik, Luftfahrttechnik, Energiespeicherung und -gewinnung und Biomedizin. Dazu wurden wissenschaftliche Schwerpunkte definiert:

- Materialien mit elektrischen Eigenschaften: Leitfähigkeit, Piezoelektrizität, Thermoelektrizität
- Materialien mit magnetischen Eigenschaften: hart- und weichmagnetische Werkstoffe
- Materialien mit Korrosions- und Reibkorrosionsbeständigkeit in kleiner Skalierung
- Materialien mit großen Oberflächen: Schäume, zelluläre Werkstoffe, schwammartige Materialien



### e-MINDS-Programm

Die Produktion von Einzelkomponenten und der Zusammenbau werden zunehmend komplexer durch eine fortschreitende Miniaturisierung bei steigenden Kosten. Hoher Durchsatz, fortgeschrittene ökonomische Fertigung und Füge-technologie werden im industriellen Maßstab dringend benötigt. Schlüsseldisziplinen hierfür sind elektrochemische Fertigung und Korrosionswissenschaft zur Integration und zum Schutz von kleinen Funktionseinheiten in komplexen Mikro- und Nanosyste-



men. Der frühzeitige Austausch von Wissen innerhalb der elektrochemischen Gemeinde, von Mikro- und Nanosystemforschern und der damit verknüpften Industrie ist demzufolge dringend erforderlich. Die COST-Aktion bietet dafür eine vernetzte Plattform, um die Aufspaltung in einzelne Disziplinen zu vermeiden, die europäische Kompetenz zu stärken und die wissenschaftliche Exzellenz zu sichern.

Das e-MINDS-Programm setzt diese Bemühungen als tatsächliche internationale Veranstaltung um. Für den diesjährigen Veranstalter fem, Forschungsinstitut Edelmetalle und Metallchemie, in Schwäbisch Gmünd hat Dr. Manfred Baumgärtner, EAST Schwäbisch Gmünd, die Organisation übernommen.

Der Lehrkörper der Veranstaltung setzte sich zusammen aus international renommierten Spezialisten innerhalb ihrer jeweiligen Arbeitsgebiete, aus Professoren und Professorinnen von Hochschulen und Instituten: S. Pané (CH), L. Péter (H), G. Zangari (USA), C. Zanella (SW), M. Innocenti (I), L. Pavlatou (GR), P. Zabinski (PL), H. Torun (TK), S. Sturm (SL), D. Rafaja (D), E. Pelliccer (E) und P. Leisner (SW).

In Ergänzung zu den Lehrveranstaltungen wurden Exkursionen angeboten. Im nahegelegenen Forschungsinstitut für Edelmetalle und Metallchemie mit seinen diversen unterschiedlichen Abteilungen und Arbeitsgebieten stand vor allem die Abteilung Elektrochemie im Fokus. Das Unternehmen Umico Galvanotechnik in Schwäbisch Gmünd bot den Besuchern zudem Einblicke in die Bereiche der Edelmetallgalvanik und -chemie, die Kunden-, Versuchs- und Entwicklungslabors sowie die Fertigung von galva-

# BERUF + KARRIERE

nisch platinierem Titan-Streckmetall mittels Schmelzflusselektrolyse.

## Elektrochemische Methoden für Abscheidung und Analyse

Das Lehrprogramm gliederte sich in drei Themenblöcke:

- Koabscheidung von Legierungen, Halbleitermaterialien, Legierungsabscheidung
- Struktur Aspekte galvanischer Schichten: Zusammensetzung, Struktur, Morphologie
- Labortechnik mit den entsprechenden elektrochemischen Untersuchungsmethoden

Für den Block der Koabscheidung boten die Dozenten G. Zangari, L. Péter, M. Innocenti, L. Pavlatou und P. Zabinski folgende Fachthemen an:

- Underpotential-Abscheidung
- Legierungsbildung während der galvanischen Abscheidung: grundlegende Mitabscheidungsraten (Klassifizierung nach Brenner, mit Beispielen)
- Thermodynamische Aspekte der Legierungsbildung während der elektrochemischen Abscheidung
- Trends bei der Legierungsabscheidung: die Rolle des Einzelabscheidopotentials
- Strukturelle Belange der Legierungsbildung und Ausbildung bestimmter Phasen
- Beziehung zwischen Abscheidungsbedingungen und Legierungseigenschaften (Einflussgrößen Metallverhältnis / Stromdichte / hydrodynamische Bedingungen / Elektrolyttemperatur auf Zusammensetzung / Struktur / Textur u.a.)
- Anionenreduktion
- Grundlagen der Abscheidung von Verbindungshalbleitern
- Dispersionsabscheidung (suspension plating): Grundlagen, Rolle der Teilchenladung ( $\zeta$ -Potential), Natur der dispergierten Partikel, Zusätze.

S. Sturm, H. Torun und D. Rafaja befassten sich im Themenblock über die Struktur Aspekte bei galvanischen Schichten mit folgenden Technologien:

- Zerstörungsfreie chemische Analyse durch EDX und XRF
- Zerstörende chemische Analyse mittels AAS
- Grundlegende Strukturuntersuchungen mittels XRD (Röntgendiffraktometrie)
- Phasen-, Textur-, Korngrößenbestimmungen
- Röntgenstrukturbestimmungen mit Technologien wie Glanzwinkelbestimmung
- TEM (Transmissionselektronenmikroskopie): Probenpräparation, Elektronenbeugung, Element-Mapping, Einfluss der Gitterbaufehler in der Auswirkung auf die verschiedenen Methoden, kristallographische Untersuchungen
- Morphologieermittlung mittels REM-Untersuchung
- Andere Methoden der Oberflächenuntersuchung wie Rauhtiefenmessung
- In-Situ-Untersuchungsmethoden der Schicht während der Abscheidung

Im Bereich der Labortechnik schließlich befassten sich die Dozenten C. Zanella, L. Péter, G. Zangari, L. Pavlatou, M. Innocenti und E. Pelliccer mit folgenden Themen:

- Voltammetrische Analysen, galvanostatische und potentiostatische Anwendungen
- Stationäre und Transientenmethoden
- Chronoamperometrie und Chronopotentiometrie
- Lineare Potentialsweep-Methoden
- Vergleich der Unterschiede von Lehrbuch-Beispielen und realen Fällen
- Untersuchungsmethoden für Keimbildungsvorgänge
- Rotierende Elektrodensysteme (Scheiben-, Ring-Scheibe-, Zylinderelektroden)
- Anodische Stripping-Voltammetrie
- In-Situ-Techniken: STM, spektroskopische Methoden u.a.

– Fallstudien: Erhebung von Daten von vorhergehenden Versuchen von Legierungsabscheidungen

Aus dem sehr umfangreichen Programm der Veranstaltungen konnten die Teilnehmer Präsentationen zu sechs Bereichen erarbeiten, an die sich die Evaluierung und Übergabe der Zertifikate durch S. Pané anschloss:

- Galvanische Abscheidungen von Elementen mit hoher Entropie
- Gold/Silber-Lötlegierungen und ihre Anwendungen in der Elektronik (Packaging)
- Nickel-Phosphor-Wolfram-Multilayer durch Pulse Plating-Abscheidung
- Ausschau nach neuen Wegen zu hohen Datenspeicherdichten
- Multilayer mit modulierbarer Zusammensetzung
- Dispersionsabscheidung

## e-MIND-Trainingskurs 2018

Der nächste Kurs 3rd e-MINDS training event 2018 findet vom 26. bis 30 März 2018 in Siofok am Plattensee/Ungarn statt. Diese Veranstaltung wird sich mit Elektrolyten, Abscheidungsbedingungen und Eigenschaften der abgeschiedenen Schichten, der organischen und biochemischen Funktionalisierung von Elektroden sowie der digitalen Simulationen in der Elektrochemie befassen. Interessenten können sich bezüglich weiterer Details an das fem, Forschungsinstitut Edelmetalle und Metallchemie, Schwäbisch Gmünd, (E-Mail: baumgaertner@fem-online.de) wenden oder sich direkt über die Homepage des Kursanbieters ([www.e-minds.ch/events/training-schools](http://www.e-minds.ch/events/training-schools)) informieren. Hier sind auch die Anmeldeunterlagen zu finden. Der Anmeldeschluss ist der 20. November 2017.

➔ [www.e-minds.ch](http://www.e-minds.ch)

## INSERENTENVERZEICHNIS

Ch. Batsch GmbH	27	Harter GmbH	31	Maurer Magnetic AG	19
B+T Technologies GmbH	9	Helmut Fischer Messtechnik	U4	Mazurczak GmbH	15
Coventya GmbH	U2	IMO GmbH	Titelbild	Metallform Wächter GmbH	21
Ecoclean	23	Walter Lemmen GmbH	37	Sager + Mack GmbH	1
EnviroFALK GmbH	25	Gebr. Liebisch	U3	SITA Messtechnik GmbH	13
FST Drytec	33	MAFAC	19	Sondermann	35

# Korrosion

im Zeitraffer



modulare Freiheit!

50

1 9 6 3 - 2 0 1 3

## 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 Prüfklimare bis  $-20^{\circ}\text{C}$  (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.



Im Zeichen der Zukunft

Gebr. Liebisch GmbH & Co.KG

Eisenstraße 34

33649 Bielefeld | Germany

Fon +49/521/94647-0

Fax +49/521/94647-90

[www.liebisch.de](http://www.liebisch.de)  
[sales@liebisch.com](mailto:sales@liebisch.com)



# Neuer Online-Shop bei FISCHER



Messinstrumente  
von FISCHER.  
Nur einen **Klick** entfernt.  
Im neuen **Online-Shop**.



<https://shop.helmut-fischer.de>

**fischer**